

ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y DE PATENTES PARA LA IDENTIFICACIÓN DE
PROGRAMAS ESTRATÉGICOS DE INVESTIGACIÓN EN LA UNIVERSIDAD
INDUSTRIAL DE SANTANDER: ÁREA DE MATERIALES

HEIDY LISSETH GUTIÉRREZ JAIMES
MARIA CAROLINA ACEVEDO MARTÍNEZ

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
BUCARAMANGA
2009

ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y DE PATENTES PARA LA IDENTIFICACIÓN DE
PROGRAMAS ESTRATÉGICOS DE INVESTIGACIÓN EN LA UNIVERSIDAD
INDUSTRIAL DE SANTANDER: ÁREA DE MATERIALES

HEIDY LISSETH GUTIÉRREZ JAIMES
MARIA CAROLINA ACEVEDO MARTÍNEZ

Pasantía de Investigación para optar por el título de Ingeniería Industrial

Directora:

Ing. Piedad Arenas Díaz

Directora de Escuela de Estudios Industriales y Empresariales

Tutor:

Dr. Darío Yesid Peña Ballesteros

Director de Investigación y Extensión Facultad Físico Químicas

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER - UIS
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
BUCARAMANGA

2009

DEDICATORIA

En primer lugar doy gracias a Dios por su acción y acompañamiento constante y real a lo largo de toda mi vida y del proyecto realizado. Agradezco a mis padres, por sus sabios consejos, por su amor y apoyo incondicional, a mi hermana, tíos y sobrinos, y a toda mi familia tan querida, a mis amigos, al equipo de Pastoral Universitaria por su compañía y oración, y a todas las personas cercanas a mi corazón que me acompañaron en este gran paso de mi vida.

Los mejores deseos a los investigadores y prospectivistas del área estratégica de materiales en la Universidad Industrial de Santander quienes con su interés, participación y entusiasmo en las actividades realizadas se arriesgan a ir más allá del día a día. Espero siempre estén construyendo el futuro que se ajuste más a sus altos ideales y principios, creen las herramientas adecuadas y luchan para alcanzarlo para, de esta manera, se proyecten como forjadores de mejores condiciones de vida para la humanidad.

En mi corazón, la Universidad Industrial de Santander, la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales, el grupo de Investigación INNOTECH y demás dependencias de la Institución; todas las personas con las que compartí dentro de estos espacios.

¡Gracias! Porque hoy alzo la mirada a cimas más altas y horizontes asombrosos y abro nuevas puertas para continuar mi proceso de crecimiento personal, con un alto sentido de responsabilidad, profesionalismo, pertenencia, sentido social y entusiasmo.

MARIA CAROLINA.

*A Dios por darme su fortaleza, por su amor, por ser mi mejor amigo.
Y por ser mi guía en mi caminar por este mundo.*

*A mis Padres Aura y Miguel y mis hermanos Jessica y Wildmer, mis más grandes amores
y las personas a quienes más admiro, esos seres maravillosos que son fortaleza,
compañía, apoyo, entusiasmo y una importante razón para continuar.*

*A Carolina mi compañera de proyecto por permitirme tomar parte en su vida, los
momentos compartidos, la amistad y la confianza creadas.*

A mis amigos por permitirme compartir con ellos parte del camino.

A mis amigos de la pastoral universitaria, por su apoyo, compañía y oración.

*A los investigadores de INNOTECH primera fase por hacer del proyecto una época de
compartir y de gran amistad.*

HEIDY LISSETH

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a:

Ing. Piedad Arenas Díaz	Directora de Escuela de Estudios Industriales y Empresariales.
Dr. Oscar Gualdrón González	Vicerrector de Investigación y Extensión de la Universidad Industrial de Santander.
Dr. Darío Yesid Peña Ballesteros	Director de Investigación y Extensión de la Facultad de Físico-Químicas.
Dr. Yezid Torres Moreno	Director de Investigación y Extensión de la Facultad de Ciencias.
Dr. Gustavo Chio Cho	Director de Investigación y Extensión de la Facultad de Físico-Mecánicas.
Dr. Gustavo Neira Arenas	Director del Grupo de Investigaciones en Minerales, Biohidrometalurgia y Ambiente – GIMBA.
Dr. Jaime Enrique Meneses Fonseca	Director del Grupo de Óptica y Tratamiento de Señales – GOTS.
Dr. Rafael Cabanzo Hernández	Director del Laboratorio de Espectroscopia Atómica y Molecular – LEAM.
Dr. Enrique Mejía Ospino	Integrante del Laboratorio de Espectroscopia Atómica y molecular – LEAM.
Dr. Ricardo Alfredo Cruz Hernández	Director Grupo del Investigación en Materiales y Estructuras de Construcción – IMNE.
Dr. Luis Carlos Mantilla Figueroa.	Director del Grupo de Investigación en Mineralogía, Petrología y Geoquímica.
Dr. Jorge Humberto Martínez Tellez	Integrante del Grupo de Investigación de Ciencia de Materiales Biológicos y semiconductores – CIMBIOS.

Dr. Custodio Vásquez Quintero	Director del Grupo de Investigación en Corrosión – GIC.
Dr. Eduardo Alberto Castañeda Pinzón	Director del Grupo de Investigación en Asfaltos – GIAS.
Dr. Valeriy Dugar – Zhabon	Director del Grupo de Investigación de Física y Tecnología del Plasma y Corrosión – FITEK.
Dr. Ancizar Flórez Londoño	Director del Grupo de Investigación en Materiales Fotónicos – GIMF.
Dra. Luz Amparo Quintero Ortiz	Directora del Grupo de Investigación en Desarrollo y Tecnología de Nuevos Materiales – GIMAT.
Dr. Aristóbulo Centeno Hurtado	Integrante del Centro De Investigaciones En Catálisis – CICAT.
Profesor José Miguel Higuera Marín	Director de Escuela de Diseño Industrial.
Dr. Juan Carlos Jaimes	Director Científico de Quirúrgicos Especializados.
Dra. Olga Patricia Vesga	Gerente Lavco LTDA.
Msc. Javier Mauricio Martínez Gomes	Jefe de Innovación y Desarrollo Tecnológico de la Fundación Cardiovascular.
Dr. Jorge Hernando Panqueva Alvarez	Director de la Corporación para la Investigación de la Corrosión. C.I.C.
Ing. Manuel Pabón Machuca	Centro de Productividad y Competitividad del Oriente
Ing. Diana Marcela Villabona Reyes	Coordinadora del proyecto.

Al grupo de Investigación INNOTEK por confiarnos la realización de la investigación en el área estratégica de Materiales.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
1. ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO	3
1.1 DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	3
1.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	4
1.3 OBJETIVOS	5
1.3.1 Objetivo general.	5
1.3.2 Objetivos Específicos	5
1.4 ALCANCE	6
2. MARCO DE REFERENCIA	7
2.1 PROSPECTIVA	7
2.2 ANÁLISIS ESTRUCTURAL	8
2.3 VIGILANCIA TECNOLÓGICA	9
2.4 REFERENTES TEÓRICOS Y METODOLÓGICOS	11
2.4.1 <i>World Patent Report. A statistical review.</i>	12
2.4.2 Clasificaciones de patentes.	12
2.4.3 <i>Australian and New Zealand Standard Research Classification (ANZRC).</i>	13
2.4.4 <i>"Technologies clés 2010".</i>	13
2.4.5 Ejercicio Nacional de Prospectiva. España 2020.	15
2.4.6 Technology timeline.	16
2.4.7 <i>TECHCAST.</i>	16
2.4.8 <i>State of the Future..</i>	17
2.4.9 Centro de excelencia de nuevos materiales.	18
2.5 DESCRIPCIÓN E IMPORTANCIA DEL ÁREA ESTRATÉGICA DE MATERIALES	19
3. DESARROLLO METODOLÓGICO	23
3.1 VIGILANCIA TECNOLÓGICA	25
3.1.1 Análisis de publicaciones internacionales.	25
3.1.2 Análisis de capacidades nacionales	26

3.1.2.1	Análisis de los grupos de investigación.	27
3.1.2.2	Análisis de programas académicos.	27
3.1.2.3	Análisis de publicaciones nacionales.	28
3.1.3	Análisis de capacidades institucionales	28
3.1.3.1	Análisis de grupos de investigación.	29
3.1.3.2	Análisis de Programas académicos.	29
3.1.3.3	Análisis de publicaciones UIS.	29
3.1.3.4	Análisis de patentes.	29
3.2	ANÁLISIS ESTRUCTURAL	34
4.	VIGILANCIA TECNOLÓGICA	47
4.1	ANÁLISIS DE PUBLICACIONES INTERNACIONALES	47
4.1.1	Países.	47
4.1.2	Instituciones.	48
4.1.2.1	Redes de Instituciones.	48
4.1.3	Autores.	49
4.1.4	Revistas.	49
4.1.5	Año.	50
4.1.6	Palabras Clave.	50
4.2	ANÁLISIS DE CAPACIDADES NACIONALES	53
4.2.1	Análisis de grupos de investigación.	53
4.2.1.1	Análisis de instituciones.	53
4.2.1.2	Análisis por departamentos.	54
4.2.1.3	Dinámica evolutiva de los grupos.	55
4.2.1.4	Líneas de investigación.	56
4.2.1.5	Masa crítica.	59
4.2.1.6	Producción científica tecnológica.	60
4.2.1.7	Análisis según programa nacional de ciencia y tecnología.	61
4.2.1.8	Estatus de los grupos de investigación.	61
4.2.2	Análisis de programas académicos.	65
4.2.2.1	Segundo criterio de selección y clasificación de los programas de educación que aportan al área.	65
4.2.3	Análisis de publicaciones nacionales.	69

4.2.3.1	Instituciones.	69
4.2.3.2	Autores.	70
4.2.3.3	Año.	70
4.2.3.4	Revista.	71
4.2.3.5	Palabras clave.	72
4.3	ANÁLISIS DE CAPACIDADES INSTITUCIONALES	72
4.3.1	Análisis de grupos de investigación.	72
4.3.1.1	Área de conocimiento.	73
4.3.1.2	Dinámica evolutiva de los grupos.	73
4.3.1.3	Líneas de investigación.	74
4.3.1.4	Masa crítica.	75
4.3.1.5	Producción científica tecnológica.	76
4.3.1.6	Programa nacional de ciencia y tecnología.	77
4.3.1.7	Estatus de los grupos de investigación.	78
4.3.1.8	Dinámica de creación de grupos por línea de investigación.	79
4.3.2	Análisis de Programas académicos.	80
4.4	ANÁLISIS DE PUBLICACIONES INSTITUCIONALES	80
4.4.1	Autor.	81
4.4.2	Tipo de artículo.	81
4.4.3	Año.	81
4.4.4	Palabras clave.	82
4.5	ANÁLISIS DE PATENTES	83
5.	ANÁLISIS ESTRUCTURAL	88
5.1	VARIABLES MOTRICES	92
5.2	VARIABLES RESULTADO	92
5.3	VARIABLES EXCLUIDAS	93
5.4	VARIABLES DEL PELOTÓN	94
5.5	VARIABLES DE ENLACE	94
5.6.1	Grupos y centros de investigación.	97
5.6.2	Programas académicos de investigación.	97
5.6.3	Productividad científica y tecnológica.	98
5.6.4	Desarrollo tecnológico.	98

5.6.5	Disponibilidad de fuentes.	98
5.6.6	Relación universidad – empresa.	99
5.6.7	Alianzas y cooperación internacional y nacional.	99
5.6.8	Infraestructura de investigación.	100
5.6.9	Talento humano.	100
5.6.9.1	Intercambio de investigadores (Movilidad).	101
5.6.9.2	Créditos Educativos Condonables.	101
6.	PROPUESTA DE LINEAS DE APLICACIÓN EN EL ÁREA DE MATERIALES	101
6.1	NECESIDADES GENERALES DE LOS GRUPOS DE INVESTIGACIÓN	110
	CONCLUSIONES	114
	RECOMENDACIONES	120
	BIBLIOGRAFÍA	125

LISTA DE GRÁFICOS

	Pág.
Gráfico 1. Tetrahedro de la ciencia de los materiales	20
Gráfico 2. USA Vs Instituciones	48
Gráfico 3. Tendencia de las publicaciones.	50
Gráfico 4. Principales instituciones que cuentan con grupos de investigación	54
Gráfico 5. Dinámica evolutiva de grupos de investigación	57
Gráfico 6. N° de programas académicos por departamento	67
Gráfico 7. Principales instituciones colombianas con publicaciones del área	70
Gráfico 8. Principales autores con publicaciones colombianas	71
Gráfico 9. Tendencia de las publicaciones nacionales	71
Gráfico 10. Principales revistas con publicaciones colombianas	71
Gráfico 11. Dinámica de formación de grupos	74
Gráfico 12. Tendencia de las publicaciones UIS	82
Gráfico 13. Principales aplicantes - Recubrimientos	85
Gráfico 14. Matriz de influencias directas, área de materiales (Final)	89
Gráfico 15. Gráfico de influencias indirectas potenciales	90
Gráfico 16. Plano de desplazamientos de influencias/dependencias directas sobres las indirectas potenciales.	91
Gráfico 17. Plano de influencias/dependencias indirectas potenciales	91
Gráfico 18. Plano de influencias/dependencias indirectas	96
Gráfico 19. Matriz de influencia directa entre variables	222
Gráfico 20. Plano de influencias indirectas potenciales	228
Gráfico 21. Influencias indirectas potenciales.	229
Gráfico 22. Matriz de objetivos por actores	231
Gráfico 23. Cruz de escenarios	248
Gráfico 24. Plano de influencias y dependencias indirectas potenciales (moda)	269
Gráfico 25. Plano de influencias y dependencias indirectas potenciales (media)	270
Gráfico 26. Plano de influencias/dependencias indirectas potenciales (Expertos internos)	272
Gráfico 27. Plano de influencias/dependencias indirectas potenciales (Expertos internos)	273
Gráfico 28. Plano de influencias/dependencias indirectas potenciales (pesos del 80.95% y 19.05%)	275
Gráfico 29. Plano de influencias/dependencias indirectas potenciales (pesos de 70% y 30%)	276
Gráfico 30. Tipos de relaciones entre variables	278
Gráfico 31. Ejemplo matriz análisis estructural.	279
Gráfico 32. Plano de influencia dependencia.	281
Gráfico 33. Gráfico de relaciones ejemplo	283
Gráfico 34. Ejemplo de plano de desplazamientos	287
Gráfico 35. China Vs Instituciones	299
Gráfico 36. Brasil Vs Instituciones	299
Gráfico 37. Instituciones asociadas a las publicaciones colombianas.	300
Gráfico 38. USA Vs Autores	300
Gráfico 39. China Vs Autores	301
Gráfico 40. Brasil Vs Autores	301

Gráfico 41. Red de autores de las publicaciones colombianas.	302
Gráfico 42. USA Vs Revistas	302
Gráfico 43. China Vs Revistas	303
Gráfico 44. Brasil Vs Revistas	303
Gráfico 45. Red de revistas donde se publicaron los artículos colombianos.	303
Gráfico 46. USA Vs Palabras Clave	304
Gráfico 47. China Vs Palabras Clave	304
Gráfico 48. Brasil Vs Palabras clave	305
Gráfico 49. Eventos clave política de CyT	310
Gráfico 50. Líneas de investigación Vs año de creación de grupos	333
Gráfico 51. Dinámica código A61F	335
Gráfico 52. Principales países de origen - Biomateriales	336
Gráfico 53. Principales aplicantes - Biomateriales	336
Gráfico 54. Dinámica código H01L	337
Gráfico 55. Dinámica código H01B	337
Gráfico 56. Principales países de origen - Conductores	338
Gráfico 57. Principales aplicantes - Conductores	338
Gráfico 58. Dinámica código D01G	339
Gráfico 59. Principales países de origen - Fibras	339
Gráfico 60. Principales aplicantes - Fibras	340
Gráfico 61. Dinámica código C03B	341
Gráfico 62. Dinámica código C03C	341
Gráfico 63. Dinámica código B28B	341
Gráfico 64. Dinámica código C04B	342
Gráfico 65. Dinámica código B28C	342
Gráfico 66. Principales países de origen - Cerámicos	343
Gráfico 67. Principales aplicantes - Cerámicos	343
Gráfico 68. Dinámica código B02C	344
Gráfico 69. Dinámica código B22C	344
Gráfico 70. Principales países de origen - Partículas	345
Gráfico 71. Principales aplicantes - Partículas	345
Gráfico 72. Dinámica código B27N	346
Gráfico 73. Principales aplicantes - Productos Naturales	346
Gráfico 74. Principales aplicantes - Productos Naturales	347
Gráfico 75. Dinámica código D06M	348
Gráfico 76. Dinámica código D01F	348
Gráfico 77. Dinámica código D01B	348
Gráfico 78. Principales países de origen - Textiles	349
Gráfico 79. Principales aplicantes - Textiles	349
Gráfico 80. Dinámica código B24B	350
Gráfico 81. Dinámica código B24C	350
Gráfico 82. Principales países de origen - Falla y fractura	351
Gráfico 83. Principales aplicantes - Falla y fractura	351
Gráfico 84. Dinámica código B29B	352
Gráfico 85. Principales países de origen - Reciclaje	352
Gráfico 86. Principales aplicantes - Reciclaje	352
Gráfico 87. Dinámica código C03B	353
Gráfico 88. Dinámica código C03C	354
Gráfico 89. Dinámica código C01F	354

Gráfico 90. Dinámica código C01D	354
Gráfico 91. Principales países de origen - Minerales	355
Gráfico 92. Principales aplicantes - Minerales	355
Gráfico 93. Dinámica código H01B	356
Gráfico 94. Dinámica código C09C	356
Gráfico 95. Dinámica código G01N	357
Gráfico 96. Dinámica código C22F	357
Gráfico 97. Dinámica código C22C	357
Gráfico 98. Dinámica código C22B	357
Gráfico 99. Dinámica código C21D	358
Gráfico 100. Dinámica código C21C	358
Gráfico 101. Dinámica código B22C	358
Gráfico 102. Principales países de origen - Propiedades de los materiales	359
Gráfico 103. Principales aplicantes - Propiedades de los materiales	359
Gráfico 104. Dinámica código D21C	360
Gráfico 105. Dinámica código D21J	361
Gráfico 106. Dinámica código D21H	361
Gráfico 107. Principales países de origen - Industria del papel	361
Gráfico 108. Principales aplicantes - Industria del papel	362
Gráfico 109. Dinámica código C04B	363
Gráfico 110. Dinámica código C10C	364
Gráfico 111. Dinámica código E04B	364
Gráfico 112. Dinámica código E04C	364
Gráfico 113. Dinámica código E04D	365
Gráfico 114. Principales países de origen - Materiales para la construcción	365
Gráfico 115. Principales aplicantes - Materiales para la construcción	366
Gráfico 116. Dinámica código G01N-24/00	367
Gráfico 117. Dinámica código G01R 33/00	367
Gráfico 118. Dinámica código G01N-27/00	368
Gráfico 119. Dinámica código G21K	368
Gráfico 120. Dinámica código B03C	368
Gráfico 121. Dinámica código H01F	369
Gráfico 122. Principales países de origen – Materiales magnéticos y magnetismo	369
Gráfico 123. Principales aplicantes - Materiales magnéticos y magnetismo	370
Gráfico 124. Dinámica código B22D	372
Gráfico 125. Dinámica código C21C	372
Gráfico 126. Dinámica código C22B	373
Gráfico 127. Dinámica código C21B	373
Gráfico 128. Dinámica código C21D	373
Gráfico 129. Dinámica código C22C	374
Gráfico 130. Dinámica código C23C	374
Gráfico 131. Dinámica código C25C	374
Gráfico 132. Dinámica código C25F	375
Gráfico 133. Dinámica código B22F	375
Gráfico 134. Dinámica código C23D	375
Gráfico 135. Dinámica código C25D	376
Gráfico 136. Dinámica código B24B	376
Gráfico 137. Dinámica código B24C	376
Gráfico 138. Dinámica código C01D	377

Gráfico 139. Dinámica código C01F	377
Gráfico 140. Dinámica código C22F	377
Gráfico 141. Dinámica código C30B	378
Gráfico 142. Principales países de origen - Materiales metálicos	378
Gráfico 143. Principales aplicantes - Materiales metálicos	378
Gráfico 144. Dinámica código B29B	379
Gráfico 145. Dinámica código C08C	380
Gráfico 146. Dinámica código C08F	380
Gráfico 147. Dinámica código C08G	380
Gráfico 148. Dinámica código B29D	381
Gráfico 149. Dinámica código F16L	381
Gráfico 150. Dinámica código B29C	381
Gráfico 151. Principales países de origen - materiales polímeros	382
Gráfico 152. Principales aplicantes - Materiales Poliméricos	382
Gráfico 153. Dinámica evolutiva Nanomateriales.	383
Gráfico 154. Principales países de origen – Nanomateriales	384
Gráfico 155. Principales aplicantes - Nanomateriales	384
Gráfico 156. Dinámica código B24B	385
Gráfico 157. Dinámica código B24C	385
Gráfico 158. Principales países de origen - Tribología	386
Gráfico 159. Principales aplicantes - Tribología	386
Gráfico 160. Dinámica código B23B	387
Gráfico 161. Principales países aplicantes - Películas delgadas	388
Gráfico 162. Principales países aplicantes - Películas delgadas	388
Gráfico 163. # de solicitudes por línea	389

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Áreas tecnológicas asociadas al área estratégica	31
Tabla 2. sectores industriales asociados al área estratégica	31
Tabla 3. Descripción de las variables del análisis estructural	37
Tabla 4. Artículos asociados por País	47
Tabla 5. Publicaciones por institución	48
Tabla 6. Publicaciones por Autor	49
Tabla 7. Revistas con mayor cantidad de publicaciones	50
Tabla 8. No Publicaciones por palabras clave	50
Tabla 9. Número de grupos por departamento	55
Tabla 10. Número de grupos por línea de investigación.	57
Tabla 11. Masa crítica	59
Tabla 12. Producción de los grupos de investigación.	60
Tabla 13. Número de grupos por programa nacional de ciencia y tecnología	61
Tabla 14. Estatus de los grupos de investigación.	62
Tabla 15. Resumen programas académicos	68
Tabla 16. Palabras clave de publicaciones nacionales	72
Tabla 17. N° de grupos UIS clasificados por área de conocimiento	73
Tabla 18. Líneas de investigación	74
Tabla 19. Masa Crítica	75
Tabla 20. Productos de investigación	76
Tabla 21. Grupos por programa nacional de ciencia y tecnología.	78
Tabla 22. Estatus de los grupos de investigación UIS	78
Tabla 23. Programas académicos UIS	80
Tabla 24. Principales autores UIS	81
Tabla 25. Tipo de revista	81
Tabla 26. Palabras clave de publicaciones UIS	82
Tabla 27. Subclases IPC - Recubrimientos	84
Tabla 28. Empresas con mayor número de líneas asociadas	87
Tabla 29. Variables motrices del área de materiales	92
Tabla 30. Variables resultado del área estratégica de materiales	92
Tabla 31. Variables excluidas en el área de materiales	93
Tabla 32. Variables del pelotón en el área estratégica de materiales	94
Tabla 33. Variables de enlace del área de materiales	94
Tabla 34. Variables estratégicas del área de materiales	96
Tabla 35. Líneas preseleccionadas - Vigilancia Tecnológica	102
Tabla 36. Líneas propuestas por el tutor del área	103
Tabla 37. <i>Technologies clés 2010</i> Vs Vigilancia tecnológica	103
Tabla 38. Ejercicio de Prospectiva a 2020 en España Vs Vigilancia Tecnológica	104
Tabla 39. Aplicaciones Industriales de las Nanotecnologías en España en el Horizonte 2020 Vs Vigilancia Tecnológica	105
Tabla 40. Materiales para el transporte y la energía. OPTI. Vs. Vigilancia Tecnológica	106
Tabla 41. Nuevos Materiales en la Sociedad del Siglo XXI Vs Vigilancia Tecnológica	106
Tabla 42. Número de grupos UIS por línea de investigación - Sondeo	110
Tabla 43. Calificación de factores de investigación	111
Tabla 44. Grupos de investigación pertenecientes al CENM	155

Tabla 45. Oficinas que informan a la OPTI - Demandas internacionales PCT	162
Tabla 46. Oferta programas académicos área de materiales	180
Tabla 47. Programas académicos por institución	181
Tabla 48. Códigos IPC por área de conocimiento	182
Tabla 49. Sectores industriales principales	191
Tabla 50. Industrias, áreas tecnológicas y códigos de patentes asociados a líneas en materiales	195
Tabla 51. Integrantes grupo de trabajo	216
Tabla 52. Planeamiento del estudio de prospectiva estratégica.	218
Tabla 53. Árboles de competencia de Marc Giget.	218
Tabla 54. Identificación de cambios futuros	219
Tabla 55. Matriz DOFA.	220
Tabla 56. Familias de factores	221
Tabla 57. Descripción de factores.	223
Tabla 58. Variables estratégicas.	227
Tabla 59. Retos y actores.	230
Tabla 60. Matriz de influencias directas entre actores.	230
Tabla 61. Hipótesis y escenarios	243
Tabla 62. Implicaciones de los escenarios	247
Tabla 63. Listado expertos consultados para la definición de las variables	249
Tabla 64. Matrices diligenciadas al interior de la universidad	250
Tabla 65. Listado expertos empresariales participantes.	250
Tabla 66. Representante de la dirección para el análisis estructural	251
Tabla 67. Variables del área estratégica de materiales	261
Tabla 68. Comportamiento de las variables al cambiar de estadístico.	271
Tabla 69. Comparación comportamiento de las variables dependiendo del tipo de expertos	274
Tabla 70. Comparación al cambiar los porcentajes de los grupos de expertos	277
Tabla 71. Elementos importantes análisis estructural	280
Tabla 72. Instituciones que cuentan con grupos de investigación	307
Tabla 73. Grupos de investigación con más de una institución asociada	309
Tabla 74. Programas académicos por institución, segundo criterio	319
Tabla 75. Programas académicos que aportan al área a nivel nacional	321
Tabla 76. Instituciones nacionales con publicaciones en el área	326
Tabla 77. Instituciones internacionales con publicaciones en el área	327
Tabla 78. Autores de las publicaciones nacionales	328
Tabla 79. Autores líderes en las publicaciones UIS	334
Tabla 80. Subclases IPC - Biomateriales	335
Tabla 81. Subclases IPC – Materiales conductores.	336
Tabla 82. Subclases IPC - Fibras.	339
Tabla 83. Subclases IPC - Cerámicos	340
Tabla 84. Subclases IPC - Partículas	343
Tabla 85. Subclases IPC - productos Naturales	345
Tabla 86. Subclases IPC - Textiles	347
Tabla 87. Subclases IPC - Falla y fractura	349
Tabla 88. Subclases IPC - Reciclaje	351
Tabla 89. Subclases IPC - Minerales	353
Tabla 90. Subclases IPC - Propiedades de los materiales	356
Tabla 91. Subclases IPC – Materiales para la industria del papel	360

Tabla 92. Subclases IPC - Materiales para la construcción	363
Tabla 93. Subclases IPC - Materiales magnéticos y magnetismo	366
Tabla 94. Subclases IPC - Materiales metálicos	370
Tabla 95. Subclases IPC	379
Tabla 96. Subclases IPC - Nanomateriales	383
Tabla 97. Subclases IPC - Tribología	384
Tabla 98. Subclases IPC - Películas delgadas	386
Tabla 99. Tendencias - Informe de biomateriales, OPTI y FENIN	393
Tabla 100. Actores - sondeo de opinión	399
Tabla 101. Condiciones de investigación actuales según los investigadores	400
Tabla 102. Elementos requeridos para investigación	403

LISTA DE DIAGRAMAS

	Pág.
Diagrama 1. Diagrama general del proyecto	24
Diagrama 2. Diagrama metodología análisis de publicaciones	170
Diagrama 3. Metodología Análisis de los grupos de investigación nacionales	171
Diagrama 4. Metodología análisis de programas académicos. Primer criterio	172
Diagrama 5. Metodología análisis de programas académicos. Segundo criterio	173
Diagrama 6. Metodología del análisis de publicaciones nacionales	174
Diagrama 7. Metodología Análisis de los grupos de investigación UIS	175
Diagrama 8. Metodología análisis de programas académicos UIS	176
Diagrama 9. Análisis de publicaciones UIS	177
Diagrama 10. Diagrama metodología análisis de patentes	178
Diagrama 11. Diagrama metodológico análisis estructural	179
Diagrama 12. Resumen variables para análisis estructural	268

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO 1. CLASIFICACIONES ASOCIADAS AL ÁREA ESTRATÉGICA DE MATERIALES SEGÚN LA ANZRC	132
ANEXO 2. JUSTIFICACIÓN DE LA ELECCIÓN DE LAS ÁREAS DEL CONOCIMIENTO EN MATERIALES DEL ESTUDIO “Estrategia Nacional de Ciencia y Tecnología (ENCYT). Ejercicio de prospectiva a 2020”	141
ANEXO 3. LÍNEAS DEL CONOCIMIENTO PRINCIPALES AGRUPADAS SEGÚN LOS INDICES DE POSICIÓN, IMPACTO, DEPENDENCIA EXTERIOR Y CICLO DE DESARROLLO.	144
ANEXO 4. BIOGRAFÍA FUTURÓLOGOS	149
ANEXO 5. ALGUNOS EVENTOS DE LA LINEA DEL TIEMPO TECNOLÓGICA, RELACIONADOS CON EL ÁREA DE MATERIALES	152
ANEXO 6. INFORMACIÓN DEL CENTRO DE EXCELENCIA DE NUEVOS MATERIALES	155
ANEXO 7. CLASIFICACION DE LOS MATERIALES	157
ANEXO 8. HERRAMIENTAS DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA Y DE PROSPECTIVA ESTRATÉGICA	158
ANEXO 9. BITÁCORA DEL PROYECTO	166
ANEXO 10. DIAGRAMAS METODOLÓGICOS	170
ANEXO 11. PRIMER CRITERIO DE BÚSQUEDA DE PROGRAMAS ACADÉMICOS	180
ANEXO 12. CÓDIGOS DE PATENTES SEGÚN ÁREAS DE CONOCIMIENTO Y SECTORES INDUSTRIALES	182
ANEXO 13. LISTADO DE LAS PRINCIPALES TEMÁTICAS EN CUANTO A TECNOLOGÍAS Y SECTORES INDUSTRIALES RELACIONADAS CON EL ÁREA Y SUS CÓDIGOS ASOCIADOS	195
ANEXO 14. VARIABLES INICIALES DEL ÁREA ESTRATÉGICA DE MATERIALES	198
ANEXO 15. SEMINARIO TALLER VIGILANCIA TECNOLÓGICA Y PROSPECTIVA ESTRATÉGICA	214
ANEXO 16. EXPERTOS DEL ÁREA QUE COLABORARON EN EL ANÁLISIS ESTRUCTURAL	249
ANEXO 17. PRESENTACIÓN DEL PROYECTO	251

ANEXO 18. INSTRUCTIVO DILIGENCIAMIENTO DE MATRIZ DE IMPACTOS CRUZADOS	257
ANEXO 19. GRÁFICOS DE ANALISIS PARA ELEGIR LA METODOLOGÍA DEL ANÁLISIS ESTRUCTURAL	269
ANEXO 20. ANÁLISIS ESTRUCTURAL: GENERALIDADES DEL MÉTODO MICMAC®	278
ANEXO 21. OPINIONES DE LOS EXPERTOS RESPECTO A LAS RELACIONES ENTRE VARIABLES	289
ANEXO 22. LÍDERES DEL ANÁLISIS DE PUBLICACIONES	292
ANEXO 23. BASE DE DATOS DEL ANÁLISIS DE PUBLICACIONES	296
ANEXO 24. REDES DE LAS PUBLICACIONES INTERNACIONALES	299
ANEXO 25. GRUPOS DE INVESTIGACIÓN EN EL ÁREA DE MATERIALES – NACIONALES E INSTITUCIONALES.	306
ANEXO 26. INSTITUCIONES CON GRUPOS DE INVESTIGACIÓN EN EL ÁREA DE MATERIALES	307
ANEXO 27. GRUPOS ASOCIADOS A MÁS DE UNA INSTITUCIÓN	309
ANEXO 28. DIAGRAMA DE EVENTOS CLAVE DE LA POLÍTICA NACIONAL DE INVESTIGACIÓN	310
ANEXO 29. BASE DE DATOS DE PROGRAMAS ACADÉMICOS	311
ANEXO 30. ANOTACIONES EN LA BÚSQUEDA DE PROGRAMAS ACADÉMICOS	312
ANEXO 31. INSTITUCIONES CON PROGRAMAS ACADÉMICOS RELACIONADOS CON LOS GRUPOS DE INVESTIGACIÓN DEL ÁREA	319
ANEXO 32. PROGRAMAS ACADÉMICOS QUE APORTAN AL ÁREA A NIVEL NACIONAL	321
ANEXO 33. JUSTIFICACIÓN INCLUSIÓN DEL PROGRAMA DE ING. METALÚRGICA COMO PROGRAMA DIRECTO	323
ANEXO 34. INSTITUCIONES QUE TRABAJARON EN PUBLICACIONES COLOMBIANAS DEL ÁREA.	326
ANEXO 35. AUTORES DE LAS PUBLICACIONES NACIONALES	328
ANEXO 36. DINÁMICA DE CREACIÓN DE GRUPOS UIS POR LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	333
ANEXO 37. AUTORES DE LAS PUBLICACIONES INSTITUCIONALES	334
ANEXO 38. ANÁLISIS DE PATENTES	335
ANEXO 39. EMPRESAS ASOCIADAS A MÚLTIPLES LÍNEAS	390

ANEXO 40. TEMÁTICAS BOLETINES OPTI	391
ANEXO 41. SONDEO DE OPINIÓN PARA LA IDENTIFICACIÓN DE NECESIDADES BÁSICAS NECESARIAS PARA EL DESARROLLO DEL ÁREA ESTRATÉGICA DE MATERIALES	394
ANEXO 42. ACTORES PARTICIPANTES EN EL SONDEO DE OPINIÓN	399
ANEXO 43. COMENTARIOS DE LOS INVESTIGADORES EN EL SONDEO DE OPINIÓN	400
ANEXO 44. PORTAFOLIOS DE LOS GRUPOS DE INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER, RELACIONADOS CON EL ÁREA ESTRATÉGICA DE MATERIALES	406

RESÚMEN

TITULO: ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y DE PATENTES PARA LA IDENTIFICACIÓN DE PROGRAMAS ESTRATÉGICOS DE INVESTIGACIÓN EN LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER: ÁREA DE MATERIALES.*

AUTORES: ACEVEDO MARTÍNEZ, Maria Carolina
GUTIÉRREZ JAIMES, Heidy Lisseth**

PALABRAS CLAVE: Prospectiva, Materiales, Análisis Estructural, Vigilancia tecnológica, Análisis de patentes, Análisis de capacidad.

DESCRIPCIÓN:

El presente proyecto corresponde a una primera fase del ejercicio de Vigilancia tecnológica y de prospectiva enmarcada dentro del proyecto de “Identificación de programas estratégicos de investigación de la Universidad Industrial de Santander”, liderado por la Vicerrectoría de Investigación y Extensión en cooperación con el Centro para la Innovación y la Tecnología – INNOTEC. El principal objetivo es servir de directriz al enfoque de la investigación en la Institución para facilitar la identificación de líneas, tendencias, y necesidades del área (infraestructura, talento humano, servicios, etc.) del área, lo cual soporta la toma de decisiones estratégicas entorno a la investigación y definición de programas estratégicos de la misma, para alcanzar las metas y objetivos propuestos en el plan de desarrollo institucional 2008 – 2018.

Centra su interés en el área estratégica de materiales, una de las cuatro definidas por el comité de investigación y extensión de la Universidad junto con Energía, Biotecnología y TIC (Tecnologías para la información y comunicación). La segunda fase actualizará el ejercicio de vigilancia realizado y continuará con el ejercicio de Prospectiva que corresponde al Juego de Actores, Escenarios y planeación estratégica.

Referentes teóricos y metodológicos son identificados para la descripción del estado del arte del área estratégica. Se realiza a su vez un ejercicio de Vigilancia Tecnológica que corresponde al análisis de publicaciones internacionales, de capacidades de investigación nacionales e institucionales y un análisis de patentes. Algunas de las tendencias que sobresalen de dicho ejercicio son los biomateriales y los nanomateriales. Por otro lado, el ejercicio de Análisis Estructural permite identificar con la participación de expertos internos y externos a la Universidad, las variables estratégicas del área de materiales. Las variables que sobresalen son los grupos y centros de investigación, la productividad científica y tecnológica, la disponibilidad de fuentes de financiación y las alianzas internacionales, entre otras.

* Proyecto de grado.

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Piedad Arenas Díaz.

ABSTRACT

TITLE: STRUCTURAL AND PATENT ANALYSIS FOR IDENTIFYING STRATEGIC INVESTIGATION PROGRAMS IN THE INDUSTRIAL UNIVERSITY OF SANTANDER (UIS): MATERIALS AREA.*

AUTHORS: ACEVEDO MARTÍNEZ, Maria Carolina
GUTIÉRREZ JAIMES, Heidy Lisseth**

KEY WORDS: Prospective, Materials, Structural Analysis, Technology Surveillance, Patent Analysis, Capacity Analysis.

DESCRIPTION:

This project is the first stage of the Prospective and Technology Surveillance exercise in the main project directed by the Research and Extension Department: "Identifying the Strategic Investigation Programs in the Industrial University of Santander". It is developed in cooperation with the INNOTECH group. The main objective is to serve as a guideline for the Investigation in the University and ease the identification of trends and needs (infrastructure, human talent, services, etc.) in the materials area and support the evaluation and decision about strategic options and programs concerned with the investigation, to finally reach the goals proposed in the Institutional Development Plan 2008-2018.

It covers the area of materials, which is one of the four strategic areas defined by the Investigation and Extension committee. The other areas are Energy, Biotechnology and TIC's. The second stage of the project will update the surveillance exercise and the prospective exercise will be followed by the analysis of actor's strategies, scenarios and strategic planning.

Theoretical and methodological referents are identified and a description of the state of art of the area is made. The Surveillance Technology exercise includes: analysis of international, national and Institutional publications, analysis of national and Institutional capacity of investigation and patent analysis. Some of the most important identified trends in this exercise correspond to the investigation in nano and biomaterials, properties of materials, materials degradation, traditional materials, catalytic processes and modeling and design of materials. On the other hand, the structural analysis made, will help identifying the key variables, with the participation of internal and external experts. Some of the most important variables are the investigation groups, the scientific productivity, the technological development, availability of financing sources, the relationship between the University and the enterprise and the international alliances.

* Proyecto de grado.

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Piedad Arenas Díaz.

INTRODUCCIÓN

“El crecimiento económico, el desarrollo humano y el bienestar social se apoyan en la capacidad de las naciones para generar, usar y adaptar el conocimiento”¹, debido a esta situación se observa que uno de los propósitos de la Visión 2019 para ciencia, tecnología e innovación es “Producir, usar, difundir, e integrar el conocimiento para contribuir a la transformación productiva y social del país”². La Universidad como entidad promotora y generadora del saber científico y tecnológico enfoca sus objetivos al alcance de esta meta, y esto se ve reflejado en el Plan de Desarrollo Institucional (PDI), razón por la cual la institución busca fortalecer la investigación al dar un mejor enfoque a las diferentes acciones que se realizan respecto a éstas actividades. Esto implica utilizar herramientas confiables que permitan identificar y estudiar los escenarios futuros posibles para determinar las necesidades de la región y el país en términos de investigación y de esta manera priorizar los recursos destinados a la investigación de las diferentes áreas del saber que promueve la UIS. En este contexto, el presente proyecto se encuentra dirigido a la Comunidad Universitaria, en especial a los investigadores del área estratégica de materiales, directivos de Investigación y Extensión, estudiantes, docentes y demás interesados en los estudios del futuro como herramienta para facilitar la toma de decisiones estratégicas.

En el primer capítulo se presentan las especificaciones del proyecto en cuanto su descripción general, justificación, objetivos y alcance. El segundo capítulo corresponde al marco referencial, donde se definen los conceptos de prospectiva, análisis estructural, vigilancia tecnológica y análisis de patentes, tal como se entienden y aplican en los ejercicios realizados. Asimismo, en dicho capítulo, se enuncian algunos estudios a nivel mundial y nacional relacionados con los estudios del futuro y que a su vez arrojan resultados relacionados con el área estratégica de materiales.

¹COLOMBIA, DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN (DNP). Visión Colombia II Centenario. Fundamentar el crecimiento y el desarrollo social en la ciencia, la tecnología y la innovación. Documento sectorial. 1 Edición. s.l.: DNP, 2006. p.37.

² COLCIENCIAS. Política Nacional de Fomento a la Investigación y a la Innovación. Documento para discusión. s.l. 2008. P. 7.

El marco metodológico, donde se describen las siete etapas generales que enmarcan el proyecto y con detalle las actividades realizadas en los ejercicios de vigilancia y prospectiva, se presenta en el capítulo 3.

En el capítulo 4 y 5 se presenta el desarrollo del proyecto. El análisis de publicaciones internacionales y el análisis de capacidades nacionales e institucionales de investigación se presentan en el capítulo 4. Los dos últimos análisis incluyen a su vez análisis de publicaciones, de grupos de investigación y de programas académicos relacionados con el área estratégica de materiales. El capítulo 5 presenta el desarrollo del ejercicio de análisis estructural donde se analizan las relaciones entre las variables definidas para el sistema del área y se definen las variables estratégicas de la misma.

Fruto del ejercicio de vigilancia tecnológica y el análisis de los resultados obtenidos, en el capítulo 6, se propone un conjunto de líneas estratégicas para el área de materiales, las cuales serán evaluadas posteriormente por los investigadores para definir aquellas sobre las cuales se va a centrar el interés. En el mismo capítulo se exponen las necesidades básicas para el desarrollo de las actividades de investigación en las diferentes líneas definidas, las cuales fueron definidas a través de un sondeo de opinión.

Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones en torno a los ejercicios, actividades y análisis realizados.

La aplicación de estas herramientas de prospectiva y vigilancia tecnológica implica numerosos retos como la motivación de los actores implicados con el desarrollo del área estratégica, la coordinación de agendas de los expertos para la ejecución de las actividades propuestas, el tiempo dedicado a la clasificación, organización y análisis de la gran cantidad de información disponible en las diferentes fuentes de información, entre otros. Éstos se ven superados a medida que surgen los resultados de cada etapa, los cuales iluminan las demás y disminuyen la incertidumbre de cara al futuro y facilitan de esta manera la elaboración de estrategias y la toma de decisiones por parte de los actores sociales para la construcción del mismo.

1. ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO

1.1 DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Actualmente se vive en un entorno en el que los cambios a nivel social, económico, político tecnológico y científico son constantes. En lo que se refiere a los dos últimos elementos, cada día nuevas patentes son registradas, nuevos descubrimientos salen a la luz y nuevas investigaciones se emprenden. Como asegura Ortega San Martín³ * “es por esta razón que las actividades de planeación no se pueden realizar de manera convencional, basándose en una perspectiva única y siempre anheladas de la organización ni en datos históricos. Es preciso que esta planeación, toma de decisiones y las investigaciones que se realicen hoy se enfoquen en el futuro, es decir, se deben diseñar estrategias robustas y planes contingentes basados en diferentes escenarios posibles y probables”, para situaciones y escenarios específicos. De esta forma, el diseño de una metodología propia para realizar vigilancia tecnológica y la ejecución de ejercicios de prospectiva que se ajusten a la dinámica de la Universidad, se presentan como una herramienta facilitadora en medio de un entorno de cambios constantes.

Numerosos países, entre ellos el nuestro, viene invirtiendo sus escasos recursos en realizar investigaciones productos de mercados ya maduros, cuyo ciclo de vida ya está por terminar, y descuidan e incluso, desestiman, el ingresar a nuevos campos o ampliar las fronteras de la ciencia, por el alto riesgo que ello implica. De esta manera se hace necesario “realizar un adecuado manejo y control de la incertidumbre con la finalidad de reducir el riesgo inherente a las diversas alternativas de futuro que se puede construir y direccionar los recursos de manera más eficiente⁴”. Por otro lado, es importante resaltar que en todas las etapas de los ejercicios asociados con el análisis del futuro, se deben involucrar a los diferentes actores relacionados con la investigación, ya que ellos a través de un lenguaje común y la reflexión colectiva son quienes construirán el futuro deseable.

³ ORTEGA SAN MARTÍN, Fernando. La prospectiva, herramienta indispensable de planeamiento en una era de cambios. s.l. s.f. p.3.

* Director de Prospectiva e Innovación Tecnológica. Consejo nacional de ciencia, tecnología e innovación tecnológica - CONCYTEC, Perú.

⁴ ORTEGA SAN MARTÍN. Op.cit., p.4.

Frente a los desafíos planteados en el PDI en torno a la investigación, la UIS requiere información específica relacionada con su entorno local, regional y nacional, en lo que se refiere a capacidades de investigación (Grupos de investigación, talento humano, programas académicos). A su vez, necesita contar con información sobre los avances a nivel mundial en el área. Todo esto debe facilitar el diseño de estrategias y toma de decisiones por parte de la Vicerrectoría de Investigación y Extensión (VIE) de tal forma que éstas respondan a las necesidades de la región y del país y se encuentren alineadas con el desarrollo, innovación y tecnología mundial. Se pretende con esto, que la investigación realizada sea de alto nivel y se transfiera eficazmente a la empresa, de tal manera que permita lograr una competitividad permanente y reconocimiento internacional.

Uno de los temas bandera en los que se enfoca la investigación actual a nivel mundial es el de los materiales y de acuerdo a la estructura investigativa de la institución puede ser uno de los puntos fuertes para la misma. Para poder sobresalir en el área estratégica de materiales en la Universidad, es preciso conocer cuáles son las necesidades y herramientas básicas necesarias que se necesitan para poder llevar a cabo investigaciones relacionadas con las líneas de investigación que se proponen y poder cumplir con el compromiso que la institución tiene con la comunidad y el aporte al desarrollo tecnológico del área.

1.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La investigación, a través del análisis prospectivo, contribuirá con la generación de información actual y confiable, útil para la toma de decisiones en cuanto a la asignación eficiente de recursos de la Universidad a través de la VIE en temas y aplicaciones que en un futuro beneficiarán a la sociedad.

La investigación que se llevará a cabo, permitirá adquirir conocimiento sobre los temas importantes que formarán parte del futuro del estado de la tecnología y la ciencia en el área de materiales y así facilitará a la institución dar un enfoque claro respecto a las actividades de investigación. Basándose en la temática propuesta referente al área, se

podrá determinar cuáles son los recursos y herramientas que la Universidad requiere para llevar a cabo dichas actividades de forma óptima.

El proyecto propuesto servirá como guía teórica y práctica para instituciones a nivel departamental y nacional que deseen direccionar estratégicamente los recursos que tienen destinados para investigación en las diferentes áreas especialmente en la de materiales.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo general. Realizar un análisis estructural y de patentes para la identificación de programas estratégicos de investigación en la Universidad Industrial de Santander en el área de materiales, como parte del macroproyecto "Identificación de programas estratégicos de investigación de la Universidad Industrial de Santander"

1.3.2 Objetivos Específicos

1. Establecer el estado del arte del área de materiales a través de una investigación exploratoria, descriptiva y consulta a expertos.
2. Establecer las tendencias del área de materiales en Santander, Colombia y el mundo mediante un análisis de patentes y un análisis de capacidad a nivel nacional y de la universidad.
3. Identificar las variables relevantes en el área por medio de la herramienta MICMAC® (matriz de impactos cruzados)
4. Construir una propuesta de líneas estratégicas específicas del área de estudio, donde se enuncien los recursos y herramientas básicas necesarias para llevarlas a cabo.

1.4 ALCANCE

Al realizar el análisis de prospectiva en el área de materiales por medio de un análisis estructural y acompañados de un análisis de patentes se pretende encontrar aquellos temas que darán forma al futuro tecnológico en el área de materiales, los cuales servirán como guía para establecer los lineamientos de los estudios a realizar por parte de los diferentes centros y grupos de investigación de la Universidad Industrial de Santander y tiene un enfoque hacia el Parque Tecnológico de Guatiguará.

Es importante resaltar que el proyecto se realizará a través de herramientas informáticas y metodologías ampliamente aceptadas las cuales se adaptarán a las necesidades de la Universidad, con el apoyo del grupo de investigación INNOTECH, profesionales multidisciplinares y con la asesoría de expertos en temas de prospectiva, manejo de software y el apoyo de un tutor con amplios conocimientos en el área de estudio.

Basados en la información obtenida por el análisis prospectivo se establecerán aquellos recursos y herramientas necesarias, que la institución educativa requiere para llevar a cabo dichas aplicaciones o investigaciones propuestas para brindar un soporte adicional a la priorización de la líneas de investigación.

Finalmente, se expondrán los principales resultados obtenidos, concluyendo en relación con el problema de investigación formulada y cumpliendo con los objetivos propuestos.

2. MARCO DE REFERENCIA

2.1 PROSPECTIVA

Existen dos corrientes que abarcan el *estudio del futuro*, la “determinista” de origen norteamericano y la “voluntarista” de origen francés. El presente proyecto trabaja sobre los conceptos y metodologías desarrolladas dentro de la *corriente voluntarista*, cuyos “fundadores fueron los filósofos Gastón Berger, cuya obra cumbre *Fenomenología del Tiempo y Prospectiva* fue publicada en 1964, y Bertrand de Jouvenel, cuya producción cimera *El arte de la conjetura*, vio la luz en ese mismo año. Esta corriente de los estudios de futuro está basada en la identificación de futuros posibles o *futuribles* (como los bautizó Jouvenel) para escoger el más conveniente y construirlo desde el presente”⁵.

El fundador de la prospectiva moderna es Michel Godet⁶. Godet “acondicionó ruedas” a dicha disciplina para aplicarla a los problemas actuales de las organizaciones y las sociedades según lo indica Francisco Mojica⁷. Dentro de la bibliografía desarrollada por Michel Godet, cabe resaltar *De la anticipación a la acción* (México, 1993), *La caja de herramientas* (París, 2000), *Manual de prospectiva estratégica* (Paris, 2001) y, *Creating Futures* (Paris, 2001).

Según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), la *prospectiva* son “Tentativas sistemáticas para observar a largo plazo el futuro de la ciencia, la tecnología, la economía y la sociedad con el propósito de identificar las

⁵ MOJICA, Francisco José. Origen y pertinencia de la prospectiva. Ciencia & Tecnología [Online]. Vol. 24 No. 1-2 de 2006. Disponible en: http://zulia.colciencias.gov.co:8098/portacol/kernel/mod_medios/usuario_publico_libros/detalle_medio.jsp?id_medio=273&id_seccion=505

⁶ GODET, Michel. Profesor del Conservatorio Nacional de Artes y Oficios (titular de la Cátedra de Prospectiva Industrial) donde dirige también LIPSOR (Laboratorio de Investigación en Prospectiva Estratégica y Organización. Miembro del Consejo Económico de la Nación, dependiente del Ministerio de Economía, preside también el Consejo de Prospectiva y Dinámica de los Territorios de la DATAR. Información adicional disponible en: <http://www.cnam.fr/lipsor/spa/cv.php>

⁷ MOJICA, Francisco. Curso de Capacitación en Prospectiva Estratégica - Orientado a analizar el futuro de la investigación en las áreas estratégicas de la Universidad Industrial de Santander, 20 y 21 de Noviembre, 4 y 5 de Diciembre. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia.

tecnologías emergentes que probablemente produzcan los mayores beneficios económicos y/o sociales”⁸. Las herramientas prospectivas nos permiten “partiendo de un conocimiento experto del presente e información de calidad, vislumbrar cómo será el futuro que nos espera y trazar los posibles caminos para alcanzarlo”⁹; para reducir la incertidumbre que tenemos sobre el futuro y facilitar la toma de decisiones estratégicas.

El Instituto de Prospectiva Estratégica en España (IPE)¹⁰ define la prospectiva como “Una disciplina con visión global, sistémica, dinámica y abierta que explica los posibles futuros, no sólo por los datos del pasado sino fundamentalmente teniendo en cuenta las evoluciones futuras de las variables (cuantitativas y sobretodo cualitativas) así como los comportamientos de los actores implicados, de manera que reduce la incertidumbre, ilumina la acción presente y aporta mecanismos que conducen al futuro aceptable, conveniente o deseado”

Existe gran variedad de definiciones y bibliografía asociada al estudio de la prospectiva y organizaciones que trabajan en estudiar, mejorar y aplicar los diferentes métodos y herramientas que faciliten el estudio del futuro. Algunas de estas organizaciones se encuentran referenciadas en la página web de la OCDE¹¹.

2.2 ANÁLISIS ESTRUCTURAL

Para iniciar en un estudio del futuro es fundamental definir claramente aquello sobre lo cual se quiere inferir. Con el objetivo de entender una realidad o problema específico, es interesante abordarlo, entendiéndolo como un sistema. Se crea entonces un modelo, en este caso, basado en conocimientos, en el que se “sintetiza en pocas variables el funcionamiento de un aspecto complejo. La estructura de las variables en un sistema

⁸ OPTI Primer Informe de Prospectiva Tecnológica Industrial. Futuro Tecnológico en el horizonte del 2015, 1999

⁹ OPTI – Observatorio de prospectiva tecnológica industrial. ¿Qué es la prospectiva? Información disponible en: <http://www.opti.org/que/prospectiva.asp>

¹⁰ IPE. Información adicional disponible en: <http://www.prospecti.es/ipeframe.htm>

¹¹ OCDE. Sites "Prospective" par pays et région. Disponible en: http://www.oecd.org/document/57/0,3343,fr_2649_33707_35402809_1_1_1_1,00.html

definido, conserva cierta permanencia, lo que varía son las relaciones entre ellas”¹², su evolución y las nuevas maneras de medirlas. Todas estas características enmarcan el *análisis estructural*, y lo hacen ser una herramienta versátil, y por esta razón práctica para un proyecto de prospectiva. En el Manual de Oslo¹³, el cual es un referente importante para la medición de la innovación. Es posible encontrar referenciados en él la mayoría de los factores dentro de los cuales las variables definidas fueron agrupadas. Dichos estudios validan la inclusión de factores como el político, social, legal, entre otros ya que la innovación tiene múltiples facetas y se constituye en un sistema global.

El análisis estructural es una herramienta que facilita la estructuración de una reflexión colectiva. Permite describir un sistema con la ayuda de una matriz en donde los diferentes actores del mismo, relacionan los elementos que lo constituyen. Su objetivo es revelar las principales variables influyentes y dependientes y de esta manera las variables esenciales para la evolución del sistema¹⁴. En otras palabras, permite “identificar el peso de los fenómenos y la gobernabilidad que se tiene sobre ellos dentro del sistema”¹⁵.

El principal mérito de este método consiste en la ayuda que presta a un grupo para plantearse las buenas preguntas y construir un lenguaje común. La herramienta debe ser lo suficientemente sencilla para apropiarse fácilmente el proceso y los resultados¹⁶.

2.3 VIGILANCIA TECNOLÓGICA

La prospectiva viene de la mano de la *vigilancia tecnológica*, la cual es una “herramienta de gestión que permite a la empresa reducir el riesgo en sus decisiones y acrecentar sus oportunidades”¹⁷.

¹² GARAVITO, Edwin. Presentación 1. Material académico para la asignatura Técnicas modernas de optimización. Presentación en formato PDF [online]. Disponible en: <http://gavilan.uis.edu.co/~garavito/>

¹³ OECD. Manual de Oslo. Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación. Tercera edición. s.l. 2005.

¹⁴ GODET, Michel. La caja de herramientas de la prospectiva estratégica. Publicado por Gerpa con la colaboración de Electricité de France, Mission Prospective. 4 ed. París, 2000. Cuaderno n° 5. p.68.

¹⁵ MOJICA, Francisco José. La construcción del futuro. Primera edición. Colombia, 2005. p.123.

¹⁶ GODET, Op.cit, p.74.

Consiste en “realizar de forma sistemática la captura, análisis, difusión y explotación de la información técnica útil para la supervivencia y crecimiento de la organización”¹⁸. Se convierte en una ventaja competitiva para la organización cuando facilita el análisis de las oportunidades y amenazas. “La información recolectada debe ser filtrada y homogenizada y adaptarse al patrón de toma de decisiones de la organización”¹⁹ o del proyecto que se realice.

Es importante aclarar que la vigilancia tecnológica no debe ser exclusiva del área u oficina de investigación y desarrollo. Las actividades de vigilancia le competen a todas las áreas y debe convertirse en un elemento cultural de la organización donde se pretende implementar.

La vigilancia tecnológica incluye, como una de sus herramientas en el caso de estudios sobre áreas del conocimiento, *análisis de publicaciones y de patentes*. Estos análisis consisten en un chequeo sistemático de las patentes y publicaciones que se publican sobre una determinada tecnología o a nombre de determinadas empresas competidoras o de instituciones académicas. El perfil de búsqueda puede variar y ser tan complicado como sea preciso, hasta adaptarse a los requerimientos particulares de cualquier empresa u organización²⁰.

La información recolectada en esta etapa proviene de fuentes secundarias de información; antecedentes o estudios existentes que facilitan la construcción del estado del arte del tema analizado. Los indicadores estadísticos, mediciones de fenómenos, etc. extraídos de dicha información, son útiles para facilitar a los expertos los ejercicios de prospectiva que realicen. De esta manera, “la reflexión colectiva, se ve fortalecida con la información verificable y se crea un equilibrio entre las fuentes primarias de información (juicios de valor y apreciaciones personales de los expertos) y las fuentes secundarias”²¹.

¹⁷ . Fundación COTEC para la innovación tecnológica. Vigilancia Tecnológica. Documentos COTEC sobre oportunidades tecnológicas. Primera edición Septiembre 1999.

¹⁸ CAMACHO PICO, Jaime Alberto. BECERRA ARDILA, Luis Eduardo. ARENAS DÍAZ, Piedad. Gestión Tecnológica. Versión preliminar. s.l. s.f. p. 132

¹⁹ *Ibíd.* p.133.

²⁰ Centro de vigilancia, normas y patentes. Disponible en: http://www.cde.es/index.php?option=com_content&task=view&id=20&Itemid=285

²¹ MOJICA, Francisco José. La construcción del futuro. Primera edición. Colombia, 2005. p.120,121.

Aunque el análisis de patentes se considera como una herramienta importante para la vigilancia tecnológica es preciso aclarar que “muchas innovaciones no se patentan, mientras que otras son protegidas por multiplicidad de patentes, además, un gran número de patentes tienen un valor tecnológico y económico nulo, mientras otras tienen un enorme valor”²². Por tal motivo dichas estadísticas “se pueden complementar con las publicaciones científicas y análisis bibliométrico del mismo”²³.

En cuanto al análisis de patentes es preciso aclarar que “la producción y función de los productos están basadas en tecnologías y muchos productos utilizan tecnologías variadas. Por consiguiente, un sector de la economía y una tecnología describen aspectos que analizan por separado. Las patentes están orientadas a la protección de las tecnologías y por consiguiente la clasificación de las mismas está basada en la tecnología o productos que utilizan una tecnología determinada. Por consiguiente en muchas ocasiones las clasificaciones de patentes son similares a los sectores”²⁴.

La información que proveen los sistemas de clasificación de patentes reconocidos como la clasificación IPC²⁵, la ECLA²⁶ ó la USPC²⁷ se constituyen en la primera referencia para identificar patentes en un campo específico. Sin embargo al realizar estudios analíticos, no es posible relacionarlos fácilmente con dichas clasificaciones.

2.4 REFERENTES TEÓRICOS Y METODOLÓGICOS

En la actualidad, países, regiones a nivel mundial, agrupaciones científicas, entre otras, realizan ejercicios de estandarización de información, estadísticas, ejercicios de prospectiva y vigilancia tecnológica (VT), para responder de manera eficaz a los desafíos, problemas, amenazas y oportunidades en un mundo globalizado y de constantes

²² OECD. Patent statistics manual. s.l. 2009.

²³ OECD. Manual de Oslo. Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación. Tercera edición. s.l. 2005.

²⁴ Schmoch, Ulrich. “Concept of a Technology Classification for Country Comparisons”. Final Report to the World Intellectual Property Organisation (WIPO). Karlsruhe, Germany. June 2008. Disponible en : www.wipo.int/edocs/mdocs/classifications/en/ipc_ce_41/ipc_ce_41_5-annex1.doc

²⁵ Clasificación Internacional de Patentes

²⁶ Clasificación Europea de Patentes

²⁷ Clasificación Americana de Patentes

cambios en lo político, económico, social, legal, ambiental y tecnológico. En cuanto al área estratégica de investigación en materiales es posible encontrar información acerca de las tendencias futuras de desarrollo tecnológico y científico. El presente proyecto se constituye en el primer ejercicio de prospectiva y VT que realiza la Universidad Industrial de Santander para la identificación de programas estratégicos de investigación y la toma de decisiones estratégicas por parte de la dirección de investigación y extensión al prestar atención a responder a las necesidades de la región, aprovechar las capacidades de investigación internas y estar a la altura de los desarrollos y tendencias a nivel mundial.

2.4.1 World Patent Report. A statistical review. El análisis de patentes se constituye en un punto común en la mayoría de los estudios sobre el futuro. Así pues, la Organización Internacional de la Propiedad Intelectual OMPI, realiza una publicación anual la cual provee diversos indicadores que permiten identificar el desarrollo de las patentes en los países desarrollados y en vía de desarrollo, así como visualizar tendencias de la actividad de las mismas²⁸. En la última edición del 2008 resalta datos tales como que aproximadamente el 80% de las patentes provienen de un número reducido de países (Japón, Estados Unidos, República de Corea, Alemania y China) y menciona el año 2006 cómo el que registra mayor crecimiento en el nivel de patentamiento de países emergentes como la India, México y Brasil. Existen otros indicadores de la publicación de la OMPI sirven como referente para futuros análisis a realizar.

2.4.2 Clasificaciones de patentes. Se encuentran diferentes maneras de clasificar la información sobre los avances científicos y tecnológicos. Esta tarea se hace cada vez más dispendiosa, debido a que los temas tratados son más específicos y es necesario un estándar mundial o regional para facilitar la recolección de datos para propósitos estadísticos y de comparación. En este sentido la clasificación de las patentes en las diferentes bases de datos son de gran utilidad. Existen tres tipos de clasificaciones reconocidas:

²⁸ WIPO. World Patent Report. A statistical review. s.l. 2008.

- Clasificación Americana de Patentes – USPC²⁹.
- Clasificación Internacional de Patentes – IPC³⁰.
- Clasificación Europea de Patentes – ECLA: La Clasificación Europea ECLA es utilizada por la Oficina Europea de Patentes para llevar a cabo las búsquedas de patentes. Se basa en la IPC, sin embargo es más detallada (contiene 132 200 subdivisiones, aprox. 62 000 más que la IPC)³¹.

2.4.3 Australian and New Zealand Standard Research Classification (ANZRC). En otros casos, es necesaria una clasificación particular para registrar estadísticas regionales para la recolección análisis y diseminación de la investigación y del desarrollo experimental. Tal es el caso de el estudio realizado por la Oficina de Estadísticas de Australia y Nueva Zelanda, conocido como “*Australian and New Zealand Standard Research Classification (ANZRC)*”³². En dicho documento se encuentran registradas tres tipos de clasificación que hacen referencia al tipo de actividad, área de investigación y objetivo socioeconómico. Al revisar las clasificaciones elaboradas en el documento, llama la atención la inclusión de líneas claramente relacionadas con el área estratégica de materiales y demás áreas estratégicas de investigación definidas para el proyecto de “Identificación de programas estratégicos de investigación” de la VIE, lo cual sirve como herramienta para futuras clasificaciones de los productos científicos y tecnológicos al interior de la universidad u otros propósitos similares que se establezcan. En el Anexo 1, se encuentran algunas de las clasificaciones identificadas para el área de materiales. Los temas seleccionados de los listados de la ANZRC, facilitan además la comprensión del área estratégica y de su transversalidad.

2.4.4 “Technologies clés 2010”. Algunos países buscan identificar las tecnologías que asegurarán una ventaja competitiva y un entorno atractivo frente al mundo y decidir cuáles deben ser las orientaciones tecnológicas que deben seguir los actores para lograr tales objetivos. El ministerio de la economía, las finanzas y de la industria francesa, le confió a

²⁹ Información adicional disponible en: <http://www.uspto.gov/go/classification/>

³⁰ Información adicional disponible en: <http://www.wipo.int/classifications/ipc/ipc8trans/es/ipcpub/>. Para ubicar la clasificación de un producto se ingresa al sitio web: http://www.oepm.es/bases-documentales/clipat_sp?ACTION=RETOUR

³¹ Información adicional disponible en: <http://v3.espacenet.com/eclarsh>

³² AUSTRARIAN BUREAU OF STATISTICS, STATISTICS NEW ZEALAND. *Australian and New Zealand Standard Research Classification (ANZRC)*. s.l.2008

un consorcio de cinco sociedades, dirigidas por el gabinete de asesoría en innovación, la realización del estudio “*Technologies clés 2010*”³³ (Tecnologías clave 2010). Las cinco sociedades encargadas del estudio fueron: Futuribles³⁴, Cybion³⁵, Virtuoz³⁶, Biotics³⁷ y Erdyn³⁸. Las bases conceptuales del estudio francés son similares a las que fundamentan el presente proyecto, asimismo, una de las áreas abordadas corresponde a los materiales y química. Aunque algunos elementos metodológicos varían y el 2010 es muy próximo a partir de la finalización del presente proyecto, “*Technologies clés 2010*” se constituye en un referente importante de los estudios prospectivos.

Los temas principales, asociados al área estratégica de materiales en el estudio “*Technologies clés 2010*”, son los siguientes:

- Materiales nanoestructurados y nanocompuestos
- Materiales para la electrónica y la medición
- Procesos catalíticos
- Biotecnologías industriales
- Microtecnologías para la optimización de procesos
- Reciclaje de materiales específicos
- Funcionalización de los materiales
- Textiles técnicos y funcionales

Según dicho estudio, algunos de los desafíos del área son: La conservación de los recursos naturales y el reciclaje, la problemática del desarrollo sostenible asociada al uso de la energía y el cambio climático, el mantenerse competitivos en el mercado global, entre otros. En la publicación se describe cada uno de los temas indicados, se mencionan los desafíos que deben afrontar, las tendencias de evolución de los mismos, su grado de desarrollo y difusión, el mercado de las tecnologías asociadas a cada tema, su impacto, los actores involucrados y los sectores de aplicación.

³³ DIRECTION GÉNÉRALE DES ENTREPRISES – FRANCE, DIRECTION GÉNÉRALE DES ENTREPRISES. “*Technologies clés 2010*”. Paris 2006. Información disponible en: http://www.industrie.gouv.fr/techno_cles_2010/html/sommaire.html

³⁴ Información adicional disponible en: <http://www.futuribles.com/home.html>

³⁵ Información adicional disponible en: <http://www.cybion.fr/>

³⁶ Información adicional disponible en: <http://www.virtuoz.com/>

³⁷ Información adicional disponible en: <http://www.bioticsresearch.com/>

³⁸ Información adicional disponible en: <http://www.erdyn.fr/fr/>

2.4.5 Ejercicio Nacional de Prospectiva. España 2020. Al igual que Francia, España adelanta programas, proyectos y acciones específicas que le faciliten la toma de decisiones estratégicas, y le permitan no sólo superar el atraso histórico que tiene el país en cuanto a Investigación, desarrollo e innovación (I+D+I), sino también que lo constituyan en líder de I+D+I a nivel mundial. Dentro de las acciones realizadas se encuentra el Ejercicio Nacional de Prospectiva cuyos resultados se exponen en el documento “Estrategia Nacional de Ciencia y Tecnología (ENCYT). Ejercicio de prospectiva a 2020³⁹” Aunque algunos elementos metodológicos varían, los fundamentos teóricos del ejercicio son similares a los del presente proyecto por lo que se constituye en una fuente de consulta importante.

En el Ejercicio de Prospectiva a 2020 en España se identificaron tendencias del área de materiales. Entre los criterios de selección que se tuvieron en cuenta para la selección de las tendencias se encuentran el posicionamiento de España respecto a ellas y el interés estratégico que representan cara el futuro. A continuación se enuncian los temas seleccionados del área de materiales. La justificación de la elección de estas áreas del conocimiento se encuentra en el Anexo 2:

- Diseño y modelización multiescalar de materiales.
- Materiales multifuncionales y materiales inteligentes.
- Materiales con elevadas propiedades específicas. (Propiedad/Densidad)
- Materiales con propiedades mejoradas desde el punto de vista del comportamiento en servicio.
- Tecnologías para la elaboración y transformación y caracterización de materiales, y valorización de subproductos.
- Nanomateriales. Nanociencia y nanotecnología.
- Biomateriales.

El estudio estableció seis índices para la calificación de las áreas, sub-áreas y líneas de investigación. Estos indicadores hacen referencia a la posición de las temáticas en cuanto a su capacidad científica al desarrollo tecnológico, a la transferencia I+D/ conocimiento, al desarrollo Industrial y comercial, su dependencia del exterior y su impacto sobre la ciencia, la tecnología, la economía y la industria. Se resalta que aunque

³⁹ SISTEMA INTEGRAL DE SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN –SISE–, FECYT, MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN DE ESPAÑA. Estrategia Nacional de Ciencia y Tecnología (ENCYT). Ejercicio de Prospectiva a 2020. España, s.f. Información adicional disponible en: <http://www.oei.es/noticias/spip.php?article2381>

en el estudio se analizó de manera independiente el área de materiales, se identificaron líneas del conocimiento en áreas como química, tecnologías de diseño y producción industrial, ciencias de la salud y biotecnología, seguridad y defensa, transporte, agroalimentación y pesca y energía (ver Anexo 3). Esta información ratifica la afirmación de la transversalidad del área de materiales.

2.4.6 Technology timeline. Numerosas personas y organizaciones a nivel mundial se interesan por el estudio del futuro persiguiendo diversos objetivos. Así, existen estudios metodológicamente muy elaborados, y también se encuentran algunos que si bien su desarrollo no es complejo, intentan realizar ejercicios como líneas de tiempo tecnológicas futuras a través de consultas a expertos, consultas a través de la web e ideas “sueltas” sobre lo que se piensa de los años por venir. Tal es el caso de Ian Pearson y Ian Neild (Ver Anexo. 4) quienes con el apoyo de BT (British Telecommunications) listan una serie de eventos como posibles para un periodo de tiempo determinado en la publicación “Technology timeline”⁴⁰. Algunos de los acontecimientos futuros relacionados con el área de dicho listado se encuentran en el Anexo 5.

2.4.7 TECHCAST. Por otro lado, en su libro “La construcción del futuro”⁴¹, Francisco Mojica, reconocido prospectivista colombiano, hace referencia al estudio de William Halal sobre las proyecciones en el área de los materiales. Halal es un reconocido futurólogo a nivel mundial. Realiza estudios de prospectiva en diversas áreas tecnológicas, entre las cuales se encuentran temas directamente relacionadas con los materiales o con aplicaciones de los mismos. Halal es el director del proyecto del *think tank* ó tanque de pensamiento conocido como *TECHCAST*⁴² donde se exponen algunos de los resultados sobre el estudio del futuro “Según el estudio de Halal, en 2016 se espera que al menos la mitad de los metales tradicionales sean reemplazados por metales compuestos. Por esta misma fecha, se contaría con el uso de micro máquinas y, desde 2039 la nanotecnología

⁴⁰ BT. PEARSON, Ian. NIELD, Ian. 2005 edition of the BT Technology Timeline. s.l. August 2005. Documento disponible en: <http://btplc.com/Innovation/News/timeline/TechnologyTimeline.pdf>

⁴¹ MOJICA, Francisco José. La construcción del futuro. Primera edición. Colombia, 2005.

⁴² Información adicional disponible en: <http://techcast.org/Default.aspx>

tendría aplicaciones comerciales. Pero la característica más sobresaliente de los nuevos materiales será su condición inteligente, esperada entre 2026 y 2027. Es decir, materiales que asocian los adelantos de la informática y que están llamados a tener comportamientos específicos según las necesidades a que se vean avocados”⁴³.

2.4.8 State of the Future. “La sinergia futura entre nanotecnología, biotecnología, información tecnológica y ciencia cognitiva pueden mejorar dramáticamente la condición humana, incrementando la disponibilidad de comida, energía y agua y conectando gente e información en todos lados...El mundo necesita un proceso para enfocar al gobierno, las corporaciones y los científicos en las universidades; los recursos de ingeniería y médicos para alcanzar las ocho metas para el desarrollo del Milenio y encauzar los 15 Retos Globales descritos en el *State of the Future*”⁴⁴. Dicho documento es el reflejo de un esfuerzo por “explorar, crear y probar escenarios futuros y deseables para mejorar la toma de decisiones...ya que muchos de los problemas y soluciones son transnacionales transinstitucionales y multidisciplinarios, el *Millennium Project* creó un *think tank* ó tanque de pensamiento global y participativo de futurólogos, académicos, científicos, empresarios que trabajan para instituciones internacionales, gobiernos, corporaciones, ONGs y universidades”⁴⁵.

El informe en el *State of the Future* recopila opiniones diversas de cientos de expertos sobre temas amplios. A través de herramientas como, revisión de publicaciones, artículos entrevistas personales y cuestionarios delphi. El ejercicio busca indagar a más de 250 expertos sobre problemas actuales ó potenciales, acciones a tomar y sobre la información necesaria para la toma de decisiones. Existen numerosos aspectos mencionados en el informe relacionados con el área estratégica de materiales⁴⁶; uso de materiales avanzados en la ingeniería (automovilística, civil, ambiental, etc.), reciclaje de residuos

⁴³ MOJICA. Op.cit, p.88.

⁴⁴ GLENN, Jerome. GORDON, Ted. SITUACIÓN DEL FUTURO 2006. Resumen Ejecutivo Millennium Project del Consejo Americano para la Universidad de las Naciones Unidas. Información disponible en http://www.millennium-project.org/millennium/2006/exec_summ-Spanish.pdf

⁴⁵ GLENN, Jerome. GORDON, Ted. SITUACIÓN DEL FUTURO 2006. Foreword. s.l. p.1.[CD].

⁴⁶ GLENN, Jerome. GORDON, Ted. SITUACIÓN DEL FUTURO 2006. Appendix C: Global Scenarios

sólidos, los nanomateriales para diversas aplicaciones, semiconductores, materiales inteligentes, películas delgadas, membranas, materiales superconductores, materiales compuestos, procesos de síntesis de nuevos materiales, sustitutos para el asfalto, materiales magnéticos “super” poderosos, materiales lunares o extraterrestres, materiales “super” durables, diseño de materiales a escalas atómicas, entre otros. Todas estas temáticas asociadas a problemas más amplios como lo son la contaminación ambiental, la disminución de los índices de pobreza, la salud de la población mundial, la gestión de los recursos naturales y energéticos, entre otros.

2.4.9 Centro de excelencia de nuevos materiales. En cuanto a ejercicios de prospectiva y vigilancia tecnológica, el país cuenta con un referente importante y directamente asociado con el área estratégica de materiales. Se trata del Centro de Excelencia de Nuevos Materiales^(*) (CENM), el cual es una red nacional de grupos de investigación del más alto nivel articulada alrededor del programa común de trabajo del área científica y tecnológica de nuevos materiales, la cual es considerada como estratégica para el país. El CENM ha realizado numerosos ejercicios que involucran las herramientas de vigilancia tecnológica y prospectiva para estar al día en los adelantos a nivel mundial en el área, realizar su direccionamiento estratégico y evaluar los enfoques de sus líneas y proyectos de investigación.

En la realización de la vigilancia tecnológica los objetivos del CENM son⁴⁷: identificar polos de investigación y desarrollo de tecnologías emergentes y presentarla en forma de mapas tecnológicos y detectar las principales empresas, equipos de investigación, redes y focos tecnológicos. En cuanto a la metodología general, se identifican coincidencias con el presente proyecto tales como las bases de datos de patentes y publicaciones consultadas, algún software utilizado en el procesamiento de la información y, a su vez, la activa participación de los expertos en la validación de la información recolectada y

(*) Información adicional sobre el Centro se encuentra en el Anexo 6.

⁴⁷ CENM. La vigilancia tecnológica en el centro de excelencia en nuevos materiales. Informe de actividades. Cali, 26 de Septiembre del 2006. Información disponible en: <http://calima.univalle.edu.co/cenm/prospectiva/presentaciones/Presentaci%F3n%20visita%20colciencias%2022%20septiembre2006.pdf>

análisis realizados. Para dicho ejercicio de Vigilancia se realizó un proyecto piloto sobre un tema particular que fue “Nitruración por plasma de herramientas de producción en serie”. La metodología del proceso de búsqueda para el ejercicio piloto es más detallada ya que se trata de un tema particular y puede ser tomada de referencia para ejercicios de vigilancia sobre temas específicos del área de materiales.

Los informes de avance emitidos por el CENM⁴⁸ son una fuente para identificar los adelantos del país en cuanto a las líneas de investigación de recubrimientos avanzados, materiales compuestos, nanomagnetismo, dispositivos de estado sólido, sensores y sistemas mesoscópicos. Los informes sobre cada área enuncian los avances alcanzados, las publicaciones realizadas, las alianzas establecidas, las visitas o pasantías de intercambio científico, la divulgación de resultados en eventos científicos, entre otros datos que ilustran la dinámica de la investigación. Cada informe, adicionalmente, presenta los adelantos en los ejercicios de vigilancia tecnológica y prospectiva en el CENM.

Todos estos estudios permitieron ampliar el horizonte al momento de explorar los temas que contempla el área estratégica de nuevos materiales. Asimismo la metodología definida al comienzo del proyecto, los resultados y las conclusiones fueron enriquecidos por elementos identificados en los diferentes informes, documentos y ejercicios mencionados anteriormente. Cabe resaltar que se encuentra más información en la web acerca de los estudios del futuro y que constantemente se gestan nuevos proyectos al respecto. Por esta razón es necesario permanecer atentos frente a la dinámica de las organizaciones en general y países que utilizan los estudios del futuro como herramientas de decisión.

2.5 DESCRIPCIÓN E IMPORTANCIA DEL ÁREA ESTRATÉGICA DE MATERIALES

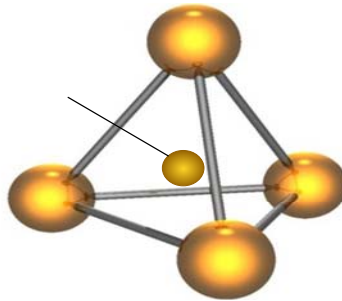
El área estratégica de materiales comprende el estudio de la composición física y química de los nuevos materiales. De igual manera, contempla su diseño, los actuales procesos de obtención, síntesis y fabricación, propiedades, caracterización, estructura y comportamiento. La gran cantidad de aplicaciones, su multidisciplinareidad y

⁴⁸ Información adicional disponible en: <http://www.cenm.org/informes.htm>

transversalidad hace que el área se entienda también como “Ciencia de los materiales e Ingeniería”. El área se constituye como motor o condición para el desarrollo tecnológico de numerosas áreas de la industria y del conocimiento en general. Los diferentes parámetros que influyen en el estudio y la generación de nuevos materiales, se observan en el gráfico 1. Su importancia radica básicamente en la estrecha relación con el hombre en contacto con el mundo, en las diversas actividades que realiza desde sus orígenes hasta la actualidad. Un interesante recuento y ejercicio en búsqueda de los más importantes momentos de la historia de los materiales liderado por “The Minerals, Metals & Materials Society” (TMS) se encuentra disponible en la web⁴⁹.

Unido a esto, el área de materiales se clasifica en 5 grandes tipos según su naturaleza, metales, polímeros, cerámicos, naturales y compuestos, tal como se puede observar en el Anexo 7.

Gráfico 1. Tetrahedro de la ciencia de los materiales



Fuente: Fernando Rodríguez, Tendencias en nuevos materiales

Las palabras enunciadas en el gráfico y diagrama 1 del Anexo 7 y en las siguientes definiciones, se constituyen en las claves para análisis posteriores del área. Es importante aclarar que dichas palabras se encuentran en constante evolución y es necesario vigilarlas para realizar análisis eficaces en el futuro.

A continuación se presenta una descripción de cada una de las clasificaciones principales de materiales que se contemplan en la conformación del área estratégica de materiales.

⁴⁹ Información adicional disponible en: <http://www.materialmoments.org/top100.html>

Metales. El área de materiales metálicos comprende el estudio de los metales puros y de las aleaciones, tanto desde un punto de vista fundamental o básico como desde un punto de vista aplicado⁵⁰. Se refiere a los metales ferrosos y no ferrosos y a las aleaciones obtenidas a partir de ellos, incluyendo el estudio y mejoramiento de las propiedades y comportamiento de los mismos.

Polímeros. Materiales formados por grandes moléculas lineales o ramificadas compuestas por partes repetidas (grupos funcionales simples o monómeros) que se unen químicamente en grandes cadenas. Su composición y estructura química es simple y se componen a partir de C, H, O, N⁵¹. Los polímeros se clasifican según su comportamiento en termoestables, termoplásticos y elastómeros.

Cerámicos. Son sólidos inorgánicos no metálicos producidos mediante tratamiento térmico. Comparados con los metales y plásticos son duros, no combustibles y no oxidables, pueden utilizarse en ambientes con temperatura alta, corrosivos y tribológicos. En dichos ambientes muchas cerámicas exhiben buenas propiedades electromagnéticas, ópticas y mecánicas⁵².

Materiales naturales. Son aquellos materiales que son extraídos directamente de la naturaleza como la madera, fibras naturales, entre otras.

Materiales compuestos. Un material compuesto es aquel formado por dos, o más, materiales distintos que presenta algunas propiedades físicas determinadas superiores a las de los materiales que lo constituyen⁵³.

⁵⁰MINISTERIO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN PRODUCTIVA, Presidencia de la República de Argentina [online], [citado en Enero 26 de 2009], http://www.mincyt.gov.ar/Planplur4/ingenieria_matmetal.htm.

⁵¹LUIS FERNANDO PATIÑO SANTA, Introducción a los polímeros, Materiales en el diseño, Ingeniería de diseño del producto, Universidad EAFIT [online, pdf], [citado en Enero 26 de 2009] <http://200.12.187.228/ocwuniversia/departamento-de-Ingenieria-de-diseno-de-producto/ingenieria-civil/descargableMateriales.zip/view>.

⁵²JAVIER ALARCÓN, Química de materiales, Universidad de Valencia, [online, pdf], [Citado en Enero 26 de 2009], <http://www.uv.es/~uimcv/Castellano/ModuloMatCeramicos/Unidad%201.pdf>

⁵³CARLOS NAVARRO UGENA, ENRIQUE BARBERO POZUELO, Material de clase de la asignatura Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras » Elasticidad y Resistencia de Materiales II, libro Materiales compuestos, capítulo 1. Introducción a los materiales compuestos, Universidad Carlos III de Madrid, [online, pdf], [Citado en Enero 26 de 2009],

Biomateriales. El término biomaterial designa a aquellos materiales utilizados en la fabricación de dispositivos que interactúan con los sistemas biológicos y que se aplican en diversas especialidades de la medicina⁵⁴

Nanomateriales. Los nanomateriales se presentan a partir de la nanotecnología que es un campo de las ciencias aplicadas enfocado al diseño, síntesis, caracterización y aplicación de materiales y dispositivos en una escala de tamaño nanométrico, o sea en el rango de la millonésima parte de un milímetro⁵⁵

<http://ocw.uc3m.es/mecanica-de-medios-continuos-y-teoria-de-estructuras/elasticidad-resistencia-de-gmaterialesii/material-de-clase-1/materiales-compuestos/capitulo1.pdf>

⁵⁴ FUNDACIÓN OPTI Y FENIN, Ciencias de la Salud, El Futuro de los Biomateriales, Tendencias tecnológicas a medio y largo plazo, [online, pdf], [Citado en Enero 26 de 2009], <http://www.opti.org/pdfs/sectoriales/Biomaterialescompleto.pdf>.

⁵⁵Luis Francisco Ramos de Valle, Nanotecnología, Ingenierías, Octubre-Diciembre 2006, Vol. IX, No. 33 Editorial: Nanotecnología, Universidad Autónoma de Nuevo León [online, pdf] [citado en Enero 28 de 2009], http://ingenierias.uanl.mx/33/33_editorial.pdf

3. DESARROLLO METODOLÓGICO

El presente proyecto se desarrolló en siete etapas tal como lo ilustra el diagrama 1. En el Anexo 8, se presentan las definiciones de las diferentes herramientas usadas en el desarrollo del presente proyecto.

A partir de una revisión previa realizada por el Comité Operativo de Investigación y Extensión (COIE), basándose en los grupos de investigación actuales de la Universidad y por ser áreas que en el ámbito global han sido destacadas y han tenido una evolución significativa en los últimos años, se definieron previamente las áreas estratégicas de investigación entre las que se encuentra el área de materiales. El grupo de investigación INNOTECH y los investigadores de la primera fase, realizaron la selección de las herramientas básicas a utilizar, el alcance y objetivo general del presente proyecto.

En diferentes momentos del desarrollo del proyecto y previo a realizar alguno de los ejercicios propuestos (Ver Anexo 9, bitácora del proyecto), se realizaron capacitaciones y encuentros con expertos y asesores, los cuales facilitaron la realización de actividades y ejercicios como también la validación de la metodología implementada.

La revisión bibliográfica inicial se encuentra plasmada en el marco referencial. Sin embargo dicha revisión se realizó en el transcurso de todo el proyecto, ya que es necesaria una constante revisión de las nuevas publicaciones en diversos medios de información.

A pesar de contar con referentes metodológicos, fue necesario reformular algunos esquemas iniciales. Dichas modificaciones y los detalles de la metodología para la ejecución de la Vigilancia tecnológica, (análisis de capacidades y el análisis de patentes) y del análisis estructural se encuentran en los numerales inmediatamente siguientes, los diagramas metodológicos de los análisis se encuentran en el Anexo 10.

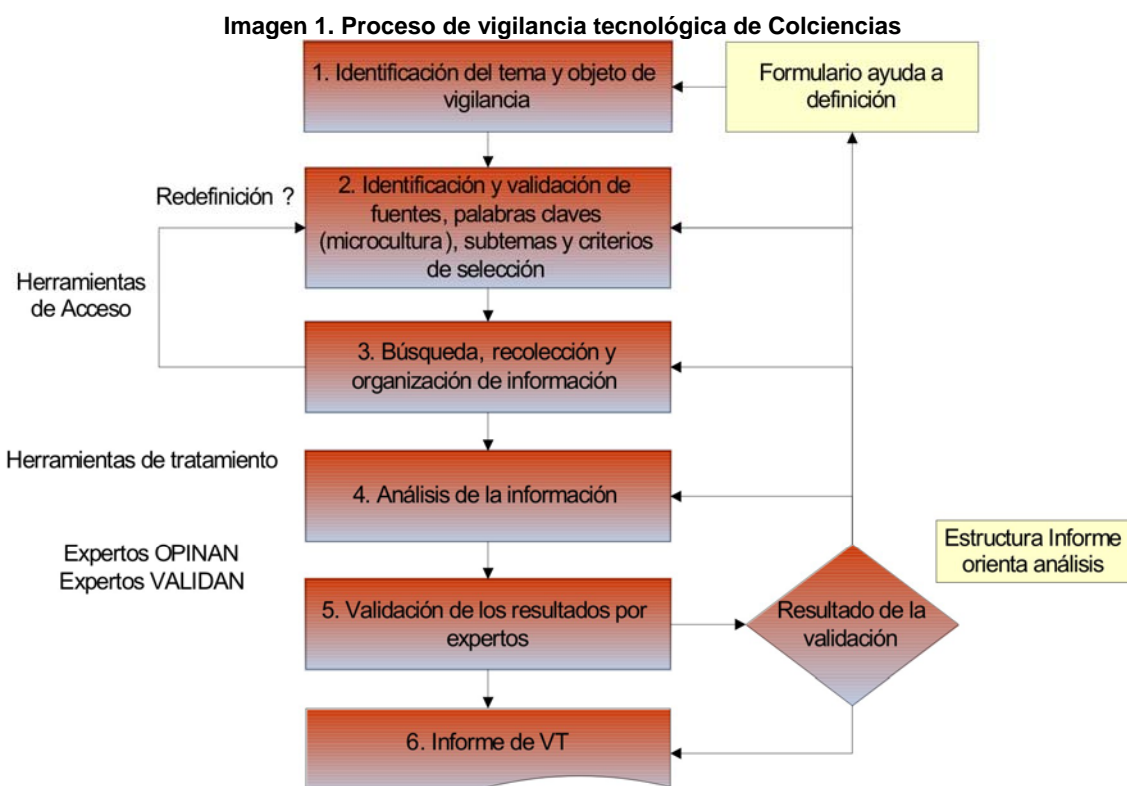
El desarrollo central del proyecto se presenta en los capítulos 4 y 5. Las propuestas, planteamiento de necesidades básicas, los resultados, conclusiones y recomendaciones se encuentran al final del documento.

Diagrama 1. Diagrama general del proyecto



3.1 VIGILANCIA TECNOLÓGICA

La metodología desarrollada para la etapa de vigilancia tecnológica partió de la revisión de la ejecutada en los ejercicios de prospectiva, vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva enmarcados en el programa nacional de prospectiva puesto en marcha desde el año 2003 por Colciencias. En dichos ejercicios “se utilizó el ciclo de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva que ha sido adaptado para Colciencias a través de un protocolo establecido por consenso con los jefes de los programas Nacionales de Ciencia y Tecnología para perfilar sus agendas de investigación”⁵⁶. Dicha metodología se resume en la imagen 1.



Fuente: Colciencias – TRIZ XXI, (2006)⁵⁷.

3.1.1 Análisis de publicaciones internacionales. En el análisis del estado del arte del área de materiales se encontraron diferentes palabras clave que de forma general y

⁵⁶ COLCIENCIAS, Informe de vigilancia tecnológica, Métodos de fabricación de nanotecnología, Anexo N° 1. Anexo metodológico, página 99.

⁵⁷ COLCIENCIAS, Informe de vigilancia tecnológica, Métodos de fabricación de nanotecnología, Anexo N° 1. Anexo metodológico, página 100.

directa caracterizaban la temática. Con la ayuda de éstas se creó la ecuación de búsqueda, la cual se introdujo en la base de datos de Web of Science (WOS), encontrándose publicaciones las cuales fueron filtradas para posteriormente hacer el análisis del tema con la ayuda del software Matheo Analyzer®.

La búsqueda de los artículos de investigación se realizó con la palabra clave “Materials Science” ciencia que “se encarga del estudio de la preparación, estructura cristalina y propiedades físicas y químicas de los materiales, y de cómo adaptarlos a usos específicos”⁵⁸. Al aplicar diferentes filtros a la búsqueda con el fin de obtener aquellas publicaciones que reflejaran realmente el estado del arte de la investigación en el área de materiales se obtuvo la siguiente ecuación de búsqueda:

Topic=(material*) AND Topic=(Science) OR Title=(material*) Timespan=All Years Databases=SCI-EXPANDED, SSCI, A&HCI. Refined by: Subject Areas=(MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY) AND Document Type=(ARTICLE)

La información relevante para el análisis de los artículos encontrados fue exportada a un archivo de texto plano, servicio que ofrece la Web of Science, y es el tipo de archivo que reconoce Matheo Analyzer®. La información extraída sobre los artículos se refiere a sus autores, año, revistas de publicación, institución de los autores, país y palabras clave. Para un mejor análisis, se tomaron las palabras clave que establece la ISI y que a su vez se relacionan con el área, ya que se encuentran estandarizadas en comparación con las que proponen los autores y son aplicadas a todos los artículos. El archivo que genera la Web of Science, contiene información de los artículos que fue procesada para la realización del presente análisis.

Para poder utilizar apropiadamente el software se realizó una capacitación con un experto en el uso del mismo, la cual se complementó con la práctica de los investigadores en el programa. El archivo de texto se importó al software y se hicieron los análisis pertinentes.

3.1.2 Análisis de capacidades nacionales

⁵⁸ INSTITUTO BALSEIRO, Definición de la Línea de Investigación Ciencias de Materiales de la Maestría en Ciencias Físicas [online]. Argentina. Sin fecha de publicación [Citado en 12 Noviembre de 2008] <http://www.ib.edu.ar/~mafis/materiales.html>

3.1.2.1 Análisis de los grupos de investigación. Para realizar la consulta se diseñó una ecuación de búsqueda con palabras clave encontradas en el análisis del estado del arte. Esto permitió hacer más eficiente la selección de los grupos. Las palabras clave en la búsqueda avanzada de grupos se asociaron a los productos y proyectos registrados por el grupo de investigación. La ecuación fue validada por el tutor del área y es la siguiente:

Material* OR material* AND (compuesto* OR pol?mer* OR cer?mico* OR met?l* OR super* OR termo* OR magn?t* OR diamagn?t* OR ferr* OR antiferromagn?t* OR diamagn?t* OR nano* OR bio* OR foto* OR micro* OR macro*) OR compuesto* OR pol?mer* OR cer?mico* OR met?l*

La fuente de consulta fue el Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología, Francisco José de Caldas - COLCIENCIAS el cual es un establecimiento público del orden nacional adscrito al Departamento Nacional de Planeación (DNP), por medio de la aplicación Ciencia y Tecnología para Todos CyTT. Esta aplicación permite la búsqueda de todos los grupos registrados, reconocidos y de referencia.⁵⁹ Los resultados fueron evaluados bajo los criterios de clasificación definidos a continuación, para seleccionar aquellos que aportan al desarrollo de nuevos materiales. Los criterios de clasificación de los grupos en directos e indirectos son los siguientes:

- ✓ Grupos que tienen declaradas líneas de investigación y proyectos directos y explícitos en el desarrollo de nuevos materiales.
- ✓ Grupos tienen líneas declaradas en el área de materiales o proyectos en el desarrollo en la misma.

3.1.2.2 Análisis de programas académicos. El objetivo de este análisis es identificar la capacidad que tiene el país para la formación de talento humano que contribuya al desarrollo de nuevos materiales. Para la identificación de los programas académicos se aplicaron dos criterios de búsqueda diferentes. Se realizó una primera búsqueda y análisis de los programas académicos, la cual se encuentra en el Anexo 11, la cual puede ser de alguna utilidad en posteriores análisis. Sin embargo se consideró que era más conveniente para el objetivo del análisis utilizar el segundo criterio de búsqueda. Con el fin de tener en cuenta las instituciones que con sus programas realmente aportan al área

⁵⁹ ScienTI, Colombia. <http://thirina.colciencias.gov.co:8081/scienti/jsp/grupos.jsp>

estratégica, se tuvieron en cuenta para las búsquedas sólo aquellas instituciones que cuentan con grupos de investigación en la misma.

Segundo criterio de búsqueda de programas académicos. Se realizó una búsqueda de los programas que ofrecían las universidades y que se relacionaban con los grupos de investigación del área. Para esto se ingresó a la página de las universidades y de los grupos para indagar sobre los programas que trabajan con ellos. Es importante aclarar que una gran cantidad de grupos de investigación se caracterizan por su interdisciplinariedad, sin embargo sólo se tuvo en cuenta el programa o programas académicos principales y directamente adscritos a cada grupo, según el área de conocimiento proporcionada por CTyT y la información proporcionada en la página de cada institución.

Identificados los programas, las instituciones y las sedes que los ofrecen, se realiza la búsqueda en el SNIES, con el fin de comprobar la vigencia del programa en dicha institución, luego la información encontrada de los programas que están activos fue exportada a un archivo de Excel para realizar el análisis.

3.1.2.3 Análisis de publicaciones nacionales. Para esta etapa del análisis se usó como herramienta la base de datos Scopus, la búsqueda se realizó con la palabra clave “materials”, que después se refinó según las temáticas encontradas y que eran relevantes para el análisis y se limitó a artículos colombianos. Quedó la ecuación como se indica a continuación:

```
(TITLE-ABS-KEY(*material*) AND SUBJAREA(mult OR agri OR bioc OR immu OR neur OR phar OR mult OR medi OR nurs OR vete OR dent OR heal OR mult OR ceng OR CHEM OR comp OR eart OR ener OR engi OR envi OR mate OR math OR phvs)) AND (colombia)
```

La información obtenida sobre autores, instituciones, año, revistas y temáticas se exportó a un archivo de Excel donde se realizó el procesamiento, finalmente se realizó el análisis e informe de esta etapa. Los limitantes de esta etapa del proyecto se presentan, principalmente, en la inestabilidad de la base de datos de grupos de investigación de COLCIENCIAS y de algunos sitios web de donde se extrajeron los datos.

3.1.3 Análisis de capacidades institucionales

3.1.3.1 Análisis de grupos de investigación. Con la información presentada en la página de la UIS y la encontrada en la Vicerrectoría de Investigación se identificaron bajo los criterios establecidos para la búsqueda de grupos de investigación nacionales que aportan al área a nivel nacional, aquellos grupos institucionales que trabajan en el área de materiales. La información de los grupos identificados se busco en el CyTT y se exportó a un archivo de Excel para realizar el análisis.

3.1.3.2 Análisis de Programas académicos. Para identificar los programas académicos que aportan al área de materiales en la institución, se consultaron los portafolios de los grupos de investigación asociados al área estratégica. Se observó la escuela a la que pertenecían, los programas con los que se habían realizado proyectos y el área de conocimiento a la que pertenecían. Una vez identificados, se realizó una búsqueda en el SNIES y la información encontrada se exportó a Excel para realizar allí el análisis.

3.1.3.3 Análisis de publicaciones UIS. El análisis se realizó con la información de los productos por los cuales se entregaron puntos salariales a los docentes de la institución. La información sobre estos productos la suministró la División de Recursos Humanos de la institución. Se identificaron los artículos que se asociaban al área estratégica de materiales, actividad que fue validada por el tutor del área estratégica. A su vez se clasificó dicha información por áreas temáticas para realizar el análisis por palabras clave, se creó una base de datos en Excel y posteriormente se realizó el respectivo análisis.

3.1.3.4 Análisis de patentes. El principal objetivo del análisis de patentes es profundizar en algunas líneas de investigación y particularmente sobre las cuales se encontraran códigos asociados a líneas planteadas inicialmente en el ejercicio de Vigilancia Tecnológica.

Como primer paso del análisis de patentes se llevó a cabo una capacitación del 22 al 25 de Julio de 2008, que se denominó Seminario Taller "Vigilancia tecnológica y prospectiva aplicada a la cadena de valor de las plantas medicinales y aceites esenciales", en donde se reforzaron los fundamentos teóricos de propiedad intelectual y se exploraron las bases

de datos de patentes a través de ejemplos al usar diferentes ecuaciones de búsqueda. Asimismo los investigadores participaron en una jornada de capacitación del “Taller preparación de patentes para líderes de grupos de investigación” el día 2 de Marzo de 2009.

Al inicio del proyecto se realizó una definición técnica del área de materiales...Ver numeral 2.5...Para el análisis de patentes se identificaron palabras clave relacionadas con la misma. Es indispensable dicha definición para facilitar la selección y análisis de la información. En un principio se propuso utilizar las palabras clave arrojadas por el análisis de publicaciones internacionales para realizar la búsqueda en las bases de datos de patentes e identificar dentro de las clasificaciones aquellas asociadas al área. Igualmente se inició el proceso de revisión detallada de los sistemas de clasificación para identificar aquellos códigos relacionados con el área estratégica de materiales. Dichas tareas implicaban que los expertos dedicaran una gran cantidad de tiempo para validar la selección de la información extraída por las investigadoras y no ofrecía suficiente validez al estudio.

En la búsqueda de una metodología eficaz y del punto de partida del análisis de patentes, se revisó el Manual de Estadísticas de Patentes de la OECD⁶⁰, donde se identificaron dos documentos que facilitaron la asociación de códigos a las áreas estratégicas de investigación. Estos fueron el estudio “Concept of a Technology Classification for Country Comparisons” de Ulrich Schmoch⁶¹ para la WIPO (World International Property Office) el cual busca obtener una clasificación de las tecnologías para la comparación entre los países y el estudio “*Linking Technology Areas to Industrial Sectors*” realizado por Ulrich

⁶⁰ OECD. Patent statistics manual. s.l. 2009.

⁶¹ Ulrich Schmoch, nacional de Alemania, es un lector de Sociología de la Tecnología en la Universidad de Karlsruhe desde 2002. He joined the Fraunhofer Institute Systems and Innovation Research (ISI) in 1986 and was nominated Deputy Head of the Department of Technology Analysis and Innovation Strategies in 1992. Ingresó en el Instituto Fraunhofer de Sistemas de Investigación e Innovación (ISI) en 1986 y fue nombrado Jefe Adjunto del Departamento de Tecnología de Análisis y Estrategias de Innovación en 1992. El Sr. Schmoch ha emprendido una amplia investigación en los ámbitos del Derecho de patentes y la información sobre patentes, la tecnología y los indicadores en ciencia, los modelos del proceso de innovación, la génesis de la tecnología, la transferencia de tecnología y la interacción de las universidades y las empresas industriales. Es autor de numerosos artículos, ensayos y libros sobre estos temas.

Schmoch⁶², Françoise Laville⁶³, Pari Patel⁶⁴ y Rainer Frietsch para la Dirección General de la Comisión Europea⁶⁵, donde se establece la concordancia entre dichas tecnologías y la transferencia hacia el sector industrial.

Tanto las áreas tecnológicas como los sectores industriales identificados en cada uno de los estudios, tienen asociadas un conjunto de subclases de la clasificación de las patentes (IPC) que fueron asignadas por expertos en cada una de las áreas del conocimiento y el ámbito de la propiedad intelectual. Se utilizaron metodologías y herramientas estadísticas específicas de tal manera que los resultados fueran confiables. Por la seriedad de las instituciones que respaldan y patrocinan dichos estudios, éstos se constituyen en instrumentos eficaces y válidos para ser el punto de partida del análisis de patentes a realizar para el área estratégica de materiales.

En dichos estudios, la identificación de las tecnologías está basada en la clasificación IPC y la de los sectores industriales en el ISIC (International Standard Industrial Classification). Por esta razón es aplicable a nivel mundial y al análisis de patentes a realizar en el presente proyecto.

Tabla 1. Áreas tecnológicas asociadas al área estratégica

ÁREAS TECNOLÓGICAS ASOCIADAS AL ÁREA ESTRATÉGICA	
<i>Semiconductors</i>	<i>Surface technology, coating</i>
<i>Optics</i>	<i>Micro-structure and nano-technology</i>
<i>Macromolecular chemistry, polymers</i>	<i>Chemical Engineering</i>
<i>Basic materials chemistry</i>	<i>Machine tools</i>
<i>Materials, metallurgy</i>	

Tabla 2. sectores industriales asociados al área estratégica

SECTORES INDUSTRIALES ASOCIADOS AL ÁREA ESTRATÉGICA		
<i>Textiles</i>	<i>Other chemicals</i>	<i>Special purpose machinery</i>

⁶² Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research, Karlsruhe, Germany

⁶³ Observatoire de Sciences et de Techniques (OST), Paris, France

⁶⁴ University of Sussex, Science and Policy Research unit, Brighton, United Kingdom.

⁶⁵ Información adicional disponible en: <http://ec.europa.eu/research/index.cfm?lg=es> y http://ec.europa.eu/dgs/research/index_en.html

SECTORES INDUSTRIALES ASOCIADOS AL ÁREA ESTRATÉGICA		
<i>Leather articles</i>	<i>Rubber and plastics products</i>	<i>Weapons and ammunition</i>
<i>Wood Products</i>	<i>Non-metallic mineral products</i>	<i>Accumulators, battery</i>
<i>Paper</i>	<i>Basic Metals</i>	<i>Medical Equipment</i>
<i>Basic Chemical</i>	<i>Fabricated metal products</i>	<i>Optical instruments</i>
<i>Paints and varnishes</i>	<i>Energy machinery</i>	
<i>Man-made fibres</i>	<i>Machine tools</i>	

Fuente: *Linking Technology Areas to Industrial Sectors*

En el Anexo 12 se encuentran las tablas donde están descritas las áreas tecnológicas y los sectores industriales, de las cuales se realizó un filtro, ya que algunos no estaban directamente asociados al área estratégica de materiales (ver tabla 1 y tabla 2). Dicha refinación se realizó con la guía del tutor, el cual revisó uno a uno los códigos hallados, y determinó cuales se debían incluir en el estudio, según sus conocimientos, experiencia y la descripción inicial del área. A continuación se identificaron los códigos compartidos tanto por las áreas tecnológicas como por los sectores industriales identificados. Asimismo, las principales líneas de investigación identificadas en el análisis de publicaciones internacionales y de capacidades nacionales e institucionales, se relacionaron a los códigos asociados a las áreas tecnológicas e industriales. (Ver Anexo 13)

La oficina mundial de propiedad intelectual OMPI reúne la información de las principales bases de datos de las oficinas de patentes a nivel mundial en una Biblioteca Digital la cual es una base de datos electrónica exhaustiva sobre las solicitudes internacionales de patentes presentadas las cuales se encuentran registradas desde 1978, fecha de la primera publicación, hasta finales del 2008. Esto favorece al estudio ya que se definió el rango de tiempo para la búsqueda entre el 2004 y el 2008. Dicho lapso de tiempo se estableció con la guía de los integrantes del grupo de investigación INNOTECH. Se determinó que un rango de 5 años era adecuado para identificar las principales tendencias del área cuyos avances son acelerados ya que un rango mayor podía arrojar información sobre tecnologías obsoletas y uno menor podía excluir desarrollos actuales y de un futuro a mediano plazo.

En primer lugar se realizó una búsqueda a través de la herramienta de la OMPI por palabra clave (según las líneas de investigación propuestas) para identificar los

principales códigos asociados a éstas. Dichos códigos se compararon con los relacionados con las áreas tecnológicas y sectores industriales con el fin de disminuir los posibles errores por selección de las áreas y códigos a través del juicio personal del tutor. De esta manera fue posible realizar un análisis más confiable al incluir códigos adicionales a cada línea de investigación y confirmar la pertinencia de los asociados anteriormente a ésta.

El criterio de selección de los nuevos códigos en la búsqueda por palabras clave se basó en la clara relación que estos (según la definición de la subclase de la IPC), tuvieran con la línea de investigación y la descripción del área estratégica de materiales. Es importante anotar que al realizar la búsqueda por palabras clave se identificaron en los resultados de la misma, muchos códigos asociados a temas que no estaban directamente relacionados a la temática buscada y por consiguiente al área de materiales. Lo cual confirma que este método de búsqueda y de asociación de códigos a líneas de investigación tiene, por sí solo, fallas considerables, y por ésta razón se utiliza únicamente como herramienta adicional dentro de la metodología diseñada para la recolección de la información.

Los códigos resultantes se analizaron con la herramienta de análisis estadístico que brinda la OMPI. A través de dicha herramienta, se pueden identificar por cada uno de los códigos, y por consiguiente, por cada área de información, la dinámica de publicación a través del tiempo, los principales países de origen de dicha tecnología, los principales aplicantes y las subclases de IPC asociadas.

Para el análisis de la dinámica evolutiva se realizó una búsqueda adicional por cada uno de los códigos, sin tener en cuenta el rango de tiempo. De esta manera se puede realizar una lectura más integral de la evolución de las temáticas en cada una de las líneas de investigación y por ejemplo, se puede identificar la fecha del primer registro de un tema específico.

Con el objetivo de facilitar la identificación de los principales países de origen y aplicantes asociados a cada línea de de investigación se tomaron los 10 países y aplicantes principales de cada uno de los códigos de la línea y se realizó la sumatoria por país hasta

obtener un nuevo listado con los 10 países y aplicantes que realizan con mayor interés aplicaciones de patentes sobre los temas asociados a cada línea.

Toda la información recolectada se analizó y de esta manera se profundizó sobre las principales tendencias de cada una de las líneas de investigación propuestas. Si bien los resultados obtenidos no son la palabra final en cuanto a los programas estratégicos a implementar, éstos se constituyen en un insumo y elemento de apoyo para reducir la incertidumbre para la toma de decisiones institucionales en el área de investigación de materiales.

Las limitaciones del análisis de patentes se relacionan con la subjetividad de los expertos al momento de seleccionar los códigos asociados al área de materiales y a las herramientas de búsqueda, descarga y procesamiento de la información. El software MATHEO PATENT®, es una herramienta con la cual cuenta la Universidad que sirve para hacer un análisis detallado de la información encontrada sobre patentes en las bases de datos de la Oficina Europea de Patentes (EPO) y en la Oficina Americana de Patentes (USPTO). Dicha herramienta se recomienda para la búsqueda de información específica de cada una de las áreas seleccionadas a través de palabras claves o de un código en particular. Para el análisis de un tema tan amplio como el del área estratégica de materiales toma una gran cantidad de tiempo en descargar y procesar y ordenar la información que corresponde a aproximadamente 85 códigos de subclases de patentes asociados a más de 12 líneas de investigación. Dicha limitación se superó con la herramienta de análisis de patentes de la OMPI.

3.2 ANÁLISIS ESTRUCTURAL

A continuación se explican en detalle las etapas del desarrollo metodológico en el orden en que se indican en el diagrama metodológico, ver Anexo 10.

El principio de la complejidad es uno de los fundamentos conceptuales de la prospectiva estratégica. Esta teoría nos permite entender el papel de la tecnología como una de las condiciones del bienestar, desarrollo y calidad de la vida de una comunidad, en

interacción con otras variables económicas, sociales, culturales, ambientales y políticas.⁶⁶ Con esta premisa se identificaron los factores necesarios para describir el área de materiales, los cuales son factor político, económico, social, tecnológico, organizacional y legal.

Con el fin de comprender el sistema de investigación del área estratégica de materiales, se realizaron consultas en ejercicios de prospectiva y vigilancia efectuados en otros escenarios, en los portafolios de los grupos de investigación, en noticias o entrevistas de temas científicos a personajes reconocidos en el ámbito de la investigación, en el sitio web de COLCIENCIAS, en documentos oficiales nacionales e institucionales relacionados con temas de investigación, entre otros. De esta manera se identificaron 80 variables en las consultas las cuales, a consideración de las investigadoras, podrían influir en la dinámica del área estratégica de materiales y serían posteriormente refinadas por actores expertos en el área. El listado inicial se presenta en el Anexo 14. Dicho archivo contiene la definición de cada factor, variable, y algunas de las fuentes consultadas.

En la realización de un ejercicio prospectivo, el proceso, en donde los diferentes actores participan e interactúan, declarado como la “reflexión colectiva”⁶⁷ y la “apropiación”^(*) por Michel Godet, es un elemento clave para el éxito de las herramientas aplicadas. Por esta razón, y para propiciar la participación y motivación de los principales actores del desarrollo de las diferentes áreas estratégicas, se organizó un curso de capacitación en “Prospectiva Estratégica – orientado a analizar el futuro de la investigación en las áreas estratégicas de la Universidad Industrial de Santander”, cuyo desarrollo se presenta en el Anexo 15. Dicha capacitación, permitió la aplicación de un ejercicio piloto de prospectiva.

⁶⁶ MOJICA, Francisco José. BASES CONCEPTUALES DE LA PROSPECTIVA TECNOLÓGICA. Documento rector. Disponible en:

<http://catedradh.unesco.unam.mx/catedradh2007/SeguridadHumana/prospectiva%206/revista/numero%203/estpros/escenari/mojica.htm>

⁶⁷ GODET, Michel. La caja de herramientas de la prospectiva estratégica. Publicado por Gerpa con la colaboración de Electricité de France, Mission Prospective. 4 ed. París. 2000. Cuaderno n° 5. p. 18.

^(*) La apropiación es uno de los tres elementos de triángulo griego utilizado por Michel Godet en la *Caja de herramientas* y lo enuncia como elemento fundamental para que los elementos anticipados se cristalicen en una acción eficaz. Hace referencia la comprensión que los diferentes actores tienen del sistema y el proceso que se debe llevar a través de ellos para construir el futuro deseado.

El ejercicio recalcó la importancia del análisis estructural y sentó las bases metodológicas para el ejercicio real en la Universidad.

A continuación del evento, se estableció contacto con un grupo de expertos en el área estratégica de materiales, los directores de investigación y extensión de la facultad de ciencias, de Fisicomecánicas y fisicoquímicas, junto al director del grupo GIMBA y dos profesores cátedra de la escuela de diseño industrial y estudiantes de la maestría de materiales, ofrecida por la Institución, (Ver Anexo 16), y se acordaron reuniones, para la selección y clara definición de las variables finales para el análisis estructural. Las reuniones se desarrollaron en la forma de entrevistas personales en las que los expertos expresaron sus ideas acerca de las variables que consideraban influyentes sobre el desarrollo del área estratégica. Las variables iniciales identificadas facilitaron la realización de éste ejercicio.

La refinación definitiva de las variables al recolectar todas las opiniones de los expertos, la realizó el grupo de investigadoras con la asesoría de la directora y el tutor del proyecto hasta identificar 26 variables finales, las cuales se encuentran a manera de resumen en la tabla 3, donde son explicadas detalladamente con sus respectivos indicadores, se señala el factor dentro del cual se encuentran agrupadas (F) y se indica si son internas a la Institución (I) ó externas (E). Los indicadores propuestos facilitan la comprensión de cada variable y permiten realizar una medición de la misma a través del tiempo y la comparación de ésta con el comportamiento que presentaría en otros sistemas. Es importante aclarar que estos indicadores no son definitivos ya que pueden evolucionar y ser ajustados por los actores del área estratégica para medir más eficientemente el desarrollo de la misma.

Una vez identificadas y definidas claramente las variables clave, y al buscar un lenguaje común para la reflexión⁶⁸, se diseñó la metodología más apropiada para el diligenciamiento de la matriz de influencias directas la cual se describe a continuación.

⁶⁸ GODET, Michel. De la anticipación a la acción. Manual de prospectiva estratégica. Bogotá D.C.: Alfaomega, 1999. p. 75.

Tabla 3. Descripción de las variables del análisis estructural

#	F	Variable	¿En qué consiste?	¿Con qué indicadores se puede medir?
1	Org.	Infraestructura de investigación (I)	<p>Es la capacidad institucional instalada en tecnología, y las áreas destinadas exclusivamente al desarrollo de actividades de investigación en materiales.</p> <p>Incluye el Parque Tecnológico de Guatiguará, que es un espacio físico adaptado para propiciar la convivencia de científicos y empresarios, que trabaja en busca de desarrollos tecnológicos y la aplicación de estos a la producción de bienes y servicios, con el fin de dar mayor valor agregado y ser más competitivos en los mercados nacionales e internacionales.</p>	<p>* Tecnología disponible en la universidad para realizar procesamientos, pruebas y ensayos de investigación en materiales.</p> <p>* Área (en metros cuadrados) por grupo de investigación.</p>
2	Tecn.	Desarrollo tecnológico (E)	<p>Es el nivel de perfeccionamiento de los nuevos materiales medido en función de los parámetros que abarca la ciencia de los materiales. Estos parámetros hacen referencia a los procesos de síntesis, caracterización, procesamiento, aplicabilidad y desempeño de los materiales desarrollados.</p>	<p>* Tiempo de vida útil de los materiales desarrollados.</p> <p>* Nivel de perfeccionamiento en las diversas propiedades de los materiales (ópticas, mecánicas, eléctricas, magnéticas).</p> <p>* Patentes que registran los desarrollos tecnológicos de punta en el área de materiales a nivel mundial.</p> <p>* Registros de marca a nivel mundial relacionados con el área estratégica de materiales.</p>
3	Tecn.	Relación universidad – empresa (I)	<p>Es la interacción en doble sentido entre universidad y empresa internacional, nacional y regional (Grande, Mediana, Pequeña), que reconocen la importancia y se interesan en la investigación para el desarrollo de los nuevos materiales en sus sectores, es decir es la relación comercial, científica y tecnológica entre la universidad y la empresa. Incluye herramientas como, portafolios de servicios y estructura organizacional u otras que atraigan capital de riesgo y fomenten estos intercambios.</p>	<p>* Número de proyectos e investigaciones a realizar entre los dos actores.</p> <p>* Número potencial de proyectos desarrollados por empresas instaladas en el PTG.</p> <p>* Número potencial de proyectos desarrollados por empresas Spin Off creadas en el PTG.</p> <p>* Número de eventos de fomento a estos intercambios (Ej. ferias tecnológicas) y número de asistentes a dichos eventos.</p>
4	Org.	Capacidad de formación académica disciplinar (I)	<p>Son los programas académicos de pregrado, especialización y maestría de profundización que permiten el desarrollo de las capacidades disciplinares en el área de materiales.</p>	<p>* Programas académicos disciplinares ofrecidos por la UIS.</p>
5	Org.	Capacidad de formación académica de investigación (I)	<p>Son los programas académicos que propician el desarrollo investigativo del área. Incluye programas de Post-doctorado, doctorado y maestría de investigación.</p>	<p>* Programas académicos de investigación ofrecidos por la UIS.</p>

#	F	Variable	¿En qué consiste?	¿Con qué indicadores se puede medir?
6	Econ.	Demanda de materiales (E)	Es el aumento en la demanda de materiales avanzados o especializados por parte de la población a nivel mundial y local, relacionada en parte por el crecimiento demográfico y por la exigencia de mejores propiedades para aplicaciones específicas.	<ul style="list-style-type: none"> * Exportaciones e importaciones de materiales avanzados. * Producción y ventas de las principales empresas relacionadas con el área de materiales para diferentes sectores.
7	Econ.	Monopolios y oligopolios tecnológicos y empresariales (E)	Es la existencia en el mercado de oligopolios o monopolios tecnológicos y empresariales, relacionados con el área de materiales, que ejercen un dominio total sobre el precio, o son dueñas de un conocimiento o grupo/centro de investigación que tiene información exclusiva. Hace referencia a la dependencia que se tiene de ese tipo de entidades.	<ul style="list-style-type: none"> * Número de gran y mediana empresa relacionada con el área de materiales. * Número de monopolios u oligopolios nacionales/ Número total de empresas nacionales * Número de empresas nacionales relacionadas con el área de materiales/ Número total de empresas nacionales.
8	Tecn.	Productividad científica y tecnológica (I)	Son los productos y procesos de los grupos y centros de investigación UIS, que fomentan el desarrollo del área de nuevos materiales.	<ul style="list-style-type: none"> * Productos de investigación por grupo de investigación del área de materiales. * Productos de investigación por área estratégica. * Nivel de calidad de los productos de investigación UIS, respecto a los adelantos y estándares internacionales. * Número de patentes.
9	Social	Conflicto social (E)	Es una situación originada por un enfrentamiento de intereses políticos, económicos y sociales que genera discusiones y enfrentamientos entre clases y estamentos de la sociedad colombiana y que tiene como una de sus consecuencias la disminución del nivel de vida de la población y de su formación intelectual.	<ul style="list-style-type: none"> * Muertes violentas. * Ingreso per cápita. * Número de estudiantes graduados al año/Número de estudiantes que ingresan al año. * Índice de acceso a la educación superior. * Índice de concentración de Gini.
10	Tecn.	Talento humano (I)	Es el talento humano con el cual cuenta la universidad en los diferentes niveles de formación que desarrollan los proyectos de investigación y generan conocimiento científico y desarrollo tecnológico	<ul style="list-style-type: none"> * Número de profesores que ingresan a la UIS clasificados según nivel de formación. * Número de personas con títulos de Phd, Doctorado, Maestría, etc. vinculados a los grupos y proyectos de investigación. * Nivel de formación del talento humano vinculado a la UIS/ Nivel de formación del talento humano de otras universidades a nivel nacional e internacional.
11	Tecn.	Grupos y centros de investigación (I)	Es la capacidad, medida en grupos de investigación, relacionados con el área estratégica de materiales que contribuyen a la generación de conocimiento científico y al desarrollo tecnológico.	<ul style="list-style-type: none"> * No. de centros y grupos de investigación en el área de materiales, registrados y reconocidos por la UIS * Número de grupos en el área de materiales, instalados en el PTG. * Número de grupos de investigación con patentes registradas. * Número de semilleros.

#	F	Variable	¿En qué consiste?	¿Con qué indicadores se puede medir?
12	Econ.	Disponibilidad de fuentes (E)	Es la disponibilidad de fuentes de asignación de recursos, capital de riesgo y asignación presupuestal para las actividades de investigación en el área de nuevos materiales.	<ul style="list-style-type: none"> * Número de fuentes de financiación. * Montos asignados por cada fuente de financiación. * Porcentaje del PIB destinado a actividades de investigación. (Representado en programas especiales de apoyo, convocatorias, programas nacionales, etc.)
13	Polít.	Políticas institucionales (I)	Se refiere a todo el marco organizacional de la Universidad, las apuestas que hace y lo que pretende en cuanto a la labor investigativa, establecidos los estatutos, el PDI (Plan de desarrollo institucional) y en otros documentos institucionales.	<ul style="list-style-type: none"> * Declaraciones expresas de la UIS, respecto a su compromiso con el fomento a la investigación. * Percepción y apropiación de dichas declaraciones por parte de la comunidad universitaria.
14	Polít.	Políticas nacionales, departamentales y municipales (E)	Es la gestión del estado como coordinador y facilitador de los procesos, el cual brinda apoyo y fomenta la interlocución de los centros o grupos de investigación y el gobierno a través de instituciones como COLCIENCIAS.	<ul style="list-style-type: none"> * Leyes, decretos y políticas que apoyen la investigación y el conocimiento. * Número de proyectos educativos que fomenten la cultura de investigación. * Programas especiales de apoyo * Percepción y apropiación de dichas declaraciones, proyectos y programas por parte de la comunidad investigativa a nivel nacional.
15	Tecn.	Disponibilidad de información (E)	Se refiere a la disponibilidad de información de punta en el área estratégica y al conocimiento científico-tecnológico registrado y no registrado o como un paquete tecnológico, con potencial aplicación en innovaciones en el área de materiales.	<ul style="list-style-type: none"> * Bases de datos públicas que contienen información del área de materiales. * Bases de datos privadas disponibles en la UIS que contienen información del área de materiales. * Revistas científicas relacionadas con el área estratégica. * Información disponible en bibliotecas públicas como libros, tesis de grado, etc., relacionadas con el área.
16	Tecn.	Alianzas y cooperación internacional y nacional (E)	Vinculación de los grupos y centros de investigación institucionales científico-tecnológicos del área de materiales a redes, asociaciones y alianzas estratégicas, etc., nacionales e internacionales, para el fortalecimiento del área.	<ul style="list-style-type: none"> * La cantidad de proyectos y alianzas activas que se desarrollan con otras instituciones que apoyen al área. * Ingresos provenientes de los proyectos realizados, que en un plazo determinado se revierten a la universidad.
17	Amb.	Disponibilidad y sostenibilidad (E)	Es la disponibilidad y explotación sostenible de recursos naturales y energéticos no renovables y la búsqueda de recursos alternativos, para evitar el agotamiento de lo necesario para el bienestar del ser humano.	<ul style="list-style-type: none"> * Alertas de escasez de recursos naturales, y energéticos. Ej.: Especies en vía de extinción, áreas de bosques deforestados, etc. * Aumento de precios de los recursos naturales y energéticos.

#	F	Variable	¿En qué consiste?	¿Con qué indicadores se puede medir?
18	Tecn.	Desarrollo de TIC (E)	Es el uso de las tecnologías de la información en la región para diversas aplicaciones. Incluye el desarrollo de herramientas informáticas a través de la web como complemento a procesos de comunicación e interrelación entre instituciones.	<ul style="list-style-type: none"> * Número de municipios y porcentaje de la población con acceso a un centro público de acceso a internet⁶⁹ en la región (Bibliotecas, universidades, cibercafés). * Porcentaje de la población con cobertura y acceso a la telefonía celular móvil y/o televisión digital y/o internet banda ancha.⁷⁰ * Hogares en la región con TIC (Teléfono, computador, internet)
19	Polít.	Incentivos internos (I)	Se refiere a los mecanismos para la creación (semilleros), renovación, revitalización del grupo de investigación y la retención de investigadores dentro de los proyectos de investigación institucionales en el área estratégica de materiales. Incluye los incentivos que otorga la institución a todos los investigadores, grupos y centros de investigación por su producción científico-tecnológica.	<ul style="list-style-type: none"> * Incentivos salariales concedidos a los investigadores por su labor. * Incentivos a semilleros de investigación y a investigadores jóvenes. * Medición del Clima laboral. * Perspectiva de desarrollo profesional. * Comparación de los incentivos institucionales con los de otras universidades.
20	Legal	Incentivos externos (E)	Son las exenciones, incentivos, descuentos tributarios y demás ventajas de orden fiscal señalados por la ley para las empresas, por sus proyectos de investigación.	<ul style="list-style-type: none"> * Incentivos asociados a descuentos tributarios u otras ventajas señaladas por la ley.
21	Amb.	Compromiso social y ambiental (I)	Es el compromiso social y ambiental por parte de los investigadores UIS en el diseño de materiales, de tal forma que sean amigables con el medio ambiente, tengan procesos energéticamente eficientes, no sean perjudiciales para la salud y brinden oportunidades a la comunidad que mejoren su nivel de vida.	<ul style="list-style-type: none"> * Proyectos UIS desarrollados con compromiso social-ambiental. * Toneladas de desperdicios sólidos reciclados al año al interior de la institución.⁽¹⁾ * Declaraciones expresas de la universidad y de los grupos donde manifiesten su compromiso social y ambiental.
22	Social	Responsabilidad social y empresarial (E)	Son los proyectos de investigación realizados a nivel nacional por grupos y centros de investigación y empresas en el área de materiales que contemplan en el desarrollo de los mismos el impacto social y ambiental.	<ul style="list-style-type: none"> * Proyectos a nivel nacional desarrollados con compromiso social y ambiental * Toneladas de desperdicios sólidos reciclados al año al interior de la empresa * Declaraciones expresas de la empresa donde manifiesten su compromiso social y ambiental. (Implementación ISO 14.000)
#	F	Variable	¿En qué consiste?	¿Con qué indicadores se puede medir?
23	Legal	Normatividad en materiales (E)	Es el marco legal que regula la investigación, desarrollo y aplicación de los nuevos materiales y las nuevas tecnologías que implican.	<ul style="list-style-type: none"> * La cantidad de normas que regulen las actividades, materiales y productos en relación con el medio ambiente. * Disposiciones legales de manejo de desechos y materiales en general. * Nivel de actualización de la normatividad respecto a la reglamentación internacional. * Estándares internacionales.

24	Org.	Estructura de investigación (I)	Se refiere a las estrategias, liderazgo, valores colectivos, creatividad, sinergia de disciplinas, metodología y esquemas de trabajo en la estructura organizacional institucional, desde la rectoría, pasando por la VIE, hasta llegar a los grupos y proyectos de investigación.	<ul style="list-style-type: none"> * Percepción de la efectividad de la estructura y dinámica de investigación dentro de la institución, por parte de la comunidad de investigación de la UIS. * Herramientas disponibles y/o aplicadas para realizar planeación estratégica del trabajo dentro de los grupos de investigación * Metodologías para la identificación de tendencias, definición de las líneas de investigación del grupo.
25	Org.	Comunicación (I)	<p>Son los mecanismos de socialización y comunicación entre los miembros de un mismo grupo de investigación, entre los grupos de una misma área y entre las áreas estratégicas, sobre de los problemas y proyectos de estudio.</p> <p>Se refiere además a la comunicación permanente con los agentes externos directamente implicados o potencialmente beneficiarios del desarrollo de los proyectos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> * Número de medios al interior de la universidad a través de los cuales se transmite la información referente a las actividades de investigación. * Efectividad de los medios y procesos de comunicación al interior de la universidad entre los diferentes investigadores, grupos de investigación y áreas estratégicas.
26	Econ.	Economía mundial (E)	Es la dinámica de los mercados internacionales y las decisiones políticas respecto a la misma.	<ul style="list-style-type: none"> * Impacto de las crisis de las potencias económicas sobre las economías latinoamericanas. * Tasas de cambio entre las potencias económicas * Tasa de cambio entre la moneda nacional y las potencias económicas mundiales * Crecimiento o decrecimiento de la economía nacional, medida por indicadores como: PIB, Inflación, Desempleo, etc.

Fuentes Varias. Elaborado por: Autoras del proyecto.

La vicerrectoría de investigación y extensión (VIE) designó a los líderes o principales integrantes de cada uno de los grupos de investigación asociados al área estratégica de materiales para ser los encargados de diligenciar la matriz, junto con los directores de investigación y extensión de la facultad de ciencias y fisicomecánicas. La VIE considera que éstos actores tienen experiencia y conocimientos avanzados en sus disciplinas que les permiten comprender y establecer una opinión sobre las relaciones existentes entre las variables definidas para el sistema lo cual brinda validez y eficacia al ejercicio. Los investigadores que participaron en el diligenciamiento de la matriz, se presentan en la tabla 2, en el Anexo 16.

Seleccionados los actores internos se procedió a enviar las invitaciones por medio electrónico. Los directores de investigación y extensión de las facultades (DIEFS) de Físicoquímicas, Fisicomecánicas y Ciencias básicas, establecieron el contacto directo con los líderes de los grupos de investigación y facilitaron el establecimiento de citas para la presentación del proyecto y diligenciamiento de la matriz.

La Universidad, dentro de su visión declarada en el PDI (Plan de desarrollo Institucional 2008-2018), tiene en cuenta elementos relacionados con la pertinencia de los procesos de investigación en la región y la relación estrecha que la Universidad debe tener con la empresa. Por lo manifestado en el PDI y demás políticas institucionales, los empresarios se constituyen en actores dentro de las dinámicas académicas y de investigación. Es por esa razón que se invitó a participar en el ejercicio de diligenciamiento de la matriz de impactos cruzados a un grupo de expertos del sector empresarial. Dicha selección se realizó al identificar aquellas empresas líderes en la región, relacionadas con el área estratégica de materiales y que manifiestan su interés en participar en este tipo de ejercicios dado que pertenecen al Comité Universidad Empresa Estado, otras han desarrollado proyectos de investigación con los grupos de la Universidad o cuentan con unidades de investigación y desarrollo propias. Dichas empresas fueron Lavco Ltda., Quirúrgicos Especializados S.A., Fundación Cardiovascular y Corporación para la investigación de la corrosión, las personas contactadas se presentan en el Anexo 16.

Como representante de la dirección se eligió al tutor del área estratégica quien es el director de investigación y extensión de la facultad de Físicoquímicas en el momento de

realizar el ejercicio. Su compromiso con el proyecto, su experiencia y su responsabilidad como directivo de la Universidad son los elementos que se tuvieron en cuenta para su designación.

Se diseñó una presentación que facilitara la exposición del proyecto de la VIE (ver Anexo 17) y conceptos básicos sobre el análisis estructural. Se elaboró a su vez, un instructivo donde se realiza una explicación detallada del proceso de diligenciamiento de la matriz, y la definición de las variables contenidas en ésta. El instructivo se presenta en el Anexo 18. La mayoría de las matrices fueron diligenciadas en su totalidad durante la reunión, sin embargo, algunas fueron diligenciadas parcialmente para dar a conocer y explicar claramente la dinámica. Dada esta situación, se estableció contacto permanente por medio telefónico y a través de correo electrónico con los investigadores, con el fin de atender cualquier duda que surgiera acerca de la definición de las variables o la metodología del ejercicio.

Una vez obtenidas las 21 matrices diligenciadas por los actores académicos, directivos y empresariales, y con el fin de identificar la mejor manera para analizar la información contenida en ellas, se realizó una serie de consultas a expertos en el área de estadística. Se recomendó la ejecución de comparaciones de los resultados obtenidos. A continuación se presenta el análisis realizado.

Se obtuvo el estadístico de la moda y de la media del total de las matrices diligenciadas. El procesamiento de la matriz obtenida con cada uno de los estadísticos se realizó en el software MICMAC®. Se extrajo para cada caso el plano de influencias/dependencias indirectas potenciales, luego se identificaron cada una de las cinco zonas en las que se agrupan las variables (Ver gráficos 1 y 2 del Anexo 19). Posteriormente se extrajeron las variables por zona y se agruparon en la tabla 1 del Anexo 19. De esa forma se lograron observar los cambios de zona de las mismas. La mayoría de los cambios se presentaron en las variables ubicadas en el área del pelotón que son el grupo de las cuales no se puede concluir sobre su comportamiento o influencia en el sistema. Otros cambios ocurrieron en aquellas variables que se encontraban cerca a los ejes que separan los cuadrantes del plano y que al utilizar uno u otro estadístico se veían afectadas levemente, pero lo suficiente para que las variables cambiaran de sector. Con todo esto, y al analizar

los planos con uno de los directores del proyecto, se concluyó que las variaciones presentadas no afectaban significativamente el desarrollo del ejercicio, por lo que se podía usar cualquiera de los dos métodos para analizar las matrices. Finalmente se decidió, que el estadístico que facilitaría el procesamiento de los datos sería la media ya que se recomienda para estudios con propósitos estadísticos y de inferencia el uso del mismo.

Si al analizar los datos extrayendo la moda de las matrices diligenciadas se obtenía el valor de P, éste reemplazaría el valor de la media en una posición dada. Sin embargo, en el ejercicio realizado este hecho no se presentó. La media se calculó sin tener en cuenta las calificaciones de potencial asignadas a las relaciones entre las variables. Esto se explica ya que un experto asigna a una posición la valoración potencial cuando considera que en el mediano plazo es posible que esa relación se dé ó cuando expresa que esa relación se “debería” dar. Por lo tanto la valoración de potencial es independiente de los niveles de influencias directas asignados en otros casos relacionados con la situación actual.

Se consultó a los directores del proyecto y a los líderes de la Vicerrectoría de Investigación y Extensión de la Universidad sobre la definición del peso que se le daría a cada grupo de actores participantes en el ejercicio; investigadores internos, representante de la dirección y expertos en el sector empresarial. La justificación de dicha propuesta era darle un peso adicional a la opinión de los empresarios, para hacerla relevante en el análisis, ya que era posible que sus percepciones sobre el sistema fueran diferentes a las de los expertos internos. Se propuso entonces, asignarles un peso de 70% a los investigadores internos y de 30% a los externos. Los dos primeros grupos de actores (investigadores internos, representante de la dirección) se identificaron como internos y los empresarios como externos.

Para justificar dicha asignación, se realizó un análisis similar al de la selección del estadístico apropiado. Se observó el comportamiento de las variables para cada uno de los grupos de expertos al analizar sus opiniones por medio de la media (Ver anexo 19, gráficos 3 y 4 y tabla 2). Se observaron los cambios de posición de las variables en cada uno de los casos y se presentaron variaciones significativas. Esto avaló y justificó la

intención de aumentar el peso dado a los empresarios, de un 19,05% (dado por el número de empresarios en relación con el total de expertos consultados) a un 30%.

Con el fin de mostrar los cambios que se daban en los planos de influencias/dependencias indirectas potenciales, al darle una ponderación del 30% a las opiniones de los empresarios, se realizó un proceso similar al de la selección del estadístico. Se le dio un peso diferente por participación a cada uno de los grupos de expertos. Es decir, un 19.05% a los empresarios y se comparó con los resultados obtenidos al darle un peso a éstos del 30% (Ver anexo 19, gráficos 5 y 6, y tabla 3). En éste análisis se encontraron pocos cambios en las ubicaciones de las variables entre zonas, pero al interior de cada región los cambios fueron significativos. Por esta razón la matriz definitiva, la cual se procesó en el Software MICMAC®, corresponde a la obtenida al obtener la media y al mismo tiempo otorgar una ponderación del 30% a los empresarios y de 70% a los investigadores internos.

Los datos fueron procesados por el programa MIC MAC®⁷¹. Una vez determinado el plano de influencias/dependencias indirectas potenciales, se procedió, según lo indicado en el seminario taller de prospectiva⁷², a realizar la validación de los resultados. Con el tutor del área estratégica y los directores del proyecto se revisó el plano para construir un discurso lógico en su lectura.

Obtenido el plano definitivo se trazó una bisectriz en donde se proyectaron perpendicularmente las variables. Se extrajeron 9 variables las cuales se encontraban en su mayoría ubicadas en el sector de las variables de enlace o en la proyección sobre la bisectriz, más al extremo superior derecho. Finalmente se realizó un análisis acerca del proceso y resultados obtenidos del ejercicio.

En las entrevistas acordadas con los diferentes actores del ejercicio de definición y diligenciamiento de la matriz del área estratégica de materiales, se intercambiaron espontáneamente diferentes opiniones y percepciones sobre las relaciones entre las variables. Algunas de estas opiniones se registraron, y se presentan en el Anexo 21.

En general, el ejercicio de análisis estructural para el área estratégica de materiales se obtuvo una participación significativa de los principales actores contactados. Se presentó una participación del 81% del total de los investigadores contactados.

Para una mejor interpretación y utilización de los resultados obtenidos por el análisis estructural conviene tener presentes las limitaciones propias de la herramienta utilizada:

- La primera limitación proviene del carácter subjetivo de la lista de variables. Las precauciones tomadas ofrecen ciertas garantías, pero, por razones prácticas, el número de variables no puede ser superior a unas cuantas docenas⁷³.
- El segundo límite guarda relación con el carácter subjetivo del relleno de la matriz. Esta subjetividad proviene del hecho bien conocido de que el sistema no es realidad sino un medio para observarla⁷⁴.
- Se agrega un nivel de subjetividad ya que las matrices se diligenciaron de manera independiente con cada uno de los investigadores, empresarios y representante de la dirección. Los expertos en prospectiva sugieren que el diligenciamiento de la matriz la realice el grupo de actores en conjunto para permitir un mayor control de la subjetividad.

El hecho de que se diligenciaran las matrices con cada uno de los actores por separado, permitió que se generaran más discusiones e intercambio de opiniones entre las investigadoras y los actores, las cuales nutren el presente proyecto. Se resolvieron dudas e inquietudes particulares sobre la metodología y objetivos del proyecto por parte de los investigadores y se ampliaron los conocimientos sobre el área de materiales y la dinámica de la investigación en la Universidad. Adicionalmente ninguna opinión fue silenciada u opacada por otra, situación que podría presentarse al reunir a todos los expertos en un mismo espacio para el diligenciamiento de la matriz.

4. VIGILANCIA TECNOLÓGICA

4.1 ANÁLISIS DE PUBLICACIONES INTERNACIONALES

Más de 100.000 documentos fueron encontrados al realizar la búsqueda de las publicaciones internacionales relacionadas con el área estratégica de materiales a través de las palabras clave asociadas al área que al ser refinados condujeron a 14779 artículos cuando se asociaron al área de ciencias de los materiales. A continuación se realiza un análisis por separado de cada uno de los campos asociados a los artículos. También se graficaron redes entre los diferentes campos y los principales países a nivel internacional, con el país líder a nivel suramericano y con Colombia, para hallar las relaciones principales e importantes entre ellos. Información adicional de los líderes en cada uno de estos ítems se encuentra en el Anexo 22. La información procesada para el análisis se encuentra en el Anexo 23.

4.1.1 Países. Los países seleccionados para el análisis son aquellos donde se encuentran las instituciones en las cuales laboran los autores de los artículos. Se identificaron 101 países. En la tabla 4 se encuentran aquellos cuyo número de artículos asociados es superior a 1000. Junto a ellos se encuentra el país líder a nivel latinoamericano que es Brasil. Se incluye a Colombia dentro de la lista con el fin de comparar su escasa producción con la de los países líderes.

Tabla 4. Artículos asociados por País

N°	PAÍS	CANT
1	USA	3374
2	Peoples R China.	2602
3	Japan.	1320
4	Germany.	1195
5	France.	1111
21	Brazil	179
59	Colombia	10

Fuente Base de datos ISI WOS

4.1.2 Instituciones. Se tienen en cuenta las instituciones a las cuales pertenecen los investigadores que publicaron los artículos seleccionados. Se encontraron 3710 instituciones. En la tabla 5 se presentan las 6 primeras, que son aquellas que tienen asociados 100 o más artículos.

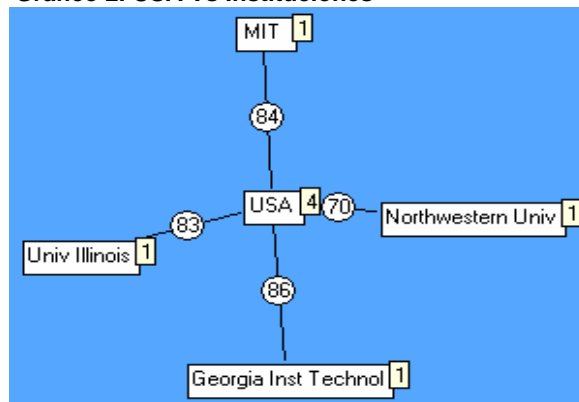
Tabla 5. Publicaciones por institución

Nº	INSTITUCIÓN	CANT
1	Chinese Acad Sci	372
2	Tsing Hua Univ	198
3	CSIC	132
4	Indian Inst Technol	122
5	Harbin Inst Technol	116
6	Russian Acad Sci	109

Fuente Base de datos ISI WOS

4.1.2.1 Redes de Instituciones. El objetivo de esta red es identificar aquellas instituciones asociadas a los países destacados a nivel internacional y suramericano que sobresalen a razón del número de publicaciones que presenta. En el gráfico 2 se observan las instituciones de Estados Unidos que presentan 70 o más publicaciones, de forma similar se realizó para los países de China segundo líder en publicaciones, Brasil líder latinoamericano y Colombia, estas redes se pueden observar en el Anexo 24, junto a las realizadas para autores, revistas y palabras clave.

Gráfico 2. USA Vs Instituciones



Fuente Base de datos ISI WOS

En el caso de Colombia se presenta instituciones extranjeras que colaboraron con instituciones colombianas en la realización de artículos, con un artículo en conjunto se tiene las siguientes relaciones, Texas A&M University de Estados Unidos y la Universidad de los Andes, la institución Argentina Universidad Nacional Mar de Plata con la Universidad Nacional con sede en Medellín, la Universidad Autónoma Nuevo León de México y la Universidad Nacional con sede en Santafé de Bogotá y la Universidad de Sao Paulo, Brasil con Lehigh University, Estados Unidos y la Universidad Nacional con sede en Medellín; con la realización de tres publicaciones en conjunto se tiene a la Universidad de Utah, Estados Unidos y la Universidad de Antioquia; finalmente se tienen tres artículos que fueron realizados si la colaboración de otras instituciones, éstos fueron realizados por la Universidad de Antioquia, la Universidad Nacional con sede en Medellín y la Universidad Nacional con sede en Santafé de Bogotá.

4.1.3 Autores. En el análisis se identificaron 32995 autores, en la tabla 6 se presentan aquellos que cuentan con 24 o más publicaciones. Cabe resaltar que entre los 32995 corresponden a un menor número de investigadores, ya que en numerosas ocasiones se presenta doble registro por errores en la digitación de los nombres.

Tabla 6. Publicaciones por Autor

N°	AUTOR	CANT
1	Zhao, XB	28
2	Li, LT	26
3	Zhang, HJ	25
4	Chen, CH	24

Fuente Base de datos ISI WOS

4.1.4 Revistas. Los artículos han sido publicados en 227 revistas. Las que tiene un mayor número de publicaciones (>500artículos) se encuentran registradas en la tabla 7.

Tabla 7. Revistas con mayor cantidad de publicaciones

N°	REVISTA	CANT
1	Acta materialia	1053
2	Scripta materialia	840
3	Journal of alloys and compounds	671
4	Materials letters	610
5	Materials science and engineering a-structural materials properties microstructure and processing	572

Fuente Base de datos ISI WOS

4.1.5 Año. Las publicaciones usadas en el análisis son publicadas desde el 2001 al 2008 que se encuentran en la base de datos al 5 de noviembre. La distribución se puede observar en el gráfico 14.

Gráfico 3. Tendencia de las publicaciones.



Fuente Base de datos ISI WOS

4.1.6 Palabras Clave. Uno de los aspectos más importantes en el presente ejercicio de vigilancia tecnológica es la identificación de las temáticas de mayor interés a nivel internacional en lo referente al área de materiales. Los términos claves fueron identificados por el software y posteriormente refinados con la ayuda de un experto generándose 34 temáticas, las cuales se pueden observar en la tabla 8.

Tabla 8. No Publicaciones por palabras clave

N°	PALABRAS CLAVE	CANT
1	Properties of materials	2578
2	Metals and alloys	2227
3	Crystallography	1500
4	Polymers	1375
5	Films	1361
6	Composite	1354

N°	PALABRAS CLAVE	CANT
7	Degradation	1353
8	Nanomaterials	1252
9	Minerals	1039
10	Simulation and modelling of materials	950
11	Electronics	880
12	Fracture mechanic	813
13	Particles	603
14	Ceramics	544
15	Building materials	432
16	Glasses	413
17	Fibers	399
18	Catalyst	359
19	Porous	347
20	Batteries	326
21	Gels	312
22	Molecular - sieves	271
23	Magnetims	258
24	Optic	250
25	Electrochemical	236
26	Conductors	213
27	Wear behavior	182
28	Biomaterials	139
29	Hybrid	94
30	Plasma	81
31	Plates	69
32	Foam	69
33	Colloid	56
34	Photonic	38

Fuente Base de datos ISI WOS

El análisis de publicaciones internacionales arroja los siguientes hallazgos:

- Los países destacados en la investigación en el área de materiales son Estados Unidos y China. Estos tienen una cantidad de publicaciones significativamente mayor que Japón, país que les sigue en el ranking, y casi doblan la cantidad que este último presenta.
- El autor líder en Estados Unidos es S. L. Semiatin, quien se encuentra en la posición número 20. En cambio, ocho de los autores líderes en China se encuentran entre las primeras diez posiciones de la clasificación mundial, incluyendo al autor líder. Sin

embargo no todas las publicaciones que se presentan en el ranking de autores se han adjudicado al país oriental. Esto se debe, en numerosos casos, a los convenios internacionales entre instituciones para labores investigativas, o a la presencia de homónimos en este tipo de actividades.

- La cantidad de artículos publicados presentó un incremento considerable en los años 2002 y 2003, sin embargo decayó los dos años siguientes. Luego se inicio un nuevo aumento pero fue débil en comparación con el cambio presentado del 2001 al 2002.
- Las instituciones con mayor número de publicaciones en China, se encuentran entre las 10 líderes a nivel internacional. Esto demuestra la importancia de este país en la investigación de los nuevos materiales. La institución líder en el país oriental es la Chinese Academy of Science cuyo número de publicaciones casi triplica al Tsing Hua Univ, institución China que se encuentra en el segundo lugar. En Estados Unidos se destaca Georgia Institute of Technology que se encuentra en la posición número 12 y en Brasil, país suramericano destacado, se encuentra la Universidad de Sao Paulo que se ubica en el lugar N° 135 a nivel mundial.
- La revista en la que más publican los autores estadounidenses es “Scripta Materialia” y que pertenece a la familia Materialia que consta de 3 revistas diferentes, que se encuentra en segundo lugar a nivel mundial. Mientras que el segundo país en el ranking, presenta este tipo de documentos en mayor número en la revista “Rare Metal Materials And Engineering” que se encuentra ubicada en el décimo tercer lugar del listado internacional y China es el único país que publica en ella. Por su parte Brasil publica sus artículos principalmente en “Materials Letters” y “Materials Science And Engineering A-Structural Materials Properties Microstructure And Processing”, que se encuentran en la posición 4 y 5 del ranking mundial.
- Los artículos colombianos cuentan con el aporte de 3 instituciones de educación superior reconocidas a nivel nacional, se debe destacar que en el caso de la Universidad Nacional, se presentan aportes en dos de sus sedes, la de Medellín y la de Santafé de Bogotá. Se contó con la colaboración de instituciones extranjeras en algunos de los

artículos; pero ninguno de ellos se realizó mediante la cooperación entre instituciones nacionales.

- Estados Unidos presenta como temática líder en investigación, el estudio de propiedades de los materiales con 817 artículos, seguido de metales y aleaciones con 622 y cristalografía con 450. Algo muy similar sucede en China, en donde se encuentran propiedades de los materiales con 377 publicaciones, seguido de metales y aleaciones con 349 y en tercer lugar a diferencia del país líder se encuentra nanomateriales que tiene 282. Algo que llama la atención es la diferencia entre la cantidad de artículos por palabra clave en el país norteamericano, mientras que en el asiático es más homogénea.
- Al igual que en los líderes mundiales, en Brasil los temas en los que se presenta un mayor número de publicaciones es Propiedades de los materiales con 29, seguido muy de cerca por metales y aleaciones con 25. En Colombia la situación varía, la cantidad de artículos es de tan solo 10 y su tema principal es minerales con 3 y Materiales de construcción con 2, el resto de publicaciones se presentan de un artículo por tema.

4.2 ANÁLISIS DE CAPACIDADES NACIONALES

4.2.1 Análisis de grupos de investigación. La búsqueda arrojó 461 resultados los cuales fueron evaluados bajo los criterios de clasificación definidos en la metodología del análisis en el ...numeral 3.1.2.1..., para seleccionar aquellos que aportan al desarrollo de nuevos materiales, obteniéndose un total 175 grupos de investigación que trabajan en el área de materiales. La información utilizada en el siguiente análisis se encuentra en el Anexo 25.

4.2.1.1 Análisis de instituciones. Los grupos de investigación identificados se asociaron a 49 instituciones diferentes que los avalan.

Es posible reconocer las instituciones que aportan al desarrollo del área de nuevos materiales a través de los proyectos y productos desarrollados por los grupos de investigación. En el Anexo 26 se encuentra la lista de instituciones que cuentan con grupos de investigación que aportan y promueven el desarrollo del área de nuevos materiales. Las principales instituciones se relacionan en el Gráfico 4.

Gráfico 4. Principales instituciones que cuentan con grupos de investigación



Elaborado por Autoras del proyecto

Existen grupos en los que trabajan en conjunto varias universidades (2 ó 3). En el Anexo 27 se identifican los grupos de investigación que están asociados a varias universidades, permitiendo el intercambio de experiencias y conocimiento que enriquecen las investigaciones realizadas dentro de los grupos de investigación.

A nivel nacional se encontró el Centro de Excelencia de los Nuevos Materiales (CENM) una institución muy importante en la investigación de materiales, conformada por grupos de investigación de diferentes regiones del país, la información sobre el CENM se puede observar en el Anexo 6.

4.2.1.2 Análisis por departamentos. Se procesó la información de los grupos de investigación en el área para observar el número de grupos existentes en cada uno de los departamentos del país, los resultados se encuentran en la tabla 9.

Tabla 9. Número de grupos por departamento

DEPARTAMENTO	N° DE GRUPOS
Cundinamarca	57
Antioquia	34
Valle del Cauca	22
Santander	21
Boyacá	6
Cauca	6
Risaralda	5
Caldas	5
Norte de Santander	4
Tolima	4
Atlántico	3
Córdoba	2
Nariño	2
Bolívar	1
Cesar	1
Magdalena	1
Quindío	1
TOTAL	175

Elaborado por Autoras del proyecto

Se identifican cuatro departamentos que sobresalen por la cantidad de grupos inscritos en Colciencias y que se relacionan con el área, estos son: Cundinamarca, Antioquia, Valle del Cauca y Santander.

4.2.1.3 Dinámica evolutiva de los grupos⁷⁵. El año 1969 se identifica como el comienzo de la dinámica de creación de los grupos de investigación en el área de materiales. Este evento se relaciona con la creación del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, y la fundación de COLCIENCIAS como fondo de financiación de proyectos. En la década de los ochentas hay una leve reactivación de la dinámica de creación de nuevos grupos, esto coincide con varios eventos como la concesión del primer crédito del BID a COLCIENCIAS para la financiación de proyectos de investigación (1984), la segunda Expedición Botánica en el gobierno del presidente Betancur (1984), los primeros programas de doctorado en ciencias en la U. Nacional (1984), el Foro Nacional de CyT (1987), el año nacional de CyT (1988), y la Misión Nacional de CyT (1989).

A partir de 1990 se registró una tendencia al aumento de creación de grupos de investigación por año que se relaciona con la sanción en ese mismo año de la Ley 29 para el fomento de la actividad científica y tecnológica y del decreto 1767 que reforma a COLCIENCIAS y crea del Sistema nacional de ciencia y tecnología, además con la aprobación de la segunda fase del Crédito del BID (1990-1994), la Misión de Ciencia, Educación y Desarrollo (1993), la aprobación del primer documento Conpes de CyT (1994), la tercera fase del crédito del BID (1994-1998) y la creación del Sistema Nacional de Innovación- SNI en 1995.

Cabe resaltar el año 2000 como el año en el que se crean el mayor número de grupos de investigación. En ese mismo año se crea el Observatorio de Ciencia y Tecnología - OcyT y se sanciona la ley 633 que con los artículos 12 y 30 incentivan la investigación. En el 2001 se sanciona la ley 643 y el decreto 2878 que se constituyen también en incentivos para la dinámica analizada. En el año 2003, el programa de apoyo a doctorados nacionales comenzó a hacer parte del proyecto ACCES (COLCIENCIAS, Banco Mundial). En los últimos años se registra una leve caída en la dinámica de creación de grupos de investigación en el área de desarrollo de nuevos materiales, sin embargo, COLCIENCIAS realiza esfuerzos por que la dinámica de la investigación en la nueva sociedad del conocimiento sea sobresaliente. Actualmente está en debate en el congreso el proyecto de la Ley de Ciencia y Tecnología radicada el 20 de Julio de 2007 que entre otras cosas busca convertir a COLCIENCIAS en Departamento Administrativo, de forma que ya no dependa del Departamento Nacional de Planeación y tenga autonomía para formular políticas de Estado. Esta dinámica se representa en el gráfico 5. A su vez los elementos históricos mencionados, y otros más que han influido en el proceso, se encuentran expuestas en el gráfico 1, Anexo 28.

4.2.1.4 Líneas de investigación. Se examinaron las líneas de investigación declaradas por cada uno de los grupos y se extrajeron aquellas que tenían relación con el área de materiales, las cuales se agruparon en líneas temáticas más amplias encontrándose de esta forma, los temas del área en los cuales trabajan los grupos de investigación colombianos. La información obtenida se puede observar en la tabla 10.

Gráfico 5. Dinámica evolutiva de grupos de investigación



Elaborado por Autoras del proyecto

Tabla 10. Número de grupos por línea de investigación.

#	LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	N° GRUPOS
1	Desarrollo, caracterización y síntesis de nuevos materiales	37
2	Biomateriales	26
3	Materiales poliméricos	24
4	Recubrimientos	21
5	Nanomateriales	20
6	Materiales magnéticos y magnetismo	19
7	Materiales Metálicos	18
8	Materiales de Construcción	17
9	Conductores	15
10	Materiales cerámicos	15
11	Minerales	13
12	Metalurgia	12
15	Películas delgadas	12
13	Materiales compuestos	11
14	Reciclaje	11
16	Partículas y material granulado	11
17	Óptica	10
18	Catálisis	10
20	Pavimentos y Asfaltos	10
19	Electrónica	9
21	Modelamiento y simulación	9
22	Degradación de materiales	9
23	Tribología	7
25	Plasma	6
24	Sensores	5
26	Sólidos	5

#	LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	N° GRUPOS
27	Productos naturales	5
28	Falla y fractura	4
29	Materiales híbridos	3
30	Propiedades de los materiales	3
31	Material Poroso	3
32	Textiles	2
33	Ciencia de los materiales	2
34	Láser	2
35	Materiales para celdas de combustible	1
36	Material para la industria del papel	1
37	Materiales de Impresión	1
38	Trazas en materiales	1
39	Espumas	1
40	Materiales absorbentes	1
41	Materiales estáticos	1
42	Aislantes	1
43	Materiales ingenieriles	1
44	Materiales moleculares orgánicos	1
45	Aplicaciones Biológicas de la Radiación Coherente	1

Elaborado por Autoras del proyecto

El criterio principal para agrupar las líneas de investigación, fue el uso de palabras clave en la denominación de las mismas. Se contó con la colaboración del líder del área estratégica para elaborar y validar dicho criterio. Se identificaron un total de 45 palabras que se exponen en la tabla 10, donde se incluyen 11 líneas con un solo grupo de investigación asociado. Estas 11 líneas no se excluyen del análisis, ya que serán confrontadas con otros factores como el análisis de publicaciones y patentes, las capacidades de la universidad, entre otros, para poder realizar una propuesta concreta de líneas de investigación para el área estratégica de materiales.

Las líneas de investigación reflejan a los materiales como un área transversal que con su evolución fortalecen el crecimiento y desarrollo de otras temáticas. Es posible observar líneas que hacen referencia a los materiales que se enfocan en el estudio y desarrollo de materiales aplicados a una industria específica, como lo son los textiles, la industria del papel, materiales para celdas de combustible, entre otras. Se advierte que los temas tradicionales del área como lo son los polímeros, compuestos, metales, los materiales

magnéticos y cerámicos, siguen en proceso de evolución y son significativos en el desarrollo del área.

4.2.1.5 Masa crítica. De la información obtenida en COLCIENCIAS para cada uno de los grupos que trabajan en el área de materiales se analizó el número de investigadores existente según su nivel académico, lo cual se puede observar en la tabla 11.

Tabla 11. Masa crítica

TITULO	CANTIDAD
PhDs	682
Master	474
Especialistas	91
Profesionales	207
Especialización-residencia médica	6
TOTAL	1460

Elaborado por Autoras del proyecto

El análisis permitió contemplar que existe una cantidad considerable de doctores, especialistas y profesionales que trabajan en los grupos de investigación relacionados con la temática. Por otro lado se registra una menor cantidad de especialistas en comparación con la cantidad de doctores y profesionales que se encuentran en la labor investigativa. Esta situación se explica, ya que son los programas de maestría, doctorado y postdoctorado los que tienen como fundamento y ámbitos necesarios de su actividad, la investigación. La cantidad de Especialistas – residencia médica es considerablemente menor debido a que son pocos los grupos de investigación en el área de materiales que trabajan en el sector de la salud.

El número de personas en cada clasificación de talento humano puede estar levemente distorsionado. Es posible que existan menos investigadores por nivel de formación. Esto se presenta, ya que no se tiene en cuenta el hecho que un mismo investigador trabaje y aporte sus conocimientos y experiencia a dos o más grupos de investigación y por lo tanto esté registrado en la base de datos de cada uno.

4.2.1.6 Producción científica tecnológica. Se observó la producción registrada por cada uno de los grupos en Colciencias para contemplar el aporte que estos daban al desarrollo del área en Colombia encontrándose la información contenida en la tabla 12.

Tabla 12. Producción de los grupos de investigación.

PRODUCTO	CANTIDAD
Artículos de investigación	6162
Capítulos de libro	332
Libros de investigación	96
Literatura gris	802
Normas basadas en Investigación	20
Producción Artística	13
Productos asociados	341
Productos de divulgación	8661
Tesis y trabajos de grado	3707
otros	4842
No patentados protegidos secreto industrial	34
patentados o registrados	109
TOTAL	25119

Elaborado por Autoras del proyecto

En esta parte del análisis se puede observar que los grupos de investigación presentan cantidades significativas de productos de divulgación y artículos de investigación, seguidos de tesis y trabajos de grado, lo cual refleja el interés por compartir con la comunidad interesada en el tema los adelantos y conclusiones obtenidas por medio de la labor que realizan, y de esta manera apoyan el desarrollo de la industria colombiana.

Llama la atención en los productos de los grupos de investigación la poca cantidad de productos patentados o registrados en comparación al número de actividades de investigación que realizan, esto se debe a que no existen en el país, suficientes estímulos para este tipo de productos.

También se debe aclarar que la producción enunciada no pertenece totalmente al área de materiales, ya que un número considerable de los grupos no trabajan exclusivamente en esta temática.

4.2.1.7 Análisis según programa nacional de ciencia y tecnología. Los grupos de investigación registrados en Colciencias se encuentran clasificados según el programa nacional de ciencia y tecnología primario y secundario, los cuales permiten identificar claramente el enfoque de trabajo de cada grupo. Colciencias no tiene ningún programa relacionado directamente con el área estratégica de materiales y el gran número de programas asociados a los grupos, refleja lo transversal del área. Los resultados del análisis que se refieren a la cantidad de grupos presentes por programa nacional, se reflejan en la tabla 13.

Tabla 13. Número de grupos por programa nacional de ciencia y tecnología

PROGRAMA NACIONAL	1era LÍNEA	2da LÍNEA
Biotecnología	3	6
Ciencia y Tecnología de la Salud	9	7
Ciencia y Tecnología del Mar	0	0
Ciencia y Tecnologías Agropecuarias	0	1
Ciencias Básicas	76	41
Ciencias Sociales y Humanas	1	0
Ciencias del Medio Ambiente y el Hábitat	11	13
Desarrollo Tecnológico Industrial y Calidad	52	49
Electrónica, Telecomunicaciones e Informática	3	12
Estudios Científicos de la Educación	1	5
Investigaciones en Energía y Minería	15	21
Ciencias de la Salud - Odontología	1	0
No Aplica	1	17
Ciencias Exactas y de la tierra - Química	2	0
No tiene	0	3

Elaborado por Autoras del proyecto

Los grupos que apoyan el desarrollo del área de materiales se encuentran relacionados en una mayor proporción con el programa de ciencias básicas y desarrollo tecnológico, industrial y calidad, lo cual indica el apoyo de las ciencias básicas al desarrollo del área y la aplicación que estos estudios tienen sobre el fortalecimiento del sector industrial.

4.2.1.8 Estatus de los grupos de investigación. COLCIENCIAS clasifica los grupos de investigación en tres niveles que son A, B y C, que se asignan de acuerdo a criterios

preestablecidos en el 2004. Existe una clasificación básica para aquellos grupos nuevos, estos niveles son: registrado, registrado y avalado, reconocido y no reconocido. Cabe aclarar que en la convocatoria realizada para diciembre de 2008 la categorización de los grupos y otros aspectos fueron modificados en la base de datos de COLCIENCIAS.

Los grupos que trabajan en el área de materiales se encuentran distribuidos en el escalafón de Colciencias, como se puede observar en la tabla 14.

Tabla 14. Estatus de los grupos de investigación.

ESTATUS	N° DE GRUPOS
A	68
B	37
C	32
Registrado	18
Registrado y avalado	17
Reconocido	4
No Reconocido	1

Elaborado por Autoras del proyecto

El 58.11% de los grupos se encuentran en la categoría A que son aquellos con una actividad investigativa mayor, representada en la cantidad de productos obtenidos a partir de su labor. Cabe resaltar que la mayor cantidad de grupos pertenecen a los niveles superiores de la clasificación y los que se encuentran en lugares inferiores son grupos jóvenes, que hasta ahora inician actividades, tal es el caso del grupo NO Reconocido, que es el “Centro de Biomateriales – CBIO” perteneciente a la Universidad Industrial de Santander, quien inicio labores en el 2005.

La última actualización del escalafón se realizó en el 2006, y en el tiempo transcurrido los diferentes grupos han desarrollado nuevos trabajos que posiblemente reflejarán un aumento en la cantidad de grupos en los niveles superiores o cambios en la distribución de los grupos en los diferentes estatus.

En el análisis de capacidades nacionales se resaltan los siguientes elementos identificados en la información obtenida al realizar la búsqueda, procesamiento y análisis de los datos:

- Se identificaron grupos de investigación asociados a diferentes instituciones a nivel nacional. Estas alianzas permiten el intercambio de experiencias y conocimiento que enriquecen las investigaciones realizadas dentro de los grupos de investigación, y permiten la consolidación de áreas estratégicas desvinculadas de programas académicos e instituciones.
- Las alianzas entre los grupos de investigación, redes y centros de excelencia facilitan, al mismo tiempo, la transferencia de tecnología a las empresas para que desarrollen procesos eficientes y productos de mayor valor para sus clientes.
- El hecho que un departamento tenga asociados más grupos de investigación del área estratégica proporciona un importante apoyo al desarrollo de aquellas industrias en la región cuyas actividades se vean favorecidas con las investigaciones realizadas. A su vez, facilita la asociación de los grupos, dándole más valor a las investigaciones realizadas. A partir de la identificación de los diferentes grupos por departamento, es posible observar incidencia de estos grupos tienen o podrían tener en el desarrollo de la industria del mismo.
- En la dinámica de evolución de los grupos de investigación se identifican diferentes periodos y comportamientos que se pueden asociar con diferentes eventos particulares, políticas de fomento a la investigación en general o área específica, entre otros factores. Por lo tanto se destaca la importancia de la gestión política para el fomento a la investigación.
- Es necesario estudiar más a fondo la dinámica de evolución de los grupos de investigación, pues facilita identificar elementos que inciden en el desarrollo del área estratégica. Por consiguiente se realiza en el presente proyecto un análisis estructural para identificar las variables claves y la forma como éstas se interrelacionan. De esta manera se logra una mejor comprensión del contexto general del área y facilitar el desarrollo de la misma.

- Se identifica la inestabilidad técnica de la aplicación CyTT como una limitante para la búsqueda y recopilación de información de los grupos de investigación actividad que se realizó en septiembre de 2008.
- La línea de investigación con mayor cantidad de grupos fue “Desarrollo, caracterización y síntesis de nuevos materiales”, esto se debe a que existen grupos que no se enfocan en una aplicación específica del material y su campo de acción es más amplio, y de esta manera definen una línea general que no permite identificar claramente tecnologías del área.
- Los materiales tradicionales tienen un gran número de grupos que trabajan en su investigación lo que demuestra la constante y fuerte evolución de los mismos, al igual que su importancia en el desarrollo de la sociedad.
- Existen varias líneas de investigación que no se clasificaron debido a que no se encontró una relación clara con las temáticas que las agruparan. No significa que estas carecen de importancia. Una hipótesis que se maneja entre algunos expertos consultados al interior de la universidad es que dichas líneas requieran para su estudio de ciertos recursos, equipos ó tecnología difíciles de adquirir por los diferentes grupos de investigación, impidiendo que estos se interesen en ellas.
- Los grupos de investigación presentan cantidades significativas de productos de divulgación y artículos de investigación, seguidos de tesis y trabajos de grado, lo cual refleja el interés por compartir con la comunidad interesada en el tema los adelantos y conclusiones obtenidas por medio de la labor que realizan, y de esta forma apoyan el desarrollo de la industria colombiana. A su vez llama la atención los pocos elementos patentados en comparación al número de productos de investigación que realizan. Actualmente se despierta el interés y se adelantan esfuerzos para fomentar el patentamiento de los productos de investigación.
- Los grupos que apoyan el desarrollo del área de materiales se encuentran relacionados en una mayor proporción con el programa de ciencias básicas y desarrollo

tecnológico, industrial y calidad, lo cual permite un desarrollo desde la base del conocimiento que luego se aplica en diferentes áreas del mismo. A su vez se puede observar que existen grupos, aunque en proporciones más pequeñas, en los demás programas nacionales lo que expone a los materiales como un área transversal en el conocimiento y aplicación.

4.2.2 Análisis de programas académicos. A partir de este análisis se busca identificar la capacidad que tiene el país para la formación de profesionales que contribuyan al desarrollo de nuevos materiales. Con el fin de tener en cuenta las instituciones que con sus programas realmente aportan al área estratégica, se tuvieron en cuenta sólo aquellas instituciones que cuentan con grupos de investigación en la misma. En el Anexo 28, se encuentra la base de datos del análisis de programas académicos.

4.2.2.1 Segundo criterio de selección y clasificación de los programas de educación que aportan al área. En la realización de dicha búsqueda, se presentaron unas situaciones que es importante resaltar para una mejor comprensión del análisis, las cuales se comentan en el Anexo 30.

Las universidades que se tienen en cuenta para el presente análisis son aquellas que tienen grupos de investigación del área de materiales, éstas se pueden observar en el Anexo 31. La institución con mayor cantidad de programas asociados es la Universidad Nacional de Colombia esto se debe a que se tienen en cuenta tres sedes de la institución, que son Manizales, Medellín y Santafé de Bogotá, en segundo lugar se encuentra la UIS, de la cual se cuenta con mayor información, seguidas de la Universidad de Antioquia, la Universidad del valle y la Universidad de los Andes.

Se encontraron no solo universidades sino alianzas entre instituciones y universidades que ofrecen los diferentes planes de estudio. A su vez existen fundaciones y escuelas que ofrecen programas que aportan al área.

En el caso de EAFIT se debe tener en cuenta que tiene 2 programas basados en un trabajo conjunto con el Instituto de Capacitación de Investigación del Plástico y del Caucho (ICIPC), luego es también una de las instituciones con alta oferta de planes educativos.

Cobertura de los programas académicos. Se analizaron los departamentos y la cantidad de programas académicos que se ofrecen en ellos, en el gráfico 6 se puede observar la distribución de los mismos.

En el gráfico se identifica que el departamento con mayor cantidad de programas académicos que aportan al área es Cundinamarca, esta situación se esperaba, ya que se identificaron 12 instituciones en la ciudad de Santafé de Bogotá, entre las cuales se encuentran 2 que encabezan la lista de las entidades con mayor cantidad de planes educativos; estas son la Universidad Nacional de Colombia con su sede en Bogotá D.C que ofrece allí 8 programas académicos y la Universidad de los Andes que dispone de 7 programas académicos.

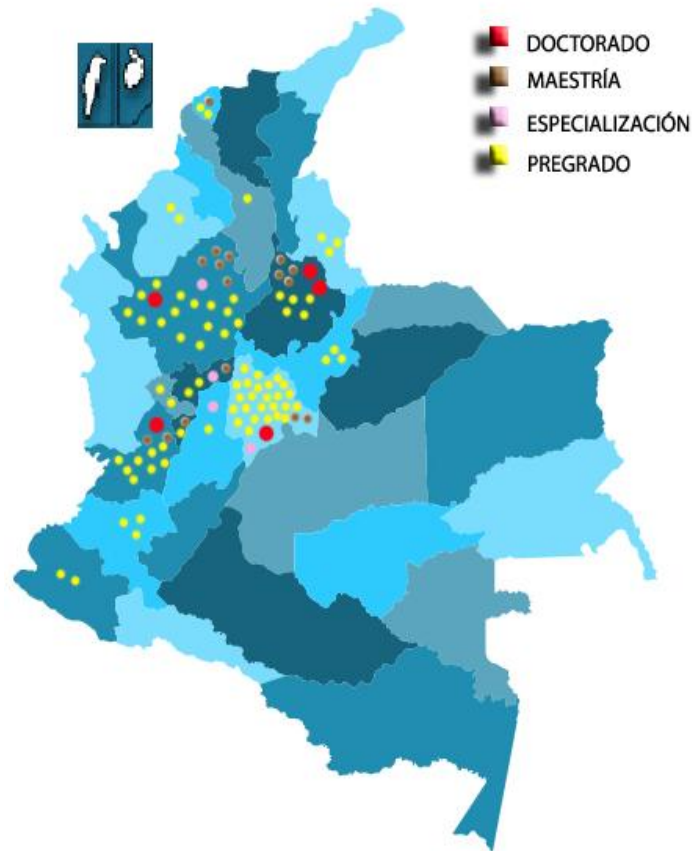
Una situación similar se presenta en Antioquia donde existen 8 instituciones de las cuales 3 poseen una cantidad significativa de planes de estudio que aportan a las labores investigativas del área. Estas instituciones son la Universidad Nacional de Colombia con sede en Medellín que ofrece 4 programas académicos, EAFIT que tiene en total 6 planes de estudio, de los cuales 2 son en unión con el Instituto de Capacitación e Investigación del Plástico y del Caucho (ICIPC) y la Universidad de Antioquia que cuenta con 9 programas educativos.

En departamento del Valle cuenta también con una oferta importante de programas al igual que el departamento de Santander, el cual cuenta con una mayor oferta de programas académicos de Doctorado y maestría.

Según estudios donde se compara el desarrollo económico y elementos de competitividad entre las regiones^(*), es de esperarse que los departamentos de Cundinamarca y Antioquia lideren el listado de los departamentos con mayor número de programas e instituciones oferentes de los mismos. Cabe resaltar que según los criterios determinados

para incluir los programas académicos dentro del presente análisis, en Santander, el 100% de los programas académicos en los diferentes niveles, son ofrecidos por la UIS y es la institución que ofrece un mayor número de programas a nivel nacional

Gráfico 6. N° de programas académicos por departamento



Elaborado por Autoras del proyecto

En el departamento del Valle del Cauca 3 entidades educativas, la Universidad Autónoma de Occidente, la Universidad Santiago de Cali y la Universidad del Valle, tienen respectivamente 1, 2 y 8 programas. De estas instituciones, la última es una de las que lidera el ranking de programas del área por institución.

En tres departamentos, Atlántico, Caldas y Norte de Santander se encontraron dos instituciones que ofrecen planes de estudio los cuales apoyan a los grupos de investigación del área de materiales.

Programas Académicos. Es importante conocer cuáles son aquellos programas académicos que se encuentran aportando al desarrollo de los materiales en Colombia desde los diferentes grupos de investigación que trabajan en el área. Esta distribución se puede observar en el Anexo 32.

Los programas más ofrecidos y que trabajan junto a los grupos de investigación son en su mayoría de pregrado, con excepción de la maestría en química, que también se encuentra entre las destacadas. Igualmente se identifican las carreras de ingeniería metalúrgica que se relaciona con el área de acuerdo con el estudio realizado por la ACOFI (ver Anexo 33), y el programa de ingeniería de materiales.

Se observa la presencia de dos programas de ciencias básicas que lideran la lista, estos son Química y Física. También se encuentran licenciaturas y algunos programas del sector salud. Los otros programas existentes son ingenierías que aportan a la investigación en el área. Los programas restantes corresponden a especializaciones, maestrías y doctorados, que individualmente no poseen una cantidad importante, sin embargo, en conjunto tienen un peso importante.

En la tabla 15 se resumen los programas académicos por nivel, ofrecidos según la búsqueda bajo el segundo criterio. Dentro de la clasificación de otros se incluyen los programas de arquitectura y construcción y gestión en arquitectura.

Tabla 15. Resumen programas académicos

NIVEL	PROGRAMA ACADEMICO	N° DE PROGRAMAS	TOTAL PROGRAMAS POR NIVEL
Pregrado	Licenciaturas	2	76
	Ingenierías	47	
	Ciencias básicas	22	
	Otras	2	
	Programas de salud	3	
Postgrado	Especialización	4	25
	Maestría	16	
	Doctorado	5	
TOTAL PROGRAMAS ACADÉMICOS			101

Elaborado por Autoras del proyecto

Se identificaron los siguientes elementos por resaltar en el análisis de publicaciones:

- El país cuenta con una oferta importante de programas académicos que están relacionados directa y explícitamente con el área estratégica de nuevos materiales asociada a 14 instituciones que realizan investigación en 7 departamentos diferentes, identificados bajo el primer criterio de búsqueda de programas académicos.
- Al utilizar un criterio de búsqueda más exhaustivo (grupo por grupo), se encontró un gran número de programas que no están directamente relacionados con el área estratégica de materiales pero que realizan investigaciones que aportan al desarrollo de la misma, por lo que se confirma lo transversal del tema y la importancia de las alianzas y creación de áreas estratégicas que fomenten la integración de conocimientos para la aplicación de los mismos en diferentes aplicaciones industriales e ingenieriles.
- Los programas de Ingeniería, Arquitectura y Salud, encuentran en la investigación sobre nuevos materiales un soporte importante para el desarrollo de sus respectivas disciplinas y de esta manera para el desarrollo de la economía, cuidado del medio ambiente y bienestar sociedad en general.

4.2.3 Análisis de publicaciones nacionales. En la búsqueda de publicaciones nacionales, luego de refinarla se encontraron un total de 713 artículos, que se analizó como se presenta a continuación. En el Anexo 22 se pueden ver información sobre los líderes identificados en este análisis. La información del análisis de publicaciones nacionales se puede encontrar en el Anexo 23.

4.2.3.1 Instituciones. Se identificaron un total de 160 instituciones que relacionados con las publicaciones nacionales, de las cuales 123 pertenecen a otras nacionalidades y trabajan en conjunto con las colombianas. En el Anexo 34 se presenta el listado de las instituciones nacionales en la tabla 1 y de las internacionales en la tabla 2, en el gráfico 7 se pueden observar las nacionales que presentan más de 50 artículos en el área.

Gráfico 7. Principales instituciones colombianas con publicaciones del área



Elaborado por Autoras del proyecto

Se identifica como líder a la Universidad Nacional de Colombia con sede en la Ciudad de Santafé de Bogotá, cuya institución supera en su tercera parte a la universidad del valle que presenta una cantidad similar a la Universidad de Antioquia. Estas tres Instituciones tienen más de 100 artículos del área en el análisis, luego encontramos a la Universidad Industrial de Santander con 66 publicaciones y la Universidad de los Andes con 54.

4.2.3.2 Autores. En la búsqueda de publicaciones nacionales se encontraron 160 autores, en el Anexo 35 se presenta el listado y en el gráfico 8 se observa los principales, aquellos que tienen más de 13 artículos.

4.2.3.3 Año. Las publicaciones se encontraron desde 1970 a 2009, en el gráfico 9 se observa la tendencia de estas. En los primeros 15 años el número de artículos por año no fue significativo, razón por la cual no se presentan éstos en el gráfico. Las publicaciones que se presentan en el año 2009 son pocas ya que la búsqueda se realizó al comienzo del año. Al observar el comportamiento del gráfico, se espera que la cantidad de este año sea mayor que la del 2008.

Gráfico 8. Principales autores con publicaciones colombianas



Elaborado por Autoras del proyecto

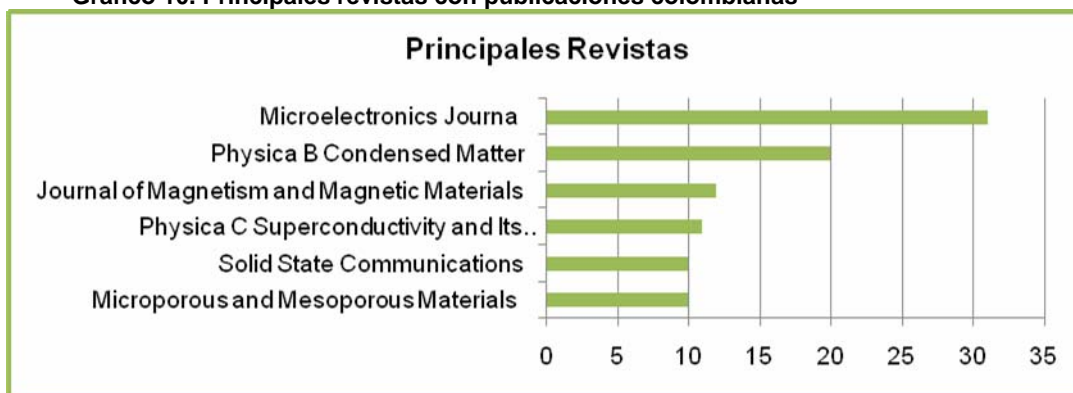
Gráfico 9. Tendencia de las publicaciones nacionales



Elaborado por Autoras del proyecto

4.2.3.4 Revista. Los 713 artículos se publicaron en 160 revistas las destacadas se pueden observar en el gráfico 10.

Gráfico 10. Principales revistas con publicaciones colombianas



Elaborado por Autoras del proyecto

4.2.3.5 Palabras clave. Las publicaciones nacionales encontradas en Scopus hacen referencia a 18 palabras clave, propias del área estratégica de materiales, que se pueden observar en la tabla 16.

Tabla 16. Palabras clave de publicaciones nacionales

N°	KEYWORDS	CANT.
1	Properties of materials	131
2	Magnetism and magnetic	88
3	Crystallography	53
4	Conductors	51
5	Porous	40
6	Characterization and synthesis	36
7	Metals and alloys	34
8	Electronics	34
9	Films	27
10	Optic	26
11	Degradation	23
12	Nanomaterials	19
13	Catalyst	16
14	Coal	16
15	Composites	15
16	Building materials	11
17	Ceramics	7
18	Minerals	7

Elaborado por Autoras del proyecto

4.3 ANÁLISIS DE CAPACIDADES INSTITUCIONALES

4.3.1 Análisis de grupos de investigación. En la realización de vigilancia tecnológica del área de los nuevos materiales para la Universidad Industrial de Santander se requería conocer la labor que se realiza y los recursos con los que cuenta la institución para el desarrollo de la temática.

Se efectuó un análisis de capacidades de la entidad educativa, haciendo uso de la aplicación CyTT. Se identificaron 19 grupos que trabajan en área en la UIS sobre los cuales, a continuación, se realiza un análisis, la información de estos grupos se encuentra en el Anexo 25.

4.3.1.1 Área de conocimiento. La aplicación CyTT de Colciencias, que reúne a los grupos de investigación del país, tiene en su base de datos un ítem que identifica el área de conocimiento en la cual las diferentes instituciones de investigación trabajan para el desarrollo y alcance de sus objetivos. Los grupos de la UIS se encuentran distribuidos como se puede observar en la tabla 17.

Tabla 17. N° de grupos UIS clasificados por área de conocimiento

ÁREA DE CONOCIMIENTO	N° DE GRUPOS
Ciencias Exactas y de la Tierra - Física	5
Ingenierías - Ingeniería de Materiales y Metalúrgica	4
Ciencias Exactas y de la Tierra - Química	3
Ciencias	2
Ingenierías - Ingeniería Química	2
Ingenierías - Ingeniería Civil	1
Físico - Química	1
Ciencias Biológicas - Bioquímica	1

Elaborado por Autoras del proyecto

Los 19 grupos están inscritos a 8 áreas de conocimiento de las establecidas por Colciencias. Se presenta un aporte significativo de grupos inscritos en ciencias exactas e ingenierías como su área de conocimiento. Esto demuestra como la química y física proporcionan la base teórica y fundamental para el desarrollo de nuevos materiales que luego son aplicados en la industria y desarrollados con el apoyo de las ingenierías. De ahí la importancia de la conformación de un área estratégica para que todos estos conocimientos se compartan y se realicen proyectos de investigación que brinden soluciones integrales a los problemas ingenieriles.

4.3.1.2 Dinámica evolutiva de los grupos. Con el objetivo de identificar el desarrollo de la investigación en el área por parte de la institución y señalar una tendencia, el gráfico 11 relaciona los años de creación de los diferentes grupos. No se observa una tendencia clara, en los años 1980, 1986, 2004 y 2005 se crean dos grupos, mientras que en los años 1984, 1987, 1990, 1991, 1993 - 1998, 1999 y 2001, se crea tan solo 1 grupo.

Gráfico 11. Dinámica de formación de grupos



Elaborado por Autoras del proyecto

4.3.1.3 Líneas de investigación. Para el análisis de las líneas de investigación, se seleccionaron las líneas de cada grupo que se relacionaban con el área de materiales y se agruparon por palabras clave para dar origen a líneas más generales y así facilitar la determinación de temas claves en el desarrollo de la actividad investigativa. Los resultados obtenidos se encuentran agrupados en la tabla 18.

Tabla 18. Líneas de investigación

#	LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	Nº DE GRUPOS
1	Biomateriales	4
2	Desarrollo, caracterización y síntesis de nuevos materiales	4
3	Nanomateriales	3
4	Degradación de materiales	3
5	Catálisis	2
6	Materiales cerámicos	2
7	Materiales poliméricos	2
9	Tribología	2
10	Materiales de Construcción	2
11	Recubrimientos	2
12	Modelamiento y simulación	2
13	Películas delgadas	2
8	Reciclaje	1
14	Conductores	1
15	Falla y fractura	1
16	Óptica	1
17	Partículas y material granulado	1
18	Minerales	1
19	Trazas en materiales	1

#	LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	Nº DE GRUPOS
20	Plasma	1
21	Pavimentos y asfaltos	1
22	Productos naturales	1

Elaborado por Autoras del proyecto

En la Universidad no se observa una tendencia marcada en la investigación del área ya que la distribución de grupos por línea de investigación es muy homogénea, aunque se encuentra que las 4 primeras en el ranking son: biomateriales, desarrollo, caracterización y síntesis de nuevos materiales cada una con cuatro grupos, y nanomateriales y degradación de materiales con 3 grupos. Cabe destacar que al un grupo declarar como suya una línea de investigación, no significa que éste se encuentre enfocado de lleno a dicho tema, lo que se puede decir es que tiene la capacidad para trabajar en tal.

En conclusión, según lo declarado por los grupos de investigación en su portafolio, la Universidad tiene la capacidad de investigar en 21 temáticas del área de materiales y se tiene mayor disposición por número de grupos para trabajar en biomateriales, nanomateriales y degradación de materiales. En cuanto a la línea de desarrollo, caracterización y síntesis de nuevos materiales, se puede decir que es muy amplia y no aporta a la definición de elementos específicos de estudio en el área estratégica.

4.3.1.4 Masa crítica. Uno de los aspectos importantes en un análisis de capacidades es la identificación del talento humano que trabaja en la actividad desarrollada. Para esto se recopiló la información de los investigadores contenida en los perfiles de los grupos de materiales de la institución, en la base de datos de COLCIENCIAS. La información encontrada se encuentra clasificada según el nivel de formación en la tabla 19.

Tabla 19. Masa Crítica

TITULO	CANTIDAD
PhDs	71
Master	26
Especialistas	2
Profesionales	6
Estudiantes (Pregrado-Posgrado)	2

Elaborado por Autoras del proyecto

En este análisis se encontró que la institución cuenta con 71 investigadores con título de doctorado que trabajan en los 18 grupos de investigación, con un promedio de 4 doctores por grupo. Cabe resaltar que el registro de doctores puede ser mayor, debido a que un doctor puede trabajar en dos grupos al tiempo y por lo tanto exista duplicidad en el registro. Actualmente la VIE trabaja en la actualización de los portafolios de los grupos para tener un registro de masa crítica más cercano a la realidad. También se cuenta con el apoyo personal con título de maestría, especialización y de pregrado y con estudiantes de la institución de programas de pregrado y postgrado.

4.3.1.5 Producción científica tecnológica. Los productos de los grupos de investigación son resultado de los diferentes trabajos e investigaciones llevadas a cabo por los mismos, en ellos se encuentra el aporte que han dado al desarrollo de la ciencia y la tecnología. En la tabla 20 se encuentra recopilada la información acerca de los productos de los grupos del área.

Tabla 20. Productos de investigación

PRODUCTO	CANTIDAD
Artículos de investigación	521
Capítulos de libro	40
Libros de investigación	5
Literatura gris	77
Normas basadas en Invest.	0
Producción Artística	0
Productos asociados	55
Productos de divulgación	808
Tesis y trabajos de grado	487
otros	538
No patentados protegidos secreto industrial	0
patentados o registrados	10

Elaborado por Autoras del proyecto

Existe un número importante de proyectos de grado debido a la existencia de programas académicos de pregrado, maestría y doctorado que apoyan el área y en los cuales se requiere la realización de un trabajo de grado, el cual se puede realizar bajo la modalidad de investigación, lo que permite la vinculación de los estudiantes a los distintos grupos, y la formación de talento humano que enriquece las labores de investigación.

Se observa una cantidad significativa de productos de divulgación que son los “relacionados con las actividades de divulgación y extensión de investigación de los grupos tendientes a la apropiación social del conocimiento”.⁷⁶ Esto representa el compromiso que existe por parte de los grupos con la sociedad y su nivel de conocimientos científicos.

También se tienen productos registrados que “son aquellos resultados que han sido patentados o registrados nacional o internacionalmente en las entidades que para tal fin estén establecidas, a esta categoría pertenecen entre otros: Productos tecnológicos, diseños industriales, esquemas de trazado de circuito integrado, software de desarrollo en informática, software aplicado especializado, procesos analíticos, etc.”⁷⁷ Algunos de estos productos están en trámites de patentamiento.

Las actividades de generación de nuevo conocimiento, la calidad del mismo y las actividades de divulgación y de formación son considerados para la clasificación del grupo de investigación en una la categoría. Esta evaluación se realiza en una ventana de tiempo específica, por esta razón los grupos deben estar en constante desarrollo de nuevos productos que aporten realmente a la generación de nuevos conocimientos que puedan transferirse a la sociedad. Información más detallada sobre el nuevo modelo de medición de los grupos del 2008 aprobado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, se encuentra en la página *web* de Colciencias.

4.3.1.6 Programa nacional de ciencia y tecnología. “Se entiende por Programa de Ciencia y Tecnología un ámbito de preocupaciones científicas y tecnológicas estructurado por objetivos, metas y tareas fundamentales, que se materializa en proyecto y otras actividades complementarias que realizarán entidades públicas o privadas, organizaciones comunitarias o personas naturales”⁷⁸

Para el análisis de los programas solo se tuvieron en cuenta aquellos los inscritos en los grupos de investigación de la UIS, el resultado se puede ver en la tabla 21.

Tabla 21. Grupos por programa nacional de ciencia y tecnología.

PROGRAMA NACIONAL	1era LÍNEA	2da LÍNEA
Biotecnología	0	2
Ciencia y Tecnología de la Salud	1	1
Ciencias Básicas	10	2
Ciencias del Medio Ambiente y el Hábitat	1	3
Desarrollo Tecnológico Industrial y Calidad	3	7
Electrónica, Telecomunicaciones e Informática	0	3
Investigaciones en Energía y Minería	4	1

Elaborado por Autoras del proyecto

4.3.1.7 Estatus de los grupos de investigación. A partir del año 2004 se estableció la clasificación formal de los grupos en niveles A, B, y C. En el año 2006 se ejecutó la última convocatoria para la actualización de los grupos de investigación. A finales del 2008 se realizó una convocatoria para una nueva clasificación y la realización de cambios en el sistema actual. En la tabla 22 se puede observar la distribución de los grupos de la UIS en el área de materiales según la clasificación del año 2006.

Tabla 22. Estatus de los grupos de investigación UIS

ESTATUS	N° DE GRUPOS
A	5
B	4
C	6
Registrado	2
Reconocido	1
No Reconocido	1

Elaborado por Autoras del proyecto

Los grupos relacionados con el área de materiales se encuentran distribuidos en los diferentes niveles de clasificación posible en Colciencias. Tan solo un grupo no ha sido reconocido por esta entidad debido al corto tiempo que tiene en funcionamiento, el grupo es el Centro de Biomateriales – CBIO. Se espera que sea reconocido y clasificado a principios del año 2009. Durante el corto periodo de labores del grupo, éste ha desarrollado varios productos relacionados con el área, por lo cual se encuentra en el listado de grupos con relación directa al desarrollo de los nuevos materiales.

Se resalta la existencia de 5 grupos en categoría A que es el nivel más alto en el que se puede encontrar un grupo en Colciencias, lo cual implica un destacado trabajo de los integrantes de los grupos. En los niveles B y C se encuentra otra cantidad significativa de

grupos, esta clasificación indica un desempeño importante y un aporte real y verificable, al desarrollo del área en la institución.

4.3.1.8 Dinámica de creación de grupos por línea de investigación. Para poder observar una posible tendencia en el surgimiento de las líneas de investigación se organizaron éstas con la fecha de creación de los grupos que tienen en su temática de trabajo cada sub-área. La información se encuentra en el gráfico 1, en el anexo 36.

En el gráfico se puede observar que existen tres grupos que trabajan en Biomateriales que fueron creados recientemente y el cuarto fue creado varios años atrás, esta es la tendencia más representativa.

De las líneas que solo tienen un grupo asociado la única que se formó en la década del 2000 fue la de partículas y material granulado. En las otras líneas existen algunas que tienen grupos antiguos y recientes o solo antiguos, pero no presentan una tendencia clara.

Sobre el análisis de capacidades institucionales se obtienen los siguientes hallazgos adicionales a los expuestos:

- Los 19 grupos de investigación de la universidad se encuentran asociados a 22 líneas de investigación diferentes, lo que muestra la gran interdisciplinariedad del área en la institución. La Universidad tiene mayor disposición por número de grupos asociados, para trabajar en biomateriales, nanomateriales y degradación de materiales. En cuanto a la línea de desarrollo, caracterización y síntesis de nuevos materiales, se puede decir que es muy amplia y no aporta a la definición de elementos específicos de estudio en el área estratégica.
- La universidad cuenta un número importante de investigadores que dedican en diferente medida su tiempo para la investigación en el área estratégica de nuevos materiales. Cabe resaltar la gran cantidad de doctores que trabajan en los grupos, comparada con los demás niveles de información.

4.3.2 Análisis de Programas académicos. En el análisis de los programas académicos ofrecidos por las instituciones que investigan en el área y que aportan a la misma se encontró bajo el primer criterio de búsqueda, palabras clave, que en la UIS existen dos planes de estudio, uno de pregrado, ingeniería metalúrgica y la maestría en ingeniería de materiales; ya bajo el segundo criterio, se encontraron 5 programas de pregrado, 4 de maestría y 2 de doctorado los cuales se pueden observar en la tabla 23.

Tabla 23. Programas académicos UIS

NIVEL DE FORMACIÓN	PROGRAMA ACADÉMICO
PREGRADO	Física
	Química
	Ingeniería civil
	Ingeniería metalúrgica
	Ingeniería química
MAESTRÍA	Maestría en ciencias básicas biomédicas
	Maestría en ingeniería de materiales
	Maestría en ingeniería química
	Maestría en química
DOCTORADO	Doctorado en ingeniería química
	Doctorado en química

Elaborado por Autoras del proyecto

Se observa un aporte de diferentes áreas del conocimiento en la investigación de materiales, como también la presencia de un número importante de maestrías y doctorados, que son los planes de estudio que tienen un enfoque directo en la investigación y son los que se encuentran enriqueciendo con su labor el desempeño y fortalecimiento de la investigación del área en la institución.

La Universidad Industrial de Santander aporta al desarrollo del área de materiales con la oferta de programas académicos que se encuentran vinculados a los grupos de investigación, en total son 11. El 54.55% de los programas ofrecidos corresponden a programas de maestría y doctorado cuyo objetivo principal es el desarrollo y aporte a la investigación.

4.4 ANÁLISIS DE PUBLICACIONES INSTITUCIONALES

El análisis se realizó con los productos por los cuales se otorgaron puntos a los investigadores desde el año 2004 al 2008, información suministrada por la división de

recursos humanos. Se identificaron 104 publicaciones pertenecientes al área de materiales.

4.4.1 Autor. Se identificaron a 30 investigadores de la universidad con publicaciones en el área, en la tabla 24 se presentan los cinco autores con mayor cantidad de artículos. En el Anexo 37, se puede observar el listado de los autores UIS.

Tabla 24. Principales autores UIS

#	AUTOR	CANT.
1	Peña Ballesteros Darío Yesid	27
2	Vásquez Quintero Custodio	21
3	Mikhailov Iliá Davidovich	12
4	Laverde Catano Dionisio Antonio	10
5	Dugar Zhabon Valeriy	6
6	Flórez Londoño Ancizar	6
7	Córdoba Tuta Elcy María	5
8	Centeno Hurtado Aristóbulo	4
9	Forero Gómez Luis Emilio	4
10	Uribe Pérez Iván	4

Elaborado por Autoras del proyecto

4.4.2 Tipo de artículo. Los artículos encontrados fueron publicados en diferentes revistas como se indica en la tabla 25.

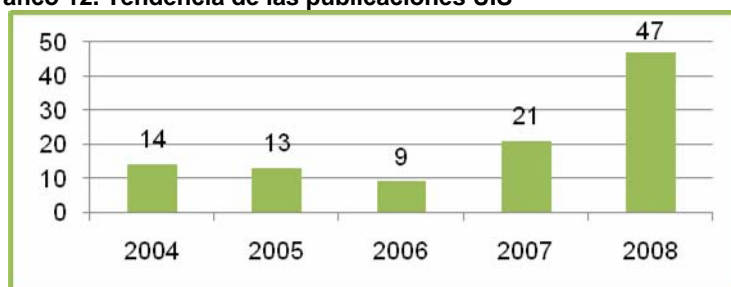
Tabla 25. Tipo de revista

#	DESCRIPCIÓN	CANT.
1	Artículo en Revista Indexada tipo C	64
2	Artículo en Revista Indexada tipo A1	22
3	Artículo en Revista Indexada tipo A2	10
4	Artículo en Revista no Indexada	6
5	Artículo en Revista Indexada tipo B	2

Elaborado por Autoras del proyecto

4.4.3 Año. La cantidad de publicaciones del área estratégica por año se pueden observar en el gráfico 12.

Gráfico 12. Tendencia de las publicaciones UIS



Elaborado por Autoras del proyecto

4.4.4 Palabras clave. Los artículos del área fueron relacionados a 22 palabras clave como se muestra en la tabla 26.

Tabla 26. Palabras clave de publicaciones UIS

N°	PALABRAS CLAVE	CANT
1	Metals and alloys	39
2	Degradation	24
3	Coating	10
4	Nanomaterials	9
5	Glasses	7
6	Conductors	6
7	Polymers	6
8	Plasma	5
9	Minerals	4
10	Optic	4
11	Properties of materials	4
12	Biohidrometalurgy	4
13	Biomaterials	3
14	Ceramics	3
15	Films	3
16	Catalyst	2
17	Composites	2
18	Crystallography	2
19	Building materials	1
20	Fibers	1
21	Photonic	1
22	Simulation and modelling of materials	1

Elaborado por Autoras del proyecto

- Los dos autores líderes han trabajado en conjunto en la relación de varios artículos de investigación del área, a diferencia de quien se encuentra en tercer lugar cuyas

publicaciones fueron realizadas por él y algunos en compañía de autores de otras instituciones. Otras de las situaciones a destacar es la participación del Doctor Darío Yesid Peña Ballesteros en 3 grupos de investigación en los que su temática de participación es del área de materiales.

- “Aquellas revistas que divulgan material científico tienen su forma de medirse a través del sistema de indexación que funciona como un índice temático y especializado o como una base de datos”⁷⁹, estas son las revistas indexadas en las cuales fueron publicadas la mayoría de los artículos de investigación de la universidad.
- Las publicaciones tienen una tendencia incremental, a excepción del 2006 año en que disminuyeron, pero al año siguiente la cantidad creció, y superó al año 2005.

4.5 ANÁLISIS DE PATENTES

Se presentan los resultados de la búsqueda, procesamiento y análisis de los registros de aplicaciones internacionales por líneas de investigación. Se realizan en primer lugar algunas aclaraciones sobre la presentación de los datos:

- El campo de cantidad, en la tabla donde se presentan las subclases por cada línea de investigación (Extraídas de la clasificación IPC y según lo definido en el marco metodológico...Ver numeral 3), indica el número de aplicaciones internacionales de patentes por cada código, en el rango del 2004 al 2008. El campo de porcentaje señala lo que dicha cantidad representa frente al total de registros en el rango de tiempo establecido.
- Información adicional sobre los principales aplicantes se encuentra disponible en los sitios web oficiales de cada uno.

Con la línea de recubrimientos a continuación se presenta el formato de presentación con el cual se realizó el análisis de patentes. Se analizan los códigos asociados a la misma, la dinámica evolutiva de los registros y los principales países de origen y solicitantes de cada línea de investigación. El análisis de las demás líneas se presenta en el Anexo 38.

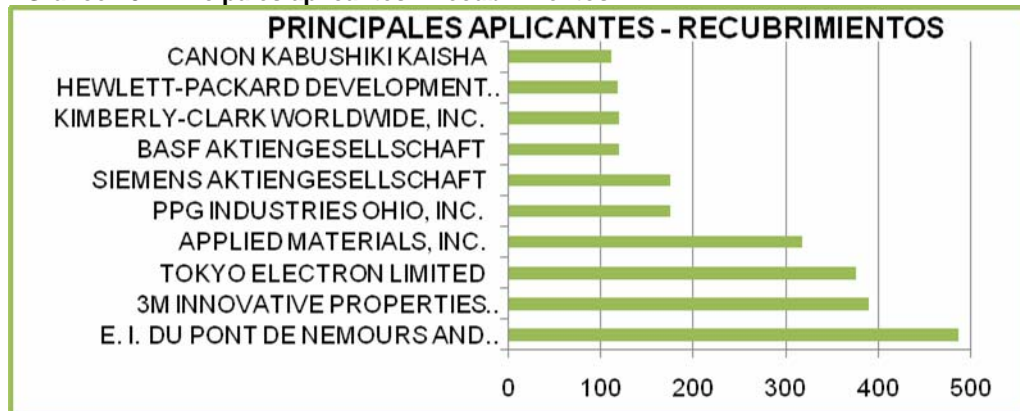
Recubrimientos. En la línea de recubrimientos se encontraron 14 códigos referenciados en la tabla 27. Se destacan las subclases F16L, C23C, C09D y B32B con el 14%, 20%, 21% y 24% de las patentes. (Los gráficos se encuentran en el Anexo 38.

Tabla 27. Subclases IPC - Recubrimientos

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	%
B05C	Aparatos para la aplicación de líquidos u otros materiales fluidos a las superficies, en general	2541	4
B05D	Procedimientos para aplicar líquidos u otras materias fluidas a superficies, en general	4747	7
C23C	Revestimiento de materiales metálicos; revestimiento de materiales con materiales metálicos; tratamiento de materiales metálicos por difusión en la superficie, por conversión química o sustitución; revestimiento por evaporación en vacío, por pulverización catódica, por implantación de iones o por deposición química en fase vapor, en general	13421	20
C09D	Composiciones de revestimiento, p. Ej. Pinturas, barnices, barniz-lacas; emplastes; productos químicos para levantar la pintura o la tinta; tintas; correctores líquidos; colorantes para madera; productos sólidos o pastosos para iluminación o impresión; empleo de materiales para este efecto	13741	21
C25B	Procesos electrolíticos o electroforéticos para la producción de compuestos orgánicos o inorgánicos, o de no metales; sus aparatos	1608	2
B32B	Productos estratificados, es decir, hechos de varias capas de forma plana o no plana, p. Ej. Celular o en nido de abeja	16226	24
F16L	Tuberías o tubos; empalmes u otros accesorios para tuberías; soportes para tubos, cables o conductos protectores; medios de aislamiento térmico en general	9508	14
C25C	Procesos para la producción, recuperación o afinado electrolítico de metales; sus aparatos	371	1
C25F	Procesos para la eliminación electrolítica de materia en objetos; sus aparatos	168	0
C30B	Crecimiento de mono cristales, solidificación unidireccional de materiales eutécticos o separación unidireccional de materiales eutéctoides; afinamiento de materiales por fusión de zona, producción de materiales policristalinos homogéneos de estructura determinada, monocristales o materiales policristalinos homogéneos de estructura determinada; tratamiento posterior de monocristales o de materiales policristalinos homogéneos de estructura determinada, aparatos para estos efectos.	1301	2
C23D	Esmaltado o aplicación de capas vítreas a los metales	20	0
C25D	Procesos para la producción electrolítica o electroforética de revestimientos; galvanoplastia, electrolisis; sus aparatos	1155	2
B24B	Maquinas, dispositivos o procedimientos para trabajar con muela o para pulir, reavivación o acondicionamiento de superficies abrasivas; alimentación de maquinas con materiales de rectificar, pulir o alisar	1589	2
B24C	Tratamiento por chorro abrasivo o chorro análogo, con materiales en partículas	249	0
TOTAL		66645	100

Elaborado por Autoras

Gráfico 13. Principales aplicantes - Recubrimientos



Elaborado por Autoras

Analizando el comportamiento de las solicitudes en cada subclase se observa una tendencia creciente desde sus inicios en 1979, para los códigos B05C, C23C, C09D, B32B, F16L, C25D y B24B, el primer código tiene años donde decrece un poco, pero sin afectar la tendencia. B05D y C25B crecen hasta los años 2006 y 2007 y luego a los años siguientes cae, una variante de éstos es C30B, que crece hasta el 2002 y luego se mantiene constante. Hay unos que presentan periodos cortos de crecimiento e inestabilidad, éstos son C25C que crece desde 1990 al 2003, C25F crece desde mediados de la década de los 90's hasta el 99 y B24C que presenta crecimiento entre 1989 – 1994, 1996 – 2002 y 2004 – 2008, finalmente la subclase C23D, es inestable y contiene un pico en el año de 1999. En cuanto a los principales países de origen de solicitudes los más sobresalientes son Estados Unidos, Japón y Alemania, con 38%, 30% y 15%, seguidos de Francia con un 8%, el gráfico se puede observar en el Anexo 38. Los principales aplicantes se pueden observar en el gráfico 13.

El hecho que una línea presente un mayor o menor número de códigos o registros asociados no implica que ésta sea más o menos importante. Es posible que las líneas que poseen pocos registros, hayan comenzado su desarrollo recientemente, como es el caso de los nanomateriales, y que sin embargo es una de las más importantes en el área de materiales, según los diferentes estudios internacionales realizados...Ver numeral 2 y 6...También es posible que el interés sobre las líneas con bajos registros no sea muy alto o que los temas asociados a éstas no sean objeto de patentamiento. Las líneas que tienen un mayor número de registros normalmente presentan un gran interés en la

comunidad científica y se asocian a numerosas aplicaciones. Tal es el caso de la investigación sobre recubrimientos, propiedades de los materiales, conductores, materiales poliméricos, metálicos, cerámicos y biomateriales. Ver Anexo 38.

El prestar atención a los países líderes en patentamiento facilita la identificación de los lugares donde los desarrollos más avanzados sobre un área específica se ejecutan. Esto facilita la identificación de instituciones de educación superior para la movilidad de los investigadores y la realización de alianzas y cooperación entre los grupos y centros de investigación.

Los principales países de origen de las aplicaciones internacionales de patentes, según los solicitantes, corresponden a Estados Unidos, Japón y Alemania. En algunos casos, entre los tres primeros países se encuentra otra nación diferente a las mencionadas. En las patentes relacionadas con fibras, Suiza cuenta con mayor número de registros seguido de Alemania y Estados Unidos. Finlandia se encuentra entre los tres principales países de origen en materiales para la industria del papel, ya que el principal aplicante, Metso Paper Inc. tiene su sede principal en Helsinki, Finlandia. En cuanto a los países de origen de los aplicantes de los nanomateriales, Corea del sur ocupa el tercer lugar de importancia y los países Orientales como Japón, Singapur y Finlandia se encuentran entre los diez países que presentan el mayor número de registros.

Comparando los resultados del análisis de patentes con el de publicaciones internacionales, se resalta que Estados Unidos, Japón y Alemania lideran los dos análisis. Sin embargo China, aunque se encuentra en el segundo lugar por número de publicaciones internacionales, figura sólo en 6 de 21 (28%) líneas de investigación del análisis de patentes.

En cuanto a la dinámica evolutiva de los registros de patentes en el área de materiales, se resalta el hecho que las primeras aplicaciones se presentan desde finales de los años 70 y principios de los 80. Es decir, han llevado un proceso continuo de desarrollo. En los últimos diez años, la mayoría de las líneas de investigación exhiben tendencias ascendentes, lo que indica un creciente interés por la investigación y desarrollo de nuevos materiales para diversas aplicaciones y utilizando novedosas tecnologías.

Dentro de la información recolectada, se encontraron empresas que abarcan un gran número de las líneas de investigación del análisis de patentes. Las empresas que se encuentran asociadas a un mayor número de líneas se presentan en la tabla 28. La relación de las empresas asociadas a más de dos líneas se presenta en el Anexo 39.

El conocer las principales empresas relacionadas con las líneas de investigación en materiales, facilita a los investigadores e interesados en el área, identificar las tendencias en cuanto al mercado de materiales avanzados o aplicaciones que los requieran. De esta manera pueden identificar posibles interesados de los productos de investigación desarrollados.

Tabla 28. Empresas con mayor número de líneas asociadas

EMPRESA	# LÍNEAS	EMPRESA	# LÍNEAS
3m Innovative Properties Company	8	E.I. Dupont De Nemours And Company	4
Basf SE	6	Saint-Gobain Glass France	4
Kimberly-clark worldwide, inc.	5	Siemens Aktiengesellschaft	4
Koninklijke philips electronics n.v.	4	Robert Bosch GMBH	4
Applied materials, inc.	4		

Elaborado por Autoras

5. ANÁLISIS ESTRUCTURAL

En el presente capítulo se presentan los resultados obtenidos a partir del análisis estructural, realizado para el área estratégica de materiales, donde se identifican y analizan las variables estratégicas, las cuales serán insumo para la siguiente fase del proyecto de “Identificación de Programas Estratégicos de Investigación para la Universidad Industrial de Santander”. A su vez, se realizan análisis sobre las variables en los diferentes cuadrantes y las relaciones entre ellas.

La media se utilizó como estadístico para analizar las 21 matrices diligenciadas según los niveles de influencia directa asignados por los expertos, según lo indicado en el capítulo metodológico. ...Véase numeral 3.2. Se ponderó con un 30% los actores externos correspondientes a los empresarios y con un 70% a los actores internos. Luego de validar los resultados con el tutor del área, y los directores del proyecto, se obtuvo la matriz que se observa en el gráfico 14.

Antes de realizar el ejercicio de diligenciamiento y procesamiento de la matriz es preciso comprender las operaciones, cálculos y sentido del procesamiento de la información por medio del método MICMAC. A manera de resumen, el método MICMAC®, ideado por Michel Godet, es un programa de multiplicación matricial aplicado a la matriz estructural que permite estudiar la difusión de los impactos por los caminos y bucles de reacción y jerarquizar las variables por orden de motricidad y dependencia teniendo en cuenta caminos y bucles de longitud 1,2,...n salidos de cada variable. Al elevar la matriz de análisis estructural a una potencia de valores sucesivos (de 1, 2... hasta n), se evidencian dichas relaciones indirectas en diferentes niveles⁸⁰. Para comprender mejor el método se presenta en el Anexo 20 los principales elementos que lo rodean.

Gráfico 14. Matriz de influencias directas, área de materiales (Final)

	1: INFRA	2: DES TECNOL	3: R UNV-EMP	4: P DISCIPLI	5: P INVESTIG	6: DEMANDA MA	7: MONOPOLIOS	8: PRODUCTIVI	9: CONFL SOCI	10: TALE HUMAN	11: GRUPOS INV	12: DISP FUENT	13: POL INSTIT	14: POL NALS	15: DISP INFOR	16: ALIANZAS	17: DISP SOSTE	18: TICs	19: INCE INTER	20: INCE EXTER	21: COMPRO UIS	22: RESPON EMP	23: NORMATIVID	24: ESTRUC INV	25: COMUNICACI	26: ECONO MUND
1: INFRA	0	3	3	3	3	1	1	3	1	2	3	2	1	1	2	3	2	2	1	1	1	1	2	1	1	
2: DES TECNOL	3	0	2	3	3	2	2	3	1	2	3	2	1	1	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	
3: R UNV-EMP	2	2	0	2	2	1	1	2	1	2	2	2	2	1	2	2	2	1	2	3	2	2	2	2	1	
4: P DISCIPLI	2	2	2	0	2	1	0	2	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	
5: P INVESTIG	3	2	2	2	0	2	1	3	1	3	3	2	2	1	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	1	
6: DEMANDA MA	2	3	2	1	2	0	2	2	1	1	2	2	1	1	1	2	2	1	1	1	2	2	2	2	1	
7: MONOPOLIOS	1	2	2	1	1	2	0	2	1	1	2	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	2	1	3	
8: PRODUCTIVI	2	3	2	2	3	1	1	0	1	2	3	2	2	2	2	2	2	1	2	2	1	1	2	2	2	
9: CONFL SOCI	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
10: TALE HUMAN	2	2	2	3	3	1	1	3	1	0	3	2	2	1	2	2	2	2	2	1	2	1	1	2	1	
11: GRUPOS INV	3	3	2	2	3	1	1	3	1	3	0	2	2	1	2	3	2	2	2	1	2	2	2	3	2	
12: DISP FUENT	3	3	2	2	3	1	1	2	1	2	3	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	
13: POL INSTIT	2	2	2	3	3	1	1	3	1	3	3	2	0	1	2	2	2	2	2	2	1	2	1	2	2	
14: POL NALS	2	2	2	1	2	1	2	2	2	2	2	2	0	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	1	
15: DISP INFOR	1	2	2	2	3	1	1	3	1	1	2	2	1	1	0	2	1	2	1	1	1	1	2	1	2	
16: ALIANZAS	2	2	2	2	2	1	1	3	1	2	3	2	2	1	2	0	1	2	1	1	2	1	2	2	2	
17: DISP SOSTE	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	2	2	1	2	1	1	0	1	1	1	1	2	2	1	2	
18: TICs	1	2	2	2	2	1	1	2	1	1	2	1	1	1	2	2	0	0	1	1	1	1	1	1	2	
19: INCE INTER	2	2	2	2	2	1	0	3	0	2	2	2	1	1	1	2	1	1	0	1	1	1	1	2	1	
20: INCE EXTER	1	2	2	1	2	1	1	2	1	2	2	2	1	1	1	2	1	1	1	0	1	1	1	1	1	
21: COMPRO UIS	1	1	2	2	2	2	1	2	1	1	2	2	2	1	1	2	1	1	1	1	0	2	2	2	1	
22: RESPON EMP	1	2	2	1	2	1	1	1	2	1	2	1	2	1	1	2	2	1	1	1	2	0	1	1	1	
23: NORMATIVID	1	2	1	1	2	2	2	2	0	1	2	1	1	1	1	2	2	1	1	1	2	2	0	1	1	
24: ESTRUC INV	2	2	2	2	3	1	1	2	1	2	3	2	2	1	2	2	1	1	2	1	1	1	1	0	2	
25: COMUNICACI	1	1	2	1	2	1	1	2	1	1	2	1	1	1	2	2	1	2	1	1	1	1	1	2	0	
26: ECONO MUND	2	2	2	1	2	2	3	1	2	1	2	2	1	2	1	2	2	2	1	2	1	2	1	1	0	

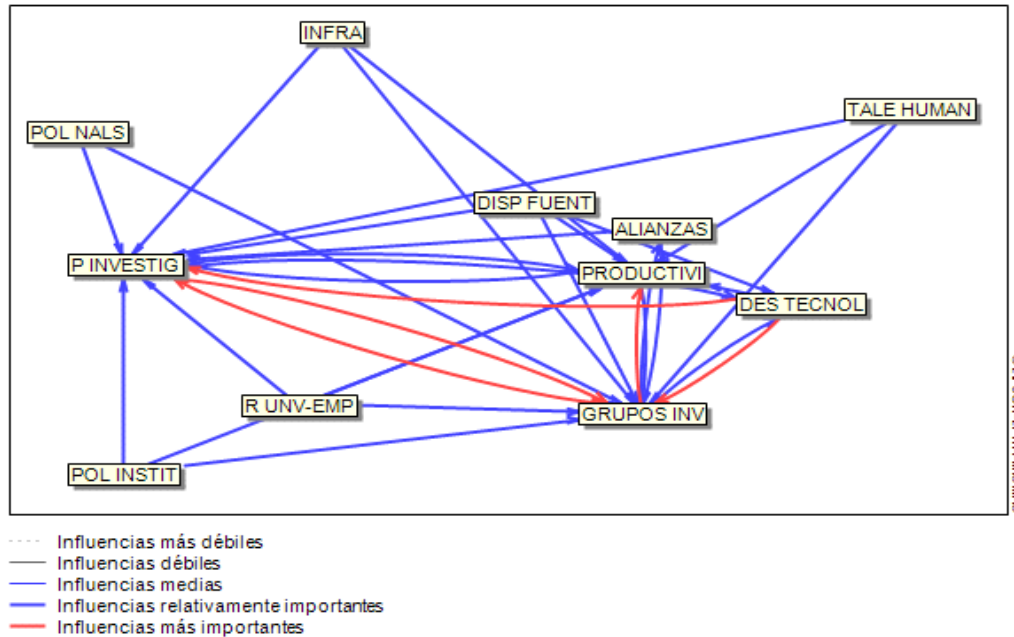
Procesamiento MICMAC®

La matriz se procesó en el software MICMAC® y se determinó ejecutar relaciones hasta de quinto nivel entre las variables. Se obtuvieron los resultados que se analizan a continuación.

En primer lugar se identificaron las relaciones más importantes entre las variables del análisis, las cuales se resumen en el gráfico 15. El desarrollo tecnológico influye de manera importante en los grupos y los programas de investigación, los cuales siempre están atentos a los últimos hallazgos para estar al nivel de los desarrollos a nivel mundial. Los grupos de investigación influyen fuertemente sobre la productividad científica y tecnológica y se constituyen en el eje que impulsa los productos de investigación y brinda soporte a los programas de investigación, ya que en ellos, los estudiantes de dichos programas desarrollan sus tesis y proyectos en general. A su vez, los programas de

investigación influyen sobre los grupos, ya que en numerosas ocasiones nuevos grupos o líneas de investigación dentro de ellos, surgen de los programas de maestría o doctorado.

Gráfico 15. Gráfico de influencias indirectas potenciales
Gráfico de influencias indirectas potenciales

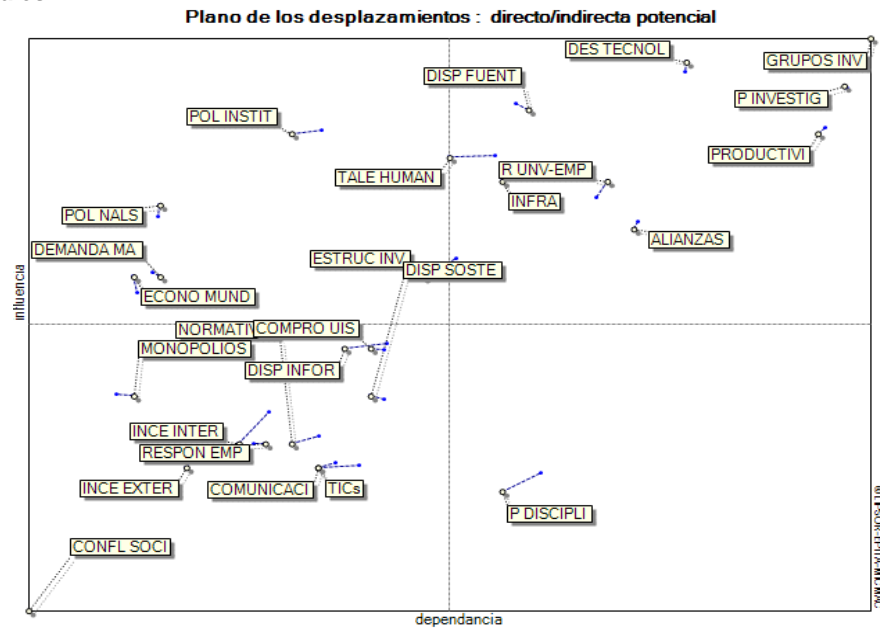


Procesamiento MICMAC®

Igualmente se analizó el plano de desplazamientos (Ver gráfico 16) desde las influencias/dependencias directas a las indirectas potenciales, con el fin de observar el comportamiento de las variables que se encuentran en los diferentes cuadrantes que clasifican a las variables según sus papel dentro del sistema. No se manifestaron desplazamientos significativos que indicaran modificaciones de las variables en cuanto a la motricidad o dependencia, lo cual confirma las intuiciones de partida en cuanto a las relaciones entre la mayoría de las variables.

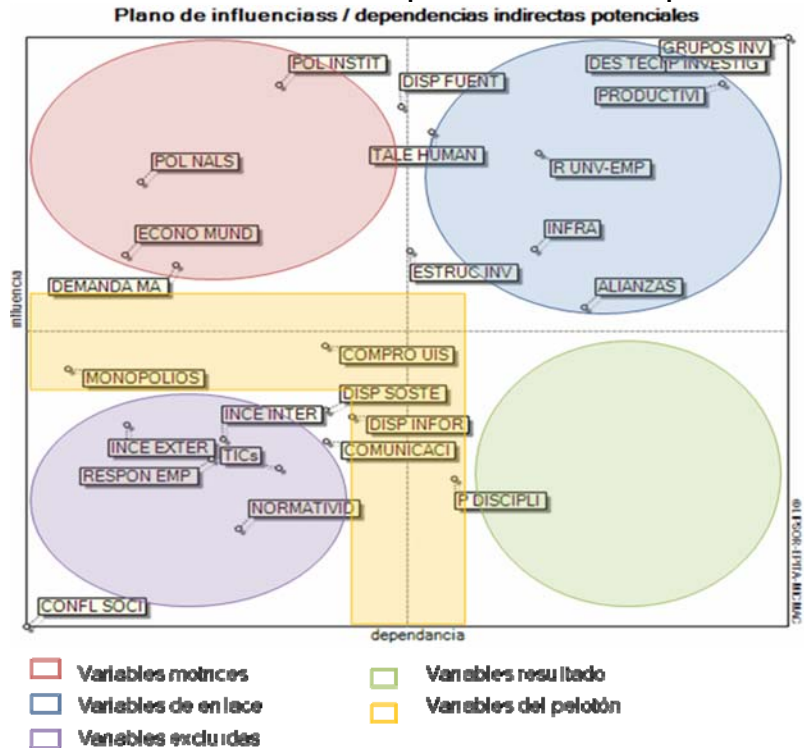
Otro de los planos obtenidos por el procesamiento realizado en el MICMAC® es el plano de influencias indirectas potenciales que se puede observar en el gráfico 17. En este plano se pueden identificar cinco zonas diferentes las cuales se describen a continuación.

Gráfico 16. Plano de desplazamientos de influencias/dependencias directas sobre las indirectas potenciales.



Procesamiento MICMAC®

Gráfico 17. Plano de influencias/dependencias indirectas potenciales



Procesamiento MICMAC®

5.1 VARIABLES MOTRICES

“Son las variables explicativas que condicionan el resto del sistema”⁸¹, tienen una gran influencia pero poca dependencia de las otras variables del sistema. Las variables motrices, fácilmente identificables para el presente ejercicio se pueden observar en la tabla 29.

Tabla 29. Variables motrices del área de materiales

N°	VARIABLE
1	Políticas Institucionales
2	Políticas nacionales
3	Demanda de materiales

Elaborado por Autoras

Los cambios o acciones que se ejecuten sobre las variables del sistema no tienen influencia sobre las políticas a nivel nacional ni institucional. Sin embargo unas políticas adecuadamente definidas y ejecutadas, influyen significativamente en el sistema, en especial en las variables del enlace y en las variables resultado.

La demanda de materiales, la cual corresponde al factor económico es un elemento clave en el direccionamiento de las actividades de investigación. Posee gran influencia sobre el sistema del área estratégica de investigación de materiales pero no se puede influir fácilmente sobre ésta.

5.2 VARIABLES RESULTADO

Tabla 30. Variables resultado del área estratégica de materiales

N°	VARIABLE
1	Programas académicos disciplinares

Elaborado por Autoras

Son “poco motrices y muy dependientes. Son las variables resultantes, cuya evolución se explica por las variables motrices y de enlace”.⁸² Aquellas variables del área estratégica de materiales identificadas en esta zona se presentan en la tabla 30.

Los programas académicos de investigación pueden verse favorecidos o desfavorecidos en la medida que se realice una correcta gestión de las actividades relacionadas con la investigación. Al contar con una adecuada infraestructura, estar al tanto con los

desarrollos tecnológicos a nivel mundial reflejado en los productos que se desarrollen, tener buenas relaciones con las empresas, contar con programas de investigación, etc., los programas de pregrado, especialización y maestría de profundización pueden verse renovados o reformulados para suplir las exigencias de los, proyectos y desarrollos de punta a nivel mundial.

5.3 VARIABLES EXCLUIDAS

Son “poco dependientes y poco influyentes. Estas variables constituyen tendencias fuertes o factores relativamente autónomos; no son determinantes de cara al futuro”⁸³. Aquellas identificadas en éste análisis se encuentran en la tabla 31.

Tabla 31. Variables excluidas en el área de materiales

N°	VARIABLE
1	Conflicto social
2	Normatividad de materiales
3	Desarrollo de TICs.
4	Comunicación
5	Incentivos internos
6	Incentivos externos
7	Responsabilidad social y empresarial

Elaborado por Autoras

En cuanto a las variables excluidas en relación con las demás variables se pueden realizar algunas observaciones.

Aunque el conflicto social es una realidad en Colombia algunos de los investigadores consultados manifestaron no entender la relación de ésta con el área estratégica y las demás variables definidas. Lo mismo sucede con la tendencia mundial del desarrollo de las Tecnologías de la Información y Comunicación TIC.

Cabe resaltar que según el ejercicio de análisis estructural los incentivos internos y externos no se presentan como elementos clave, cuando en ocasiones los investigadores manifiestan su interés por el reconocimiento en términos salariales por los trabajos realizados y las empresas reclaman incentivos para realizar investigación.

El hecho que estas variables se presenten cómo excluidas no significa que se deban descuidar, en las revisiones periódicas que sobre el análisis estructural se realice, es posible replantear la relación de una de ellas con el sistema reevaluando su dependencia y motricidad.

5.4 VARIABLES DEL PELOTÓN

Son “medianamente influyentes y/o dependientes. Nada se puede decir a priori de estas variables”⁸⁴. Las variables que en el presente ejercicio se identificaron en esta zona se pueden observar en la tabla 32. Es posible que en una calificación posterior, por un cambio en la dinámica del sistema, dichas variables se ubiquen en una zona dentro del plano donde su influencia o dependencia, y por lo tanto su rol, se indique claramente.

Tabla 32. Variables del pelotón en el área estratégica de materiales

N°	VARIABLE
1	Monopolios y oligopolios empresariales y tecnológicos
2	Economía mundial
3	Compromiso UIS
4	Disponibilidad de información
5	Disponibilidad y sostenibilidad

Elaborado por Autoras

5.5 VARIABLES DE ENLACE

“Son 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 impulso inicial.”⁸⁵ Las variables de enlace identificadas en el presente análisis estructural se encuentran en la tabla 33. Sobre estas variables se comienza a centrar el interés por ser las que en parte condicionan la dinámica del sistema y pueden llegar a ser controladas o manipuladas por los diferentes actores.

Tabla 33. Variables de enlace del área de materiales

N°	VARIABLE
1	Grupos y centros de investigación
2	Programas académicos de investigación
3	Productividad científica y tecnológica

N°	VARIABLE
4	Desarrollo tecnológico
5	Alianzas y cooperación internacional y nacional
6	Disponibilidad de fuentes
7	Relación universidad empresa
8	Infraestructura de investigación
9	Talento humano
10	Estructura de investigación

Elaborado por Autoras

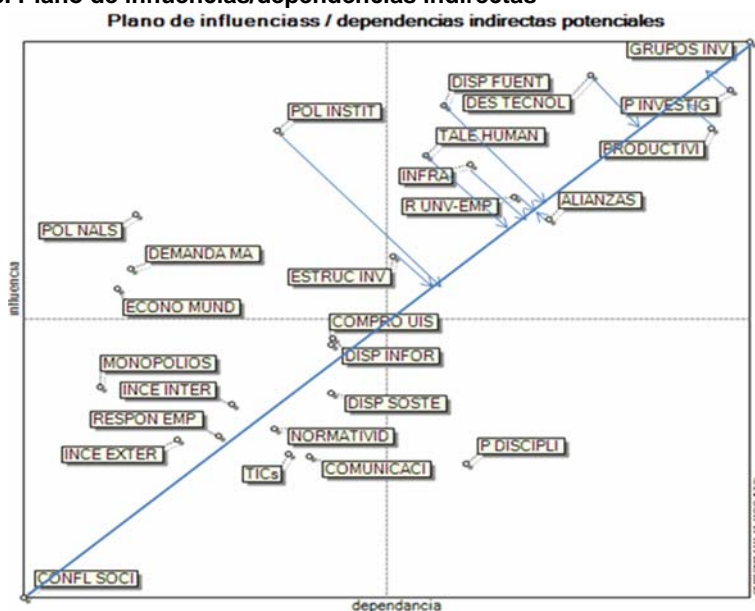
5.6

VARIABLES ESTRATÉGICAS

Sobre el plano de influencias indirectas potenciales se trazó una bisectriz donde se proyectaron las variables más cercanas al extremo superior derecho, esto se puede observar en el gráfico 18.

Las variables proyectadas se encuentran en la tabla 34, en el orden en que se encontraron al desplazarse desde el extremo superior derecho al extremo inferior izquierdo. El orden de aparición no implica la prevalencia de una variable sobre la otra. Por lo tanto se debe prestar atención y promover discusiones y reflexiones en torno a cada una de ellas por parte de los actores implicados, en especial de aquellos que tomarán las decisiones estratégicas en el área de materiales.

Gráfico 18. Plano de influencias/dependencias indirectas



Procesamiento MICMAC®

Tabla 34. Variables estratégicas del área de materiales

Nº	VARIABLE
1	Grupos y centros de investigación
2	Programas académicos de investigación
3	Productividad científica y tecnológica
4	Desarrollo Tecnológico
5	Disponibilidad de fuentes
6	Relación universidad – empresa
7	Alianzas y cooperación nacional e internacional
8	Infraestructura de investigación
9	Talento Humano

Elaborado por Autoras

Las variables estratégicas se constituyen en un elemento fundamental por su gran influencia sobre el sistema del área estratégica de investigación de materiales en la universidad, y a su vez, son altamente dependientes de las variaciones en las variables motrices y las mismas variables del enlace. La constante reflexión y atención a la evolución de dichas variables permite controlar la dinámica del sistema, direccionándolo hacia el futuro deseable. Cabe resaltar que se debe estar atento a los comportamientos de las variables motrices, las del pelotón y en algunos casos las excluidas ya que eventualmente puedan convertirse en estratégicas o viceversa. Por esta razón este ejercicio se debe realizar y reevaluar de manera periódica. Una revisión del plano de influencia/dependencia de las relaciones indirectas potenciales se aconseja realizar cada

año. Un grupo de expertos en el área se reúne y revisa la ubicación de cada una de las variables sobre el plano y reevalúa en la matriz aquellas que considere necesarias, incluye nuevas variables o excluye aquellas que considere no tienen importancia ni influyen en la dinámica del sistema.

Al retomar los resultados del ejercicio, los expertos participantes expresaron diferentes opiniones acerca de las variables estratégicas. A su vez, a lo largo del ejercicio se comprendieron algunas causas y explicaciones de las relaciones entre las variables. Algunas impresiones e información sobre las variables estratégicas se presentan a continuación:

5.6.1 Grupos y centros de investigación. Los grupos son uno de los pilares de la investigación, en la medida que apoyan los programas académicos de investigación, gestionan infraestructura y equipos para sus proyectos ante la Universidad y entes externos nacionales e internacionales, establecen comunicación y alianzas con organizaciones nacionales e internacionales y desarrollan productos de calidad para estar al día de los adelantos a nivel mundial. Con todo esto, a pesar de ser reconocidos y tener una dinámica ágil en cuanto a su desarrollo y productividad, es importante reflexionar acerca de las estrategias más apropiadas para organizar y direccionar la investigación en la Universidad y reconocer la labor del investigador que es precisamente lo que persigue la VIE con el presente proyecto.

5.6.2 Programas académicos de investigación. En cuanto a los programas académicos de investigación en especial los doctorados, se aconseja prestar atención a sus contenidos, profundidad, nivel de las investigaciones, talento humano responsable de la formación, infraestructura de investigación disponible, y en general, todos los elementos que rodean y enriquecen la labor educativa. Para los programas de investigación el compromiso es mayor con los estudiantes ya que se debe asegurar que los productos o producto que se desarrolle, estén al nivel de los avances a nivel mundial y por lo tanto se realice un aporte al conocimiento en el área. Información adicional sobre los programas académicos de investigación, se presenta en el Capítulo 5 de Vigilancia tecnológica.

5.6.3 Productividad científica y tecnológica. La productividad resulta un elemento al que se le debe prestar especial atención. En la evaluación realizada por los investigadores se resaltó cómo los productos de investigación y sobre todo, su calidad, influyen sobre la realización de alianzas nacionales e internacionales, las relaciones que se establezcan con la industria, la consecución de fuentes de financiación, entre otras variables igualmente importantes en el sistema. Información adicional sobre la productividad internacional, nacional e institucional se presenta en el Capítulo 5 de Vigilancia tecnológica.

5.6.4 Desarrollo tecnológico. Según lo definido en el ejercicio esta variable corresponde al nivel de perfeccionamiento de los nuevos materiales medido en función de los parámetros que abarca la ciencia de los materiales. Estos parámetros hacen referencia a los procesos de síntesis, caracterización, procesamiento, aplicabilidad y desempeño de los materiales desarrollados. Es interesante identificar el desarrollo tecnológico como variable de enlace, junto con la variable de productividad científica y tecnológica y con los grupos y centros de investigación con los cuales tiene una relación estrecha, tal como se muestra en el gráfico 15, donde se indican las relaciones más importantes entre las variables.

5.6.5 Disponibilidad de fuentes. Las inversiones relacionadas con las labores de investigación normalmente están asociadas a altos costos relacionados al personal, equipos, software, viajes, salidas de campo, materiales e insumos, servicios técnicos, publicaciones y patentes, material bibliográfico, gastos administrativos, entre otros. Los grupos y centros de investigación muchas veces no cuentan con recursos propios para financiar los proyectos de investigación y recurren a entidades financiadoras las cuales les exigen un reporte detallado de la investigación a realizar y de los costos en los que van a incurrir. En la mayoría de las oportunidades, los interesados en captar recursos para investigación deben asegurar contrapartidas, que en el caso de Colciencias “son provenientes de la institución proponente y de otras instituciones que participan en el proyecto y deben sumar como mínimo el 40% del costo total del proyecto”⁸⁶. Las entidades financiadoras pueden ser instituciones públicas como el Banco de la República

o privadas como empresas nacionales o internacionales interesadas en realizar investigación para mejorar o desarrollar productos y llevarlos al mercado.

5.6.6 Relación universidad – empresa. La transferencia de los desarrollos científicos y tecnológicos a la sociedad es lo que da el mayor sentido a las labores de investigación. Por esta razón la relación de la universidad con la industria cobra importancia cuando los hallazgos y desarrollos en los laboratorios se convierten en bienes o servicios que mejoran procesos, generan bienestar y son motor de la economía. La universidad facilita a las empresas las tareas de innovación y desarrollo de productos y la empresa le permite a los grupos y centros de investigación captar recursos que en algunas ocasiones la universidad u otros entes no pueden otorgar. Para una adecuada interrelación entre los dos actores, es indispensable “comprender las grandes diferencias en cuanto a las necesidades, circunstancias, lenguajes y tiempos que manejan los investigadores en los grupos de la universidad y los empresarios”⁸⁷. Para fomentar estas relaciones Colciencias ha creado incentivos fiscales en los que “Cualquier persona que realice inversiones en proyectos calificados por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología como de carácter científico, tecnológico o de innovación tecnológica, tendrá derecho a deducir el 125% del valor invertido en el período gravable en que se realizó la inversión sin exceder del 20% de la renta líquida, determinada antes de restar el valor de la inversión. El mismo beneficio aplica a personas que realicen donaciones a centros o grupos de investigación destinadas al desarrollo de proyectos de carácter científico, tecnológico o de innovación tecnológica previamente calificados”⁸⁸.

5.6.7 Alianzas y cooperación internacional y nacional. El intercambio de conocimientos, experiencias, el trabajo en equipo, la colaboración, la agilidad de los proyectos, rodean lo que se entiende como Alianzas y cooperación nacional e internacional. Dichos elementos son los que justifican la importancia que tienen las alianzas en la dinámica de la investigación, ya que se aprovechan las capacidades con las que cuenta cada grupo (área, equipo, talento humano) y organización, disminuyendo en muchos casos el tiempo e ejecución de los proyectos. Es necesario establecer

condiciones claras en la realización de las alianzas, de tal manera que se garantice la distribución de las actividades y responsabilidades, los costos de la investigación, la metodología de trabajo, entre otros, para evitar inconvenientes futuros e ineficacia en las labores realizadas en conjunto. Así como se fortalecen las alianzas nacionales e internacionales, se debe trabajar en las alianzas y cooperación entre los grupos del área estratégica de materiales y entre las áreas estratégicas al interior de la Universidad.

5.6.8 Infraestructura de investigación. Al realizar investigación de alto nivel cómo la que realiza la Universidad Industrial de Santander es indispensable contar con una infraestructura adecuada que brinde bienestar y seguridad a los investigadores y permita la realización de pruebas, ensayos y procesamientos, específicos, precisos y sofisticados necesarios para investigaciones de punta. Junto a esto, se necesita personal capacitado y beneficios para el máximo aprovechamiento de los equipos destinados a investigación, ya que los investigadores deben distribuir su tiempo entre las labores de investigación y la docencia y muchas veces no pueden dedicar tiempo para controlar los equipos que se adquieren. Por otro lado, y para fomentar la adquisición de infraestructura de investigación en Colombia, “Colciencias califica el carácter de investigación científica o de innovación tecnológica de proyectos y evalúa la necesidad de la importación de equipos y elementos para su desarrollo, que lleven a cabo los centros de investigación y los centros de desarrollo tecnológico que cuenten con su reconocimiento, así como las instituciones de educación superior, con el fin de que sea autorizada la exención del impuesto sobre las ventas (IVA), por parte de la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales DIAN, de los equipos y elementos a importar”⁸⁹.

5.6.9 Talento humano. Es claro el hecho que son necesarias una infraestructura y estructura de investigaciones adecuadamente definidas y organizadas para asegurar la calidad en los productos y proyectos de investigación y por lo tanto aportar al desarrollo tecnológico a nivel mundial. Sin embargo, todo esto, sin un grupo de personas capacitadas y formadas con alto nivel de conocimiento, no es posible. Por esta razón la preocupación por una formación adecuada de las personas involucradas en las actividades de investigación cobra sentido y se constituye en herramienta fundamental para el éxito de cualquier decisión estratégica asociada con la investigación.

Colciencias cuenta con estrategias de formación de talento humano de alto nivel. A continuación se nombran algunas de éstas:

5.6.9.1 Intercambio de investigadores (Movilidad)⁹⁰. Este rubro financia intercambio de investigadores en períodos que van desde cuatro días hasta seis meses, en el ámbito internacional. Dicho intercambio tiene fines exclusivamente científicos que redundan y tienen impacto en los programas de doctorado, tales como: seminarios y mediciones en equipos especializados, entre otras. A través de este rubro se apoya las pasantías de investigadores que son tutores de tesis doctorales y que están asociadas con las investigaciones que se adelantan en el doctorado.

5.6.9.2 Créditos Educativos Condonables⁹¹. Todos los programas para la Formación de Talento Humano de Alto nivel que implementa Colciencias, tanto en Colombia como en el exterior, son Créditos Educativos Condonables. Dicho créditos hasta el año 2004 fueron condonables hasta un 100% pero, a partir del 2005, todos los programas alcanzan un máximo de condonación hasta un 90%, de acuerdo con los reglamentos de condonación que se anexan a los términos de referencia de las convocatorias.

6. PROPUESTA DE LINEAS DE APLICACIÓN EN EL ÁREA DE MATERIALES

Con el fin de identificar las líneas destacadas en la investigación actual del área de materiales se analizaron las temáticas tratadas en los análisis de grupos de investigación nacionales y de la Universidad, de publicaciones internacionales, nacionales e institucionales. Las temáticas se organizaron según el nivel de interés encontrado en los diferentes análisis y se compararon los diferentes listados hasta hallar las temáticas comunes entre ellos. Se seleccionaron aquellas líneas que como mínimo estuvieran referenciadas en tres de los análisis realizados en el ciclo de vigilancia para exponer el interés que la comunidad científica tiene sobre éstas y posteriormente examinarlas más a fondo comparándolas con los resultados de diversos estudios y estadísticas a nivel

nacional e internacional. Así, de 58 líneas iniciales se obtuvieron 24 las cuales se observan en la tabla 35. Éstas se encuentran ordenadas alfabéticamente y por tal razón su ubicación es independiente de su importancia.

Tabla 35. Líneas preseleccionadas - Vigilancia Tecnológica

#	TEMÁTICAS	LÍNEAS GRUPOS NAC.	LÍNEAS GRUPOS UIS	PUB. NACIONALES	PUB. INT.	PUB. UIS
1	Biomateriales	X	X		X	X
2	Catálisis	X	X	X	X	X
3	Conductores	X	X	X	X	X
4	Cristalografía			X	X	X
5	Degradación de materiales	X	X	X	X	X
6	Desarrollo, caracterización y síntesis de nuevos materiales	X	X	X		
7	Materiales magnéticos y magnetismo	X		X	X	
8	Materiales Metálicos	X		X	X	X
9	Materiales poliméricos	X	X		X	X
10	Minerales	X	X	X	X	X
11	Nanomateriales	X	X	X	X	X
12	Óptica	X	X	X	X	X
13	Películas delgadas	X	X	X	X	X
14	Propiedades de los materiales	X		X	X	X
15	Recubrimientos	X	X			X
16	Materiales para construcción	X	X	X	X	X
17	Materiales Compuestos	X		X	X	X
18	Partículas y material granulado	X	X		X	X
19	Electrónica	X		X	X	X
20	Modelamiento y simulación	X	X		X	X
21	Plasma	X	X		X	X
23	Material Poroso	X		X	X	
24	Materiales cerámicos	X	X	X	X	X

Elaborado por Autoras

Vale la pena resaltar que al inicio del Ejercicio el Tutor del área estratégica propuso unas líneas de Investigación (Ver tabla 36) para el área de materiales, las cuales coinciden en su mayoría a excepción de las líneas de Modelación y simulación de procesos y de Producción Limpia con las identificadas en el ejercicio de vigilancia tecnológica. Éstas se presentan a continuación:

Tabla 36. Líneas propuestas por el tutor del área

Corrosión de Materiales	Recubrimientos cerámicos
Desarrollo de materiales	Nanomateriales
Polímeros	Corrosión en alta Temperatura
Técnicas y procesos avanzados de oxidación	Materiales y Aleaciones Metálicas
Síntesis, caracterización y utilización de óxidos nanoestructurados	Procesamiento de Sólidos y Tecnologías de Partículas
Electroquímica	Modelación y simulación de procesos
Biomateriales	Producción Limpia.
Nuevos Materiales (magnéticos y Compuestos)	

A continuación se presentan algunos estudios relacionados con las líneas propuestas algunos de los cuales se exponen en el marco referencial. Éstos enuncian los últimos avances y resaltan la importancia de dichas líneas dentro de la investigación sobre nuevos materiales. Dicha información facilitará la identificación de las líneas sobre las cuales el área estratégica de materiales debe enfocarse.

Los temas principales, asociados al área estratégica de materiales en el estudio *Technologies clés 2010*”, con las líneas asociadas se presentan en la tabla 37.

Tabla 37. *Technologies clés 2010* Vs Vigilancia tecnológica

#	ESTUDIO INTERNACIONAL	VIGILANCIA TECNOLÓGICA
1	Materiales nanoestructurados y nanocompuestos	Nanomateriales
2	Procesos catalíticos	Catálisis
3	Bioteologías industriales	Biomateriales
4	Materiales para la electrónica y la medición	Nanomateriales
5	Funcionalización de los materiales	Propiedades de los materiales
6	Reciclaje de materiales específicos	Reciclaje
7	Textiles técnicos y funcionales	Textiles – Propiedades de los materiales
8	Microtecnologías para la optimización de procesos	Desarrollo, caracterización y síntesis de nuevos materiales

Elaborado por Autoras

Los diferentes campos se relacionan con los temas preseleccionados para la propuesta de líneas estratégicas. Cabe resaltar que, por ejemplo, la línea de textiles no presenta por el momento un gran interés según el ejercicio de vigilancia, pero si se habla de textiles técnicos y funcionales, ésta línea se podría eventualmente relacionarse con las propiedades de los materiales.

Se encontró un estudio con un horizonte más amplio y que se ajusta más al identificado para el presente proyecto: “Ejercicio de Prospectiva a 2020 en España” Los temas principales, asociados al área estratégica de materiales en el estudio y relacionados con las líneas preseleccionadas se presentan en la tabla 38.

Tabla 38. Ejercicio de Prospectiva a 2020 en España Vs Vigilancia Tecnológica

#	ESTUDIO INTERNACIONAL	VIGILANCIA TECNOLÓGICA
1	Diseño y modelización multiescalar de materiales.	Desarrollo, caracterización y síntesis de nuevos materiales
2	Materiales multifuncionales y materiales inteligentes.	Propiedades de los materiales
3	Materiales con elevadas propiedades específicas. (Propiedad/Densidad)	Propiedades de los materiales
4	Materiales con propiedades mejoradas desde el punto de vista del comportamiento en servicio.	Propiedades de los materiales
5	Tecnologías para la elaboración y transformación y caracterización de materiales, y valorización de subproductos.	Desarrollo, caracterización y síntesis de nuevos materiales
6	Nanomateriales. Nanociencia y nanotecnología.	Nanomateriales
7	Biomateriales.	Biomateriales
8	Diseño y modelización multiescalar de materiales.	Modelamiento y simulación - Desarrollo, caracterización y síntesis de nuevos materiales

Elaborado por Autoras

El Observatorio de Prospectiva Tecnológica Industrial (OPTI)⁹² fue instituido por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio español con el objetivo de generar una base de conocimiento sobre las tendencias tecnológicas más relevantes para el futuro desarrollo económico y social, que sirvan a su vez de apoyo a la toma de decisiones de carácter tecnológico tanto en el ámbito público como empresarial. Bajo este objetivo el OPTI tiene a disposición del público boletines trimestrales *online* de vigilancia tecnológica dentro y otros informes de vigilancia asociados a las líneas de investigación propuestas. El que la OPTI realice estudios de prospectiva en dichos temas, indica según su objetivo, que son temas claves en el desarrollo científico e industrial

Los boletines *online* están disponibles para las líneas de materiales metálicos y plásticos. En éstos, se presentan los últimos avances a manera de resumen y las solicitudes presentadas por primera vez durante el trimestre analizado. Al igual en el 2004 la OPTI junto con la Federación Española de Empresas de Tecnología Sanitaria (FENIN), realizó un ejercicio prospectivo de biomateriales, llamado “*Ciencias de la Salud, El Futuro de los*

Biomateriales Tendencias tecnológicas a medio y largo plazo”, los resultados obtenidos se encuentran en el anexo 40.

A su vez, la Fundación OPTI realizó un estudio prospectivo llamado “*Aplicaciones Industriales de las Nanotecnologías en España en el Horizonte 2020*”, donde se presentan diferentes aplicaciones que se relacionan con los materiales y muy especialmente con las líneas identificadas a partir de la vigilancia tecnológica, éstas se presentan en la tabla 39.

Tabla 39. Aplicaciones Industriales de las Nanotecnologías en España en el Horizonte 2020 Vs Vigilancia Tecnológica

#	ESTUDIO INTERNACIONAL	VIGILANCIA TECNOLÓGICA
APLICACIONES EN EL TRANSPORTE		
1	Nuevas aleaciones.	Materiales metálicos
2	Recubrimientos con gran dureza, resistencia a la abrasión y a la corrosión.	Recubrimientos
3	Revestimientos absorbentes de los impactos, menos inflamables.	Recubrimientos
4	nanomateriales	Nanomateriales
APLICACIONES EN LA ENERGÍA Y EL MEDIO AMBIENTE		
5	Energías renovables. nanomateriales sustitutos del silicio.	Nanomateriales
6	Hidrógeno y pilas de combustible. Nanomateriales han revelado importantes propiedades como catalizadores	Nanomateriales
		Catálisis
7	transporte de energía. Materiales nanoconductores superestructurados y los nanotubos de alta conductividad.	Materiales conductores
8	Medio ambiente. De forma activa, se están desarrollando catalizadores basados en nanoestructuras	Catálisis
APLICACIONES EN LA SALUD Y LA BIOTECNOLOGÍA		
9	Diagnosis. Nanopartículas como marcadores en ensayos clínicos o como agentes de contraste en pruebas diagnósticas.	Partículas
10	Implantes, terapia celular e ingeniería tisular. Los biomiméticos, los biomateriales de tercera generación.	Biomateriales
SECTOR TEXTIL.		
11	Desarrollo de nanofibras.	Fibras
12	Nanofibras de carbono	Fibras
13	Nanopartículas de óxidos metálicos	Partículas
14	Fibras con estructura nanoporosa Acabados textiles nanoestructurados para obtener recubrimientos más completos y precisos.	Fibras
		Recubrimientos
CONSTRUCCIÓN.		
15	Nanoaditivación de cemento y otros aglomerantes	Materiales para la construcción

Elaborado por Autoras

La OPTI realizó otro estudio referente a las aplicaciones de los materiales en el transporte y la energía. En éste, un panel de expertos propone, evalúa, analiza y concluye sobre los temas que se plantean para diversos horizontes futuros y fechas de materialización que ellos mismos definen (2006–2010 ó 2011–2015). Algunos de los temas planteados como relevantes⁹³, relacionados con las líneas propuestas son los que se muestran en la tabla 40.

Tabla 40. Materiales para el transporte y la energía. OPTI. Vs. Vigilancia Tecnológica

#	ESTUDIO INTERNACIONAL	VIGILANCIA TECNOLÓGICA
1	Aligeramiento y absorción de energía	Propiedades de los materiales
2	Alta Temperatura	Materiales metálicos – Propiedades de los materiales
3	Recubrimientos y pinturas	Recubrimientos
4	Tecnologías de unión y otros procesos	Desarrollo, caracterización y síntesis de nuevos materiales – Propiedades de los materiales
5	Materiales Inteligentes	Propiedades de los materiales
6	Nanomateriales	Nanomateriales
7	Reciclado y medioambiente	Reciclaje
8	Modelizado y cálculo	Modelamiento y simulación
9	Energía fotovoltaica	Propiedades de los materiales
10	Células de combustible y vector H2	Materiales cerámicos – Propiedades de los materiales
11	Almacenamiento y transporte de energía (no-vector H2)	Propiedades de los materiales – Superconductores
12	Catálisis	Catálisis

Elaborado por Autoras

Por otro lado, el Consejo Superior de Investigaciones Científicas CSIC de España, en el marco de su colección divulgación, publicó en el 2007 el volumen titulado “*Nuevos Materiales en la Sociedad del Siglo XXI*”, donde expertos en el tema analizan el comportamiento de la temática. En la tabla 41, se presentan aquellas propuestas en el documento que se relacionan con las obtenidas en el ejercicio de vigilancia tecnológica realizado.

Tabla 41. Nuevos Materiales en la Sociedad del Siglo XXI Vs Vigilancia Tecnológica

#	ESTUDIO INTERNACIONAL	VIGILANCIA TECNOLÓGICA
1	Materiales cerámicos avanzados	Materiales cerámicos
2	Nuevos materiales metálicos	Materiales metálicos
3	Polímeros avanzados	Materiales poliméricos
4	Materiales magnéticos hoy: ¿imanes de átomos aislados?	Materiales magnéticos
5	Nanomateriales	Nanomateriales

#	ESTUDIO INTERNACIONAL	VIGILANCIA TECNOLÓGICA
6	Biomateriales: retos y alternativas	Biomateriales

Elaborado por Autoras

Otra institución que trabaja en actividades de vigilancia tecnológica es la Fundación Madri+d para el Conocimiento, que en el marco del “*Círculo de Innovación en Materiales, Tecnología aeroespacial y Nanotecnología*”⁹⁴, presenta boletines trimestrales en materiales, cuyos temas son metamateriales, semiconductores, polímeros inteligentes y materiales compuestos.

Los principales hallazgos y líneas propuestas según el análisis realizado se exponen a continuación:

- De las principales líneas preseleccionadas del ejercicio de vigilancia tecnológica siete no se encuentran expresamente declaradas como líneas por los grupos de investigación. Sin embargo, su producción se relaciona con cinco de éstas. Es decir, de las líneas resultantes, solamente las relacionadas con materiales magnéticos y magnetismo y materiales porosos no presentaron registros dentro de las líneas declaradas por los grupos ni en la base de datos de artículos de investigación institucionales consultados.
- Las líneas preseleccionadas y los diferentes estudios internacionales encontrados confirman la **transversalidad** del área estratégica de nuevos materiales y su impacto en la mayoría de las actividades humanas por las aplicaciones que presentan y sobre las cuales numerosos grupos y centros a nivel institucional, nacional e internacional se enfocan. Por otro lado, es importante anotar que las empresas prestan mayor interés a la **investigación aplicada** en donde se tienen en cuenta diferentes factores tales como caracterización, estructura, procesos de fabricación, propiedades y aplicabilidad. Algunos de los sectores donde se presenta mayor aplicación de los materiales son: Construcción, salud, electrónica, transporte, aeroespacial, energía, metalmecánico, militar, textil y conservación del medio ambiente entre otros.
- Un elemento presente en la realización de las investigaciones sobre el área y en la mayoría de los estudios internacionales encontrados, se refiere al interés por el **medio ambiente**. Por un lado, los nuevos materiales deben ser fácilmente reciclables,

biodegradables y no deben afectar la salud tanto de las personas involucradas en los procesos de producción ni de los usuarios finales. Además, los procesos de investigación y posterior producción de los materiales debe ahorrar energía y recursos, evitar emitir sustancias tóxicas (producción limpia) y ser **responsables** con los ecosistemas y sociedad que la rodea. Por otro lado algunos materiales entran a hacer parte de la creación de tecnologías y proyectos ambientales como las celdas solares, las celdas de combustible, las construcciones sostenibles, etc.

- Uno de los temas en los cuales se presenta mayor interés por parte de la comunidad científica a nivel internacional son los **nanomateriales**, debido al auge de la nanotecnología, la cual se encuentra influenciado fuertemente los desarrollos científicos y tecnológicos y que a su vez se presenta como una tendencia importante en el mediano y largo plazo.

- Los **biomateriales**, a su vez, es una temática de especial interés. Estos, materiales utilizados en la fabricación de dispositivos que interactúan con los sistemas biológicos y que se aplican en diversas especialidades del sector salud.

- Otra de las líneas identificadas en el ejercicio de vigilancia tecnológica y que se encuentran en los diferentes estudios internacionales es la de **propiedades de los materiales**, que sin duda es muy importante a razón de la exigencia de materiales con características que satisfagan las necesidades en la sociedad. Cabe aclarar que esta línea tiene múltiples sub líneas tales como las propiedades eléctricas de los materiales (conductividad), las propiedades ópticas, magnéticas, fisicoquímicas y mecánicas que se exponen en los resultados del ejercicio de vigilancia realizado. Una clara ilustración de la actual investigación y retos en cuanto a las propiedades de los materiales son los materiales “inteligentes” y funcionales los cuales reaccionan ante estímulos específicos (luz, calor, electricidad), tienen memoria de forma, etc., y poseen propiedades para aplicaciones específicas.

- Las **propiedades eléctricas** de los materiales, especialmente, la referente a la **conductividad** (semiconductores y superconductores), es un tema de investigación sobre

el cual se manifiesta gran interés. Su mayor aplicación se presenta en los campos de las telecomunicaciones, electromedicina, sensores e instrumentación, entre otras, que contribuyen al desarrollo de la humanidad.

- **La degradación de los materiales** desde diferentes enfoques tales como el desgaste, la fricción, el rayado (**tribología**), la oxidación y corrosión (**electroquímica**), la falla y fractura, etc., son fenómenos que afectan a los materiales. Estos desmejoran el funcionamiento de los productos o mecanismos elaborados con un material específico. El estudio e investigación sobre dichos fenómenos en los materiales es fundamental para predecir y aumentar el tiempo de vida útil de los productos, e incidir sobre los aspectos técnico-económicos relacionados con la durabilidad de las partes de las máquinas y mejora de la productividad.

- Se realizan numerosas investigaciones en cuanto a la desarrollo de materiales y procedimientos avanzados y eficaces para realizar **recubrimientos** de y para diversos materiales y aplicaciones. Esta línea de investigación es importante ya que mejora las condiciones de funcionamiento de muchos dispositivos del sector mecánico, aeroespacial, transporte, entre otros, al proteger los materiales del desgaste, la corrosión y condiciones ambientales como la temperatura y, de esta manera, reducir determinados costos en dichos sectores.

- Los materiales tradicionales como los **minerales, cerámicos, metálicos y poliméricos** siguen evolucionando para realizar una mejor caracterización de los mismos y obtener mejores propiedades (físicas, químicas, mecánicas) a través de diversos tratamientos químicos, físicos, manipulación a nivel nanométrico, etc. Se pretende además desarrollar tecnologías de fabricación que reemplacen los procesos clásicos y sean eficaces, es decir, deben ser favorables al medio ambiente, consumir menos energía, ser económicos y realizar un procesamiento efectivo.

- En cuanto a los procesos de fabricación o síntesis de los nuevos materiales, éstos deben ser eficaces tal como se describió en el punto anterior. Las tecnologías que

presentan mayor interés en la actualidad dentro del área de materiales son la **nanotecnología** y la **biotecnología**.

- En el procesamiento de los materiales los **procesos catalíticos** cobran gran importancia ya que mejoran el rendimiento y disminuyen los costos energéticos y los residuos de dichos procesos.
- Los procesos de síntesis de materiales avanzados implican normalmente altos costos. Por esta razón existe un gran interés por desarrollar herramientas de **Diseño y modelización multiescalar de materiales**.

6.1 NECESIDADES GENERALES DE LOS GRUPOS DE INVESTIGACIÓN

Con el fin de conocer las condiciones de trabajo y las necesidades de los grupos de investigación del área de materiales se realizó un sondeo de opinión (Ver Anexo 41) a un grupo de expertos que se mostraron interesados en la realización del ejercicio, para identificar las fortalezas y debilidades que, desde el punto de vista de los investigadores, tiene la investigación de la Universidad en la presente área. En total participaron siete investigadores cuya identificación se puede observar el Anexo 42.

Los investigadores participantes en el sondeo señalaron las líneas de investigación con las que se encuentran aportando al área estratégica de materiales desde sus grupos de investigación. Ver tabla 42.

Tabla 42. Número de grupos UIS por línea de investigación - Sondeo

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	# DE GRUPOS
Biomateriales	2
Catálisis	1
Conductores	0
Cristalografía	2
Degradación de materiales	1
Desarrollo, caracterización y síntesis de nuevos materiales	5
Materiales magnéticos y magnetismo	0
Materiales Metálicos	3
Materiales poliméricos	1
Minerales	2

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	# DE GRUPOS
Nanomateriales	3
Óptica	0
Películas delgadas	2
Propiedades de los materiales	4
Recubrimientos	2

Con el fin de analizar las respuestas de la pregunta número 2 en la que se solicita calificar diferentes factores que influyen en las labores investigativas, se decidió agrupar los valores dados a través del valor promedio. Los resultados obtenidos se pueden observar en la tabla 43.

Tabla 43. Calificación de factores de investigación

FACTOR	Investigadores							Promedio
	1	2	3	4	5	6	7	
Espacio para investigación	2	4.0	2	4	3	4	4	3
Equipos de investigación	2	3.0	3	1	3	3	4	3
Personal	3	2.5	1	2	1	2.5	3	2
Tiempo para realizar investigación	2	2.0		3	4	2.5	4	3
Seguridad de equipos e instalaciones	4	3.0		4	3	2.0	4.5	4
Mantenimiento de condiciones de funcionamiento (Servicios generales y otros)	3	3.0		2	3	3.5	4	3
Instalaciones de uso común (auditorios, salones, etc.)	3	2.0		5	2	4.5	5	4

Elaborado por Autoras del proyecto

Los comentarios dados por los investigadores para los factores se resumen a continuación:

Espacio para investigación: Los expertos consideran que los espacios con los que cuentan para investigación son aceptables, pero de acuerdo a las actividades proyectadas a realizar en un futuro, como nuevas líneas de trabajo, procesos de acreditación de laboratorios, se necesita mayor espacio. En algunos casos se reclaman reparaciones de condiciones generales tales como humedad y condiciones de iluminación. A su vez, se requiere separar las actividades experimentales de las labores administrativas, docencia y servicios.

Equipos de investigación: Expresan la necesidad de equipos y tecnologías especiales para el mejoramiento de las actividades de investigación. Algunos de los grupos se ven obligados a acudir a otras instituciones de investigación para el préstamo de los mismos, lo que implica normalmente altos costos. Además existen equipos que no se obtienen aún haciendo uso de las alianzas existentes entre los grupos. Esto ocasiona el uso de medios no apropiados o la cancelación de ciertas investigaciones.

Personal: Se hace énfasis en la necesidad de movilidad y la formación adecuada de los investigadores. Para fortalecer los grupos de investigación, los investigadores expresan la necesidad de personal especializado para el fortalecimiento del grupo. Se requieren v.g. técnicos, especialistas en electrónica, un PhD en diseño de materiales y otro PhD en trabajo celular y personal con conocimientos avanzados en cristalografía y caracterización estructural. A su vez personal capacitado que apoye las labores de docencia.

Tiempo para realizar investigación: Los investigadores señalan el problema que se presenta al tener tiempo limitado para realizar actividades de investigación y docencia simultáneamente. Tal situación implica trabajo constante de acompañamiento y preparación de clases para estudiantes de pregrado como de postgrado, lo que disminuye el tiempo que dedican a las labores de investigación.

Seguridad de equipos e instalaciones: Los investigadores consideran que las condiciones de seguridad son buenas y que la Universidad se ha esforzado por mejorarlas, pero creen que aún falta perfeccionar ciertas situaciones que pueden afectar el funcionamiento de los equipos y por tanto la seguridad de los investigadores.

Mantenimiento de condiciones de funcionamiento (Servicios generales y otros): Los investigadores consideran que se presentan retrasos en estas labores debido a los procedimientos previos a las actividades de mantenimiento, por lo cual los grupos optan por realizarlas bajo su responsabilidad. Se requiere un sistema de servicios especializado en investigaciones experimentales

Instalaciones de uso común (auditorios, salones, etc.): En este factor hay opiniones divididas, ya que existen grupos que cuentan con la facilidad para acceder a los espacios

de uso común. Sin embargo hay quienes no tienen, ni pueden acceder fácilmente a este tipo de lugares. Por ésta razón solicitan la colaboración por parte de la institución para mejorar dicha situación.

Al preguntar a los actores internos en el área de materiales sobre los grupos de investigación internos y externos con los cuales realiza o con los que le interesaría realizar actividades de investigación se encontró una visión de transversalidad reflejada en el interés por trabajar con grupos que cuentan con líneas diferentes a las propias. A su vez se encontró no solo el interés por trabajar con grupos nacionales, sino también internacionales. De esta manera se observa la importancia de las alianzas y la cooperación internacional y nacional de investigación, variable estratégica del análisis estructural realizado. (...Ver numeral 5...).

Las opiniones dadas por los expertos en el sondeo de opinión y los requerimientos en cuanto a equipos se presentan en el anexo 43. Para complementar la información obtenida en el sondeo de opinión se revisó la información disponible en los portafolios de los grupos del área de materiales, que se encontraban en la Vicerrectoría de Investigación y Extensión. (Ver Anexo 44)

CONCLUSIONES

- La convergencia y la interdisciplinariedad son componentes de una tendencia observada en las diferentes fases del proyecto. Dicha tendencia se manifiesta en la revisión bibliográfica, en el ejercicio de vigilancia tecnológica y en la identificación de las principales líneas de investigación en el área. Se identificó a partir de tres enfoques:

El primero se refiere a que v.g. en los proyectos de investigación se deben involucrar, en conjunto, los conceptos de caracterización, estructura, procesos de fabricación, propiedades y aplicabilidad del material estudiado o creado (parámetros asociados a la ciencia de los materiales); por otro lado es frecuente encontrar productos de investigación donde se combinan diferentes tipos de materiales para obtener comportamientos específicos según las propiedades de cada componente (materiales compuestos, materiales híbridos, materiales multicapas, mezclas); por último, se observa la necesidad de utilizar diversas tecnologías en los proyectos realizados tales como la biotecnología y la nanotecnología y por esta misma razón, la necesidad de integrar talento humano de diversas disciplinas, utilizar diferentes tipos de equipos y de realizar diversas pruebas, ensayos y procesamientos en general.

- La Universidad Industrial de Santander es un escenario propicio para el desarrollo del área estratégica de materiales. Dentro del área existe un ambiente de interés y colaboración frente al fortalecimiento y direccionamiento estratégico de la misma.

Un elemento a favor es que la Universidad está en capacidad de abarcar un amplio rango de temáticas de interés en el área de materiales, según la base de conocimiento declarada en las líneas de investigación de los grupos y en los artículos de investigación institucionales.

Asimismo cuenta con numerosos programas académicos, tales como química, física, ingeniería metalúrgica, mecánica, civil, diseño industrial, medicina, entre otros, asociados a los grupos de investigación del área. Esta multidisciplinariedad enriquece los proyectos realizados. Este mismo elemento adquiere mayor importancia ya que concuerda y facilita el alinearse con la tendencia de convergencia identificada en los diferentes análisis

realizados. De igual manera, los diferentes criterios con los cuales las diferentes disciplinas evalúan el sistema, favorecen el análisis y elaboración de estrategias futuras que sobre éste se planteen.

Por último, al interior de la Universidad se presentan diferentes niveles de madurez de los grupos de investigación. De esta manera, aquellos que cuentan con mayor experiencia y mejor clasificación según Colciencias, pueden apoyar los grupos jóvenes o que necesitan renovarse para alcanzar niveles de calidad, excelencia, aportar al conocimiento y obtener reconocimiento a nivel nacional e internacional.

- La Universidad debe aprovechar sus capacidades, las cuales se constituyen en ventajas con respecto a las diferentes instituciones en el país, para de esta manera, fortalecer el área estratégica de materiales y las líneas de investigación propuestas. Con el fin de lograr éste propósito debe prestar especial atención, a las políticas nacionales e institucionales, a la economía mundial y la demanda de materiales, como también debe actuar y tomar decisiones que fortalezcan los grupos y centros de investigación, estimulen la productividad científica y tecnológica, estar vigilante frente a el desarrollo tecnológico, debe explorar las diversas fuentes de financiación dentro de las que se incluye al sector privado, fomentar la cooperación internacional, fortalecer la infraestructura de investigación interna y favorecer la formación, movilidad y vinculación de talento humano de alto nivel.

Asimismo se debe trabajar sobre factores y necesidades expuestas, relacionadas con la infraestructura, talento humano, tiempo dedicado a la investigación, seguridad y mantenimiento de los equipos, entre otras.

- La Vigilancia Tecnológica y la Prospectiva se constituyen en herramientas útiles para el direccionamiento estratégico de las actividades de investigación en la Universidad. Éstas brindan numerosos elementos que facilitan la toma de decisiones y la implementación de las mismas.

Por un lado la vigilancia tecnológica permite estar al día con los adelantos científicos y tecnológicos a nivel mundial, proyectos, nuevos grupos o centros de investigación, posibilidades de consecución de fuentes de financiación, provee información sobre eventos a nivel nacional y mundial, nueva legislación y políticas a favor o en contra del

desarrollo científico de un área específica, entre otros. Esto se debe a que la vigilancia tecnológica es un ciclo y se fundamenta en renovar y analizar constantemente la información útil según los objetivos planteados.

En cuanto al ejercicio prospectivo y en particular, al análisis estructural realizado, éste se constituyó en un medio a través del cual los investigadores y expertos externos (empresarios líderes de la región), participaron en la definición del sistema del área estratégica de materiales y evaluaron los elementos (problemas, oportunidades, amenazas, debilidades, necesidades, tendencias) sobre los cuales se debe prestar especial interés. Se construyó, de esta manera, una reflexión colectiva, un lenguaje común y un compromiso de algunos de los principales actores sociales, lo cual establece las bases para las siguientes etapas del proyecto y facilita la implementación de los proyectos y acciones estratégicas en el futuro.

- Los expertos internos y los empresarios consultados para el análisis estructural del área estratégica de materiales se encuentran familiarizados y tienen clara las relaciones existentes entre las diferentes variables y la manera en que estas influyen sobre el desarrollo del área. Aunque existen diferencias entre la visión del sistema que tienen los investigadores internos y externos (empresarios), también concuerdan en numerosos aspectos relacionados con el mismo.

Dentro de dichos elementos comunes, sobresale el interés que les despierta la búsqueda de mecanismos para estrechar las relaciones Universidad- Empresa. Los dos grupos de actores proponen herramientas que favorezcan la comunicación entre las partes y mecanismos efectivos para la transferencia de conocimientos y experiencias en doble sentido.

En este contexto, los sectores industriales identificados en la región, que eventualmente podrían verse favorecidos por el aporte de la interacción entre los grupos de investigación de la Universidad y la empresa, son el sector metalmecánico, el sector salud relacionado con los biomateriales (implantes ortopédicos) y el sector plásticos.

- Existen organizaciones a nivel mundial tales como la OPTI, y países que realizan frecuentemente ejercicios de prospectiva y vigilancia tecnológica, los cuales son útiles y

necesarios para nutrir y servir de guía para los ejercicios propios realizados dentro de las diferentes áreas estratégicas.

Sin embargo es necesario construir una metodología propia para la realización de ejercicios de prospectiva y vigilancia tecnológica según las condiciones del sistema estudiado teniendo en cuenta las limitaciones propias de la organización donde se esté realizando, de la temática abordada, de las limitaciones económicas, de tiempo y espacio para realizar la investigación, entre otros factores que son particulares a cada investigación.

Adicionalmente, dicho proceso requiere dedicación constante ya que a diario nuevos estudios, informes, noticias, patentes, publicaciones, eventos, etc., salen a la luz y gran cantidad de datos deben ser procesados y analizados para actualizar los conceptos y tendencias que sobre el sistema del área estratégica se plantean al interior de la Universidad.

- Se proponen al área estratégica de investigación nueve líneas de investigación las cuales sobresalen según el ejercicio de vigilancia tecnológica realizada y la revisión de informes de prospectiva y vigilancia actuales publicados por instituciones reconocidas a nivel mundial. Cabe resaltar que las líneas propuestas contienen a su vez, numerosas sub líneas, presentan numerosas aplicaciones y pueden interactuar entre ellas para formar nuevas líneas o temas específicos de investigación (concepto de convergencia).
- En cuanto a las tendencias del ámbito científico, La nanotecnología se identifica en todos los análisis de las áreas estratégicas de investigación de Energía y de Biotecnología. Por esta razón se confirma su transversalidad, importancia e impacto en los escenarios científicos del mediano y largo plazo. En cuanto al área de materiales, la nanotecnología actúa principalmente sobre los procesos de diseño, caracterización y síntesis de los mismos. La manipulación a escala nanométrica permite elaborar materiales con propiedades específicas y superiores. Esto sucede con los materiales tradicionales que aun son tema de interés científico ya que gracias a esta tecnología sus propiedades avanzadas hacen que sean muy demandados.
- La obtención de materiales que sean compatibles con sistemas biológicos como los biomateriales, se constituye en una línea propuesta como estratégica. Su impacto en el sector salud es notable y son muy demandados. Las investigaciones se fundamentan

en la biocompatibilidad con los sistemas vivos, sus propiedades avanzadas y la reducción de costos para los usuarios finales. Cabe señalar que como biomateriales también se encuentra aquellos que son “biomiméticos”. Estos materiales buscan tener propiedades y comportamientos similares a los de algunos seres vivos para diversas aplicaciones.

- Se identificaron a su vez otras líneas de investigación estratégicas por el interés que despiertan en el entorno científico y por las múltiples aplicaciones que surgen de las investigaciones sobre éstas. Dichas líneas son: propiedades de los materiales, propiedades eléctricas (conductividad), el estudio de la degradación de los materiales, diseño y modelización multiescalar de materiales, recubrimientos, materiales cerámicos, metálicos y poliméricos, minerales y procesos catalíticos.
- En un principio las cuatro áreas estratégicas definidas trabajaron en conjunto para definir los elementos metodológicos y las especificaciones básicas del proyecto. Sin embargo, debido a particularidades tales como, los actores internos y externos involucrados, la definición y delimitación del área, la disponibilidad de información sobre la misma entre otros elementos, hicieron necesario que se realizaran abordajes diferentes y que algunos elementos metodológicos fueran ajustados según las diferentes condiciones.

Uno de los elementos diferenciadores es que el área de materiales no cuenta con un programa nacional en COLCIENCIAS, diferente de lo que sucede con las áreas de Energía, Biotecnología y las Tecnologías de la Información y Comunicación. Existe además dificultad para encontrar estudios a nivel nacional y mundial que abarquen el área en su totalidad. Por estas razones existe dificultad al establecer los límites de la misma y se debe estar reevaluando su alcance periódicamente con el apoyo de un grupo de expertos del área estratégica de investigación, según las decisiones estratégicas, capacidades y proyecciones que se planteen en torno a la misma al interior de la Universidad.

- El presente proyecto servirá para facilitar y enriquecer el planteamiento que se realice en torno al proyecto del doctorado en materiales. Las líneas propuestas facilitarán la definición de las líneas de investigación para el programa. A su vez, el presente proyecto ofrece fuentes teóricas y metodológicas importantes, propone variables claves

para el desarrollo del área e identificación de necesidades básicas necesarias, elementos que serán tema en las discusiones que se lleven a cabo en torno al dicho programa.

TABLA DE LOGROS

OBJETIVOS		RESULTADOS
OBJETIVO GENERAL	Realizar un análisis estructural y de patentes para la identificación de programas estratégicos de investigación en la Universidad Industrial de Santander en el área de materiales, como parte del macroproyecto "Identificación de programas estratégicos de investigación de la Universidad Industrial de Santander"	Numeral 3.1.3.4 Desarrollo metodológico análisis de patentes
		Numeral 3.2 Desarrollo metodológico análisis estructural
		Numeral 4.5 Análisis estructural
		Capítulo 5 Análisis de Patentes
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	Establecer el estado del arte del área de materiales a través de una investigación exploratoria, descriptiva y consulta a expertos	Capitulo 2 Marco Referencial. Referentes teóricos y metodológicos
		Numeral 2.4 Referentes teóricos y metodológicos
		Capitulo 6 Propuestas de líneas de investigación en el área de materiales.
	Establecer las tendencias del área de materiales en Santander, Colombia y el mundo mediante un análisis de patentes y un análisis de capacidad a nivel nacional y de la universidad.	Numeral 4.1.6 Palabras Clave (Publicaciones internacionales)
		Numeral 4.2.1.4 Líneas de Investigación (Grupos de investigación nacionales)
		Numeral 4.2.3.5 Palabras Clave (Publicaciones nacionales)
		Numeral 4.3.1.3 Líneas de Investigación (Grupos de investigación Institucionales)
		Numeral 4.4.4 Palabras clave (Publicaciones Institucionales)
	Numeral 4.5 Análisis de patentes	
	Identificar las variables relevantes en el área por medio de la herramienta MICMAC® (matriz de impactos cruzados)	Numeral 5.6 Variables Estratégicas
	Construir una propuesta de líneas estratégicas específicas del área de estudio, donde se enuncien los recursos y herramientas básicas necesarias para llevarlas a cabo	Capitulo 6 Propuestas de líneas de investigación en el área de materiales
Numeral 6.1 Necesidades generales de los grupos de investigación		

RECOMENDACIONES

Se recomienda a la Vicerrectoría de Investigación y a los integrantes del área estratégica de materiales:

- La revisión y evaluación continua de la metodología y las herramientas utilizadas para la realización de los ejercicios de vigilancia tecnológica y de prospectiva. Se pretende de esta manera, estar al tanto de mecanismos que faciliten y hagan más eficientes y efectivas las diversas actividades realizadas.
- Incentivar y realizar actualizaciones del estado del arte ya que éste es una fotografía de la situación y circunstancias en un momento específico. Día a día se publican nuevos estudios y análisis sobre los escenarios futuros en diferentes áreas del conocimiento dentro de la que se incluye la de materiales. Se recomienda consultar las fuentes identificadas en el marco referencial y citadas a lo largo del documento, como también estar atentos a nuevas fuentes de información que surjan.
- Constituir la Vigilancia Tecnológica como una necesidad y en una actividad ininterrumpida con el fin de actualizar las bases de datos de publicaciones, patentes, análisis de capacidades, etc. (se sugiere actualización y análisis mínimo cada seis meses). Esto con el fin de definir adecuadamente las estrategias para atender las necesidades futuras y responder ante los retos que continuamente se presentan.
- La creación de una herramienta para reforzar la relación Universidad – empresa. Se propone un ejercicio de rotación de los expertos de los grupos de investigación por las empresas de la región. Se plantea que un investigador asociado a un grupo visite la empresa por un periodo de al menos un mes, para que de esta forma comprenda la dinámica de la empresa, los problemas que realmente enfrenta y pueda realizar un diagnóstico más eficaz de los problemas, diferente a los diagnósticos que se realizan en una sola jornada de visita. Una vez establecido el diagnóstico, y consciente de las capacidades con las que cuenta su equipo de investigación, puede ofrecerse a trabajar en

la solución de uno de los problemas. De igual manera, expertos de otros grupos, pueden visitar la empresa y plantear soluciones a otros problemas identificados.

- El diseño de una herramienta efectiva de comunicación al interior de la universidad y entre la universidad y la empresa. Los empresarios perciben y manifiestan problemas de comunicación al interior de la institución entre los grupos de investigación. En ocasiones los grupos no están al tanto de los adelantos que entre ellos están realizando. Por esta razón, un equipo de investigación puede estar buscando solucionar un problema, que otro ya ha resuelto.
- Aunque gran parte del futuro puede ser construido por los actores sociales, otro porcentaje corresponde a las tendencias que se evidencian en el estudio sistemático de la realidad. De esta manera se recomienda responder a las tendencias señaladas en el presente proyecto asociadas al área. A su vez se exhorta, a los mismos actores, a permanecer vigilantes frente a nuevas tendencias que se avecinen.

Se recomienda a la Vicerrectoría de Investigación

- Realizar un inventario y un mejor seguimiento sobre la masa crítica o talento humano de los diferentes grupos de investigación de la universidad. Actualmente, la información que sobre este aspecto se obtiene, no es clara y no se encuentra actualizada. Los datos suministrados por Colciencias, muchas veces divergen de los encontrados en los portafolios de los grupos y en la página de la Universidad. Dicha información es importante para determinar cuáles investigadores están realmente activos dentro de los grupos y contribuyen al desarrollo de la investigación en el área.
- Realizar una evaluación más a fondo sobre el impacto que tienen los diferentes grupos de investigación. Dicha evaluación estaría basada en factores como los productos de cada grupo, sus alianzas con otros grupos y con el sector productivo, etc. De tal forma que permita identificar los grupos más dinámicos y que podrían liderar el desarrollo del área estratégica.
- El diseño y ejecución de un sistema de comunicación e información eficiente desde la Universidad hacia la empresa, en la que los grupos puedan publicar sus resultados y

ofrecer servicios que realmente atiendan. Uno de los espacios en los que este tipo de iniciativas se han planteado y se pueden gestar es el Comité Universidad Empresa Estado (CUEES). Como ejemplo de un sistema eficiente de información y comunicación se propone el de tecnovigilancia^{95*} que realiza el INVIMA para el sector de la salud, el cual se ha convertido en una herramienta fundamental para la evaluación y regulación sanitaria.

- La creación de un sistema de clasificación de la producción científica y tecnológica al interior de la Universidad, que facilite la búsqueda y análisis de la información disponible en cada una de las áreas estratégicas de investigación y líneas sobre las cuales trabaja cada una. Este sistema de clasificación debe tener elementos que le permitan su comparación con clasificaciones y estándares internacionales.
- Realizar un estudio sobre las empresas de la región cuyas actividades se puedan ver fuertemente relacionadas y favorecidas con investigaciones en el área de materiales. Verificar dentro de cada empresa el proceso de desarrollo de nuevos productos y su actual o potencial relación con algún grupo de investigación a nivel nacional o internacional. A su vez se recomienda indagar sobre su interés en aliarse con los grupos de investigación de la universidad y la creación de los mecanismos para que dicha relación se fomente.

Se recomienda al líder y a los integrantes del área estratégica de materiales:

- Realizar una revisión anual de plano de influencias indirectas potenciales. Esto con el fin de identificar y ubicar el surgimiento o posibilidad de eliminar una o varias variables del sistema de materiales. Así, dicha herramienta les facilitará la toma de decisiones estratégicas para el futuro al indicar los elementos sobre los cuales deben prestar más atención.
- Realizar jornadas en las que con las líneas de investigación propuestas y la información que sobre ellas se expone en el presente proyecto, definan una herramienta a través de la cual determinen aquellas sobre las cuales se va a centrar el interés. Esto con la asesoría de la VIE y el grupo INNOTEC. Se sugiere una metodología similar a la desarrollada en algunos ejercicios de Vigilancia de la OPTI*. Se recomienda a la

Vicerrectoría de Investigación, el grupo de Investigación INNOTECH y a los investigadores de la segunda fase del proyecto seguir involucrando a los investigadores al interior de la Universidad y a construir mejores condiciones para que este tipo de ejercicios sean cada vez más enriquecedores en la medida que los resultados sean útiles para la toma de decisiones estratégicas.

- Se recomienda a los investigadores de la segunda fase del proyecto de "Identificación de programas estratégicos de investigación" que se encuentren atentos y vigilantes frente a la información que frecuentemente surge desde diferentes fuentes. Es claro que en la actualidad una de las principales fuentes es Internet, ya que habilita el ingreso a bases de datos, científicas, de patentes, a noticias sobre nuevos descubrimientos, estudios, centros y grupos de investigación, etc. Sin embargo, se remarca que el contacto constante con los investigadores es fundamental para nutrir y validar las búsquedas y análisis realizados.
- Se recomienda al grupo de investigación INNOTECH, trabajar sobre la idea de un observatorio de vigilancia tecnológica que inicialmente se enfoque en las áreas estratégicas de investigación de la Universidad y posteriormente pueda prestar servicios a la comunidad en general.

BIBLIOGRAFÍA

ALARCÓN, Javier. Química de materiales, Universidad de Valencia, [online, pdf], [Citado en Enero 26 de 2009],
<http://www.uv.es/~uimcv/Castellano/ModuloMatCeramicos/Unidad%201.pdf>

AUSTRARIAN BUREAU OF STATISTICS, STATISTICS NEW ZEALAND. *Australian and New Zealand Standard Research Classification (ANZRC)*. s.l.2008.

BANCOLDEX. Papel y Cartón. Documento sectorial. s.l. Agosto de 2008 Información disponible en:
http://www.bancoldex.com/documentos/1187_Papel_y_cart%C3%B3n_agosto.pdf.

BARBERO POZUELO, Enrique, NAVARRO UGENA, Carlos, Material de clase de la asignatura Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras » Elasticidad y Resistencia de Materiales II, libro Materiales compuestos, capítulo 1. Introducción a los materiales compuestos, Universidad Carlos III de Madrid, [online, pdf], [Citado en Enero 26 de 2009], <http://ocw.uc3m.es/mecanica-de-medios-continuos-y-teoria-de-estructuras/elasticidad-resistencia-de-gmaterialesii/material-de-clase-1/materiales-compuestos/capitulo1.pdf>

BT. PEARSON, Ian. NIELD, Ian. 2005 edition of the BT Technology Timeline. s.l. August 2005. Documento disponible en:
<http://btplc.com/Innovation/News/timeline/TechnologyTimeline.pdf>.

CAMACHO PICO, Jaime Alberto. BECERRA ARDILA, Luis Eduardo. ARENAS DÍAZ, Piedad. Gestión Tecnológica. Versión preliminar. s.l. s.f. p. 132. *Ibíd.* p.133.

CENM. La vigilancia tecnológica en el centro de excelencia en nuevos materiales. Informe de actividades. Cali, 26 de Septiembre del 2006. Información disponible en:
<http://calima.univalle.edu.co/cenm/prospectiva/presentaciones/Presentaci%F3n%20visita%20colciencias%2022%20septiembre2006.pdf>
----- y CIEBREG, Artículo: Ejercicios de apoyo en prospectiva tecnológica a centros de investigación de excelencia. <http://www.oei.es/memoriasctsi/mesa12/m12p23.pdf>

CENTRO DE VIGILANCIA, NORMAS Y PATENTES – CDE, Software para VT-IC, Matheo Software, Matheo Patent [online], [citado el 12 de marzo de 2009],
http://www.cde.es/index.php?Itemid=338&id=139&option=com_content&task=view.

-----, Software para VT-IC, Matheo Software, Matheo Analyzer [online], [citado el 12 de marzo de 2009],
http://www.cde.es/index.php?option=com_content&task=view&id=116&Itemid=337.

-----, Disponible en:

http://www.cde.es/index.php?option=com_content&task=view&id=20&Itemid=285

CEPAL. Escalafón de la competitividad de los departamentos en Colombia. United Nations Publications. Bogotá. 2007

CHINESE ACADEMY OF SCIENCES [online], [citado en 16 de Enero de 2009], <http://english.cas.ac.cn/>.

CNAM. ARCADE, Jacques. GODET, Michel. MEUNIER, Francis. ROUBELAT, Fabrice. Análisis estructural con el método mic mac, y estrategia de los actores con el método mactor. Buenos Aires, Argentina, 2004. p.177. Información disponible en: <http://www.colciencias.gov.co/portaicol/downloads/archivosContenido/96.pdf>
CNAM. ARCADE Jacques. Op.cit.p.182.

CODINA, Luís. Scopus: el mayor navegador científico de la web, El profesional de la información [Pdf, online], enero – febrero de 2005, [citado el 12 de marzo de 2009], <http://www.elprofesionaldelainformacion.com/contenidos/2005/enero/7.pdf>

COLCIENCIAS, Formación de recurso humano de alto nivel, [online], [Citado el 16 de marzo de 2009]. Información disponible en: <http://www.colciencias.gov.co/portaicol/index.jsp?ct5=256&ct1=&ct=105&nctd=Fortalecimiento%20al%20Programa%20de%20Doctorados%20Nacionales&cargaHome=3>.

-----, Incentivos fiscales, [online], [Citado el 16 de marzo de 2009], Disponible en: <http://www.colciencias.gov.co/portaicol/index.jsp?ct=103&nctg=Incentivos%20Fiscales&cargaHome=3>

-----, Informe de vigilancia tecnológica, Métodos de fabricación de nanotecnología, Anexo N° 1. Anexo metodológico, páginas 99 y 100.

-----, Modelo de medición de grupos de investigación, tecnológica o de innovación año 2008; Bogotá D.C. Julio de 2008, páginas 20 y 18.

-----, guía-formato para la presentación de propuestas de investigación “Evaluación de las formas contractuales que permiten generar el ingreso laboral y su relación con el sistema de protección social”. Convenio # 324 de 2004. S.I. 2005. [Citado el 1 de abril de 2009].

-----, Política Nacional de Fomento a la Investigación y a la Innovación. Documento para discusión. s.l. 2008. P. 7.

COLLEGE OF MATERIALS SCIENCE AND CHEMICAL ENGINEERING, [online], [citado el 23 de Enero de 2009], <http://www.cmsce.zju.edu.cn/>.

COLOMBIA, DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN (DNP). Visión Colombia II Centenario. Fundamentar el crecimiento y el desarrollo social en la ciencia, la tecnología y la innovación. Documento sectorial. 1 Edición. s.l.: DNP, 2006. p.37.

------. Cadena de la Pulpa, cartón, papel, industria gráfica y editoriales. Documento Sectorial. Bogotá, agosto de 2007. [Citado abril de 2009]. Información disponible en: http://www.dnp.gov.co/archivos/documentos/AI_Dimension_Sectorial/Pulpa%20papel%20industria%20grafica.pdf

------. Op.cit. [Citado de Encuesta Anual Manufacturera (EAM) 2004.] Información adicional de EAM disponible en: http://www.dane.gov.co/index.php?option=com_content&task=category§ionid=17&id=43&Itemid=154

DIRECTION GÉNÉRALE DES ENTREPRISES – FRANCE, DIRECTION GÉNÉRALE DES ENTREPRISES. “*Technologies clés 2010*”. Paris 2006. Información disponible en: http://www.industrie.gouv.fr/techno_cles_2010/html/sommaire.html

DIRECTOR DE PROSPECTIVA E INNOVACIÓN TECNOLÓGICA. Consejo nacional de ciencia, tecnología e innovación tecnológica - CONCYTEC, Perú.

ELSEVIER [online], [citado en 17 de Enero de 2009], http://www.elsevier.com/wps/find/journaldescription.cws_home/221/description#description

FERNANDEZ, John E; Lecture I: Performance, properties and selection; Emergent materials workshop the ecology of construction materials; Department of architecture. MIT.

FUNDACIÓN COTEC PARA LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA. Vigilancia Tecnológica. Documentos COTEC sobre oportunidades tecnológicas. Primera edición Septiembre 1999.

FUNDACIÓN MADRI+D PARA EL CONOCIMIENTO, Ciencia y tecnología. Investigación, desarrollo e invención tecnológica. [citado el 20 de abril de 2009]. <http://www.madrimasd.org/>.

GARAVITO, Edwin. Presentación 1. Material académico para la asignatura Técnicas modernas de optimización. Presentación en formato PDF [online]. Disponible en: <http://gavilan.uis.edu.co/~garavito/>

GLENN, JEROME. GORDON, TED. SITUACIÓN DEL FUTURO 2006. Appendix C: Global Scenarios

-----, -----, Foreword. s.l. p.1.[CD].

-----, -----, Resumen Ejecutivo Millennium Project del Consejo Americano para la Universidad de las Naciones Unidas. Información disponible en http://www.millennium-project.org/millennium/2006/exec_summ-Spanish.pdf

GODET, Michel. De la anticipación a la acción. Manual de prospectiva estratégica. Bogotá D.C.: Alfaomega, 1999. p. 75, 84, 90, 106

-----, La caja de herramientas de la prospectiva estratégica. Publicado por Gerpa con la colaboración de Electricité de France, Mission Prospective. 4 ed. París, 2000. Cuaderno n° 5. p. 15, 68, 74

INDICADORES CLAVE DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y DE LAS COMUNICACIONES. Santiago de Chile. Noviembre de 2005. p.18. Información disponible en: <http://www.eclac.cl/socinfo/noticias/documentosdetrabajo/7/23117/Indicadores.pdf>
Información adicional disponible en: <http://techcast.org/Default.aspx>

INSTITUTO BALSEIRO, Definición de la Línea de Investigación Ciencias de Materiales de la Maestría en Ciencias Físicas [online]. Argentina. Sin fecha de publicación [Citado en 12 Noviembre de 2008] <http://www.ib.edu.ar/~mafis/materiales.html>

IPE. Información adicional disponible en: <http://www.prospecti.es/ipeframe.htm>

JARAMILLO S, Hernán. "Políticas científicas y tecnológicas en Colombia: Evaluación e impactos durante la década de los noventa". Informe preparado para la CEPAL. Bogotá. Marzo de 2004

LIPSOR (Laboratoire d'Investigation en Prospective, Stratégie et Organisation), ¹MICMAC® que constituye un marco de investigación para profesores-investigadores, investigadores asociados y doctorados de las cátedras de Prospectiva Industrial y de Desarrollo de Sistemas de Organización del CNAM. Citado [9 de Febrero de 2009] en línea < <http://www.cnam.fr/lipsor/spa/presentation.php> >.

MINISTERIO DE CIENCIA, Tecnología e Innovación Productiva, Presidencia de la República de Argentina [online], [citado en Enero 26 de 2009], http://www.mincyt.gov.ar/Planplur4/ingenieria_matmetal.htm.

MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL, Sistema de nacional de información de educación superior, [online], [citado el 12 de marzo de 2009], <http://200.41.9.227:7777/men/>.

MOJICA, Francisco José. Bases Conceptuales de la Prospectiva Tecnológica. Documento rector. Disponible en:

<http://catedradh.unesco.unam.mx/catedradh2007/SeguridadHumana/prospectiva%206/revista/numero%203/estpros/escenari/mojica.htm>

----- . La construcción del futuro. Primera edición. Colombia, 2005. p. 88, 120,121, 123.

----- . Origen y pertinencia de la prospectiva. Ciencia & Tecnología [Online]. Vol. 24 No. 1-2 de 2006. Disponible en:

http://zulia.colciencias.gov.co:8098/portacol/kernel/mod_medios/usuario_publico_libros/de_talle_medio.jsp?id_medio=273&id_seccion=505

----- . Curso de Capacitación en Prospectiva Estratégica - Orientado a analizar el futuro de la investigación en las áreas estratégicas de la Universidad Industrial de Santander, 20 y 21 de Noviembre, 4 y 5 de Diciembre. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia.

OCDE. Sites "Prospective" par pays et région. Disponible en:

http://www.oecd.org/document/57/0,3343,fr_2649_33707_35402809_1_1_1_1,00.html

----- . Manual de Oslo. Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación. Tercera edición. s.l. 2005.

----- . Patent statistics manual. s.l. 2009.

OPTI – Observatorio de prospectiva tecnológica industrial. ¿Qué es la prospectiva? Información disponible en: <http://www.opti.org/que/prospectiva.asp>

----- Primer Informe de Prospectiva Tecnológica Industrial. Futuro Tecnológico en el horizonte del 2015, 1999

----- . Materiales para el Transporte y la Energía. Tendencias tecnológicas a medio y largo plazo. España. 2003. p. 19,20.

----- Y FENIN, Ciencias de la Salud, El Futuro de los Biomateriales, Tendencias tecnológicas a medio y largo plazo, [online, pdf], [Citado en Enero 26 de 2009], <http://www.opti.org/pdfs/sectoriales/Biomaterialescompleto.pdf>.

ORTEGA SAN MARTÍN, Fernando. La prospectiva, herramienta indispensable de planeamiento en una era de cambios. s.l. s.f. p.4, 3.

PATIÑO SANTA, Luis Fernando. Introducción a los polímeros, Materiales en el diseño, Ingeniería de diseño del producto, Universidad EAFIT [online, pdf], [citado en Enero 26 de 2009] <http://200.12.187.228/ocwuniversia/departamento-de-Ingenieria-de-diseno-de-producto/ingenieria-civil/descargableMateriales.zip/view>.

RAMOS DE VALLE, Luis Francisco. Nanotecnología, Ingenierías, Octubre-Diciembre 2006, Vol. IX, No. 33 Editorial: Nanotecnología, Universidad Autónoma de Nuevo León [online, pdf] [citado en Enero 28 de 2009], http://ingenierias.uanl.mx/33/33_editorial.pdf
MIC MAC. Ayuda sobre Mic Mac. El método Micmac : Identificación de las variables clave. [Software].

REVISTA DINERO. Pulpa papel y cartón. [Citado abril de 2009]. Información disponible en: <http://www.dinero.com/noticias-caratula/pulpa-papel-carton/34885.aspx>

SCHMOCH, ULRICH. "Concept of a Technology Classification for Country Comparisons". Final Report to the World Intellectual Property Organisation (WIPO). Karlsruhe, Germany. June 2008. Disponible en :
www.wipo.int/edocs/mdocs/classifications/en/ipc_ce_41/ipc_ce_41_5-annex1.doc

SCIENTI, COLCIENCIAS, COLOMBIA, Ciencia y tecnología para todos [online], [citado el 12 de marzo de 2009], <http://200.25.59.34:8083/ciencia-war/>.

SEMINARIO TALLER DE CAPACITACIÓN EN PROSPECTIVA ESTRATÉGICA UIS. Programa del taller. Tipo de doc. Word.

SISTEMA INTEGRAL DE SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN –SISE-, FECYT, MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN DE ESPAÑA. Estrategia Nacional de Ciencia y Tecnología (ENCYT). Ejercicio de Prospectiva a 2020. España, s.f. p.31-48 [Citado el 24 de marzo de 2009] Información adicional disponible en: <http://www.oei.es/noticias/spip.php?article2381>

THE THOMSON CORPORATION®, Web of Science® 8.9 [Pdf, online]. Publicado en 2004 [Citado en 11 Noviembre de 2008]. http://www.um.es/biblioteca/doc/pdf/manual_isi.pdf.

TORO JIMÉNEZ, WALTER RAMIRO. Modelo de simulación prospectiva de la demanda de servicios de salud para enfermedades de alto costo: aplicación para una entidad promotora de salud colombiana. s.l.s.f. Información disponible en: <http://www.eumed.net/tesis/wrtj/DETERMINACION%20DE%20LAS%20VARIABLES%20ESENSIALES%20DEL%20SISTEMA%20ESTUDIADO.htm>

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. Plan de desarrollo institucional. 2008 – 2018 (PDI). p. 3, 33.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE YUCATÁN. Multiplicación de Matrices. Información disponible en:
<http://www.ingenieria.uady.mx/weblioteca/programacion/Prog07/MultiplicdeMatrices.htm>

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. Evaluación y prospectiva estratégica de la pertinencia social y el la inserción de política industrial de la facultad de ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia. Bogotá D.C. 2003.

WIPO. World Patent Report. A statistical review. s.l. 2008.

ANEXO 1. CLASIFICACIONES ASOCIADAS AL ÁREA ESTRATÉGICA DE MATERIALES SEGÚN LA ANZRC

Toda la información registrada a continuación fue extraída del “*Australian and New Zealand Standard Research Classification (ANZRC)*”⁹⁶. Las categorías fueron seleccionadas por las palabras claves del área estratégica de nuevos materiales, asociadas a la clasificación general de los materiales y a las palabras claves y líneas de investigación arrojadas por el análisis de publicaciones internacionales, nacionales e institucionales.

La clasificación de los campos de investigación viene dada en tres niveles como se ilustra a continuación:

Division (División)	02 Physical Sciences
Group (Grupo)	0206 Quantum Physics
Field (Área)	020603 Quantum Information, Computation and Communication

A continuación se ilustran algunos de los niveles de clasificación relacionados con el área estratégica de materiales. La información se encuentra en idioma Inglés para evitar alterar su significado.

DIVISION 02 PHYSICAL SCIENCES: This division covers the physical sciences. It includes biological physics (other than human biophysics), medical physics and

0202 Atomic, Molecular, Nuclear, Particle and Plasma Physics

020203 Particle Physics

020204 Plasma Physics; Fusion Plasmas; Electrical Discharges

0204 Condensed Matter Physics

020401 Condensed Matter Characterisation Technique Development

020402 Condensed Matter Imaging

020403 Condensed Matter Modelling and Density Functional Theory

020404 Electronic and Magnetic Properties of Condensed Matter; Superconductivity

020405 Soft Condensed Matter

020406 Surfaces and Structural Properties of Condensed Matter

0205 Optical Physics

020502 Lasers and Quantum Electronics

020503 Nonlinear Optics and Spectroscopy

DIVISION 03 CHEMICAL SCIENCES: This division covers the chemical sciences. It includes immunological and bioassay methods, forensic chemistry, and atmospheric chemistry:

0302 Inorganic Chemistry

030204 Main Group Metal Chemistry

030205 Non-metal Chemistry

030206 Solid State Chemistry

030207 Transition Metal Chemistry

0303 Macromolecular and Materials Chemistry

030301 Chemical Characterisation of Materials

030302 Nanochemistry and Supramolecular Chemistry

030303 Optical Properties of Materials

030304 Physical Chemistry of Materials

030305 Polymerisation Mechanisms

030306 Synthesis of Materials

030307 Theory and Design of Materials

030399 Macromolecular and Materials Chemistry not elsewhere classified

0305 Organic Chemistry

030502 Natural Products Chemistry

0306 Physical Chemistry (incl. Structural)

030601 Catalysis and Mechanisms of Reactions

030603 Colloid and Surface Chemistry

030604 Electrochemistry

030606 Structural Chemistry and Spectroscopy

0399 Other Chemical Sciences: This group covers any chemical sciences not elsewhere classified.

039903 Industrial Chemistry

039904 Organometallic Chemistry

DIVISION 04 EARTH SCIENCES

0403 Geology

040306 Mineralogy and Crystallography

DIVISION 07 AGRICULTURAL AND VETERINARY SCIENCES

0705 Forestry Sciences

070509 Wood Fibre Processing

070510 Wood Processing

DIVISION 08 INFORMATION AND COMPUTING SCIENCES

080110 Simulation and Modelling

DIVISION 09 ENGINEERING

0901 Aerospace Engineering

090102 Aerospace Materials

0902 Automotive Engineering

090202 Automotive Engineering Materials

0903 Biomedical Engineering

090301 Biomaterials

0904 Chemical Engineering

090401 Carbon Capture Engineering (excl. Sequestration)

090402 Catalytic Process Engineering

090403 Chemical Engineering Design

090404 Membrane and Separation Technologies

090406 Powder and Particle Technology

0905 Civil Engineering

090503 Construction Materials

0906 Electrical and Electronic Engineering

090605 Photodetectors, Optical Sensors and Solar Cells

0912 Materials Engineering

091201 Ceramics

091202 Composite and Hybrid Materials

091203 Compound Semiconductors
091204 Elemental Semiconductors
091205 Functional Materials
091206 Glass
091207 Metals and Alloy Materials
091208 Organic Semiconductors
091209 Polymers and Plastics
091210 Timber, Pulp and Paper
091299 Materials Engineering not elsewhere classified
0913 Mechanical Engineering
091308 Solid Mechanics
091309 Tribology
0914 Resources Engineering and Extractive Metallurgy
091403 Hydrometallurgy
091404 Mineral Processing/Beneficiation
091401 Electrometallurgy
091407 Pyrometallurgy

DIVISION 10 TECHNOLOGY: This division covers technology. For the purposes of this classification, technology R&D is defined as the application of science and engineering knowledge to the development of tools and techniques which have wide application in other fields of R&D and/or in society more generally.

1007 Nanotechnology
100704 Nanoelectromechanical Systems
100706 Nanofabrication, Growth and Self Assembly
100707 Nanomanufacturing
100708 Nanomaterials
100710 Nanometrology
100711 Nanophotonics
100712 Nanoscale Characterisation

DIVISION 11 MEDICAL AND HEALTH SCIENCES

1105 Dentistry

110501 Dental Materials and Equipment

DIVISION 21 HISTORY AND ARCHAEOLOGY

2102 Curatorial and Related Studies: This group covers curatorial and related studies. It includes heritage and cultural conservation.

210203 Materials Conservation

En cuanto a la clasificación por objetivo socioeconómico se encontraron niveles de clasificación relacionados con el área estratégica de materiales. Los niveles de este indicador difieren un poco con los de Investigación y desarrollo.

Sector B Economic Development

Division(División) 86 Manufacturing

Group(Grupo) 8607 Agricultural Chemicals

Objective(Objetivo) 860702 Chemical Fertilisers

A continuación se ilustran algunos de los niveles de clasificación relacionados con el área estratégica de materiales. La información se encuentra en idioma Inglés para evitar alterar su significado.

SECTOR B ECONOMIC DEVELOPMENT

DIVISION 82 PLANT PRODUCTION AND PLANT PRIMARY PRODUCTS

8298 Environmentally Sustainable Plant Production

829803 Management of Liquid Waste from Plant Production (excl. Water)

829804 Management of Solid Waste from Plant Production

DIVISION 83 ANIMAL PRODUCTION AND ANIMAL PRIMARY PRODUCTS

8305 Primary Animal Products

830504 Pearls

830505 Raw Wool

8398 Environmentally Sustainable Animal Production

839804 Management of Solid Waste from Animal Production

DIVISION 84 MINERAL RESOURCES (EXCL. ENERGY RESOURCES)

8403 First Stage Treatment of Ores and Minerals

840301 Alumina Production

840302 Beneficiation of Bauxite and Aluminium Ores (excl. Alumina Production)

840303 Beneficiation or Dressing of Iron Ores

840304 Beneficiation or Dressing of Non-Metallic Minerals (incl. Diamonds)

840305 Concentrating Processes of Base Metal Ores (excl. Aluminium and Iron Ores)

840306 Production of Unrefined Precious Metal Ingots and Concentrates

840399 First Stage Treatment of Ores and Minerals not elsewhere classified

8498 Environmentally Sustainable Mineral Resource Activities

849803 Management of Liquid Waste from Mineral Resource Activities (excl. Water)

849804 Management of Solid Waste from Mineral Resource Activities

DIVISION 85 ENERGY

8598 Environmentally Sustainable Energy Activities

859804 Management of Liquid Waste from Energy Activities (excl. Water)

859805 Management of Solid Waste from Energy Activities

DIVISION 86 MANUFACTURING

8604 Leather Products, Fibre Processing and Textiles

860401 Clothing

860402 Cotton Ginning

860403 Natural Fibres, Yarns and Fabrics

860404 Non-Fabric Textiles (e.g. Felt)

860405 Processed Skins, Leather and Leather Products

860406 Synthetic Fibres, Yarns and Fabrics

860407 Wool Scouring and Top Making

860499 Leather Products, Fibre Processing and Textiles not elsewhere classified

8605 Wood, Wood Products and Paper

860501 Paper Products (incl. Coated Paper)

860502 Printing and Publishing Processes

860503 Pulp and Paper

860504 Reconstituted Timber Products (e.g. Chipboard, Particleboard)

860505 Wood Sawing and Veneer

860599 Wood, Wood Products and Paper not elsewhere classified

8606 Industrial Chemicals and Related Products

860603 Lubricants

860605 Paints

860606 Plastics in Primary Forms

860607 Plastic Products (incl. Construction Materials)

860608 Rubber and Synthetic Resins

860609 Soaps and Cosmetics

8610 Ceramics, Glass and Industrial Mineral Products

861001 Cement and Concrete Materials

861002 Ceramics

861003 Clay Products

861004 Plaster and Plaster Products

861005 Structural Glass and Glass Products

861099 Ceramics, Glass and Industrial Mineral Products not elsewhere classified

8611 Basic Metal Products (incl. Smelting, Rolling, Drawing and Extruding): This group covers R&D directed towards the manufacture of basic metal products, such as cast metal. It includes R&D directed towards smelting, rolling, drawing and extruding

861101 Basic Aluminium Products

861102 Basic Copper Products

861103 Basic Iron and Steel Products

861104 Basic Precious Metal Products

861105 Basic Zinc Products

861199 Basic Metal Products (incl. Smelting, Rolling, Drawing and Extruding) not elsewhere classified

8612 Fabricated Metal Products: This group covers R&D directed towards the manufacture of structural and sheet metal products, castings, machined and semi-finished fabricated metal products.

861201 Coated Metal and Metal-Coated Products

861202 Machined Metal Products

861203 Metal Castings

861204 Semi-Finished Metal Products

- 861205 Sheet Metal Products
- 861206 Structural Metal Products
- 861299 Fabricated Metal Products not elsewhere classified
- 8698 Environmentally Sustainable Manufacturing
- 869803 Management of Liquid Waste from Manufacturing Activities (excl. Water)
- 869804 Management of Solid Waste from Manufacturing Activities

DIVISION 87 CONSTRUCTION

8703 Construction Materials Performance and Processes: This group covers R&D directed towards testing the performance, durability and life cycle of construction components and materials which are delivered to or assembled on construction sites.

- 870301 Cement and Concrete Materials
- 870302 Metals (e.g. Composites, Coatings, Bonding)
- 870303 Polymeric Materials (e.g. Paints)
- 870304 Stone, Ceramics and Clay Materials
- 870305 Timber Materials

870399 Construction Materials Performance and Processes not elsewhere classified

8798 Environmentally Sustainable Construction: This group covers R&D directed towards environmentally sustainable ways of managing construction and building activities by minimizing the generation of emissions and wastes and by reducing or optimizing the consumption of water and other natural resources.

- 879803 Management of Liquid Waste from Construction Activities (excl. Water)
- 879804 Management of Solid Waste from Construction Activities

DIVISION 88 TRANSPORT

8898 Environmentally Sustainable Transport: This group covers R&D directed towards environmentally sustainable ways of managing transport activities by minimising the generation of emissions and wastes and by reducing or optimising the consumption of water and other natural resources.

- 889803 Management of Liquid Waste from Transport Activities (excl. Water)
- 889805 Management of Solid Waste from Transport Activities
- 8899 Other Transport
- 889901 Intermodal Materials Handling

8998 Environmentally Sustainable Information And Communication Services: This group covers R&D directed towards environmentally sustainable ways of managing information and communication service activities by minimising the generation of emissions and wastes and by reducing or optimising the consumption of water and other natural resources.

899802 Management of Solid Waste from Information and Communication Services

9004 Water and Waste Services: This group covers R&D directed towards the development and provision of water and waste services and utilities to households and industrial and commercial premises.

900401 Waste Management Services

900402 Waste Recycling Services

900403 Water Recycling Services (incl. Sewage and Greywater)

9098 Environmentally Sustainable Commercial Services and Tourism: This group covers R&D directed towards environmentally sustainable ways of managing commercial and tourism service activities by minimising the generation of emissions and wastes and by reducing or optimising the consumption of resources such as water.

909803 Management of Liquid Waste from Commercial Services and Tourism (excl. Water)

909804 Management of Solid Waste from Commercial Services and Tourism.

ANEXO 2. JUSTIFICACIÓN DE LA ELECCIÓN DE LAS ÁREAS DEL CONOCIMIENTO EN MATERIALES DEL ESTUDIO “Estrategia Nacional de Ciencia y Tecnología (ENCYT). Ejercicio de prospectiva a 2020⁹⁷”

1.1. Nanociencia y Nanotecnología

El enorme potencial de mejora que aportan los desarrollos aún incipientes de las nanociencias y nanotecnologías abre las puertas al desarrollo de nuevos materiales con propiedades inusitadas, al conocimiento de nuevos fenómenos y, en definitiva, al desarrollo de nuevas aplicaciones innovadoras y rupturistas en numerosos campos de aplicación. De los tres temas destacados en este grupo las dos primeras líneas persiguen la síntesis y fabricación de nano materiales y el desarrollo de nano dispositivos y nanosensores, mientras que la tercera línea se orienta al desarrollo de aplicaciones industriales en la mayoría de los sectores de actividad.

1.2. Diseño y Modelización Multiescalar de Materiales

El desarrollo y aplicación de herramientas computacionales para el diseño y modelización de materiales y sus procesos es una disciplina transversal que no deja de crecer y adquirir importancia a todos los niveles y en todas las fases del desarrollo y aplicación de los materiales. Es por ello que lo destacable en este caso sea, tal como lo señaló el panel de expertos, la exclusión de los temas de modelización de las líneas prioritarias del estudio.

1.3. Materiales (multi)Funcionales y Materiales Inteligentes

La incorporación a los materiales de funciones y/o capacidades para “sentir” los estímulos externos y “actuar” en consecuencia, en clara emulación del comportamiento de los seres vivos, supone un importante reto para el desarrollo de nuevas aplicaciones que integran “inteligencia”, multifuncionalidad y autonomía. Las líneas prioritarias destacadas en este ámbito persiguen el desarrollo de materiales multifuncionales para sistemas y estructuras

inteligentes, y el desarrollo de arquitecturas y materiales funcionales avanzadas orientados hacia aplicaciones industriales.

1.4. Materiales con Elevadas Propiedades Específicas (Propiedad / Densidad)

El desarrollo de materiales con elevadas propiedades específicas constituye un objetivo clásico de la ciencia de los materiales dadas el gran número de aplicaciones en las que se solicita mejorar en este sentido. De las numerosas propuestas formuladas en la encuesta para el logro de los objetivos enunciados bajo este epígrafe, se han destacado el desarrollo para aplicaciones estructurales de materiales metálicos, cerámicos, poliméricos y sus compuestos; y los materiales avanzados para absorción de energía (choque, acústica, térmica, electromagnética, etc.).

1.5. Materiales con Propiedades Mejoradas desde el punto de vista del Comportamiento en Servicio.

La mejora del comportamiento en servicio de los materiales constituye un desafío permanente en la medida que proporciona ventajas competitivas a los productos mediante la mejora de prestaciones, la reducción de costos, etc.. El interés de los expertos por la actuación en este ámbito de los materiales queda manifiesto por la alta valoración de impacto y de posición de España en todas las líneas de este grupo que, en consecuencia, han sido priorizadas en el estudio. Los retos que se plantean bajo esta tendencia persiguen el desarrollo de nuevos materiales de altas prestaciones y de materiales para trabajo en condiciones extremas; la mejora de las características estructurales y funcionales; el desarrollo de nuevos recubrimientos y tratamientos de superficie de altas prestaciones y medioambientalmente aceptables; y la integración de materiales y tecnologías para nuevos retos sociales y aplicaciones emergentes.

1.6. Tecnologías Relevantes para la Elaboración y Transformación y Caracterización de Materiales y Valorización de Subproductos.

Las líneas consolidadas bajo este epígrafe proponen el desarrollo de la ingeniería de superficies y de las tecnologías de valorización para minimización de residuos, en las que los expertos entienden que se disponen de fortalezas evidentes. Entre las opciones estratégicas donde la posición de España plantea debilidades relativas, se destaca el desarrollo de nuevas tecnologías de procesado de materiales y procesos inteligentes de fabricación y transformación de materiales.

1.7. Biomateriales.

El desarrollo de biomateriales constituye una de las aspiraciones esenciales de la sociedad actual en la medida que se proponen para mejorar la calidad de vida y la salud de las personas. Tal vez por ello, los dos temas planteados en esta tendencia son los de mayor impacto general aunque la posición de España es claramente mejorable sobre todo en relación con el desarrollo industrial y comercial. Las dos líneas seleccionadas persiguen el desarrollo de sustratos para ingeniería tisular, regeneración de tejidos y liberación de sustancias biológicamente activas, y los implantes avanzados para órganos críticos y sistema nervioso. Se aprecia claramente que las líneas que abordan la **nanociencia y nanotecnología**, los **materiales y procesos inteligentes**, y los **biomateriales** encajan en la clasificación de “opciones estratégicas” indicando su carácter de apuesta ante la posición desventajosa con la que se perciben estas actividades en España. En contraposición a este grupo, los materiales con elevadas propiedades específicas o con propiedades mejoradas desde el punto de vista del comportamiento en servicio y las tecnologías de elaboración y transformación concentran las líneas en las que los expertos perciben las mayores fortalezas.

ANEXO 3.LÍNEAS DEL CONOCIMIENTO PRINCIPALES AGRUPADAS SEGÚN LOS INDICES DE POSICIÓN, IMPACTO, DEPENDENCIA EXTERIOR Y CICLO DE DESARROLLO⁹⁸.

1. Índice de Posición Capacidad Científica

Química

Teoría y experimentación en Química e Ingeniería Química. Síntesis estequiométrica y catalítica; reactividad. Química organometálica. Catálisis homogénea; catálisis asimétrica. Catálisis heterogénea. Síntesis en fase sólida y mediante micro reactores. Mecanismos de las reacciones químicas; relaciones estructura-reactividad. Generación de diversidad molecular: moléculas con propiedades insólitas.

Materiales

Elevadas propiedades. Desarrollo de materiales metálicos, cerámicos, poliméricos, y sus compuestos para aplicaciones estructurales

Elaboración/Transformación. Ingeniería de superficies, tecnologías de valorización para la minimización de residuos

2. Índice de Posición Desarrollo Tecnológico

Materiales

Elevadas propiedades. Desarrollo de materiales metálicos, cerámicos, poliméricos, y sus compuestos para aplicaciones estructurales.

Elaboración/Transformación. Tecnologías de unión y desunión, tecnologías de valorización para la minimización de residuos

3. Índice de posición transferencia i+d

Materiales

Elaboración/Transformación. Tecnologías de unión y desunión, desarrollo de equipos y técnicas de para la caracterización y ensayo de materiales, metrología y normalización

Elevadas propiedades. Desarrollo de materiales metálicos, cerámicos, poliméricos, y sus compuestos para aplicaciones estructurales

4. Índice de Posición Desarrollo Industrial y Comercial

Materiales

Elaboración/Transformación. Tecnologías de unión y desunión, tecnologías de valorización para la minimización de residuos

Elevadas propiedades. Desarrollo de materiales metálicos, cerámicos, poliméricos, y sus compuestos para aplicaciones estructurales

5. Índice de Impacto sobre la Ciencia y la Tecnología

Materiales

Biomateriales. Implantes avanzados para órganos críticos y sistema nervioso

Multifuncionales. Desarrollo de materiales multifuncionales para sistemas y estructuras inteligentes, activos-adaptativos y materiales auto-reparantes.

Nanociencia-nanotecnología. Síntesis y fabricación de materiales nanoestructurados metálicos, cerámicos, poliméricos, y sus compuestos. (nano) Materiales, biomiméticos y bioinspirados. Auto-ensamblado y auto-organización

Tecnologías de Diseño y Producción Industrial

Innovar en los medios y sistemas de fabricación. Desarrollo de equipamiento para la producción (fabricación y montaje) de productos miniaturizados con interconexiones a escala nano y micro

Mejora de los procesos de fabricación. Tecnologías de tratamientos y recubrimientos superficiales y térmicos. Nano-recubrimientos y recubrimientos por plasma o micro-encapsulación.

Mecánica. Nanomecánica

Química

Nanotecnología. Síntesis y fabricación de nanomateriales y nanopartículas. Tecnología de superficies nanoestructuradas

6. Índice de Impacto sobre la Economía y la Industria

Tecnología de Diseño y Producción Industrial

Innovar en los medios y sistemas de fabricación. Desarrollo de equipamiento para la producción (fabricación y montaje) de productos miniaturizados con interconexiones a escala nano y micro.

Ciencias de la Salud y Biotecnología

Bioproducción. Desarrollo de polímeros biocompatibles y/o biodegradables, desarrollo de Biorefinerías para la conversión y fraccionamiento de la biomasa en fuente de energía, materiales y compuestos químicos de alto valor.

Concepción de producto, análisis y simulación. “Eco-diseño” contemplando nuevos materiales, reducción de materias primas, consumo de energía y ruido, fácil desensamblado, la modularidad, reutilizabilidad, reciclabilidad, bajo coste, incorporación de sistemas inteligentes, seguridad, etc.

Seguridad y Defensa

Temas generales. Nuevos materiales para el aprovechamiento de la energía solar

Transporte

Transporte aéreo. Tecnologías avanzadas de fabricación en materiales compuestos

Materiales

Elevadas propiedades. Desarrollo de materiales metálicos, cerámicos, poliméricos, y sus compuestos para aplicaciones estructurales

Comportamiento en servicio. Nuevos materiales de altas prestaciones, considerando infamabilidad, toxicidad, reciclabilidad, y antivandalismo; y nuevos materiales más eficientes y tolerantes al daño, incluyendo compuestos, intermetálicos, superaleaciones y aleaciones resistentes al calor

7. Índice de Impacto sobre la Calidad de Vida.

Materiales

Biomateriales. Implantes avanzados para órganos críticos y sistema nervioso.

Química

Tecnologías para la gestión ambiental sostenible. Reciclaje, reutilización, valorización e inertización de residuos, vertidos y emisiones.

Materiales

Biomateriales. Sustratos para ingeniería tisular: regeneración de tejidos y liberación de sustancias biológicamente activas.

Elaboración-Transformación. Tecnologías de valorización para la minimización de residuos.

Agroalimentación y Pesca

Temas generales. Reducción de la contaminación y gestión integrada de los residuos sólidos y líquidos generados por la actividad agraria en suelos y aguas.

Energía

Eficiencia energética. Tecnologías para el desarrollo de edificios inteligentes y energéticamente eficientes. Características de la envoltura del edificio y de las instalaciones. Acoplamiento y control de las instalaciones convencionales y solares para el acondicionamiento térmico de los edificios. Evaluación energética en condiciones reales de uso.

Seguridad y Defensa

Temas generales. Nuevos materiales para el aprovechamiento de la energía solar.

8. Líneas con mayor dependencia exterior.

Tecnologías de Diseño y Producción Industrial

Innovar en los medios y sistemas de fabricación. Desarrollo de equipamiento para la producción (fabricación y montaje) de productos miniaturizados con interconexiones a escala nano y micro.

Mecánica. Nanomecánica

Seguridad y Defensa

Temas generales. Diseño y fabricación de sensores de radiación en el ultravioleta (UV), visible e infrarrojo (cercano, medio y lejano)

Ciencias de la Salud y Biotecnología

Bioproducción. Desarrollos biocompatibles de la nanotecnología para su aplicación industrial.

9. Líneas de Aplicación Generalizada a corto plazo

Materiales

Elaboración-Transformación. Tecnologías de unión y desunión

Tecnologías de Diseño y Producción Industrial

Mecánica. Diseño avanzado de máquinas, conjuntos y componentes

Líneas de aplicación a Largo Plazo

Tecnologías de Diseño y Producción Industrial

Bioingeniería. Sistemas bioinspirados

Transporte

Transporte aéreo. Desarrollo de compuestos intermetálicos y de materiales de elevada resistencia al calor.

ANEXO 4. BIOGRAFÍA FUTURÓLOGOS

IAN PEARSON⁹⁹

Futurólogo

Futurizon

Ian Pearson, en 1981 se graduó en Matemáticas Aplicadas y Física Teórica de la Universidad de Queens, Belfast. Después de cuatro años en Sistemas de Misiles Cortos, se incorporó a los laboratorios BT como analista de rendimiento, y más tarde trabajó en el diseño de redes, informática evolución, cibernética y sistemas móviles.

Desde 1991 hasta 2007, fue futurólogo de BT British Telecommunications, donde realizó seguimiento y predicción de nuevos desarrollos en las tecnologías de la información, teniendo en cuenta las implicaciones tecnológicas y sociales. Ahora realiza exactamente las mismas actividades para Futurizon, un instituto de apoyo a los *startups*, empresas en su primera etapa de desarrollo de un producto o servicio innovador y con demanda potencial. Como futurólogo y consultor, dicta conferencias sobre sus puntos de vista del futuro.

Entre las conferencias, escribe sobre temas tales como la máquina de la conciencia, la evolución humana, las cuestiones de la mujer, el envejecimiento, las tendencias sociales y de la tecnología informática avanzada. Como resultado de su trabajo, se le concedió el título honorario de Doctor en Ciencias por la Universidad de Westminster.

Ha recibido muchos premios por sus trabajos, es autor de varios libros y ha realizado más de 400 apariciones en la televisión y la radio. Es miembro honorario de la British Computer Society, la Academia Mundial de Arte y Ciencia, la Sociedad Real de las Artes, el Instituto de Nanotecnología y de la Fundación para la Innovación Mundial.

IAN NEILD¹⁰⁰

Futurologist, BT

Ian Neild se graduó con una licenciatura en Física Aplicada y Opto-Electrónica en 1993 y empezó a trabajar en el área de investigación y desarrollo de British Telecommunications. Inicialmente, la investigó de alta velocidad de los sistemas inalámbricos ópticos se

trasladó para trabajar sobre la movilidad de trabajo en la WLAN y es precursor de la tecnología 3G antes de convertirse en Asesor de Ingeniería a la cabeza de la investigación en BT. Viaja por el mundo hablando sobre el futuro uso de la tecnología y sus impactos.

Co-escribió la línea del tiempo de la tecnología "Technology Timeline" en 1999 que es ampliamente utilizada por muchas empresas a pensar en los impactos del futuro en sus negocios y a combatir el juego de los escenarios futuros

lan ha sido becario de investigación en el *Media Lab* del MIT en Boston y en 2001 recibió una Maestría en Telecomunicaciones. Actualmente trabaja en "The Internet of things" en búsqueda de diversos ámbitos de la movilidad y en la actualización de la línea del tiempo de la tecnología.

WILLIAM HALAL¹⁰¹

El libro más reciente del Dr. William Halal es "*Technology's Promise*" (La promesa de la tecnología), publicado por Palgrave Macmillan en 2008. Macmillan de la Enciclopedia del futuro lo clasificó entre "los 100 más influyentes futuristas", donde se incluye además a HG Wells, Arthur C. Clarke, y Alvin Toffler. Dr. Halal es el fundador de TechCast, un sistema basado en Internet para agrupar los conocimientos de los expertos para pronosticar los avances en todos los campos técnicos.

Dr. Halal es profesor emérito de Ciencia, Tecnología e Innovación en la Universidad George Washington. Es autoridad sobre las nuevas tecnologías, la planificación estratégica, y el cambio institucional. El Dr. Halal ha trabajado con AT&T, el Departamento de Defensa, el Banco Asiático de Desarrollo, y diversos organismos gubernamentales. Su trabajo se ha publicado en revistas como Nature Biotechnology y Estrategia & Negocios, y sus artículos han aparecido *The New York Times*, *Executive Excellence*, y *The Futurist*.

**ANEXO 5. ALGUNOS EVENTOS DE LA LINEA DEL TIEMPO TECNOLÓGICA,
RELACIONADOS CON EL ÁREA DE MATERIALES¹⁰²**

2006-2010

- S
spherical silicon integrated circuits
- P
polymers with lower resistance than copper at room temperature Use of polymer gels for muscles Quantum effect interferometer for flux measurement
- U
use of carbon fullerenes for on chip interconnect Chemical lab on a chip Liquid drop lenses for camera phones etc
- P
piezoelectric motors for moving lenses in phones
- L
light emitting fabrics used in clothes Smell emitting clothing, uses context

2008-2012

- A
antibacterial coatings on domestic appliances, phones etc, especially in hospitals
- S
smells embedded in ordinary household objects
- E
emotional jewellery
- E
electronic notebook with contrast as good as paper
- S
smart paint available (contains chips)

- Digital bathroom mirror D
- Displays with image quality comparable to paper D
- Folded personal glasses displays 3
- Use of polymer gels for bioreactors Molecular sized switches U
- Intelligent materials with in-built sensors, storage and effectors I
- Smart skin for intelligent clothing and direct human repair S
- Self monitoring infrastructures using smart materials and sensors. S
- Jewellery that changes shape, colour and texture J
- Kaleidoscopic clothes using materials with embedded pigment micro-capsules K
- Micro-actuators built into clothes for sensory feedback Shape changing fabrics Shape memory fabrics Cyber clothes Terahertz jammers in clothes as personal modesty shield M
- Virtual retinal displays V

2011-2015

- Elastic bones P
- Adaptive wallpaper responds to inhabitants' moods etc A

- glasses based displays dominate in the office G
- active contact lens A
- active skin touch sensitive display on forearm or for adornment A
- use of polymer gels for information processing U
- active contact lens A

2013-2017

- synthetic organs by printing layers of cells S
- sensory augmentation using sensory implants, nanoparticles etc S
- materials exhibiting superconductivity at room temperature M
- manufacture of long diamond fibres M
- elastic stealth tank P

2020s

- production, storage and use of antimatter P

2040s

- teroid mining S
- ining of water on Mars M

ANEXO 6. INFORMACIÓN DEL CENTRO DE EXCELENCIA DE NUEVOS MATERIALES

Los centros de excelencia están conformados por una red nacional de grupos de investigación del más alto nivel, enlistados en la tabla 44, articulada alrededor de un programa común de trabajo en un área científica y tecnológica considerada como estratégica para el país. Tienen por objeto desarrollar investigación de frontera en permanente contacto con entidades pares internacionales, apoyar la formación de recursos humanos en los niveles de maestría y doctorado, transferir el conocimiento generado al sector productivo, presentar los resultados de su trabajo en publicaciones internacionales indexadas y estar comprometidos en los procesos de protección de la propiedad intelectual y el patentamiento.¹⁰³

El área de materiales en Colombia cuenta con el apoyo de una institución de alto nivel como lo es el Centro de excelencia de nuevos materiales (CENM), conformado por 19 grupos de investigación perteneciente a 10 universidades del país.

El CENM tiene establecidas 4 líneas de investigación: Recubrimientos avanzados, Materiales compuestos, Nanomagnetismo, Dispositivos de estado sólido, sensores y sistemas mesoscópicos

Tabla 44. Grupos de investigación pertenecientes al CENM

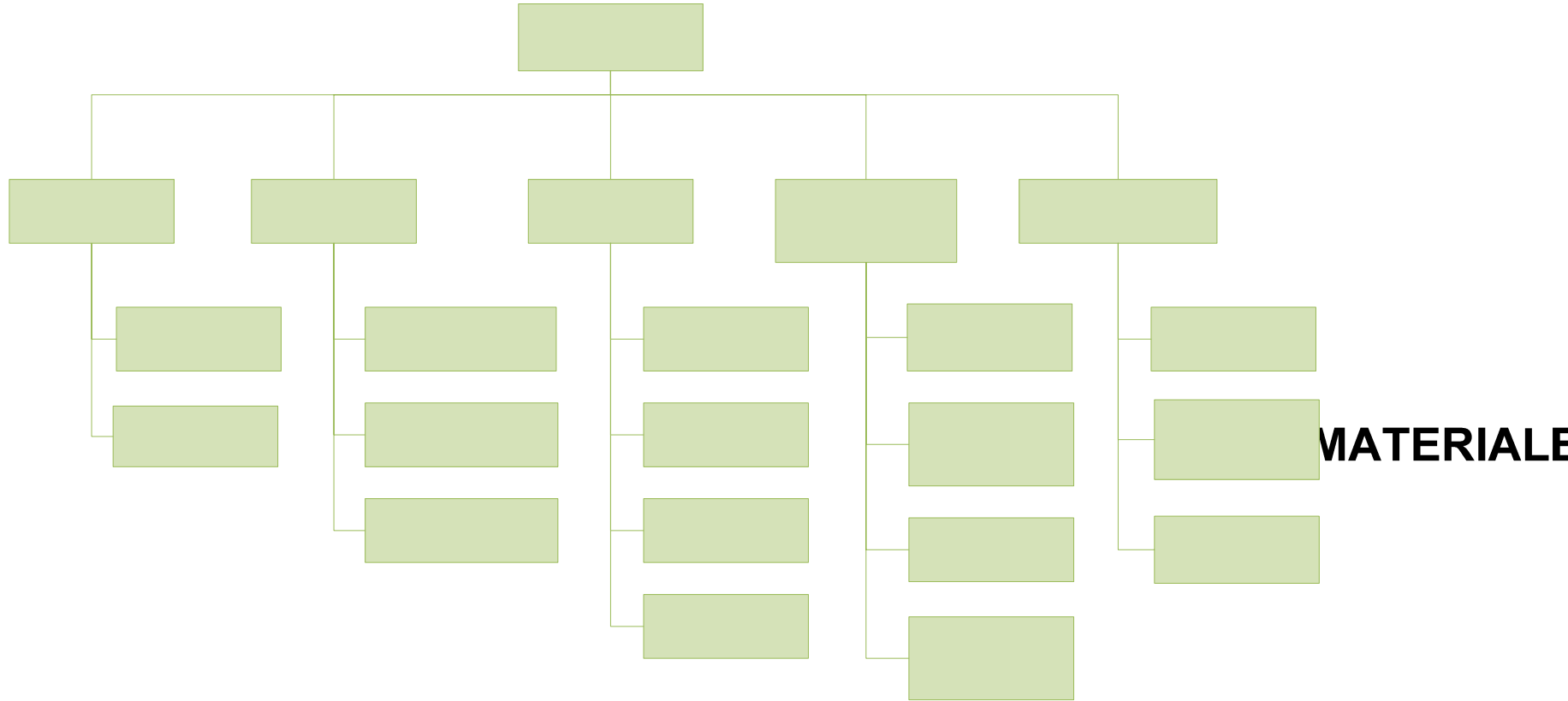
N°	GRUPO	UNIVERSIDAD	DIRECTOR
1	Corrosión y Protección GCP	Universidad de Antioquia	Félix Echeverría
2	Estado Sólido GES	Universidad de Antioquia	Johans Restrepo
3	Física Atómica y Molecular	Universidad de Antioquia	Jorge Mahecha
4	Física Computacional en Materia Condensada FICOMACO	Universidad Industrial de Santander	Javier Betancur

N°	GRUPO	UNIVERSIDAD	DIRECTOR
5	Física de Nuevos Materiales GFNM, Universidad Nacional de Colombia en Bogotá	Universidad Nacional de Colombia en Bogotá	Jairo Roa
6	Física Teórica del Estado Solido FTES	Universidad del Valle	Juan C. Granada
7	Materiales Compuestos GMC	Universidad del Valle	Ruby Mejia
8	Metalurgia Física y Teoría de Transiciones de Fase GMFTTF	Universidad del Valle	Jesús Tabares
9	Óptica y Tratamiento de Señales GOTS	Universidad Industrial de Santander	Yezid Torres
10	Optoelectrónica GOE	Universidad del Quindío	Hernando Ariza
11	Películas Delgadas GPD	Universidad del Valle	Maria Elena Gómez
12	Síntesis y Mecanismos de Reacción en Química Orgánica SMRQO	Universidad del Valle	Fabio Zuluaga
13	Transiciones de Fase en Sistemas No-Metálicos GTFNM	Universidad del Valle	Rubén Vargas
14	Ciencia de Materiales GCM	Universidad del Tolima	Yebrail Rojas
15	Ciencia e Ingeniería de Materiales GCIM	Universidad Autónoma de Occidente	Nelly Alba
16	Física de Bajas Temperaturas "Edgar Holguín" FBTEH	Universidad del Cauca	Gilberto Bolaños
17	Materiales Fotónicos GMF	Universidad Industrial de Santander	Ancízar Flórez
18	Materiales, Procesos y Diseño GMPD	Universidad del Norte	Heriberto Maury
19	Plasma, Láser y Aplicaciones GPLA	Universidad Tecnológica de Pereira	Henry Riascos

Fuente Centro de excelencia de Nuevos Materiales

ANEXO 7. CLASIFICACION DE LOS MATERIALES

Esquema 1. Clasificación de los materiales



Fuente: John E. Fernandez; Lecture I Performance, properties and selection; Emergent materials workshop, the ecology of construction materials; Department of architecture. MIT.

METALES

POLÍMEROS

CERÁMICO

ANEXO 8. HERRAMIENTAS DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA Y DE PROSPECTIVA ESTRATÉGICA

SOFTWARE PARA VIGILANCIA TECNOLÓGICA

Para la etapa de vigilancia tecnológica se utilizaron dos software de la misma familia: Matheo Software. Estas herramientas hacen posible el procesamiento de una gran cantidad de información disponible en las bases de datos estructuradas tanto de patentes como de publicaciones. Los dos software utilizados fueron los siguientes:

Matheo Patent®: Es un software diseñado para automatizar las tareas de búsqueda, recuperación y análisis de patentes de las bases de datos de la Oficina de Patentes de los EE.UU. (USPTO) y de la Oficina Europea de Patentes (EPO)¹⁰⁴.

Matheo Analyzer®: Es una herramienta avanzada para profesionales especializados/as en el análisis de informaciones obtenidas de bases de datos en especial de publicaciones. Ofrece una gran cantidad de herramientas avanzadas para el procesamiento y análisis de la información, análisis bibliométricos, mapeo de la información, etc. Matheo Analyzer permite sintetizar datos, fabricar y analizar nuevos indicadores, analizar sólo ciertos subconjuntos de datos, etc¹⁰⁵.

SOFTWARE PARA ANÁLISIS ESTRUCTURAL

Para la etapa de análisis estructural y para facilitar el diligenciamiento y procesamiento de la matriz de análisis cruzados para las variables se cuenta con el software MIC MAC®

MIC MAC®: El nombre de este software proviene de una de las fases del análisis estructural en donde se identifican las variables claves a partir de una Matriz de Impactos Cruzados Multiplicación Aplicada a un Clasificación, la cual se obtiene después de elevar la matriz a unas determinadas potencias. El software facilita el proceso de poner en

relieve las relaciones indirectas y potenciales entre las variables involucradas en el ejercicio. Ayuda en el proceso de diligenciamiento de la matriz y en la elaboración de los planos de influencia-dependencia entre las variables lo que facilita la verificación de los datos y el análisis de los resultados.

BASES DE DATOS

Base de datos para análisis de publicaciones internacionales.

Web of Science: es una base de datos electrónica que “contiene información sobre investigación multidisciplinaria de alta calidad publicada en revistas líderes mundiales en las ciencias, ciencias sociales, artes y humanidades”¹⁰⁶. Dicha página web es uno de recursos electrónicos con los que cuenta la biblioteca central de la Universidad Industrial de Santander y que se encuentra al servicio de los usuarios de Internet al interior del campus; permite la obtención de información científica actual y de alta calidad, favoreciendo la investigación y la academia.

Base de datos para búsqueda de publicaciones nacionales.

Scopus: “es una base de datos sobre ciencia y tecnología que permite la consulta y el acceso a las referencias bibliográficas de 14.000 publicaciones científicas (peer-review) procedentes de 4.000 editoriales distintas y que, en total, proporciona acceso a unos 27 millones de referencias”.¹⁰⁷

Base de datos para búsqueda de grupos de investigación.

CyTT: Ciencia y Tecnología para Todos es una herramienta para la consulta de información en las bases de datos que recogen toda la información sobre currículos de investigadores (CvLAC) y hojas de vida de grupos de investigación (GrupLAC) colombianos. Por lo tanto, es un instrumento para el libre acceso a la información sobre la oferta nacional de investigación y desarrollo tecnológico en términos de capacidad

científica y tecnológica de Colombia y de los resultados y productos de la investigación existentes¹⁰⁸.

Base de datos para búsqueda de programas académicos.

SNIES: El Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES) es el conjunto de fuentes, procesos, herramientas y usuarios que, articulados entre sí, posibilitan y facilitan la recopilación, divulgación y organización de la información sobre educación superior relevante para la planeación, monitoreo, evaluación, asesoría, inspección y vigilancia del sector¹⁰⁹

Bases de datos para análisis de patentes.

EPO mundial: La oficina de patentes europea provee un procedimiento de aplicación uniforme para inventores individuales y compañías que buscan protección para sus patentes en más de 38 países europeos. Es el brazo ejecutivo de la Organización Europea de Patentes y está supervisada por el consejo administrativo.¹¹⁰

La Organización de Patentes Europea es una organización intergubernamental fundada el 7 de Octubre de 1977 en base a la Convención Europea de Patentes firmada en Munich en 1973. Tiene dos cuerpos principales; la Oficina de Patentes Europea y el Consejo administrativo que supervisa las actividades de la oficina. Actualmente la organización cuenta con 35 estados miembros.¹¹¹

USPTO PATFT: Base de datos de patentes concedidas adscrita a la Oficina de Marca y Patentes de Estados Unidos. Provee los textos completos de las patentes desde 1976 e imágenes de página completa desde 1970.¹¹²

USPTO APPFT: Base de datos de aplicaciones de patentes adscrita a la Oficina de Marca y Patentes de Estados Unidos. Esta información ha sido publicada desde Marzo de 2001.¹¹³

PATESCOPE®: Es la base de servicios de patentes de la World Intellectual Property Organization (WIPO), que permite efectuar búsquedas de texto íntegro en más de 1.6 millones de solicitudes de patente publicadas a partir de la primera publicación en 1978¹⁴.

OFICINAS RESPECTO DE LAS QUE PUEDE CONSULTARSE INFORMACIÓN SOBRE LA FASE NACIONAL DEL PCT EN EL SERVICIO DE BÚSQUEDA PATENTSCOPE®.

Diversas oficinas de propiedad intelectual informan regularmente a la OMPI sobre las demandas internacionales PCT que entran en fase nacional. Con el fin de mejorar la difusión de la información relativa a la entrada en fase nacional, se invita a todas las oficinas de propiedad industrial a proporcionar a la OMPI la información sobre entrada en fase nacional. Tales datos estarán, en su debido momento, disponibles por cada una de las demandas internacionales PCT, vía el servicio de búsqueda PatentScope® en la rúbrica "Fase nacional".

En la información correspondiente a cada oficina se da a entender que el solicitante ha solicitado la tramitación de la fase nacional de la solicitud en cuestión en esa oficina. La oficina nacional correspondiente suministra la fecha de entrada en la fase nacional y el número de referencia nacional, datos que pueden ser utilizados para obtener otros datos de esa oficina, si procede.

La información es actualizada con distinta periodicidad, en función de la oficina. Por lo tanto, la ausencia de información con respecto a una oficina dada no indica necesariamente que no se ha producido la entrada en la fase nacional en esa oficina.

La información expuesta en el apartado correspondiente a la fase nacional se basa en los datos suministrados a la OMPI por las siguientes oficinas nacionales de patentes:

Tabla 45. Oficinas que informan a la OPTI - Demandas internacionales PCT

Oficina	Inicio	Actualización mas reciente
Alemania	1980-11	2009-02
Australia	1997-12	2009-03
Austria	1980-11	2008-10
Belize	2002-08	2007-02
Bulgaria	2004-01	2006-01
Canadá	1994-02	2009-02
China	1998-01	2008-03
Egipto	2008-01	2008-12
Eslovaquia	1993-01	2007-03
Eslovenia	2001-01	2005-04
España	1990-05	2008-12
Estados Unidos de América (los)	1991-02	2008-10
Federación de Rusia	2001-07	2008-07
Filipinas	2002-01	2008-12
Finlandia	1980-01	2008-07
Georgia	2002-10	2009-01
Hungría	2008-01	2008-12
Israel	1996-12	2009-02
Japón	1991-04	2009-03
Kenya	1998-01	2006-05
Letonia	1998-01	2006-06
Lituania	1995-04	2009-01
México	2004-01	2006-10
Nueva Zelandia	1985-12	2008-03
Oficina Europea de Patentes (EPO)	1980-05	2009-02
Polonia	2007-05	2008-06

Oficina	Inicio	Actualización mas reciente
Reino Unido	2000-01	2009-01
República Checa	1990-11	2009-02
República de Corea	1997-01	2007-04
Rumania	1990-01	2008-01
Sudáfrica	1999-12	2007-02
Suecia	1982-12	2008-02
Turquía	1996-03	2005-07
Uzbekistán	2001-01	2006-06

SERVICIO DE BÚSQUEDA Y ANÁLISIS PATENSCOPE®

Mediante este servicio se puede acceder a las solicitudes internacionales PCT que han sido publicadas, así como a los últimos datos bibliográficos y a los documentos contenidos en los expedientes de solicitudes internacionales PCT. Debido a la modificación del Reglamento del PCT y a que existen documentos en formato electrónico, la información disponible puede ser diferente según cuál sea la fecha de presentación de la solicitud. La OMPI no se responsabiliza del contenido de las solicitudes PCT y la documentación conexas.

Documento/Datos	Disponibilidad, sobre la base de la fecha de presentación internacional	Notas
Datos bibliográficos publicados	de 1978 hasta la actualidad	
Solicitudes internacionales PCT publicadas en formato imagen	de 1978 hasta la actualidad	
Datos bibliográficos más recientes en poder de la Oficina Internacional (incluidos los cambios	de julio de 1998 hasta la actualidad	

Documento/Datos	Disponibilidad, sobre la base de la fecha de presentación internacional	Notas
efectuados después de la publicación)		
Texto de las descripciones y reivindicaciones de solicitudes publicadas en: - español, alemán, francés e inglés - ruso	1978 hasta la actualidad 1978-1997	
Documentos de prioridad	de enero de 2001 hasta la actualidad	
Declaraciones (Regla 4.17 del PCT)	de marzo de 2001 hasta la actualidad	
- Informe de examen preliminar internacional - Traducción al inglés del informe de examen preliminar internacional	de enero de 2002 a diciembre de 2003	Los documentos se ponen exclusivamente a disposición una vez transcurridos 30 meses contados a partir de la primera fecha de prioridad y en la medida en que por lo menos una oficina designada haya pedido a la Oficina Internacional que ponga a disposición dichos documentos en su nombre conforme a lo dispuesto en la Regla 94.1.c) del PCT.
- Dictamen escrito de la Administración encargada de la búsqueda internacional - Informe preliminar internacional sobre patentabilidad: Capítulo I - Traducción al inglés del dictamen escrito de la Administración encargada de la búsqueda internacional - Traducción al inglés del informe preliminar internacional sobre patentabilidad según el Capítulo I	de enero de 2004 hasta la actualidad	Los documentos se ponen exclusivamente a disposición una vez transcurridos 30 meses contados a partir de la primera fecha de prioridad.
- Informe preliminar internacional sobre patentabilidad: Capítulo II - Traducción al inglés del informe preliminar	de enero de 2004 hasta la actualidad	Los documentos se ponen exclusivamente a disposición una vez transcurridos 30 meses

Documento/Datos	Disponibilidad, sobre la base de la fecha de presentación internacional	Notas
internacional sobre patentabilidad según el Capítulo II		contados a partir de la primera fecha de prioridad y en la medida en que por lo menos una oficina designada haya pedido a la Oficina Internacional que ponga a disposición dichos documentos en su nombre conforme a lo dispuesto en la Regla 94.1.c) del PCT.
Formulario PCT/IB/304 - Notificación relativa a la presentación o transmisión de documentos de prioridad Formulario PCT/IB/306 - Notificación de la inscripción de un cambio	de enero de 2006 hasta la actualidad	
Datos sobre la fase nacional del PCT	en función de las Oficinas	

Los documentos que no estén disponibles mediante este servicio pueden obtenerse, previa petición, de la Oficina Internacional. Se irán añadiendo más documentos a este servicio a medida que la Oficina Internacional los tenga disponibles en formato electrónico.

ANEXO 9. BITÁCORA DEL PROYECTO

FECHA	EVENTO	DESCRIPCIÓN
22/07/08 25/07/08	Seminario Taller "Vigilancia tecnológica y prospectiva aplicada a la cadena de valor de las plantas medicinales y aceites esenciales	Fundamentos teóricos de propiedad intelectual Exploración de las bases de datos de patentes a través de ecuaciones de búsqueda.
28/07/2008	Reunión directores de proyecto y compañeros de las áreas estratégicas	
29/08/2008	Reunión directora de proyecto	
02/10/2008	Reunión Ingeniero Manuel Pabón	Introducción al ejercicio de vigilancia tecnológica - análisis de publicaciones internacionales
09/10/2008	Reunión experto en Vigilancia tecnológica, Pere Escorsa Castell y con el Vicerrector de investigación de la UIS	Validación de la metodología utilizada para la realización del proyecto de identificación de áreas estratégicas.
18/10/2008	Reunión Ingeniero Manuel Pabón	Asesoría sobre el uso de Matheo Analyzer® para el análisis de publicaciones internacionales
30/10/2008	Reunión Ingeniero Manuel Pabón	Asesoría sobre el uso de Matheo Analyzer® para el análisis de publicaciones internacionales
31/10/2008	Reunión estudiantes - investigadores (Diego Bejarano, Mauricio Chacón y Heidy Gutiérrez)	Establecimiento de la metodología para la realización del análisis de publicaciones
11/11/2008	Reunión director del área estratégica de nuevos materiales en la UIS; Tutor del área	Identificación y agrupación de las palabras clave encontradas en las líneas estratégicas declaradas por los grupos de investigación en el área a nivel nacional.
11/11/2008	Reunión con el ingeniero Luis Eduardo Becerra	Planteamiento de la metodología para el análisis de patentes y análisis estructural (variables)
14/11/2008	Sustentación proyecto de prospectiva del SENA	Presentación de un estudio prospectivo
14/11/2008	Reunión Experto en Prospectiva: Dr. Ali Smida	Validación de la metodología diseñada para la realización del análisis de capacidad y del análisis estructural.

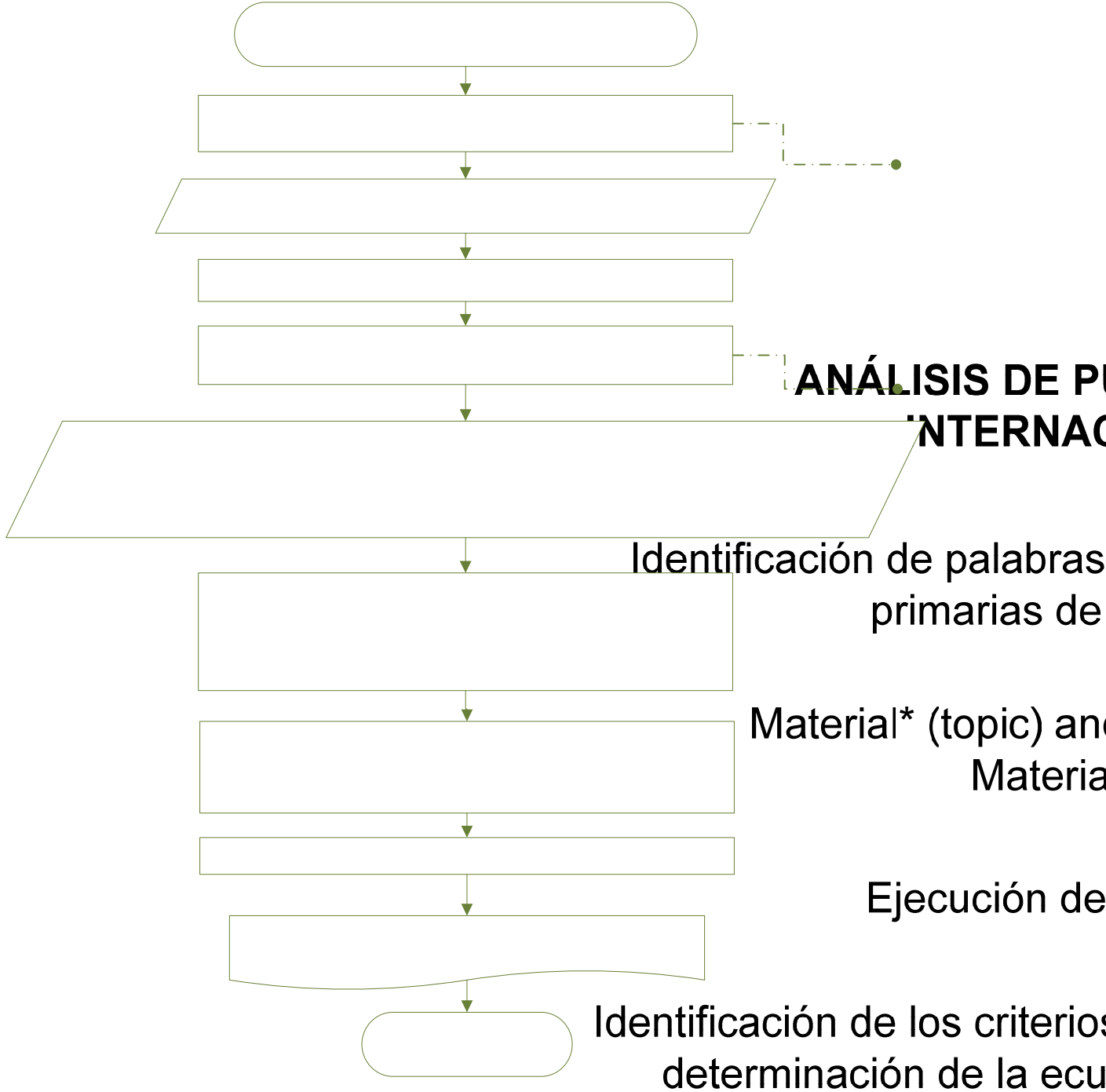
FECHA	EVENTO	DESCRIPCIÓN
20/11/2008	Curso de capacitación Prospectiva estratégica orientado a analizar el futuro de la investigación en las áreas estratégicas de la Universidad Industrial de Santander	Marco conceptual Vigilancia Tecnológica
21/11/2008	Curso de capacitación Prospectiva estratégica orientado a analizar el futuro de la investigación en las áreas estratégicas de la Universidad Industrial de Santander	Marco conceptual Prospectiva y Taller
26/11/2008	Extracción información de base de datos de patentes	
	Determinación del adecuado uso del software	
03/12/2008	Reunión tutor área estratégica	Asesoría sobre agrupación de palabras clave de publicaciones internacionales
		Asesoría sobre criterios de selección de publicaciones Institucionales
		Definición de metodología para identificación de variables clave para el área estratégica
04/12/2008	Curso de capacitación Prospectiva estratégica orientado a analizar el futuro de la investigación en las áreas estratégicas de la Universidad Industrial de Santander	Calificación de la matriz de variables piloto
		Selección de las variables estratégicas piloto
05/12/2008	Curso de capacitación Prospectiva estratégica orientado a analizar el futuro de la investigación en las áreas estratégicas de la Universidad Industrial de Santander	Identificación de los retos por cada variable escogida
		Identificación de los actores involucrados con los retos.
		Identificación de los escenarios posibles y el escenario deseado
		Definición de las acciones a llevar a cabo para la consecución del escenario

FECHA	EVENTO	DESCRIPCIÓN
		deseado
10/12/2008	Reunión tutor área estratégica	Revisión y clasificación de las palabras clave
10/12/2008	Reunión directores de proyecto	Definición de la metodología utilizada para el análisis estructural
		Definición de la metodología para publicaciones nacionales
		Discusión sobre fuente de información de publicaciones institucionales
15/01/2009	Reunión tutor área estratégica	Revisión de las variables para el análisis estructural
19/01/2009	Reunión Jhon Jairo Martínez P.	Metodología para el análisis de patentes
22/01/2009	Reunión directores del proyecto	Definición de la metodología para el análisis de patentes
24/01/2009	Reunión directores del proyecto	Revisión de las variables para el análisis estructural
20/12/2008 30/01/2009	Reunión con expertos del área	Refinación de las variables. Identificación de indicadores para medirlas.
02/02/2009 17/03/2009	Reunión con expertos del área	Diligenciamiento de la matriz de impactos cruzados con expertos empresariales, académicos y un representante de la dirección de la Universidad
02/03/2009	Capacitación Jhon Jairo Martínez P.	Capacitación en propiedad intelectual - patentes
16/03/2009	Reunión empalme de primera y segunda fase	Presentación del área estratégica y de los avances. Nuevos integrantes seleccionan áreas.
17/03/2009	Reunión tutor área estratégica	Identificar las publicaciones UIS en el área de materiales y las palabras clave asociadas, Identificación de los códigos de patentes que pertenecen al área de materiales para el análisis
19/03/2009	Reunión profesor Henry Lamos	Identificación del método estadístico apropiado para la obtención de la matriz final para el análisis estructural
31/03/2009	Reunión Ingeniero Luis Eduardo Becerra	Revisión de la metodológica de obtención de la matriz final para el análisis estructural
31/03/2009	Reunión con el tutor	Validación del análisis estructural
31/03/2009	Reunión con la directora del proyecto	Revisión análisis estructural
		Validación de la metodología del análisis de patentes
13/04/2009	Reunión Ingeniero Luis Eduardo Becerra	Revisión del cuestionario a usar en el sondeo de opinión
20/04/2009	Reunión claustro de profesores de metalurgia	Presentación de resultados ante los profesores de la escuela de metalurgia

FECHA	EVENTO	DESCRIPCIÓN
13/04/2009 24/04/2009	Sondeo de opinión	Diligenciamiento por parte de los investigadores UIS que trabajan en el área de materiales para identificar necesidades para investigación

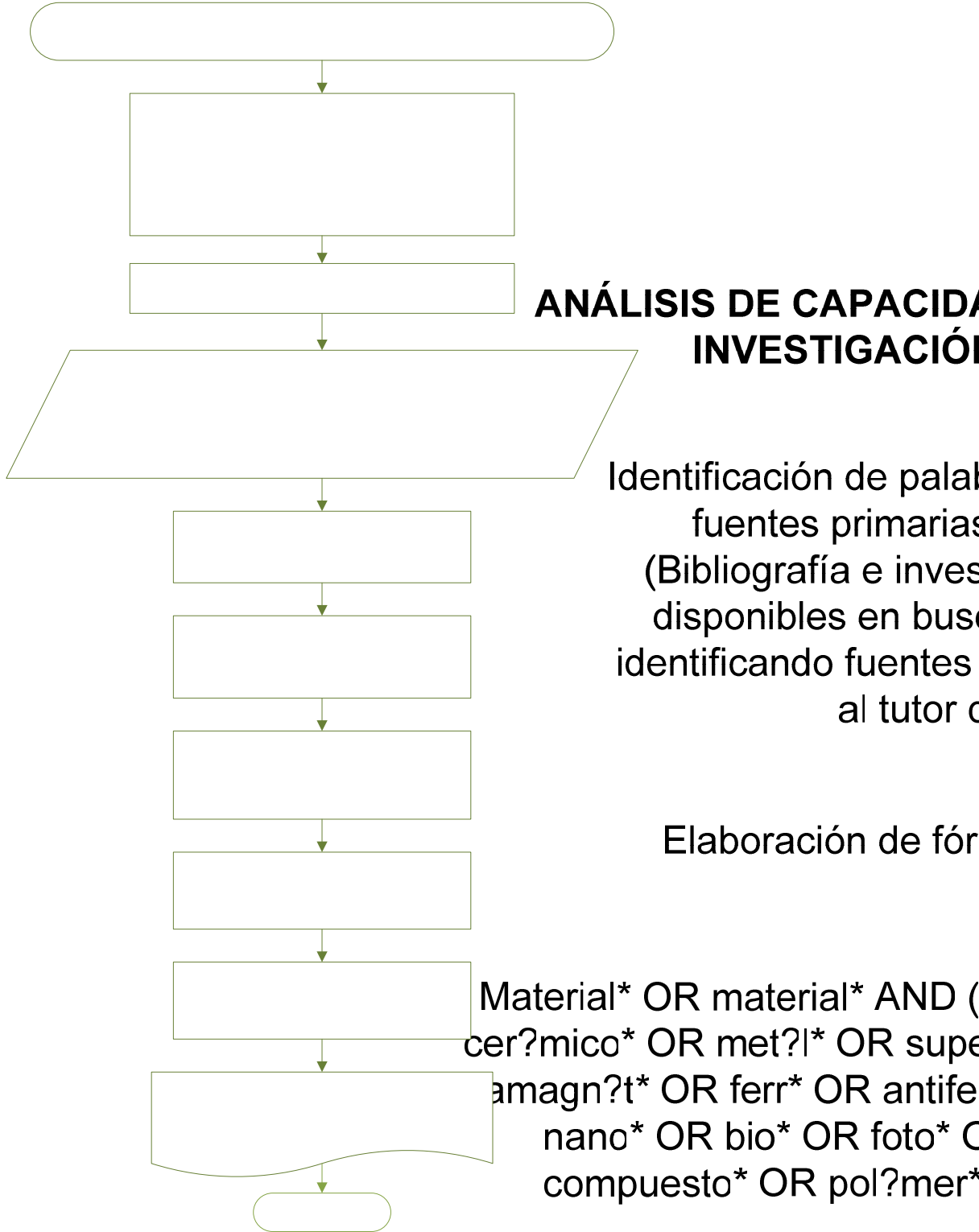
ANEXO 10. DIAGRAMAS METODOLÓGICOS

Diagrama 2. Diagrama metodología análisis de publicaciones



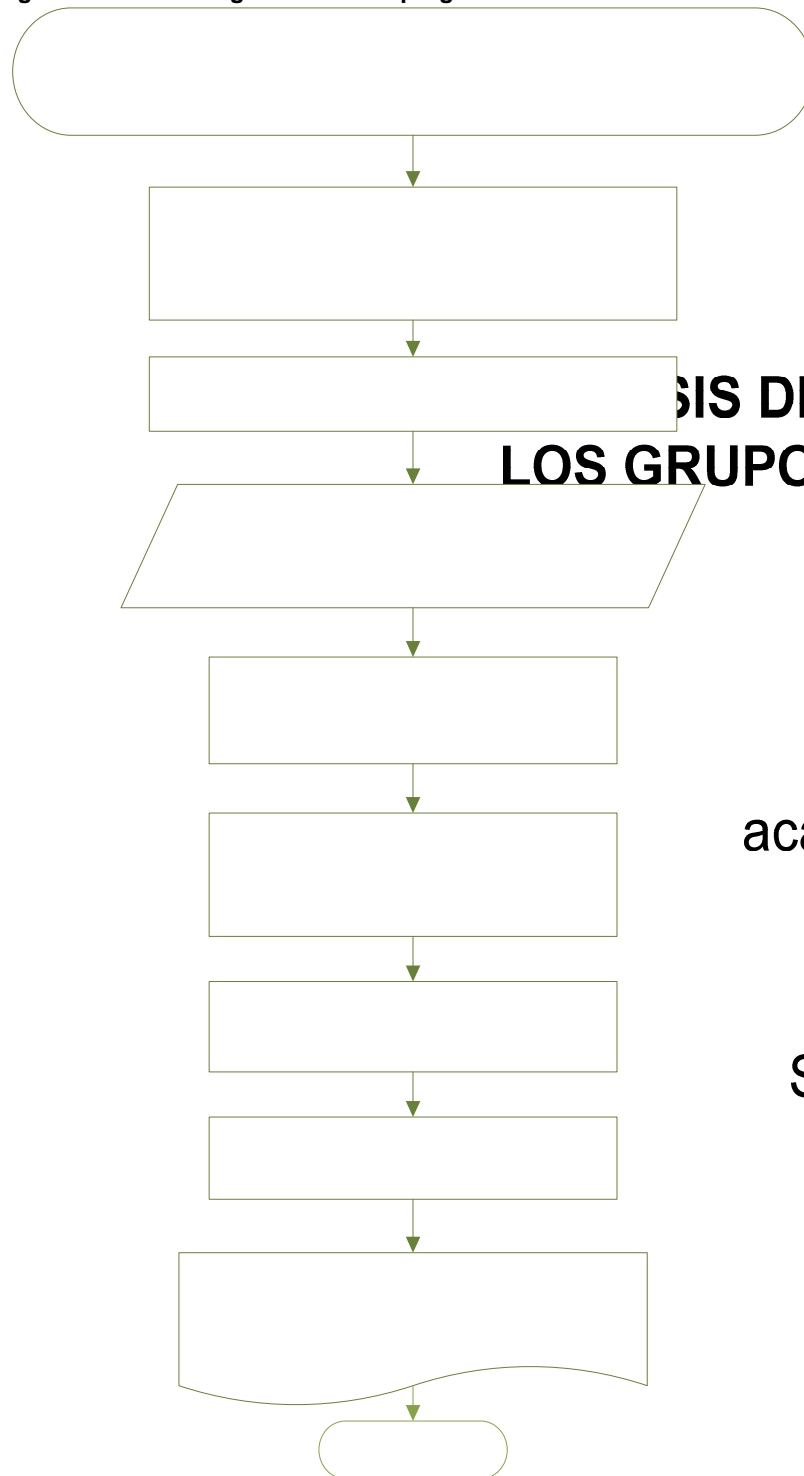
Fuente: Autoras del proyecto

Diagrama 3. Metodología Análisis de los grupos de investigación nacionales



Fuente: Autoras del proyecto

Diagrama 4. Metodología análisis de programas académicos. Primer criterio



ANÁLISIS DE PROGRAMAS ACADÉMICOS
LOS GRUPOS DE INVESTIGACIÓN
Criterio

Identificación de programas académicos que apoyen el área de materia

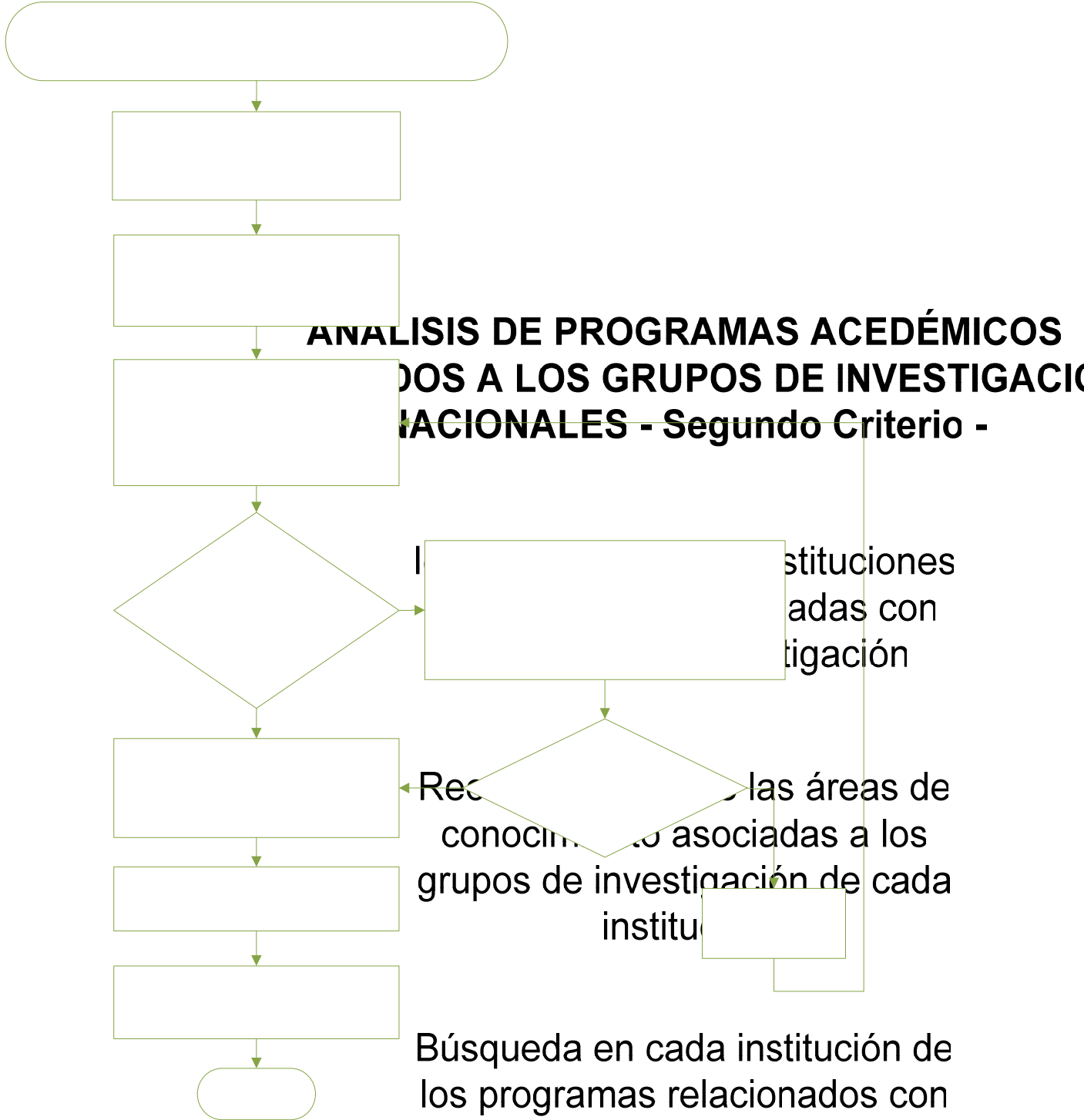
Se identifican las personas que realizarán la

Materiales
Metales
Metales

Fuente: Autoras del proyecto

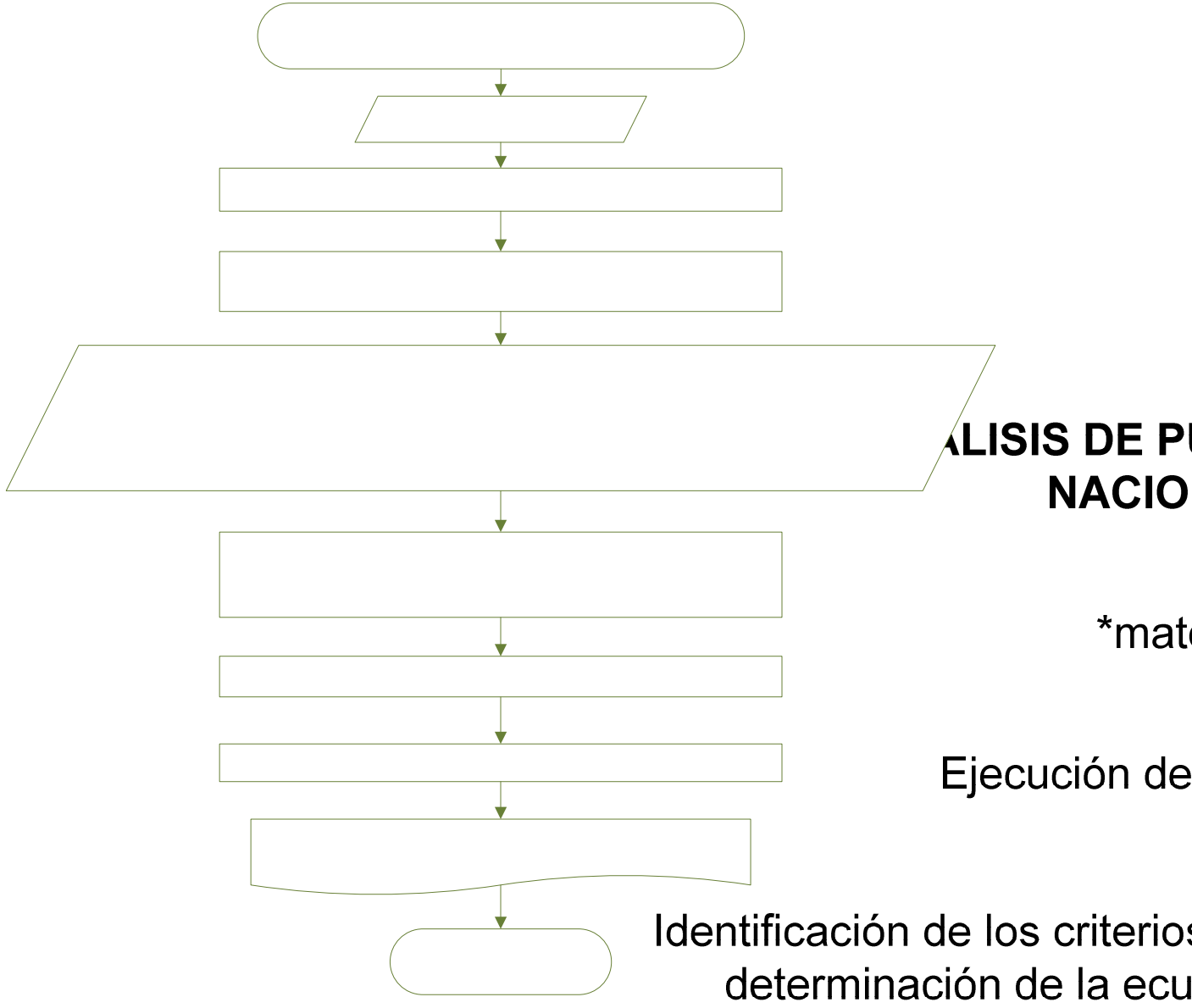
Ejecución de la metodología
través de la herramienta

Diagrama 5. Metodología análisis de programas académicos. Segundo criterio



Fuente: Autoras del proyecto

Diagrama 6. Metodología del análisis de publicaciones nacionales



ANÁLISIS DE PUBLICACIONES NACIONALES

*mat

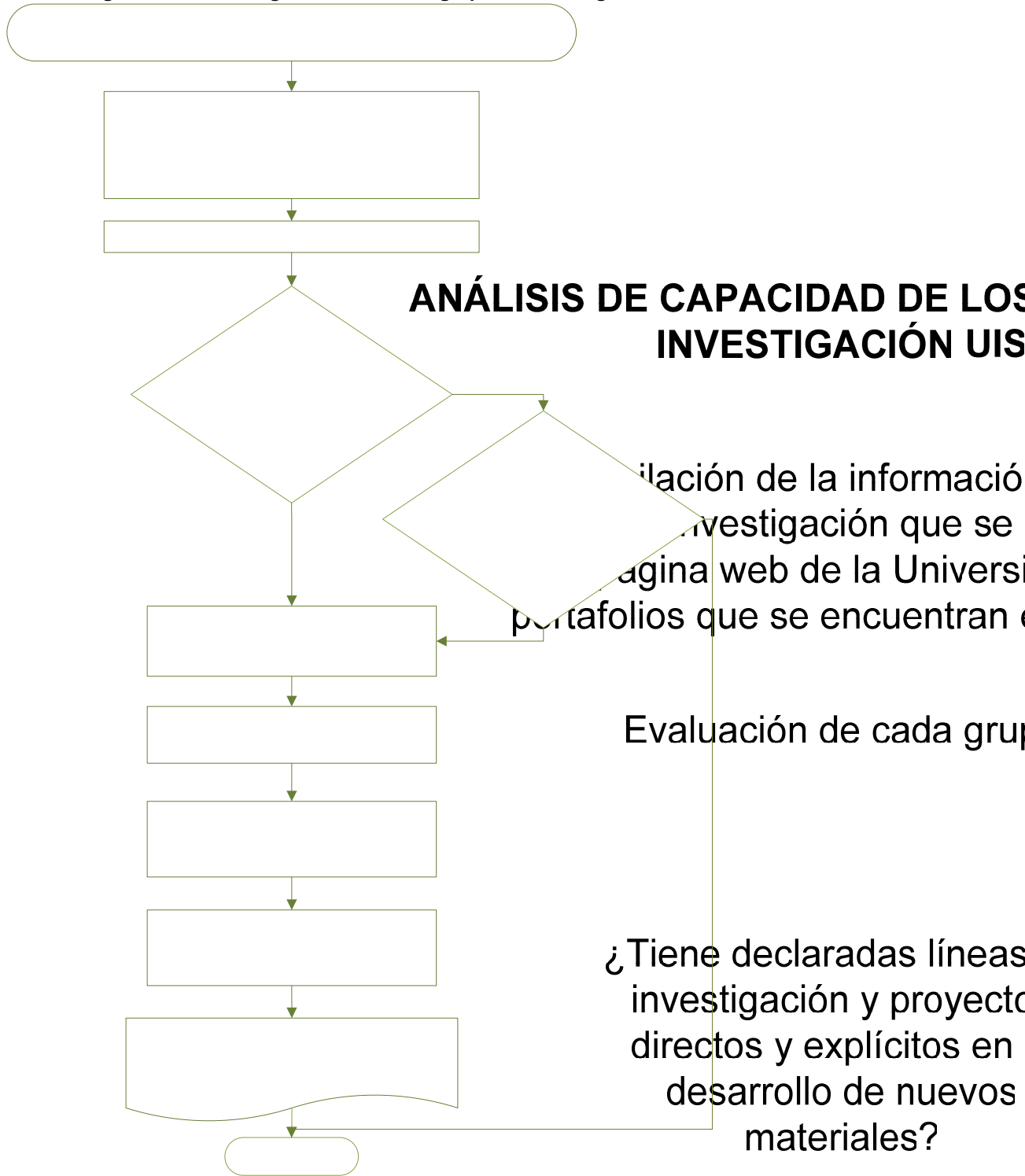
Ejecución de

Identificación de los criterios de selección y determinación de la ecuación de búsqueda

Fuente autoras del proyecto

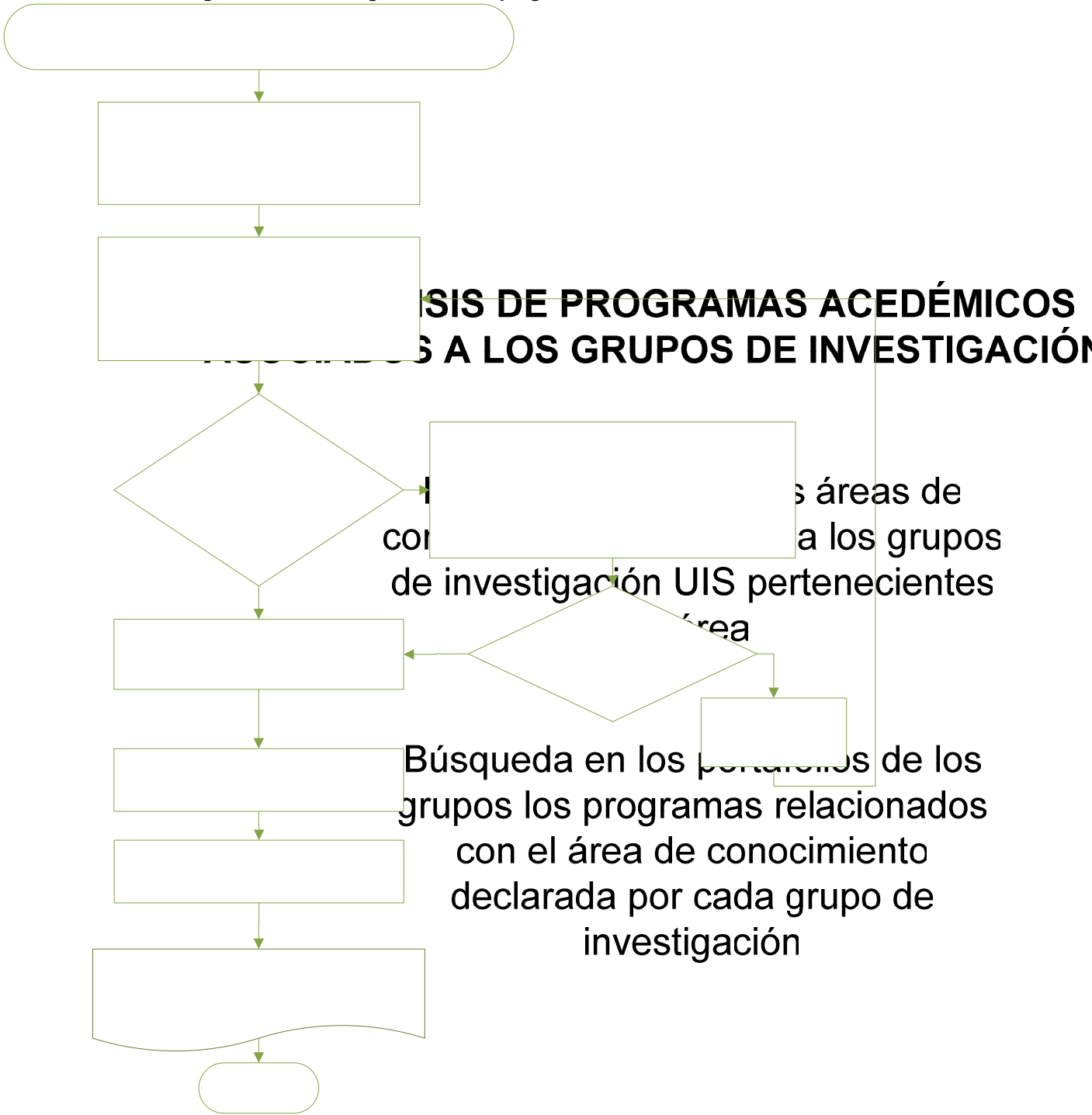
(TITLE-ABS-KEY(*material*) AND (bioc OR immu OR neur OR nurs OR vete OR dent OR health OR comp OR eart OR ener OR math OR phys))

Diagrama 7. Metodología Análisis de los grupos de investigación UIS



Fuente: Autoras del proyecto

Diagrama 8. Metodología análisis de programas académicos UIS



ANÁLISIS DE PROGRAMAS ACADÉMICOS ASOCIADOS A LOS GRUPOS DE INVESTIGACIÓN

¿Existen áreas de conocimiento relacionadas con los grupos de investigación UIS pertenecientes al área?

Búsqueda en los catálogos de los grupos de los programas relacionados con el área de conocimiento declarada por cada grupo de investigación

Fuente: Autoras del proyecto

¿Se encuentra el programa directamente relacionado con el área de conocimiento y es clara su relación con el grupo?

No

BÚ
ac
dir

Diagrama 9. Análisis de publicaciones UIS



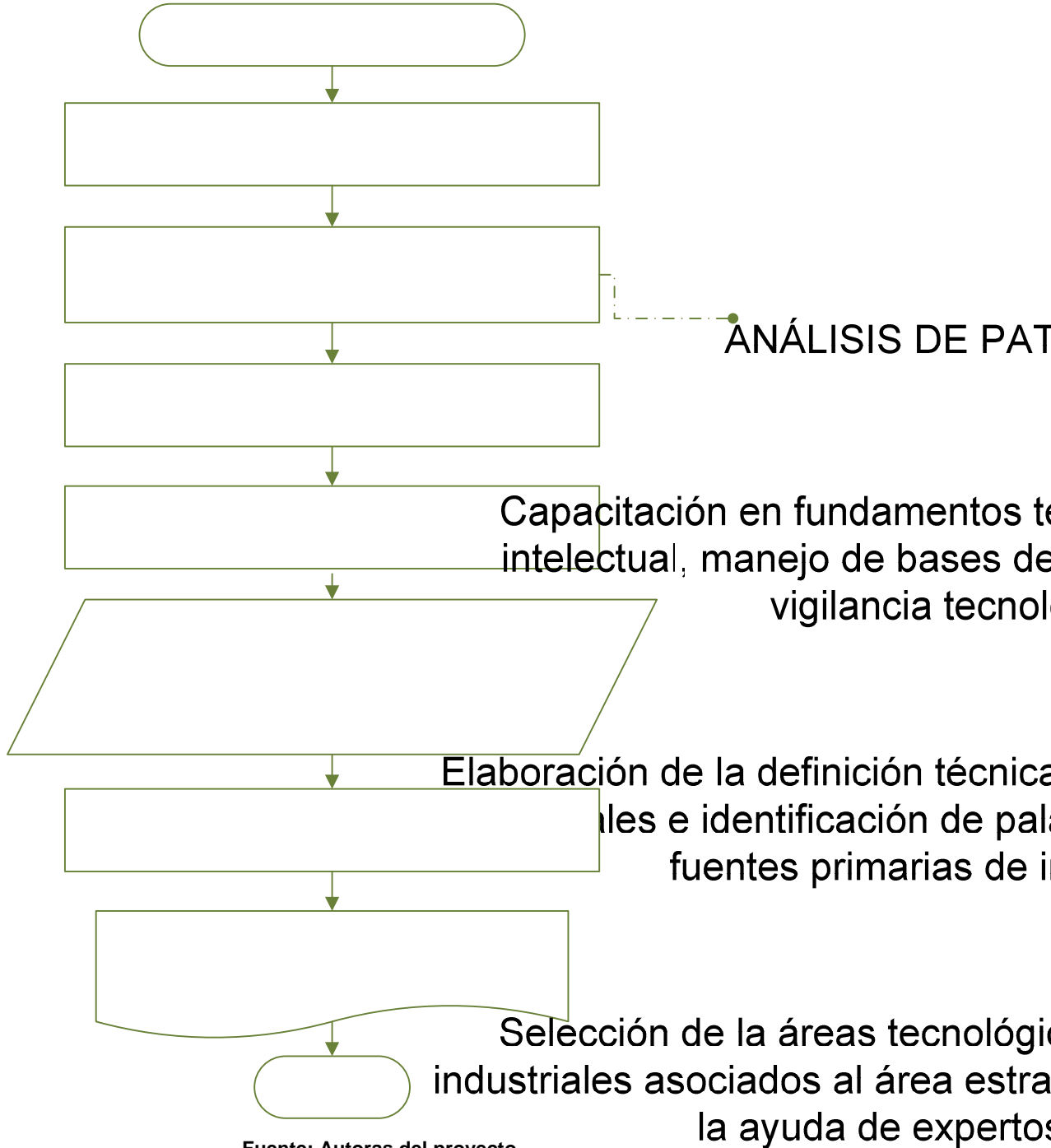
Fuente autoras del proyecto

Identificación de la información relevante para el estudio y exportación a Excel

Procesamiento de la información

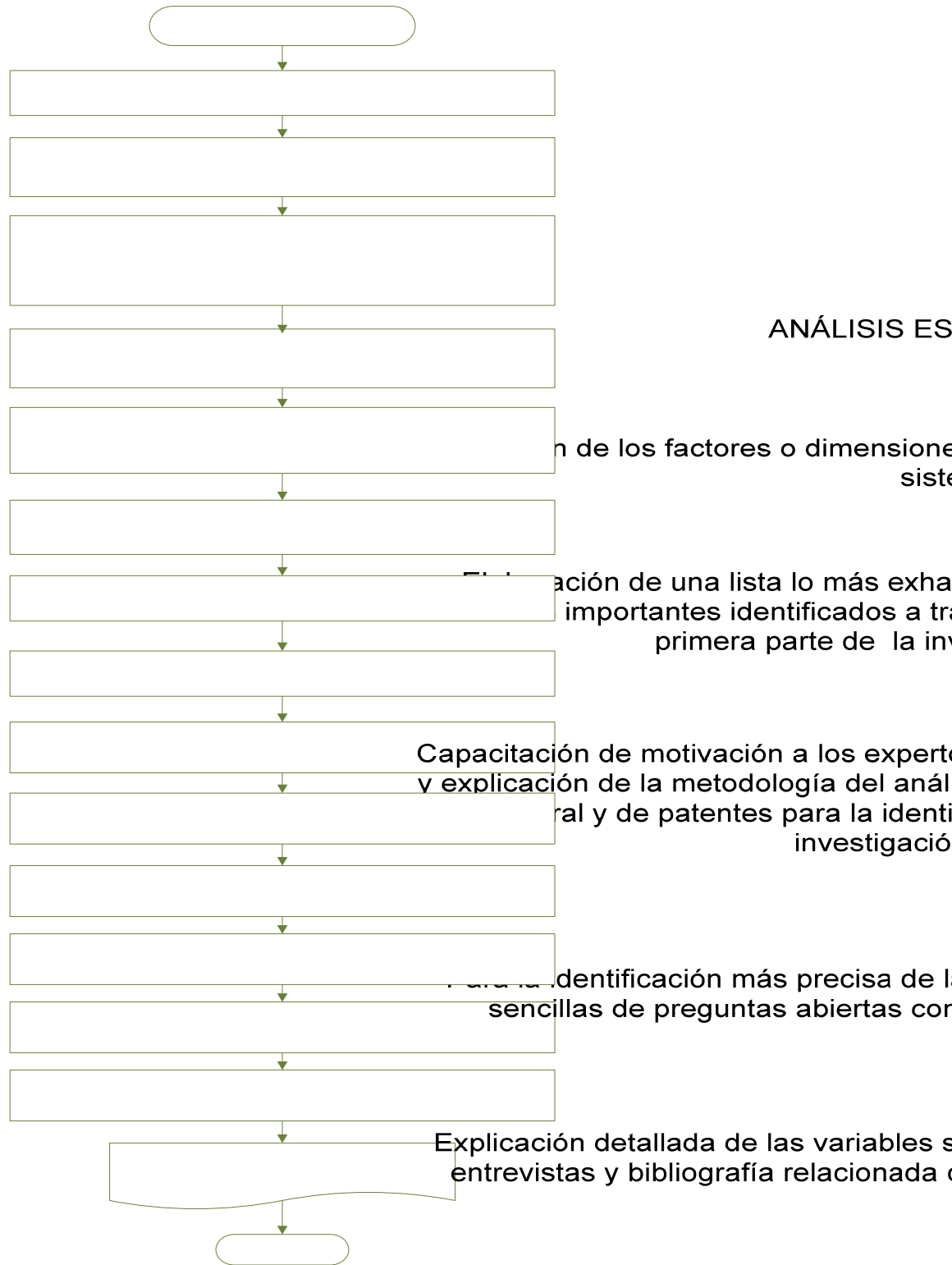
Análisis de la información y elaboración de los materiales en la U

Diagrama 10. Diagrama metodología análisis de patentes



Fuente: Autoras del proyecto

Diagrama 11. Diagrama metodológico análisis estructural



Fuente: Autoras del proyecto

ANEXO 11. PRIMER CRITERIO DE BÚSQUEDA DE PROGRAMAS ACADÉMICOS

Se tomaron aquellos que en su denominación tuvieran la palabra clave “materiales” ya que es la expresión que identifica el área de estudio, también se incluyeron aquellos que llevaran en su nombre las palabras claves “metalurgia y metalúrgica”. Se incluyeron estos programas con base en un estudio realizado por ACOFI sobre la estructura curricular de los programas de ingeniería en concordancia con lo estipulado en el Decreto 792 de 2001 y con la aprobación del Consejo Académico AD-HOC, que se puede observar más adelante.

Con las palabras identificadas se procedió a realizar la búsqueda de la información en el Sistema Nacional de Información de Educación Superior - SNIES, posteriormente los resultados obtenidos fueron exportados a Excel para realizar el respectivo análisis. El diagrama de la metodología se puede observar en el diagrama 3, Anexo 10.

En esta búsqueda se encontró que el país cuenta con una oferta de programas académicos de nivel universitario (pregrado, especialización, maestría y doctorado) que aportan de manera directa al desarrollo de nuevos materiales, la oferta en los diferentes niveles de formación se ilustra en la tabla 46.

Tabla 46. Oferta programas académicos área de materiales

NIVEL DE FORMACIÓN	N°
Pregrado	9
Especializaciones	8
Maestría	7
Doctorado	2
TOTAL	26

Fuente: Autoras del proyecto

La tabla 47 presenta en orden de mayor a menor, según la oferta de programas académicos en el área, las instituciones identificadas en la búsqueda. Es importante resaltar que aunque no se contabilizaron por separado, la universidad Antonio Nariño ofrece el programa académico de Ingeniería de Materiales en tres de sus sedes.

Tabla 47. Programas académicos por institución

INSTITUCIÓN	NÚMERO DE PROGRAMAS
Universidad Nacional de Colombia	6
Universidad Industrial de Santander	3
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia	3
Universidad Autónoma de occidente	2
Universidad de Antioquia	2
Universidad del Valle	2
Universidad Antonio Nariño	1
Universidad de Ibagué	1
Universidad de San Buenaventura	1
Universidad del Quindío	1
Universidad EAFIT	1
Universidad Libre	1
Universidad Militar-Nueva Granada	1
Universidad Santiago de Cali	1
TOTAL	26

Fuente: Autoras del proyecto

**ANEXO 12. CÓDIGOS DE PATENTES SEGÚN ÁREAS DE CONOCIMIENTO Y
SECTORES INDUSTRIALES**

Tabla 48. Códigos IPC por área de conocimiento

	Area, field	IPC code
I	Electrical engineering	
1	Electrical machinery, apparatus, energy	F21#, H01B, H01C, H01F, H01G, H01H, H01J, H01K, H01M, H01R, H01T, H02#, H05B, H05C, H05F, H99Z
2	Audio-visual technology	G09F, G09G, G11B, H04N-003, H04N-005, H04N-009, H04N-013, H04N-015, H04N-017, H04R, H04S, H05K
3	Telecommunications	G08C, H01P, H01Q, H04B, H04H, H04J, H04K, H04M, H04N-001, H04N-007, H04N-011, H04Q
4	Digital communication	H04L
5	Basic communication processes	H03#
6	Computer technology	(G06# not G06Q), G11C, G10L
7	IT methods for management	G06Q
8	Semiconductors	H01L
II	Instruments	
9	Optics	G02#, G03B, G03C, G03D, G03F, G03G, G03H, H01S
10	Measurement	G01B, G01C, G01D, G01F, G01G, G01H, G01J, G01K, G01L, G01M, (G01N not G01N-033), G01P, G01R, G01S; G01V, G01W, G04#, G12B, G99Z
11	Analysis of biological materials	G01N-033
12	Control	G05B, G05D, G05F, G07#, G08B, G08G, G09B, G09C, G09D
13	Medical technology	A61B, A61C, A61D, A61F, A61G, A61H, A61J, A61L, A61M, A61N, H05G
III	Chemistry	
14	Organic fine chemistry	(C07B, C07C, C07D, C07F, C07H, C07J, C40B) not A61K, A61K-008, A61Q
15	Biotechnology	(C07G, C07K, C12M, C12N, C12P, C12Q, C12R, C12S) not A61K
16	Pharmaceuticals	A61K not A61K-008
17	Macromolecular chemistry, polymers	C08B, C08C, C08F, C08G, C08H, C08K, C08L

	Area, field	IPC code
III	Chemistry	
18	Food chemistry	A01H, A21D, A23B, A23C, A23D, A23F, A23G, A23J, A23K, A23L, C12C, C12F, C12G, C12H, C12J, C13D, C13F, C13J, C13K
19	Basic materials chemistry	A01N, A01P, C05#, C06#, C09B, C09C, C09F, C09G, C09H, C09K, C09D, C09J, C10B, C10C, C10F, C10G, C10H, C10J, C10K, C10L, C10M, C10N, C11B, C11C, C11D, C99Z
20	Materials, metallurgy	C01#, C03C, C04#, C21#, C22#, B22#
21	Surface technology, coating	B05C, B05D, B32#, C23#, C25#, C30#
22	Micro-structure and nano-technology	B81#, B82#
23	Chemical engineering	B01B, B01D-000#, B01D-01##, B01D-02##, B01D-03##, B01D-041, B01D-043, B01D-057, B01D-059, B01D-06##, B01D-07##, B01F, B01J, B01L, B02C, B03#, B04#, B05B, B06B, B07#, B08#, D06B, D06C, D06L, F25J, F26#, C14C, H05H
24	Environmental technology	A62D, B01D-045, B01D-046, B01D-047, B01D-049, B01D-050, B01D-051, B01D-052, B01D-053, B09#, B65F, C02#, F01N, F23G, F23J, G01T, E01F-008, A62C
IV	Mechanical engineering	
25	Handling	B25J, B65B, B65C, B65D, B65G, B65H, B66#, B67#
26	Machine tools	B21#, B23#, B24#, B26D, B26F, B27#, B30#, B25B, B25C, B25D, B25F, B25G, B25H, B26B
27	Engines, pumps, turbines	F01B, F01C, F01D, F01K, F01L, F01M, F01P, F02#, F03#, F04#, F23R, G21#, F99Z
28	Textile and paper machines	A41H, A43D, A46D, C14B, D01#, D02#, D03#, D04B, D04C, D04G, D04H, D05#, D06G, D06H, D06J, D06M, D06P, D06Q, D99Z, B31#, D21#, B41#
29	Other special machines	A01B, A01C, A01D, A01F, A01G, A01J, A01K, A01L, A01M, A21B, A21C, A22#, A23N, A23P, B02B, C12L, C13C, C13G, C13H, B28#, B29#, C03B, C08J, B99Z, F41#, F42#
30	Thermal processes and apparatus	F22#, F23B, F23C, F23D, F23H, F23K, F23L, F23M, F23N, F23Q, F24#, F25B, F25C, F27#, F28#
31	Mechanical elements	F15#, F16#, F17#, G05G
IV	Mechanical engineering	

	Area, field	IPC code
32	Transport	B60#, B61#, B62#, B63B, B63C, B63G, B63H, B63J, B64#
V	Other fields	
33	Furniture, games	A47#, A63#
34	Other consumer goods	A24#, A41B, A41C, A41D, A41F, A41G, A42#, A43B, A43C, A44#, A45#, A46B, A62B, B42#, B43#, D04D, D07#, G10B, G10C, G10D, G10F, G10G, G10H, G10K, B44#, B68#, D06F, D06N, F25D, A99Z
35	Civil engineering	E02#, E01B, E01C, E01D, E01F-001, E01F-003, E01F-005, E01F-007, E01F-009, E01F-01#, E01H, E03#, E04#, E05#, E06#, E21#, E99Z

Fuente: Schmoch, Ulrich. "Concept of a Technology Classification for Country Comparisons"

Las definiciones dadas para cada una de las áreas son las siguientes¹¹⁵:

1. Electrical machinery, apparatus, energy: The field primarily covers the non-electronic part of electrical engineering, for instance, the generation, conversion and distribution of electric power, electric machines but also basic electric elements such as resistors, magnets, capacitors, lamps or cables. This field is often associated with "traditional" electrical engineering, but the high patent activity shows that technological innovation is still very important.

2. Audio-visual technology: Audio-visual technology is largely equivalent to consumer electronics. The relevant IPC codes primarily refer to technologies and only sometimes products are directly addressed (H04R Loudspeakers, H04S Stereophonic systems).

3. Telecommunications: telecommunications is a very broad field covering a variety of techniques and products. The IPC codes are often quite technology-oriented, so that it is difficult to separate relevant product/applications areas such as mobile communication in a clear-cut field. With almost 6 percent of all applications in 2005, telecommunications is one of the largest fields of the suggested classification.

4. Digital communication: In the ISI-OST-INPI classification, this field was part of telecommunications. At present, it is a self-contained technology at the border between

telecommunications and computer technology. A core application of this technology is the Internet.

5. Basic communication processes: In the ISI-OST-INPI classification, this field was part of telecommunications. It covers very basic technologies such as oscillation, modulation, resonant circuits, impulse technique, coding/decoding. These techniques are used in telecommunications, computer technology, measurement, control. However, the explicit link to these fields by multiple classification is moderate, in the case of telecommunications 2.4 percent. So the definition as a separate field is justified. However, with 0.9 percent of all applications in 2005, it is the smallest fields of the present version of the classification.

6. Computer technology: This field is the largest of the proposed classification with 6.4 percent of all applications in 2005. Its size is already reduced by extracting field 7. The core area of C06F (Electrical digital processing) is defined in a very technical way (Arrangement for programme control, methods and arrangements for data conversion ...), so that a further break-down is difficult. It may be possible to separate specific application fields such as image data processing, recognition of data or speech analysis, but then these special fields may become too small.

7. IT methods for management: A major improvement of IPC-8 is the introduction of the subclass G06Q "Data processing methods, specially adapted for administrative, commercial, financial, managerial, supervisory or forecasting purposes". This field represents software for these special purposes. In most countries, business methods are not patentable, but if they are admitted, they are registered in this subclass. In any case, the size of this field is relevant with 1.2 percent of all applications in 2005. A combination of the fields 3 to 7 represents information technology in general. As the overlap is limited, this can be done by simple addition. The correct way is to combine the fields without double counting (unit)

8. Semiconductors: The field comprises semiconductors including methods for their production. Integrated circuits or photovoltaic elements belong to this field. The field

includes micro-structural technology (B81), as the number of applications in this sub-field is too small for a separate field.

9. Optics: This field covers all parts of traditional optical elements and apparatus, but also laser beam sources. In recent years new optical technologies such as optical switching have become more relevant.

10. Measurement: This field covers a broad variety of different techniques and applications. It would be possible to differentiate special sub-fields such as measuring of mechanical properties (length, oscillation, speed ...), but these sub-fields are generally too small.

11. Analysis of biological materials: This is the largest sub-field of “measurement” and was defined as a separate field. It primarily refers to the analysis of blood for medical purposes. In many cases, biotechnological methods are addressed.

12. Control: In the ISI-OST-INPI classification, this field was part of measuring & control. In recent years the part of control has become quantitatively more important, so that an independent field is justified. The field covers elements for controlling and regulating electrical and non-electrical systems and referring test arrangements, traffic control or signalling systems etc.

13. Medical technology: Medical technology is generally associated with high technology. However, a large part of the class A61 refers to less sophisticated products and technologies such as operating tables, massage devices, bandages etc. These less complex sub-fields represent a large number of patent applications, and the total field is the second largest of the suggested classification with 6.3 percent of all applications in 2005.

14. Organic fine chemistry: Without further limitations, the applications in organic chemistry primarily refer to pharmaceuticals. More than 40 percent of the applications have an additional code in pharmaceuticals. As such a large overlap of fields is less

appropriate for a classification system, all documents with co-classification in A61K were excluded. The major exception is the group A61K-008, which refers to cosmetics.

15. Biotechnology: Biotechnology is defined as a separate field, although it is linked to a variety of different applications. Like organic chemistry or computer technology, it is a crosscutting or generic technology. However, the overlap with pharmaceuticals is too large, with a share of nearly 30 percent. Therefore, as in organic chemistry, applications with explicit co-classification in A61K are excluded.

16. Pharmaceuticals: This field refers to an area of application, not a technology. However, the key subclass A61K is primarily organized by technologies (e.g., medicinal preparations containing inorganic active ingredients ...). Cosmetics are explicitly excluded from the field; these represent about 10 percent of all applications classified in A61K.

17. Macromolecular chemistry, polymers: This field contains the chemical aspects of polymers. Machines for producing articles from plastics are classified in B29 and not included.

18. Food chemistry: This field represents 1.3 percent of the applications in 2005 and is one of the smallest fields in this classification. However, the growth of this field is remarkable, so that a higher weight can be assumed for the next years. Machines for food production are not included, but classified as part of field 28 (other special machines).

19. Basic materials chemistry: This field primarily covers typical mass chemicals such as herbicides, fertilisers, paints, petroleum, gas, detergents etc.

20. Materials, metallurgy: This field covers all types of metals, ceramics, glass or processes for the manufacture of steel.

21. Surface technology, coating: The coating of metals, generally with advanced methods represents the core of this field (C23). Furthermore it covers electrolytic

processes, crystal growth and apparatus for applying liquids to surfaces. This field may be qualified as the high-tech part of field 20.

22. Micro-structure and nano-technology: This field covers micro-structural devices or systems, including at least one essential element or formation characterised by its very small size. It includes nano-structures having specialised features directly related to their size.

23. Chemical engineering: This field covers technologies at the borderline of chemistry and engineering. It refers to apparatus and processes for the industrial production of chemicals. Some of these processes may be classified as physical ones.

24. Environmental technology: This field covers a variety of different technologies and applications, in particular filters, waste disposal, water cleaning (a quite large area), gas-flow silencers and exhaust apparatus, waste combustion or noise absorption walls. However, it is not possible to define measuring of environmental pollution by IPC codes in a clear cut way.

25. Handling: This field comprises elevators, cranes or robots, but also packaging devices. So in terms of research intensity, the field is quite heterogeneous.

26. Machine tools: The field is dominated by patent applications referring to turning, boring, grinding, soldering or cutting with a focus on metals.

27. Engines, pumps, turbines: This field covers non-electrical engines for all types of applications. In quantitative terms, applications for automobiles dominate.

28. Textile and paper machines: The fields 27 and 28 cover machines for specific production purposes. Textile and food machines represent the most relevant part of these machines and are classified separately.

29. Other special machines: See field 26.

30. Thermal processes and apparatus: The field covers applications such as steam generation, combustion, heating, refrigeration, cooling or heat exchange.

31. Mechanical elements: The field covers fluid-circuit elements, joints, shafts, couplings, valves, pipe-line systems or mechanical control devices. The focus is on engineering elements of machines such as joints or couplings.

32. Transport: The field covers all types of transport technology and applications with dominance of automotive technology. In principle, a separation of rail traffic and air traffic would be feasible, but the associated fields would be too small. In both cases, this is due to a low propensity to patent. The samples are quite small and not representative of the total technological activities in these sub-fields.

33. Furniture, games: This field represents the main parts of consumer goods in terms of the number of patent applications. The other consumer goods are a mix of many different technologies, all of them with low quantitative weight. Therefore a further differentiation is not useful. Even furniture and games combined comprise not more than 2.3 percent of all applications in 2005.

34. Other consumer goods: This field primarily represents less research-intensive sub-fields.

35. Civil engineering: The field covers construction of roads and buildings as well as elements of buildings such as locks, plumbing installations or strongrooms for valuables. A special part refers to mining which may be important for some countries. In general, the importance of mining is so low that the definition of a separate field is not justified.

Número absoluto de aplicaciones de patentes por sector industrial en la muestra total de 1997 a 1999

field	field no	patents
food	01	3385
tobacco	02	168
textiles	03	535
wearing	04	81
leather	05	148
wood products	06	89
paper	07	1199
publishing	08	428
petroleum	09	2695
basic chemicals	10	13296
pesticides, agro-chemicals	11	392
paints varnishes	12	504
pharmaceuticals	13	16983
soaps, detergents	14	4368
other chemicals	15	3558
man-made fibres	16	477
plastic products	17	2554
mineral products	18	2402
basic metals	19	3115
metal products	20	2889
energy machinery	21	2362
non-specific machinery	22	2851

field	field no	patents
agro-machinery	23	563
machine-tools	24	1068
special machinery	25	5792
weapons	26	173
domestic appliances	27	1456
computers	28	19839
electric motors	29	371
electric distribution	30	2068
accumulators	31	206
lightening	32	1805
other electrical equipment	33	726
electronic components	34	7002
telecommunications	35	16935
television	36	4205
medical equipment	37	3637
measuring instruments	38	1943
industrial control	39	1098
optics	40	2310
watches	41	448
motor vehicles	42	12575
other transport	43	4253
consumer goods	44	1286

Fuente: Cálculos de la OST y Fraunhofer ISI

Tabla 49. Sectores industriales principales

FIELD	FIELD NAME
1	Food and beverages
2	Tobacco products
3	Textiles
4	Wearing apparel
5	Leather articles
6	Wood Products
7	Paper
8	Publishing, printing
9	Petroleum products, nuclear fuels
10	Basic Chemical
11	Pesticides and agrochemical products
12	Paints and varnishes
13	Pharmaceuticals
14	Soaps and Detergents
15	Other chemicals
16	Man-made fibres
17	Rubber and plastics products
18	Non-metallic mineral products
19	Basic Metals
20	Fabricated metal products
21	Energy machinery
22	Non-specific purpose machinery
23	Agricultural and forestry machinery
24	Machine tools
25	Special purpose machinery
26	Weapons and ammunition
27	Domestic appliances
28	Office machinery and computers
29	Electric motors, generators
30	Electric distribution, control
31	Accumulators, Battery
32	Lightening equipment
33	Other electrical equipment
34	Electronic components
35	Signal transmission, telecommunications
36	TV and radio recording, aud-vis, electr.
37	Medical equipment

FIELD	FIELD NAME
38	Measuring instruments
39	Industrial process control equipment
40	Optical instruments
41	Watches, Clocks
42	Motor Vehicles
43	Other transport equipment
44	Furniture, consumer goods

Fuente: Schmoch, Ulrich. *“Linking Technology Areas to Industrial Sectors”*

Asociación de los sectores industriales a las subclases de la Clasificación Internacional de Patentes

Field	IPC	Field	IPC	Field	IPC	Field	IPC	Field	IPC	Field	IPC
1	A01H	10	B09B	15	C06B	19	H01B	21	F16C	24	B23C
1	A21D	10	B09C	15	C06C	20	A01L	21	F16D	24	B23D
1	A23B	10	B29B	15	C06D	20	A44B	21	F16F	24	B23G
1	A23C	10	C01B	15	C08H	20	A47H	21	F16H	24	B23H
1	A23D	10	C01C	15	C09G	20	A47K	21	F16K	24	B23K
1	A23F	10	C01D	15	C09H	20	B21K	21	F16M	24	B23P
1	A23G	10	C01F	15	C09J	20	B21L	21	F23R	24	B23Q
1	A23J	10	C01G	15	C10M	20	B22F	22	A62C	24	B24B
1	A23K	10	C02F	15	C11B	20	B25B	22	B01D	24	B24C
1	A23L	10	C05B	15	C11C	20	B25C	22	B04C	24	B25D
1	A23P	10	C05C	15	C14C	20	B25F	22	B05B	24	B25J
1	C12C	10	C05D	15	C23F	20	B25G	22	B61B	24	B26F
1	C12F	10	C05F	15	C23G	20	B25H	22	B65G	24	B27B
1	C12G	10	C05G	15	D01C	20	B26B	22	B66B	24	B27C
1	C12H	10	C07B	15	F42B	20	B27G	22	B66C	24	B27F
1	C12J	10	C07C	15	F42D	20	B44C	22	B66D	24	B27J
1	C13F	10	C07F	15	G03C	20	B65F	22	B66F	24	B28D
1	C13J	10	C07G	16	D01F	20	B82B	22	C10F	24	B30B
1	C13K	10	C08B	17	A45C	20	C23D	22	C12L	24	E21C
2	A24B	10	C08C	17	B29C	20	C25D	22	F16G	25	A21C
2	A24D	10	C08F	17	B29D	20	E01D	22	F22D	25	A22B
2	A24F	10	C08G	17	B60C	20	E01F	22	F23B	25	A22C
3	D04D	10	C08J	17	B65D	20	E02C	22	F23C	25	A23N
3	D04G	10	C08K	17	B67D	20	E03B	22	F23D	25	A24C
3	D04H	10	C08L	17	E02B	20	E03C	22	F23G	25	A41H
3	D06C	10	C09B	17	F16L	20	E03D	22	F23H	25	A42C
3	D06J	10	C09C	17	H02G	20	E05B	22	F23J	25	A43D
3	D06M	10	C09D	18	B24D	20	E05C	22	F23K	25	B01F
3	D06N	10	C09K	18	B28B	20	E05D	22	F23L	25	B02B
3	D06P	10	C10B	18	B28C	20	E05F	22	F23M	25	B02C
3	D06Q	10	C10C	18	B32B	20	E05G	22	F24F	25	B03B
4	A41B	10	C10H	18	C03B	20	E06B	22	F24H	25	B03C
4	A41C	10	C10J	18	C03C	20	F01K	22	F25B	25	B03D
4	A41D	10	C10K	18	C04B	20	F15D	22	F27B	25	B05C
4	A41F	10	C12S	18	E04B	20	F16B	22	F28B	25	B05D
5	A43B	10	C25B	18	E04C	20	F16P	22	F28C	25	B06B
5	A43C	10	F17C	18	E04D	20	F16S	22	F28D	25	B07B
5	B68B	10	F17D	18	E04F	20	F16T	22	F28F	25	B07C
5	B68C	10	F25J	18	G21B	20	F17B	22	F28G	25	B08B
6	B27D	10	G21F	19	B21C	20	F22B	22	G01G	25	B21B
6	B27H	11	A01N	19	B21G	20	F22G	22	H05F	25	B22C
6	B27M	12	B27K	19	B22D	20	F24J	23	A01B	25	B26D
6	B27N	13	A61K	19	C21B	20	G21H	23	A01C	25	B31B
6	E04G	13	A61P	19	C21C	21	B23F	23	A01D	25	B31C
7	B41M	13	C07D	19	C21D	21	F01B	23	A01F	25	B31D
7	B42D	13	C07H	19	C22B	21	F01C	23	A01G	25	B31F
7	B42F	13	C07J	19	C22C	21	F01D	23	A01J	25	B41B
7	B44F	13	C07K	19	C22F	21	F03B	23	A01K	25	B41C
7	D21C	13	C12N	19	C25C	21	F03C	23	A01M	25	B41D
7	D21H	13	C12P	19	C25F	21	F03D	23	B27L	25	B41F
7	D21J	13	C12Q	19	C30B	21	F03G	24	B21D	25	B41G
9	C10G	14	C09F	19	D07B	21	F04B	24	B21F	25	B41L
9	C10L	14	C11D	19	E03F	21	F04C	24	B21H	25	B41N
9	G01V	14	D06L	19	E04H	21	F04D	24	B21J	25	B42B
10	B01J	15	A62D	19	F27D	21	F15B	24	B23B	25	B42C

Field	IPC	Field	IPC	Field	IPC	Field	IPC	Field	IPC	Field	IPC
25	B44B	27	A45D	33	B60M	37	A61M	42	F01N	44	A63F
25	B65B	27	A47G	33	B61L	37	A61N	42	F01P	44	A63G
25	B65C	27	A47J	33	F21P	37	A62B	42	F02B	44	A63H
25	B65H	27	A47L	33	F21Q	37	B01L	42	F02D	44	A63J
25	B67B	27	B01B	33	G08B	37	B04B	42	F02F	44	A63K
25	B67C	27	D06F	33	G08G	37	C12M	42	F02G	44	B43K
25	B68F	27	E06C	33	G10K	37	G01T	42	F02M	44	B43L
25	C13C	27	F23N	33	G21C	37	G21G	42	F02N	44	B44D
25	C13D	27	F24B	33	G21D	37	G21K	42	F02P	44	B62B
25	C13G	27	F24C	33	H01T	37	H05G	42	F16J	44	B68G
25	C13H	27	F24D	33	H02H	38	F15C	42	G01P	44	C06F
25	C14B	27	F25C	33	H02M	38	G01B	42	G05D	44	F23Q
25	C23C	27	F25D	33	H05C	38	G01C	42	G05G	44	G10B
25	D01B	27	H05B	34	B81B	38	G01D	43	B60F	44	G10C
25	D01D	28	B41J	34	B81C	38	G01F	43	B60V	44	G10D
25	D01G	28	B41K	34	G11C	38	G01H	43	B61C	44	G10F
25	D01H	28	B43M	34	H01C	38	G01J	43	B61D	44	G10G
25	D02G	28	G02F	34	H01F	38	G01M	43	B61F	44	G10H
25	D02H	28	G03G	34	H01G	38	G01N	43	B61G		
25	D02J	28	G05F	34	H01J	38	G01R	43	B61H		
25	D03C	28	G06C	34	H01L	38	G01S	43	B61J		
25	D03D	28	G06D	35	G09B	38	G01W	43	B61K		
25	D03J	28	G06E	35	G09C	38	G12B	43	B62C		
25	D04B	28	G06F	35	H01P	39	G01K	43	B62H		
25	D04C	28	G06G	35	H01Q	39	G01L	43	B62J		
25	D05B	28	G06J	35	H01S	39	G05B	43	B62K		
25	D05C	28	G06K	35	H02J	39	G08C	43	B62L		
25	D06B	28	G06M	35	H03B	40	G02B	43	B62M		
25	D06G	28	G06N	35	H03C	40	G02C	43	B63B		
25	D06H	28	G06T	35	H03D	40	G03B	43	B63C		
25	D21B	28	G07B	35	H03F	40	G03D	43	B63H		
25	D21D	28	G07C	35	H03G	40	G03F	43	B63J		
25	D21F	28	G07D	35	H03H	40	G09F	43	B64B		
25	D21G	28	G07F	35	H03M	41	G04B	43	B64C		
25	E01C	28	G07G	35	H04B	41	G04C	43	B64D		
25	E02D	28	G09D	35	H04J	41	G04D	43	B64F		
25	E02F	28	G09G	35	H04K	41	G04F	43	B64G		
25	E21B	28	G10L	35	H04L	41	G04G	43	E01B		
25	E21D	28	G11B	35	H04M	42	B60B	43	F02C		
25	E21F	28	H03K	35	H04Q	42	B60D	43	F02K		
25	F04F	28	H03L	35	H05K	42	B60G	43	F03H		
25	F16N	29	H02K	36	G03H	42	B60H	44	A41G		
25	F26B	29	H02N	36	H03J	42	B60J	44	A42B		
25	H05H	29	H02P	36	H04H	42	B60K	44	A44C		
26	B63G	30	H01H	36	H04N	42	B60L	44	A45B		
26	F41A	30	H01R	36	H04R	42	B60N	44	A45F		
26	F41B	30	H02B	36	H04S	42	B60P	44	A46B		
26	F41C	31	H01M	37	A61B	42	B60Q	44	A46D		
26	F41F	32	F21H	37	A61C	42	B60R	44	A47B		
26	F41G	32	F21K	37	A61D	42	B60S	44	A47C		
26	F41H	32	F21L	37	A61F	42	B60T	44	A47D		
26	F41J	32	F21M	37	A61G	42	B62D	44	A47F		
26	F42C	32	F21S	37	A61H	42	E01H	44	A63B		
26	G21J	32	F21V	37	A61J	42	F01L	44	A63C		
27	A21B	32	H01K	37	A61L	42	F01M	44	A63D		

Fuente: Schmoch, Ulrich. "Linking Technology Areas to Industrial Sectors"

**ANEXO 13. LISTADO DE LAS PRINCIPALES TEMÁTICAS EN CUANTO A
TECNOLOGÍAS Y SECTORES INDUSTRIALES RELACIONADAS CON EL ÁREA Y
SUS CÓDIGOS ASOCIADOS**

Tabla 50. Industrias, áreas tecnológicas y códigos de patentes asociados a líneas en materiales

LÍNEA ASOCIADA	INDUSTRIA	CÓD	ÁREA TECNOLÓGICA
Biomateriales	Medical equipment	A61F	Medical technology
Materiales poliméricos	Basic Chemical	B29B	Other special machines
		C08C	Macromolecular chemistry, polymers
		C08F	Macromolecular chemistry, polymers
		C08G	Macromolecular chemistry, polymers
	Rubber and plastics products	B29C	Other special machines
		B29D	Other special machines
F16L		Mechanical elements	
Materiales Metálicos	Basic Chemical	C01D	Materials, metallurgy
		C01F	Materials, metallurgy
	Basic Metals	B22D	Materials, metallurgy
		C21B	Materials, metallurgy
		C21C	Materials, metallurgy
		C21D	Materials, metallurgy
		C22B	Materials, metallurgy
		C22C	Materials, metallurgy
		C22F	Materials, metallurgy
		C25C	Surface technology, coating
		C25F	Surface technology, coating
	C30B	Surface technology, coating	
	Fabricated metal products	B22F	Materials, metallurgy
		C23D	Surface technology, coating
		C25D	Surface technology, coating
	Machine tools	B24B	Machine tools
B24C		Machine tools	
Nanomateriales	Fabricated metal products	B82B	Micro-structure and nano-technology
Recubrimientos	Special purpose machinery	B05C	Surface technology, coating
		B05D	Surface technology, coating
		C23C	Surface technology, coating
	Basic Chemical	C09D	Basic materials chemistry

LÍNEA ASOCIADA	INDUSTRIA	CÓD	ÁREA TECNOLÓGICA
		C25B	Surface technology, coating
	Non-metallic mineral products	B32B	Surface technology, coating
		F16L	Mechanical elements
		C25C	Surface technology, coating
		C25F	Surface technology, coating
		C30B	Surface technology, coating
		C23D	Surface technology, coating
		C25D	Surface technology, coating
	Machine tools	B24B	Machine tools
		B24C	Machine tools
Materiales magnéticos y magnetismo	Medical equipment	G21K	Engines, pumps, turbines
	Special purpose machinery	B03C	Chemical Engineering
Conductores	Electronic components	H01L	Semiconductors
	Basic Metals	H01B	Electrical machinery, apparatus, energy
Propiedades de los materiales	Basic Chemical	C09C	Basic materials chemistry
	Basic Metals	C21C	Materials, metallurgy
		C21D	Materials, metallurgy
		C22B	Materials, metallurgy
		C22C	Materials, metallurgy
		C22F	Materials, metallurgy
		H01B	Electrical machinery, apparatus, energy
Materiales cerámicos	Non-metallic mineral products	C03B	Other special machines
		C03C	Materials, metallurgy
		C04B	Materials, metallurgy
		B28B	Other special machines
		B28C	Other special machines
Materiales de Construcción	Basic Chemical	C10C	Basic materials chemistry
	Non-metallic mineral products	E04B	Civil engineering
		E04C	Civil engineering
		E04D	Civil engineering
		E04F	Civil engineering
		C04B	Materials, metallurgy
Optica	Optical instruments	G02B	Optics
		G02C	Optics
Textiles	Textiles	D06M	Textile and paper machines
	Man-made fibres	D01F	Textile and paper machines

LÍNEA ASOCIADA	INDUSTRIA	CÓD	ÁREA TECNOLÓGICA
	Special purpose machinery	D01B	Textile and paper machines
Material para la industria del papel	Paper	D21C	Textile and paper machines
		D21H	Textile and paper machines
		D21J	Textile and paper machines
Partículas y material granulado	Special purpose machinery	B02C	Chemical Engineering
		B22C	Materials, metallurgy
Productos naturales	Wood Products	B27N	Machine tools
Fibras	Special purpose machinery	D01G	Textile and paper machines
Reciclaje	Paper	B29B	Other special machines
minerales	Basic Chemical	C01D	Materials, metallurgy
		C01F	Materials, metallurgy
		C03B	Other special machines
		C03C	Materials, metallurgy
Falla y fractura	Machine tools	B24B	Machine tools
		B24C	Machine tools
Tribología	Machine tools	B24B	Machine tools
		B24C	Machine tools
Películas delgadas	Non-metallic mineral products	B32B	Surface technology, coating
Metalurgia		B22C	Materials, metallurgy

ANEXO 14. VARIABLES INICIALES DEL ÁREA ESTRATÉGICA DE MATERIALES

FACTOR FINANCIERO			FUENTES			
Total variables factor	12					
Describe las variables financieras que afectan el desarrollo de las actividades de investigación en la UIS.						
1	Beneficios	Hace referencia exenciones, subsidios, descuentos tributarios y demás ventajas de orden fiscal señalados por la Ley tanto para investigadores, grupos. Centros de investigación, y empresas por sus trabajos de investigación.	Nicolás Eyzaguirre, Presidente del Consejo Nacional de Innovación de Chile http://www.noticyt.org/index.php?option=com_content&task=view&id=92&Itemid=76			
2	Financiero	Es la capacidad económica y financiera de la UIS.	GENERAL			
3	Presupuesto	Hace referencia a todos los elementos de planificación, elaboración de presupuestos, aseguramiento y control de la ejecución del presupuesto dentro de la institución	GENERAL			
4	Tasa	Es la incidencia de la inestabilidad de las diferentes tasas de cambio al momento de realizar transferencia tecnológica	De la anticipación a la acción.			
5	Inversión	Herramienta que atraiga capital de riesgo de inversionistas públicos y privados	http://www.bucaincu.org/pdf/cbe_resultados_2000_2004.pdf	http://www.unal.edu.co/dib/normas/etica_budapest.html		

		FACTOR FINANCIERO		FUENTES			
		Total variables factor	12				
6	PIB	Porcentaje del PIB destinado a la CyT	Fernando Chaparro, ex Director de Colciencias e Investigador de la Universidad del Rosario http://www.eliberal.com.co/content/view/16351/87/				
7	Regalías	Recursos de regalías y privatización de empresas para inversión en CyT	Nicolás Eyzaguirre, Presidente del Consejo Nacional de Innovación de Chile http://www.noticyt.org/index.php?option=com_content&task=view&id=92&Itemid=76	Ley 29 de 1990			
8	BID	Préstamos del BID para inversión en CyT	COLCIENCIAS				
9	Inflación	Aumento sostenido y generalizado del nivel de precios de bienes y servicios	GENERAL				
10	Asignación	Son los criterios de asignación de recursos para los grupos dentro del área estratégica	GENERAL				
11	PROGNAC	Son los criterios de asignación de recursos por programa nacional.					
12	Percepción	Hace referencia al conocimiento que tenga la sociedad sobre el impacto que tiene el desarrollo de nuevos materiales.					

FACTOR POLÍTICO - LEGISLATIVO		FUENTES			
Total variables factor	7				
Son aquellas variables del ámbito político - legal que afectan el desarrollo de actividades de investigación en el área de los nuevos materiales.					
1	Leyes	Marco político - legislativo para el desarrollo de la ciencia y la tecnología en lo que se refiere a la incorporación y ejecución de leyes y disposiciones legales de fomento de la CyT dentro de los planes de desarrollo nacional, regional, sectorial e institucional, incluyendo protección a la propiedad intelectual	http://www.noticyt.org/index.php?option=com_content&task=view&id=92&Itemid=76	Ley 29 de 1990	
2	Gobierno	El estado como coordinación y facilitador de los procesos, brindando apoyo a los centros o grupos de investigación nacionales a través de instituciones como COLCIENCIAS	http://www.noticyt.org/index.php?option=com_content&task=view&id=92&Itemid=76	http://www.unal.edu.co/dib/normas/etica_budapest.html	
3	Colciencias	Es la gestión administrativa de Colciencias, responsable direccionamiento sistema nacional de ciencia y tecnología y demás organismos de dirección y coordinación del SNCyT tal como la comisión regional e CyT en el CNCyT.	http://menweb.mineducacion.gov.co/educacion_superior/plandecenal/001.htm		
4	Gestión	Se refiere a la gestión política para la cooperación intergubernamental.	http://www.unal.edu.co/dib/normas/etica_budapest.html		

FACTOR POLÍTICO - LEGISLATIVO			FUENTES			
Total variables factor	7		FUENTES			
5	CyT	Ley de Ciencia y Tecnología.	Fernando Chaparro, ex Director de Colciencias e Investigador de la Universidad del Rosario http://www.elliberal.com.co/content/view/16351/87/			
6	Interlocución	Hace referencia a la idea de una institucionalidad que tenga interlocución con la alta dirigencia del Estado, "No necesariamente un Ministerio de Ciencia y Tecnología, sino una representación académica y del sector privado que discuta directamente con el gobierno"	Guillermo Perry, ex Ministro de Hacienda colombiano http://www.noticyt.org/index.php?option=com_content&task=view&id=92&Itemid=76			
7	Materiales	Es la legislación relacionada con los diferentes materiales usados en los productos y las actividades desarrolladas por el ser humano.	Informe de Seguimiento Evolución Tecnológica 2006 - ESPAÑA - Fundación OPTI			

FACTOR AMBIENTAL			FUENTES			
Total variables factor	8		FUENTES			
	Agrupa el conjunto de variables ambientales que influyen o son afectadas por el desarrollo del área estratégica de nuevos materiales					

FACTOR AMBIENTAL		FUENTES				
Total variables factor	8					
1	Compromiso	Compromiso ambiental por parte de algunos investigadores en centros de investigación académicos o empresariales, en el diseño de materiales biodegradables y reciclables, y diseño de los procesos de reciclaje o biodegradación de tal forma que sean económicos y técnicamente viables. También se refiere al compromiso del cuidado de la salud.	http://calima.univalle.edu.co/cenm/sectores.htm	http://www.unglobalcompact.org/Issues/Environment/index.html		
2	Energía	Disminución de las reservas de recursos energéticos no renovables y reconocimiento de su efecto negativo sobre el ambiente. Búsqueda de recursos energéticos alternativos y sistemas de generación, almacenamiento, transporte y uso eficiente de la energía.	http://www.unglobalcompact.org/Issues/Environment/index.html			
3	Efectividad	Leyes medioambientales que regulan la investigación, desarrollo y aplicación de nuevas tecnologías y en particular la prohibición de materiales en los procesos y productos que pueden ser tóxicos o nocivos para el ser humano y el ambiente en general.	Ley 29 de 1990			
4	Conciencia	Conciencia social y por parte de los productores y usuarios finales de los productos vendidos (De la comunidad en general) para una correcta disposición final de los mismos para un posible reuso, remanufacturaación o reciclaje	http://www.unglobalcompact.org/Issues/Environment/Principle_8.html			

FACTOR AMBIENTAL			FUENTES			
Total variables factor	8					
5	Sostenibilidad	Se refiere a la explotación sostenible de los recursos naturales como la madera, los minerales, etc. Para evitar el agotamiento de recursos necesarios para el bienestar del ser humano y empresas sostenibles que se sustentan de dichas explotaciones.	http://www.unglobalcompact.org/AbouttheGC/TheTenPrinciples/principle9.html			
6	Aporte	Se refiere a los daños, modificaciones o aporte de soluciones que se pueden generar para el ambiente por el desarrollo de nuevos materiales tanto en su producción como su posterior uso u disposición final.				
7	Salud	Impacto en la salud por los procesos de producción y la aparición de nuevos materiales				
8	Amigos	Se refiere a los materiales reciclables, reutilizables ó biodegradables				

FACTOR ÉTICO			FUENTES			
Total variables factor	2					
	Variables éticas en el desarrollo e implementación de nuevas tecnologías					
1	Aplicación	Impacto social en cuanto a las aplicaciones de los desarrollos en el área de nuevos materiales. Ej: materiales para el Armamento.	http://www.unal.edu.co/dib/normas/etica_budapest.html			

2	Desarrollo	Se refiere al valor ético de las tecnologías que son usadas en el proceso investigativo.				
---	------------	------------------------------------------------------------------------------------------	--	--	--	--

FACTOR TECNOLÓGICO			FUENTES			
Total variables factor	24					
	Agrupa el conjunto de variables problema que influyen o se ven afectadas por otras variables y que se relacionan con el nivel de desarrollo tecnológico de las investigaciones realizadas sobre los productos y procesos relacionados con los nuevos materiales, tanto a nivel nacional como internacional					
1	Diseño	Vida útil de productos realizados, así cómo el desarrollo de nuevos materiales para realizar diseños prácticos y que se adapten más a las necesidades del consumidor. (Materiales más fuertes, más duraderos, más livianos, con propiedades ópticas, más maleables, etc.)	http://calima.univalle.edu.co/cenm/sectores.htm			
2	Alianzas	Asociación y alianzas estratégicas, redes etc., nacionales o internacionales para el fortalecimiento del área. Vinculándose por ejemplo a Centros de Excelencia..	CENM			
3	Sectores	Empresas nacionales y regionales en sectores como el electrónico, médico, aeronáutico, metalúrgico, minero, textil etc. que reconocen la importancia e invierten en la investigación para el desarrollo de los nuevos materiales en sus sectores.	Judith Sutz, docente de la Universidad de la República de Uruguay, Juan Francisco Miranda, director de COLCIENCIAS Colciencias http://www.noticyt.org/index.php?option=com_content&task=view&id=92&Itemid=76	http://calima.univalle.edu.co/cenm/sectores.htm	http://www.unal.edu.co/dib/normas/etica_budapest.html	

FACTOR TECNOLÓGICO		FUENTES				
Total variables factor	24					
4	Mundial	Empresas internacionales en sectores como el electrónico, médico, aeronáutico, metalúrgico, minero, textil etc. que reconocen la importancia e invierten en la investigación para el desarrollo de los nuevos materiales en sus sectores.				
5	Transferencia	Mecanismos como portafolios de servicios y estructura organizacional que facilite la transferencia de los desarrollos de los grupos de investigación al sector productivo, mejorando los procesos y productos de las diferentes industrias a nivel local y nacional.	A C U E R D O No. 006 DE 2005 (7 de febrero) . Políticas Extensión Vicerrectoría			
6	Proceso	Procesos de fabricación viables y económicos para el desarrollo de nuevos materiales	http://calima.univalle.edu.co/cenm/sectores.htm			
7	Prospectiva	Ejercicios de prospectiva y vigilancia tecnológica que faciliten el direccionamiento estratégico de las investigaciones y proyectos que desarrollan los grupos y centros de investigación.	http://calima.univalle.edu.co/cenm/prospectiva.htm			
8	Talento	Vinculación de talento humano multidisciplinario y de diferentes niveles de formación académica para el desarrollo de los proyectos, y diseño de mecanismos eficientes para renovación de talento humano y revitalización del grupo	"Un análisis sobre la dinámica de los grupos de investigación en Colombia* De su conformación a su supervivencia." Félix Londoño G. Director investigación y extensión Universidad EAFIT 2005			

FACTOR TECNOLÓGICO			FUENTES			
Total variables factor	24					
9	Infraestructura	Hace referencia a la infraestructura para la investigación. (Software, hardware, espacio para realizar investigación, equipos especializados, etc.)	Fernando Chaparro, ex Director de Colciencias e Investigador de la Universidad del Rosario http://www.elliberal.com.co/content/view/16351/87/			
10	Reconocimiento	Investigación y la innovación del país visible a nivel nacional y reconocida en el marco global. Visibilidad a partir de publicaciones internacionales de alto nivel que se puedan encontrar en bases de datos científicas internacionales, productos patentados y participación en programas internacionales de I+D.				
11	Fuga	Fuga de conocimiento de investigadores brillantes por ofrecimiento de mejores condiciones laborales y de nivel de investigación en otros países.	http://menweb.mineducacion.gov.co/educacion_superior/plandecenal/001.htm			
12	Informática	Desarrollo de herramientas informáticas y de comunicación en interrelación a través de la web	http://www.aimme.es/informacion/informativo/ficha.asp?id=1907			
13	Esquema	Se refiere a los esquemas de trabajo de los grupos de investigación.	"Un análisis sobre la dinámica de los grupos de investigación en Colombia* De su conformación a su supervivencia." Félix Londoño G. Director investigación y extensión Universidad EAFIT 2005			

FACTOR TECNOLÓGICO			FUENTES			
Total variables factor	24					
14	Semilleros	Formación de semilleros de investigación	http://menweb.mineducacion.gov.co/educacion_superior/plandecenal/001.htm			
15	Comercialización	Comercialización de la ciencia y la tecnología en la educación.	http://menweb.mineducacion.gov.co/educacion_superior/plandecenal/001.htm			
16	Difusión	Mecanismos de difusión de los conocimientos científicos para facilitar el acceso a la información.	http://www.unal.edu.co/dib/normas/etica_budapest.html			
17	Internacional	Capacidad de generación de productos de los centros o grupos de investigación a nivel internacional en el área estratégica de nuevos materiales.				
18	Nacional	Es la capacidad de generación de productos de los centros o grupos de investigación a nivel nacional en el área estratégica de nuevos materiales.				
19	UIS	Es la capacidad de generación de productos de los centros o grupos de investigación a nivel institucional en el área estratégica de nuevos materiales.				
20	Tendencias	Áreas de investigación o aplicaciones tecnológicas relacionadas con los materiales que se muestran como mega tendencias.				
21	Equipo	Capacidad de los líderes e integrantes de los grupos de investigación para trabajar en equipo alrededor de un área estratégica				

FACTOR TECNOLÓGICO			FUENTES			
Total variables factor	24					
22	Metodología	Son las estrategias de trabajo de los grupos de investigación para la producción de resultados				
23	Efectividad	Efectividad de los procesos desarrollados por COLCIENCIAS, tales como el sistema nacional de información científica y tecnológica, del sistema de registro, reconocimiento y escalafonamiento de los grupos y de las convocatorias que realiza				
24	TIC	Uso de las tecnologías de la información dentro de las dinámicas de investigación				
25	Producción	Resultados visibles y verificables de los grupos de investigación que incluye productos de nuevo conocimiento, de formación y productos de divulgación circulación y uso.				

FACTOR SOCIO – ECONÓMICO			FUENTES			
Total variables factor	11					
	Congrega aquellas variables que describen el nivel o calidad de vida de la población que puede verse afectada de cualquier manera por el desarrollo de la investigación y posterior aplicación de la tecnología de los nuevos materiales.					

FACTOR SOCIO – ECONÓMICO			FUENTES			
Total variables factor	11					
1	Importancia	Reconocimiento de la investigación en el desarrollo de nuevos materiales como área estratégica	UIS			
2	Fomento	Fomento a la cultura de la investigación dentro del sistema educativo colombiano; partiendo de primaria y bachillerato, hasta llegar al nivel universitario, especialmente en pregrado	http://menweb.mineducacion.gov.co/educacion_superior/plandecenal/001.htm	http://www.universia.net.co/libro-abierto/ciencias-de-la-educacion/formacion-investigativa-en-la-educacion-superior-colombiana.html		
3	Situación	Problemática social y dificultades económicas y políticas del país.	GENERAL			
4	Post-grado	Nivel de formación de talento humano, especialmente a nivel de post-grado en Maestrías, Doctorados y Post doctorados en el área de desarrollo de nuevos materiales vinculado a actividades de investigación en el país	Fernando Chaparro, ex Director de Colciencias e Investigador de la Universidad del Rosario http://www.elliberal.com.co/content/view/16351/87/			
5	Social	Equidad del desarrollo de proyectos científicos y tecnológicos. Desarrollo de proyectos que favorezcan directamente al bienestar de las comunidades más vulnerables. (Materiales económicos para construcción de vivienda social, vestuario, alternativas de transporte, Electrodomésticos y diferentes elementos o desarrollos que favorezcan la economía y el bienestar de la población en general, etc.)	Fernando Chaparro, ex Director de Colciencias e Investigador de la Universidad del Rosario http://www.elliberal.com.co/content/view/16351/87/			

FACTOR SOCIO – ECONÓMICO			FUENTES				
Total variables factor	11						
6	Demografía	El crecimiento demográfico asociado con el aumento de la demanda de más, nuevas y mejores tecnologías en el área de materiales	GENERAL				
7	Apropiación	Apropiación académica y social de los avances en el conocimiento	Fernando Chaparro, ex Director de Colciencias e Investigador de la Universidad del Rosario http://www.elliberal.com.co/content/view/16351/87/	http://www.unal.edu.co/dib/normas/etica_budapest.html			
8	Técnico	Programas académicos técnicos y tecnológicos	http://menweb.mineducacion.gov.co/educacion_superior/plandecenal/001.htm				
9	Disparidad	Disparidad entre los países desarrollados y en vía de desarrollo.	http://www.unal.edu.co/dib/normas/etica_budapest.html				
10	Trabajo	Calidad de las ofertas de trabajo en el sector de materiales					
11	Adquisitiva	Capacidad adquisitiva de la población					

FACTOR DE MERCADO		FUENTES				
TOTAL VARIABLES FACTOR	6					
	Refiere las variables que indican problemas en las diferentes tendencias del mercado, y elementos o herramientas que pueden apoyar el proceso de comercialización de nuevos materiales					

FACTOR DE MERCADO			FUENTES				
TOTAL VARIABLES FACTOR	6						
1	Microempresas	Apropiación del desarrollo tecnológico por parte de las microempresas	Sitio Web Instituto tecnológico metalmecánico: http://www.aimme.es/informacion/informativo/ficha.asp?id=1911				
2	Economía	Esquemas de libre comercio y economía global.	https://www.uis.edu.co/porta/investigacion/prop_intelectual/Base_Tecnologica.pdf	GENERAL			
3	Incentivos	Se refiere a los beneficios de tipo tributario o de otra índole que fomentan la investigación dentro de las empresas					
4	Santander	Empresas fuertemente relacionadas con el desarrollo de nuevos materiales en el departamento					
5	Colombia	Empresas fuertemente relacionadas con el desarrollo de nuevos materiales en el País					
6	Global	Empresas fuertemente relacionadas con el desarrollo de nuevos materiales a nivel mundial					

FACTOR ORGANIZACIONAL			FUENTES				
TOTAL VARIABLES FACTOR	10						
	Reúne las variables problema relacionadas con la dimensión organizacional a nivel nacional e institucional relacionadas con la investigación y en particular sobre el desarrollo de nuevos materiales						

FACTOR ORGANIZACIONAL		FUENTES				
TOTAL VARIABLES FACTOR	10					
1	Estímulos	Estímulos, distinciones o premios a los investigadores y grupos por su trabajo.	http://menweb.mineducacion.gov.co/educacion_superior/plandecenal/003.htm	GENERAL		
2	Estrategia	Planeación estratégica del trabajo dentro de los grupos de investigación. Esto incluye Definición de la misión y visión del grupo. Definición de las líneas de investigación del grupo y establecimiento de un portafolio de proyectos. Estructura organizacional de los grupos de investigación.	"Un análisis sobre la dinámica de los grupos de investigación en Colombia* De su conformación a su supervivencia." Félix Londoño G. Director investigación y extensión Universidad EAFIT 2005			
3	Liderazgo	Capacidad de liderazgo en la estructura organizacional institucional, desde la rectoría, pasando por la VIE, hasta llegar a los grupos y proyectos de investigación	"Un análisis sobre la dinámica de los grupos de investigación en Colombia* De su conformación a su supervivencia." Félix Londoño G. Director investigación y extensión Universidad EAFIT 2005			
4	Estructura	Estructura organizacional a nivel nacional e institucional que direcciona las actividades de investigación	COLCIENCIAS - UIS			
5	Cultura	Cultura de creatividad científica donde se creen de espacios abiertos, flexibles e integrados de motivación y sinergias de disciplinas en la actividad de investigación, en donde exista confluencia de personas con variadas personalidades, habilidades, capacidades y disposiciones afectivas y emocionales dentro de los grupos de investigación que enriquezcan la dinámica y la discusión del	"Un análisis sobre la dinámica de los grupos de investigación en Colombia* De su conformación a su supervivencia." Félix Londoño G. Director investigación y extensión Universidad EAFIT 2005			

FACTOR ORGANIZACIONAL		FUENTES			
TOTAL VARIABLES FACTOR	10				
		mismo.			
6	Programa	Programa nacional de ciencia y tecnología relacionado directamente con el área estratégica.	COLCIENCIAS		
7	Comunicación	Comunicación permanente con los agentes externos directamente implicados o potencialmente beneficiarios del desarrollo de los proyectos.	Fernando Chaparro, ex Director de Colciencias e Investigador de la Universidad del Rosario http://www.elliberal.com.co/content/view/16351/87/		
8	Socialización	Son los mecanismos de socialización y comunicación entre los miembros de los grupos de investigación sobre de los problemas y proyectos de estudio.			
9	Área	Son los mecanismos de socialización y comunicación entre los miembros de del área estratégica			
10	Conjunto	Son los mecanismos de socialización y comunicación entre las diferentes áreas estratégicas.			
11	Valores	Son los valores colectivos del grupo de investigación.			

ANEXO 15. SEMINARIO TALLER VIGILANCIA TECNOLÓGICA Y PROSPECTIVA ESTRATÉGICA

DESCRIPCIÓN DEL SEMINARIO TALLER

Los días 20 y 21 de Noviembre, 4 y 5 de Diciembre, se llevó a cabo un seminario taller de vigilancia tecnológica y prospectiva estratégica a cargo del Dr. Francisco José Mojica, Doctor en "*Ciencias Humanas*" de la *Universidad de París V "René Descartes" (Sorbona)* y postdoctorado en "Prospectiva y Estrategia" en el "*Laboratoire d'Investigation Prospective et Stratégique*" bajo la dirección del profesor Michel Godet, en París y del Dr Raúl Trujillo Cabezas, Especialista en Pensamiento Estratégico y Prospectiva de la Universidad Externado de Colombia. Se ha especializado en "Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva", Junto con el Dr Francisco José Mojica son investigadores de planta del Centro de Pensamiento Estratégico y Prospectiva de la Universidad Externado de Colombia.

OBJETIVOS DEL SEMINARIO-TALLER.

Objetivo Principal:

Exponer la Prospectiva como disciplina y como método y demostrar su validez y eficacia para llevar a cabo el análisis del futuro de la investigación en la Universidad Industrial de Santander.

Objetivos Específicos:

- Indicar las bases conceptuales de la Prospectiva Estratégica.
- Señalar el modelo de prospectiva estratégica pertinente para el análisis prospectivo que la UIS va emprender.
- Mostrar el método de Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva y lograr el manejo de los principales buscadores.
- Obtener la apropiación del método y el modelo prospectivos a través de talleres de simulación y empleo de software especializado.

El taller desarrollado se constituyó en un ejercicio piloto, cuyo propósito fue tener un acercamiento al ejercicio real de análisis estructural y reconocer su importancia para la identificación de escenarios futuros deseados y el diseño de estrategias para construirlos.

Los resultados esperados al finalizar el taller fueron los siguientes:

- Adquirir las habilidades necesarias para realizar un estudio de prospectiva estratégica.
- Reconocer el modelo de la prospectiva estratégica.
- Señalar las bases conceptuales en las que reposa este modelo.

METODOLOGÍA DEL SEMINARIO – TALLER

La metodología y resultados esperados de cada etapa del taller se describen a continuación¹¹⁶:

1. Conformación del grupo de trabajo para el área estratégica de MATERIALES.
2. Identificación de los Elementos de Análisis (tendencias y rupturas) Manejo de la técnica "Árboles de Competencia" de Marc Giget, Matriz del cambio de Michel Godet y Matriz Dofa.
 - Resultado esperado: Detección de los factores actuales y potenciales que pueden definir el comportamiento actual y potencial de la investigación en las áreas temáticas de la UIS.
3. Causalidad de los factores de cambio, Empleo de la técnica de "Análisis Estructural" (Micmac) por medio de software especializado.
 - Resultado esperado: Identificación de "variables estratégicas".
4. Examen de las estrategias de los "actores sociales" (Mactor) con software especializado.
 - Precisión de los retos estratégicos y manejo del poder de los "actores sociales".

5. Diseño de escenarios por medio de la técnica “Análisis Morfológico”.
 - Resultado esperado: Obtención y diseño de escenarios alternos y posibles, elección de un “escenario apuesta” y construcción de un “plan vigía”.

6. Precisión de estrategias a partir de la técnica "Igo" (Importancia y Gobernabilidad con software especializado).
 - Resultado esperado: Precisión de los objetivos y las acciones requeridas para lograr el “escenario apuesta”

DESARROLLO DEL TALLER

1. CONFORMACIÓN DEL GRUPO DE TRABAJO

El grupo conformado para realizar el ejercicio del área estratégica de nuevos materiales, contó con expertos multidisciplinares que aportaron activamente desde sus disciplinas. Los integrantes del grupo se pueden observar en la Tabla 51 y como constancia del trabajo se adjuntan las Imágenes 1, 2, 3.

Tabla 51. Integrantes grupo de trabajo

NOMBRE INTEGRANTE	ROL
Darío Yesid Peña Ballesteros	Director de Inv. y Ext. Fac. Ing. Físicoquímicas
Yesid Torres Moreno	Director de Inv. y Ext. Facultad de Ciencias
Gustavo Chio Cho	Director de Inv. y Ext. Fac. Ing. Fisicomecánicas
Gustavo Neira Arenas	Profesor Escuela de Ing. Metalúrgica y cien. de los materiales
Heidy Lisseth Gutiérrez Jaimes	Estudiante-Investigadora
Maria Carolina Acevedo Martínez	Estudiante-Investigadora
Diana Marcela Villabona Reyes	Ingeniera VIE
Diana Yasmín del Socorro Palacios	Ingeniera INNOTEC
Leidy Carolina Sarmiento Delgado	Ingeniera INNOTEC

Fuente. Cartilla UIS. SEMINARIO TALLER DE CAPACITACIÓN EN PROSPECTIVA ESTRATÉGICA UIS.

Imagen 2. Equipo Biotecnología



Imagen 3. Equipo materiales



Imagen 4. Participantes del seminario



El equipo de trabajo definió el planteamiento del estudio prospectivo del área como lo ilustra la Tabla 52.

Tabla 52. Planeamiento del estudio de prospectiva estratégica.

Items		Alternativas	Criterios de evaluación
Aspectos conceptuales			
1	Tema	Desarrollo del Área Estratégica de Materiales en la UIS	El tema estará bien planteado si corresponde a una necesidad precisa del país, región o sector económico o social
2	Problema	Determinar las líneas estratégica de investigación en el área y los proyectos que se deben adelantar para el desarrollo del área.	El problema estará bien planteado si corresponde a la disfunción más importante del tema
3	Pregunta	¿Cuáles son los principales elementos que marcarán el futuro deseado del desarrollo del área y qué acciones se deben emprender para alcanzarlo?	La pregunta estará bien planteada si se puede establecer una relación conceptual estrecha con las variables, los escenarios y las estrategias
4	Teoría en que se apoya	Se apoya en la vigilancia tecnológica y en las herramientas y metodologías propuestas por la prospectiva de la escuela francesa	La teoría estará convenientemente formulada si permite analizar coherentemente los resultados y si facilita la identificación de variables y el diseño de escenarios
5	Objetivos	Definir las variables estratégicas para el desarrollo del área estratégica de MATERIALES y las acciones que se deben emprender para lograr el futuro deseado	Los objetivos serán válidos si guardan relación con la pregunta
6	Metodología	Aplicación de las herramientas de la prospectiva según las indicaciones del experto para el caso específico de la UIS	La metodología será adecuada si concuerda con el tiempo, el tema y la participación de los actores sociales que intervienen en el estudio.

Fuente. Cartilla UIS. SEMINARIO TALLER DE CAPACITACIÓN EN PROSPECTIVA ESTRATÉGICA UIS.

2. IDENTIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS DE ANÁLISIS

2.1. Técnica de Árboles de Competencia de Marc Giget (Lluvia de ideas en grupo).

Por medio de esta herramienta se identificaron elementos relacionados con las Líneas y productos, capacidades de producción y competencias de la organización en el pasado, presente y futuro. Estas ideas referenciadas en la Tabla 53 serán luego insumos para la definición de variables clave.

Tabla 53. Árboles de competencia de Marc Giget.

ELEMENTOS DE ANÁLISIS	ANÁLISIS DEL PASADO	ANÁLISIS DEL PRESENTE	ANÁLISIS DEL FUTURO
Líneas y Productos	Metales	Caracterización y aplicación de biomateriales	Síntesis de biomateriales
	Corrosión de metales	Degradación de materiales	Materiales inteligentes

ELEMENTOS DE ANÁLISIS	ANÁLISIS DEL PASADO	ANÁLISIS DEL PRESENTE	ANÁLISIS DEL FUTURO
	Análisis Fenomenológico	Modelamiento y simulación - ecuaciones lineales	Diseño de materiales - modelamiento multivariado
	Caracterización milimétrica	Caracterización micrométrica	Nanotecnología
Capacidad de producción	...	Talento humano (Profesores PhD)= 72	Talento humano (Profesores PhD)= 190
	...	Programas de académicos de postgrado= 10	Programas de académicos de postgrado= 14
	...	No. Proyectos de investigación= 4	No. Proyectos de investigación= 10
	...	No. Grupos de Investigación A= 5	No. Grupos de Investigación A= 15
COMPETENCIAS Organización Tecnología y Finanzas	...	Presupuesto para investigación= 3000000000	Presupuesto para investigación= 9000000
	...	Nivel tecnológico equipos= Bajo	Nivel tecnológico equipos= Alto
	...	Cambio Organizacional orientado hacia la investigación	...

Fuente. Cartilla UIS. SEMINARIO TALLER DE CAPACITACIÓN EN PROSPECTIVA ESTRATÉGICA UIS.

2.2. Identificación de cambios en el futuro.

A través de esta herramienta se identificaron diferentes percepciones frente al futuro que a su vez permiten identificar las variables clave del estudio. Estas percepciones se enuncian en la Tabla 54.

Tabla 54. Identificación de cambios futuros

PRESENTIDOS (tenemos indicios de su ocurrencia, vislumbramos su ocurrencia)	ANHELADOS (deseamos que ocurran)	TEMIDOS (Nos preocupan que puedan ocurrir por conjeturas o síntomas del fenómeno)
Mejores condiciones de infraestructura y equipamiento	Mayor apoyo económico a la investigación	Educación virtual e-learning
TLC	Mayor relación Universidad-Empresa	Recesión económica
Cambio climático	Universidad de Postgrados	Cambio de dirección admimistrativa de U
Aumento de captación de recursos	Resolución del conflicto social	

PRESENTIDOS (tenemos indicios de su ocurrencia, vislumbramos su ocurrencia)	ANHELADOS (deseamos que ocurran)	TEMIDOS (Nos preocupan que puedan ocurrir por conjeturas o síntomas del fenómeno)
Mejor desempeño de los materiales	Industria nacional generadora de tecnología	
	Mayor apoyo gubernamental	
Presentir: intuir, conjeturar	Anhelar: desear, apetecer	Temer: intuir con ansiedad la ocurrencia de algo

Fuente. Cartilla UIS. SEMINARIO TALLER DE CAPACITACIÓN EN PROSPECTIVA ESTRATÉGICA UIS.

2.3. Matriz DOFA

En la matriz de la Tabla 55 se exponen los aspectos que favorecen y desfavorecen el desarrollo del área estratégica en la Universidad Industrial de Santander.

Tabla 55. Matriz DOFA.

ASPECTOS FAVORABLES	
Internos (Fortalezas)	Del entorno nacional y mundial (Oportunidades)
Plan de desarrollo institucional (eje investigación)	TLC
Parque Tecnológico de guatigará	Mayor demanda de materiales
Reconocimiento nacional en el área estratégica de materiales	Cambio climático
	Plan de desarrollo departamental
	Facilidad de acceso a la información y cooperación internacional
	Crecimiento demográfico
ASPECTOS DESFAVORABLES	
Internos (Debilidades)	Del entorno nacional y mundial (Amenazas)
Escasez de investigadores - Falta de masa crítica para investigación	Presupuesto nacional de investigación
Limitaciones tecnológicas (infraestructura y equipos)	Monopolios empresariales
Bajo nivel de publicaciones	Política armamentista
Falta de reconocimiento internacional	Falta cultura de investigación
Falta mayor integración en las áreas	

Fuente. Cartilla UIS. SEMINARIO TALLER DE CAPACITACIÓN EN PROSPECTIVA ESTRATÉGICA UIS.

Agrupación de los factores por familias (económicas, sociales, culturales, ambientales, tecnológicas, administrativas, etc.). El principio de la complejidad es uno de los fundamentos conceptuales de la prospectiva estratégica. Esta teoría nos permite entender

el papel de la tecnología como una de las condiciones del bienestar, desarrollo y calidad de la vida de una comunidad, en interacción con otras variables económicas, sociales, culturales, ambientales y políticas.¹¹⁷ Con esta premisa se identificaron las siguientes variables en la Tabla 56.

Tabla 56. Familias de factores

FAMILIAS	FACTORES	FAMILIAS	FACTORES
I Económica	Recesión económica	V Tecnológica	Infraestructura de Investigación
	Demanda de materiales		Desempeño de los materiales
	Monopolios empresariales		Relación Universidad - empresa
			Universidad de postgrados
			Educación virtual
I Económica		V Tecnológica	Escasez de investigadores
			Publicaciones de artículos de investigación
			Talento humano
			Grupos y centros de investigación
			Reconocimiento internacional
			Acceso a información de punta en el área
			Parque Tecnológico
II Social	Conflicto social	VI Administrativa	Desarrollo de TIC
			Desarrollo de los procesos productivos
III Cultura	Capacidad de integración del área - Capacidad de trabajo en equipo	VII Político Legislativo	Presupuesto institucional para la investigación
			Políticas Institucionales (Organización)
IV Ambiental	Cambio climático	VIII Otra	Políticas Nacionales, departamentales y municipales
	Disponibilidad de recursos naturales		Cooperación internacional

Fuente. Cartilla UIS. SEMINARIO TALLER DE CAPACITACIÓN EN PROSPECTIVA ESTRATÉGICA UIS.

En la tabla 57 se encuentra la definición, el estado actual y la forma de medir cada variable. Las primeras 15 cuentan con dicha descripción, pues fueron las que se tuvieron en cuenta para el ejercicio, y las 10 últimas son propuestas que surgieron del diálogo entre los miembros del equipo de trabajo.

2.4. Causalidad de los factores de cambio, Empleo de la técnica de “Análisis Estructural” (Micmac) por medio de software especializado.

Una vez definidas las variables claves que afectan el desarrollo del área estratégica de MATERIALES en la UIS, los actores deben identificar las influencias entre ellas a través de una matriz que proporciona el software MICMAC. La matriz diligenciada se presenta en el Gráfico 19.

Gráfico 19. Matriz de influencia directa entre variables

	1 : Cam. Clima	2 : Inf. inv.	3 : Des. mat.	4 : Rel. U-E	5 : U. Post.	6 : Edu. Vir.	7 : Rec. Econ.	8 : Dem. mat.	9 : Esc. inv.	10 : mon. empr.	11 : Pub.	12 : Parq. tecn	13 : Con. soc.	14 : Tal. Hum.	15 : Gr.Ct. inv
1 : Cam. Clima	0	0	3	0	0	2	2	3	0	2	0	0	0	0	0
2 : Inf. inv.	0	0	3	3	3	2	1	1	2	0	3	P	0	3	3
3 : Des. mat.	2	0	0	2	2	1	0	0	2	2	3	1	0	1	3
4 : Rel. U-E	1	3	3	0	3	P	0	1	3	0	2	3	1	2	2
5 : U. Post.	0	3	3	3	0	1	0	2	3	0	3	3	0	3	3
6 : Edu. Vir.	0	2	0	2	2	0	0	0	1	0	2	2	1	2	0
7 : Rec. Econ.	0	3	0	2	2	1	0	3	3	0	2	2	2	3	3
8 : Dem. mat.	2	3	2	2	2	P	0	0	2	0	2	3	0	1	3
9 : Esc. inv.	0	3	2	2	3	1	0	0	0	0	3	3	1	3	3
10 : mon. empr.	0	2	1	2	1	P	0	1	1	0	0	1	0	1	2
11 : Pub.	0	2	2	1	2	0	0	0	1	0	0	3	0	1	1
12 : Parq. tecn	1	3	3	2	3	1	0	1	2	0	3	0	0	3	3
13 : Con. soc.	0	1	0	1	1	1	0	2	2	0	0	0	0	1	0
14 : Tal. Hum.	0	3	3	3	3	P	0	0	3	0	3	3	1	0	3
15 : Gr.Ct. inv	1	3	2	2	3	P	0	1	3	0	3	3	0	3	0

© LPSOR-EPITA-MICMAC

Fuente. Mic-Mac®.

Tabla 57. Descripción de factores.

Cód.	Factor	¿En qué consiste?	¿Qué ocurre actualmente?	¿Con qué indicadores se puede medir?
1	Cambio climático	Es un efecto de la contaminación ambiental sobre el balance térmico del planeta	Actualmente, existe un aumento de la temperatura promedio que obliga el desarrollo de nuevos materiales.	Variación en la Temperatura global del planeta.
2	Infraestructura de Investigación	Es la capacidad instalada en equipos y las áreas destinadas exclusivamente al desarrollo de actividades de investigación en materiales.	Actualmente, los grupos de investigación en materiales poseen áreas pequeñas, usualmente compartidas con otros grupos y/o destinadas a actividades de docencia	No. De equipos robustos de investigación en materiales Área (en metros cuadrados) por grupo de investigación.
3	Desempeño de los materiales	Es el desarrollo de propiedades avanzadas en los materiales	Actualmente todos los materiales con las especificaciones de desempeño	Equipamiento nuevo con nuevas técnicas de caracterización
4	Relación Universidad - empresa	Es la interacción de la universidad con las empresas en lo que se refiere a transferencia en doble sentido de conocimiento y tecnología	Actualmente no existe una relación estrecha entre la universidad	Número de proyectos e investigaciones a realizar entre los dos actores
5	Universidad de postgrados	Es la institución enfocada en la investigación y la generación de conocimiento, razón por la que también es llamada la universidad del conocimiento.	Actualmente las instituciones de educación tienen un despertar y dan sus primeros pasos en la formación de instituciones de conocimiento	Número de programas de pregrado sobre el número total de programas ofrecidos por la institución
6	Educación virtual	Es la utilización de nuevas tecnologías y herramientas de aprendizaje como complemento a procesos de comunicación y enseñanza	Actualmente se están integrando numerosos elementos de educación virtual que permiten mayor interacción entre profesores y alumnos y complementan lo desarrollado por el maestro.	Número de computadores por niño en primaria/secundaria Número de proyectos desarrollados por los diferentes ministerios que favorecen la educación

Cód.	Factor	¿En qué consiste?	¿Qué ocurre actualmente?	¿Con qué indicadores se puede medir?
				virtual.
7	Recesión económica	es un decrecimiento de la economía, de la producción, del producto interno bruto de un país, que si es muy prolongada se considera una depresión	En este momento la recesión económica fue declarada en Estados Unidos y este hecho ha afectado a muchas economías a nivel mundial	Diferencia del PIB, entre un año y otro
8	Demanda de materiales	Es el aumento en la demanda de materiales por parte de la población a nivel mundial y local	Actualmente China es una de las economías que demanda materiales en especial para construcción. Por otro lado a nivel local, se está llegando al pico de demanda de materiales en el mismo sector.	Exportaciones e importaciones de materiales. Producción y ventas de las principales empresas productoras de materiales para diferentes sectores
9	Escasez de investigadores	Es la ausencia de talento humano con la capacidad y disposición para laborar en el sector de investigativo EN LA UIS	Actualmente se cuenta con poco personal de doctorado y maestría en los grupos y centros de investigación, quienes tienen como campo de acción la investigación.	Estimación de Doctores y Magister por instituciones (grupos o centros) de investigación.
10	Monopolios empresariales	Es la existencia en el mercado de una sola empresa como única vendedora de un producto en particular, que no tiene sustituto y que ejerce un dominio total sobre el precio	Actualmente existen monopolios empresariales que son los que tienen la investigación en materiales y la tienen protegida.	Ranking de empresas con investigación en el área de materiales.

Cód.	Factor	¿En qué consiste?	¿Qué ocurre actualmente?	¿Con qué indicadores se puede medir?
11	Publicaciones de artículos de investigación	Es aquel artículo que aparece en una publicación seriada y que tiene una referencia bibliográfica en la publicación. Publicaciones como resúmenes de ponencias y reseñas de libros no son consideradas artículos de investigación aunque aparezcan en una publicación seriada (Fuente: Colciencias)	Actualmente la producción de los grupos de investigación de materiales a nivel nacional se centra en primer lugar en los productos de divulgación (8661) en segundo en los artículos de investigación (6162)	Artículos de investigación por grupo Artículos de investigación por área estratégica Artículos de investigación promedio por grupo nacional o del área estratégica
12	Parque tecnológico	Es un espacio físico adaptado en forma especial para propiciar la convivencia agradable de científicos y empresarios, trabajando unidos en busca de desarrollos tecnológicos y la aplicación de estos a la producción de bienes y servicios, con el fin de dar mayor valor agregado y ser más competitivos en los mercados nacionales e internacionales.	En la actualidad es el proyecto urbanístico, tecnológico y empresarial más avanzado dentro de la política de parques tecnológicos establecida por el gobierno nacional; en sus predios, en el Polo de Innovación, funcionan ya 14 centros de investigación que trabajan con el sector productivo nacional y están próximas a instalarse las dos primeras empresas de base tecnológica que darán inicio al componente empresarial del proyecto. Esta próxima a comenzar la construcción de una edificación donde se congreguen las áreas estratégicas de investigación. (Fuente: UIS)	Número de grupos instalados en el PTG Número de empresas instaladas en el PTG Número de empresas Spin Off creadas desde el PTG

Cód.	Factor	¿En qué consiste?	¿Qué ocurre actualmente?	¿Con qué indicadores se puede medir?
13	Conflicto social	Es una situación originada por un enfrentamiento de intereses que genera discusiones y enfrentamientos entre clases y estamentos de la sociedad	Actualmente grandes diferencias sociales e ideológicas que generan intensos enfrentamientos que causan desmembramientos del tejido social	Muertes violentas PIB
14	Talento humano	Es la unión de conocimientos, capacidades, motivaciones y actitudes puestas en práctica por personas comprometidas que alcanzan resultados positivos en un entorno determinado.	Actualmente el manejo inteligente de los recursos humanos es fundamental para el desarrollo y sostenimiento de las organizaciones.	Medición del Clima laboral Perspectiva de desarrollo profesional Condiciones de trabajo. Reconocimiento y estimulación
15	Grupos y centros de investigación	Es un conjunto de personas que trabajan sobre uno o varios temas de su interés, mediante la formulación y desarrollo de proyectos contribuyendo a la generación de conocimiento científico y al desarrollo tecnológico.	A enero del 2008 la Universidad Industrial de Santander cuenta con 113 grupos y centros de investigación de diferentes áreas de estudio, de los cuales 16 son categoría A de COLCIENCIAS.	No. de centros y grupos de investigación registrados y reconocidos por la VIE

Fuente. Cartilla UIS. SEMINARIO TALLER DE CAPACITACIÓN EN PROSPECTIVA ESTRATÉGICA UIS

Al ser diligenciada la matriz, el programa procesa dicha información identificando interacciones directas, indirectas y potenciales hasta de noveno nivel, elevando la matriz inicial a diferentes potencias. En el caso del presente ejercicio se utilizó el número máximo de iteraciones que permite el programa (9) arrojando los resultados que se observan en el Gráfico 20. Sobre esta gráfica se trazó una bisectriz, sobre la cual se proyectaron las variables con el fin de identificar las variables estratégicas.

Uno de los productos del software es el gráfico de influencias indirectas potenciales, donde se evidencian los niveles de relación entre las diferentes variables. Gráfico 21

Las variables identificadas como estratégicas y ordenadas de manera lógica según su desarrollo se agruparon en la tabla 58.

Tabla 58. Variables estratégicas.

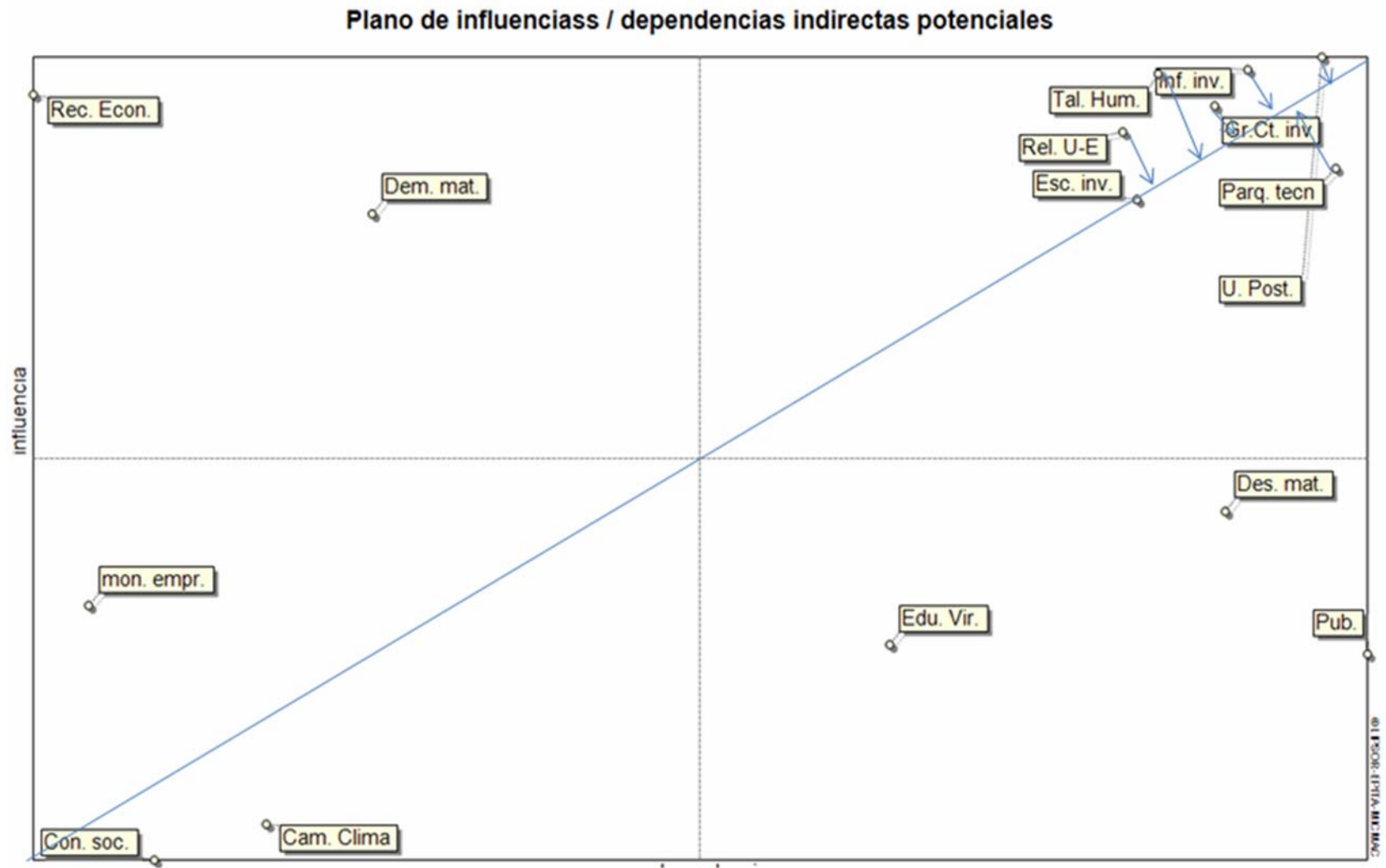
N°	Variable
1	Universidad de postgrados
2	Parque tecnológico de Guatiguará
3	Infraestructura de investigación
4	Grupos y centros de investigación

Fuente. Cartilla UIS. SEMINARIO TALLER DE CAPACITACIÓN EN PROSPECTIVA ESTRATÉGICA UIS.

1.1. Examen de las estrategias de los "actores sociales" (Mactor) con software especializado

A continuación, en la tabla 59, se exponen los retos específicos para cada una de las variables estratégicas identificando los actores a favor y en contra de cada reto del área estratégica.

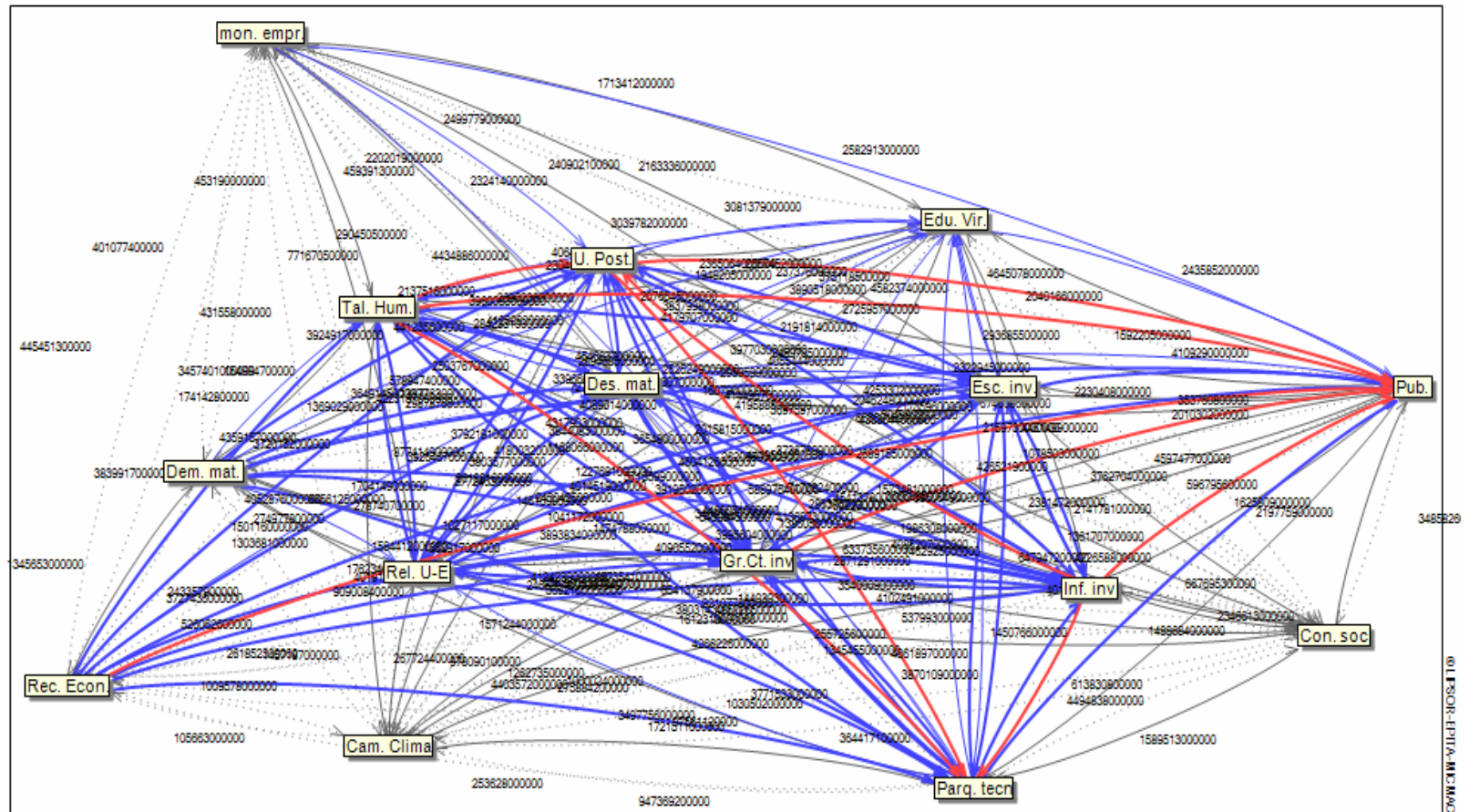
Gráfico 20. Plano de influencias indirectas potenciales



Fuente. Mic-Mac®.

Gráfico 21. Influencias indirectas potenciales.

Gráfico de influencias indirectas potenciales



- Influencias más débiles
- Influencias débiles
- Influencias medias
- Influencias relativamente importantes
- Influencias más importantes

Fuente. Mic-Mac®.

Tabla 59. Retos y actores.

VARIABLE	RETO	ACTORES A FAVOR	ACTORES EN CONTRA
Universidad de postgrados	Centro de generación de patentes y registros de nuevos materiales	<ul style="list-style-type: none"> • UIS • COLCIENCIAS • EMPRESA PRIVADA NACIONAL 	<ul style="list-style-type: none"> • U. PUBLICAS • MULTINACIONALES
Parque tecnológico de Guatiguará	Creación de empresas con mercado nacional e internacional que produzcan nuevos materiales o los utilicen para sus procesos.	<ul style="list-style-type: none"> • UIS • COLCIENCIAS 	<ul style="list-style-type: none"> • PRODUCTORES TRADICIONALES • MULTINACIONALES • PARQUES TECNOLÓGICOS
Infraestructura de investigación	Creación de un laboratorio de tecnología de punta para la síntesis de nuevos materiales	<ul style="list-style-type: none"> • UIS • COLCIENCIAS • EMPRESA PRIVADA NACIONAL • MULTINACIONALES 	<ul style="list-style-type: none"> • U. PUBLICAS • U. PRIVADAS
Grupos y centros de investigación	Los proyectos de los grupos de investigación deben captar buena parte del apoyo de los entes financiadores para el desarrollo de los nuevos materiales	<ul style="list-style-type: none"> • UIS 	<ul style="list-style-type: none"> • CENTROS DE INVESTIGACIÓN • COMPETIDORES • ENTES FINANCIADORES

Fuente. Cartilla UIS. SEMINARIO TALLER DE CAPACITACIÓN EN PROSPECTIVA ESTRATÉGICA UIS

Identificados los actores, el paso siguiente fue el diligenciamiento de influencias entre los actores que se muestra en la Tabla 60.

Tabla 60. Matriz de influencias directas entre actores.

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	UIS	1	3	1	0	3	2	1	3	1	1
2	E. PRIVADA	2	3	0	0	3	0	3	3	4	0
3	OTROS. ENT. FIN	3	4	0	0	4	0	4	4	4	0
4	COLCIENCIAS	4	4	1	0	4	0	4	4	4	0
5	U. PUBLICA	5	4	3	0	0	1	3	3	3	0
6	MULTINACIONALES	6	0	4	0	0	0	0	0	0	4
7	C. INV. COMP	7	3	0	0	3	0	0	3	3	0
8	U. PRIVADA	8	2	1	0	2	0	1	0	1	0
9	OTROS. PAR. TEC	9	4	2	0	4	0	3	2	0	0
10	TRADICIONALES	10	1	2	0	1	0	0	0	1	0

Fuente. Cartilla UIS. SEMINARIO TALLER DE CAPACITACIÓN EN PROSPECTIVA ESTRATÉGICA UIS.

Para identificar el peso de los diferentes actores sobre los objetivos o retos planteados desde las variables estratégicas, se diligenció una matriz que se observa en el Gráfico 22, donde se indican las posiciones valoradas de actores por objetivos entre actores

Gráfico 22. Matriz de objetivos por actores

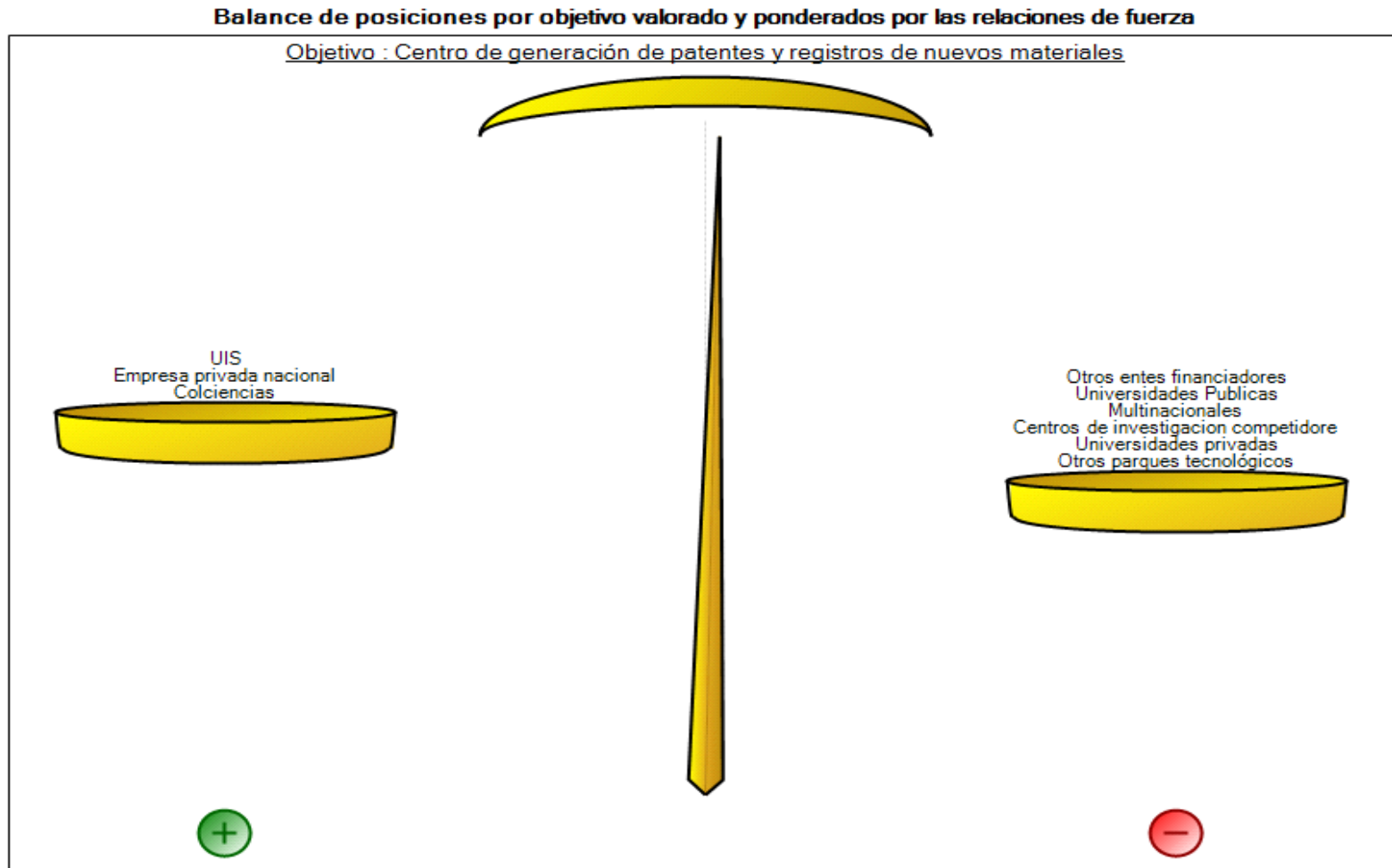
2MAO	pat y reg	laboratori	Crea emp	Captar din
UIS	4	4	4	4
Emp priv n	2	4	-4	0
O ent fina	-4	3	4	4
Colc.	4	4	4	4
U. public	-2	2	1	-4
Multinacio	-3	4	-4	0
c inv comp	-4	-4	0	-3
u priva.	-2	-3	2	-2
O parq tec	-4	-4	-2	-1
emp noinno	0	2	-3	0

© LIPSOR-EPTA-MACTOR

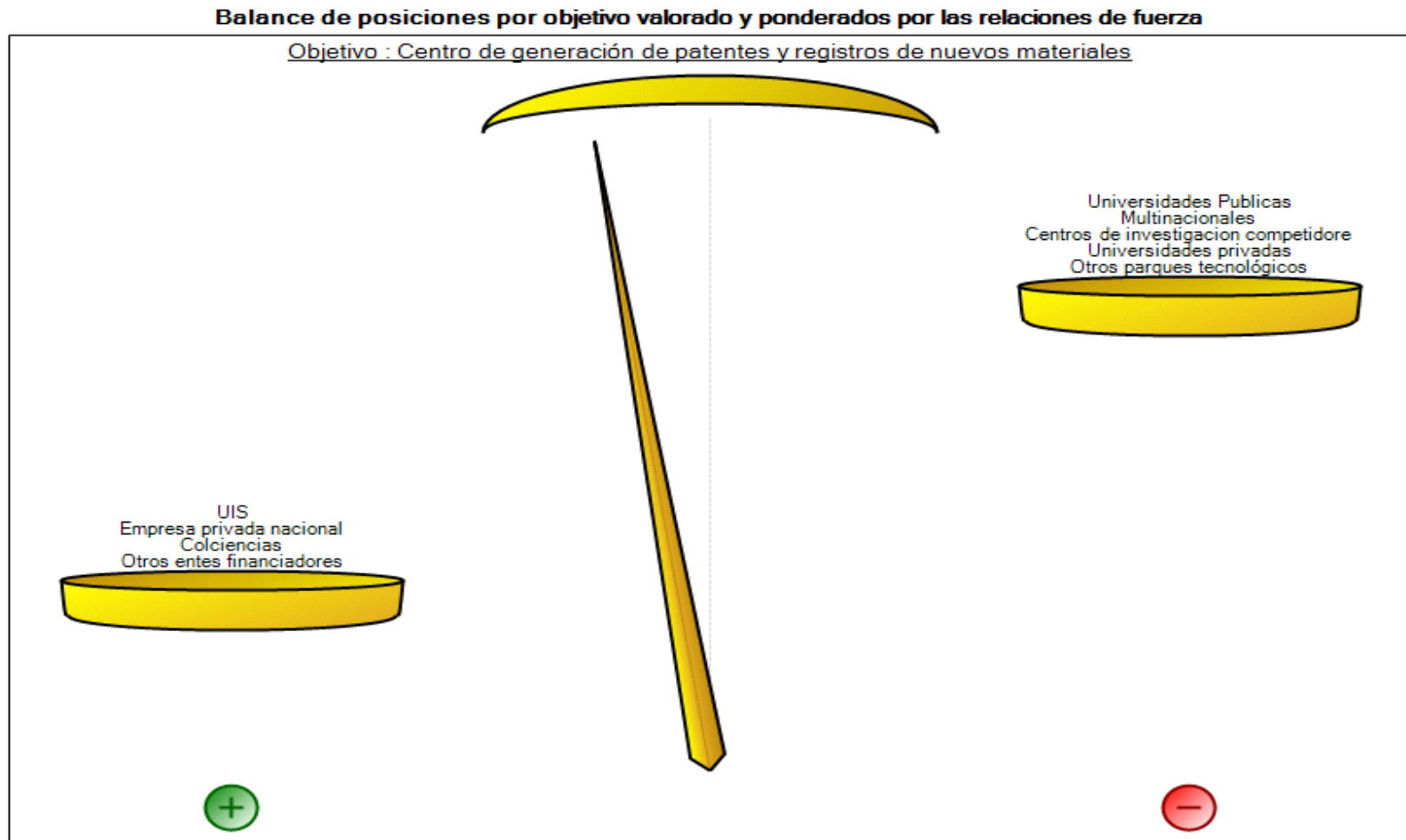
Fuente. Mactor ®

Como producto de las dos últimas matrices diligenciadas se obtiene el siguientes balance de posiciones por objetivo valorado y ponderados por las realciones de fuerza, donde se observa el balance de los objetivos según los actores que están a favor o en contra y se indican posibles modificaciones que se podrían realizar al acoger a un actor fuerte hacia el favor del objetivo.

Objetivo: Centro de generación de patentes y registros de nuevos materiales



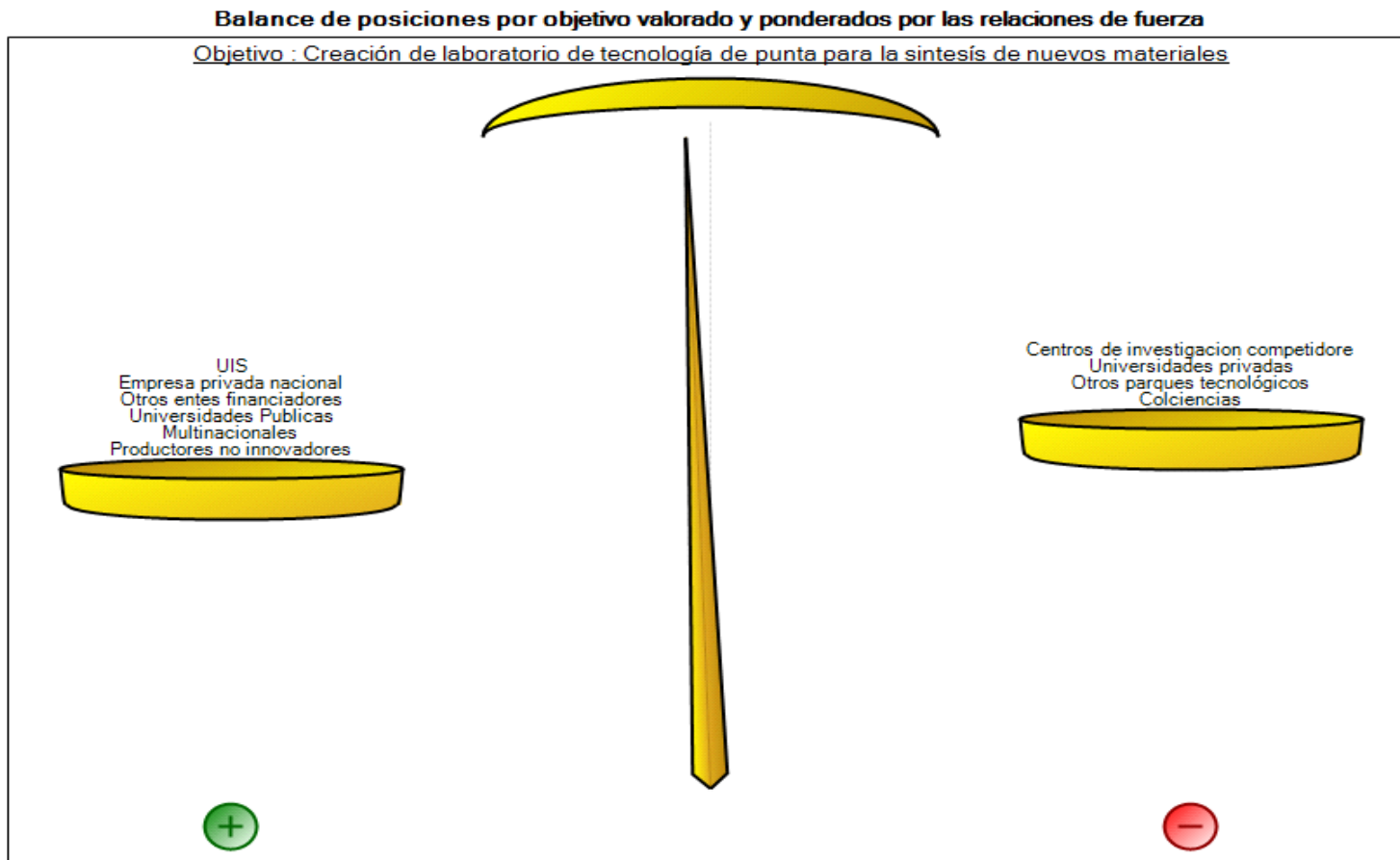
Si se ubican los otros entes financiadores del lado de la UIS y se obtiene la siguiente gráfica:



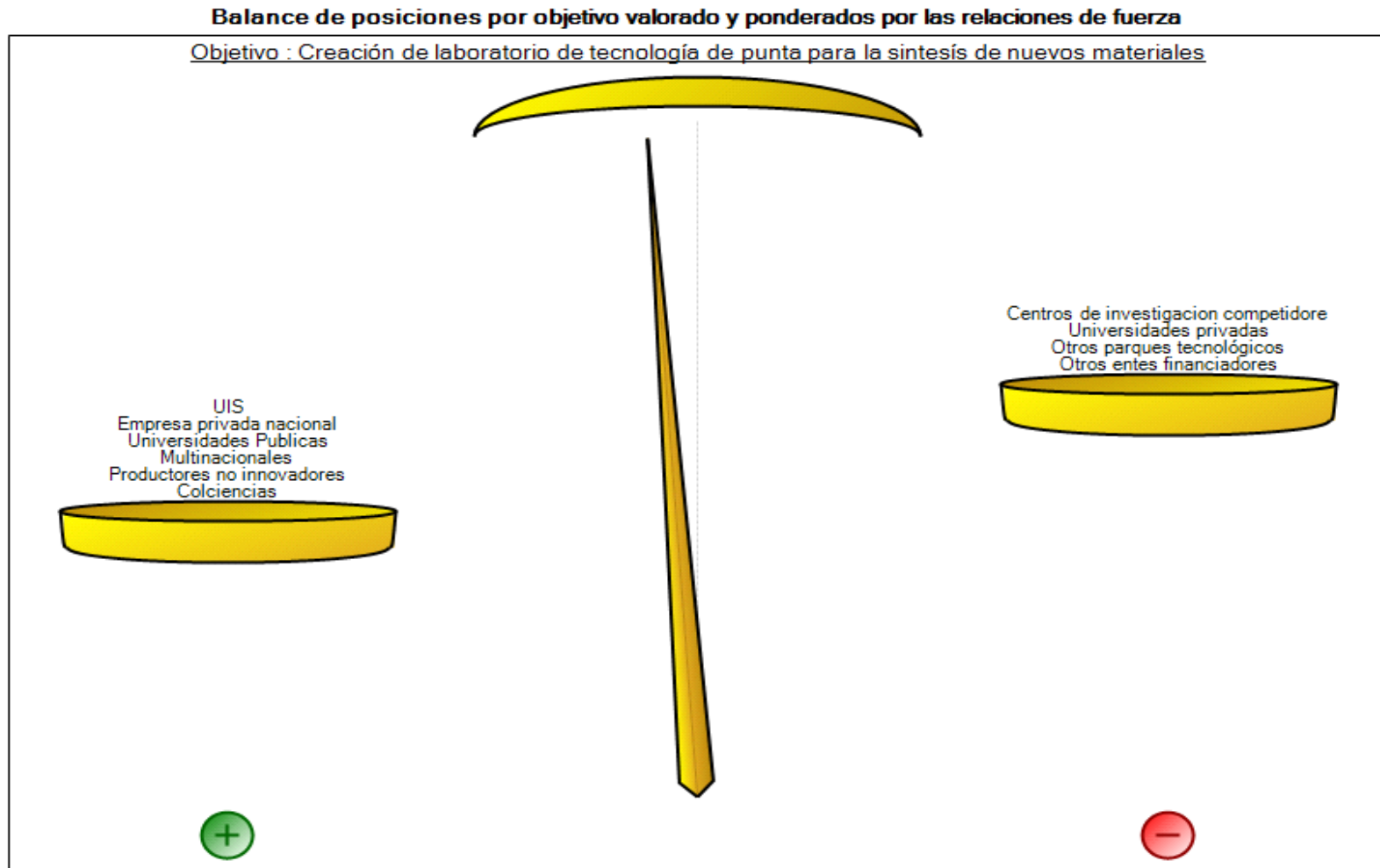
Objetivo: Creación de un laboratorio de punta para la síntesis de nuevos materiales



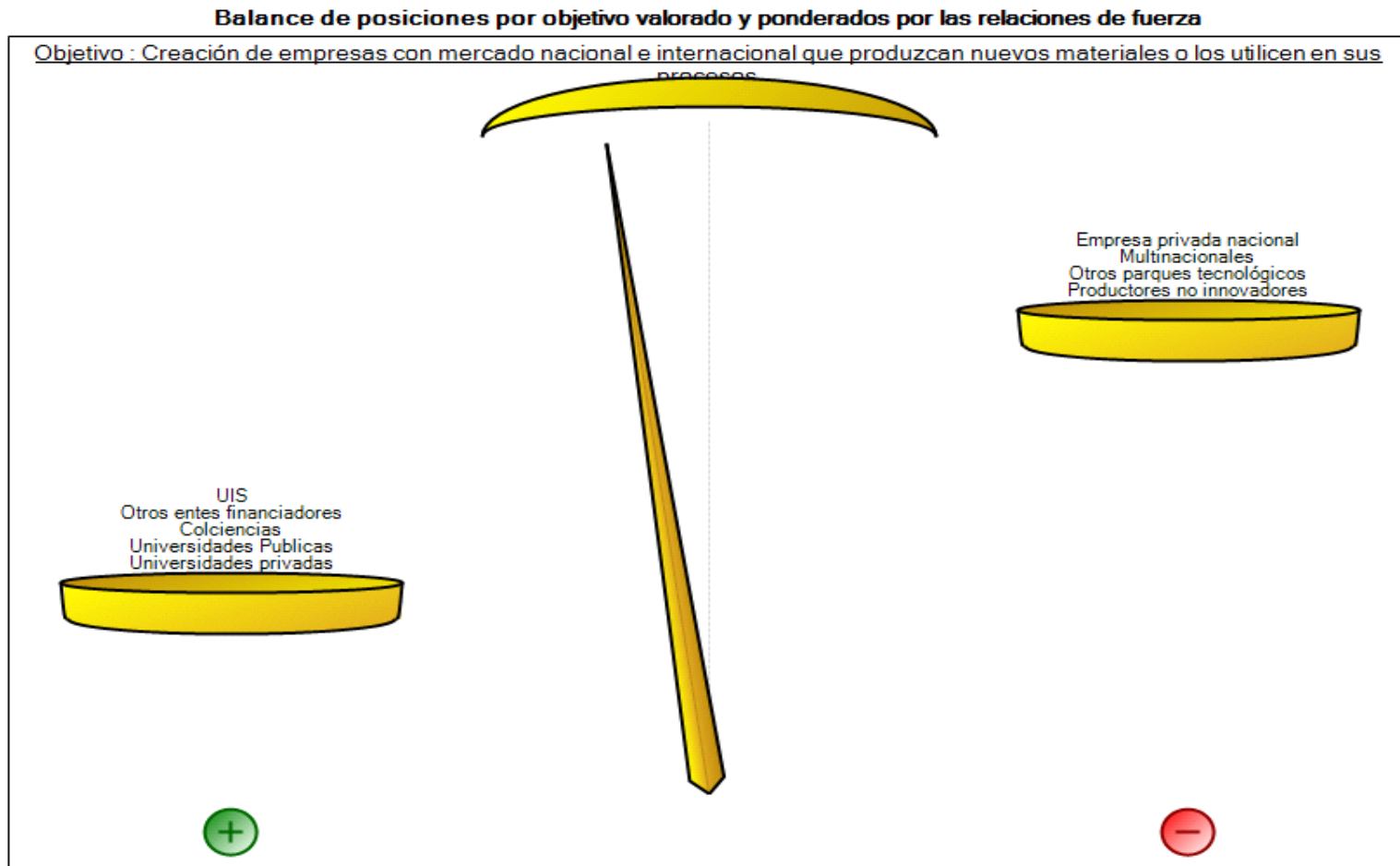
En este momento la balanza se encuentra del lado de la UIS, pero se debe tener especial cuidado con los entes financiadores y Colciencias, ya que podrían cambiar el estado actual y eliminar el balance positivo hacia la UIS.
Cambiando a Colciencias de posición se obtiene el siguiente balance:



Cambiando los otros entes financiadores

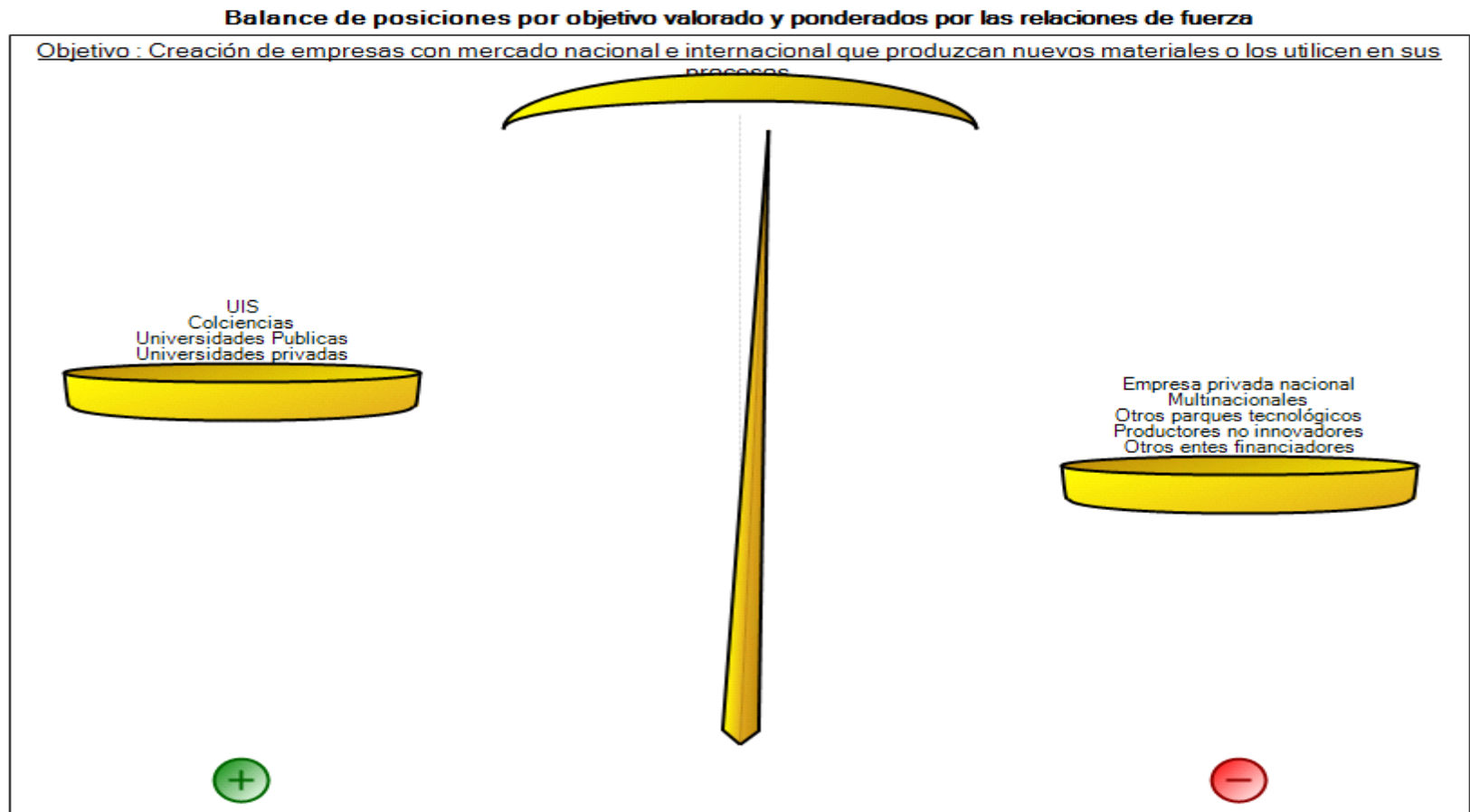


Objetivo: Creación de empresas con mercado nacional e internacional que produzcan nuevos materiales o los utilicen en sus procesos.

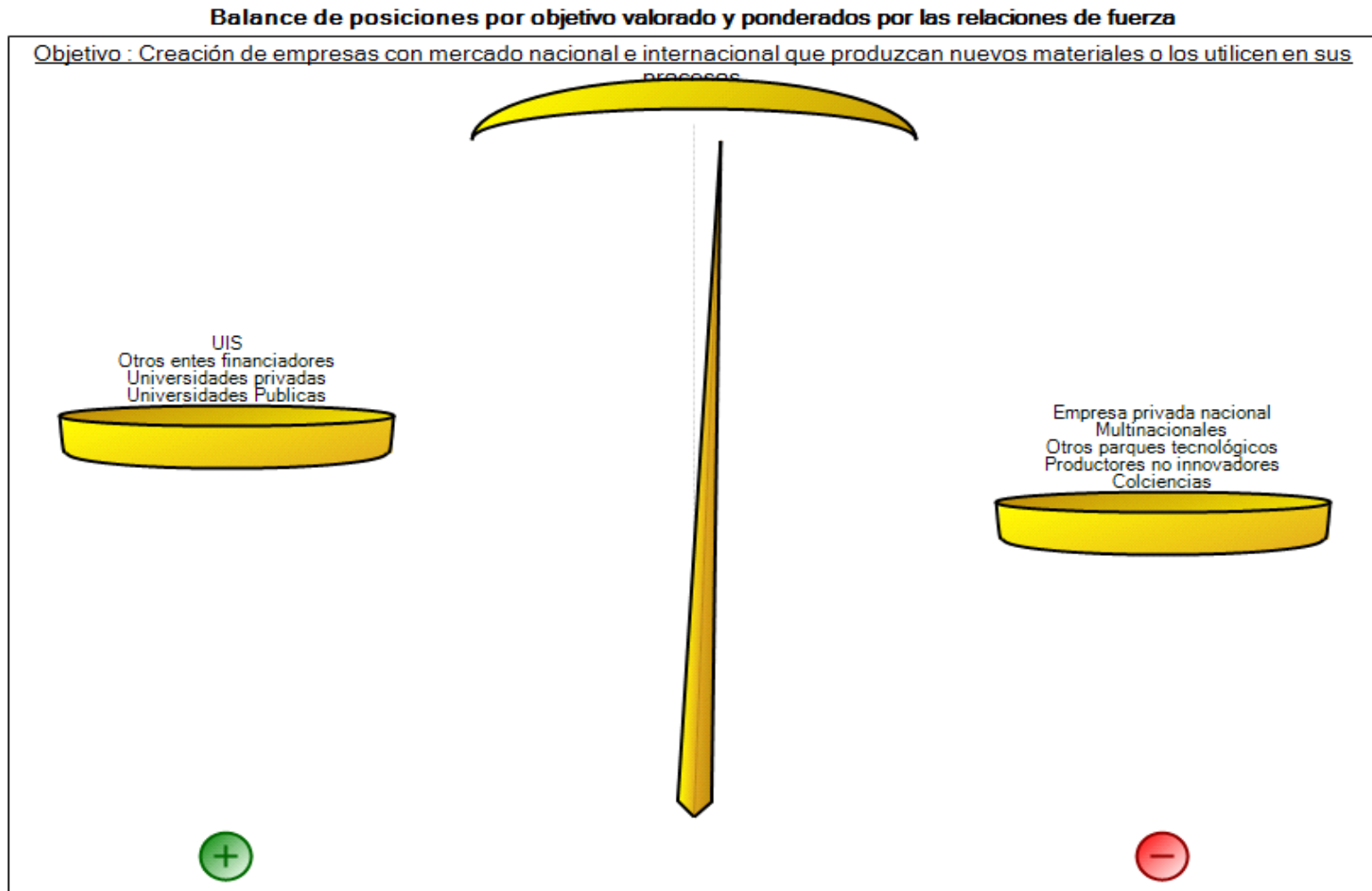


Al igual que con el objetivo anterior se debe tener especial cuidado con los entes financiadores y Colciencias.

Sin entes financiadores resulta el siguiente balance negativo:



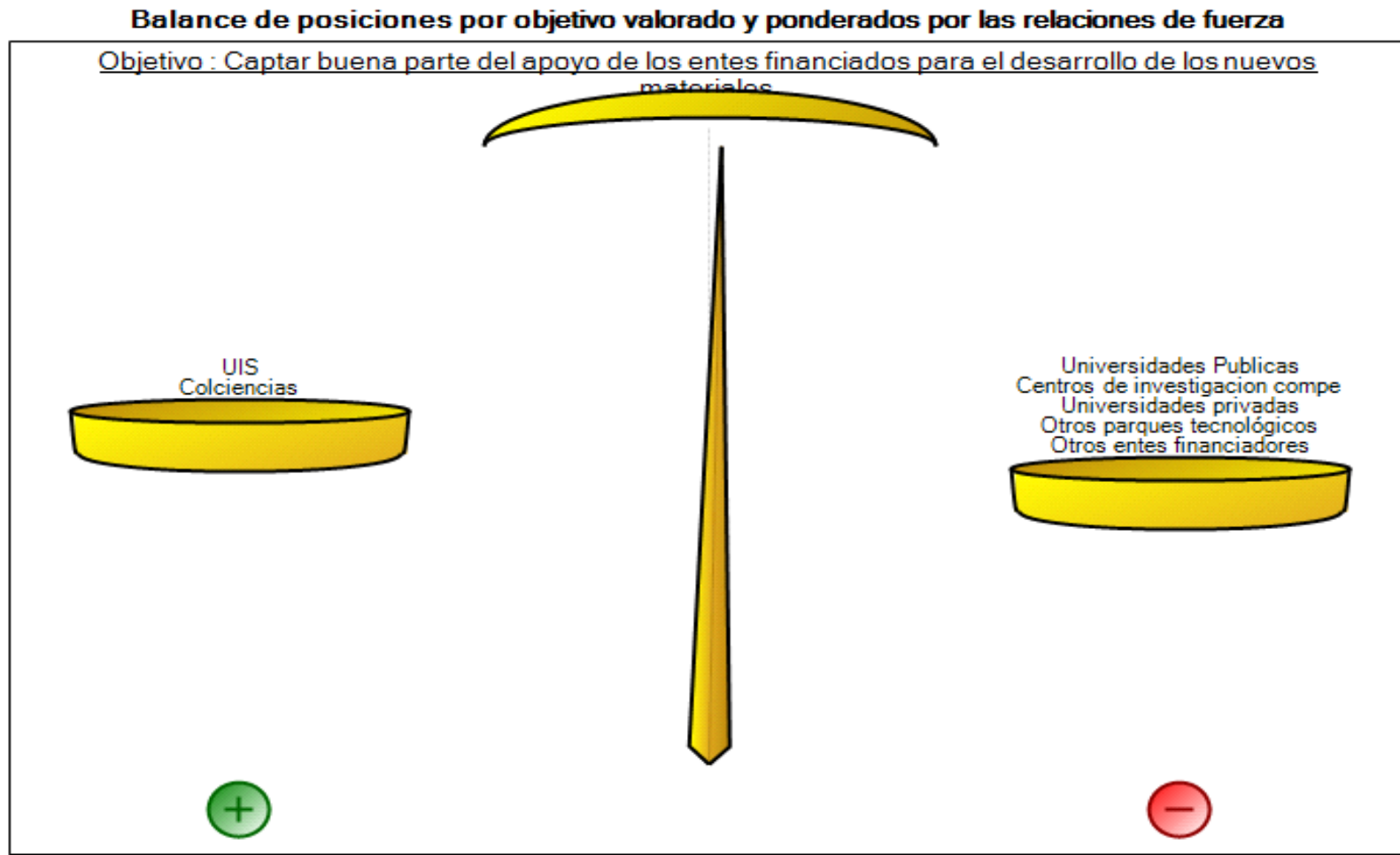
Sin Colciencias resulta un balance negativo como se observa a continuación:



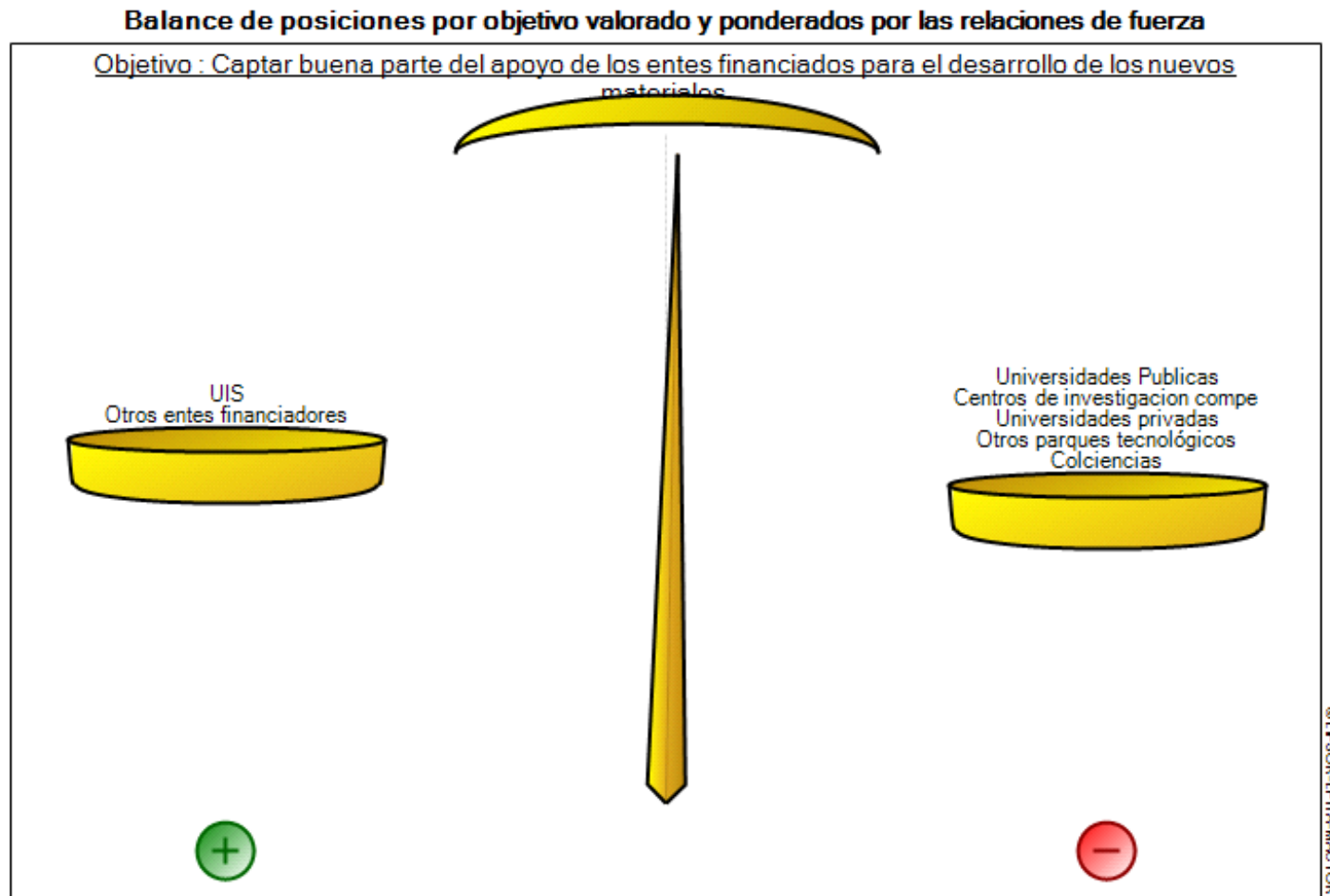
Objetivo: Captar buena parte del apoyo de los entes financiadores para el desarrollo de los nuevos materiales



Sin otros entes financiadores resulta el siguiente balance negativo:



Sin Colciencias el balance no favorece el objetivo de la Universidad:



2. DISEÑO DE ESCENARIOS POR MEDIO DE LA TÉCNICA “ANÁLISIS MORFOLÓGICO”

2.1. DETERMINACIÓN DE LAS HIPÓTESIS Y AGRUPACIÓN EN ESCENARIOS.

Para cada una de las variables estratégicas se plantearon diferentes hipótesis que luego pasaron a formar los diferentes escenarios, para el desarrollo del taller solo se crearon cuatro futuribles. Las hipótesis y su distribución por escenarios se puede observar en la tabla 61.

Tabla 61. Hipótesis y escenarios

VARIABLES		HIPÓTESIS	ESCENARIOS			
		HIPÓTESIS u opciones	E1	E2	E3	E4
UNIVERSIDAD DE POSTGRADOS	1	Mantener el pregrado y crecer verticalmente en postgrados (Maestrías y Doctorados)			x	x
	2	Disminuir pregrado a su mínima expresión y crecer verticalmente en postgrado. Desarrollar Doctorados y Postdoctorados	x	x		
		HIPÓTESIS u opciones				
GRUPOS Y CENTROS DE INVESTIGACIÓN	1	El 30% de los profesores de planta están dedicados al área estratégica de nuevos materiales				x
	2	El 40% de los profesores de planta están dedicados al área estratégica de nuevos materiales		x	x	
	3	El 50% de los profesores de planta están dedicados al área estratégica de nuevos materiales	x			
		HIPÓTESIS u opciones				
INFRAESTRUCTURA DE INVESTIGACIÓN	1	Toda la infraestructura para hacer fabricación análisis y caracterización de nuevos materiales. Interfaces para la industria. Todas las facilidades para la formación académica de alto nivel	x	x		

VARIABLES	HIPÓTESIS		ESCENARIOS			
	2	Toda la infraestructura para hacer análisis y caracterización de nuevos materiales. Todas las facilidades para la formación académica de alto nivel			x	x
TALENTO HUMANO	HIPÓTESIS u opciones					
	1	El 50% del profesorado tenga nivel doctoral				x
	2	El 75% del profesorado tenga nivel doctoral			x	
	3	El 100 % del profesorado tenga nivel doctoral		x		
	4	El 100 % del profesorado tenga nivel doctoral y el 20% tenga 2 doctorados	x			

Fuente. Cartilla UIS. SEMINARIO TALLER DE CAPACITACIÓN EN PROSPECTIVA ESTRATÉGICA UIS.

2.2. DESCRIPCIÓN DE LOS ESCENARIOS.

E1: EL SUEÑO DE YEGUCHIO EN EL PARAISO.

En 2030 el pregrado de la Universidad está reducido a su mínima expresión. La educación de pregrado es asumida por otras universidades del ámbito nacional. La UIS es reconocida como universidad de conocimiento y líder en Postgrados de alta calidad a nivel mundial.

La UIS cuenta con toda la infraestructura para la síntesis, análisis y caracterización de nuevos materiales, posee mecanismos organizacionales y tecnológicos que facilitan la transferencia tecnológica a la industria. La institución se complace en contar con todas las facilidades para la formación académica de alto nivel.

El 50% de los profesores de planta están dedicados al área estratégica de nuevos materiales, lo que se constituye en un factor clave para su posicionamiento en el ámbito internacional como referente de investigación en nuevos materiales.

Los 100 % del profesorado adscrito al área estratégica cuenta con nivel doctoral y el 20% tiene 2 doctorados

E2: YEGUCHIO DESPERTANDOSE.

En 2030 el pregrado de la Universidad está reducido a su mínima expresión. La educación de pregrado es asumida por otras universidades del ámbito nacional. La UIS es reconocida como universidad de conocimiento y líder en Postgrados de alta calidad a nivel mundial.

La UIS cuenta con toda la infraestructura para la síntesis, análisis y caracterización de nuevos materiales, posee mecanismos organizacionales y tecnológicos que facilitan la transferencia tecnológica a la industria. La institución se complace de contar con todas las facilidades para la formación académica de alto nivel.

El 40% de los profesores de planta están dedicados al área estratégica de nuevos materiales, lo que se constituye en un factor clave para su posicionamiento en el ámbito internacional como referente de investigación en nuevos materiales.

Los 100 % del profesorado adscrito al área estratégica cuenta con nivel doctoral.

E3: YEGUCHIO DESPIERTO

En 2030 se mantiene la formación de pregrado y se crece verticalmente en postgrados (Maestrías y Doctorados). La UIS es reconocida como universidad

líder en el ámbito nacional y con postgrados de alta calidad en el área estratégica de nuevos materiales.

La UIS cuenta con toda la infraestructura para la análisis y caracterización de nuevos materiales. La institución se complace de contar con todas las facilidades para la formación académica de alto nivel.

El 40% de los profesores de planta están dedicados al área estratégica de nuevos materiales, lo que se constituye en un factor clave para su posicionamiento en el ámbito internacional como referente de investigación en nuevos materiales.

Los 75 % del profesorado adscrito al área estratégica cuenta con nivel doctoral.

E4: LA PESADILLA DE YEGUCHIO

En 2030 se mantiene la formación de pregrado y se crece verticalmente en postgrados (Maestrías y Doctorados). La UIS es reconocida como universidad líder en el ámbito nacional y con postgrados de alta calidad en el área estratégica de nuevos materiales.

La UIS cuenta con toda la infraestructura para el análisis y caracterización de nuevos materiales. La institución se complace de contar con todas las facilidades para la formación académica de alto nivel.

El 30% de los profesores de planta están dedicados al área estratégica de nuevos materiales, lo que se constituye en un factor clave para su posicionamiento en el ámbito internacional como referente de investigación en nuevos materiales.

Los 50 % del profesorado adscrito al área estratégica cuenta con nivel doctoral.

2.3. PRECISIÓN DE ESTRATEGIAS A PARTIR DE LA TÉCNICA "IGO" (IMPORTANCIA Y GOBERNABILIDAD CON SOFTWARE ESPECIALIZADO.

Luego de definir los diferentes escenarios se realiza la cruz de escenario, que se presenta al cruzar dos variables, las cuales deben ser aquellas que más se contradicen dentro del grupo de las estratégicas, halladas mediante el análisis estructural realizado en el Mic-Mac.

En el caso del área estratégica de nuevos materiales se tomaron las variables Universidad de postgrados y grupos de investigación, creándose la cruz de escenarios que se presenta en el gráfico 23.

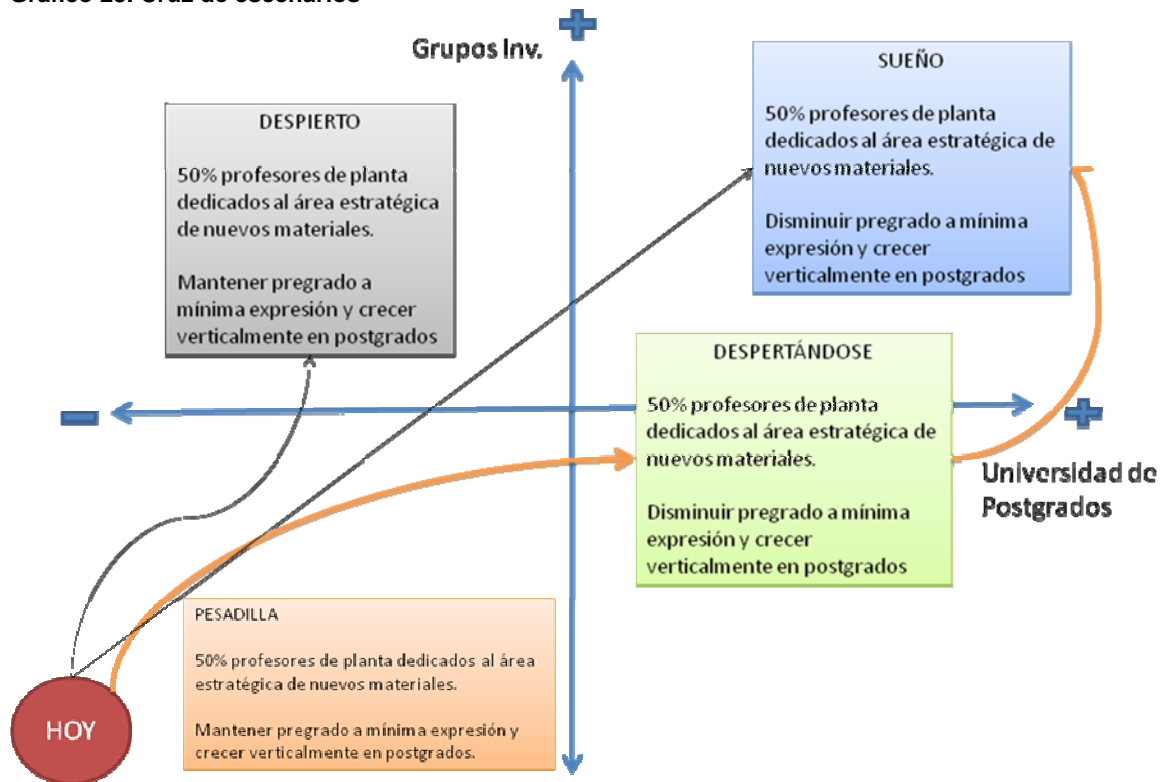
Se pueden observar en el gráfico 23 tres posibles caminos para llegar al escenario deseado, pero el seleccionado por el grupo de expertos es el que se encuentra descrito por la flecha color naranja y que es de mayor grosor. El camino se eligió porque el escenario que servía como punto de unión se acercaba más a las metas propuestas para el escenario objetivo. El seguir esta ruta implica diferentes situaciones que se pueden observar en la tabla 62.

Tabla 62. Implicaciones de los escenarios

ESCENARIO	IMPLICACIONES A FAVOR	IMPLICACIONES EN CONTRA
HOY	No hay que hacer nada	Universidad de pregrado y de muy bajo nivel. Universidad de garaje. No investigación Se pierde competitividad
EL SUEÑO DE YEGUCHIO	Altamente competitivos	Demanda de gran cantidad de recursos
	Interacción fuerte con la industria	Algunos programas de pregrado desaparecen
	Alianzas estratégicas con centros y grupos de investigación internacionales	Sustitución, reconversión y planes de formación académica de recursos humanos
	Área estratégica más importante en la institución	
YEGUCHIO DESPERTÁNDOSE	Interacción leve con la industria	Demanda de recursos físicos y humanos apropiados
	Mejora en la competitividad	Algunos programas de pregrado desaparecen

	Una de las áreas estratégicas institucionales	Sustitución y reconversión académica de recursos humanos
LA PESADILLA DE YEGUCHIO	Continuar con inercia que se tiene actualmente	Se podría perder competitividad
		Se pierde visibilidad
	Cambiar algunas políticas institucionales	No se fabricarían nuevos materiales
		No posibilidad de ser líderes internacionales en el área estratégica

Gráfico 23. Cruz de escenarios



Fuente. SEMINARIO TALLER DE CAPACITACIÓN EN PROSPECTIVA ESTRATÉGICA UIS.

ANEXO 16. EXPERTOS DEL ÁREA QUE COLABORARON EN EL ANÁLISIS ESTRUCTURAL

1. ACTORES DE LA DEFINICIÓN DE VARIABLES.

Tabla 63. Listado expertos consultados para la definición de las variables

NOMBRE	ROL
Dr. Yesid Torres Moreno	Director de Inv. y Ext. Facultad de Ciencias
Dr. Darío Yesid Peña Ballesteros	Director de Inv. y Ext. Fac. Ing. Fisicoquímicas
Dr. Gustavo Chio Cho	Director de Inv. y Ext. Fac. Ing. Fisicomecánicas
Dr. Gustavo Neira Arenas	Profesor Escuela de Ing. Metalúrgica y cien. de los materiales
	Director GIMBA
Prof. Vaslak Rojas Torres	Profesor cátedra Escuela de Diseño Industrial Estudiante Maestría en Ingeniería de Materiales
Prof. Germán Adolfo Díaz Ramírez	Profesor cátedra Escuela de Diseño Industrial Estudiante Maestría en Ingeniería de Materiales

2. ACTORES DILIGENCIAMIENTO DE LA MATRIZ

a. ACTORES INTERNOS.

Tabla 64. Matrices diligenciadas al interior de la universidad

MATRIZ	NOMBRE EXPERTO	ROL
1	Yesid Torres Moreno	Director de Inv. y Ext. Facultad de Ciencias e integrante de GOTS
2	Gustavo Chio Cho	Director de Inv. y Ext. Fac. Ing. Fisicomecánicas
3	Gustavo Neira Arenas	Profesor Escuela de Ing. Metalúrgica y cien. de los materiales - Director GIMBA
4	Jorge Humberto Martínez Téllez	Investigador CIMBIOS
5	Custodio Vásquez quintero	Director GIC
6	Eduardo Alberto Castañeda Pinzón	Director GIAS
7	Aristóbulo Centeno Hurtado	Directora CICAT
8	Jaime Enrique Meneses Fonseca	Director GOTS
9	Valeriy Dougar-Zhabon	Director FITEK
10	Rafael Cabanzo Hernández	Director LEAM
	Enrique Mejía Ospina	Investigador LEAM
11	José Antonio Henao Martínez	Director GIQUE
12	Ancizar Flórez Londoño	Director GIMF
13	Luz Amparo Quintero Ortiz	Directora GIMAT
14	Ricardo Alfredo Cruz Hernández	Director INME
15	Luis Carlos Mantilla Figueroa	Director Grupo de investigación en mineralogía, petrología y geoquímica.
16	José Miguel Higuera Marín	Director de escuela Diseño Industrial.

NOTA: Los investigadores del grupo de investigación LEAM, registrados en la tabla xx, diligenciaron en conjunto una única matriz.

b. ACTORES EXTERNOS EN EL DILIGENCIAMIENTO DE LA MATRIZ

Tabla 65. Listado expertos empresariales participantes.

NOMBRE EXPERTO	EMPRESA
Olga Patricia Vesga	Lavco Ltda.
Juan Carlos Jaimes	Quirúrgicos Especializados S.A.
Javier Martínez	Fundación Cardiovascular
Jorge Hernando Panqueba	Corporación para la investigación de la corrosión

c. REPRESENTANTE DE LA DIRECCIÓN PARA EL DILIGENCIAMIENTO DE LA MATRIZ

Tabla 66. Representante de la dirección para el análisis estructural

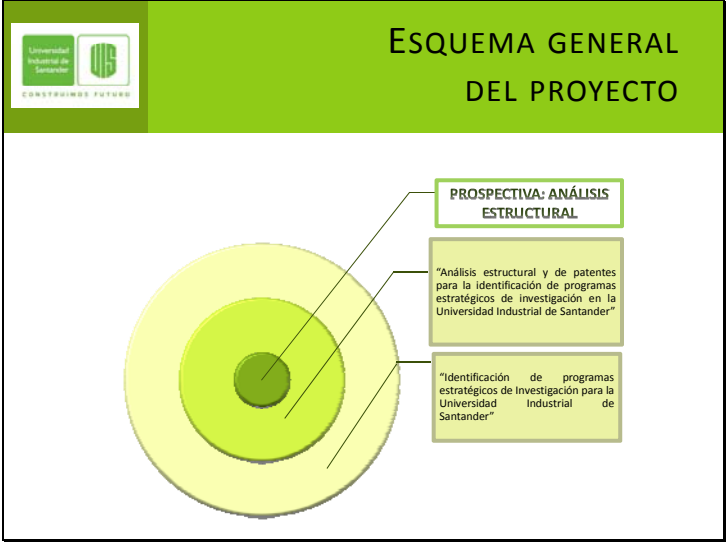
NOMBRE INTEGRANTE	ROL
Darío Yesid Peña Ballesteros	Director de Inv. y Ext. Fac. Ing. Físicoquímicas

ANEXO 17. PRESENTACIÓN DEL PROYECTO

Diapositiva 1



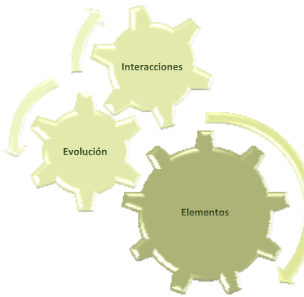
Diapositiva 2



Diapositiva 3

Universidad Industrial de Santander
CONSTRUIENDO FUTURO

ANÁLISIS ESTRUCTURAL GENERALIDADES



OBJETIVO
Poner en relieve la estructura de las relaciones entre las variables cualitativas y cuantificables o no, para luego identificar las variables esenciales.

PRINCIPAL MÉRITO
Ayuda a un grupo para plantearse las buenas preguntas y construir su reflexión colectiva. La herramienta debe ser lo suficientemente sencilla para la apropiación del proceso y los resultados

FUENTE: CODET, Michel. DE LA ANTICIPACIÓN A LA ACCIÓN. 1993

Un sistema no es realidad, es un medio para observarla

ÁREA ESTRATÉGICA DE MATERIALES

Diapositiva 4

Universidad Industrial de Santander
CONSTRUIENDO FUTURO

FACTORES Y VARIABLES DEL SISTEMA



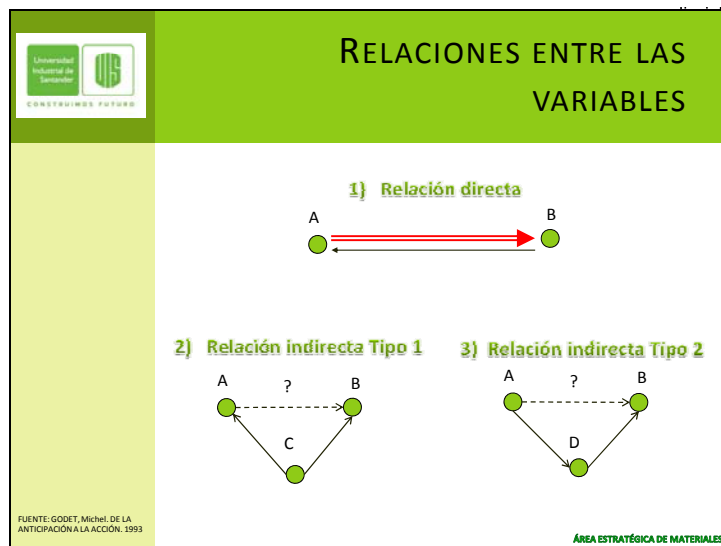
Variables Internas

Variables Externas

Diapositiva 5



Diapositiva 6



Diapositiva 7

Relación Universidad Empresa
Producción científica y tecnológica

Infraestructura de investigación

Formación académica

VARIABLES INTERNAS UIS

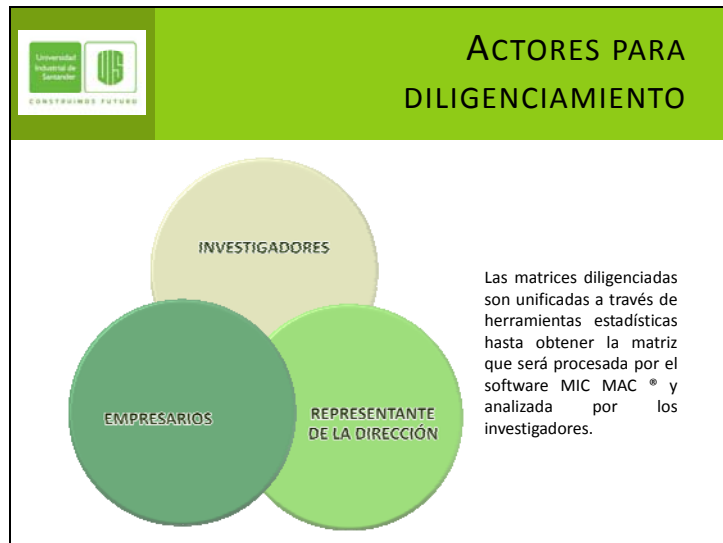
Infraestructura de investigación

Comunicación

Incentivos internos

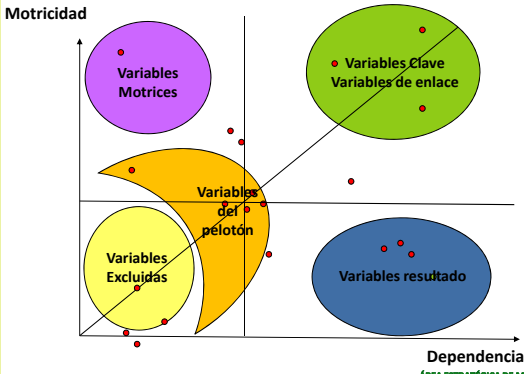


Diapositiva 8



Diapositiva 9

PLANO DE RELACIONES INDIRECTAS POTENCIALES



FUENTE: GODET, Michiel. DE LA ANTIOPACIÓNA LA ACCIÓN. 1993

ANEXO 18. INSTRUCTIVO DILIGENCIAMIENTO DE MATRIZ DE IMPACTOS CRUZADOS

ANÁLISIS ESTRUCTURAL

El análisis estructural corresponde a la primera etapa del ejercicio prospectivo, para la posterior identificación de escenarios futuros del área estratégica de nuevos materiales en la Universidad Industrial de Santander. Para la comprensión de la importancia del análisis estructural, es preciso conocer de manera general los objetivos y metodología del ejercicio en su conjunto. Es preciso además brindar instrucciones claras y precisas para la correcta interpretación de las relaciones entre las variables establecidas para la descripción del sistema y de esta manera diligenciar adecuadamente la matriz.

“IDENTIFICACIÓN DE PROGRAMAS ESTRATÉGICOS DE INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER”

La Vicerrectoría de Investigación y Extensión adelanta el proyecto denominado “Identificación de programas estratégicos de investigación para la Universidad Industrial de Santander”, que incluye en su primera fase cuatro áreas estratégicas de investigación, como son: Biotecnología y Agroindustria, Energía, Tecnologías de la Información y Comunicación y Materiales. En cada una de las áreas se desarrolla un ciclo de vigilancia tecnológica para la identificación de tendencias y un ejercicio de prospectiva conducente a la identificación de escenarios futuros y estrategias para la construcción de los mismos.

La primera fase del proyecto para el área estratégica de materiales se titula “Análisis estructural y de patentes para la identificación de programas estratégicos de investigación en la Universidad Industrial de Santander”. El primer paso del ejercicio prospectivo corresponde al análisis estructural, a través del cual se identificaron, con la asesoría de expertos en el área, las variables claves para el desarrollo del área estratégica. Para esta etapa es necesario contar con la participación de investigadores, empresarios y directivos de la Universidad, quienes valorarán el nivel de las interrelaciones entre las variables definidas, de las cuales surgirán las variables claves.

MANUAL PARA EL DILIGENCIAMIENTO DE LA MATRIZ DE IMPACTOS CRUZADOS

Es necesario comprender la definición de cada una de las variables y tener presente los indicadores que permiten su medición y facilitan su comprensión. Las variables que caracterizan el área de Materiales se encuentran más adelante como anexo bajo el título “VARIABLES PARA EL ANÁLISIS ESTRUCTURAL”. Dichas variables están ordenadas

en una matriz de doble entrada denominada “Matriz de impactos cruzados”. La matriz se encuentra disponible como documento en Excel. El objetivo del análisis es evaluar la influencia que ejerce cada una de las variables sobre las demás e identificar las variables clave.

METODOLOGÍA PARA EL DILIGENCIAMIENTO DE LA MATRIZ

La matriz de impactos cruzados permite evaluar la influencia que ejerce una variable sobre las restantes tomándolas por pares. Posterior a la revisión de la definición de las variables y los indicadores de cada una, se toma la variable ubicada en la primera fila y se evalúa la influencia que esta ejerce sobre las variables que se encuentran en las columnas.

No se considera la influencia que una variable ejerce sobre ella misma, por lo tanto la casilla correspondiente a la columna 1 se deja en blanco, al igual que todas las casillas que conforman la diagonal.

A continuación, en la Tabla 1 se observa una parte de la matriz para a través de un ejemplo explicar la dinámica de diligenciamiento.

Tabla No 1. MATRIZ DE IMPACTOS CRUZADOS

MATRIZ DE INFLUENCIAS DIRECTAS ÁREA DE MATERIALES		1	2	3	4	5	6	7	8	9
		INFRA	DES_TEC	EMPRESA	DISCIP	INVEST	DEMANDA	MONOP	PRODUCT	CONFLIC
1	Infraestructura de Investigación									
2	Desarrollo tecnológico									
3	Relación Universidad - empresa									
4	Formación académica disciplinar									
5	Formación académica de investigación									
6	Demanda de materiales									
7	Monopolios y oligopolios tecnológicos y empresariales									
8	Productividad científica y tecnológica									
9	Conflicto social									

FUENTE: AUTORAS

El primer paso es evaluar si la influencia de la variable es **directa** o **potencial** según el siguiente criterio:

“La influencia que tiene una variable sobre otra se considera **directa** si cualquier cambio en V_i (Variable en la fila) modifica también V_j (Variable en columna) o **potencial** cuando no sucede en el momento pero se cree que V_i *debería* influir en V_j ”.

Si se considera que la influencia es **potencial** se asigna en la casilla la letra “**P**”; por el contrario, si se considera que la influencia es directa, se determina el nivel de la influencia siguiendo las siguientes convenciones:

- 0:** Influencia Nula
- 1:** Influencia Débil
- 2:** Influencia Media
- 3:** Influencia Fuerte

Retomando las variables para el ejemplo, se diligencia la primera fila de la matriz.

La primera variable es “Infraestructura de investigación” y se evalúa la influencia que ésta ejerce sobre la variable denominada “Desarrollo tecnológico”. Las preguntas a plantearse serían las siguientes:

- ¿La variación en la infraestructura de investigación de la universidad incide en el desarrollo tecnológico a nivel mundial?
- ¿Esta influencia de la infraestructura sobre el desarrollo tecnológico es directa o potencial?
- ¿La influencia de la infraestructura de investigación es directa o se ejerce a través de otra variable del sistema?
- Si es directa, ¿Qué nivel de influencia ejerce la infraestructura de investigación sobre el desarrollo tecnológico?

IMPORTANTE

Recuerde que en la evaluación de influencias de las variables sólo se considera la influencia que ejerce **directamente** una variable sobre la otra, las influencias indirectas se les asignará un valor de 0. Las influencias **indirectas** serán reveladas al procesar la información a través del Software MICMAC®¹¹⁸.

COMUNICACIÓN

Si en el proceso de diligenciamiento de la matriz surge alguna duda, por favor comuníquese con las siguientes personas:

Ing. Diana Marcela Villabona Reyes

Profesional de Apoyo Vicerrectoría de Investigación y Extensión

diana.villabona@hotmail.com

TEL: (57)(7) 6344000- EXT 2696

CEL: (57) 300-2116880

Heidy Lisseth Gutierrez Jaimes

Estudiante en Proyecto de Grado

lissgut_85@hotmail.com

TEL: (57)(7) 6344000- EXT 1356

CEL: (57) 317 516 01 33

Maria Carolina Acevedo Martínez

Estudiante en Proyecto de Grado

caroacevedo_00@yahoo.com

caroacevedo_00@hotmail.com

TEL: (57)(7) 6344000- EXT 1356

CEL: (57) 300 576 03 43

VARIABLES PARA EL ANÁLISIS ESTRUCTURAL

Las variables clave descritas a en la tabla 67 son aquellas que afectan el desarrollo del área estratégica de materiales en la Universidad Industrial de Santander. Dichas variables serán utilizadas para el Análisis Estructural que es la primera etapa del estudio prospectivo que adelanta la Vicerrectoría de Investigación y Extensión de la UIS con el apoyo del grupo de investigación INNOTEC adscrito a la Escuela de Estudios Industriales y empresariales. Están clasificadas en 6 factores (Organizacional, Tecnológico, Legal, Económico, Político y Social) y corresponden a dos Tipos: Variables internas de la UIS (I) y variables externas a la UIS (E).

Tabla 67. Variables del área estratégica de materiales

#	Fact.	Tip.	Variable	¿En qué consiste?	¿Con qué indicadores se puede medir?
1	Organizacional	I	Infraestructura de investigación	<p>Es la capacidad institucional instalada en tecnología, y las áreas destinadas exclusivamente al desarrollo de actividades de investigación en materiales.</p> <p>Incluye el Parque Tecnológico de Guatiguará, que es un espacio físico adaptado para propiciar la convivencia de científicos y empresarios, trabajando en busca de desarrollos tecnológicos y la aplicación de estos a la producción de bienes y servicios, con el fin de dar mayor valor agregado y ser más competitivos en los mercados nacionales e internacionales.</p>	<p>* Tecnología disponible en la universidad para realizar procesamientos, pruebas y ensayos de investigación en materiales.</p> <p>* Área (en metros cuadrados) por grupo de investigación.</p>
2	Tecnológico	E	Desarrollo tecnológico	<p>Es el nivel de perfeccionamiento de los nuevos materiales medido en función de los parámetros que abarca la ciencia de los materiales. Estos parámetros hacen referencia a los procesos de síntesis, caracterización, procesamiento, aplicabilidad y desempeño de los materiales desarrollados.</p>	<p>* Tiempo de vida útil de los materiales desarrollados.</p> <p>* Nivel de perfeccionamiento en las diversas propiedades de los materiales (ópticas, mecánicas, eléctricas, magnéticas).</p> <p>* Patentes que registran los desarrollos tecnológicos de punta en el área de materiales a nivel mundial.</p> <p>* Registros de marca a nivel mundial relacionados con el área estratégica de materiales.</p>
3	Tecnológico	I	Relación universidad - empresa	<p>Es la interacción en doble sentido entre universidad y empresa internacional, nacional y regional (Grande, Mediana, Pequeña), que reconocen la importancia y se interesan en la investigación para el desarrollo de los nuevos materiales en sus sectores, es decir es la relación comercial, científica y tecnológica entre la universidad y la empresa.</p> <p>Incluye herramientas como, portafolios de servicios y estructura organizacional u otras que atraigan capital de riesgo y fomenten estos intercambios.</p>	<p>* Número de proyectos e investigaciones a realizar entre los dos actores.</p> <p>* Número potencial de proyectos desarrollados por empresas instaladas en el PTG.</p> <p>* Número potencial de proyectos desarrollados por empresas Spin Off creadas en el PTG.</p> <p>* Número de eventos de fomento a estos intercambios (Ej. ferias tecnológicas) y número de asistentes a dichos eventos.</p>

#	Fact.	Tip.	Variable	¿En qué consiste?	¿Con qué indicadores se puede medir?
4	Organizacional	I	Capacidad de formación académica disciplinar	Son los programas académicos de pregrado, especialización y maestría de profundización que permiten el desarrollo de las capacidades disciplinares en el área de materiales.	* Programas académicos disciplinares ofrecidos por la UIS.
5	Organizacional	I	Capacidad de formación académica de investigación	Son los programas académicos que propician el desarrollo investigativo del área. Incluye programas de Post-doctorado, doctorado y maestría de investigación.	* Programas académicos de investigación ofrecidos por la UIS.
6	Económico	E	Demanda de materiales	Es el aumento en la demanda de materiales avanzados o especializados por parte de la población a nivel mundial y local, relacionada en parte por el crecimiento demográfico y por la exigencia de mejores propiedades para aplicaciones específicas.	* Exportaciones e importaciones de materiales avanzados. * Producción y ventas de las principales empresas relacionadas con el área de materiales para diferentes sectores.
7	Económico	E	Monopolios y oligopolios tecnológicos y empresariales	Es la existencia en el mercado de oligopolios o monopolios tecnológicos y empresariales, relacionados con el área de materiales, que ejercen un dominio total sobre el precio, o son dueñas de un conocimiento o grupo/centro de investigación que tiene información exclusiva. Hace referencia a la dependencia que se tiene de ese tipo de entidades.	* Número de gran y mediana empresa relacionada con el área de materiales. * Número de monopolios u oligopolios nacionales/ Número total de empresas nacionales * Número de empresas nacionales relacionadas con el área de materiales/ Número total de empresas nacionales.

#	Fact.	Tip.	Variable	¿En qué consiste?	¿Con qué indicadores se puede medir?
8	Tecnológico	I	Productividad científica y tecnológica	Son los productos y procesos de los grupos y centros de investigación, que fomentan el desarrollo del área de nuevos materiales.	<ul style="list-style-type: none"> * Productos de investigación por grupo de investigación del área de materiales. * Productos de investigación por área estratégica. * Nivel de calidad de los productos de investigación UIS, respecto a los adelantos y estándares internacionales. * Número de patentes.
9	Social	E	Conflicto social	Es una situación originada por un enfrentamiento de intereses políticos, económicos y sociales que genera discusiones y enfrentamientos entre clases y estamentos de la sociedad colombiana y que tiene como una de sus consecuencias la disminución del nivel de vida de la población y de su formación intelectual.	<ul style="list-style-type: none"> * Muertes violentas. * Ingreso per cápita. * Número de estudiantes graduados al año/Número de estudiantes que ingresan al año. * Índice de acceso a la educación superior. * Índice de concentración de Gini.
10	Tecnológico	I	Talento humano	Es el talento humano con el cual cuenta la universidad en los diferentes niveles de formación que desarrollan los proyectos de investigación y generan conocimiento científico y desarrollo tecnológico	<ul style="list-style-type: none"> * Número de profesores que ingresan a la UIS clasificados según nivel de formación. * Número de personas con títulos de Phd, Doctorado, Maestría, etc. vinculados a los grupos y proyectos de investigación. * Nivel de formación del talento humano vinculado a la UIS/ Nivel de formación del talento humano de otras universidades a nivel nacional e internacional.
11	Tecnológico	I	Grupos y centros de investigación	Es la capacidad, medida en grupos de investigación, relacionados con el área estratégica de materiales que contribuyen a la generación de conocimiento científico y al desarrollo tecnológico.	<ul style="list-style-type: none"> * No. de centros y grupos de investigación en el área de materiales, registrados y reconocidos por la UIS * Número de grupos en el área de materiales, instalados en el PTG. * Número de grupos de investigación con patentes registradas. * Número de semilleros.

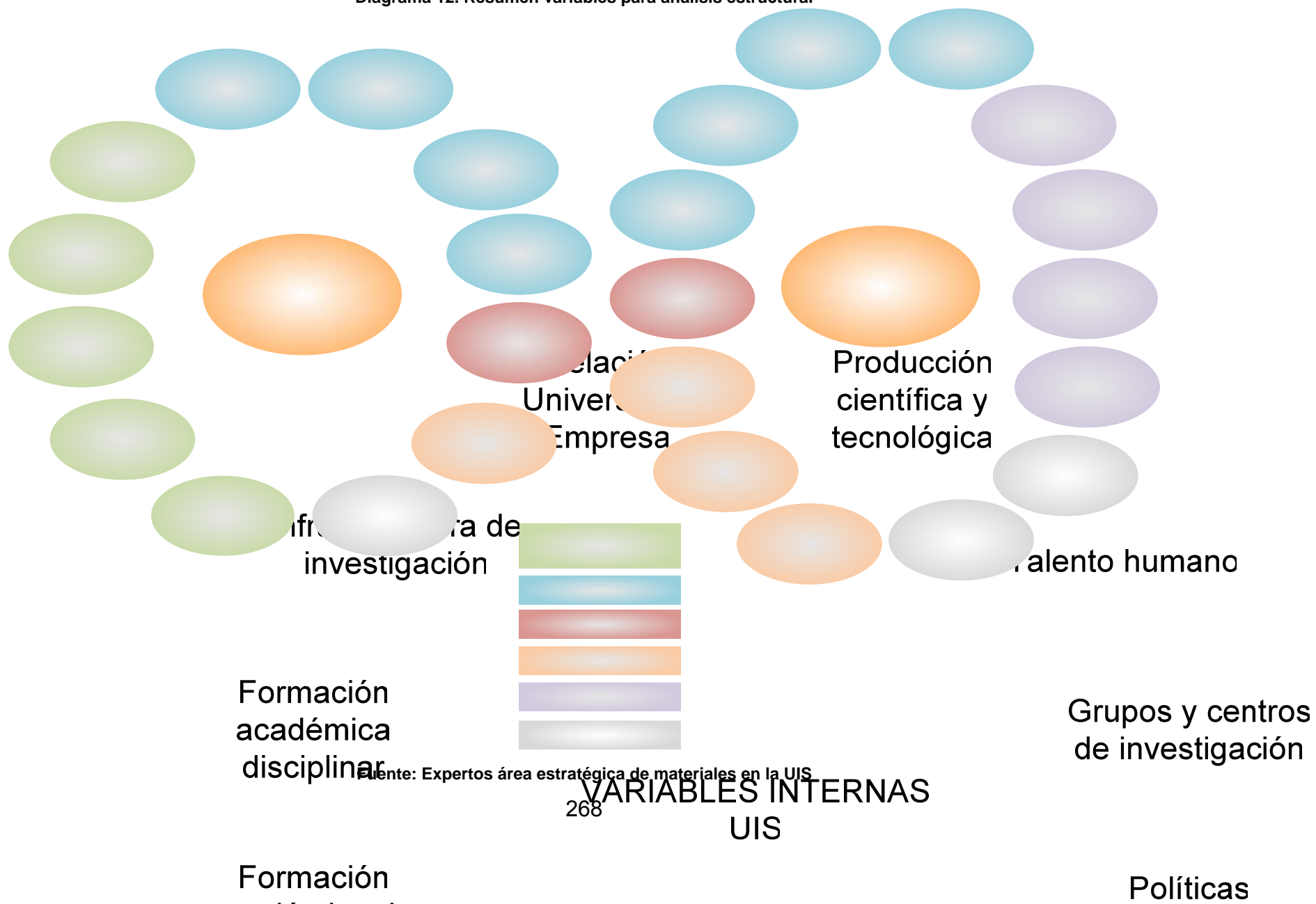
#	Fact.	Tip.	Variable	¿En qué consiste?	¿Con qué indicadores se puede medir?
12	Económico	E	Disponibilidad de fuentes	Es la disponibilidad de fuentes de asignación de recursos, capital de riesgo y asignación presupuestal para las actividades de investigación en el área de nuevos materiales.	<ul style="list-style-type: none"> * Número de fuentes de financiación. * Montos asignados por cada fuente de financiación. * Porcentaje del PIB destinado a actividades de investigación. (Representado en programas especiales de apoyo, convocatorias, programas nacionales, etc)
13	Político	I	Políticas institucionales	Se refiere a todo el marco organizacional de la Universidad, las apuestas que hace y lo que pretende en cuanto a la labor investigativa, establecidos los estatutos, el PDI (Plan de desarrollo institucional) y en otros documentos institucionales.	<ul style="list-style-type: none"> * Declaraciones expresas de la UIS, respecto a su compromiso con el fomento a la investigación. * Percepción y apropiación de dichas declaraciones por parte de la comunidad universitaria.
14	Político	E	Políticas nacionales, departamentales y municipales	Es la gestión del estado como coordinador y facilitador de los procesos, brindando apoyo y fomentando la interlocución de los centros o grupos de investigación y el gobierno a través de instituciones como COLCIENCIAS.	<ul style="list-style-type: none"> * Leyes, decretos y políticas que apoyen la investigación y el conocimiento. * Número de proyectos educativos que fomenten la cultura de investigación. * Programas especiales de apoyo * Percepción y apropiación de dichas declaraciones, proyectos y programas por parte de la comunidad investigativa a nivel nacional.
15	Tecnológico	E	Disponibilidad de información	Se refiere a la disponibilidad de información de punta en el área estratégica y al conocimiento científico-tecnológico registrado y no registrado o como un paquete tecnológico, con potencial aplicación en innovaciones en el área de materiales.	<ul style="list-style-type: none"> * Bases de datos públicas que contienen información del área de materiales. * Bases de datos privadas disponibles en la UIS que contienen información del área de materiales. * Revistas científicas relacionadas con el área estratégica. * Información disponible en bibliotecas públicas cómo libros, tesis de grado, etc., relacionadas con el área.

#	Fact.	Tip.	Variable	¿En qué consiste?	¿Con qué indicadores se puede medir?
16	Tecnológico	E	Alianzas y cooperación internacional y nacional	Vinculación de los grupos y centros de investigación institucionales científico-tecnológicos del área de materiales a redes, asociaciones y alianzas estratégicas, etc., nacionales e internacionales, para el fortalecimiento del área.	<ul style="list-style-type: none"> * La cantidad de proyectos y alianzas activas que se desarrollan con otras instituciones que apoyen al área. * Ingresos provenientes de los proyectos realizados, que en un plazo determinado se revierten a la universidad.
17	Ambiental	E	Disponibilidad y sostenibilidad	Es la disponibilidad y explotación sostenible de recursos naturales y energéticos no renovables y la búsqueda de recursos alternativos, para evitar el agotamiento de lo necesario para el bienestar del ser humano.	<ul style="list-style-type: none"> * Alertas de escasez de recursos naturales, y energéticos. Ej.: Especies en vía de extinción, áreas de bosques deforestados, etc. * Aumento de precios de los recursos naturales y energéticos.
18	Tecnológico	E	Desarrollo de TIC	Es el uso de las tecnologías de la información en la región para diversas aplicaciones. Incluye el desarrollo de herramientas informáticas a través de la web como complemento a procesos de comunicación e interrelación entre instituciones.	<ul style="list-style-type: none"> * Número de municipios y porcentaje de la población con acceso a un centro público de acceso a internet¹¹⁹ en la región (Bibliotecas, universidades, cibercafés). * Porcentaje de la población con cobertura y acceso a la telefonía celular móvil y/o televisión digital y/o internet banda ancha¹²⁰. * Hogares en la región con TIC (Teléfono, computador, internet)
19	Político	I	Incentivos internos	Se refiere a los mecanismos para la creación (semilleros), renovación, revitalización del grupo de investigación y la retención de investigadores dentro de los proyectos de investigación institucionales en el área estratégica de materiales. Incluye los incentivos que otorga la institución a todos los investigadores, grupos y centros de investigación por su producción científico-tecnológica.	<ul style="list-style-type: none"> * Incentivos salariales concedidos a los investigadores por su labor. * Incentivos a semilleros de investigación y a investigadores jóvenes. * Medición del Clima laboral. * Perspectiva de desarrollo profesional. * Comparación de los incentivos institucionales con los de otras universidades.
20	Legal	E	Incentivos externos	Son las exenciones, incentivos, descuentos tributarios y demás ventajas de orden fiscal señalados por la ley para las empresas, por sus proyectos de investigación.	<ul style="list-style-type: none"> * Incentivos asociados a descuentos tributarios u otras ventajas señaladas por la ley.

#	Fact.	Tip.	Variable	¿En qué consiste?	¿Con qué indicadores se puede medir?
21	Ambiental	I	Compromiso social y ambiental	Es el compromiso social y ambiental por parte de los investigadores UIS en el diseño de materiales, de tal forma que sean amigables con el medio ambiente, tengan procesos energéticamente eficientes, no sean perjudiciales para la salud y brinden oportunidades a la comunidad que mejoren su nivel de vida.	<ul style="list-style-type: none"> * Proyectos UIS desarrollados con compromiso social-ambiental. * Toneladas de desperdicios sólidos reciclados al año al interior de la institución. (PGIR)¹²¹ * Declaraciones expresas de la universidad y de los grupos donde manifiesten su compromiso social y ambiental.
22	Social	E	Responsabilidad social y empresarial	Son los proyectos de investigación realizados a nivel nacional por grupos y centros de investigación y empresas en el área de materiales que contemplan en el desarrollo de los mismos el impacto social y ambiental.	<ul style="list-style-type: none"> * Proyectos a nivel nacional desarrollados con compromiso social y ambiental * Toneladas de desperdicios sólidos reciclados al año al interior de la empresa * Declaraciones expresas de la empresa donde manifiesten su compromiso social y ambiental. * Implementación de estándares como ISO 14.000
23	Legal	E	Normatividad en materiales	Es el marco legal que regula la investigación, desarrollo y aplicación de los nuevos materiales y las nuevas tecnologías que implican.	<ul style="list-style-type: none"> * La cantidad de normas que regulen las actividades, materiales y productos en relación con el medio ambiente. * Disposiciones legales de manejo de desechos y materiales en general. * Nivel de actualización de la normatividad respecto a la reglamentación internacional. * Estándares internacionales.
24	Organizacional	I	Estructura de investigación	Se refiere a las estrategias, liderazgo, valores colectivos, creatividad, sinergia de disciplinas, metodología y esquemas de trabajo en la estructura organizacional institucional, desde la rectoría, pasando por la VIE, hasta llegar a los grupos y proyectos de investigación.	<ul style="list-style-type: none"> * Percepción de la efectividad de la estructura y dinámica de investigación dentro de la institución, por parte de la comunidad de investigación de la UIS. * Herramientas disponibles y/o aplicadas para realizar planeación estratégica del trabajo dentro de los grupos de investigación * Metodologías para la identificación de tendencias, definición de las líneas de investigación del grupo.
25	Organizacional	I	Comunicación	Son los mecanismos de socialización y comunicación entre los miembros de un mismo grupo de investigación, entre los	<ul style="list-style-type: none"> * Número de medios al interior de la universidad a través de los cuales se transmite la información

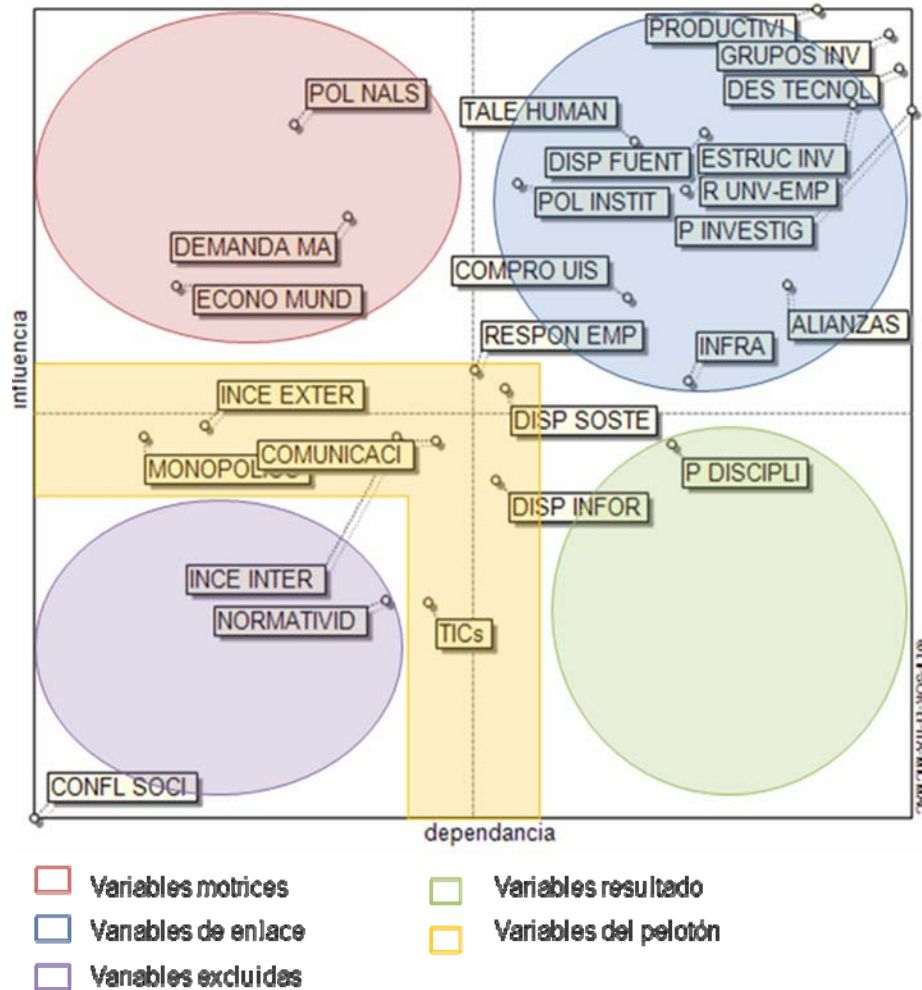
#	Fact.	Tip.	Variable	¿En qué consiste?	¿Con qué indicadores se puede medir?
				<p>grupos de una misma área y entre las áreas estratégicas, sobre de los problemas y proyectos de estudio.</p> <p>Se refiere además a la comunicación permanente con los agentes externos directamente implicados o potencialmente beneficiarios del desarrollo de los proyectos.</p>	<p>referente a las actividades de investigación.</p> <p>* Efectividad de los medios y procesos de comunicación al interior de la universidad entre los diferentes investigadores, grupos de investigación y áreas estratégicas.</p>
26	Económico	E	Economía mundial	Es la dinámica de los mercados internacionales y las decisiones políticas respecto a la misma.	<p>* Impacto de las crisis de las potencias económicas sobre las economías latinoamericanas.</p> <p>* Tasas de cambio entre las potencias económicas</p> <p>* Tasa de cambio entre la moneda nacional y las potencias económicas mundiales</p> <p>* Crecimiento o decrecimiento de la economía nacional, medida por indicadores como: PIB, Inflación, Desempleo, etc.</p>

Diagrama 12. Resumen variables para análisis estructural



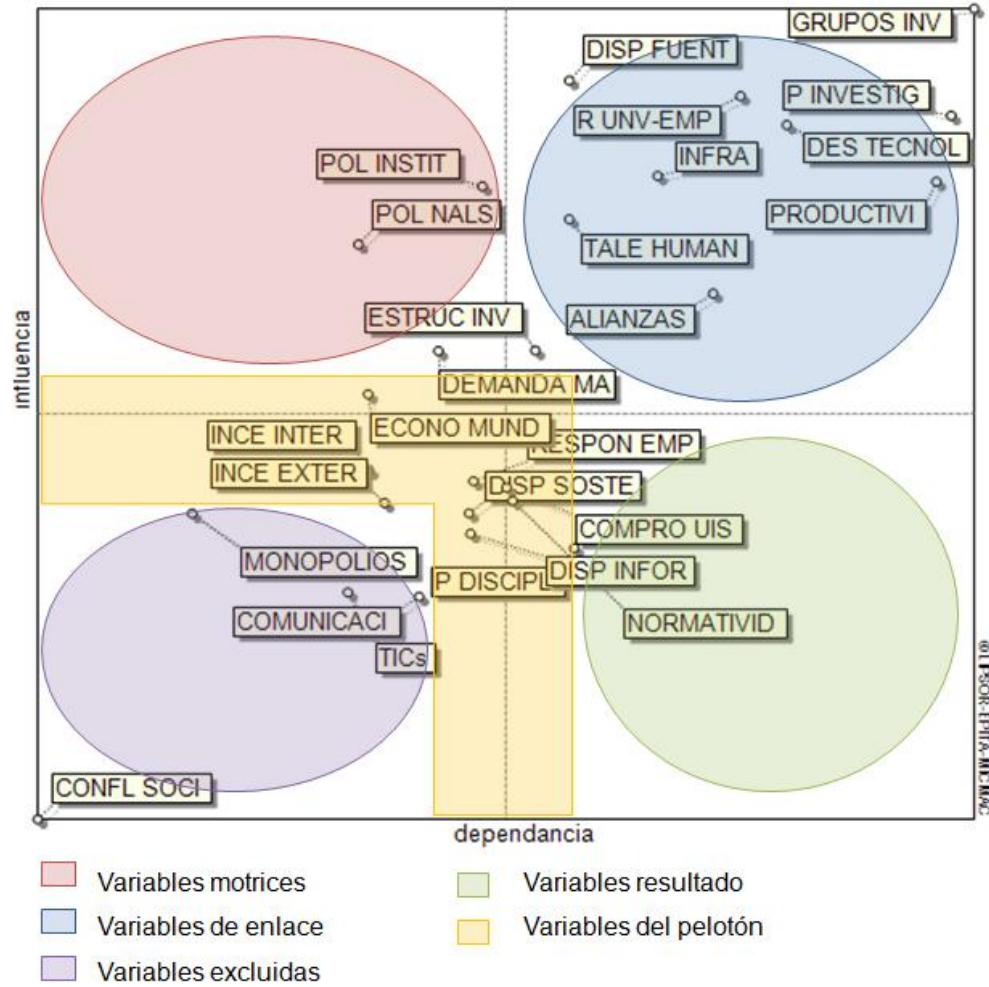
ANEXO 19. GRÁFICOS DE ANALISIS PARA ELEGIR LA METODOLOGÍA DEL ANÁLISIS ESTRUCTURAL

Gráfico 24. Plano de influencias y dependencias indirectas potenciales (moda)
Plano de influenciass / dependencias indirectas potenciales



Fuente. Mic-mac®

Gráfico 25. Plano de influencias y dependencias indirectas potenciales (media)
Plano de influenciass / dependencias indirectas potenciales



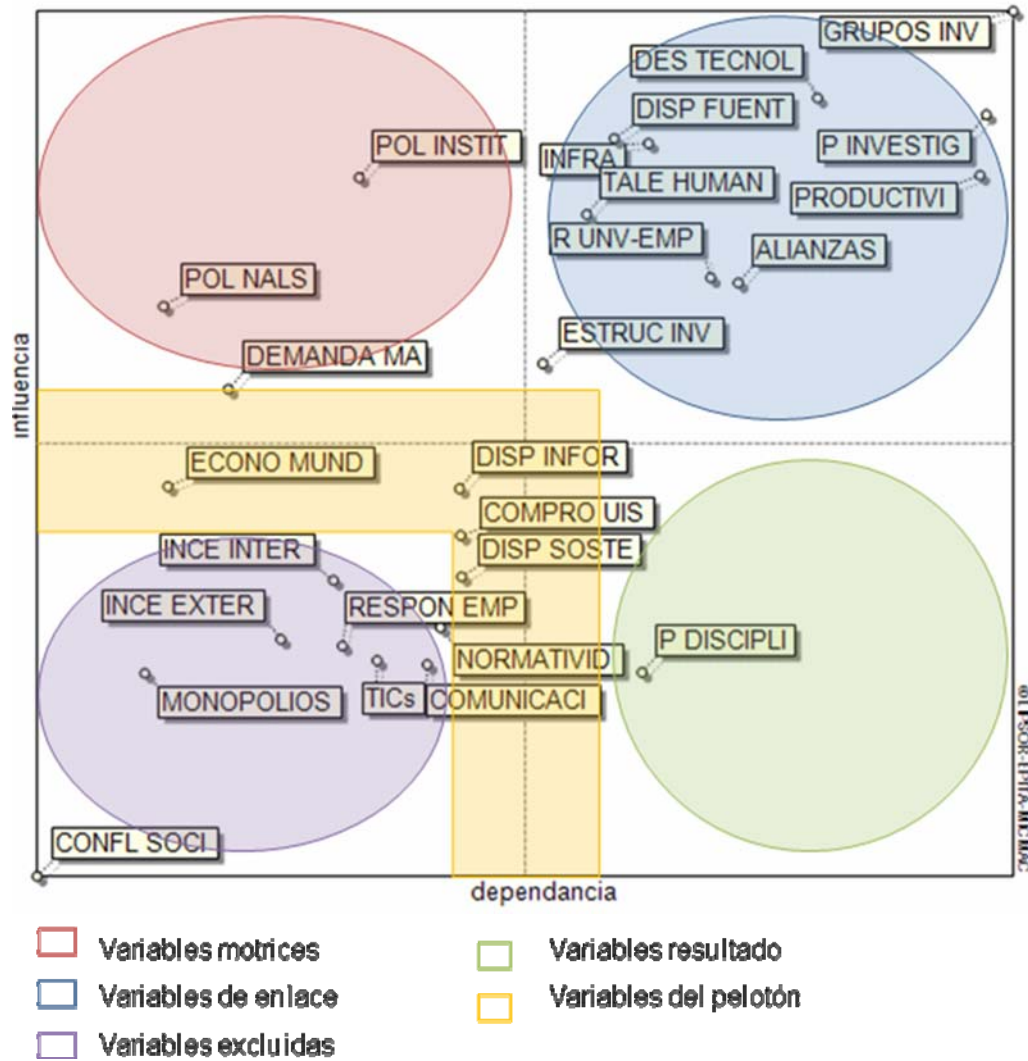
Fuente. Mic-mac®

Tabla 68. Comportamiento de las variables al cambiar de estadístico.

MODA	MEDIA
Variables motrices	Variables motrices
Políticas nacionales	Políticas nacionales
Demanda de materiales	Demanda de materiales
Economía mundial	Políticas institucionales
Variables de enlace	Variables de enlace
Grupos y centros de investigación	Grupos y centros de investigación
Programas académicos de investigación	Programas académicos de investigación
Productividad científica y tecnológica	Productividad científica y tecnológica
Desarrollo tecnológico	Desarrollo tecnológico
Relación universidad - empresa	Relación universidad - empresa
Infraestructura de investigación	Infraestructura de investigación
Estructura de investigación	Estructura de investigación
Talento humano	Talento humano
Disponibilidad de fuentes	Disponibilidad de fuentes
Alianzas y cooperación internacional y nacional	Alianzas y cooperación internacional y nacional
Compromiso UIS	
Políticas institucionales	
Variables del pelotón	Variables del pelotón
Disponibilidad de información	Disponibilidad de información
Disponibilidad y sostenibilidad	Disponibilidad y sostenibilidad
Responsabilidad empresarial	Responsabilidad empresarial
Incentivos externos	Incentivos externos
Incentivos internos	Incentivos internos
Monopolios y oligopolios tecnológicos y empresariales	Normatividad
Comunicación	Economía mundial
TICs	Compromiso UIS
Variables resultados	Variables resultados
Programas académicos disciplinares	Programas académicos disciplinares
Variables excluidas	Variables excluidas
Conflicto social	Conflicto social
Normatividad	Monopolios y oligopolios tecnológicos y empresariales
	TICs
	Comunicación

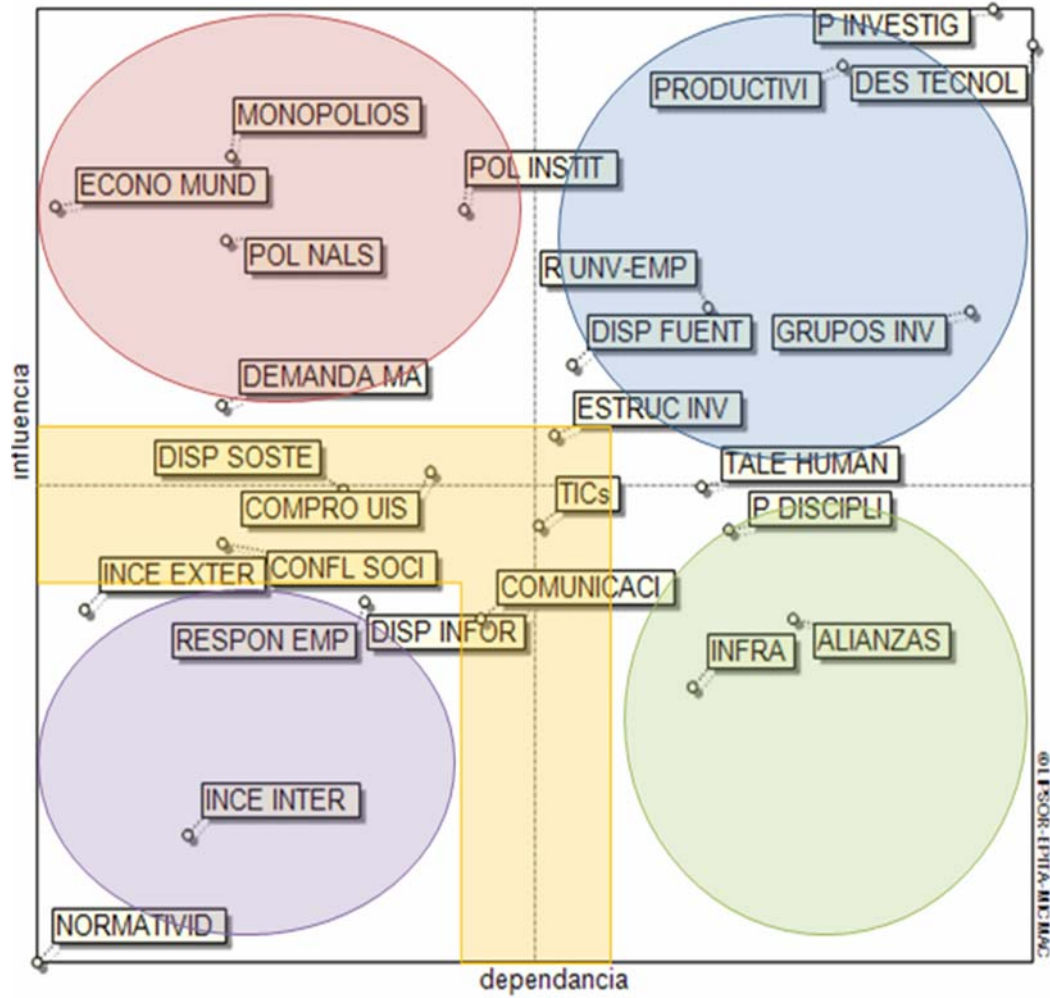
Fuente. Autoras del proyecto

Gráfico 26. Plano de influencias/dependencias indirectas potenciales (Expertos internos)
Plano de influenciass / dependencias indirectas potenciales



Fuente. Mic-mac®

Gráfico 27. Plano de influencias/dependencias indirectas potenciales (Expertos internos)
Plano de influencias / dependencias indirectas potenciales



- Variables motrices
- Variables de enlace
- Variables excluidas
- Variables resultado
- Variables del pelotón

Fuente. Mic-mac®

Tabla 69. Comparación comportamiento de las variables dependiendo del tipo de expertos
MEDIA INTERNOS

VARIABLES MOTRICES
Políticas nacionales
Demanda de materiales
Políticas institucionales
VARIABLES DE ENLACE
Grupos y centros de investigación
Programas académicos de investigación
Productividad científica y tecnológica
Desarrollo tecnológico
Relación universidad - empresa
Disponibilidad de fuentes
Estructura de investigación
Infraestructura de investigación
Talento humano
Alianzas y cooperación internacional y nacional
VARIABLES DEL PELOTÓN
Compromiso UIS
Disponibilidad y sostenibilidad
Disponibilidad de información
Economía mundial
VARIABLES RESULTADOS
Programas académicos disciplinares
VARIABLES EXCLUIDAS
Incentivos externos
Incentivos internos
Responsabilidad empresarial
Normatividad
Conflicto social
TICs
Monopolios y oligopolios tecnológicos y empresariales
Comunicación

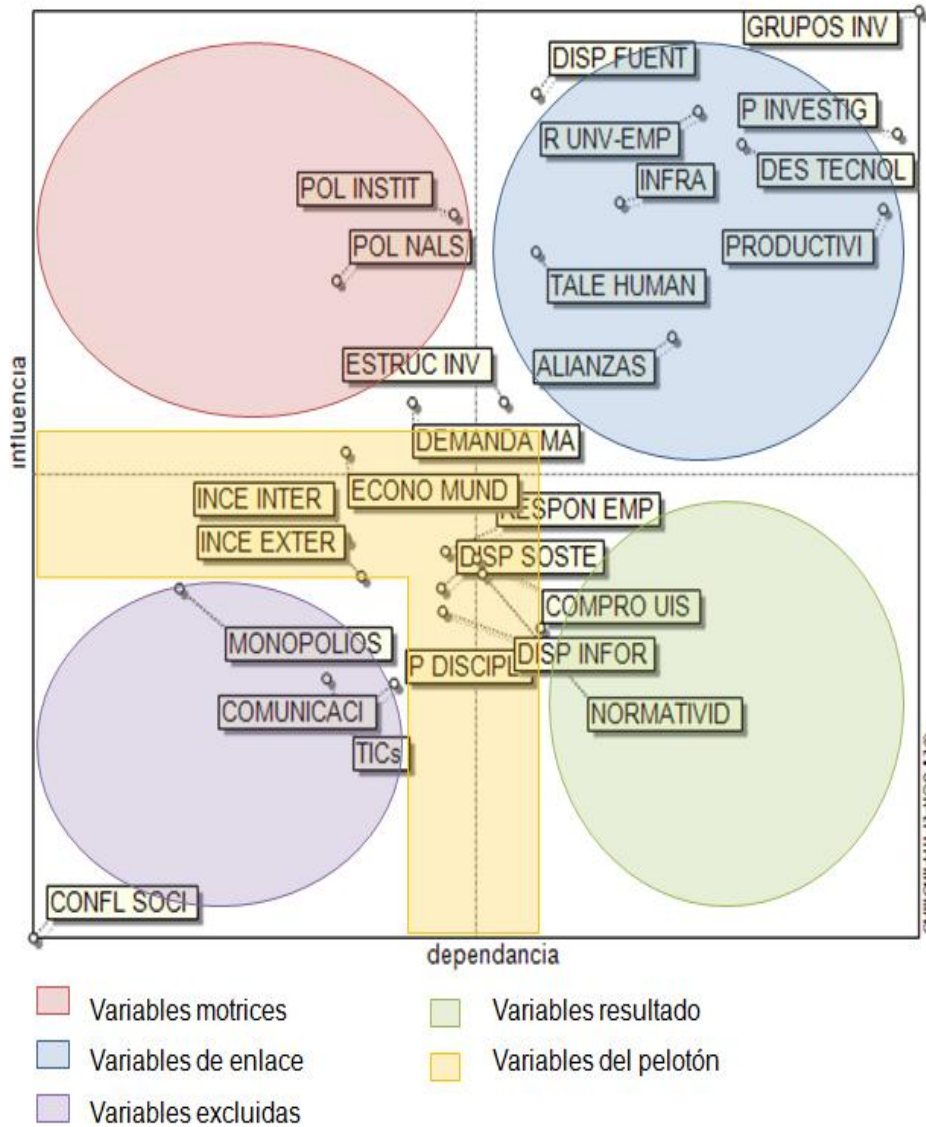
Fuente. Autoras del proyecto

MEDIA EXTERNOS

VARIABLES MOTRICES
Políticas nacionales
Demanda de materiales
Políticas institucionales
Economía mundial
Monopolios y oligopolios tecnológicos y empresariales
VARIABLES DE ENLACE
Grupos y centros de investigación
Programas académicos de investigación
Productividad científica y tecnológica
Desarrollo tecnológico
Relación universidad - empresa
Disponibilidad de fuentes
VARIABLES DEL PELOTÓN
Compromiso UIS
Disponibilidad y sostenibilidad
Disponibilidad de información
Conflicto social
TICs
Comunicación
Estructura de investigación
VARIABLES RESULTADOS
Programas académicos disciplinares
Infraestructura de investigación
Talento humano
Alianzas y cooperación internacional y nacional
VARIABLES EXCLUIDAS
Incentivos externos
Incentivos internos
Responsabilidad empresarial
Normatividad

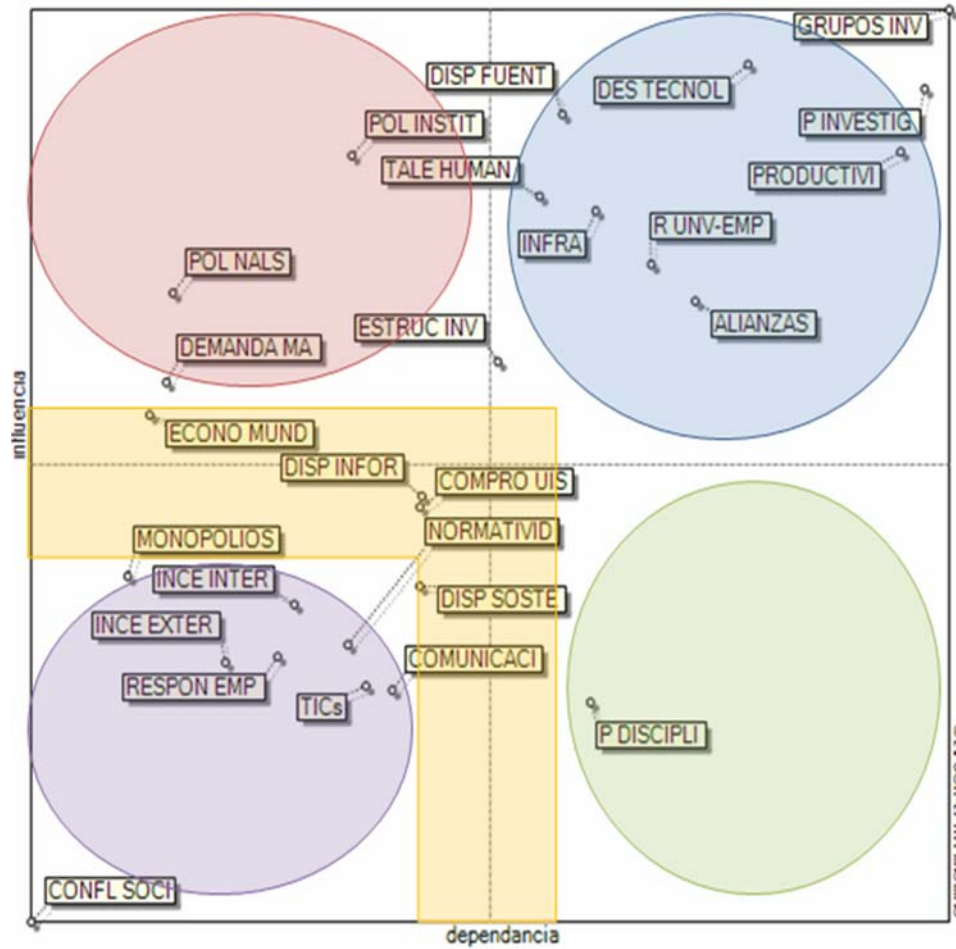
Gráfico 28. Plano de influencias/dependencias indirectas potenciales (pesos del 80.95% y 19.05%)

Plano de influenciass / dependencias indirectas potenciales



Fuente. Mic-mac®

Gráfico 29. Plano de influencias/dependencias indirectas potenciales (pesos de 70% y 30%)
Plano de influencias / dependencias indirectas potenciales



- Variables motrices
- Variables de enlace
- Variables excluidas
- Variables resultado
- Variables del pelotón

Fuente. Mic-mac®

Tabla 70. Comparación al cambiar los porcentajes de los grupos de expertos

MEDIA SIN PONDERACIÓN	MEDIA CON PONDERACIÓN
Variables motrices	Variables motrices
Políticas nacionales	Políticas nacionales
Demanda de materiales	Demanda de materiales
Políticas institucionales	Políticas institucionales
Variables de enlace	Variables de enlace
Grupos y centros de investigación	Grupos y centros de investigación
Programas académicos de investigación	Programas académicos de investigación
Productividad científica y tecnológica	Productividad científica y tecnológica
Desarrollo tecnológico	Desarrollo tecnológico
Relación universidad - empresa	Relación universidad - empresa
Disponibilidad de fuentes	Disponibilidad de fuentes
Infraestructura de investigación	Infraestructura de investigación
Talento humano	Talento humano
Alianzas y cooperación internacional y nacional	Alianzas y cooperación internacional y nacional
Estructura de investigación	Estructura de investigación
Variables del pelotón	Variables del pelotón
Economía mundial	Economía mundial
Compromiso UIS	Compromiso UIS
Disponibilidad de información	Disponibilidad y sostenibilidad
Disponibilidad y sostenibilidad	Disponibilidad de información
Responsabilidad empresarial	
Incentivos externos	
Incentivos internos	
Normatividad	
Variables resultados	Variables resultados
Programas académicos disciplinares	Programas académicos disciplinares
Variables excluidas	Variables excluidas
Monopolios y oligopolios tecnológicos y empresariales	Monopolios y oligopolios tecnológicos y empresariales
TICs	TICs
Conflicto social	Conflicto social
	Comunicación
	Normatividad
	Incentivos externos
	Incentivos internos
	Responsabilidad empresarial

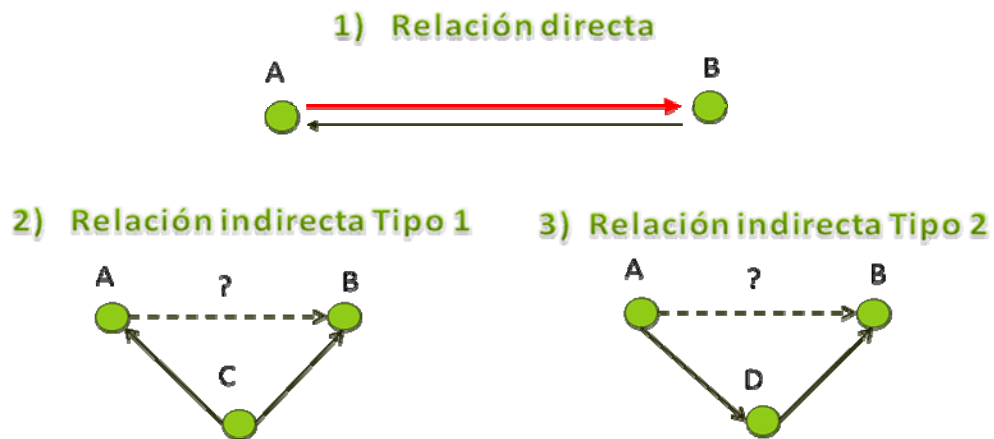
Fuente. Autoras del proyecto

ANEXO 20. ANÁLISIS ESTRUCTURAL: GENERALIDADES DEL MÉTODO MICMAC®

“El análisis estructural es ante todo una herramienta de estructuración de ideas, ofrece la posibilidad de describir un sistema con la ayuda de una matriz poniendo en relación todos sus elementos constitutivos. Estudiando esta relación, el método permite hacer aparecer las variables esenciales a la evolución del sistema. Es posible utilizarla sola (como ayuda a la reflexión y/o a la decisión), o de integrarla en una gestión prospectiva más completa (escenario)”¹²².

Antes de realizar el ejercicio de diligenciamiento y procesamiento de la matriz es preciso comprender los tipos de relaciones que existen entre las variables. Se pueden resumir las relaciones en tres, tal como se muestra en el gráfico 30.

Gráfico 30. Tipos de relaciones entre variables

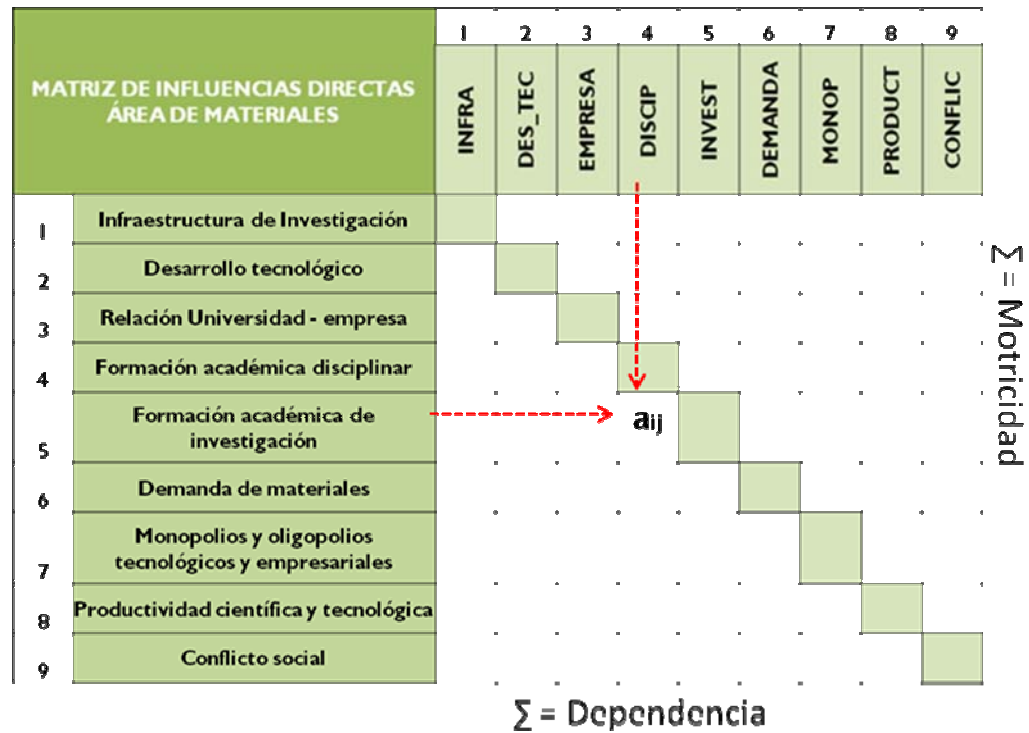


Fuente: GODET, Michel. De la anticipación a la acción. Op. Cit.

El trabajo consiste en analizar solamente las influencias directas entre variables tomadas por pares. Se intenta no sólo detectar la existencia de influencias, sino también evaluar su intensidad por medio de apreciaciones cualitativas de los expertos consultados.

En el gráfico 31 se presenta a manera de ejemplo un extracto de una matriz de análisis estructural.

Gráfico 31. Ejemplo matriz análisis estructural.



Fuente: Autoras del proyecto

La matriz se completa línea por línea. Por ejemplo, para la variable "i" (fila en posición "i"), deberá evaluarse sistemáticamente si actúa directamente sobre cada una de las otras variables. Esto significa que una matriz con 70 variables generará un total de aproximadamente 5000 preguntas¹²³.

Cada posición a_{ij} en la matriz se califica de la siguiente manera:

- 0 = no influye
- 1 = influencia débil
- 2 = influencia media
- 3 = influencia fuerte
- P = influencia potencial

Se deben tener presentes los siguientes elementos los cuales son muy importantes al momento de realizar el diligenciamiento:

Tabla 71. Elementos importantes análisis estructural

ELEMENTOS IMPORTANTES ANÁLISIS ESTRUCTURAL
1. Se revisa la influencia de las variables en el costado izquierdo (i) de la matriz, sobre cada una de las variables en el extremo superior (j).
2. Se pregunta sobre la influencia de la variable (i) sobre la variable (j) y NO en sentido contrario.
3. Se pregunta sobre la influencia DIRECTA de la variable (i) sobre la variable (j).
4. Se valora como 0 la relación entre dos variables cuando la influencia de la variable (i) sobre la (j) se ejerce a través de otra variable (k) definida o no en la lista de variables de la matriz. (Cuando la relación es indirecta)
5. Si se considera que la influencia es potencial se asigna en la casilla la letra "P"; por el contrario, si se considera que la influencia es directa, se determina el nivel de la influencia siguiendo las convenciones enunciadas anteriormente.

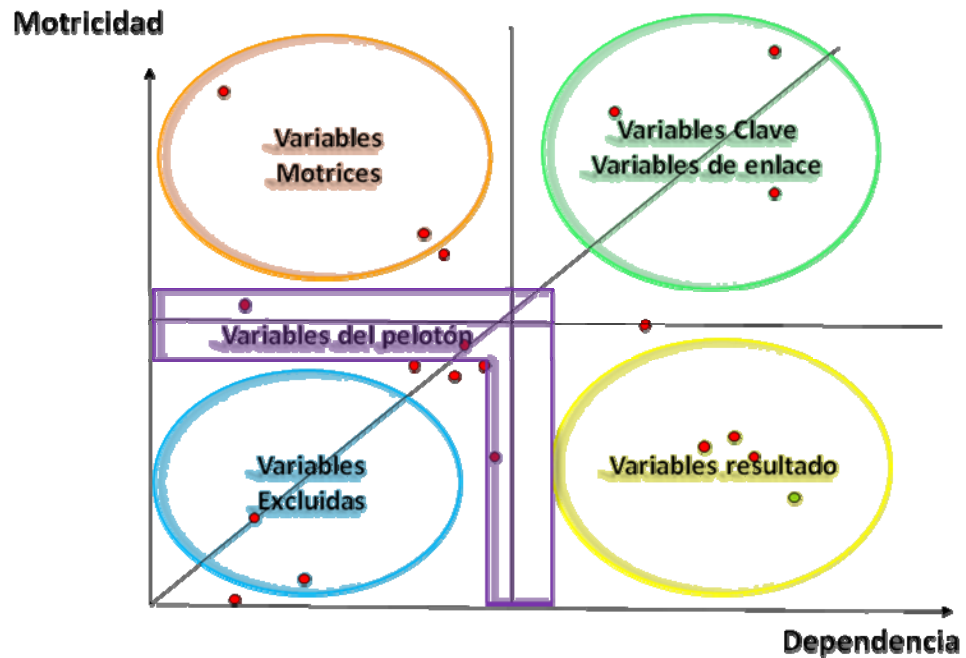
Fuente: Autoras del proyecto

De un modo muy intuitivo, la influencia directa de una variable puede apreciarse considerando las filas de la matriz estructural (acción de una variable en una fila sobre todas las otras variables en columnas). Una variable que sólo actúa sobre unas pocas variables ejerce influencia directa sobre una parte bastante limitada del sistema. Del mismo modo, si se consideran las columnas de la matriz se observará la dependencia directa ejercida sobre una determinada variable: es decir, todas las influencias directas que ejercen sobre ella las demás variables del sistema. Entonces, analizando sistemáticamente los elementos de cada fila, y luego los de cada columna en la matriz de análisis estructural, para cada variable se obtienen indicadores de su potencial influencia y dependencia (respectivamente) respecto del sistema en su totalidad¹²⁴.

Es posible visualizar asimismo todas las variables del sistema y su entorno, ubicándola en un gráfico de percepción (o plano de influencia – dependencia). Según esta forma de percepción (ver gráfico 32), cada variable se presenta como un punto cuya ubicación corresponde al par de valores de influencia/dependencia. Los valores de Influencia se obtienen al sumar los valores de la fila de la matriz final y los de dependencia a sumar las

columnas. Este punto tiene por ordenada el indicador de influencia de la variable, y por abscisa su indicador de dependencia¹²⁵.

Gráfico 32. Plano de influencia dependencia.



Fuente: GODET, Michel. De la anticipación a la acción. Op. Cit. P. 90.

Sin embargo, una variable puede ejercer influencia sobre un número limitado de otras variables/factores, que a su vez actúan fuertemente sobre todo el sistema. Si bien su influencia directa es débil, variables particularmente fuertes pueden aumentar esta influencia diez veces más¹²⁶. Para considerar este tipo de relaciones, es conveniente evaluar no sólo las relaciones directas que provienen de una variable sino también las relaciones que permiten la propagación indirecta de la influencia de las variables y de esta forma revelar las variables “ocultas” que algunas veces ejercen una fuerte influencia sobre el sistema estudiado¹²⁷.

El método MICMAC®, ideado por Michel Godet, es un programa de multiplicación matricial aplicado a la matriz estructural que permite estudiar la difusión de los impactos por los caminos y bucles de reacción y jerarquizar las variables por orden de motricidad y dependencia teniendo en cuenta caminos y bucles de longitud 1,2,...n salidos de cada

variable. Al elevar la matriz de análisis estructural a una potencia de valores sucesivos (de 1, 2... hasta n), se evidencian dichas relaciones indirectas en diferentes niveles.

A través de un ejemplo se repasarán los conceptos de multiplicación de matrices.

La siguiente fórmula representa la operación de la multiplicación de dos matrices. Éstas pueden ser diferentes o una matriz multiplicada por ella misma, que es lo que se realiza con la matriz de impactos cruzados en el método MICMAC®

$$c_{[i,j]} = \sum_{k=1}^n A_{[i,k]} * B_{[k,j]}$$

A y B son las matrices a multiplicar, C es la matriz donde se guarda el resultado y C [i, j] es un elemento de la matriz C. Nótese el uso del elemento k. El elemento k es un entero que sirve como contador de las columnas en la matriz A y como contador de filas en la matriz C¹²⁸.

A		B		C																																	
<table style="border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr> <tr style="background-color: black; color: white;"><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td></tr> <tr><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td></tr> </table>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	X	<table style="border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr><td>1</td><td style="background-color: black; color: white;">5</td><td>10</td></tr> <tr><td>2</td><td style="background-color: black; color: white;">6</td><td>11</td></tr> <tr><td>3</td><td style="background-color: black; color: white;">7</td><td>12</td></tr> <tr style="background-color: black; height: 20px;"><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	1	5	10	2	6	11	3	7	12				=	<table style="border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr><td>30</td><td>70</td><td>120</td></tr> <tr><td>70</td><td style="background-color: black; color: white;">174</td><td>304</td></tr> <tr><td>110</td><td>278</td><td>488</td></tr> </table>	30	70	120	70	174	304	110	278	488
1	2	3	4																																		
5	6	7	8																																		
9	10	11	12																																		
1	5	10																																			
2	6	11																																			
3	7	12																																			
30	70	120																																			
70	174	304																																			
110	278	488																																			

Si se desea obtener el elemento C [2,2] de la matriz C, se tienen que efectuar las siguientes operaciones¹²⁹:

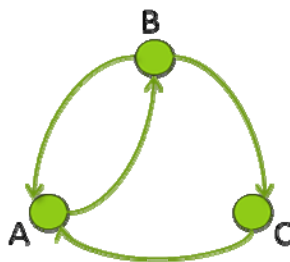
$$\begin{aligned}
 C[2,2] = A[2,1] * B[1,2] &= 5 * 5 \\
 A[2,2] * B[2,2] &= 6 * 6 \\
 A[2,3] * B[3,2] &= 7 * 7 \\
 A[2,4] * B[4,2] &= 8 * 8
 \end{aligned}$$

Suma: **174**

A continuación se presenta un ejemplo tomado de la tesis de J.F. Lefebvre¹³⁰ y citado en el libro “De la anticipación a la acción” de Michel Godet, donde se aclara cómo al elevar la matriz a determinadas potencias se evidencian las relaciones indirectas.

“Consideremos un sistema que se caracteriza por tres variables: {A, B, C}, las cuales influyen una sobre otra tal como se indica en el gráfico 33.

Gráfico 33. Gráfico de relaciones ejemplo



De esta manera la matriz se puede escribir de la siguiente forma:

$$M = \begin{matrix} & \begin{matrix} A & B & C \end{matrix} \\ \begin{matrix} A \\ B \\ C \end{matrix} & \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \end{pmatrix} \end{matrix}$$

1
2
1

Suma de los elementos de cada línea

Suma de los
elementos de
cada columna

En esta primera matriz, los elementos de la diagonal siempre están en cero, no se tiene en cuenta la influencia de una variable sobre sí misma, mientras que en efectos indirectos (actualizados gracias a la multiplicación de la matriz sobre si misma) sí se tiene en cuenta los efectos de una variable sobre si misma (efectos que pasan necesariamente a través de otra variable).

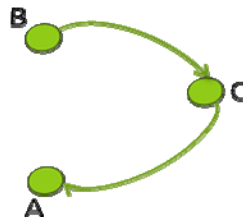
$$M^2 = \begin{matrix} A & \begin{pmatrix} 1 & 0 & 1 \end{pmatrix} \\ B & \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 \end{pmatrix} \\ C & \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \end{pmatrix} \end{matrix} \begin{matrix} 2 \\ 2 \\ 1 \end{matrix}$$

2 2 1

La cifra 1 de la primera línea, primera columna, significa que existe camino de longitud 2 que va de A a A. En efecto:



La cifra 1 de la segunda línea, primera columna, significa que existe camino de longitud 2 para pasar de B a A. En efecto:



$$M^3 = \begin{matrix} & \begin{matrix} A & B & C \end{matrix} \\ \begin{matrix} A \\ B \\ C \end{matrix} & \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \end{pmatrix} \end{matrix} \begin{matrix} 2 \\ 3 \\ 2 \end{matrix}$$

$$\begin{matrix} 3 & 2 & 2 \end{matrix}$$

El lector podrá verificar por si mismo que los elementos de la matriz elevada a la potencia 3 indican los caminos y los circuitos de longitud 3 para pasar de una variable a otra. Es importante apuntar que las clasificaciones en línea y columna se hacen continuas a partir de cierta potencia. Sin embargo las clasificaciones de la matriz elevada a cierta potencia, señalan claramente la importancia de algunas variables según los efectos indirectos de <<retroalimentación>>”

$$M^4 = \begin{matrix} & \begin{matrix} A & B & C \end{matrix} \\ \begin{matrix} A \\ B \\ C \end{matrix} & \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 2 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \end{pmatrix} \end{matrix} \begin{matrix} 3 \\ 4 \\ 2 \end{matrix}$$

$$\begin{matrix} 4 & 3 & 2 \end{matrix}$$

$$M^5 = \begin{matrix} & \begin{matrix} A & B & C \end{matrix} \\ \begin{matrix} A \\ B \\ C \end{matrix} & \begin{pmatrix} 2 & 1 & 1 \\ 2 & 2 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix} \end{matrix} \begin{matrix} 4 \\ 5 \\ 2 \end{matrix}$$

$$\begin{matrix} 5 & 4 & 3 \end{matrix}$$

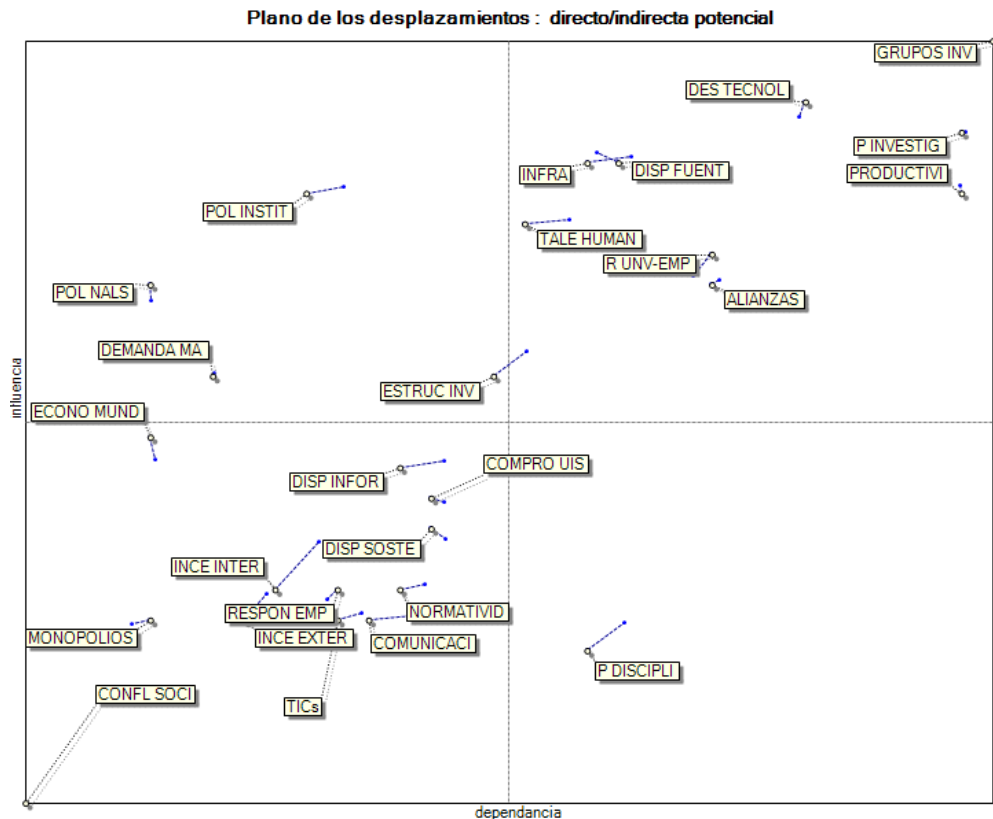
$$285 \begin{matrix} 5 \\ 7 \\ 1 \end{matrix}$$

$$\begin{matrix} 7 & 5 & 4 \end{matrix}$$

$$M^6 = \begin{matrix} \text{A} & (2 & 2 & 1) \\ \text{B} & (3 & 2 & 2) \\ \text{C} & (2 & 1 & 1) \end{matrix}$$

Según los resultados obtenidos de cada procesamiento de la matriz al elevarla a una determinada potencia, cada variable se puede presentar como un punto cuya ubicación corresponde al par de valores de influencia/dependencia (Suma de las filas y columnas respectivamente). Este punto tiene por ordenada el indicador de influencia de la variable, y por abscisa su indicador de dependencia. De esta manera, el plano de influencia/dependencia puede variar en cada iteración, hasta que las clasificaciones de influencia, dependencia de las variables se estabilizan. En el gráfico 34 se presenta un plano de desplazamientos que muestra la ubicación de las variables según las valoraciones iniciales de la matriz, y los desplazamientos de las mismas al realizar las diferentes iteraciones sobre los datos. Los desplazamientos se indican como líneas punteadas. En el gráfico expuesto no se presentan desplazamientos importantes, lo que confirma las intuiciones de partida en cuanto a las relaciones de las variables.

Gráfico 34. Ejemplo de plano de desplazamientos



Fuente: MICMAC®

Existe bibliografía que permite profundizar en los procesamientos de los datos a través del método MICMAC®. La bibliografía que se indica a continuación está referenciada en el libro “Prospectiva Estratégica: problemas y métodos”¹³¹ de Michel Godet.

- Ancelin (Claire), 1983, « L'analyse structurelle: le cas du Vidéotex », Futuribles, n° 71, novembre
- Forsé (Michel), 1991, L'analyse structurelle du changement social, PUF, coll. Le Sociologue, 224 p.
- Gonod (Pierre), 1996, Dynamique des systèmes et méthodes prospectives, Futuribles International, coll. Travaux et recherches de prospective, n°2, mars

- Saint Paul (R), Ténrière-Buchot (Pierre-Frédéric), 1974, Innovation et évaluation technologiques : sélection des projets, méthodes de prévision, Entreprise Moderne d'Édition, 316 p.
- Ténrière-Buchot (Pierre-Frédéric), 1979, « Sur l'analyse de système », Futuribles, n°20, février
- Ténrière-Buchot (Pierre-Frédéric), 1988, L'ABC du pouvoir : agir, bâtir, Editions d'organisation

ANEXO 21. OPINIONES DE LOS EXPERTOS RESPECTO A LAS RELACIONES ENTRE VARIABLES

Muchos equipos para procesamiento o pruebas son adquiridos por la Universidad sin realizar una evaluación previa de su pertinencia y aplicabilidad para el desarrollo de la región y del país; no se realiza un estudio sobre cómo puede esta tecnología adquirida, aportar al sistema productivo. Una de las causas de dicho problema es que las entidades que financian dichos equipos, muchas veces donan el dinero o el equipo sin exigir un estudio de pertinencia que garantice el aprovechamiento del mismo.

Es necesario contar con un recurso humano capacitado para que dicha tecnología adquirida pueda aprovecharse al máximo. Sin embargo, faltan incentivos y recursos que financien dicho personal. Muchos investigadores no pueden dedicarle suficiente tiempo a la investigación y vigilancia de dichos equipos avanzados porque deben preocuparse por la docencia en muchos casos de programas de pregrado.

Los empresarios perciben problemas de comunicación al interior de la universidad entre los grupos de investigación. En ocasiones los grupos no están al tanto de los adelantos que entre ellos están realizando. Por esta razón, un equipo de investigación puede estar buscando solucionar un problema, que otro ya tiene resuelto. También manifiestan la necesidad de un sistema de comunicación e información eficiente desde la Universidad hacia la empresa, en la que los grupos puedan publicar sus resultados y ofrecer servicios que realmente atiendan. Uno de los espacios en los que este tipo de iniciativas se han planteado y se pueden gestar es el Comité Universidad Empresa Estado (CUEES).

A manera de ejemplo sobre un sistema de información eficaz se mencionó la tecnovigilancia^(*) que realiza el INVIMA para el sector de la salud, el cual se ha convertido en una herramienta fundamental para la evaluación y regulación sanitaria¹³². Los integrantes de la Red Nacional de Tecnovigilancia (RNTV), reciben información actual que permite una evaluación razonada de los beneficios y riesgos de los últimos adelantos en el área, asimismo, deben estar vigilantes y para ellos mismos alimentar el sistema.

Los investigadores entienden y valoran la realización del presente ejercicio. Sin embargo manifiestan la importancia de la comunicación permanente en doble sentido y la necesidad de que sus inquietudes y opiniones sean tenidas en cuenta en las decisiones estratégicas del quehacer investigativo. A su vez expresan la conveniencia de definir adecuadamente la función del investigador en la Universidad Industrial de Santander.

Un elemento motivador para la creación de redes entre instituciones y para fomentar la relación universidad – empresa e incentivar a los investigadores es la infraestructura de investigación, esta variable en interacción con otros factores atraen a los diferentes actores al desarrollo de estas actividades. En el caso de las empresas e instituciones externas, la infraestructura es un indicador del estado de la investigación lo cual ofrece confianza al momento de realizar proyectos en conjunto; para los investigadores es un herramienta para su formación y la realización adecuada de las investigaciones que se proponen.

“La infraestructura y el talento humano con el cual cuenta la Universidad no son elementos suficientes para fomentar la relación entre la universidad y la empresa. Es fundamental la existencia de voluntad y deseo genuino de ambas partes que se traduzca en el interés de comprender las grandes diferencias en cuanto a las necesidades, circunstancias, lenguajes y tiempos que manejan los investigadores en los grupos de la universidad y los empresarios”¹³³.

Una herramienta planteada por uno de los empresarios para reforzar dicha relación Universidad - empresa, consiste en rotación de los expertos de los grupos de investigación por las empresas de la región. La propuesta plantea que el investigador asociado a un grupo visite la empresa por al menos un mes, y de esta forma comprenda la dinámica de la empresa, los problemas que realmente enfrenta y pueda realizar un diagnóstico más eficaz de los problemas, diferente a los diagnósticos que se realizan en una sola jornada de revisión. Una vez establecido el diagnóstico, y consciente de las capacidades con las que cuenta su equipo de investigación, puede ofrecerse a trabajar en la solución de uno de los problemas. De igual manera, expertos de otros grupos, pueden visitar la empresa y plantear soluciones a otros problemas identificados.

Se expuso que los programas de formación disciplinar son un espacio propicio para fomentar la formación de programas y actividades de investigación. Este planteamiento se alcanza realizando actividades como la transferencia del conocimiento generado en los programas de investigación a los disciplinares y dando acceso a la infraestructura de investigación a los estudiantes de pregrado.

Se percibe que uno de los elementos que favorecen la creación y fortalecimiento de las alianzas a nivel nacional e internacional, es la movilidad de los investigadores. A nivel institucional, expresan los investigadores, no existen incentivos suficientes, ni facilidades, que fomenten la movilidad de los investigadores para participar en actividades de formación o capacitación a nivel nacional o internacional.

El desarrollo tecnológico a nivel mundial es uno de los factores que motiva a las instituciones tanto académicas como empresariales a la realización de alianzas entre ellas, fortaleciendo la realización de sus diferentes actividades y generando nuevo conocimiento que modificará el estado del arte del área.

Los monopolios y oligopolios tecnológicos y empresariales buscan en la investigación el mejoramiento de sus productos y servicios para cual fortalecer su posición en el mercado y el medio académico, científico y tecnológico. Su constante es la generación de nuevos avances científicos de sus productos y servicios y esto los hace competitivos a nivel mundial.

Hoy en día los materiales se encuentran presentes en todos los aspectos de la vida diaria, Por su transversalidad y el apoyo que ésta ofrece al desarrollo, fortalecimiento y aplicación de las otras áreas del conocimiento se ratifica su importancia como área estratégica de investigación en la UIS.

Un factor importante en el conocimiento del área de materiales es el conocimiento del comportamiento de la esencia de los mismos, su comportamiento de manera individual (atómica o molecular) y en conjunto con otros átomos del mismo u otro elemento. Teniendo los fundamentos de la estructura y comportamiento de la materia claros la investigación aplicada se fortalece y se presentan desarrollos en campos como el de la

nanotecnología tendencia fuerte a nivel mundial, que ha generado el avance de los nanomateriales para diversas aplicaciones.

En cuanto a la disponibilidad de recursos naturales y energéticos, llama la atención el tema de los hidrocarburos y sus derivados dentro de los que sobresalen los polímeros y el asfalto. Actualmente muchas investigaciones se centran en la sustitución de este tipo de materiales cuya fuente es no renovable.

El conflicto social es una variable que algunos investigadores no comprendían en relación con el desarrollo del área estratégica de los nuevos materiales. Luego de un análisis más profundo encontraron que existían situaciones que especialmente en Colombia cobran fuerza y sentido. La inversión del gobierno en el conflicto militar es elevada por los problemas de orden público, por lo que disminuye el presupuesto que se podría asignar a la investigación. Por otro lado, la percepción de inseguridad hace que muchos expertos extranjeros no estén dispuestos a trabajar en determinados lugares del país y aportar su conocimiento para la investigación.

Se sugirió la realización de un análisis más a fondo de las influencias de algunas variables sobre el sistema de manera independiente, ya que de ellas algunos investigadores cuentan con poca información en su relación con el área de materiales. Tal es el caso del conflicto social, los monopolios tecnológicos y empresariales, las tecnologías de información y comunicación entre otros.

ANEXO 22. LÍDERES DEL ANÁLISIS DE PUBLICACIONES

Líderes de las publicaciones internacionales.

Institución: “*Chinese Academy of Sciences*” ubicada en Beijing, China. Se encuentra conformada académicamente por 6 divisiones, “Division of Mathematics & Physics,

Division of Chemistry, Division of Life Sciences and Medicine, Division of Earth Sciences, Division of Information Technical Sciences y Division of Technological Sciences”¹³⁴

Autor: Zhao Xinbing, Profesor e Investigador en la Universidad de Zhejiang, Dr en Ingeniería de la universidad de Zhejiang en 1990, Actualmente es el director de la Comisión de Grado Académico de MSE ZJU, miembro del Comité de Expertos de NSFC en Materiales Metálicos, y el Jefe de Redacción de la Revista de Ciencia de los Materiales e Ingeniería y dirige el Laboratorio de Materiales de silicio¹³⁵.

Revista: Es la “Acta Materialia” editada por Board, es un journal Estadounidense que se especializa en la relación entre la estructura y las propiedades de los materiales¹³⁶.

Líderes de las publicaciones nacionales.

Institución: Universidad Nacional de Colombia, sede Santafé de Bogotá. Cuenta con once facultades que conservan la complejidad del conocimiento académico en 49 programas de pregrado, 251 de posgrado y 250 grupos de investigación, hay siete institutos interdisciplinarios de investigación dedicados al estudio de los problemas fundamentales del país¹³⁷.

Autor: Dr. Pedro Prieto. Doctor en ciencias físicas y doctor en superconductividad del centro de investigación nuclear y doctor en materiales magnéticos de la Universidad de California, actualmente se encuentra trabajando como profesor de la facultad de física de la Universidad del Valle¹³⁸.

Revista: Microelectronics Journal. Publicada desde 1969, es un foro internacional para la difusión de la investigación, y aplicaciones de la microelectrónica. Su editorial es ELSEVIER¹³⁹

Líderes de publicaciones institucionales.

Autor: Darío Yesid Peña Ballesteros. **Doctorado** de University Of Manchester Institute Science And Technology, Corrosion, Abril de 1995 – Octubre de 1998, Erosion - corrosion of Composite Based Materials in Laboratory Simulated Fluidized Bed Conditions¹⁴⁰. Líder del grupo de tribología y superficies e integrante del grupo de investigaciones en corrosión.

Líneas de investigación¹⁴¹:

- Inhibidores y Procesos Electroquímicos
- Corrosión en Sistemas Multifásicos
- Fenómenos fisicoquímicos superficiales en biomateriales
- Corrosión-erosión-desgaste
- Erosión
- Lubricación
- Desgaste

ANEXO 23. BASE DE DATOS DEL ANÁLISIS DE PUBLICACIONES

ANÁLISIS DE PUBLICACIONES				BASE DE DATOS	ISI Wos - Web of science		NÚMERO DE PUBLICACIONES			
Ecuación de Búsqueda				Topic=(material*) AND Topic=(Science) OR Title=(material*) Timespan=All Years. Databases=SCI-EXPANDED, SS						
PAÍS	INSTITUCIÓN		AUTOR		REVISTA					
1	USA	3374	1	Chinese Acad Sci	372	1	Zhao, XB	28	1	ACTA MATERIALIA
2	Peoples R China.	2602	2	Tsing Hua Univ	198	2	Li, LT	26	2	SCRIPTA MATERIALIA
3	Japan.	1320	3	CSIC	132	3	Zhang, HJ	25	3	JOURNAL OF ALLOYS AND COMPOUNDS
4	Germany.	1195	4	Indian Inst Technol	122	4	Chen, CH	24	4	MATERIALS LETTERS
5	France.	1111	5	Harbin Inst Technol	116	5	Zhou, YH	23	5	MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING A-STRUCTURAL MATERIALS PROPERTIES MICROSTRUCTURE AND PROCESSING
6	U.K.	959	6	Russian Acad Sci	109	6	Semiatin, SL	23	6	JOURNAL OF MATERIALS SCIENCE
7	India.	742	7	Shanghai Jiao Tong Univ	97	7	Kim, HS	23	7	JOURNAL OF MATERIALS PROCESSING TECHNOLOGY
8	South Korea.	635	8	Tohoku Univ	95	8	Chung, DDL	21	8	CHEMISTRY OF MATERIALS
9	Spain.	501	9	Zhejiang Univ	94	9	Lee, JY	21	9	JOURNAL OF MATERIALS CHEMISTRY
10	Russia.	473	10	Osaka Univ	89	10	Langdon, TG	20	10	MICROPOROUS AND MESOPOROUS MATERIALS
11	Canada.	410	11	Univ Cambridge	88	11	Kim, S	19	11	CEMENT AND CONCRETE RESEARCH
12	Italy.	390	12	Georgia Inst Technol	86	12	Li, Q	19	12	WEAR
13	Taiwan.	356	13	MIT	85	13	Evans, AG	19	13	RARE METAL MATERIALS AND ENGINEERING
14	Poland.	284	14	CNRS	84	14	Lu, K	19	14	MATERIALS CHEMISTRY AND PHYSICS
15	Australia.	262	15	Univ Illinois	83	15	Ashby, MF	19	15	JOURNAL OF THE MECHANICS AND PHYSICS OF SOLIDS
16	Sweden.	217	16	Nanyang Technol Univ	79	16	Liu, C	18	16	ADVANCED MATERIALS
17	Ukraine.	208	17	Univ Sci & Technol Beijing	78	17	Zhang, W	18	17	THIN SOLID FILMS
18	Singapore.	199	18	Shandong Univ	78	18	Lee, CS	18	18	CARBON
19	Netherlands.	186	19	Natl Univ Singapore	76	19	Shi, JL	18	19	MATERIALS RESEARCH BULLETIN
20	Turkey.	180	20	Jilin Univ	72	20	Zhou, Y	18	20	JOURNAL OF MAGNETISM AND MAGNETIC MATERIALS
21	Brazil.	179	21	Northwestern Univ	71	21	Li, X	18	21	MRS BULLETIN

ANEXO 23. - Microsoft Excel

Inicio Insertar Diseño de página Fórmulas Datos Revisar Vista Complementos

E4 fx #

A B C D E F G H I J K L M

1 PUBLICACIONES NACIONALES

2

3

	Ecuación de búsqueda	(TITLE-ABS-KEY(*material*) AND SUBJAREA(mult OR agri OR bioc OR immu OR neur OR phar OR mult OR medi OR nurs OR vete OR dent OR heal OR mult OR ceng OR CHEM OR comp OR eart OR ener OR engi OR envi OR mate OR math OR phys)) AND (colombia) AND (LIMIT-TO(DOCTYPE, "ar"))	Numero de publicaciones encontradas	715	Base de datos
--	-----------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------	-----	----------------------

4

#	Source title	Cant.	#	Author name	Cant.	#	Year	Cant.	#
1	Microelectronics Journa	31	1	Prieto, P.	25	1	2009	6	
2	Physica B Condensed Matter	20	2	Sierra, L.	15	2	2008	149	
3	Journal of Magnetism and Magnetic Materials	12	3	Vargas, R.A.	14	3	2007	105	
4	Physica C Superconductivity and Its Applications	11	4	Moran, O.	13	4	2006	112	
5	Microporous and Mesoporous Materials	10	5	Devia, A.	13	5	2005	58	
6	Solid State Communications	10	6	Gomez, M.E.	13	6	2004	41	
7	Journal of Applied Physics	8	7	Roa-Rojas, J.	12	7	2003	39	
8	Fuel	8	8	Landinez Tellez, D.A.	12	8	2002	23	
9	Powder Diffraction	8	9	Tebaldi, M.	11	9	2001	21	
10	Iatreia	8	10	Lopez, B.L.	11	10	2000	30	

5 PUBLICACIONES INTERNACIONALES PUBLICACIONES NACIONALES PUBLICACIONES UIS

Listo

130%

Documento2 - Micr... ANEXO 41. ANEXO 23. LIBRO PROYECTO... ES Escritorio 06:55 p.m.

ANEXO 23. - Microsoft Excel

Inicio Insertar Diseño de página Fórmulas Datos Revisar Vista Complementos

D6 GLASSES

	A	B	C	D	E	F
1		PUBLICACIONES UIS				
2						
3	#	TITULO	MOD.	KEYWORDS	AUTOR (ES)	AÑO
4	1	AFFINITY MEMBRANE CHROMATOGRAPHY WITH A HYBRID CHITOSAN/CERAMIC MEMBRANE.	SIAI	CERAMICS	MUVDI NOVA CARLOS JESUS	2008
5	2	ANÁLISIS DE CARBONES POR ESPECTROSCOPIA DE PLASMA INDUCIDO POR LASER (LIBS) Y PLASMA GENERADO POR ACOPLAMIENTO INDUCTIVO (LA-ICP-AES)	SIC	PLASMA	CABANZO HERNANDEZ RAFAEL	2007
6	3	ÁNÁLISIS DE HIPERSENSITIVIDAD EN ER3+ EN VIDRIOS NO ÓXIDOS	SIC	GLASSES	FLOREZ LONDOÑO ANCIZAR	2007
7	4	APLICACIÓN DE LA TÉCNICA DE RUIDO ELECTROQUÍMICO PARA LA EVALUACIÓN DE LA CORROSIÓN CALIENTE POR SALES FUNDIDAS	SIC	DEGRADATION	PEÑA BALLESTEROS DARIO YESID	2005
8	VASQUEZ QUINTERO CUSTODIO					
9	5	APLICACIÓN DE OPERACIONES DEL PROCESAMIENTO DE MINERALES A LA RECUPERACIÓN DE PVC Y PET A PARTIR DE RESIDUOS PLÁSTICOS.	SIC	MINERALS	VASQUEZ QUINTERO CUSTODIO	2004
10				POLYMERS		
11	6	APLICACIÓN DEL MÉTODO DE DINÁMICA MOLECULAR A LA IMPLANTACIÓN DE IONES DE NITRÓGENO EN HIERRO	SIC	METALS AND ALLOYS	DUGAR ZHABON VALERIY	2004
12	7	APLICACIÓN DEL MÉTODO DE ELEMENTOS FINITOS AL PROCESO DE COMPACTACIÓN DE POLVOS METÁLICOS.	SIC	METALS AND ALLOYS	DIAZ GUERRERO PEDRO JOSE	2008
13	8	BAND ASSIGNMENTS IN ABSORPTION AND PHOTOLUMINESCENCE OF A NEW TRANSPARENT FLUOROINDATE GLASS DOPED WITH ER AND YB.	SIA2	GLASSES	FLOREZ LONDOÑO ANCIZAR	2005
14	9	BEHAVIOR OF CATALYST WITH RHODIUM IN SIMULTANEOUS HYDRODESULFURATION AND HYDROGENATION REACTIONS.	SIAI	CATALYST	CENTENO HURTADO ARISTOBULO	2008
15					GIRALDO DUARTE SONIA	
16	10	BENEFICIO DE MINERALES DE YESO PROVENIENTES DE LA MINA NACUMA "MUNICIPIO DE LOS SANTOS".	SIC	MINERALS	VASQUEZ QUINTERO CUSTODIO	2008
17	11	BIOSORCIÓN DE FE, AI Y MN DE DRENAJES ÁCIDOS DE MINAS DE CARBÓN EMPLEANDO ALGAS MARINAS SARGASSUM SP EN PROCESOS CONTINUOS.	SIC	MINERALS	LAVERDE CATANO DIONISIO ANTONIO	2005

PUBLICACIONES INTERNACIONALES PUBLICACIONES NACIONALES PUBLICACIONES UIS

Listo 120%

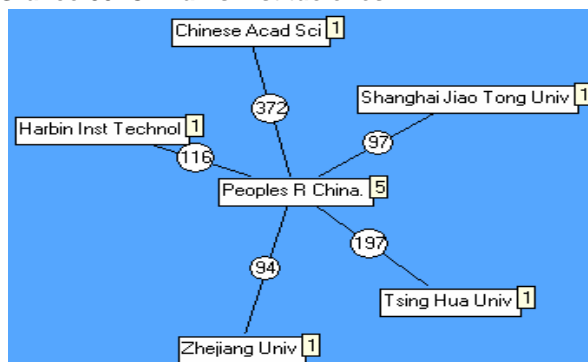
Documento2 - Mic... ANEXO 41. ANEXO 23. LIBRO PROYECTO... ES Escritorio 06:56 p.m.

ANEXO 24. REDES DE LAS PUBLICACIONES INTERNACIONALES

Redes de instituciones: A continuación se presentan los gráficos para otros países destacados y junto a ellos Colombia.

El segundo país en el ranking es China y la información de sus principales instituciones, aquellas que presentan 90 o más publicaciones, se puede ver en el gráfico 35.

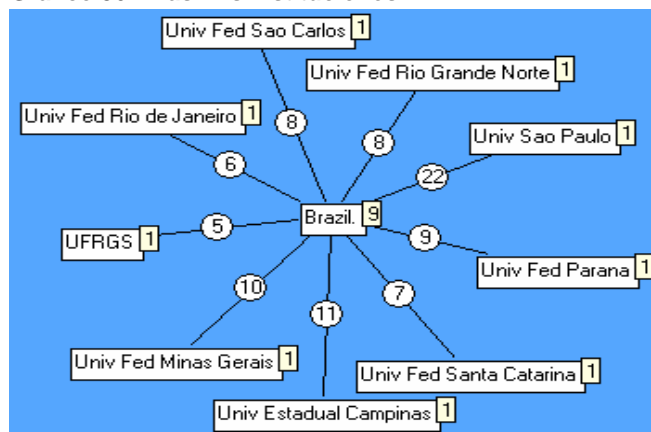
Gráfico 35. China Vs Instituciones



Fuente Matheo Analyzer®

El país suramericano que se destaca es Brasil. En el gráfico 36 se presenta la información referente a sus instituciones con 50 o más artículos.

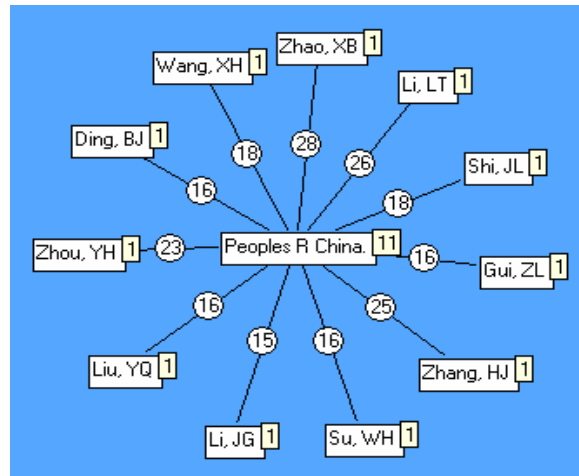
Gráfico 36. Brasil Vs Instituciones



Fuente Matheo Analyzer®

Los autores Chinos que presentan 15 o más artículos de investigación se pueden observar en el gráfico 39.

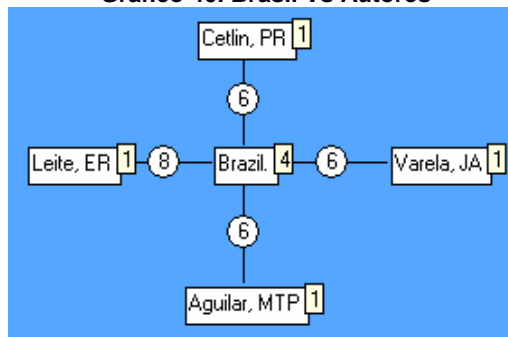
Gráfico 39. China Vs Autores



Fuente Matheo Analyzer®

En el gráfico 40 se muestran los autores del Brasil con 5 o más artículos en la temática.

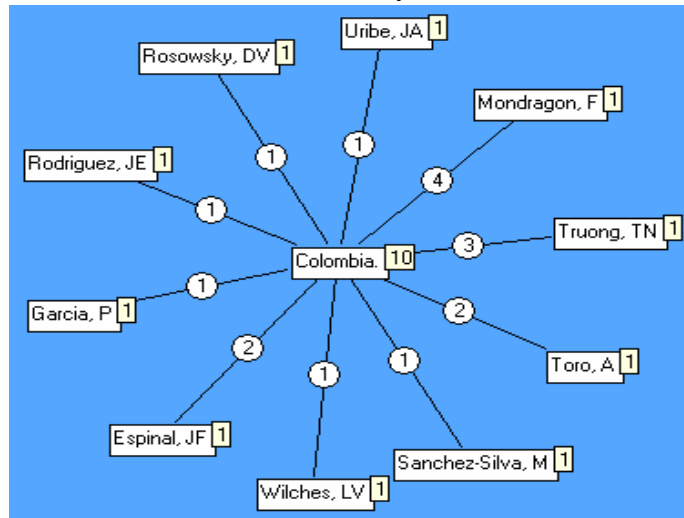
Gráfico 40. Brasil Vs Autores



Fuente Matheo Analyzer®

Los autores que participaron en la realización de los artículos colombianos se pueden observar en el gráfico 41.

Gráfico 41. Red de autores de las publicaciones colombianas.

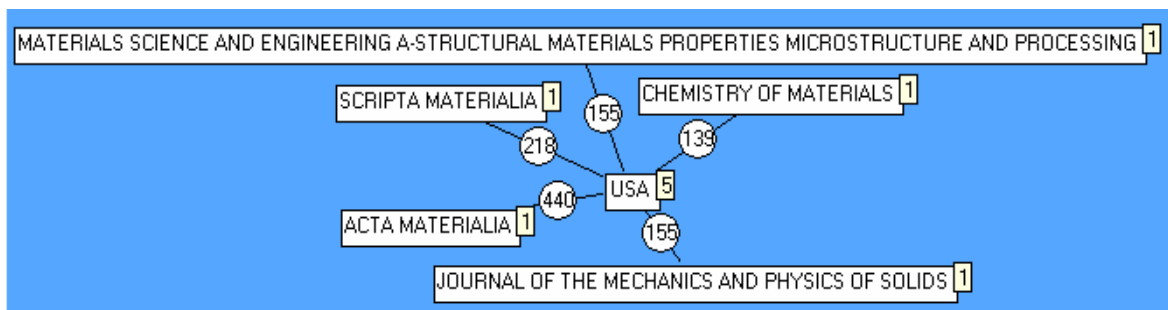


Fuente Matheo Analyzer®

6.1.1.2 Redes de revistas. Realizadas con el objetivo de conocer las revistas en las que los principales países en publicaciones del área a nivel internacional y suramericano, presentan sus artículos de investigación.

En el gráfico 42 se observan las principales revistas donde publican los autores Estadounidenses.

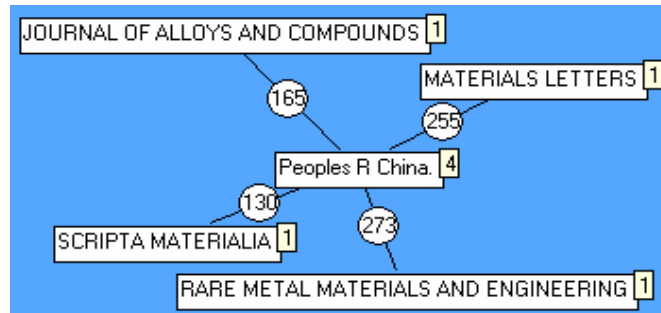
Gráfico 42. USA Vs Revistas



Fuente Matheo Analyzer®

Las revistas del área donde publican los investigadores Chinos en una mayor cantidad se presentan en el gráfico 43.

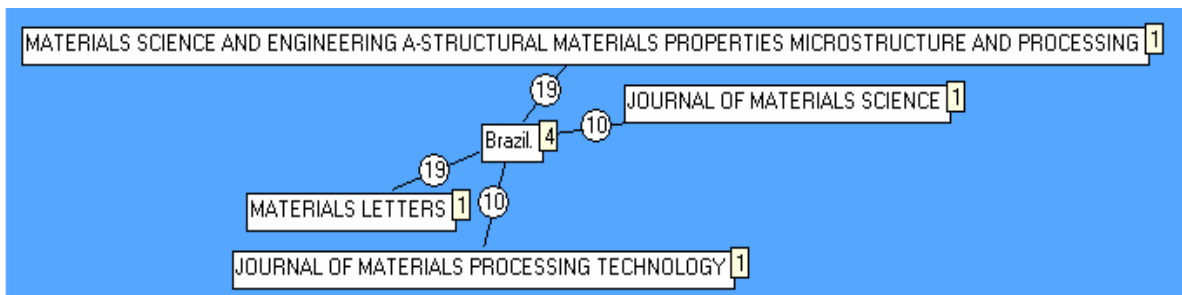
Gráfico 43. China Vs Revistas



Fuente Matheo Analyzer®

La información de las revistas donde más publican los Brasileños se presenta en el gráfico 44.

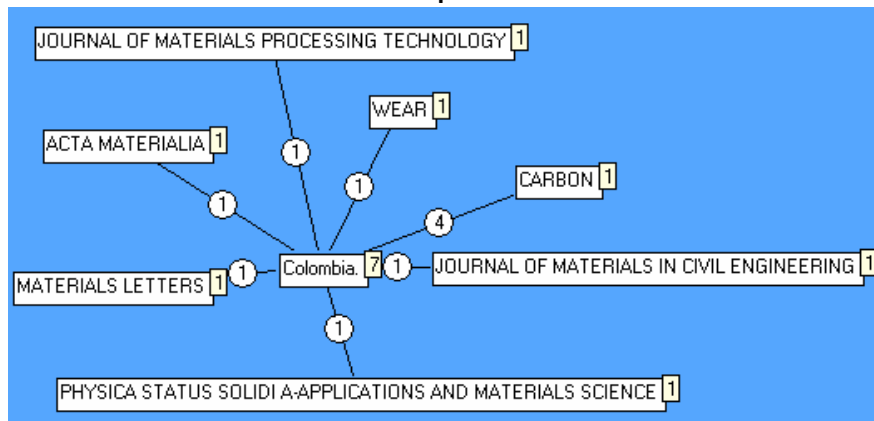
Gráfico 44. Brasil Vs Revistas



Fuente Matheo Analyzer®

En el gráfico 45 se observan las revistas donde las publicaciones de los colombianos fueron presentadas.

Gráfico 45. Red de revistas donde se publicaron los artículos colombianos.

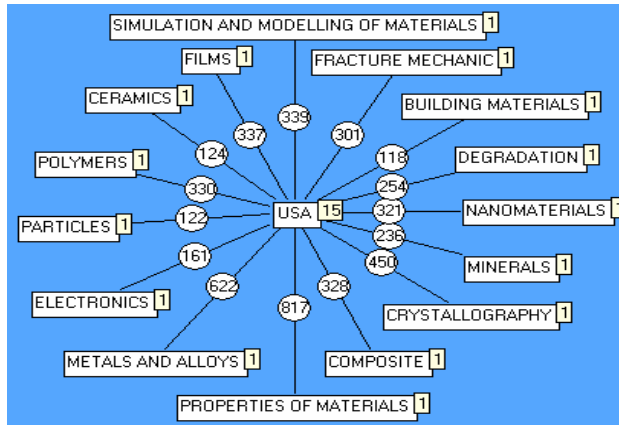


Fuente Matheo Analyzer®

Redes de palabras clave: Se desea conocer de las temáticas clave identificadas, cuáles se desarrollan en los países líderes.

Estados Unidos es el país líder a nivel mundial en publicaciones del área de materiales. En el gráfico 46 se observa la relación de este país con las palabras clave. Se tomaron aquellas que tienen una frecuencia de 100 o más artículos.

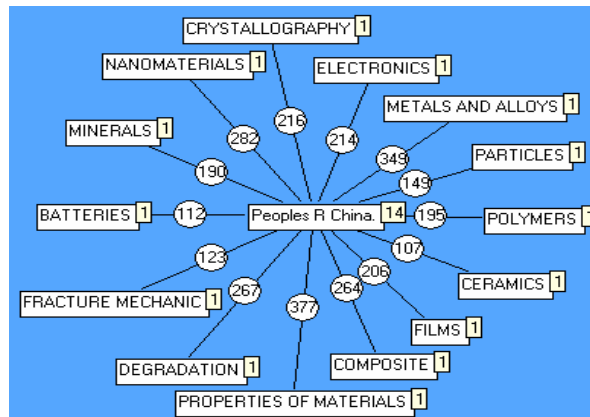
Gráfico 46. USA Vs Palabras Clave



Fuente Matheo Analyzer®

El segundo país con una cantidad significativa de publicaciones es China y su relación con las palabras clave se encuentra en el gráfico 47. Se tomaron aquellas con una frecuencia de 100 o mayor.

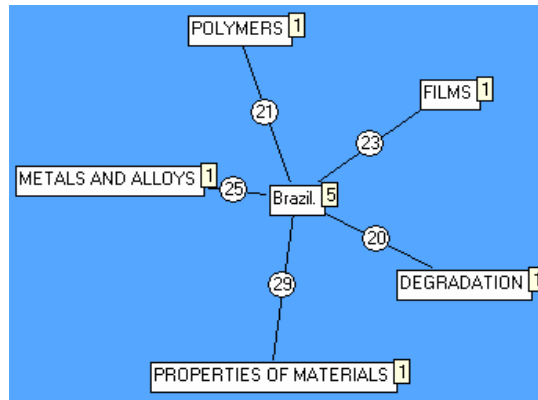
Gráfico 47. China Vs Palabras Clave



Fuente Matheo Analyzer®

De los países suramericanos se destaca Brasil. Las palabras clave relacionadas a los artículos publicados por autores de esa región se pueden observar en el gráfico 48.

Gráfico 48. Brasil Vs Palabras clave



Fuente Matheo Analyzer®

ANEXO 25. GRUPOS DE INVESTIGACIÓN EN EL ÁREA DE MATERIALES – NACIONALES E INSTITUCIONALES.



ANEXO 26. INSTITUCIONES CON GRUPOS DE INVESTIGACIÓN EN EL ÁREA DE MATERIALES

Tabla 72. Instituciones que cuentan con grupos de investigación

UNIVERSIDAD	GRUPOS ASOCIADOS
Universidad Nacional De Colombia - Cundinamarca	28
Universidad Industrial De Santander	19
Universidad Del Valle	16
Universidad De Antioquia	14
Universidad Nacional De Colombia - Antioquia	10
Universidad De Los Andes	9
Universidad Del Cauca	7
Universidad Pedagógica Y Tecnológica De Colombia	7
Universidad Tecnológica De Pereira	5
Universidad Nacional De Colombia - Caldas	3
Escuela Colombiana De Ingeniería Julio Garavito	3
Universidad Autónoma De Occidente	3
Universidad De Pamplona	3
Universidad De San Buenaventura	3
Universidad Eafit	3
Universidad Militar Nueva Granada	3
Universidad Pontificia Bolivariana	3
Universidad Santiago De Cali	3
Pontificia Universidad Javeriana	2
Universidad Antonio Nariño	2
Universidad De Caldas	2
Universidad De Córdoba	2
Universidad De Ibagué - Corunversitaria	2
Universidad De Nariño	2
Universidad Del Atlántico	2
Universidad Del Quindío	2

UNIVERSIDAD	GRUPOS ASOCIADOS
Universidad Del Tolima	2
Universidad Popular Del Cesar	1
Centro De Desarrollo Productivo De Joyería	1
Centro De Desarrollo Tecnológico Y De Asistencia Técnica A La Industria	1
Corporación Centro Tecnológico De La Industria Metalúrgica Eco-Eficiente	1
Corporación Para La Innovación Tecnológica En Materiales	1
Corporación Para La Investigación De La Corrosión	1
Escuela De Ingeniería De Antioquia	1
Fundación Universidad Del Norte	1
Instituto De Capacitación E Investigación Del Plástico Y Del Caucho	1
Instituto Tecnológico Metropolitano	1
Universidad Autónoma Del Caribe	1
Universidad Católica De Colombia	1
Universidad Central	1
Universidad Ces	1
Universidad Colegio Mayor De Cundinamarca	1
Universidad De Cartagena	1
Universidad De La Salle	1
Universidad De Medellín	1
Universidad Del Magdalena	1
Universidad Distrital Francisco José De Caldas	1
Universidad Francisco De Paula Santander	1
Universidad Libre De Colombia	1

Fuente: Autoras del proyecto

ANEXO 27. GRUPOS ASOCIADOS A MÁS DE UNA INSTITUCIÓN

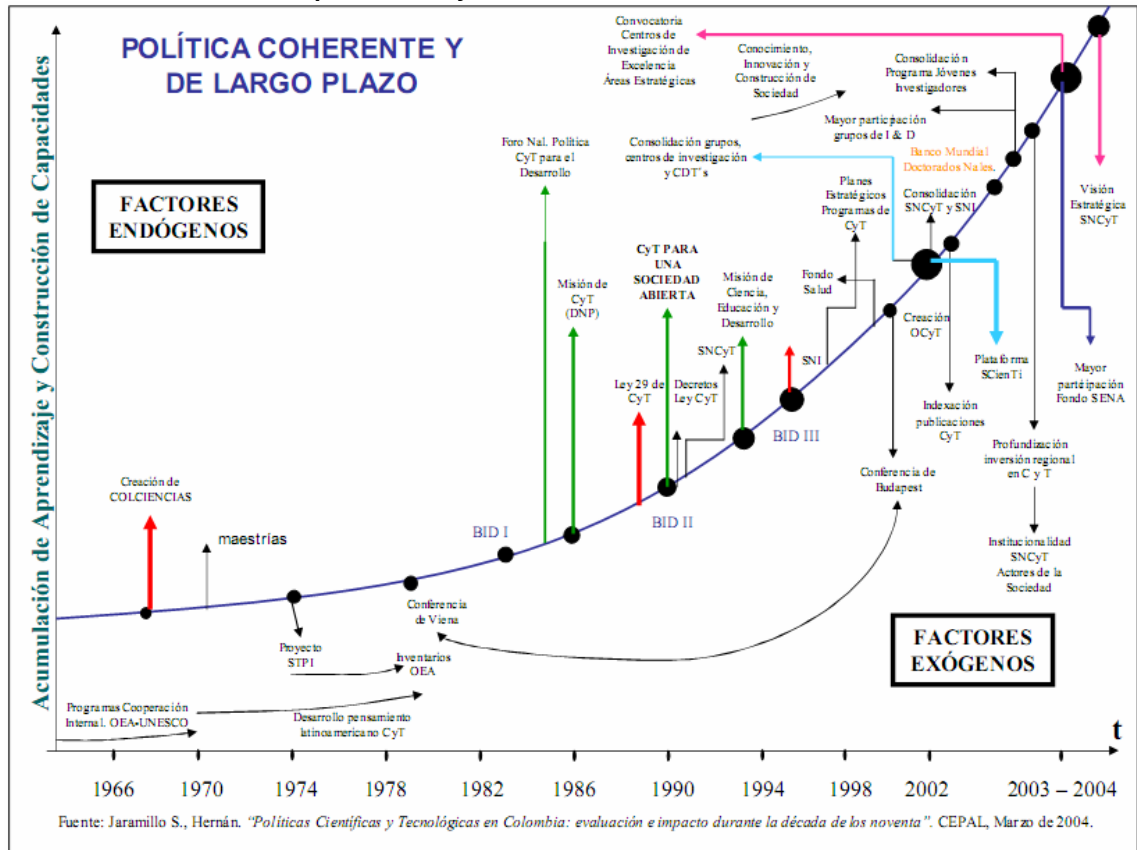
Tabla 73. Grupos de investigación con más de una institución asociada

N°	Nombre	Institución
1	Procesos Metalmecánicos Eco-Eficientes	Universidad de Antioquia
		Corporación Centro Tecnológico de la Industria Metalúrgica Eco-Eficiente (No avalado)
2	Materiales Magnéticos y Nanoestructuras	Universidad del Quindío
		Universidad Nacional de Colombia
3	Grupo De Semiconductores y Nuevos Materiales - SENUMA	Universidad del Cauca
		Universidad Nacional de Colombia
4	Grupo Interdisciplinario e Interinstitucional De Carbones y Carboquímica	Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia
		Corporación para la Investigación de la Corrosión
5	Grupo De Investigación En Ingeniería Biomédica EIA-CES (GIBEC)	Universidad Ces
		Escuela de Ingeniería de Antioquia
6	Síntesis Y Mecanismos De Reacción En Química Orgánica	Universidad de Caldas
		Universidad del Cauca
		Universidad del Valle
7	Interdisciplinario E Interinstitucional De Investigación En Ingeniería Mecánica Con Énfasis En La Preservación Del Medio Ambiente	Universidad Autónoma del Caribe
		Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia
		Universidad del Atlántico
8	GISIOMCA	Universidad del Valle
		Universidad Santiago de Cali

Fuente: Autoras del proyecto

ANEXO 28. DIAGRAMA DE EVENTOS CLAVE DE LA POLÍTICA NACIONAL DE INVESTIGACIÓN

Gráfico 49. Eventos clave política de CyT



ANEXO 29. BASE DE DATOS DE PROGRAMAS ACADÉMICOS

ANEXO 28. - Microsoft Excel

Inicio Insertar Diseño de página Fórmulas Datos Revisar Vista Complementos

AA51

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1										
2										
3	PROGRAMAS IDENTIFICADOS									
4										
5										
6										
7	N°	Codigo Inst	Institución	Acreditación	SNIES	Nombre Programa	Estado	Metodología	Departamento	Municipio
8	1	2811	ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERIA JULIO GARAVITO	Registro Alta Calidad	1980	INGENIERIA CIVIL	ACTIVO	Presencial	BOGOTA D.C	SANTAFE DE BOGOTA
9	2	2811	ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERIA JULIO GARAVITO	Registro Calificado	53118	MAESTRIA EN INGENIERIA CIVIL	ACTIVO	Presencial	BOGOTA D.C	SANTAFE DE BOGOTA
10										
11	3	1713	FUNDACION UNIVERSIDAD DEL NORTE	Registro Alta Calidad	1277	INGENIERIA MECANICA	ACTIVO	Presencial	ATLANTICO	BARRANQUILLA
12	4	1713	FUNDACION UNIVERSIDAD DEL NORTE	Registro Calificado	11985	MAESTRIA EN INGENIERIA MECANICA	ACTIVO	Presencial	ATLANTICO	BARRANQUILLA
13	5	1701	PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA	Registro Alta Calidad	959	INGENIERIA CIVIL	ACTIVO	Presencial	BOGOTA D.C	SANTAFE DE BOGOTA
14										
15	6	1712	UNIVERSIDAD EAFIT- Instituto De Capacitación E Investigación Del Plástico Y Del Caucho (ICIPC)	Registro Calificado	1263	ESPECIALIZACION EN LOS PROCESOS DE TRANSFORMACION DEL PLASTICO Y DEL CAUCHO	ACTIVO	Presencial	ANTIOQUIA	MEDELLIN
	7	1712	UNIVERSIDAD EAFIT- Instituto De Capacitación E Investigación Del	N/A	13438	MAESTRIA EN INGENIERIA DE PROCESAMIENTO DE	ACTIVO	Presencial	ANTIOQUIA	MEDELLIN

SEGUNDO CRITERIO PROGRAMAS ACADÉMICOS UIS CLASIFICADOS POR TIPO CLASIFICADOS POR DEPARTAMENTO

Listo 110%

Documento2 - Micr... ANEXO 24. ANEXO 28. LIBRO PROYECTO_... ES Escritorio 07:02 p.m.

ANEXO 30.ANOTACIONES EN LA BÚSQUEDA DE PROGRAMAS ACADÉMICOS

En la realización de la búsqueda de los planes de estudios ofrecidos por las instituciones investigadoras y que se relacionan con los grupos previamente identificados, se encontraron algunas situaciones que son importante aclarar para una mejor comprensión del análisis realizado, estas se enuncian a continuación:

Grupos de investigación en facultades que tenían programas de licenciatura. Estos casos se enuncian a continuación:

- Es el caso de la Universidad Tecnológica de Pereira que tiene licenciatura en matemáticas y física como único programa de la facultad de ciencias básicas y a esta facultad se encuentran adscritos dos grupos de investigación del área que son Investigación en propiedades magnéticas y magneto-ópticas de nuevos materiales y Plasma, Láser y Aplicaciones.
- En la Universidad Distrital Francisco José de Caldas se encontró el grupo de investigación “Física Teórica y Desarrollo de Software” que se encuentra adscrito al programa de licenciatura de física ofrecido por la institución.

Grupos de investigación adscritos a facultades o departamentos que ofrecen programas tecnológicos:

- En la Universidad Tecnológica de Pereira se tiene una facultad de tecnología en la que se encuentran los programas tecnológicos de la institución y en ella se encuentra ubicado un grupo de investigación del área, llamado Materiales de Ingeniería (GIMI)
- En la Universidad EAFIT, el grupo de investigación en materiales de ingeniería (GME) pertenece a la escuela de ingeniería la cual tiene adscritos varios

programas, pero no se encontró ningún documento en el cual se explicara a cuál de ellos pertenece.

Grupos o centros de investigación multidisciplinarios por lo cual no se identificó programa académico relacionado:

- La Universidad Autónoma del Caribe, cuenta con el grupo de investigación Interdisciplinario e Interinstitucional de Investigación en Ingeniería Mecánica con énfasis en la Preservación del Medio Ambiente, cuya área de conocimiento es Ingeniería Metalúrgica, este programa no lo ofrece la universidad y el grupo se vincula a la facultad de ingenierías y no a un programa específico. Como segunda y tercera institución, éste grupo es respaldado por la Universidad Pedagógica Y Tecnológica De Colombia y por la Universidad Del Atlántico.
- En la universidad Santiago de Cali luego de un estudio enfocaron la investigación en 7 ejes principales y los grupos de investigación fueron agrupados en 7 centros de investigación, dichos centros no se encuentran adscritos a ninguna facultad, ni programa académico, ni eje específico.
- En la Universidad Pontificia Bolivariana los grupos de investigación están adscritos a las diferentes escuelas, las cuales se componen de diferentes programas académicos, pero no se especifica ninguno en especial para cada grupo, es decir son multidisciplinarios; los grupos de esta institución que trabajan en temas relacionados a materiales son 3 y tenían en su área de conocimiento ingeniería química, ingeniería de materiales y metalurgia y física, la primera existe como programa de estudio en la universidad, pero las otras no, luego en el informe solo se tiene en cuenta un plan de estudios.
- La Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia tiene un grupo llamado grupo interdisciplinario e interinstitucional de carbones y carboquímica que es multidisciplinario y en el cual trabaja en unión con la Corporación para la Investigación de la Corrosión, también tiene otro, el Interdisciplinario e

Interinstitucional de Investigación en Ingeniería Mecánica con énfasis en la Preservación del Medio Ambiente en el que trabajan junto a la Universidad Autónoma del Caribe y la Universidad del Atlántico.

- En la Universidad Industrial de Santander se encontró el centro de estudios e investigaciones ambientales, grupo de investigación en materiales fotónicos, laboratorio de espectroscopia atómica y molecular, CIMBIOS que son interdisciplinarios, grupo de investigación en fisicoquímica teórica y experimental que es multidisciplinario.
- Existe un grupo llamado “interdisciplinario e interinstitucional de investigación en ingeniería mecánica con énfasis en la preservación del medio ambiente” que como su nombre lo indica es interdisciplinario y además se desarrolla con la colaboración de tres instituciones que son Universidad del Atlántico, Universidad Autónoma Del Caribe y Universidad Pedagógica Y Tecnológica De Colombia, y no tiene asociado un programa académico de forma directa.
- En la Universidad de San Buenaventura con sede en Bogotá tiene un sistema integrado de investigación bajo el cual se encuentran los grupos de investigación y ellos trabajan de manera conjunta, allí se encontraron los grupos “teoría y aplicación de sistemas y dispositivos de Estado Sólido”, “GIMOC (Grupo de Investigación Motor Combustión)” y “Grupo de Investigación en Nanotecnología GINUS”, que debido a esta razón no se enfocan en un programa académico sino que son multidisciplinarios y cuentan con el apoyo de los otros grupos de investigación de la institución.
- El grupo de Diseño Inteligente Inspirado en la Naturaleza pertenece al departamento de diseño industrial y textil, que se encuentra en la facultad de arquitectura y diseño de la Universidad de los Andes, en dicha facultad los grupos de investigación son reunidos en el CIFAD, centro de investigación de la facultad de arquitectura, dicho centro es interdisciplinar y encierra a los grupos de investigación de la facultad.

No se encontraron programas académicos relacionados:

- En la Universidad Nacional con sede en Bogotá D.C., existe un grupo llamado “Grupo de Investigación en Biomecánica” que tiene por área de conocimiento ingeniería biomédica, pero en sus programas académicos de pregrado no existe uno que se relacione claramente al grupo.
- El ciencia y tecnología de materiales cerámicos (CYTEMAC) de la Universidad del Cauca se encuentra adscrito a la facultad de ciencias naturales, exactas y de la educación y no se encontró información sobre programas relacionados, en el área de conocimiento en el portafolio del grupo aparece como ingenierías - ingeniería de materiales y metalúrgica, pero ese plan de estudios no es ofrecido por la institución, ni uno similar.
- La Universidad Antonio Nariño cuenta con dos grupos de investigación relacionados con el área estratégica. Se aclara que el programa académico de Física, asociado al grupo PERSEO por el área de conocimiento, no es ofrecido por la universidad.
- La Universidad Autónoma del Occidente tiene el grupo GINSAI, con área de conocimiento en Física, programa que no brinda la universidad.

Otras situaciones:

- Hay un grupo de la Universidad Popular del Cesar que tiene en su área de conocimiento ingeniería Química, pero la institución no ofrece estudios en este programa y no se tiene información acerca del (os) programa (s) adscrito (s) al grupo.
- En la Universidad del Tolima se encontraron dos grupos de investigación del área de materiales llamados “Ciencia de materiales” y “Grupo de Investigación en Materiales Semiconductores y Superiónicos”, los cuales se encuentran adscritos al

departamento de física que tiene como único programa académico la especialización en física, pero éste se encuentra inactivo, razón por la cual no se tiene en cuenta en la lista de programas del área.

- En la Universidad del Magdalena se encontró el grupo de nuevos materiales (GNM), que tiene como área de conocimiento “ciencias exactas y de la tierra – física”, pero la institución no ofrece este programa y nos se encontró información acerca de los programas académicos con los que trabaja.
- No se encontró información acerca del programa académico, facultad o escuela a la cual pertenece el grupo de investigaciones en transporte molecular (GITRAM) perteneciente a la universidad de Pamplona.
- La Universidad Autónoma del Occidente cuenta el grupo Ciencia e Ingeniería de Materiales, GCIM, pertenece al CENM y aporta conocimiento científico y tecnológico en el área de materiales con aplicaciones a los procesos industriales de la región y del país, integrando y optimizando los recursos interinstitucionales de los grupos participantes de la Facultad de Ingeniería, de la Universidad Autónoma de Occidente, y del Departamento de Física y la Escuela de Materiales, de la Universidad del Valle.

Corporaciones o instituciones que ofrecen planes educativos relacionados con el área:

- La Corporación Centro Tecnológico de la Industria Metalúrgica Eco-Eficiente, es una institución de carácter privado sin ánimo de lucro, que desde 1997, ha tenido como objetivo el desarrollo de proyectos y prestación de servicios para la industria, enfocados en la innovación, la tecnología, la investigación y la ejecución directa de ingeniería en las empresas. Esta corporación cuenta con un grupo de investigación de procesos metal mecánico eco-eficientes que apoya a la industria, en especial del sector metalmecánico y entre sus líneas y proyectos contemplan el área de materiales.

- La Corporación para la Investigación de la Corrosión (C.I.C.) es una entidad de carácter mixto, sin ánimo de lucro, cuyo objetivo es la producción de conocimiento, innovación y tecnología para el manejo integral de la corrosión industrial, ofreciendo al sector productivo proyectos de investigación y programas tecnológicos, involucrando tecnología de carácter correctivo, preventivo y predictivo. Esta corporación en alianza con la UPTC, tienen el grupo de investigación llamado “Interdisciplinario e Interinstitucional de Carbones y Carboquímica”.
- El Centro de Desarrollo Productivo de joyería de Bucaramanga-Colombia, es una institución dedicada al fortalecimiento tecnológico del sector de la joyería con miras a resolver las necesidades de los empresarios, fabricantes y comercializadores. Posee un grupo de investigación que lleva el mismo nombre y tiene una línea de investigación declarada y proyectos relacionados con el área de materiales.
- Para la Corporación para la Innovación Tecnológica en Materiales que tiene asociado el Grupo en Ciencia e Ingeniería de Materiales CITEMA, no se encontró información relevante en la búsqueda realizada por el buscador Google, diferente a la suministrada por Colciencias.
- El Centro de Desarrollo Tecnológico y Asistencia Técnica a la Industria CDT ASTIN es una entidad dedicada a brindarle apoyo a las empresas de plástico y metalmecánica colombianas, a las cuales les ofrece servicios de Formación Profesional, Seminarios Especializados, Pruebas de Laboratorio y Asistencia Técnica. Su filosofía de trabajo es la innovación, por lo tanto, continuamente formula proyectos de investigación novedosos, enfocados en la solución de problemas con el fin de incrementar la competitividad y productividad de la industria y posee el grupo de investigación asociado al él.
- El Instituto de capacitación e investigación del plástico y del caucho (ICIPC) es una fundación sin ánimo de lucro, una empresa de servicios abierta a socios y no socios, un centro académico y un centro de investigación y desarrollo. Cuenta con

un grupo de investigación aplicada en polímeros y se dictan dos programas conjuntamente con la universidad EAFIT que se tuvieron en cuenta en el análisis.

- El Instituto Tecnológico Metropolitano - Institución Universitaria, cuenta con un grupo de investigación llamado “Materiales y Tecnologías de Construcción” cuya área de conocimiento es Ingeniería Civil. Sin embargo en dicha Institución no cuenta con dicho programa, y la información disponible éste grupo no se encuentra directamente asociado a alguno de los programas que ofrece la institución.
- La Fundación Universidad Central cuenta con el grupo de investigación Estado Sólido y Optoelectrónica, en el área de conocimiento Ciencias Exactas y de la Tierra – Física, sin embargo, la institución no ofrece dicho programa. Realizando una búsqueda más a fondo, se encontró este programa vinculado con el programa de Ingeniería Electrónica, el cual se incluyó en el análisis de programas académicos.
- El Instituto de Ciencias de la Salud CES y la Escuela de Ingeniería de Antioquia ofrecen en conjunto el programa de Ingeniería Biomédica EIA-CES y trabajan en el Grupo de Investigación en Ingeniería Biomédica EIA-CES (GIBEC).

**ANEXO 31. INSTITUCIONES CON PROGRAMAS ACADÉMICOS RELACIONADOS
CON LOS GRUPOS DE INVESTIGACIÓN DEL ÁREA**

Tabla 74. Programas académicos por institución, segundo criterio

N°	INSTITUCIÓN	N° DE PROGRAMAS
1	Universidad Nacional de Colombia	14
2	Universidad Industrial de Santander	11
3	Universidad de Antioquia	9
4	Universidad del Valle	8
5	Universidad de los Andes	7
6	Universidad EAFIT	4
7	Universidad del Cauca	3
8	Universidad Militar-Nueva Granada	3
9	Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia	3
10	Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito	2
11	Fundación Universidad del Norte	2
12	Universidad de Caldas	2
13	Universidad de Córdoba	2
14	Universidad de Ibagué	2
15	Universidad de Nariño	2
16	Universidad de Pamplona	2
17	Universidad del Quindío	2
18	Universidad EAFIT- Instituto de Capacitación e Investigación del Plástico y del Caucho (ICIPC)	2
19	Universidad Santiago de Cali	2
20	Universidad Tecnológica de Pereira	2
21	Universidad-Colegio Mayor de Cundinamarca	2
22	Escuela de Ingeniería de Antioquia	1
23	Fundación Universidad Central	1
24	Pontificia Universidad Javeriana	1
25	Universidad Antonio Nariño	1
26	Universidad Autónoma De Occidente	1
27	Universidad Católica de Colombia	1
28	Universidad CES	1
29	Universidad de Cartagena	1
30	Universidad de La Sallé	1
31	Universidad de Medellín	1

N°	INSTITUCIÓN	N° DE PROGRAMAS
32	Universidad del Atlántico	1
33	Universidad Distrital Francisco José de Caldas	1
34	Universidad Francisco de Paula Santander	1
35	Universidad Libre	1
36	Universidad Pontificia Bolivariana	1

Fuente: Autoras del proyecto

ANEXO 32. PROGRAMAS ACADÉMICOS QUE APORTAN AL ÁREA A NIVEL NACIONAL

Tabla 75. Programas académicos que aportan al área a nivel nacional

#	PROGRAMA ACADEMICO	N° DE PROGRAMAS
1	Química	11
2	Física	11
3	Ingeniería civil	11
4	Ingeniería mecánica	9
5	Ingeniería química	7
6	Ingeniería física	4
7	Ingeniería metalúrgica	4
8	Maestría en química	3
9	Ingeniería biomédica	2
10	Ingeniería de materiales	2
11	Ingeniería eléctrica	2
12	Ingeniería electrónica	2
13	Maestría en ingeniería	2
14	Maestría en ingeniería química	2
15	Odontología	2
16	Arquitectura	1
17	Bioingeniería	1
18	Construcción y gestión en arquitectura	1
19	Doctorado en ciencias - física	1
20	Doctorado en ciencias químicas	1
21	Doctorado en ingeniería	1
22	Doctorado en ingeniería química	1
23	Doctorado en química	1
24	Especialización en construcción sostenible	1
25	Especialización en los procesos de transformación del plástico y del caucho	1
26	Especialización en mecánica de materiales	1
27	Especialización en química	1
28	Ingeniería de minas	1
29	Ingeniería de minas y metalurgia	1
30	Ingeniería en mecatrónica	1
31	licenciatura en física	1

32	licenciatura en matemáticas y física	1
33	Maestría en ciencias básicas biomédicas	1
34	Maestría en ciencias de los materiales	1
35	Maestría en ciencias - física	1
36	Maestría en física	1
37	Maestría en ingeniería civil	1
38	Maestría en ingeniería de materiales	1
39	Maestría en ingeniería de procesamiento de polímeros	1
40	Maestría en ingeniería mecánica	1
41	Maestría en microbiología medica	1
42	Medicina	1

Fuente: Autoras del proyecto

ANEXO 33. JUSTIFICACIÓN INCLUSIÓN DEL PROGRAMA DE ING. METALÚRGICA COMO PROGRAMA DIRECTO

De acuerdo con el estudio realizado por ACOFI sobre la estructura curricular de los programas de ingeniería en concordancia con lo estipulado en el Decreto 792 de 2001 y con la aprobación del Consejo Académico AD-HOC, designado para este proceso, se estableció que la estructura general para el ECAES de Ingeniería Metalúrgica esté conformada por dos componentes: un Núcleo Común que incluye el Campo de Formación Básica y un Núcleo No Común que comprende el Campo de Formación en Ciencias Básicas de Ingeniería y el Campo de Formación Profesional.

NÚCLEO COMÚN

Los contenidos básicos se agrupan por campos de formación, áreas y subáreas de la siguiente manera:

Campo de Formación Básica

Es el conjunto de conocimientos de las ciencias naturales y de las matemáticas que proporciona los conocimientos teóricos y prácticos para fundamentar la ingeniería. Comprende los temas referentes a la matemática, física, química y biología, que de acuerdo a cada especialidad de ingeniería en particular, puede presentar pequeñas variaciones, que no afectan la estructura general. Así mismo, se evalúa el componente socio humanístico y económico-administrativo que está orientado hacia la ubicación de la experiencia personal y universitaria en un contexto histórico, socio-económico, político, cultural, técnico o científico, con énfasis en el papel pasado, presente y futuro del conocimiento. Así, las áreas y subáreas que se evalúan en este campo son:

- ✓ Área de Matemáticas: Incluye las subáreas de álgebra, trigonometría, geometría analítica, cálculo diferencial, cálculo vectorial, cálculo integral y ecuaciones diferenciales.

- ✓ Área de Física: Incluye las subáreas de física mecánica, electricidad y magnetismo, física de ondas y partículas.
- ✓ Área de Química: Incluye las subáreas de conceptos fundamentales, soluciones, propiedades y estados de la materia.
- ✓ Área de Humanidades: Incluye las subáreas de cultura general, inglés, Constitución y democracia.
- ✓ Área Económico Administrativa: Incluye las subáreas de fundamentos de economía y análisis financiero.

NÚCLEO NO COMÚN

Los contenidos básicos se agrupan por campos de formación, áreas y subáreas de la siguiente manera:

Campo de Formación en Ciencias Básicas de Ingeniería

Es el conjunto de temas que estudian las características y aplicaciones de las ciencias básicas, para fundamentar el diseño de sistemas y mecanismos, en la solución de problemas prácticos. Este campo es el puente necesario para la fundamentación de la Ingeniería Profesional o Aplicada. Comprende las siguientes áreas:

- ✓ Área de Mécanica de Materiales: Incluye las subáreas de dibujo general, geometría descriptiva, estática, resistencia de materiales y comportamiento mecánico de los materiales.
- ✓ Área de Cristalografía: Incluye las subáreas de estructuras cristalinas y defectos en los cristales.
- ✓ Área de Físicoquímica: Incluye las subáreas de termodinámica, balance de materia y energía, cinética y fenómenos de transporte.
- ✓ Área Interdisciplinaria: Incluye las subáreas de dibujo general, computación, gestión ambiental, control de calidad y estadística.

Campo de Formación Profesional

Es el conjunto de conocimientos propios básicos de un campo específico de la ingeniería mediante los cuales es posible desarrollar conocimientos y tecnología que permiten la aplicación de los principios de las ciencias básicas de la ingeniería. Comprende el saber hacer de la profesión al nivel del estado del arte en las siguientes áreas:

- ✓ Área de Procesos y Control: Incluye las subáreas de corrosión de materiales, metalurgia de soldadura, fundición y siderúrgica, y ensayos no destructivos.
- ✓ Área de Metalurgia Extractiva: Incluye las subáreas de hidrometalurgia, pirometalurgia y materiales particulados.
- ✓ Área de Metalurgia Física: Incluye las subáreas de materiales, solidificación, transformación de fases, tratamientos térmicos, mecanismos de endurecimiento de metales y fractura de materiales.

**ANEXO 34. INSTITUCIONES QUE TRABAJARON EN PUBLICACIONES
COLOMBIANAS DEL ÁREA.**

Tabla 76. Instituciones nacionales con publicaciones en el área

N°	INSTITUCIÓN	CANT.
1	Universidad Nacional de Colombia Bogotá	221
2	Universidad del Valle	141
3	Universidad de Antioquia	134
4	Universidad Industrial de Santander	66
5	Universidad de Los Andes	54
6	Universidad Javeriana	27
7	Universidad Pontificia Bolivariana	26
8	Universidad del Cauca	19
9	Universidad Nacional de Colombia Medellín	13
10	Universidad de Cartagena	12
11	Ecopetrol	12
12	Facultad de Medicina	11
13	Universidad del Quindío	11
14	Instituto Nacional de Salud	8
15	Universidad EAFIT	8
16	Universidad El Bosque	7
17	Universidad del Rosario	6
18	Universidad Tecnológica de Pereira	6
19	Universidad Distrital Francisco José de Caldas	5
20	Universidad De Los Andes Facultad de Ciencias	5
21	Universidad de Caldas	5
22	Universidad del Magdalena	4
23	Universidad CES	4
24	Instituto de Ciencias de la Salud	3
25	Universidad de la Amazonia	3
26	Colegio Odontológico Colombiano	3
27	Hospital Pablo Tobon Uribe	3
28	Corporación para Investigaciones Biológicas	3
29	Fundación Santa Fe de Bogotá	3
30	Instituto Colombiano de Medicina Tropical	3

N°	INSTITUCIÓN	CANT.
31	Universidad del Atlántico	2
32	Universidad de Córdoba	2
33	Hospital Universitario San Vicente de Paúl	2
34	Centro Internacional de Entrenamiento e Investigaciones Medicas	2
35	Universidad Nacional de Colombia Manizales	2
36	Escuela de Ingeniería de Antioquia	2

Fuente: Autoras del proyecto

Tabla 77. Instituciones internacionales con publicaciones en el área

N°	INSTITUCIÓN	CANT.
1	Centro de Investigación y de Estudios Avanzados	10
2	Chalmers Tekniska Högskola	9
3	Universidad de Valladolid	8
4	Universidad Complutense de Madrid	8
5	Universidad Nacional de La Plata	8
6	Universidade Estadual De Campinas, Instituto de Fisica Gleb Wataghin	7
7	University of Utah	7
8	Universite de Haute Alsace	7
9	Universidad Nacional Autónoma de México	7
10	University of Notre Dame	6

Fuente: Autoras del proyecto

ANEXO 35. AUTORES DE LAS PUBLICACIONES NACIONALES

Tabla 78. Autores de las publicaciones nacionales

#	Autor	Cant.
1	Prieto, P.	25
2	Sierra, L.	15
3	Vargas, R.A.	14
4	Moran, O.	13
5	Devia, A.	13
6	Gomez, M.E.	13
7	Roa-Rojas, J.	12
8	Landinez Tellez, D.A.	12
9	Tebaldi, M.	11
10	Lopez, B.L.	11
11	Mondragon, F.	11
12	Bolognini, N.	11
13	Baca, E.	10
14	Guth, J.L.	9
15	Ganan, P.	9
16	Giraldo, L.	9
17	Mellander, B.E.	9
18	Moreno-Pirajan, J.C.	8
19	Moreno, J.C.	8
20	Rodriguez-Paez, J.E.	8
21	Mondragon, I.	8
22	Diosa, J.E.	7
23	Mikhailov, I.D.	7
24	Rodriguez-Perez, M.A.	6
25	Ariza-Calderon, H.	6
26	Delvasto, S.	6
27	Restrepo, E.	6
28	Zambrano, G.	6
29	Almanza, O.	6
30	Rodriguez, J.E.	6
31	De Saja, J.A.	6
32	Torres, J.	6
33	Tirado-Mejia, L.	6
34	Suib, S.L.	5

#	Autor	Cant.
35	Garcia, J.J.	5
36	Zamora, L.E.	5
37	Palacio, L.A.	5
38	Greneche, J.M.	5
39	Saldarriaga, W.	5
40	Truong, T.N.	5
41	Arango, Y.C.	5
42	Perez Alcazar, G.A.	5
43	De Gutierrez, R.M.	5
44	Lopera, W.	5
45	Henao, J.A.	5
46	Mesa, M.	5
47	Quiroga, L.	5
48	Fajardo, F.	5
49	Delgado, J.M.	5
50	Aristizabal-Ochoa, J.D.	5
51	Quintero, M.	4
52	Costa, J.	4
53	Tovar, A.	4
54	Saldarriaga, C.	4
55	Sierra-Ortega, J.	4
56	Ramirez, A.	4
57	Camacho, A.	4
58	Arias, D.	4
59	Garcia, C.	4
60	Chacon, M.	4
61	Santamaria, J.	4
62	Renaud, J.E.	4
63	Hurtado, J.E.	4
64	Tobon-Arroyave, S.I.	4
65	Schneider, R.	4
66	Betancur, F.J.	4
67	de Gutierrez, R.M.	4
68	Latorre, G.	4
69	Moreno, L.C.	4
70	Oyola, D.	4
71	Trias, D.	4

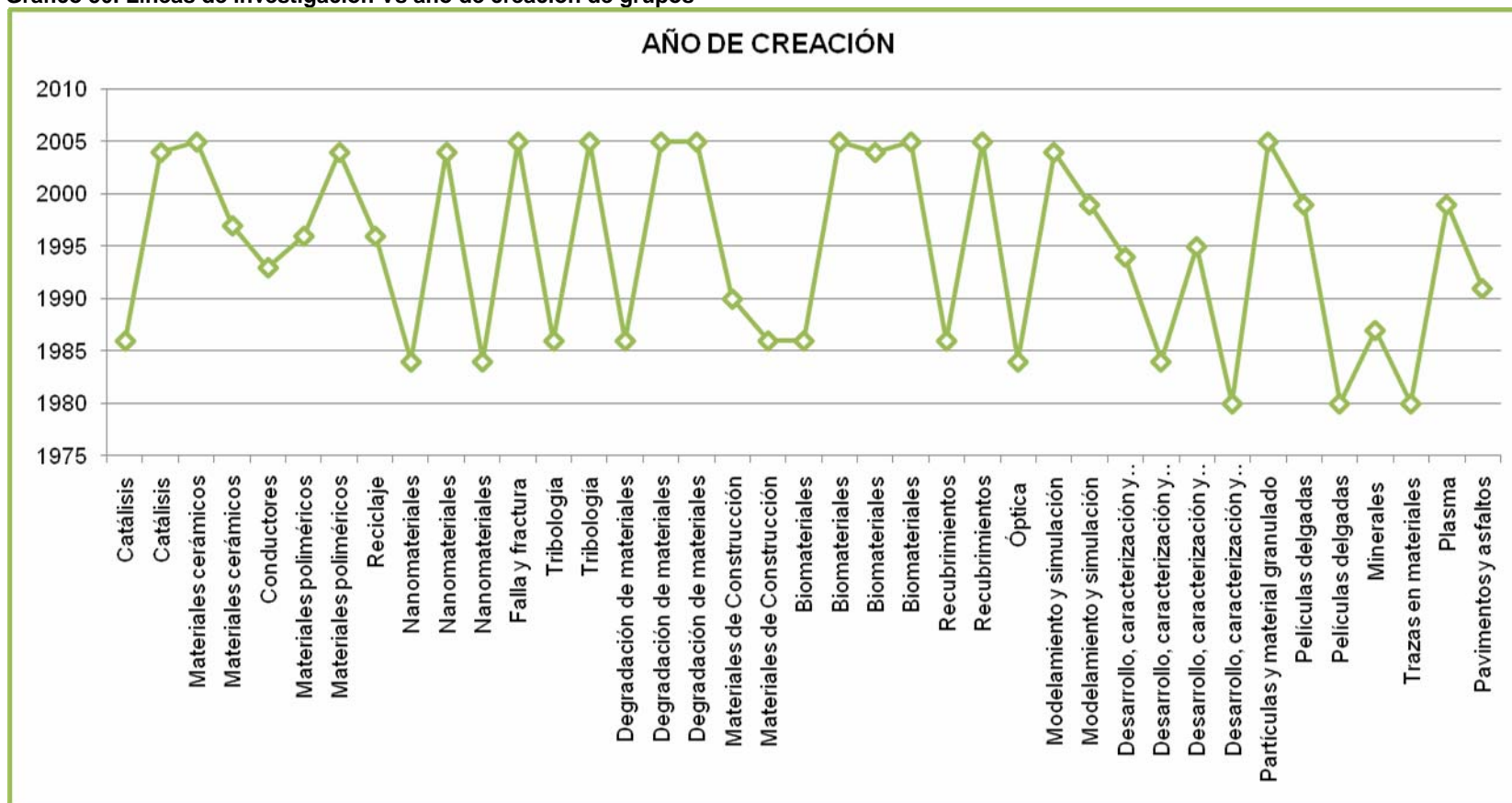
#	Autor	Cant.
72	Tascon, J.E.	4
73	Duque, C.A.	4
74	Hott, R.	4
75	Mattar, S.	4
76	Restrepo, J.	4
77	Quintero, J.	3
78	Barrero, C.A.	3
79	Giraldo-Gutierrez, L.	3
80	Duran, A.	3
81	De Correa, C.M.	3
82	Camacho, A.S.	3
83	Rinderer, L.	3
84	Toro, A.	3
85	Vicent, J.L.	3
86	Rios, C.A.	3
87	Arias, D.F.	3
88	Hofman, A.	3
89	Jacome, C.E.	3
90	Cadavid, D.	3
91	Arcos-Burgos, M.	3
92	Rodriguez, J.A.	3
93	Giraldo, O.	3
94	Rivadeneira, F.	3
95	Leon, C.	3
96	Arroyave, C.	3
97	Romero, J.	3
98	Arbey Rodriguez, M.J.	3
99	Toro, L.A.	3
100	Botero, J.E.	3
101	Steren, L.B.	3
102	Montoya, A.	3
103	Brostow, W.	3
104	Barrera, J.F.	3
105	Herrera, J.A.	3
106	Oliveira, L.E.	3
107	Haberkorn, N.	3
108	Ospina, R.	3

#	Autor	Cant.
109	Castro, L.F.	3
110	Alvarado, B.E.	3
111	Pols, H.A.P.	3
112	Guimpel, J.	3
113	Reyes-Gomez, E.	3
114	Patel, N.M.	3
115	Colorado, H.A.	3
116	Alfonso, J.E.	3
117	Tschiptschin, A.P.	3
118	Cere, S.	3
119	Gordillo, G.	3
120	Marin, J.H.	3
121	Pena, V.	3
122	Contreras, A.	3
123	Gordillo, G.	3
124	Beck, T.J.	3
125	Uitterlinden, A.G.	3
126	Salva, H.R.	3
127	Castellanos, J.E.	3
128	Sefrioui, Z.	3
129	Restrepo-Parra, E.	3
130	Mosquera, A.	3
131	Cortes, D.H.	3
132	Fuchs, D.	3
133	Perez, F.	3
134	Henao, R.	3
135	Rincon, D.A.	3
136	Mendoza-Alvarez, J.G.	3
137	Moreno, F.	3
138	Sanchez-Silva, M.	3
139	Benavides, V.	3
140	Rincon, C.	3
141	Castro, L.F.	3
142	Jurado, J.F.	3
143	Ghilarducci, A.A.	3
144	Martinez, J.L.	3
145	Carmona-Fonseca, J.	3

#	Autor	Cant.
146	Salazar, A.	3
147	Torroba, R.	3
148	Espinal, J.F.	3
149	Lousa, A.	3
150	Esteve, J.	3
151	Delvasto, S.A.	2
152	Bos, K.	2
153	Bose, T.	2
154	Betancourth, M.	2
155	De Gutierrez, R.	2
156	Besanaon, M.	2
157	Bertram, I.	2
158	Bernhard, R.	2
159	Bernardi, G.	2
160	Torijano, E.	2

ANEXO 36. DINÁMICA DE CREACIÓN DE GRUPOS UIS POR LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Gráfico 50. Líneas de investigación Vs año de creación de grupos



Fuente: Autoras del proyecto

ANEXO 37. AUTORES DE LAS PUBLICACIONES INSTITUCIONALES

Tabla 79. Autores líderes en las publicaciones UIS

#	AUTOR	CANT.
1	Peña Ballesteros Darío Yesid	27
2	Vásquez Quintero Custodio	21
3	Mikhailov Ilia Davidovich	12
4	Laverde Catano Dionisio Antonio	10
5	Dugar Zhabon Valeriy	6
6	Flórez Londoño Ancizar	6
7	Córdoba Tuta Elcy Maria	5
8	Centeno Hurtado Aristóbulo	4
9	Forero Gómez Luis Emilio	4
10	Uribe Pérez Iván	4
11	Cabanzo Hernández Rafael	3
12	Meneses Fonseca Jaime Enrique	3
13	Flórez Serrano Milton	2
14	Giraldo Duarte Sonia Azucena	2
15	Henaó Martínez José Antonio	2
16	Neira Arenas Gustavo	2
17	Salazar la Rotta Ramiro Augusto	2
18	Carrillo Escobar Julio Cesar	1
19	Combariza Montañez Marianny Yajaira	1
20	Cruz Hernández Ricardo Alfredo	1
21	Díaz Guerrero Pedro José	1
22	Escalante Hernández Humberto	1
23	Espinel Correal Francisco	1
24	Gómez Moreno Orlando José	1
25	Mejía Ospino Enrique	1
26	Molina Velasco Daniel Ricardo	1
27	Muvdi Nova Carlos Jesús	1
28	Paredes Gutiérrez Harold	1
29	Pérez Angulo Julio Cesar	1
30	Ríos Reyes Carlos Alberto	1

Fuente: Autoras del proyecto

ANEXO 38. ANÁLISIS DE PATENTES

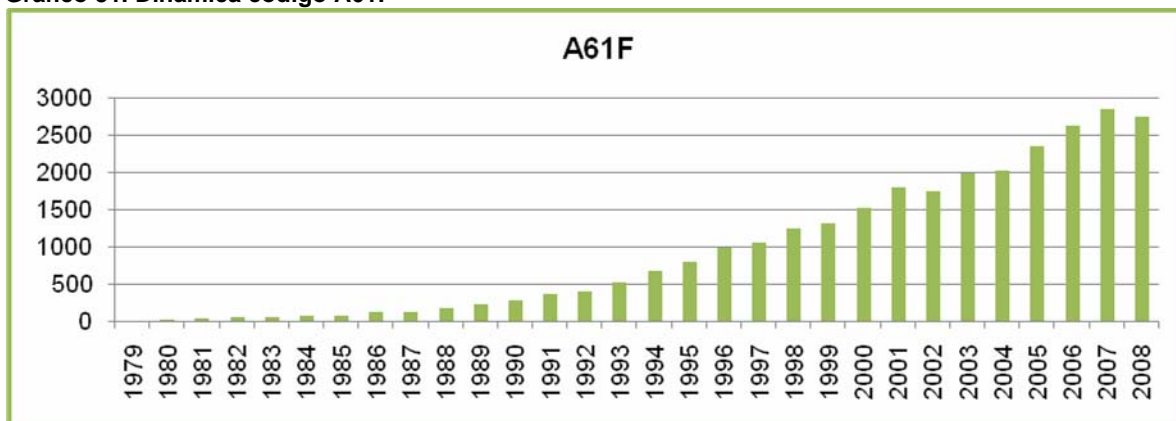
Biomateriales. Para la línea de biomateriales se encontró tan solo el código A61F, ver tabla 80. El código presenta aplicaciones a partir del año 1979, observándose desde entonces una tendencia de crecimiento en la cantidad de aplicaciones hasta el 2008 (Ver gráfico 51).

Tabla 80. Subclases IPC - Biomateriales

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
A61F	Filtros implantables en los vasos sanguíneos; prótesis; dispositivos que mantienen la luz o que evitan el colapso de estructuras tubulares, p. Ej. Stents; dispositivos de ortopedia, cura o para la contracepción; fomentación; tratamiento o protección de ojos y oídos; vendajes, apósitos o compresas absorbentes; botiquines de primeros auxilios	12571
TOTAL		12571

Elaborado por: Autoras

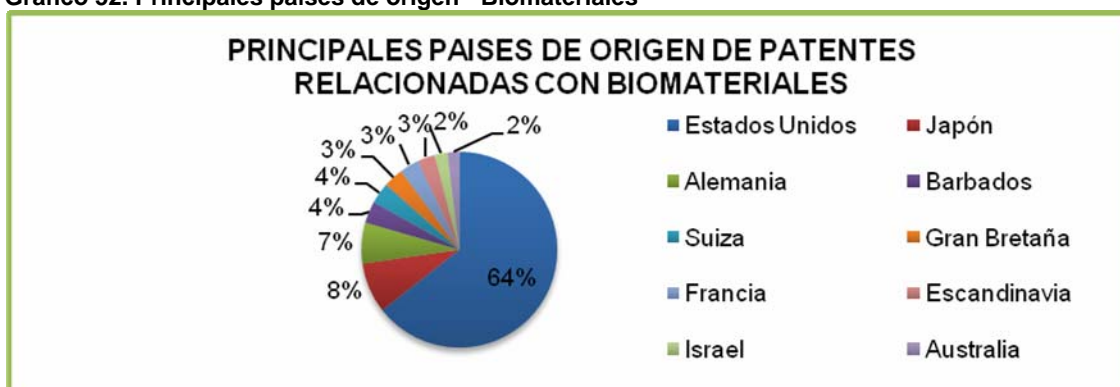
Gráfico 51. Dinámica código A61F



Elaborado por: Autoras

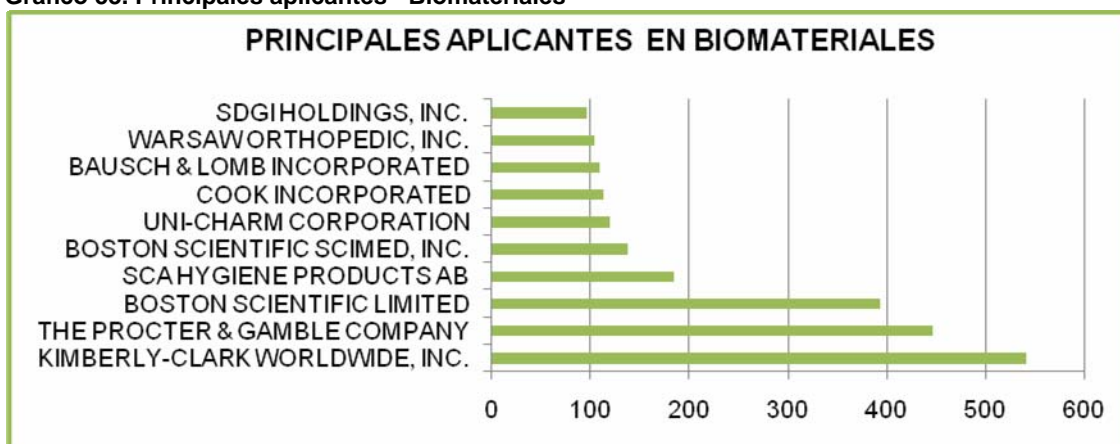
En el análisis se encontró que el principal país de origen con la mayor proporción de las solicitudes es Estados Unidos con el 64%, seguido por Japón y Alemania, que presentan un 8% y 7%, ver gráfico 52. Los principales aplicantes de estas patentes son Kimberly-Clark Worldwide, Inc, The Procter & Gamble Company y Boston Scientific Limited, como se puede observar en el gráfico 53.

Gráfico 52. Principales países de origen - Biomateriales



Elaborado por: Autoras

Gráfico 53. Principales aplicantes - Biomateriales



Elaborado por: Autoras

Conductores. Para la palabra clave conductores se encontraron los códigos que se encuentran en la tabla 81.

Tabla 81. Subclases IPC – Materiales conductores.

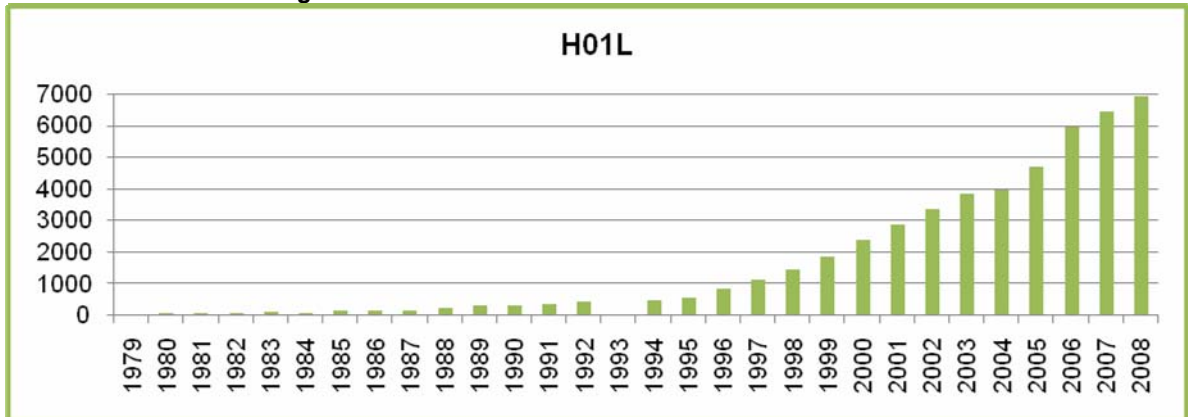
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	%
H01L	Dispositivos semiconductores; dispositivos eléctricos de estado sólido no previstos en otro lugar	27946	92
H01B	Cables; conductores; aisladores; empleo de materiales específicos por sus propiedades conductoras, aislantes o dieléctricas	5035	8
TOTAL		30403	100

Elaborado por: Autoras

En los dos códigos se observa un comportamiento ascendente desde 1979 hasta 2008 y tan solo que el segundo presenta pequeñas caídas en los años 1995, 2001, 2004 y 2007,

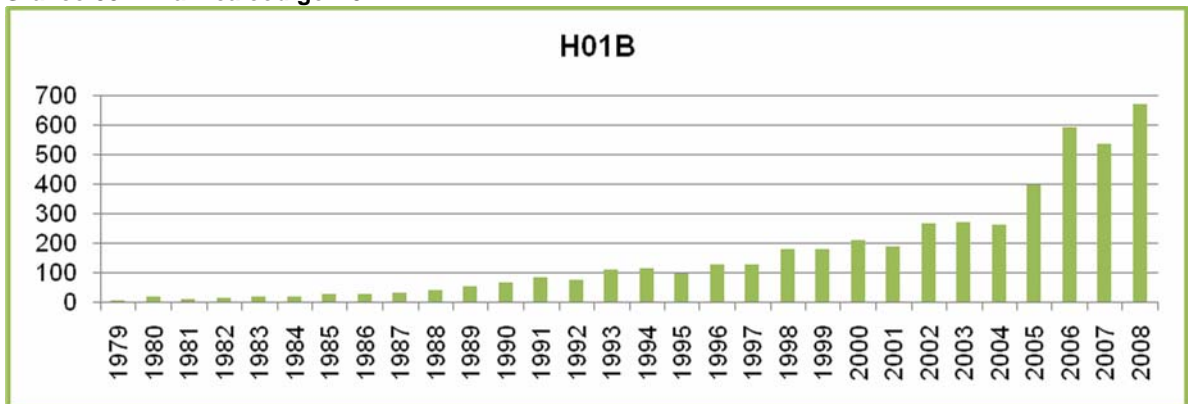
pero continúa el incremento en los registros en el año, como lo reflejan los gráficos 54 y 55.

Gráfico 54. Dinámica código H01L



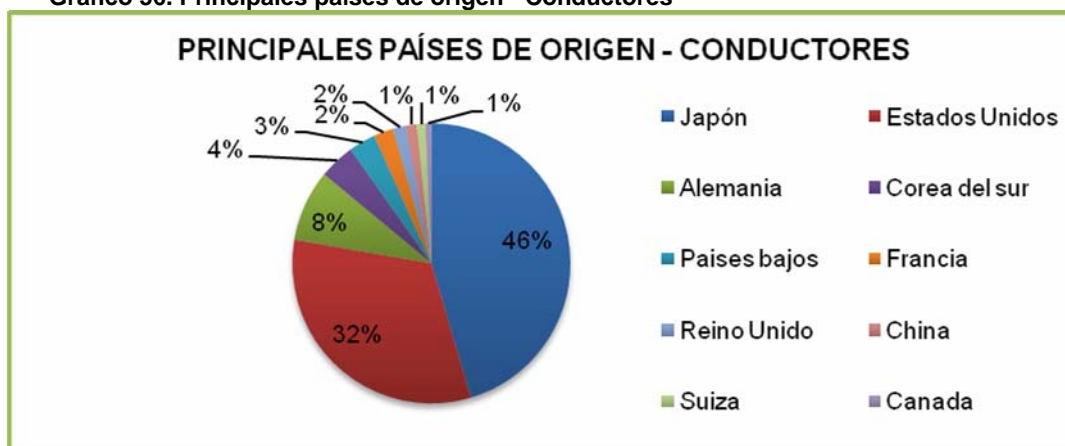
Elaborado por: Autoras

Gráfico 55. Dinámica código H01B



Elaborado por: Autoras

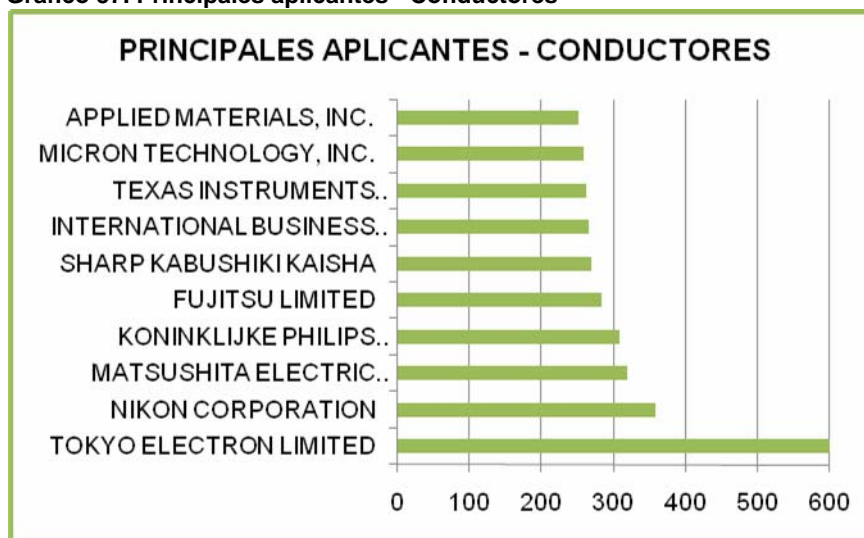
Gráfico 56. Principales países de origen - Conductores



Elaborado por: Autoras

Entre los principales países (ver gráfico 56) asociados a esta línea se encuentra claramente el liderazgo de Japón y Estados Unidos con un 46% y 32% respectivamente, seguido de Alemania con un 8% de participación. Los principales aplicantes (gráfico 57) y los destacados pertenecen en su mayoría de al código H01L, el cual abarca el 92% de los registros asociados la línea de materiales conductores. Entre los aplicantes sobresale Tokyo Electron Limited, seguido de Nikon Corporation.

Gráfico 57. Principales aplicantes - Conductores



Elaborado por: Autoras

Fibras. Para esta palabra clave se encontró tan solo al código D01G, cuya descripción se puede observar en la tabla 3. Se encuentra activo desde el año 1979, y ha presentado

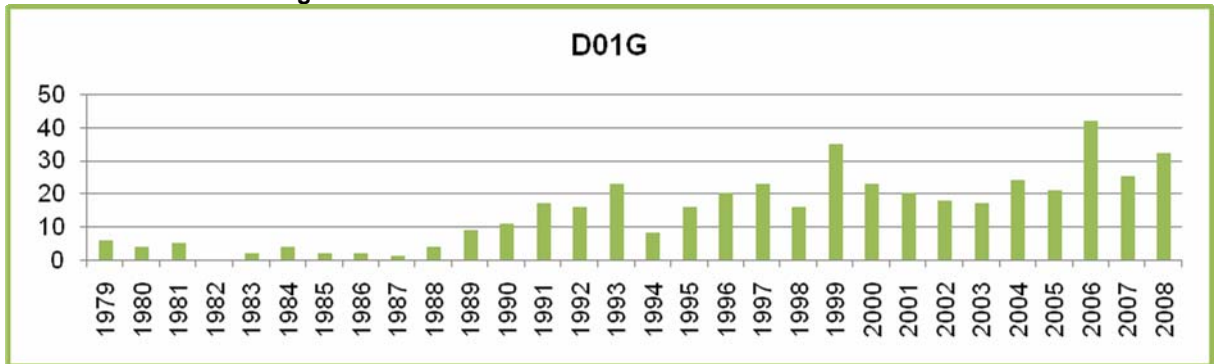
altibajos en su comportamiento histórico, obteniéndose los picos más altos en los años 1999 y 2006, como se puede observar en el gráfico 82.

Tabla 82. Subclases IPC - Fibras.

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
D01G	Tratamiento preliminar de fibras, p. Ej. Para la hilatura	144
TOTAL		144

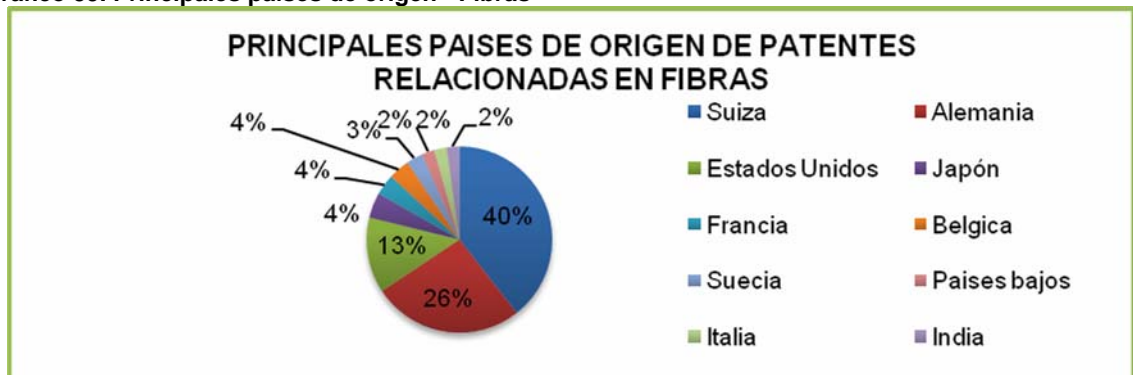
Elaborado por: Autoras

Gráfico 58. Dinámica código D01G



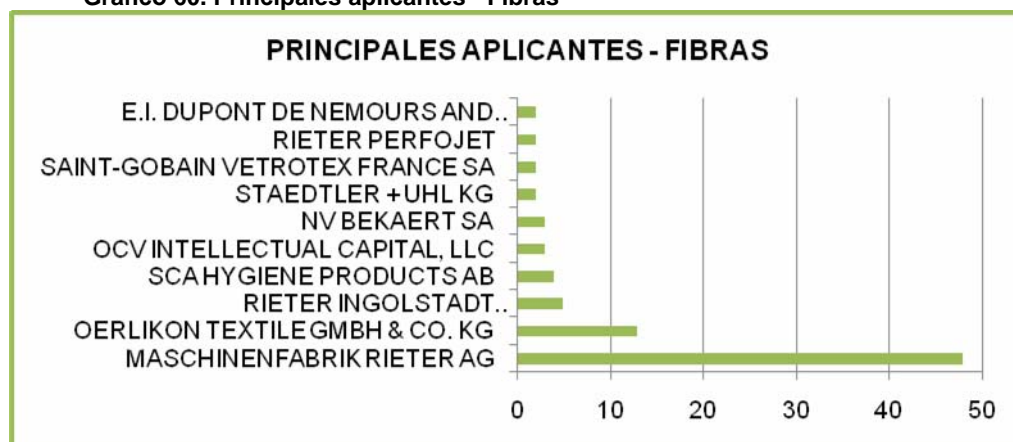
Con relación a esta temática se encuentran tres países de origen que sobresalen como se puede observar en el gráfico 59. Éstos son Suiza con el 40%, Alemania con el 26% y Estados Unidos con el 13%. En cuanto a los aplicantes se destaca a Maschnefabrik Rieter AG, situación que se presenta en el gráfico 60.

Gráfico 59. Principales países de origen - Fibras



Elaborado por: Autoras

Gráfico 60. Principales aplicantes - Fibras



Elaborado por: Autoras

Materiales cerámicos. Se identificaron cinco códigos asociados a la presente línea, que se pueden observar en la tabla 83.

Tabla 83. Subclases IPC - Cerámicos

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	%
C03B	Fabricación o modelado de vidrio o de lana mineral o de escoria; procesos suplementarios en la fabricación o modelado de vidrio o de lana mineral o de escoria	1317	16
C03C	Composición química de los vidrios, vidriados o esmaltes vítreos; tratamiento de la superficie del vidrio; tratamiento de la superficie de fibras o filamentos de vidrio, sustancias inorgánicas o escorias; unión de vidrio a vidrio o a otros materiales	3681	26
C04B	Cal; magnesia; escorias; cementos; sus composiciones, p. Ej. Morteros, hormigón o materiales de construcción similares; piedra artificial; cerámicas; refractarios; tratamiento de la piedra natural	2224	47
B28B	Conformación de la arcilla o de otras composiciones cerámicas, escorias o mezclas que contengan sustancias análogas al cemento, p. Ej. Yeso	803	9
B28C	Preparación de la arcilla; producción de mezclas que contengan arcilla o sustancias análogas al cemento, p. Ej. Yeso	161	2
TOTAL		8186	100

Elaborado por Autoras del proyecto

Las aplicaciones en los diferentes códigos tienen un comportamiento ascendente desde sus inicios en 1978, para los códigos C03B (gráfico 61), C03C (gráfico 62) y B28B (gráfico 63), en 1979 para C04B (gráfico 64) y en 1980 para B28C (gráfico 65), hasta el 2008, con pequeñas fluctuaciones en los últimos siete años, a excepción del código C03B que en el 2004 presentó una caída fuerte en la cantidad de registros y que desde entonces hasta el 2008 conserva un comportamiento constante.

Gráfico 61. Dinámica código C03B

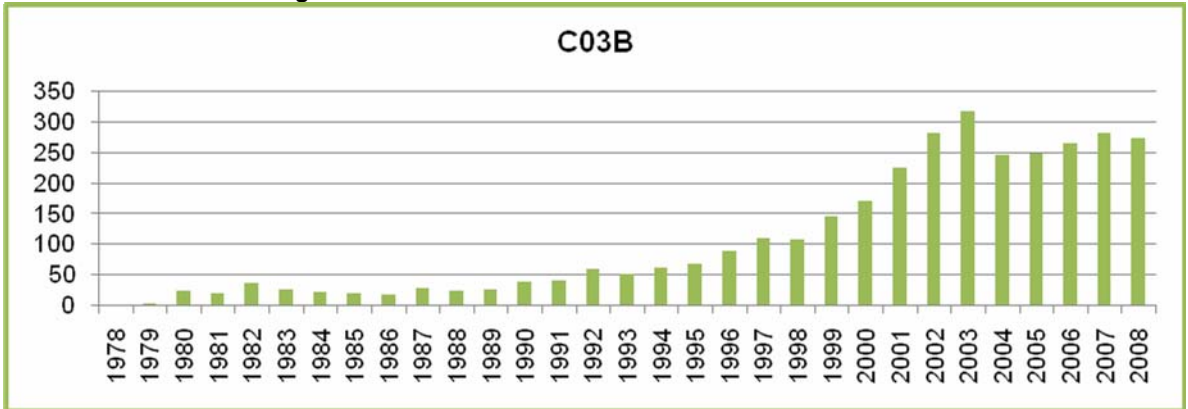


Gráfico 62. Dinámica código C03C

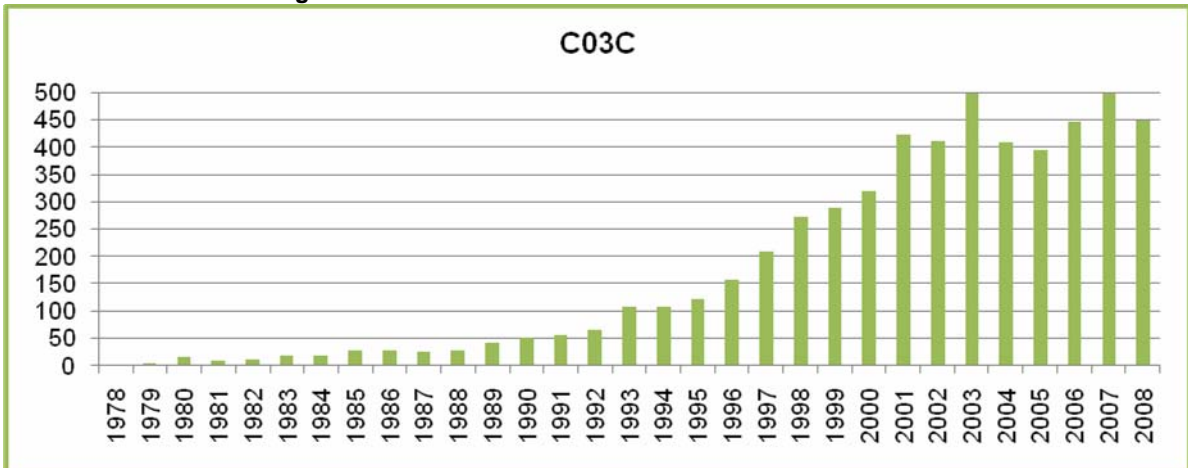


Gráfico 63. Dinámica código B28B

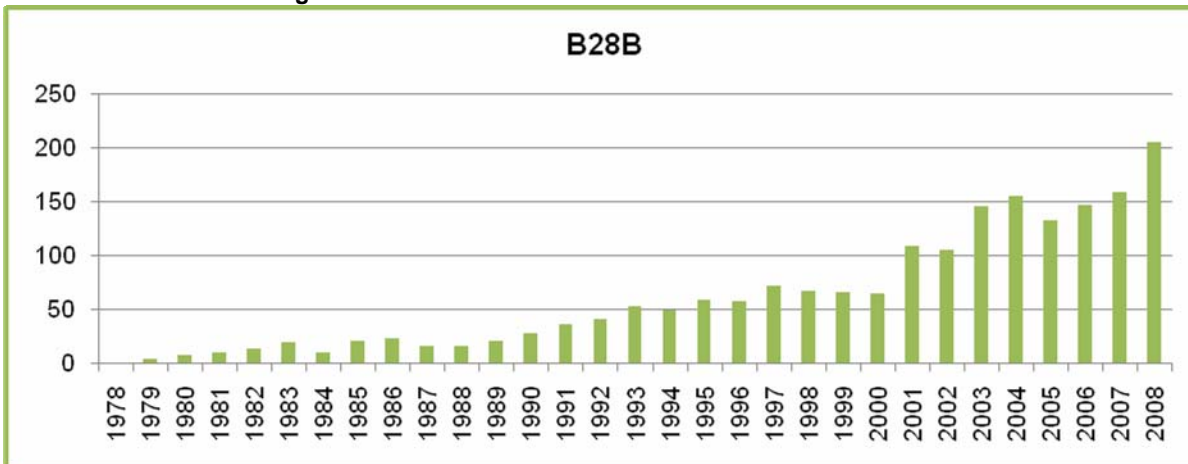


Gráfico 64. Dinámica código C04B

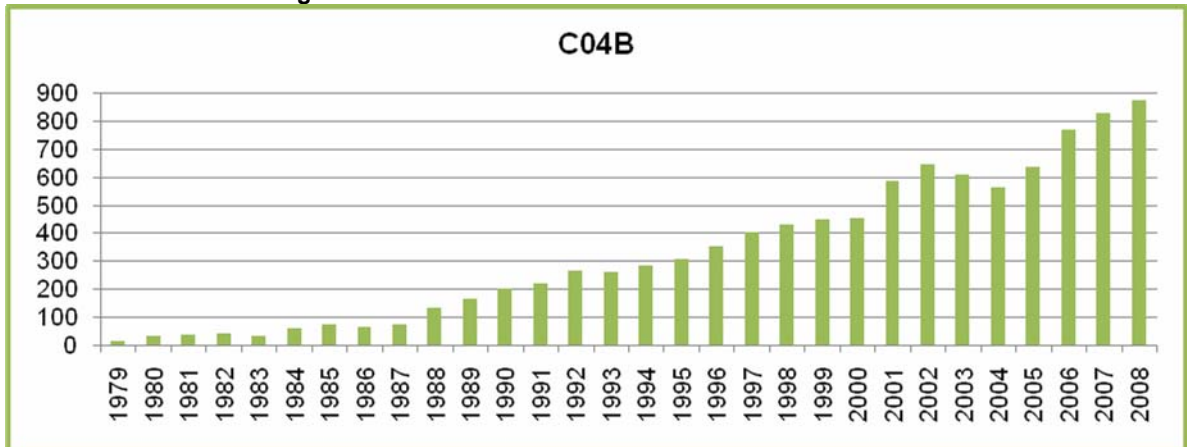
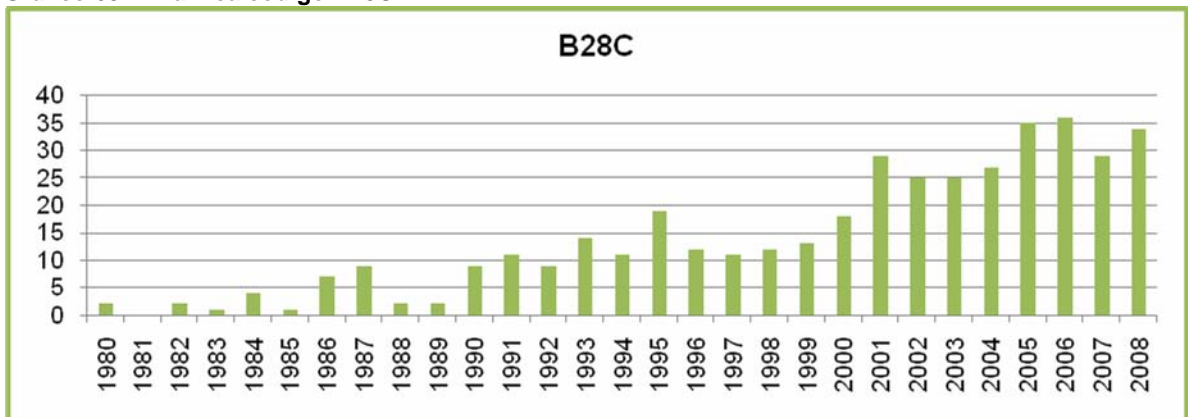
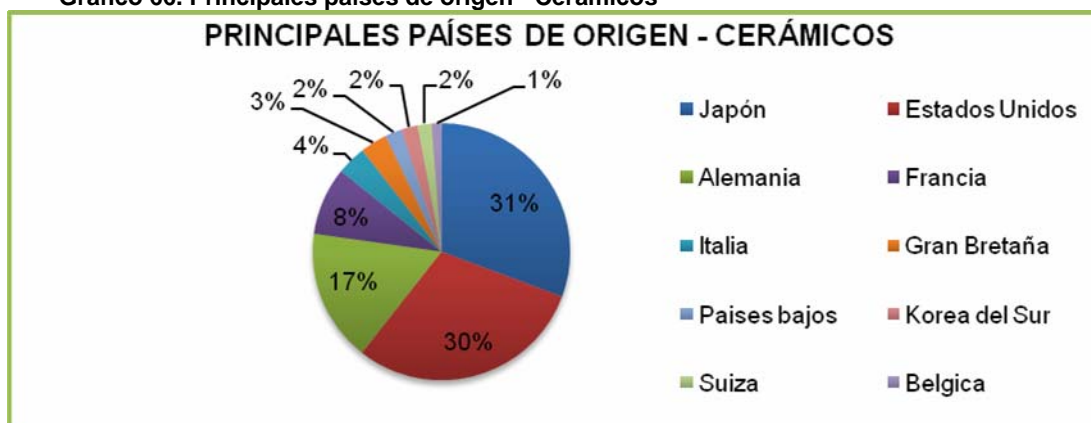


Gráfico 65. Dinámica código B28C



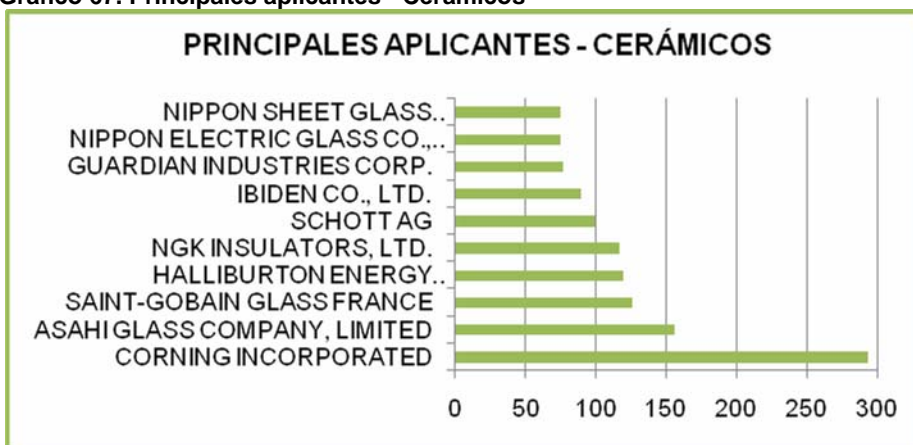
En cuanto a los países de orígenes de las solicitudes se destacan Japón y Estados Unidos con un 31% Y 30% respectivamente, seguidos de Alemania con un 17%, ver gráfico 66. De entre los aplicantes se destaca a Corning Incorporated como se observa en el gráfico 67.

Gráfico 66. Principales países de origen - Cerámicos



Elaborado por: Autoras

Gráfico 67. Principales aplicantes - Cerámicos



Elaborado por: Autoras

Partículas. En la temática de partículas se encuentran dos códigos cuya descripción se indican en la tabla 84. Ambos inician su dinámica en 1979 y presentan un comportamiento ascendente, tan solo que B22C, tiene altibajos la mayor parte del tiempo, con una caída considerable en sus registros en el año 2004. Luego se recupera en el 2005 y culmina con un pico en el 2006, cayendo un poco el 2007 y subiendo nuevamente en el 2008. (Ver gráficos 68 y 69)

Tabla 84. Subclases IPC - Partículas

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	%
B02C	Trituración, reducción a polvo o disgregación en general; molienda de granos	911	67

B22C	Moldeo en fundición	355	33
TOTAL		1266	100

Elaborado por: Autoras

Gráfico 68. Dinámica código B02C

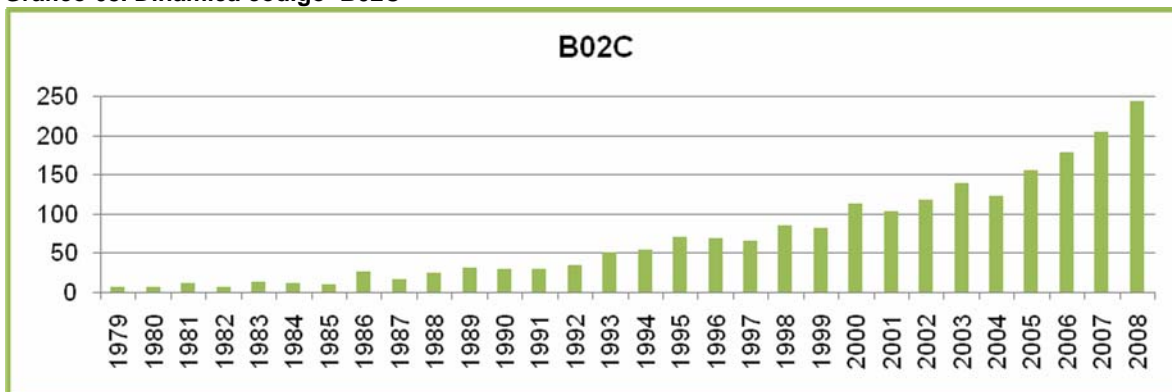
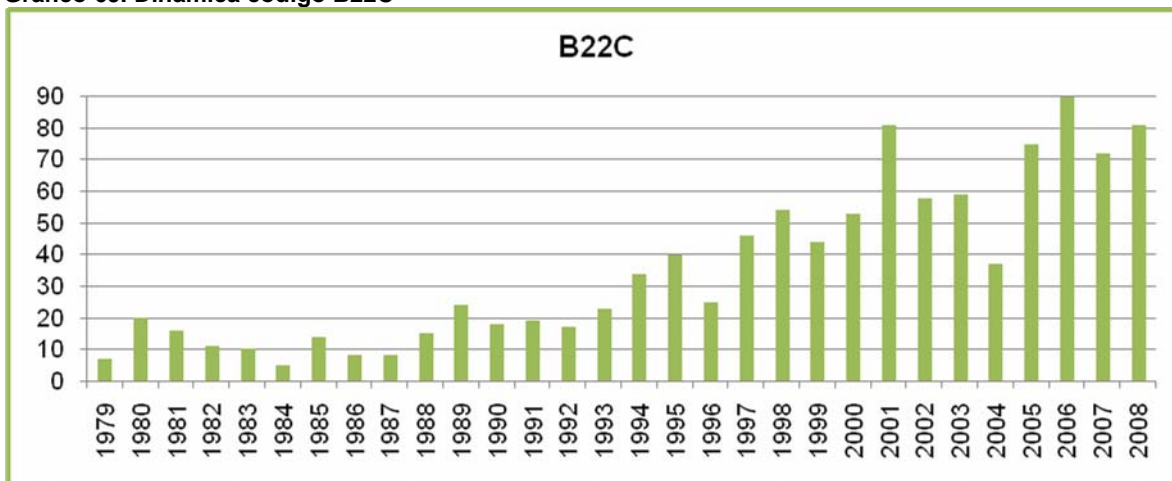
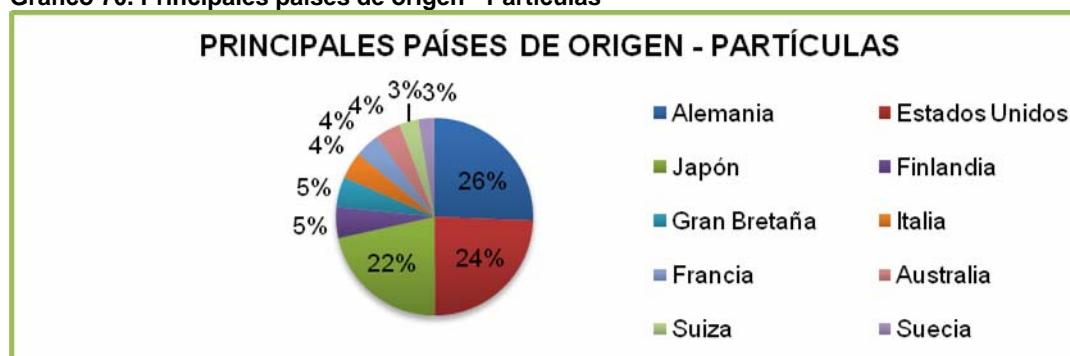


Gráfico 69. Dinámica código B22C



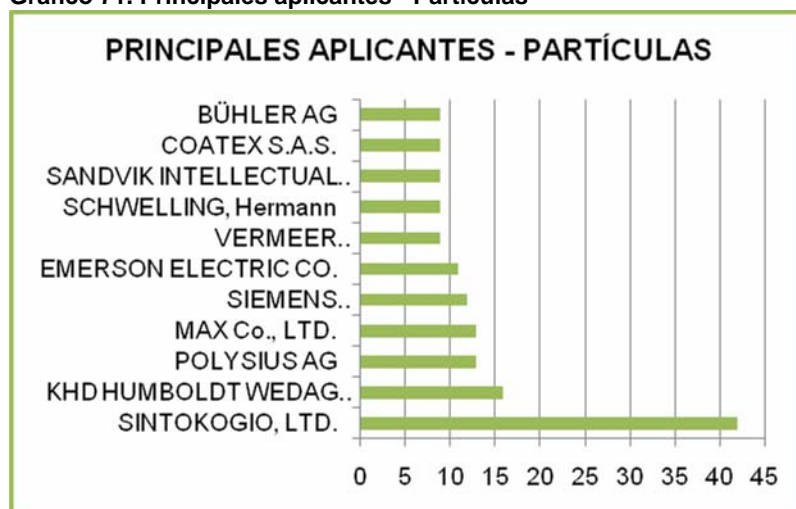
De los países de origen de los aplicantes se destacan Alemania, Estados Unidos y Japón con 26%, 24% y 22% respectivamente como se observa en el gráfico 70. El aplicante más sobresaliente es Sintokogio (ver gráfico 71), LTD. Los países destacados están asociados en su mayoría a la subclase B22C.

Gráfico 70. Principales países de origen - Partículas



Elaborado por: Autoras

Gráfico 71. Principales aplicantes - Partículas



Elaborado por: Autoras

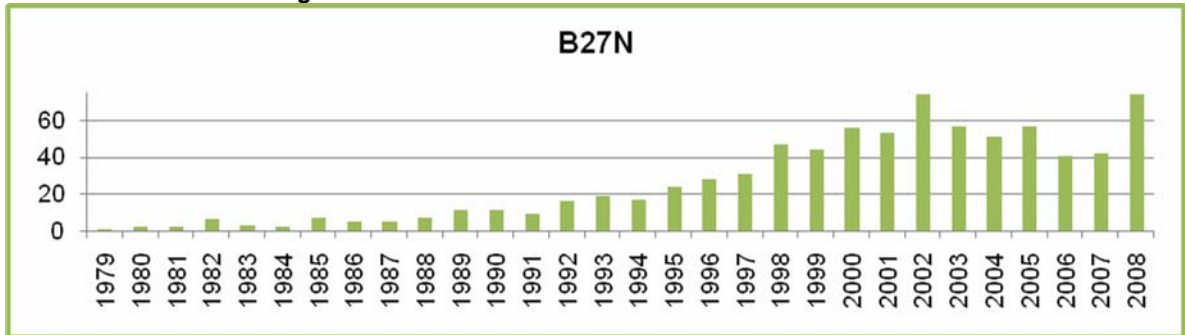
Productos naturales. El código B27N es el único identificado para la línea de productos naturales, en la tabla 85, se encuentra la descripción del mismo. Los primeros registros relacionados con ésta subclase, fueron en 1979. Presentaron una tendencia ascendente hasta el año 2002. En el 2003 disminuyen y mantiene y los registros descienden hasta el 2007. Finalmente culmina el 2008 con uno de los puntos más altos. Ver gráfico 72.

Tabla 85. Subclases IPC - productos Naturales

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
B27N	Fabricación de objetos por procedimientos en seco, con o sin agentes aglomerantes orgánicos, a partir de partículas o de fibras de madera o de otras materias lignocelulosicas o sustancias orgánicas análogas	265
TOTAL		265

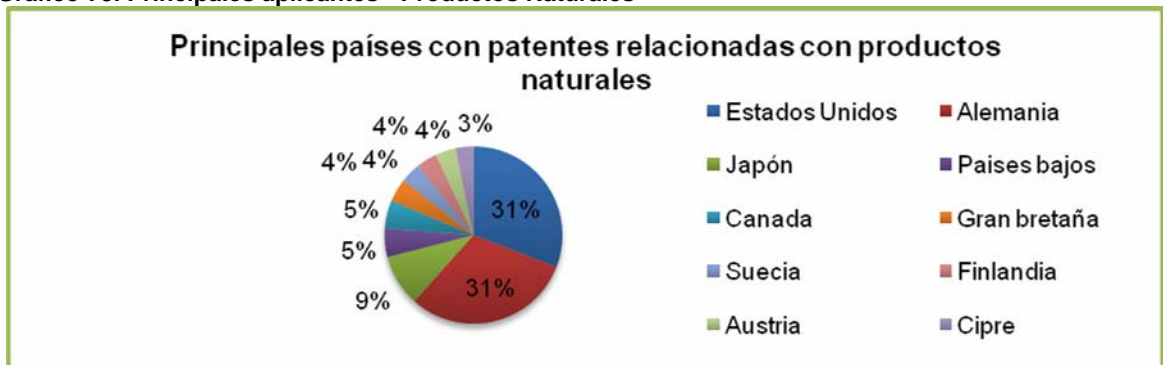
Elaborado por: Autoras

Gráfico 72. Dinámica código B27N



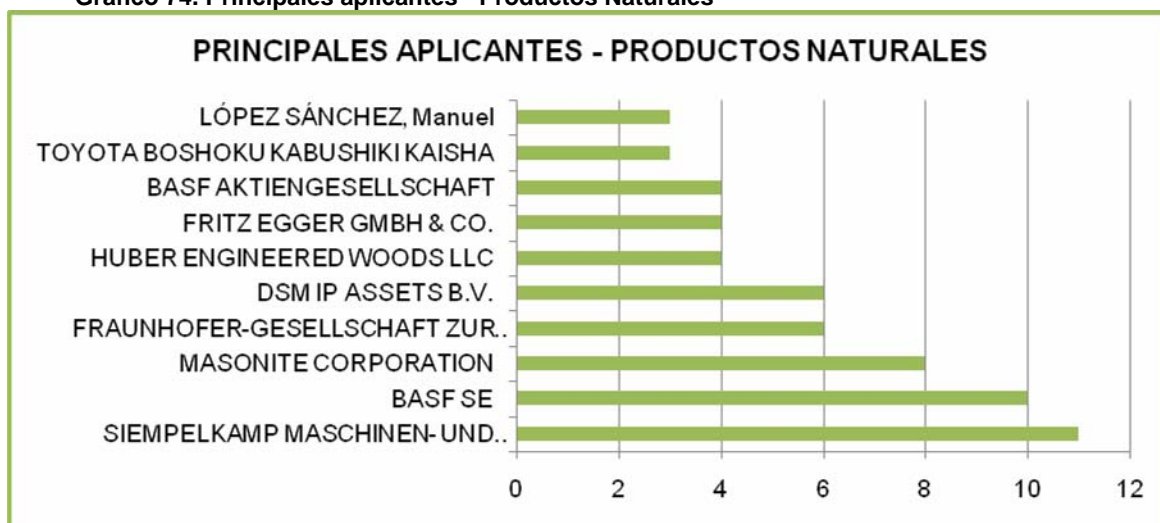
En el presente código se destacan entre los países de origen de aplicaciones Estados Unidos y Alemania cada uno con un 31% de registros en los años de 2004 al 2008, los demás países relacionados con el código no tienen una participación importante como se puede observar en el gráfico 73. En cuanto a los aplicantes se destacan Siempelkamp maschinen- und anlagenbau gmbh & co. Kg, Basf SE y Masonite Corporation, ver gráfico 74.

Gráfico 73. Principales aplicantes - Productos Naturales



Elaborado por: Autoras

Gráfico 74. Principales aplicantes - Productos Naturales



Elaborado por: Autoras

Textiles. Para esta línea se hallaron tres códigos cuya información se puede observar en la tabla 86. Observando la dinámica de cada uno se encuentra que D06M y D01F son crecientes desde sus primeros registros en 1978 y 1979, respectivamente, a diferencia de D01B, que ha tenido una dinámica inestable (ver gráficos 75, 76 y 77 respectivamente).

Tabla 86. Subclases IPC - Textiles

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	%
D06M	Tratamiento, no previsto en otro lugar en la clase , de fibras, hilos, hilados, tejidos, plumas o artículos fibrosos hechos de estas materias	1046	46
D01F	Parte química de la fabricación de filamentos, hilos, fibras, sedas o cintas artificiales; aparatos especialmente adaptados a la fabricación de filamentos de carbono	1205	53
D01B	Tratamiento mecánico de materias naturales fibrosas o filamentosas para la producción de fibras o filamentos, p. Ej. Para la hilatura	31	1
TOTAL		2282	100

Elaborado por: Autoras

Gráfico 75. Dinámica código D06M

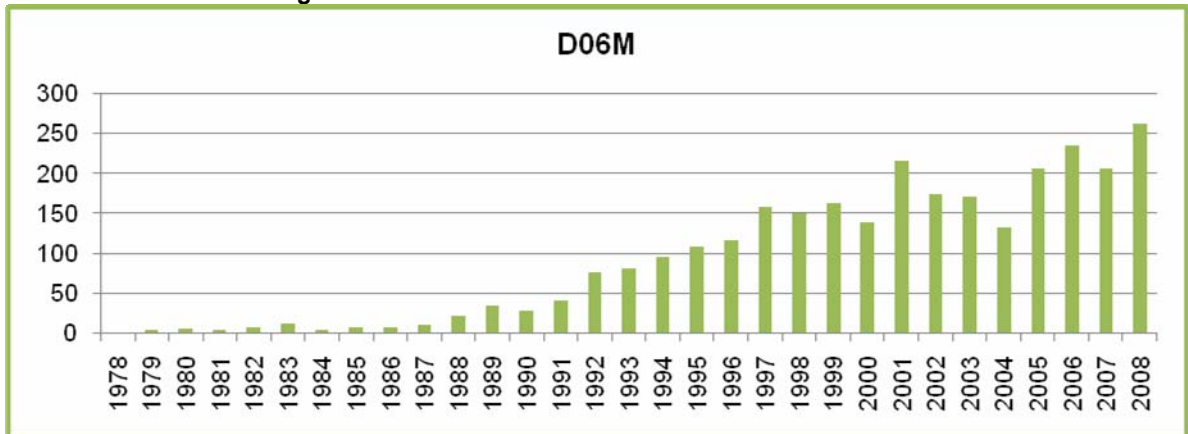


Gráfico 76. Dinámica código D01F

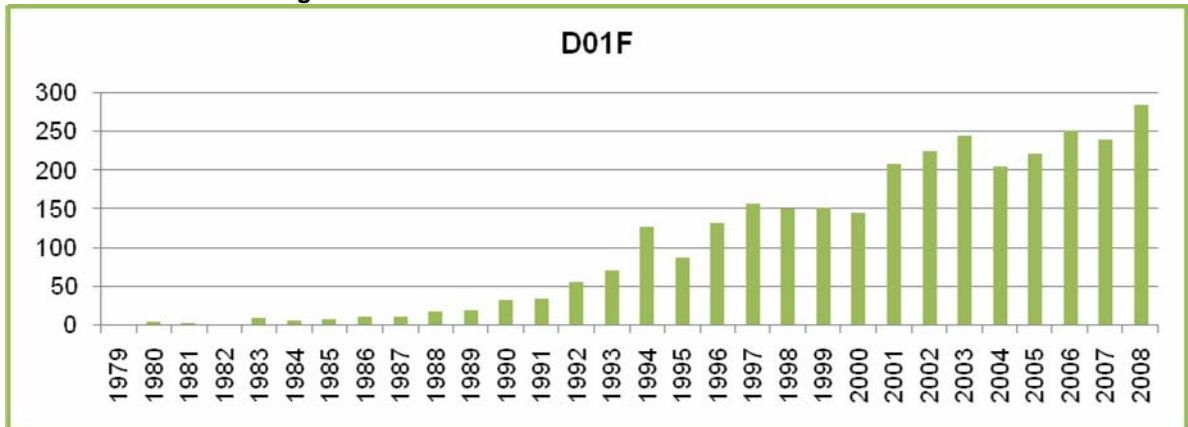
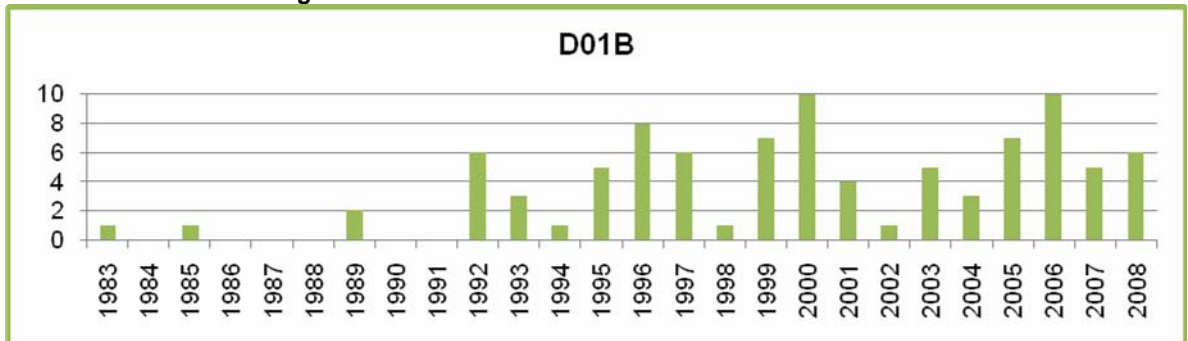


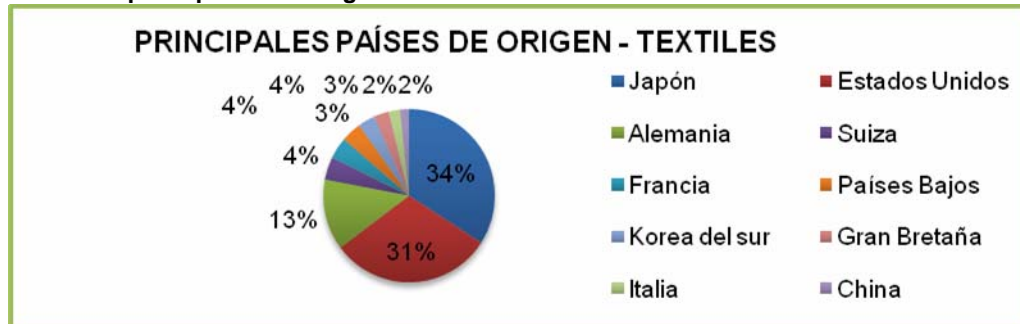
Gráfico 77. Dinámica código D01B



En el gráfico 78 se observan los principales países de origen de las solicitudes, donde se observa que sobresalen Japón, Estados Unidos y Alemania con 34%, 31% y 13%

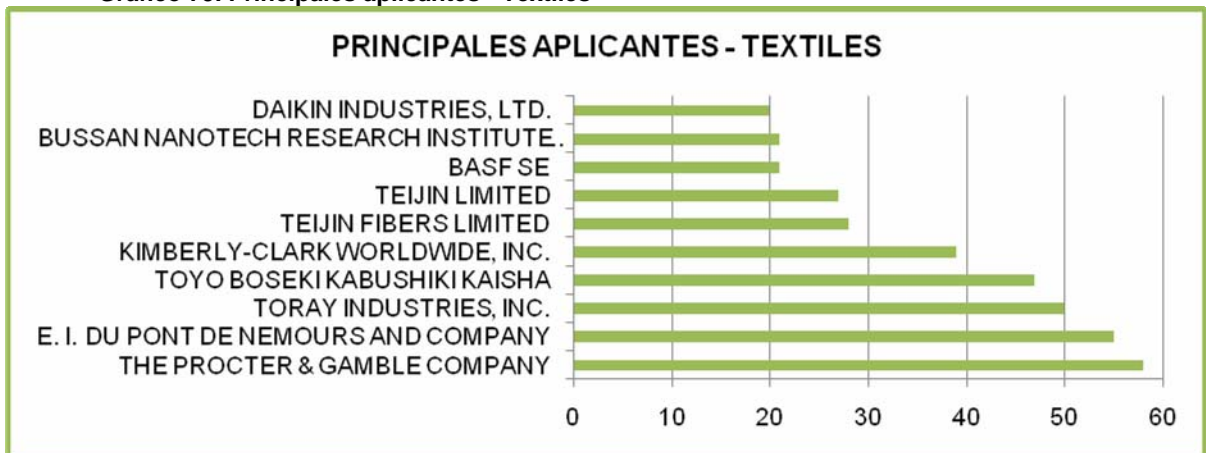
respectivamente, seguidos de Suiza, Francia y Países bajos con un 4%. En el gráfico 79 se presentan los principales aplicantes.

Gráfico 78. Principales países de origen - Textiles



Elaborado por: Autoras

Gráfico 79. Principales aplicantes - Textiles



Elaborado por: Autoras

Falla y fractura. Para falla y fractura de materiales se encontraron dos códigos, cuya descripción se encuentra en la tabla 88. El código B24B (ver gráfico 80) presenta la mayor cantidad de aplicaciones y tiene registros desde el año 1979. Tuvo una tendencia ascendente desde el año 1989 hasta el año 2002, año desde el cual mantiene una cantidad relativamente constante. En cuanto a la dinámica del B24C (gráfico 81) se encuentran registros desde el año 1980 y se observan periodos donde el comportamiento es ascendente, estos son 1989 – 1994, 1996 – 2002 y 2004 – 2008.

Tabla 87. Subclases IPC - Falla y fractura

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	%
B24B	Maquinas, dispositivos o procedimientos para trabajar con muela o para pulir, reavivación o acondicionamiento de superficies abrasivas;	1589	86

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	%
	alimentación de maquinas con materiales de rectificar, pulir o alisar		
B24C	Tratamiento por chorro abrasivo o chorro análogo, con materiales en partículas	249	14
TOTAL		1838	100

Elaborado por: Autoras

Gráfico 80. Dinámica código B24B

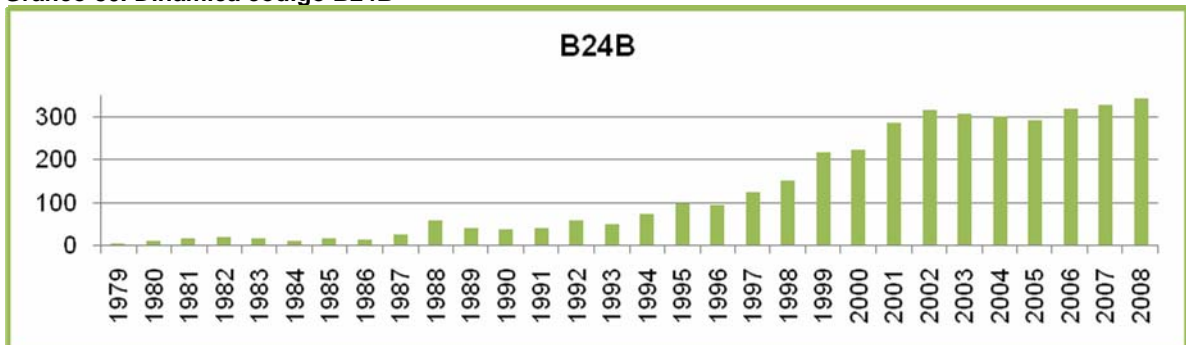
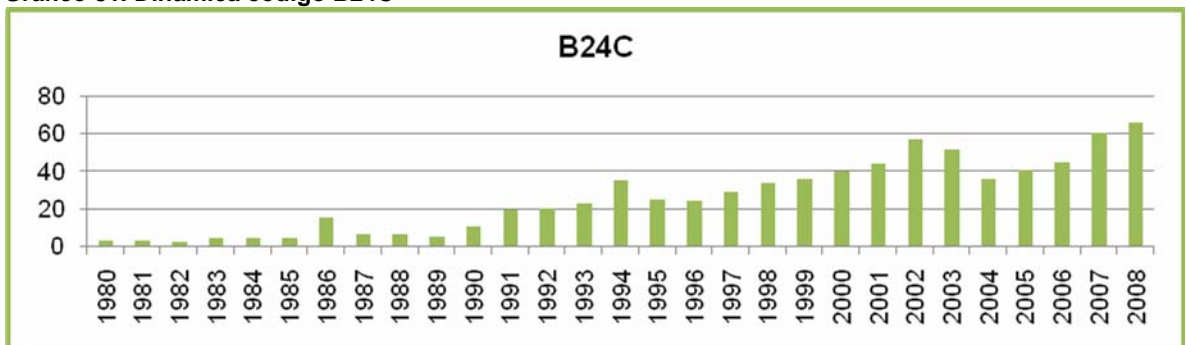
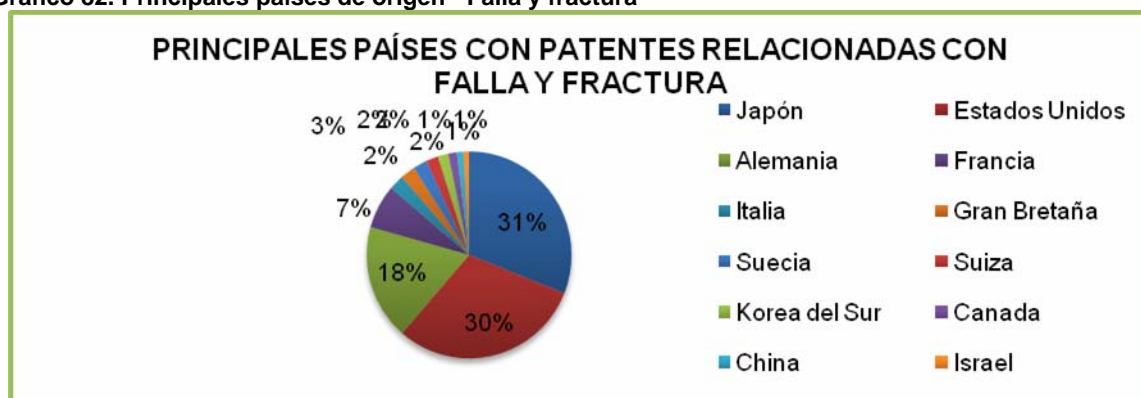


Gráfico 81. Dinámica código B24C



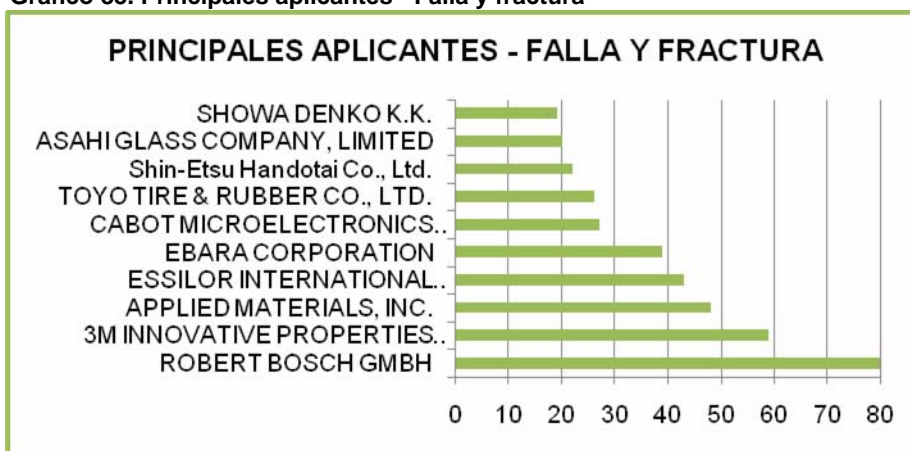
Analizando los países de origen de las aplicaciones encontramos como líderes a Japón, Estados Unidos y Alemania, quienes en conjunto tienen el 79% de las solicitudes, entre los 10 principales países, ver gráfico 82. Los principales aplicantes se presentan en el gráfico 83, y se relacionan en su mayoría al código B24B, destacándose Robert Bosch GmbH.

Gráfico 82. Principales países de origen - Falla y fractura



Elaborado por: Autoras

Gráfico 83. Principales aplicantes - Falla y fractura



Elaborado por: Autoras

Reciclaje. Se identificó el código B29B en la temática de reciclaje y relacionado con el área estratégica de materiales (ver tabla 88), la dinámica de solicitudes en esta subclase tiene una tendencia ascendente desde 1990 al 2008, y en sus inicios, desde 1979 hasta 1989, observar el gráfico 84.

Tabla 88. Subclases IPC - Reciclaje

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
B29B	Preparación O Pretratamiento De Materias A Conformar; Fabricación De Gránulos O De Preformas; Recuperación De Las Materias Plásticas O De Otros Constituyentes De Materiales De Desecho Que Contienen Materias Plásticas	887
TOTAL		887

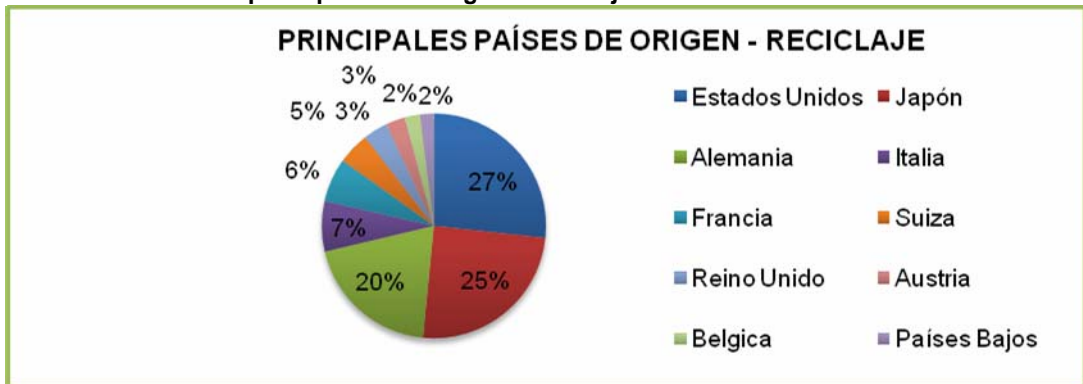
Elaborado por: Autoras

Gráfico 84. Dinámica código B29B



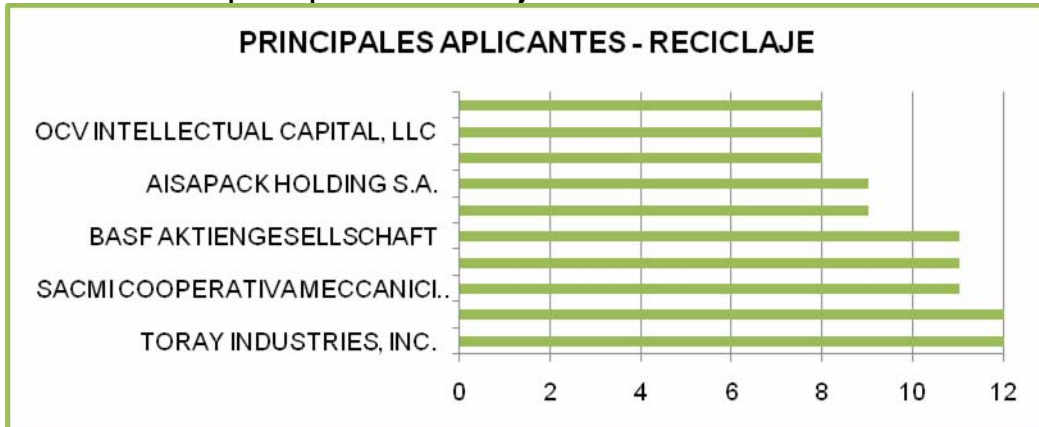
De los principales países de origen de las solicitudes se destacan Estados Unidos, Japón y Alemania con el 27%, 25% y 20% respectivamente, seguidos de Italia con un 7% como se puede observar en el gráfico 85. Los diez primeros aplicantes de estas aplicaciones se encuentran representados en el gráfico 86.

Gráfico 85. Principales países de origen - Reciclaje



Elaborado por: Autoras

Gráfico 86. Principales aplicantes - Reciclaje



Elaborado por: Autoras

Minerales. En la tabla 89, se presentan los códigos asociados a la temática de minerales. Los códigos C03B y C03C, presentan una dinámica de crecimiento desde 1978 al 2003, luego disminuyen los registros un poco y se mantienen con pequeñas fluctuaciones entre el 2003 hasta el 2008. Los registros de la subclase C01F tienen un comportamiento ascendente desde sus inicios en 1979 hasta el 2008 y C01D se muestra inestable a lo largo de su dinámica evolutiva como se observa en los gráficos 87, 88, 89 y 90.

Tabla 89. Subclases IPC - Minerales

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	%
C03B	Fabricación o modelado de vidrio o de lana mineral o de escoria; procesos suplementarios en la fabricación o modelado de vidrio o de lana mineral o de escoria	1317	31
C03C	Composición química de los vidrios, vidriados o esmaltes vítreos; tratamiento de la superficie del vidrio; tratamiento de la superficie de fibras o filamentos de vidrio, sustancias inorgánicas o escorias; unión de vidrio a vidrio o a otros materiales	2224	51
C01F	Compuestos de berilio, magnesio, aluminio, calcio, estroncio, bario, radio, torio o compuestos de los metales de las tierras raras	650	15
C01D	Compuestos de los metales alcalinos, es decir, de litio, sodio, potasio, rubidio, cesio o francio	139	3
TOTAL		4330	100

Elaborado por: Autoras

Gráfico 87. Dinámica código C03B

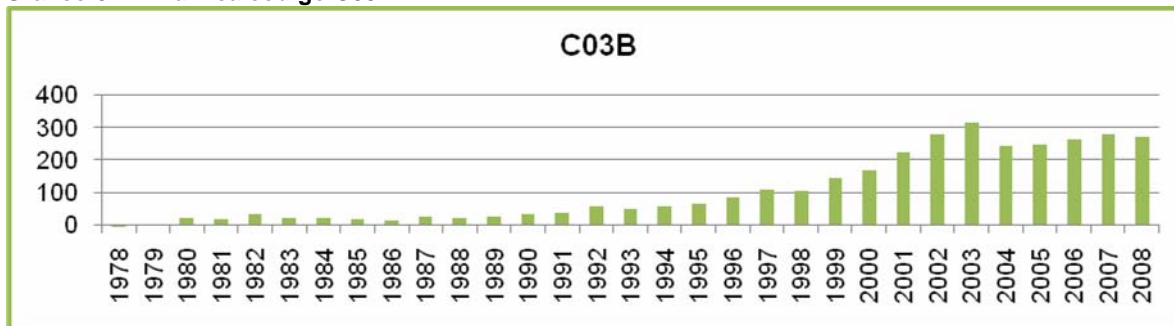


Gráfico 88. Dinámica código C03C

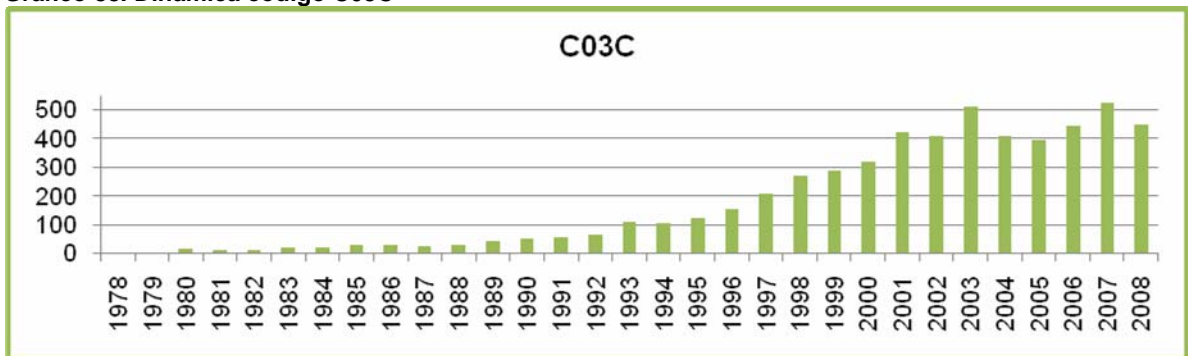


Gráfico 89. Dinámica código C01F

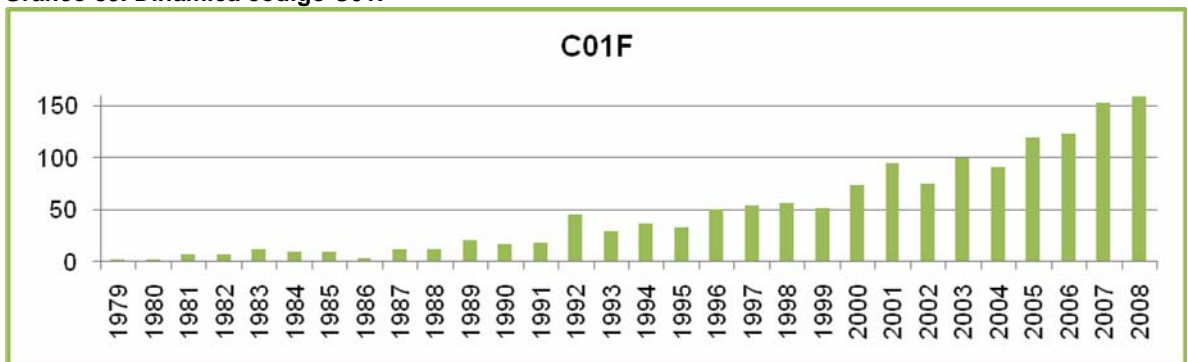
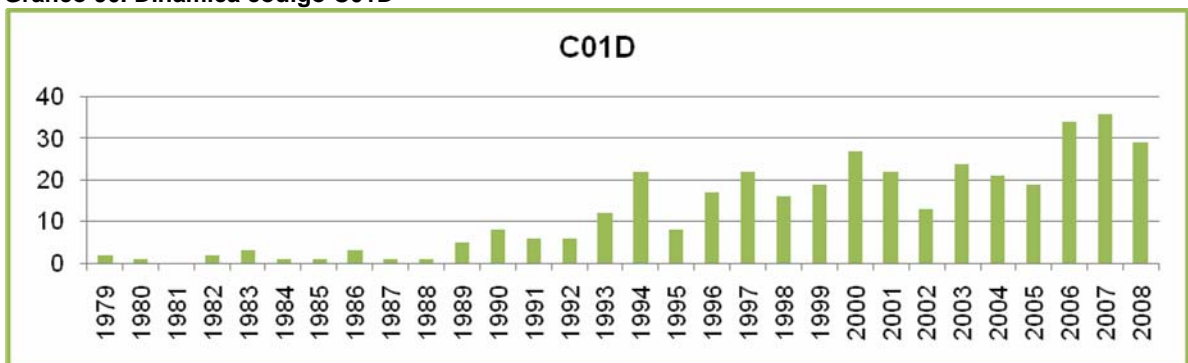
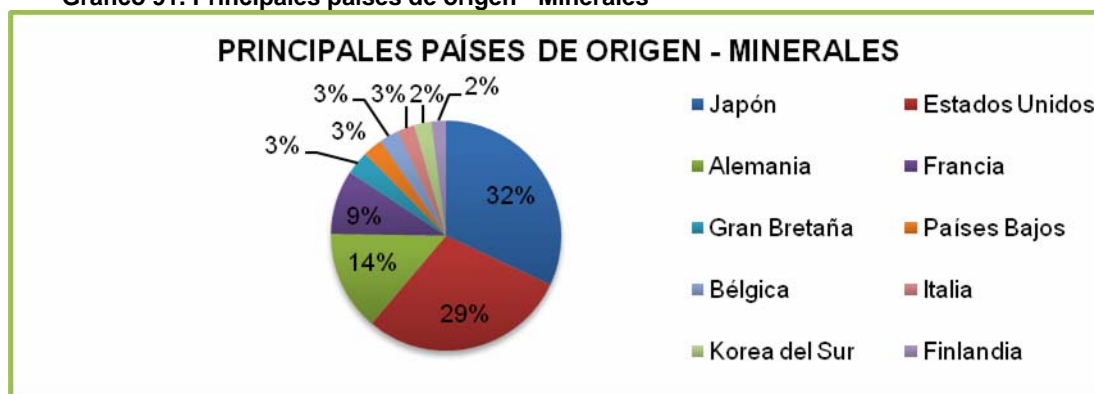


Gráfico 90. Dinámica código C01D



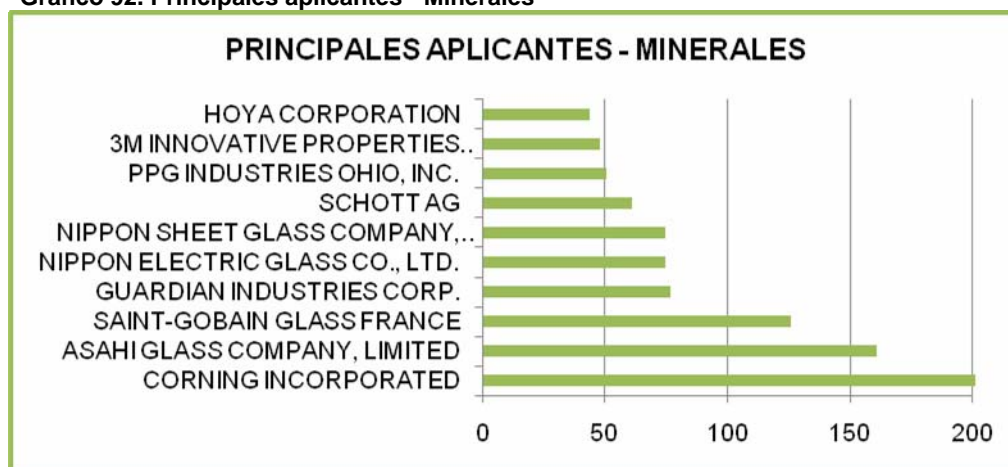
En la temática de minerales se destacan formando el 75% del top ten de países líderes de solicitudes son Japón, Estados Unidos y Alemania, ver gráfico 91. Los diez principales aplicantes se presentan en el gráfico 92.

Gráfico 91. Principales países de origen - Minerales



Elaborado por: Autoras

Gráfico 92. Principales aplicantes - Minerales



Elaborado por: Autoras

Propiedades de los materiales. Los códigos de asociados claramente a la temática de propiedades de los materiales se encuentran en la tabla 90. La dinámica de la mayoría de los códigos es ascendente, como lo es la de H01B, C22C, C22B y C21D, en el caso de C09C y C22F son crecientes pero presentan caídas en la primera subclase en el 2002, 2005 y 2007, la segunda decaen el año 2004. El código C21C mantiene un comportamiento ascendente desde sus inicios en 1979 hasta el año 2000, la cual retoma la tendencia de crecimiento en el año 2005 hasta el 2008, luego de pasar por un periodo de altibajos en la cantidad de solicitudes. En el caso con el código B22C, se presentan numerosos altibajos en su trayectoria. Finalmente el código destacado, el G01N, presenta aplicaciones desde el año 2000 y corresponde al 74% de los registros para el análisis en la temática de propiedades de los materiales. (Ver gráficos 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100 y 101)

Tabla 90. Subclases IPC - Propiedades de los materiales

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	%
H01B	Cables; conductores; aisladores; empleo de materiales específicos por sus propiedades conductoras, aislantes o dieléctricas	2457	7
C09C	Tratamiento de materiales inorgánicos, que no sean cargas fibrosas, para mejorar sus propiedades de pigmentación o de carga , preparación de negro de carbón	1041	3
G01N	Investigación o análisis de materiales por determinación de sus propiedades químicas o físicas	26306	74
C22F	Modificación de la estructura física de metales o aleaciones no ferrosos	469	1
C22C	Aleaciones	2656	7
C22B	Producción o afinado de metales , pretratamiento de materias primas	997	3
C21D	Modificación de la estructura física de los metales ferrosos; dispositivos generales para el tratamiento térmico de metales o aleaciones ferrosos o no ferrosos; procesos de maleabilización por descarburación, revenido u otros tratamientos	1119	3
C21C	Procesos del hierro fundido, p. Ej. Afinado, fabricación de hierro o acero dulce, tratamiento de las aleaciones ferrosas en estado líquido	299	1
B22C	Moldeo en fundición	355	1
TOTAL		35699	100

Elaborado por: Autoras

Gráfico 93. Dinámica código H01B

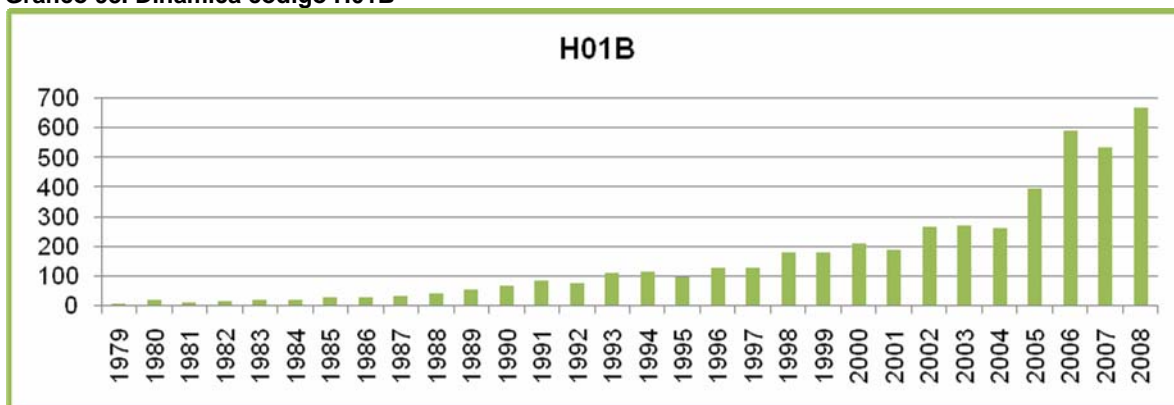


Gráfico 94. Dinámica código C09C

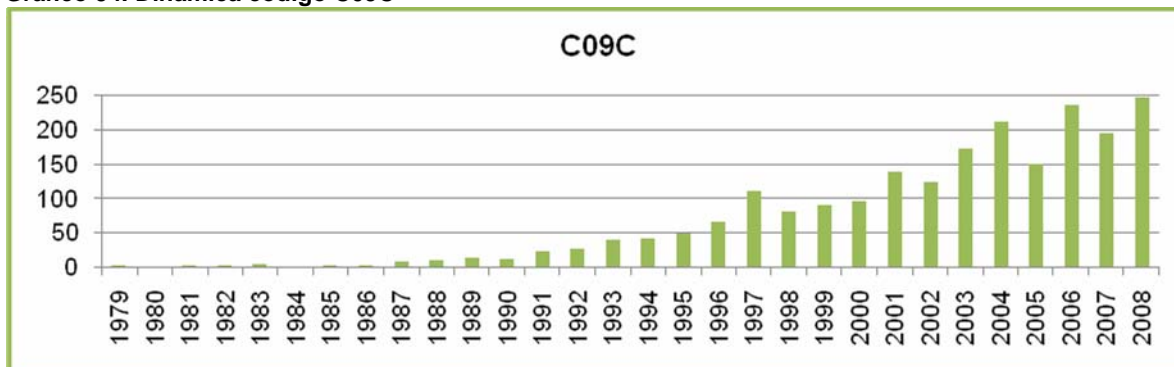


Gráfico 95. Dinámica código G01N

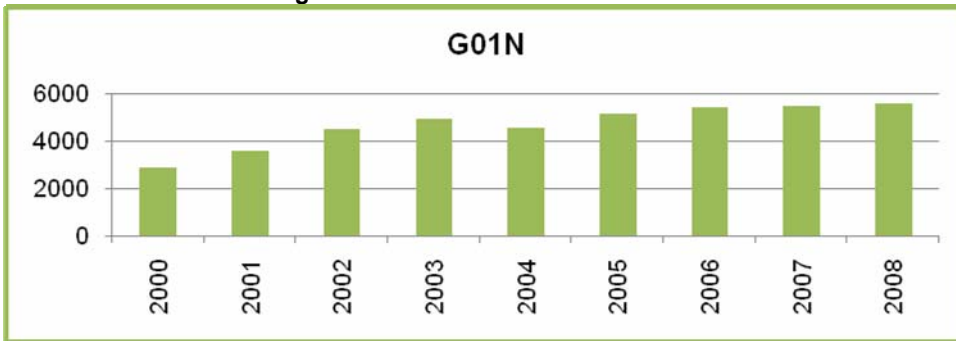


Gráfico 96. Dinámica código C22F

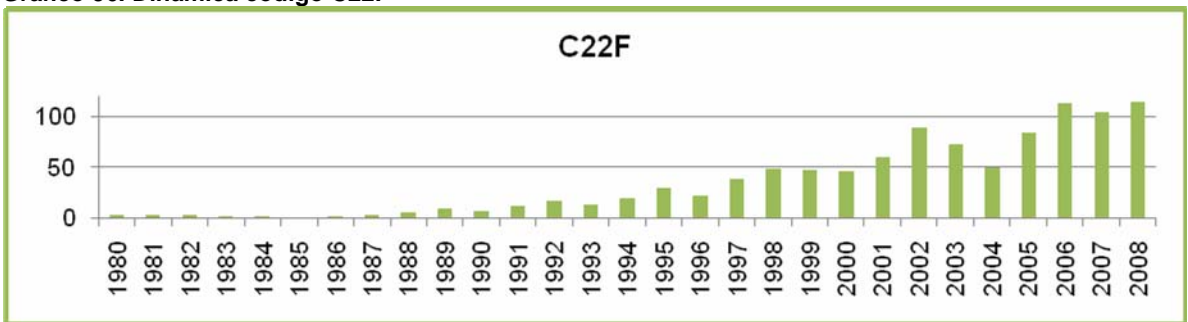


Gráfico 97. Dinámica código C22C

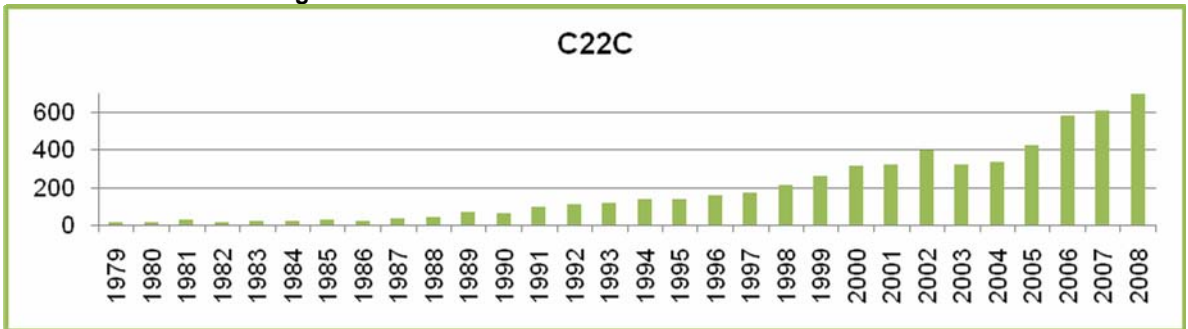


Gráfico 98. Dinámica código C22B

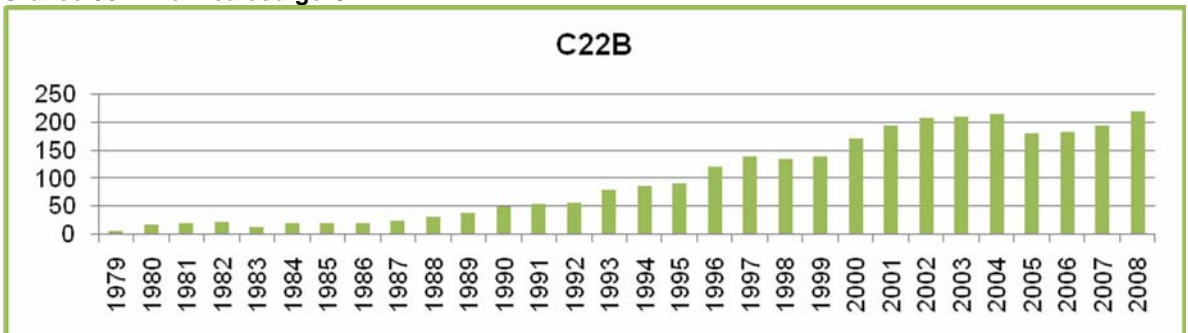


Gráfico 99. Dinámica código C21D

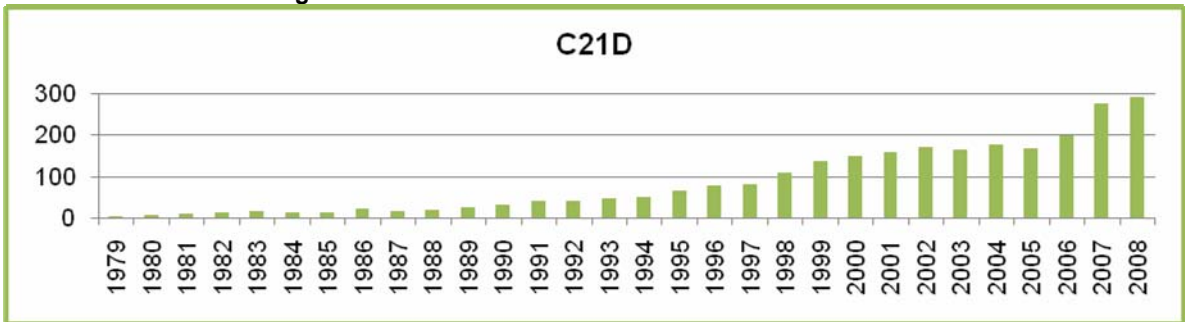


Gráfico 100. Dinámica código C21C

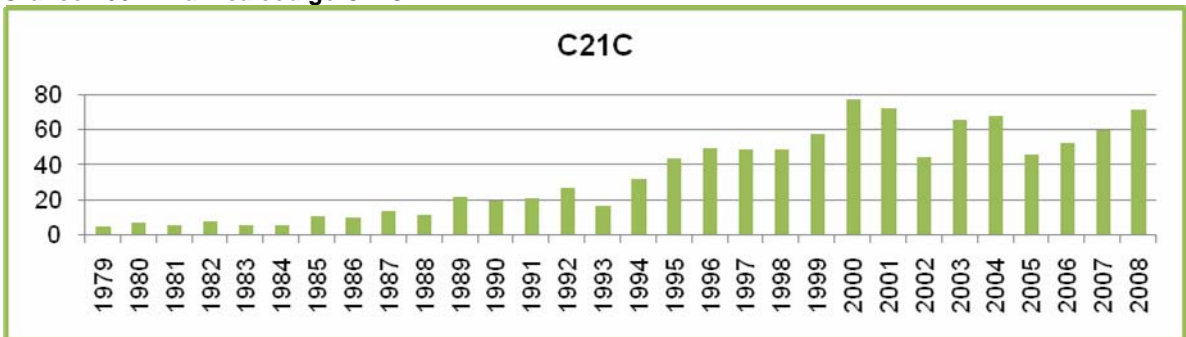


Gráfico 101. Dinámica código B22C

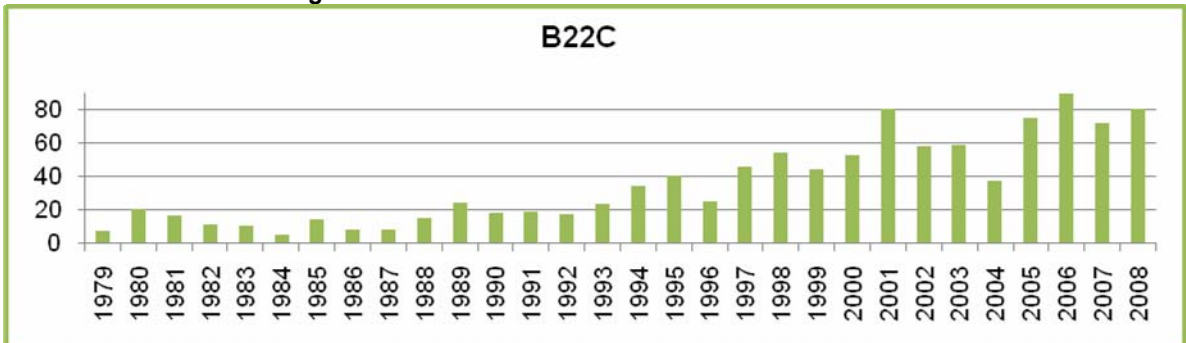
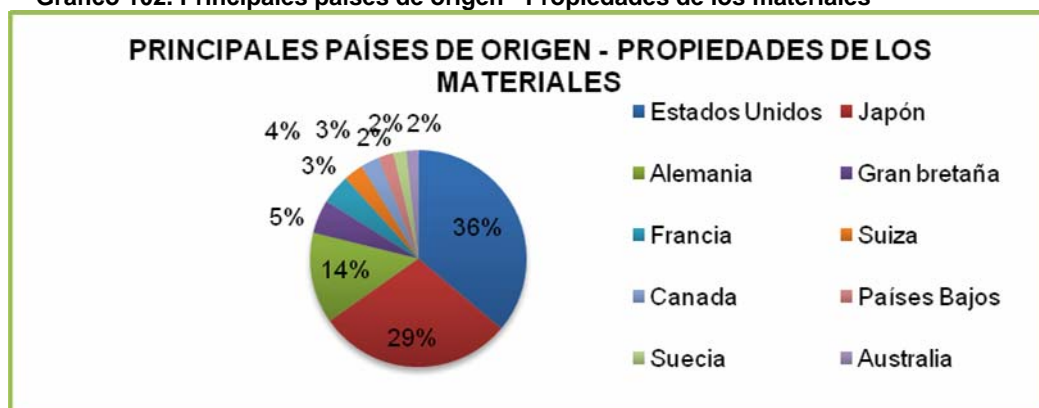


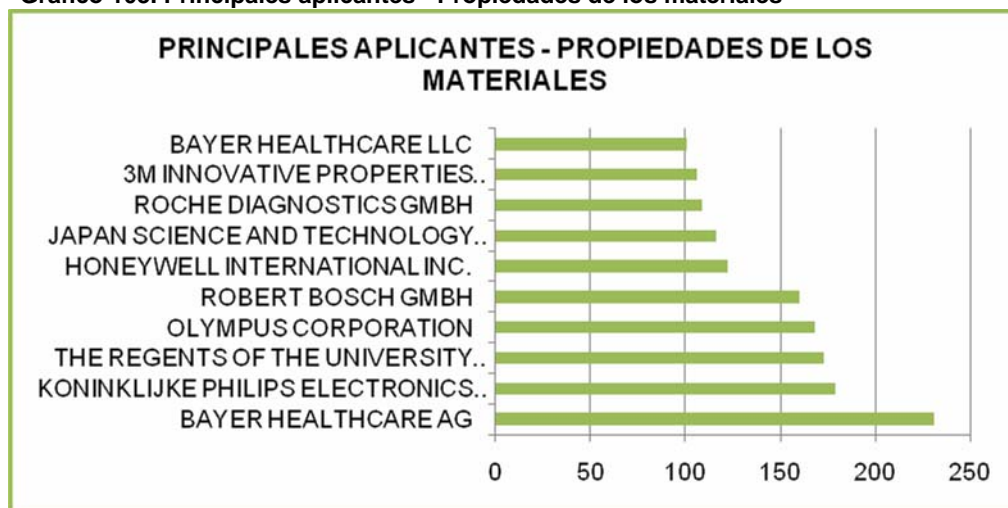
Gráfico 102. Principales países de origen - Propiedades de los materiales



Elaborado por: Autoras

En el gráfico 102 se observa que sobresalen entre los principales países de origen de las solicitudes para esta temática Estados Unidos, Japón y Alemania con 36%, 29% y 14% respectivamente, seguidos de Gran Bretaña con 5%. En el gráfico 103 se presentan los aplicantes que se destacan. Cabe aclarar que la mayoría corresponden al código G01N, que es aquel que participa con la mayor cantidad de registros (74%). En el gráfico 53, se presentan los principales aplicantes.

Gráfico 103. Principales aplicantes - Propiedades de los materiales



Elaborado por: Autoras

Materiales para la industria del papel¹⁴². Los códigos asociados a la línea de materiales para la industria del papel se presentan en la tabla 91. El mayor interés que se presenta dentro de la línea de materiales para la industria del papel corresponde a las

composiciones o compuestos de pulpa. Por lo tanto se aclara que la información procesada y los análisis realizados a continuación se ven influenciados por el efecto del código D21H el cual agrupa al 76% de las aplicaciones internacionales recolectadas.

Tabla 91. Subclases IPC – Materiales para la industria del papel

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	%
D21H	Composiciones de pasta; su preparación impregnación o revestimiento del papel; tratamiento del papel terminado; papel no previsto en otro lugar	1599	76
D21C	Producción de celulosa por eliminación de sustancias no celulósicas de las materias que contienen la celulosa; regeneración de líquidos residuales; aparatos para este efecto	454	21
D21J	Cartón de pasta de madera; fabricación de artículos a partir de suspensiones de fibras celulósicas o a partir de papel "mache"	54	3
TOTAL		2107	100

Elaborado por: Autoras

De acuerdo a los gráficos 104, 105 y 106 se observa que se registran patentes asociadas a la industria de papel desde 1979, un año después de la primera publicación registrada en base de datos electrónica de la OMPI. La tendencia de patentamiento en el área se mantuvo estable durante la década de los ochentas, fue creciente durante la década de los noventas y decreciente los primeros años del presente siglo. En los últimos cinco años se ha presentado un incremento en el interés de dicha línea de investigación, especialmente en lo que se refiere a la producción de celulosa, regeneración de licores de pulpa y composiciones de pulpa. Sin embargo los registros asociados a la fabricación de artículos de suspensiones fibrosas celulósicas o de papel maché, se han mantenido estables año tras año en el último quinquenio.

Gráfico 104. Dinámica código D21C

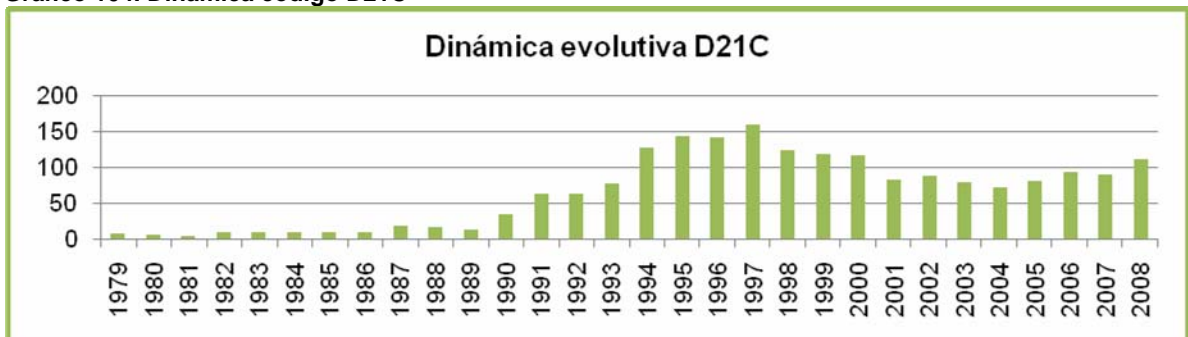


Gráfico 105. Dinámica código D21J

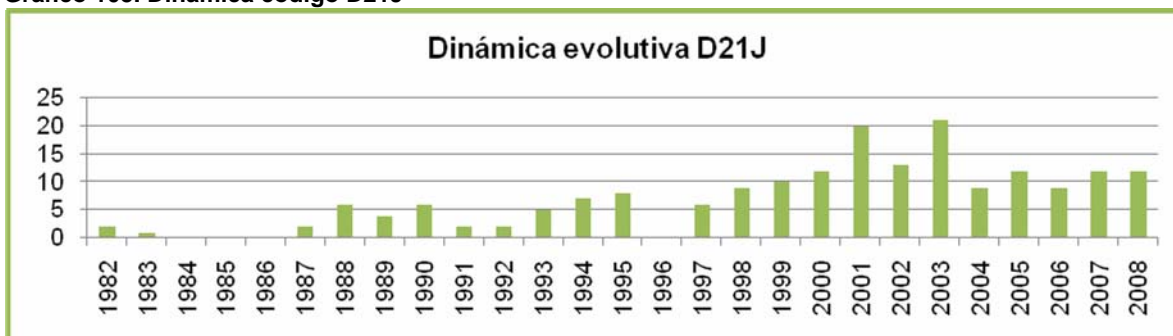
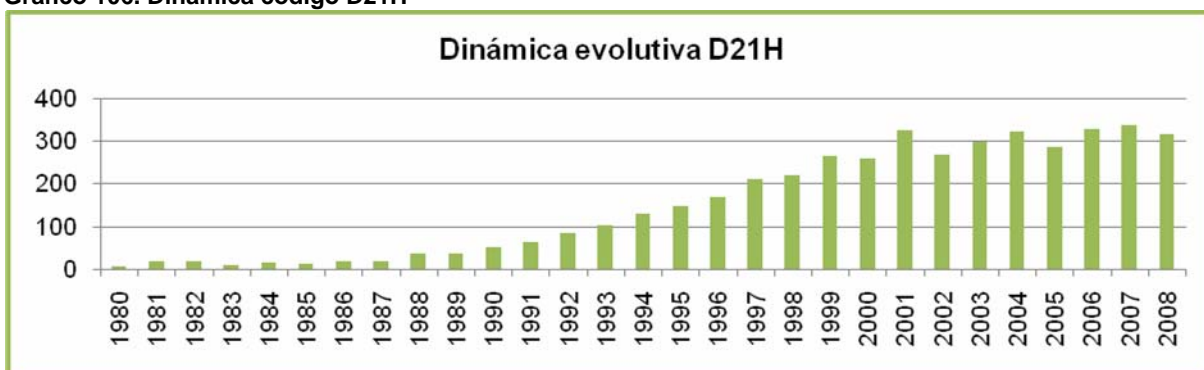
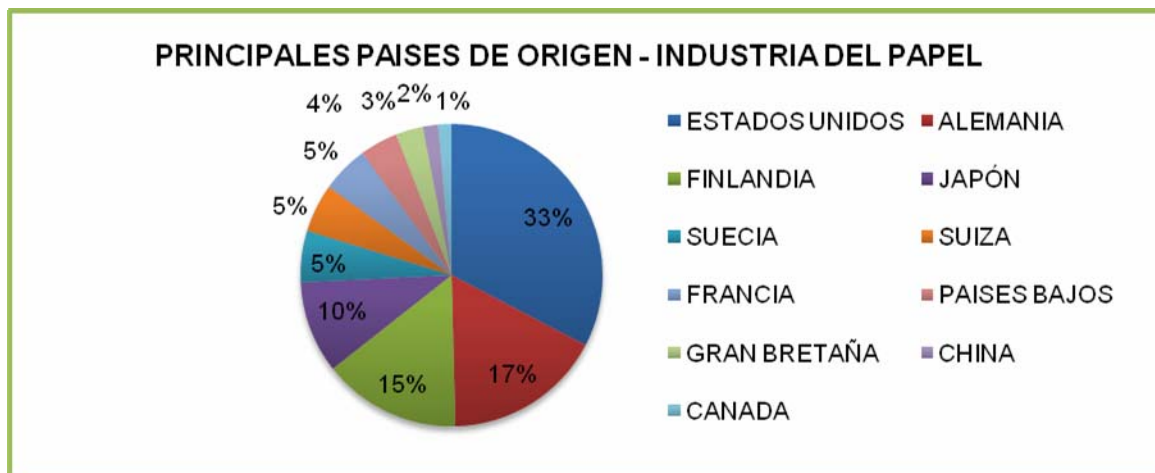


Gráfico 106. Dinámica código D21H



Los principales países de origen de los aplicantes de las solicitudes de las patentes corresponden principalmente a Estados Unidos (33%), Alemania (17%), Finlandia (15%) y Japón (10%), seguidos de Suecia, suiza y Francia con un 5%, como se puede observar en el gráfico 107. Dichos resultados son coherentes con algunos estudios internacionales relacionados con la el área donde se señala que “Alemania es el principal productor de papel en Europa, seguido de cerca por Finlandia, Suecia y Francia. Los principales productores de celulosa son Finlandia y Suecia. Los países europeos son los terceros productores mundiales del sector (27% de la producción total), tras Norteamérica (28%) y Asia (35%)”¹⁴³.

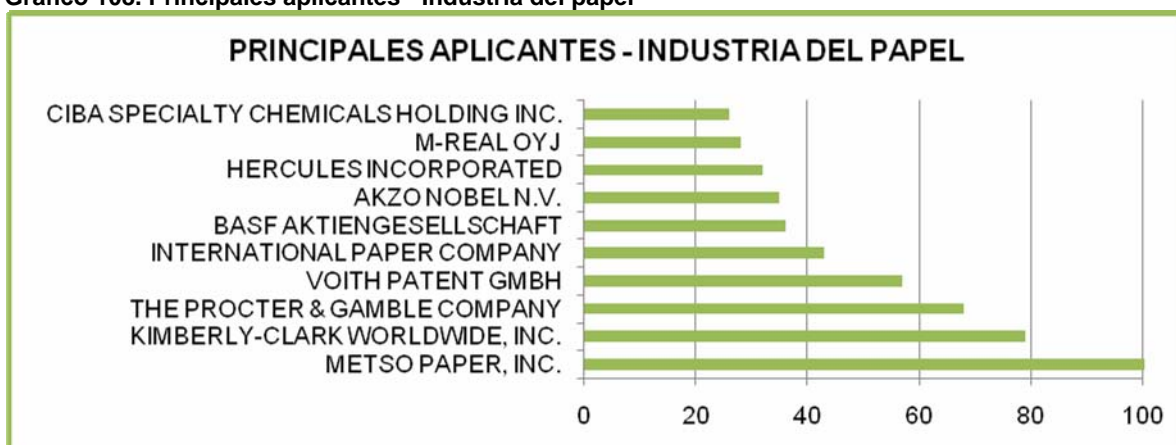
Gráfico 107. Principales países de origen - Industria del papel



Fuente: Autoras

De los principales aplicantes sobresalen Metso Paper, Inc., cuya oficina corporativa se encuentra en Finlandia, Kimberly-Clark Worldwide, Inc., cuya sede principal es en Texas, Estados Unidos y The Procter & Gamble Company con sede principal en Ohio, Estados Unidos, los aplicantes se pueden observar en el gráfico 108.

Gráfico 108. Principales aplicantes - Industria del papel



Fuente: Autoras

Materiales para construcción. Los códigos asociados a la línea de materiales para la construcción se presentan en la tabla 92.

Tabla 92. Subclases IPC - Materiales para la construcción

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	%
C04B	Cal; magnesia; escorias; cementos; sus composiciones, p. Ej. Morteros, hormigón o materiales de construcción similares; piedra artificial; cerámicas	3681	46
E04B	Estructura general de los edificios; muros, p. Ej. Tabiques; tejados; techos; suelos; aislamiento y otras protecciones de los edificios	2321	29
E04C	Elementos estructurales; materiales de construcción	1356	17
E04D	Cubiertas de tejado; ventanas de buhardilla; canalones; herramientas para el trabajo de cubiertas y tejados	669	8
C10C	Tratamiento del alquitrán, brea, asfalto, betún; ácido piroleñoso	47	0.006
TOTAL		8074	100

Elaborado por: Autoras

Todos los códigos dentro de su dinámica evolutiva registran un nivel incipiente de aplicaciones desde 1978 y durante la década de los ochenta. La dinámica general de evolución de los registros de aplicaciones relacionadas con materiales de construcción mantiene una tendencia ascendente en todas las subclases asociadas especialmente desde la década de los noventa a excepción del área asociada a Cubiertas de tejado; ventanas de buhardilla; canalones; herramientas para el trabajo de cubiertas y tejados (E04D). Los registros de ésta subclase se mantienen estables desde el año 2000 hasta el 2008. (Ver gráficos 109, 110, 111, 112 y 113)

Gráfico 109. Dinámica código C04B

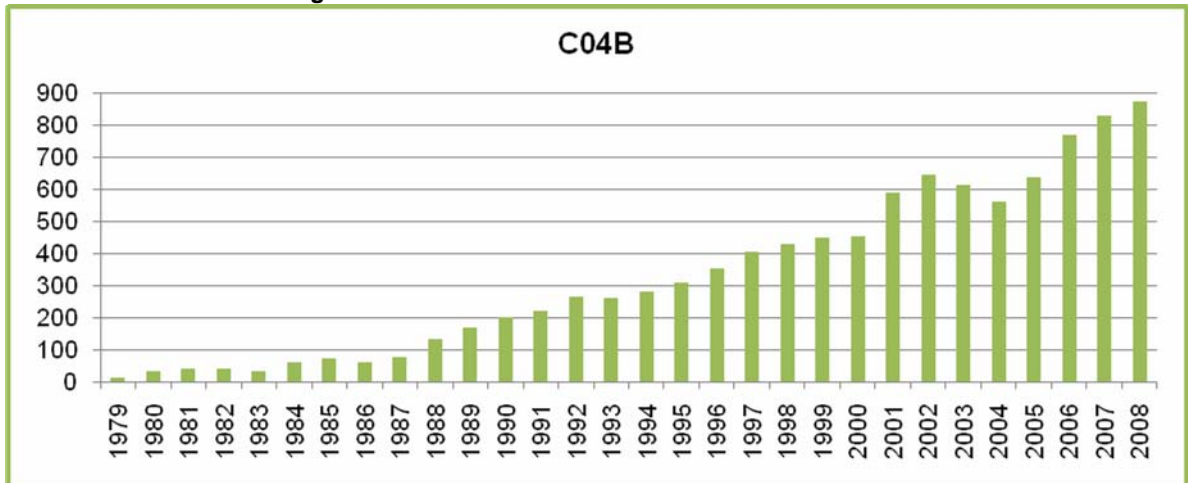


Gráfico 110. Dinámica código C10C

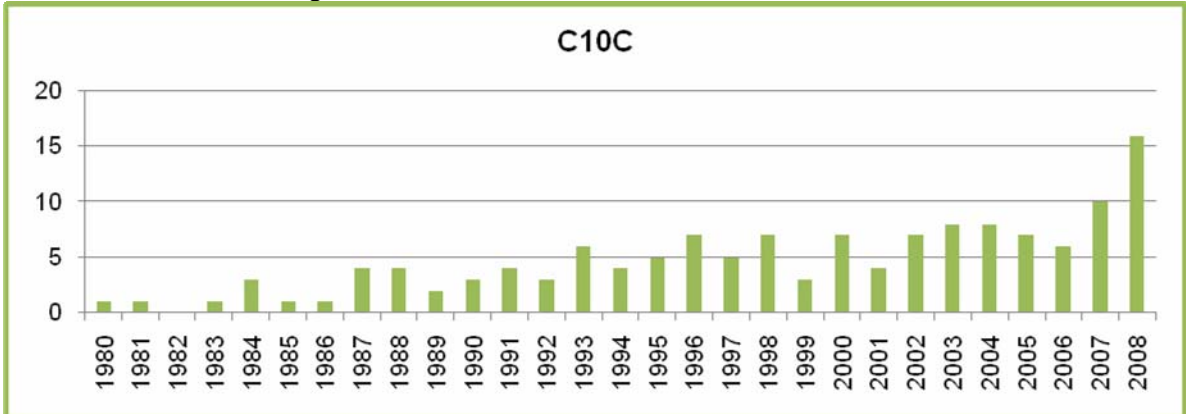


Gráfico 111. Dinámica código E04B

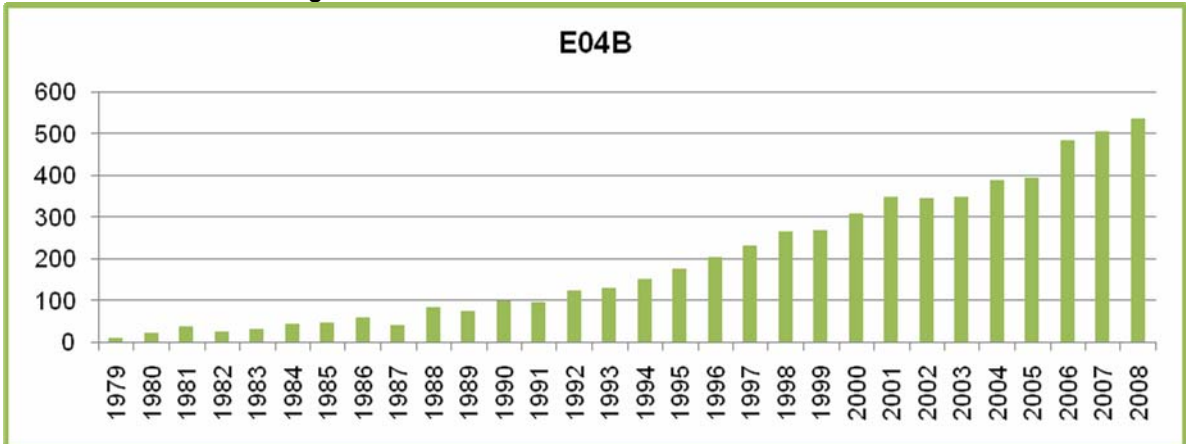


Gráfico 112. Dinámica código E04C

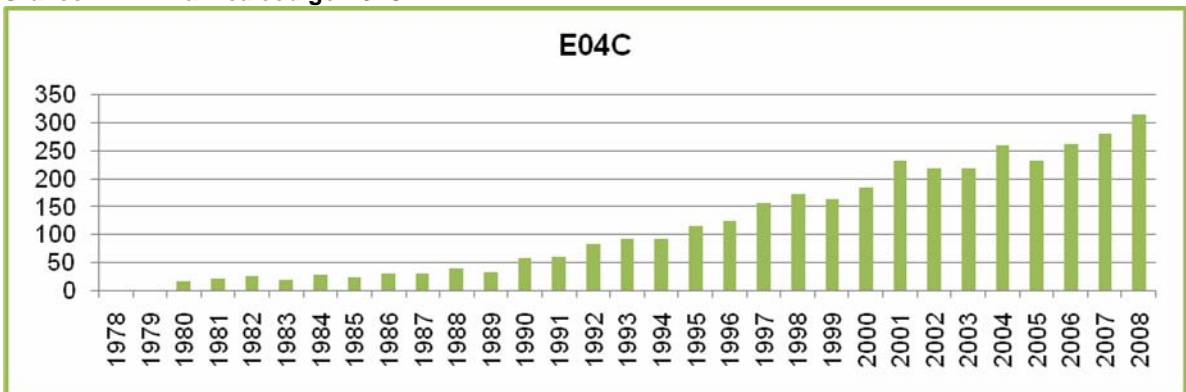
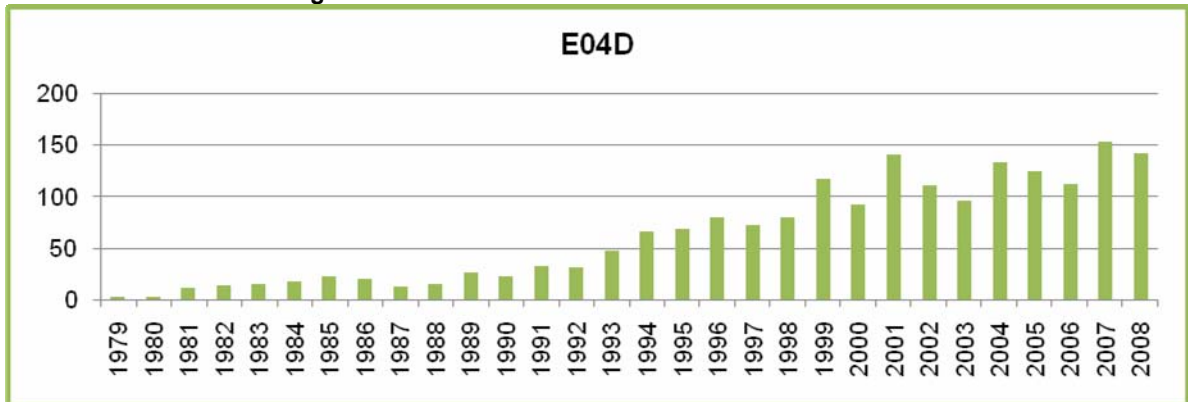
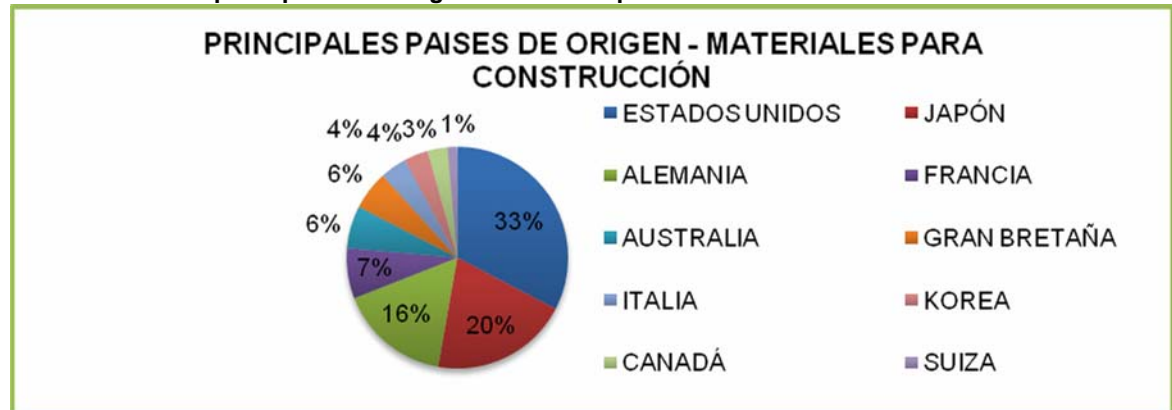


Gráfico 113. Dinámica código E04D



En cuanto a los países de origen de los aplicantes, se destacan Estados Unidos, Japón y Alemania con 33%, 20% y 16% respectivamente, como se puede observar en el gráfico 114.

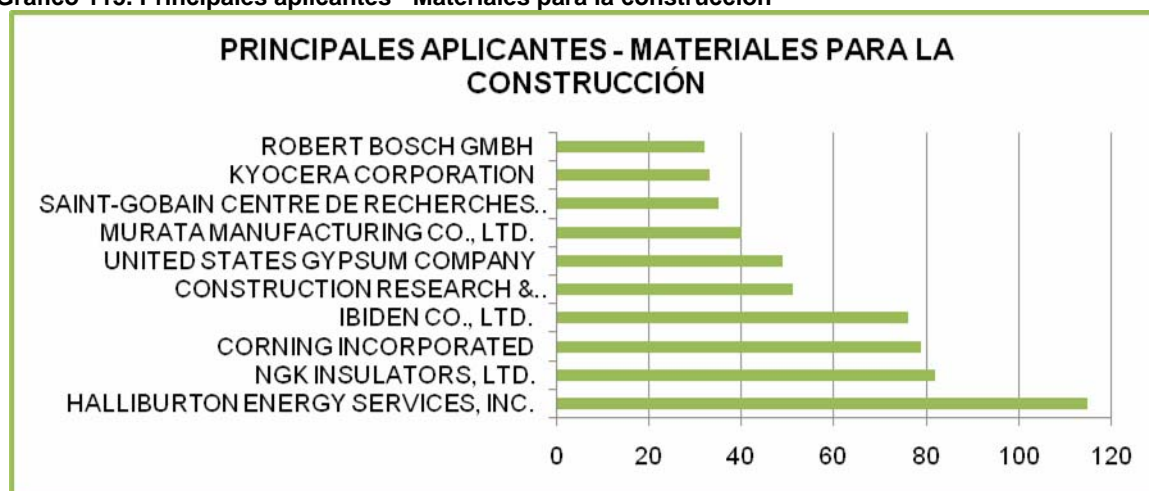
Gráfico 114. Principales países de origen - Materiales para la construcción



Elaborado por: Autoras

Los aplicantes principales son, en su mayoría, los relacionados con el código C04B, “Cal; magnesia; escorias; cementos; sus composiciones, p. Ej. Morteros, hormigón o materiales de construcción similares; piedra artificial; cerámicas”, ya que este código representa el 46% de las aplicaciones encontradas relacionada con los materiales para la construcción. Los aplicantes asociados a los demás códigos no fueron incluidos en la lista de principales aplicantes a excepción de la compañía “United States Gypsum Company” asociada también a los códigos E04B y E04C. (Ver gráfico 115). La empresa que sobresale como aplicante es Halliburton Energy Services, Inc con 115 registros.

Gráfico 115. Principales aplicantes - Materiales para la construcción



Elaborado por: Autoras

Materiales magnéticos y magnetismo. Los códigos asociados a la línea de materiales magnéticos y magnetismo se presentan en la tabla 93.

Tabla 93. Subclases IPC - Materiales magnéticos y magnetismo

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	%
H01F	Imanes; inductancias; transformadores; empleo de materiales específicos por sus propiedades magnéticas	2118	59
G21K	Técnicas no previstas en otro lugar para manipular partículas o radiaciones electromagnéticas; dispositivos de irradiación; microscopios de rayos gamma o de rayos x	570	16
B03C	Separación magnética o electrostática de materiales sólidos a partir de materiales sólidos o de fluidos; separación por campos eléctricos de alta tensión	533	15
G01N 27/00	Investigación o análisis de materiales mediante el empleo de medios eléctricos, electroquímicos o magnéticos	288	8
G01N 24/00	Investigación o análisis de materiales por utilización de la resonancia magnética nuclear, de la resonancia paramagnética electrónica o de otros efectos de spin	69	2
G01R 33/00	Dispositivos o aparatos para la medida de valores magnéticos	27	0.007
TOTAL		3605	100

Elaborado por: Autoras

La dinámica de los códigos se puede observar en los gráficos 116, 117, 118, 119, 120, y 121. Todos los códigos, a excepción de G01N 24/00 y G01R 33/00, dentro de su dinámica evolutiva, registran un nivel incipiente de aplicaciones desde 1979 y durante la década de los ochenta. En los códigos G01N 27/00 y G21K, éste comportamiento se presenta hasta mediados de los noventa. En los códigos G01N 24/00 y G01R 33/00 se observa un

comportamiento inestable de los desde el primer registro en 1995 y 1987 respectivamente. Sin embargo el último presenta una tendencia creciente en los últimos 5 años. El código G01N 27/00 presenta una tendencia creciente desde 1997 hasta el 2006 y se presentó un leve descenso (20 registros menos) para el 2007 y un incremento de 11 registros para el 2008.

Las aplicaciones de las subclases B03C y H01F registran una tendencia ascendente en los registros desde la década de los noventa y al código G21K desde el año 2000 hasta el 2008

Gráfico 116. Dinámica código G01N-24/00

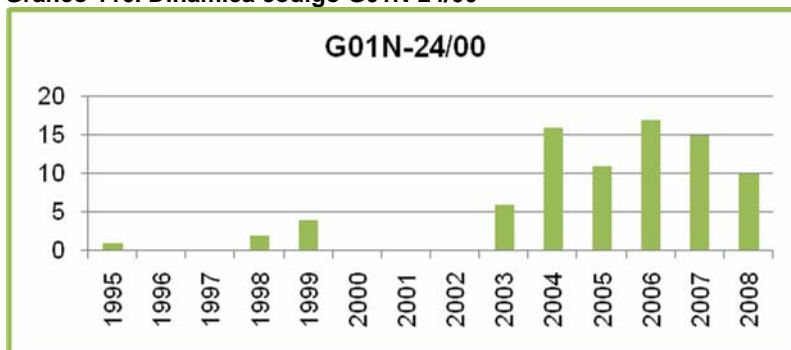


Gráfico 117. Dinámica código G01R 33/00

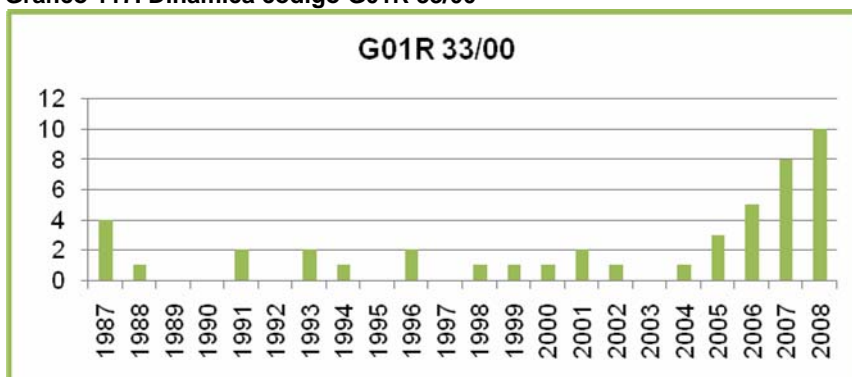


Gráfico 118. Dinámica código G01N-27/00

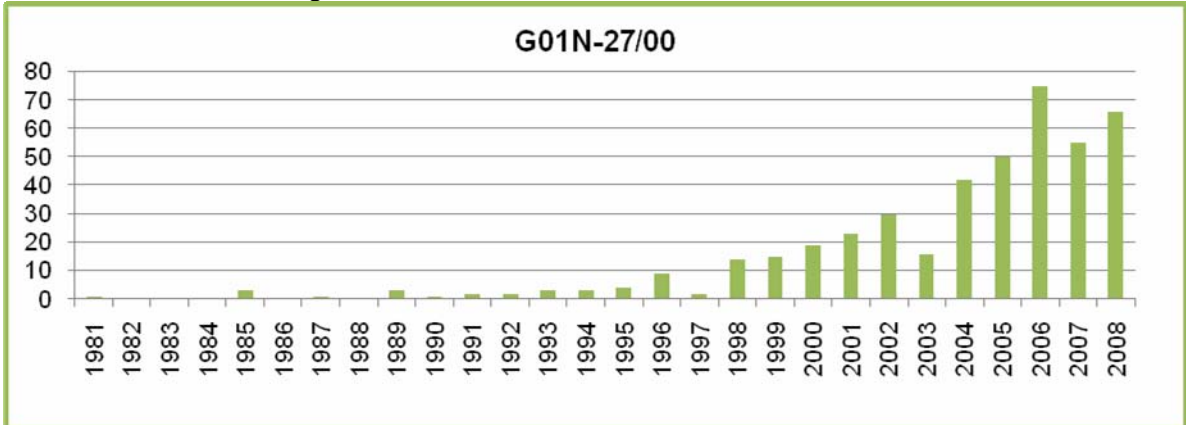


Gráfico 119. Dinámica código G21K

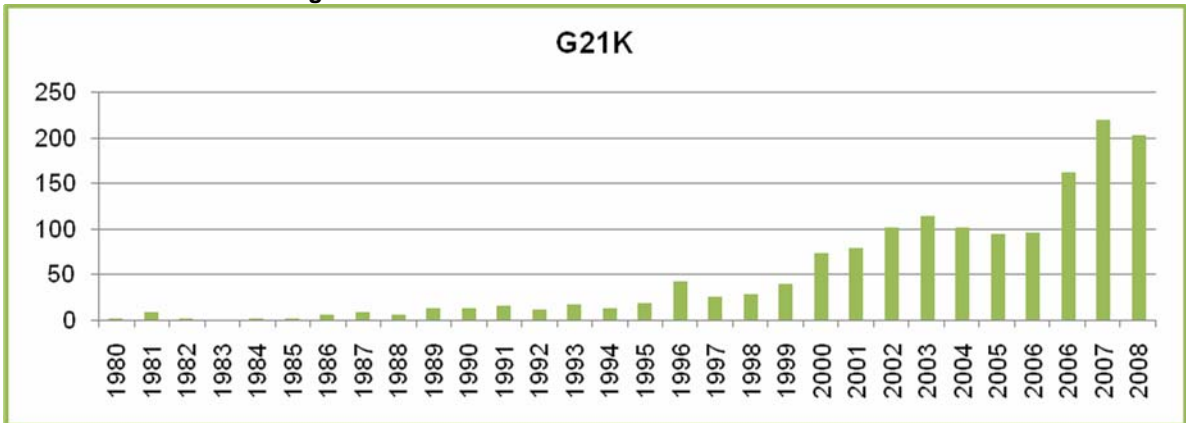


Gráfico 120. Dinámica código B03C

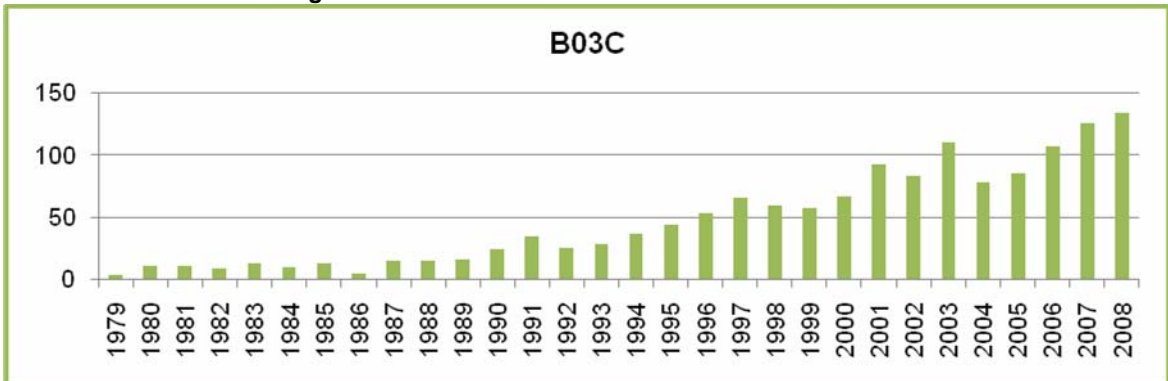
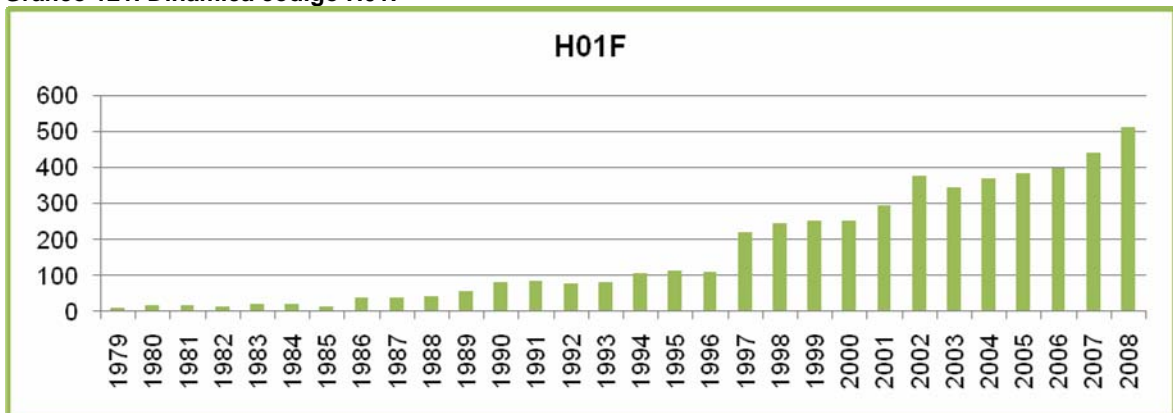
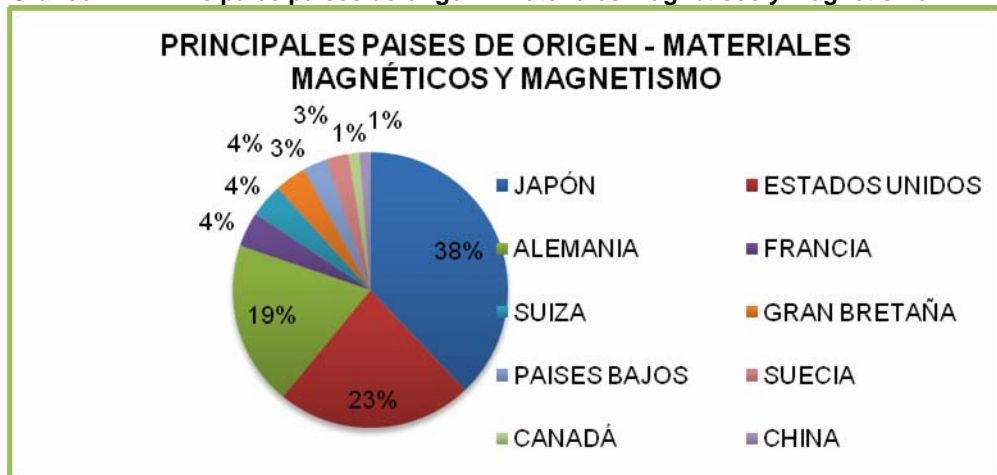


Gráfico 121. Dinámica código H01F



En cuanto a los países de origen de los aplicantes, se destacan Japón, Estados Unidos y Alemania con un 38%, 23% y 19% respectivamente, ver gráfico 122.

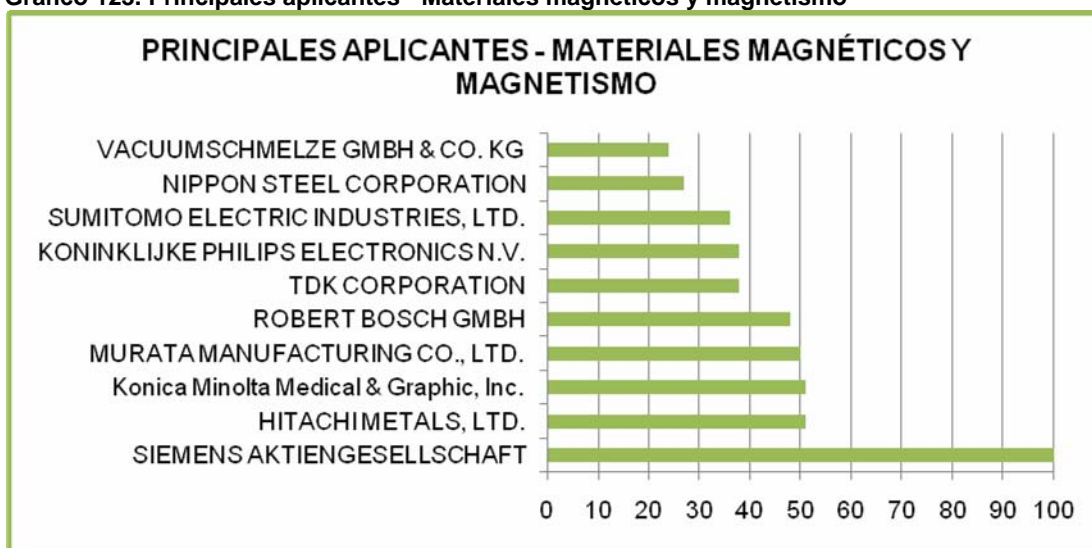
Gráfico 122. Principales países de origen – Materiales magnéticos y magnetismo



Elaborado por: Autoras

En el gráfico 123 se presentan los principales aplicantes destacándose SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT¹⁴⁴, la cual es una empresa multinacional cuya sede principal se encuentra en Alemania y ofrece productos y servicios en el área de la electrónica, la energía eléctrica, en soluciones para la industria (Automatización y control) y en los sectores de la energía y la salud.

Gráfico 123. Principales aplicantes - Materiales magnéticos y magnetismo



Elaborado por: Autoras

Materiales metálicos. Los códigos asociados a la línea de materiales metálicos se presentan en la tabla 94.

Tabla 94. Subclases IPC - Materiales metálicos

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	%
C23C	Revestimiento de materiales metálicos; revestimiento de materiales con materiales metálicos; tratamiento de materiales metálicos por difusión en la superficie, por conversión química o sustitución; revestimiento por evaporación en vacío, por pulverización catódica, por implantación de iones o por deposición química en fase vapor, en general	6012	30
C22C	Aleaciones	2656	13
B24B	Maquinas, dispositivos o procedimientos para trabajar con muela o para pulir	1589	8
B22D	Colada de metales; colada de otras materias por los mismos procedimientos o con los mismos dispositivos	1325	7
B22F	Trabajo de polvos metálicos; fabricación de objetos a partir de polvos metálicos; fabricación de polvos metálicos	1305	6
C30B	Crecimiento de monocristales ; solidificación unidireccional de materiales eutécticos o separación unidireccional de materiales eutéctoides; afinamiento de materiales por fusión de zona ; producción de materiales policristalinos homogéneos de estructura determinada ; monocristales o materiales policristalinos homogéneos de estructura determinada; tratamiento posterior de monocristales o de materiales policristalinos homogéneos de estructura determinada ; aparatos para estos efectos	1301	6
C25D	Procesos para la producción electrolítica o electroforética de revestimientos; galvanoplastia; unión de piezas por electrolisis; sus aparatos	1156	6
C21D	Modificación de la estructura física de los metales ferrosos; dispositivos generales para el tratamiento térmico de metales o aleaciones ferrosos	1119	6

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	%
	o no ferrosos; procesos de maleabilización por descarburación, revenido u otros tratamientos		
C22B	Producción o afinado de metales; pretratamiento de materias primas	997	5
C01F	Compuestos de berilio, magnesio, aluminio, calcio, estroncio, bario, radio, torio o compuestos de los metales de las tierras raras	650	3
C22F	Modificación de la estructura física de metales o aleaciones no ferrosos	469	2
C25C	Procesos para la producción, recuperación o afinado electrolítico de metales; sus aparatos	371	2
C21B	Fabricación del hierro o del acero	322	2
C21C	Procesos del hierro fundido, p. Ej. Afinado, fabricación de hierro o acero dulce; tratamiento de las aleaciones ferrosas en estado líquido	299	1
B24C	Tratamiento por chorro abrasivo o chorro análogo, con materiales en partículas	249	1
C25F	Procesos para la eliminación electrolítica de materia en objetos; sus aparatos	168	1
C01D	Compuestos de los metales alcalinos, es decir, de litio, sodio, potasio, rubidio, cesio o francio	139	1
C23D	Esmaltado o aplicación de capas vítreas a los metales	20	0
TOTAL		20147	100

Elaborado por: Autoras

Todos los códigos dentro de su dinámica evolutiva registran un nivel incipiente de aplicaciones desde 1979 y durante la década de los ochenta, como se puede observar en los gráficos 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140 y 141.

Los temas asociados a los códigos C01F, C21D, C22C, C22F, C23C y B22F, presentan una tendencia creciente en los registros de aplicaciones a partir de mediados de la década de los noventa. Por otro lado, los registros de los códigos B22D, B24B, C22B, C30B y C25D, exhiben un comportamiento creciente desde mediados de la década de los noventa; sin embargo, desde el año 2000 hasta la fecha manifiestan un comportamiento constante y estable. Las subclases B24C, C21C, C21B, C25C y C25F presentan un comportamiento inicial como el del grupo anterior de códigos, pero revelan un comportamiento inestable en los últimos ocho años. Finalmente el comportamiento de los códigos C01D y C23D ha sido inestable desde sus primeros registros en el año 1979 hasta el 2008, aunque presenta mayor número de registros desde mediados de la década de los 90. (Ver Anexo 37)

Se destacan Japón, Estados Unidos y Alemania, con 41%, 27% y 17% respectivamente como los principales países de origen de los aplicantes (ver gráfico 142). Los principales aplicantes de las aplicaciones internacionales en materiales metálicos son: Nippon Steel Corporation de origen japonés, Applied Materials, Inc con sede principal en Estados Unidos . y Kabushiki Kaisha Kobe Seiko Sho de origen japonés. (Ver gráfico 143)

Gráfico 124. Dinámica código B22D

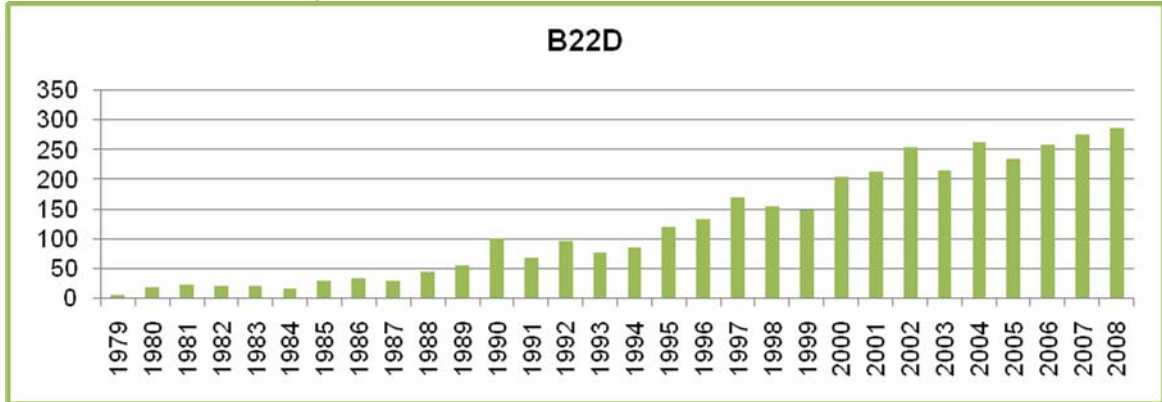


Gráfico 125. Dinámica código C21C

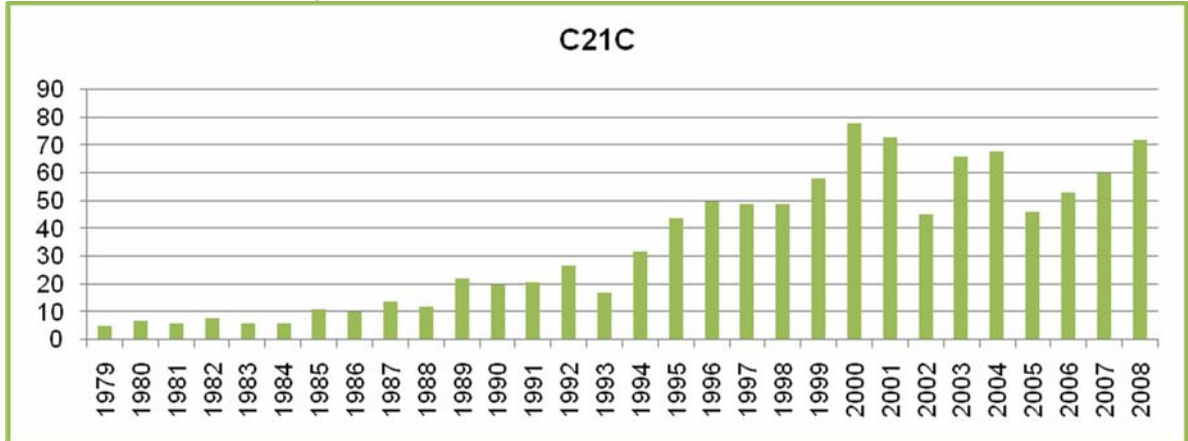


Gráfico 126. Dinámica código C22B

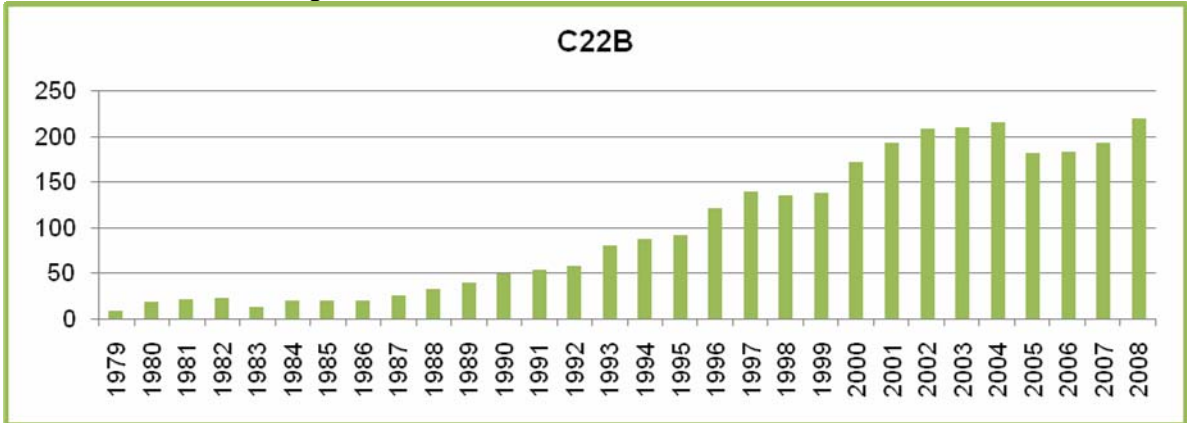


Gráfico 127. Dinámica código C21B

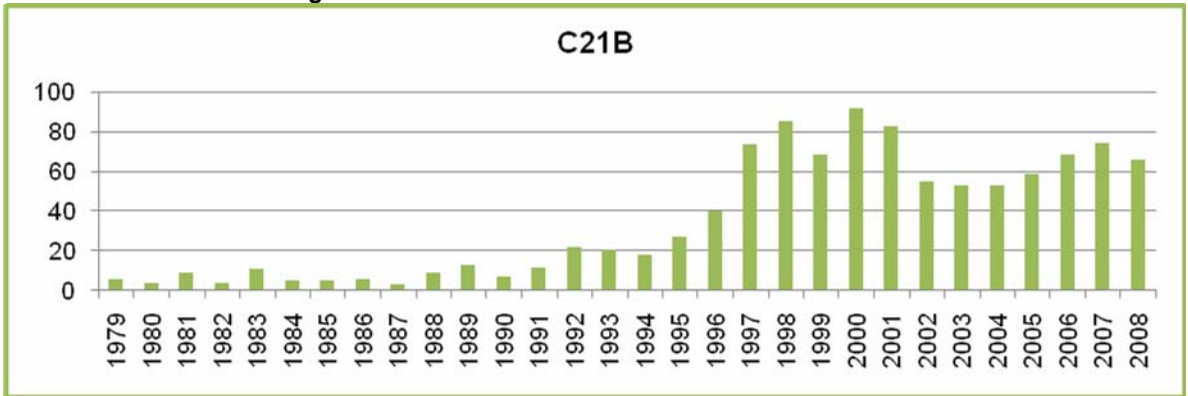


Gráfico 128. Dinámica código C21D

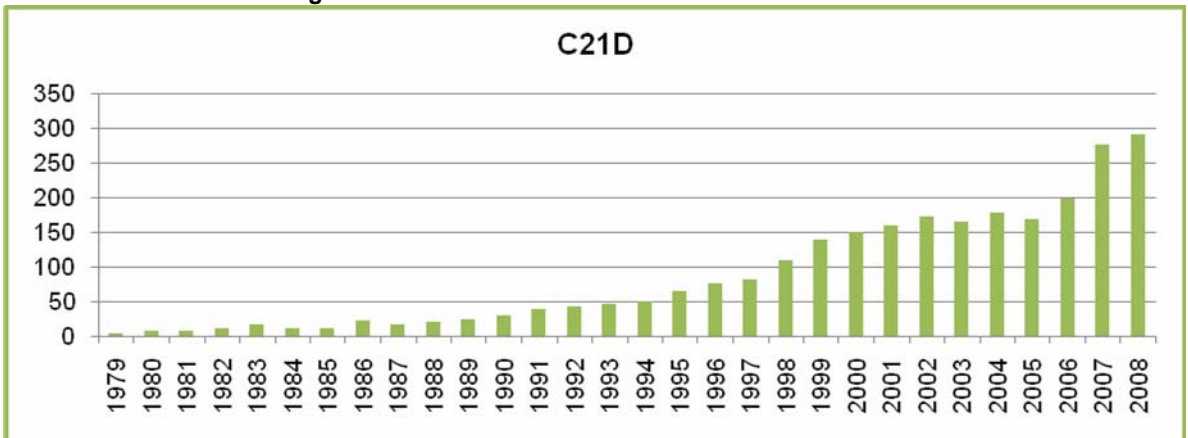


Gráfico 129. Dinámica código C22C

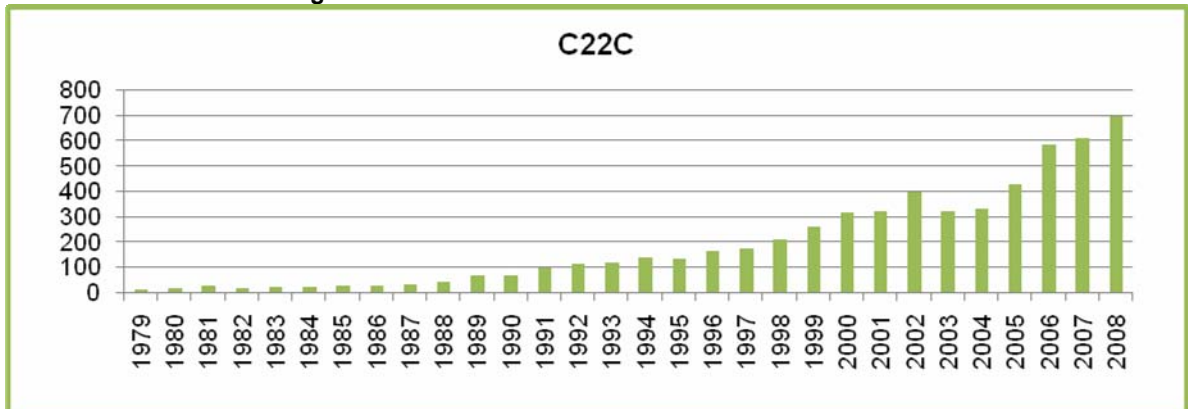


Gráfico 130. Dinámica código C23C

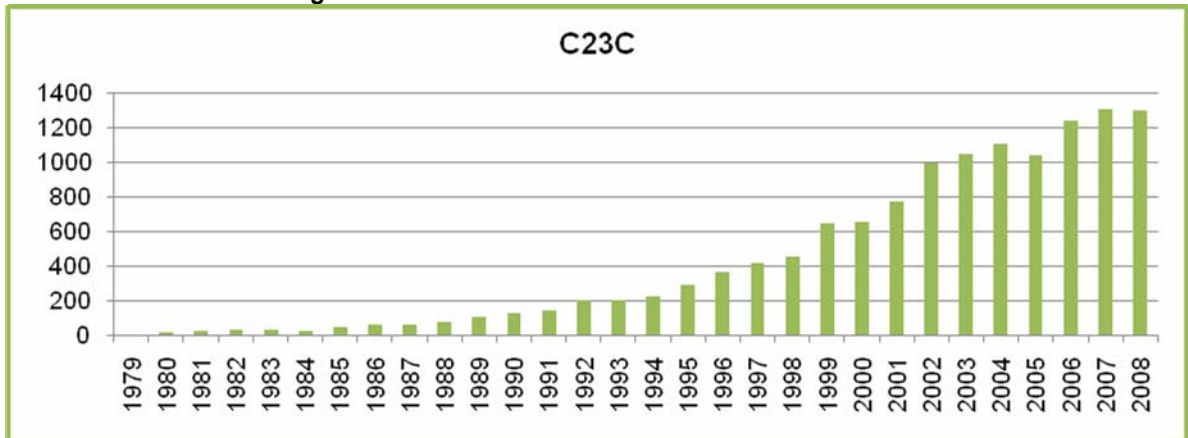


Gráfico 131. Dinámica código C25C

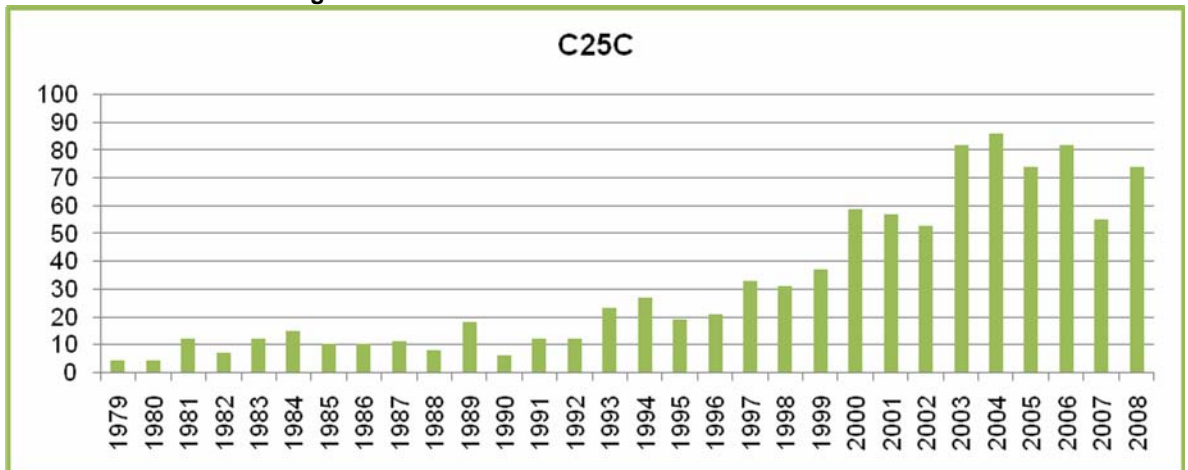


Gráfico 132. Dinámica código C25F

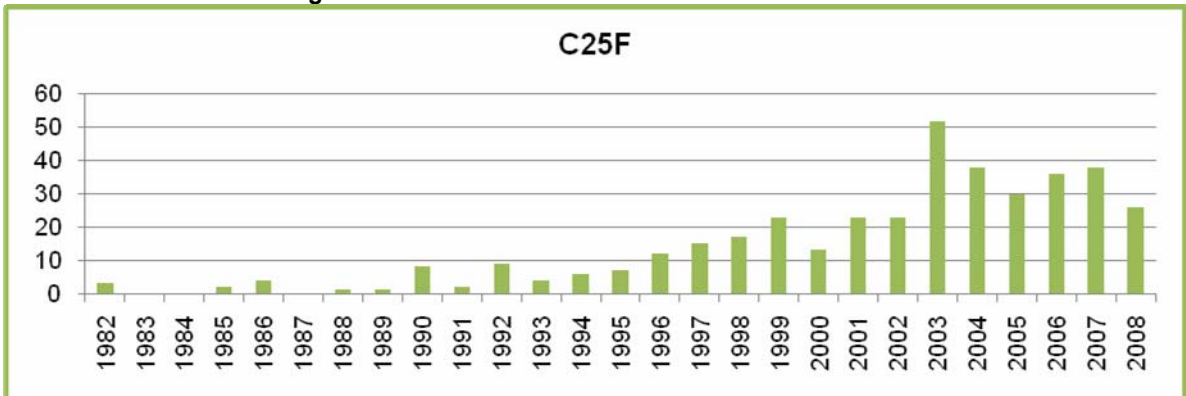


Gráfico 133. Dinámica código B22F

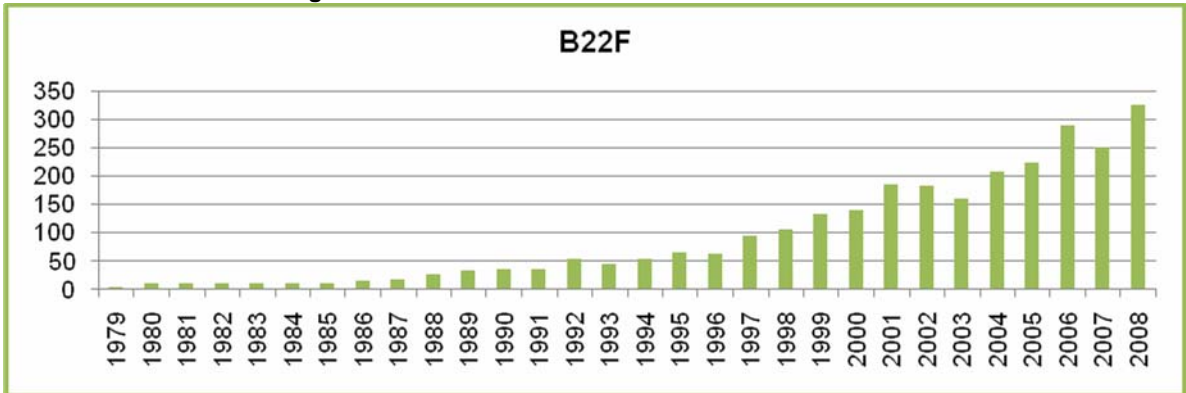


Gráfico 134. Dinámica código C23D

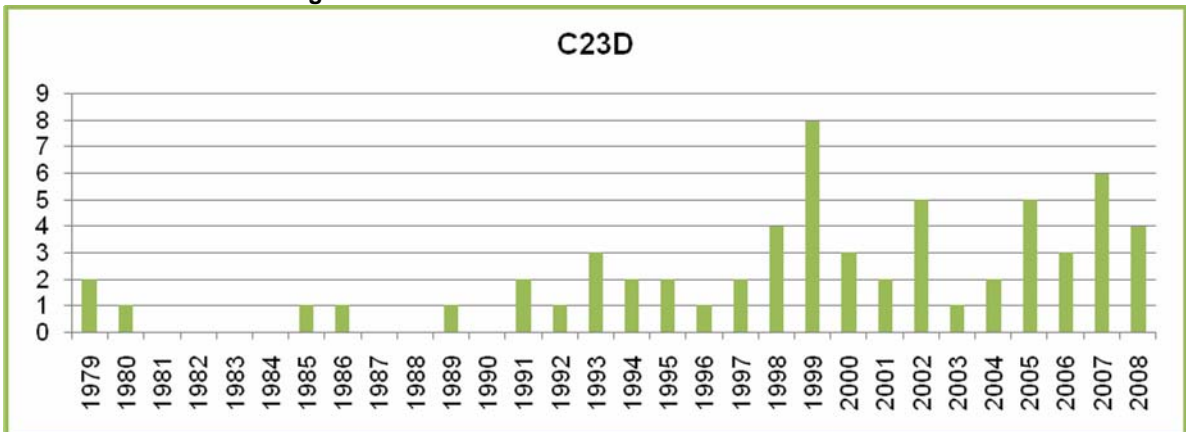


Gráfico 135. Dinámica código C25D

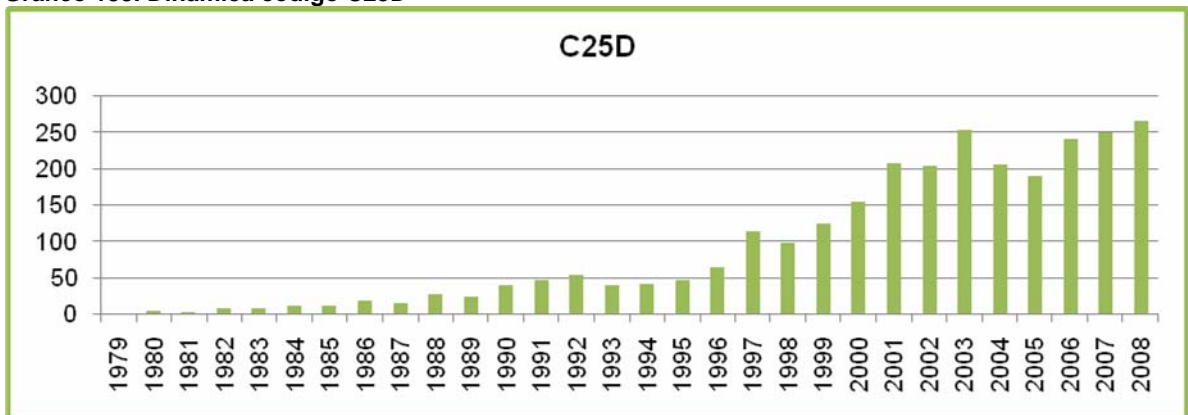


Gráfico 136. Dinámica código B24B

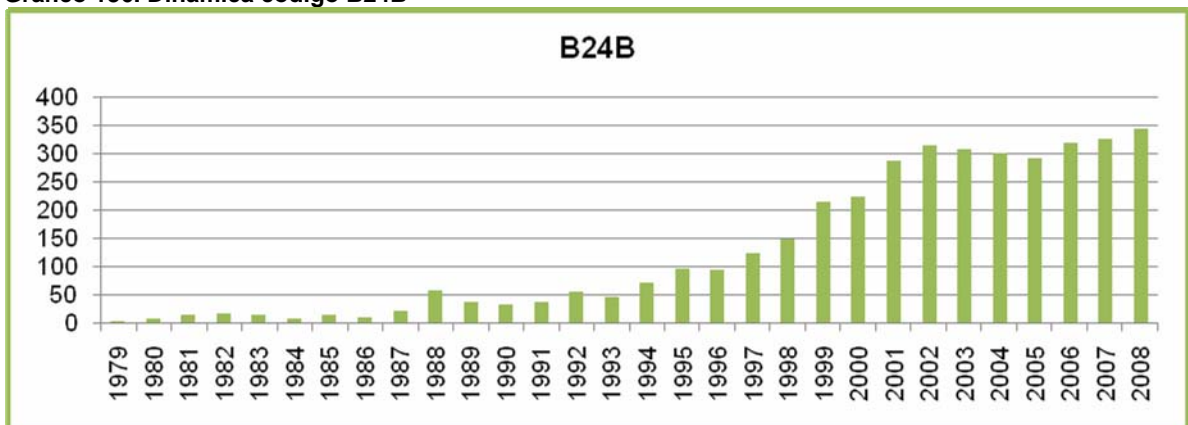


Gráfico 137. Dinámica código B24C

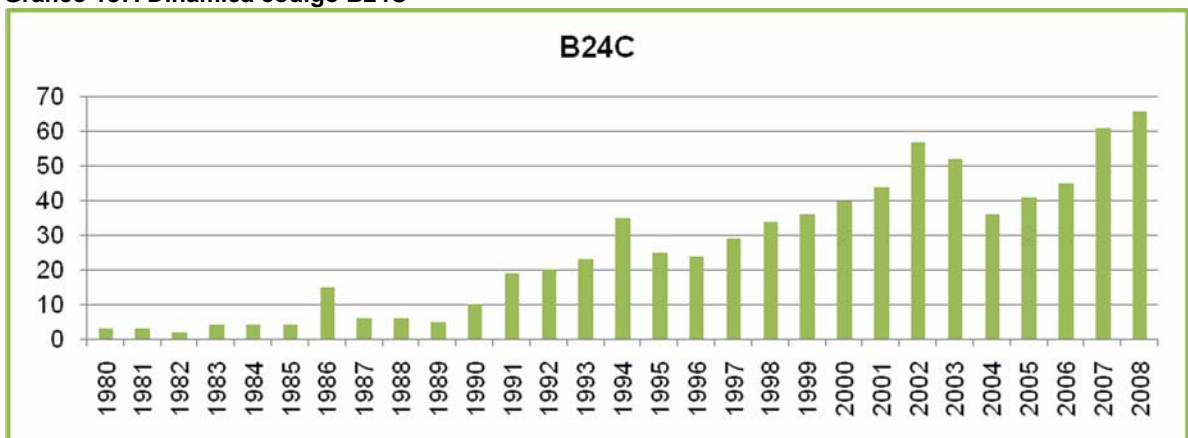


Gráfico 138. Dinámica código C01D

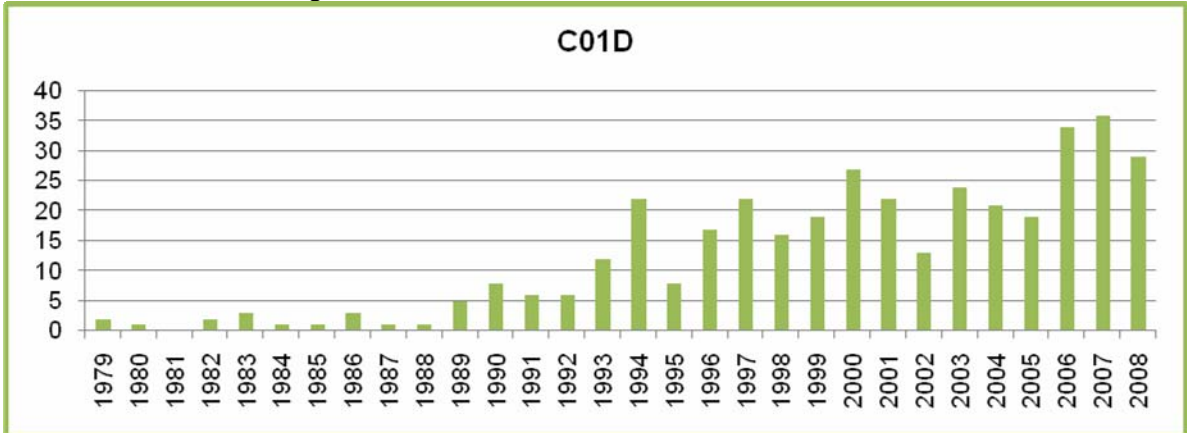


Gráfico 139. Dinámica código C01F

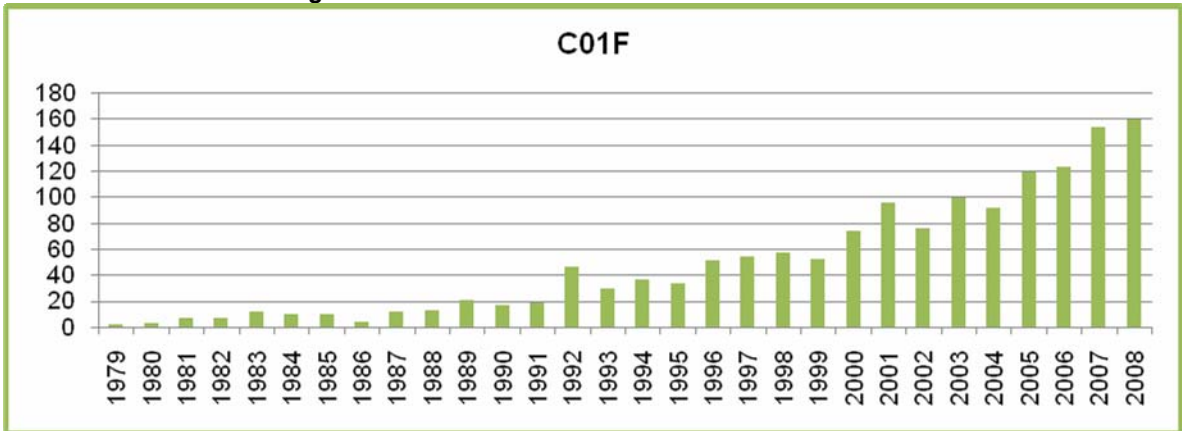


Gráfico 140. Dinámica código C22F

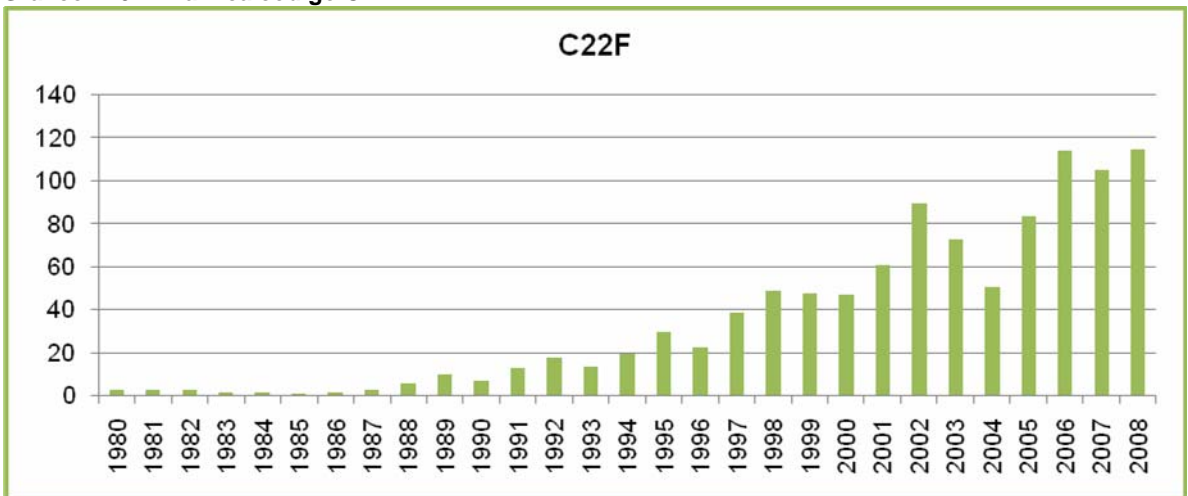


Gráfico 141. Dinámica código C30B

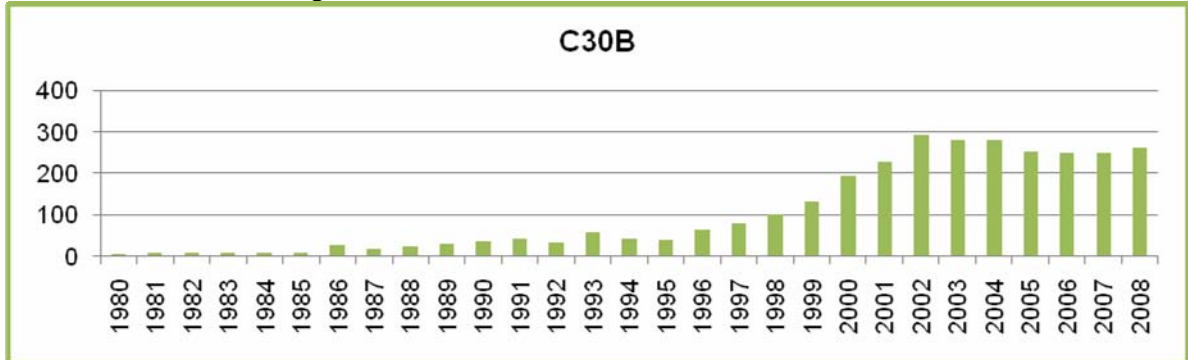
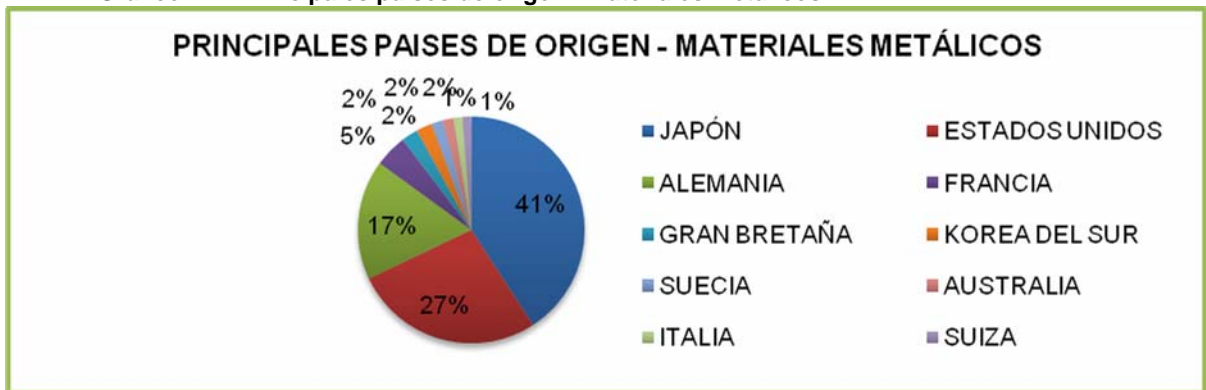
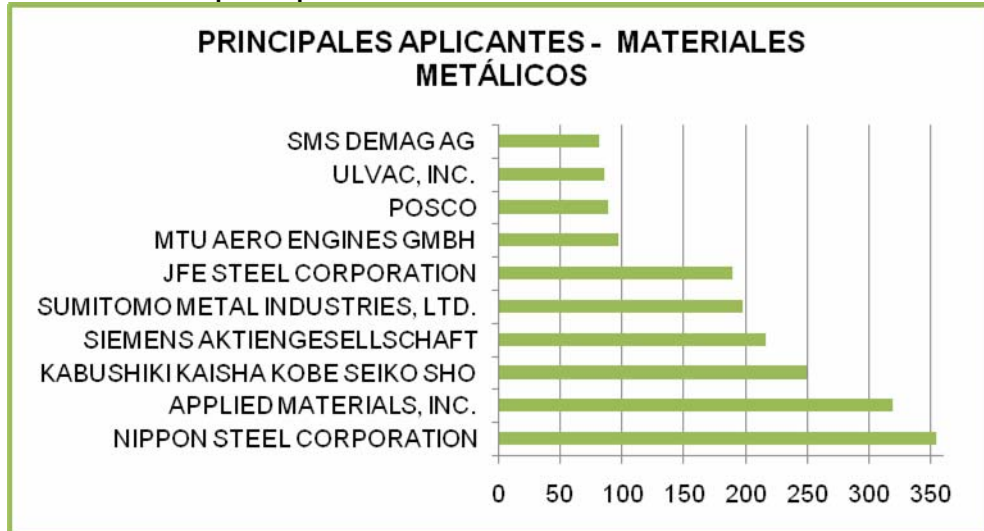


Gráfico 142. Principales países de origen - Materiales metálicos



Elaborado por: Autoras

Gráfico 143. Principales aplicantes - Materiales metálicos



Elaborado por: Autoras

Materiales poliméricos. Los códigos asociados a la línea de materiales metálicos se presentan en la tabla 95.

Tabla 95. Subclases IPC

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	%
B29B	Preparación o pretratamiento de materias a conformar; fabricación de gránulos o de preformas; recuperación de las materias plásticas o de otros constituyentes de materiales de desecho que contienen materias plásticas	886	4
C08C	Tratamiento o modificación química de los cauchos	168	1
C08F	Tratamiento o modificación química de los cauchos	6394	26
C08G	Compuestos macromoleculares obtenidos por reacciones distintas a aquellas en las que intervienen solamente enlaces insaturados carbono - carbono	7147	29
B29C	Conformación o unión de las materias plásticas; conformación o unión de sustancias en estado plástico en general; postratamiento de productos conformados, p. Ej. Reparación	8345	34
B29D	Fabricación de objetos particulares a partir de materias plásticas o de sustancias en estado plástico	1360	6
F16L	Tuberías o tubos; empalmes u otros accesorios para tuberías; soportes para tubos, cables o conductos protectores; medios de aislamiento térmico en general	3500	14
TOTAL		24300	100

Elaborado por: Autoras

Todos los códigos dentro de su dinámica evolutiva registran un nivel incipiente de aplicaciones desde 1979 y durante la década de los ochenta. Las áreas asociadas a los códigos B29B, B29C, C08G, B29D y F16L presentan una tendencia creciente desde finales de la década de los ochenta hasta el 2008. El comportamiento de los registros del código C08C desde 1991 es inestable pero aumenta con respecto a los de la década de los noventa. Ver gráficos 144, 145, 146, 147, 148, 149 y 150.

Gráfico 144. Dinámica código B29B

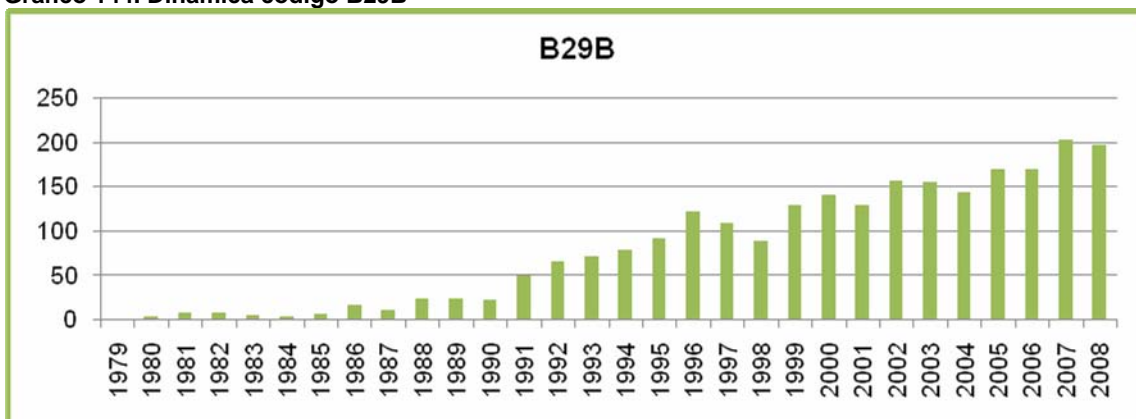


Gráfico 145. Dinámica código C08C

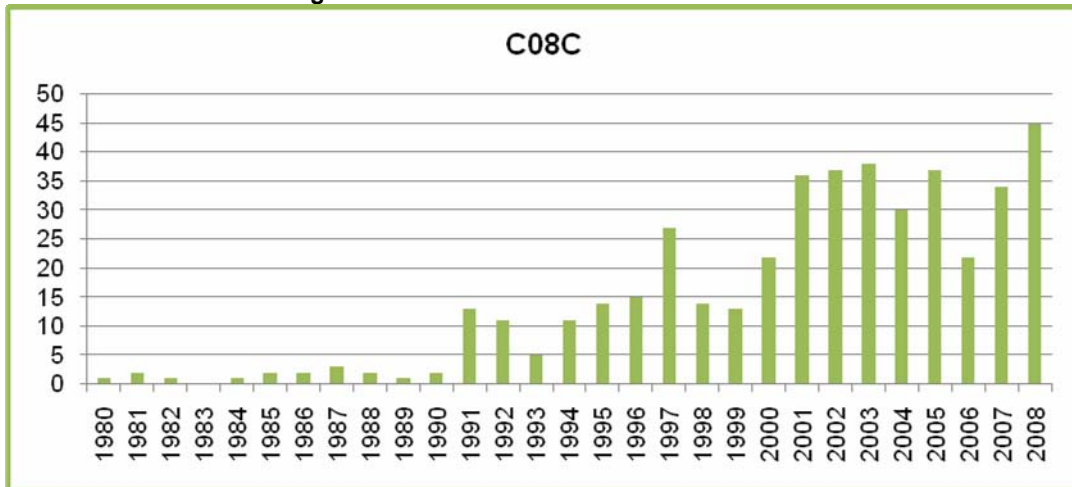


Gráfico 146. Dinámica código C08F

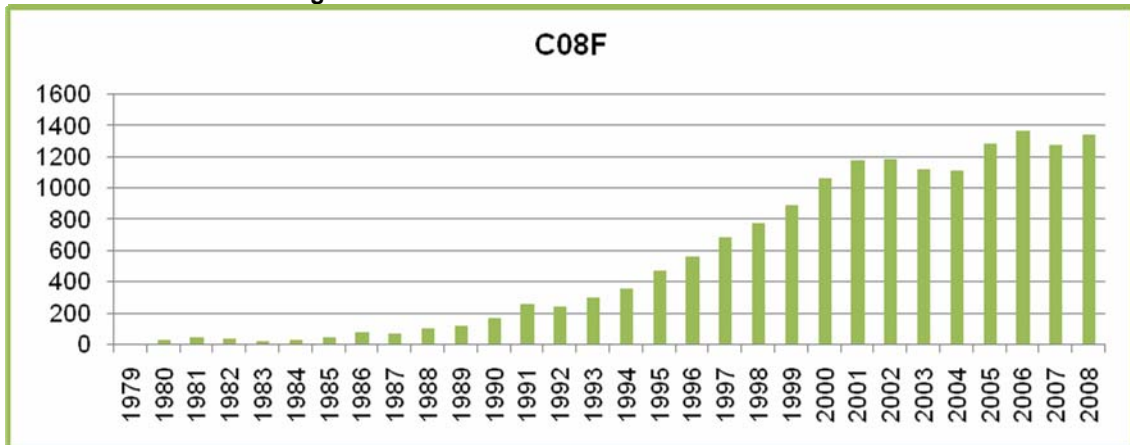


Gráfico 147. Dinámica código C08G

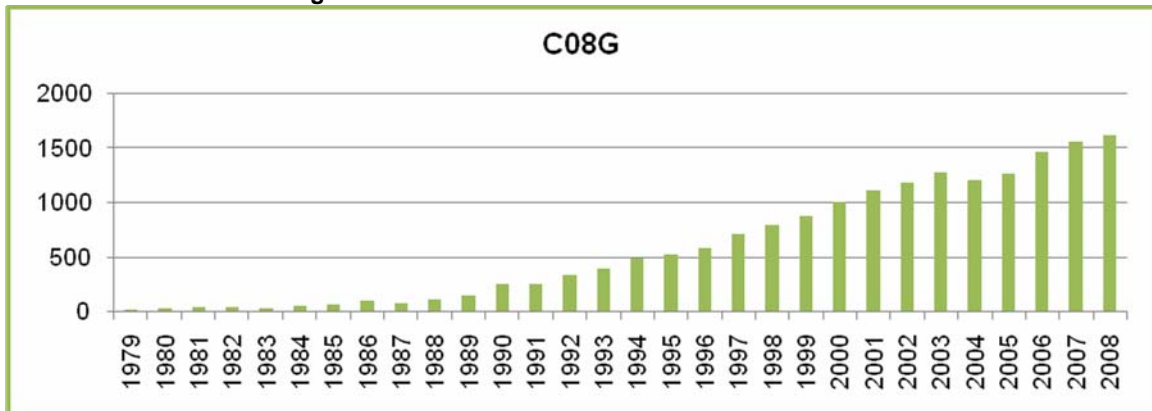


Gráfico 148. Dinámica código B29D

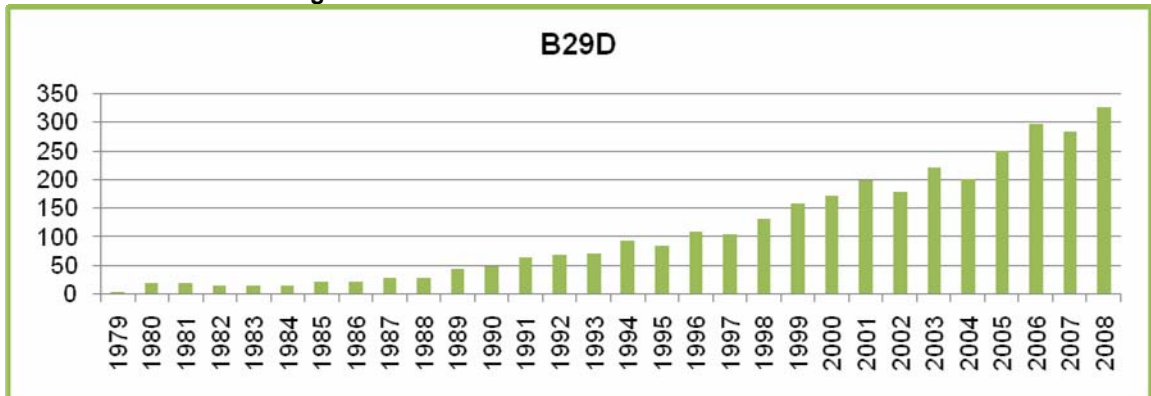


Gráfico 149. Dinámica código F16L

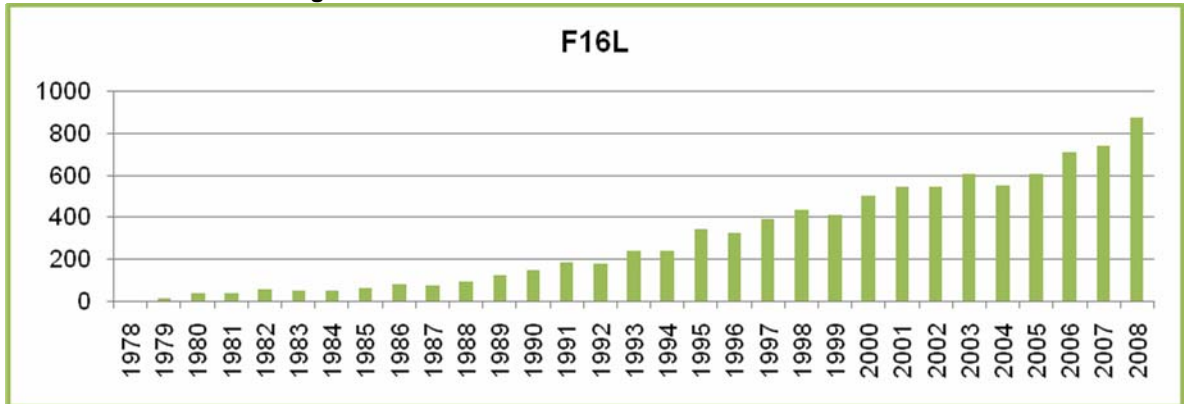
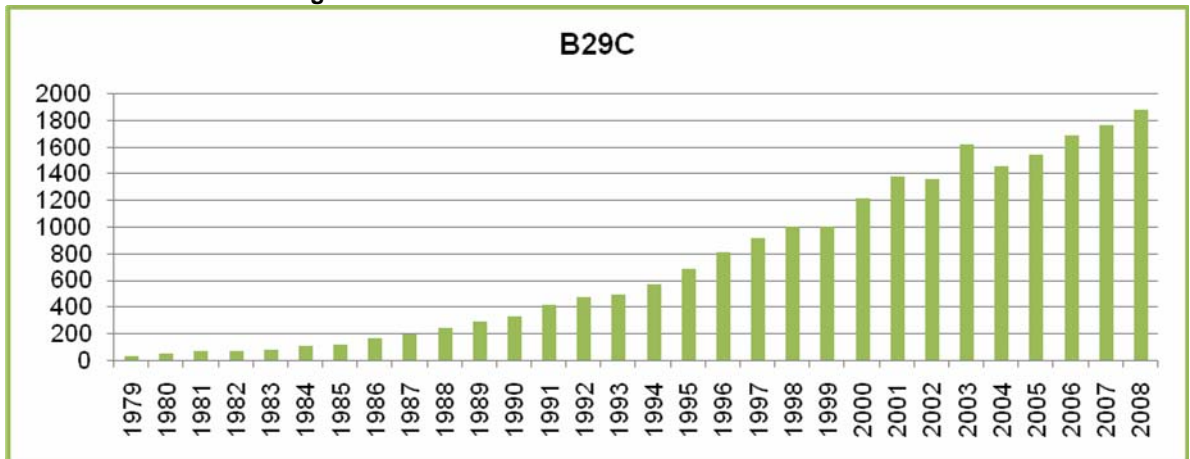
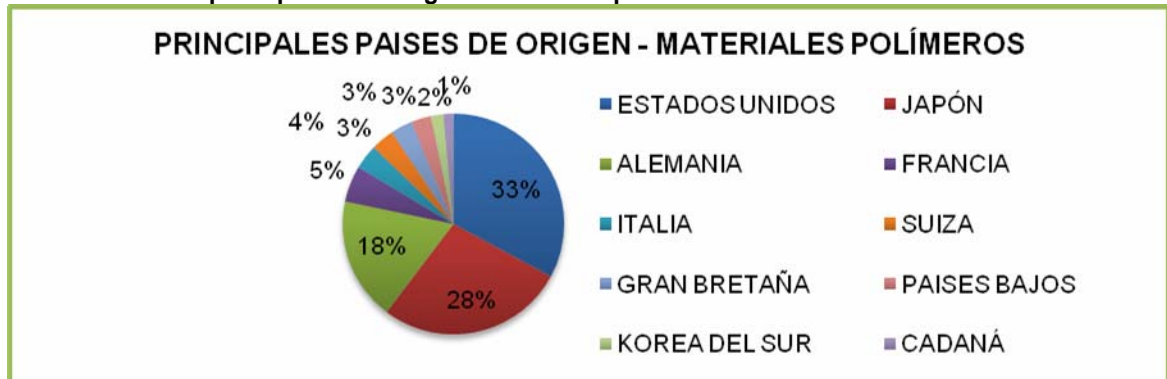


Gráfico 150. Dinámica código B29C



En el gráfico 151 se presentan los principales países de origen de los aplicantes, se destacan Estados Unidos, Japón y Alemania con un 33%, 28%, 18% respectivamente.

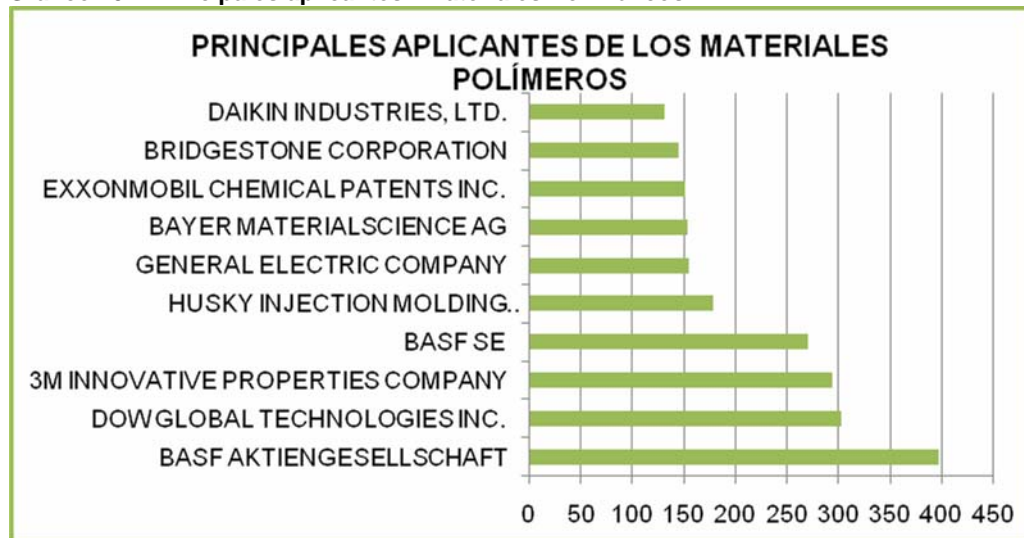
Gráfico 151. Principales países de origen - materiales polímeros



Elaborado por: Autoras.

Entre los principales aplicantes sobresale la empresa Basf Aktiengesellschaft con 398 registros de aplicaciones internacionales de patentes como se observa en el gráfico 152. Basf es una de las principales empresas de Química a nivel mundial y en el área de polímeros ofrece soluciones de plásticos biodegradables, poliamidas, ingeniería del plástico, poliuretanos, espumas, entre otros.

Gráfico 152. Principales aplicantes - Materiales Poliméricos



Elaborado por: Autoras

Nanomateriales. El código asociado a la línea de nanomateriales se presenta en la tabla 96.

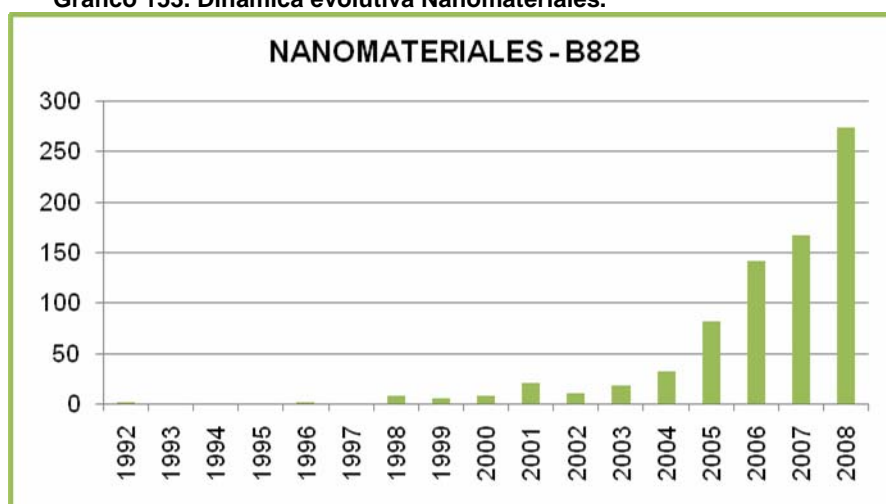
Tabla 96. Subclases IPC - Nanomateriales

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
B82B	Nanoestructuras; su fabricación o su tratamiento	696
TOTAL		696

Elaborado por: Autoras

La primera aplicación internacional de patentes relacionada con NANOESTRUCTURAS, según la base de datos de patenscope, se registró en 1992 (Ver gráfico 153). Esta primera aplicación se titula “*Surface atom machining method and apparatus*” y el principal aplicante fue la empresa HITACHI LIMITED de Japón. Durante la década de los noventa los registros de aplicaciones internacionales relacionadas con el área fueron incipientes. Sin embargo desde el 2004 se presenta una tendencia que corresponde en promedio a una tasa de crecimiento del 80% anual, lo que indica el gran interés que despierta esta temática en el entorno científico.

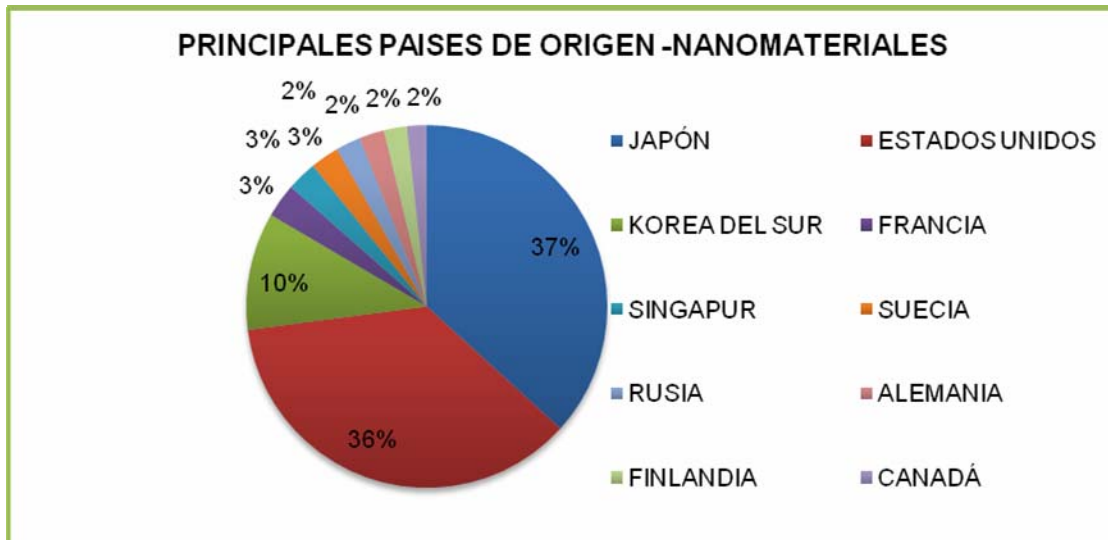
Gráfico 153. Dinámica evolutiva Nanomateriales.



Elaborado por: Autoras

De los países de origen de los aplicantes, se destacan Japón, Estados Unidos y Korea del Sur con 37%, 36% y 10% respectivamente, seguidos de Francia, Singapur y Suecia con un 3% cada uno, ver gráfico 154.

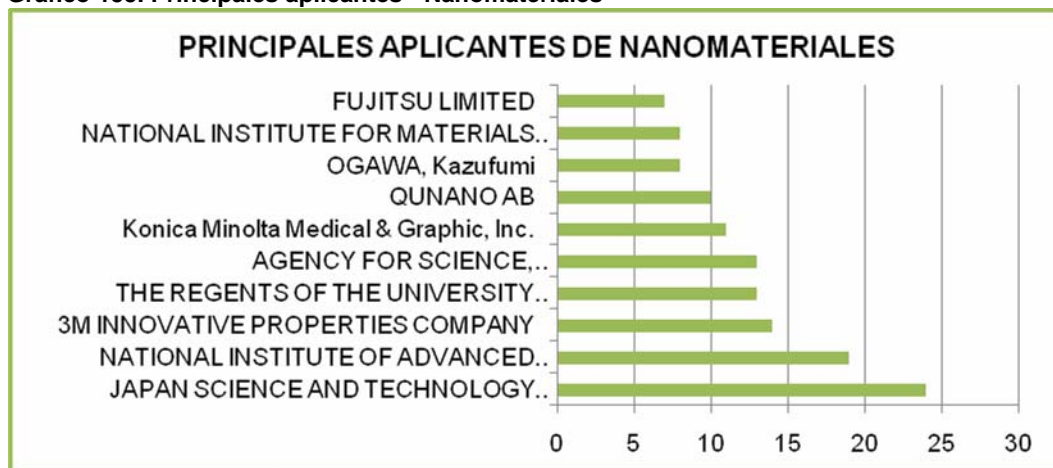
Gráfico 154. Principales países de origen – Nanomateriales



Elaborado por: Autoras

En el gráfico 155 se pueden observar los principales aplicantes en nanomateriales.

Gráfico 155. Principales aplicantes - Nanomateriales



Elaborado por: Autoras

Tribología. Los códigos asociados a la línea de tribología se presentan en la tabla 97.

Tabla 97. Subclases IPC - Tribología

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	%
B24B	Máquinas, dispositivos o procedimientos para trabajar con muela o para pulir	1589	86%
B24C	Tratamiento por chorro abrasivo o chorro análogo, con materiales en partículas	249	14%
TOTAL		1838	100%

Elaborado por: Autoras

A partir de la década de los noventa, se presenta una tendencia creciente en el número de registros asociados a ambos códigos. El comportamiento de los registros del código B24B se mantienen relativamente estables en los últimos 10 años mientras que los de la subclase B24C presentan un descenso pronunciado del 2002 al 2004. En las dos temáticas asociadas, se presenta una tendencia creciente de los registros en los últimos tres años, como se puede observar en los gráficos 156 y 157.

En cuanto a los países de origen de los aplicantes (ver gráfico 158), se destacan Japón, Estados Unidos y Alemania con un 32%, 31% y 19% respectivamente, seguido de Francia con un 7%. Los principales aplicantes se pueden apreciar en el gráfico 159.

Gráfico 156. Dinámica código B24B

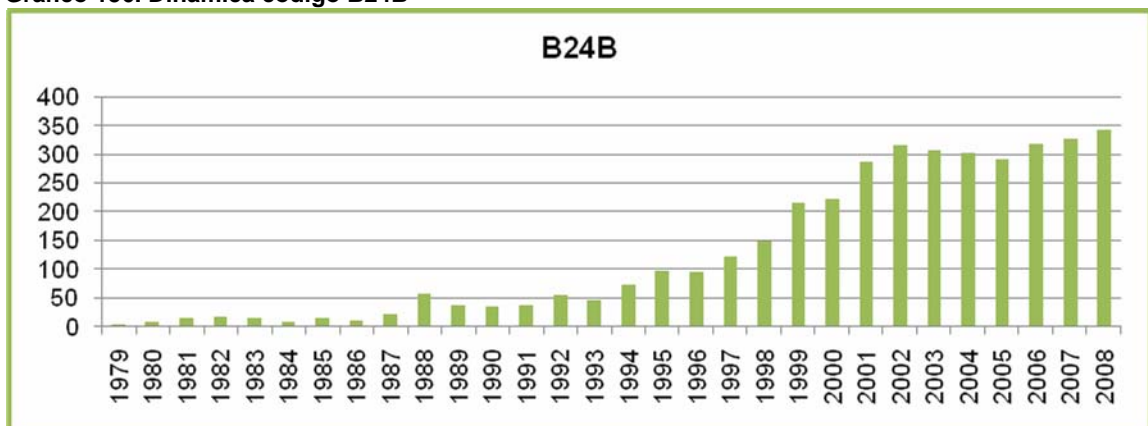


Gráfico 157. Dinámica código B24C

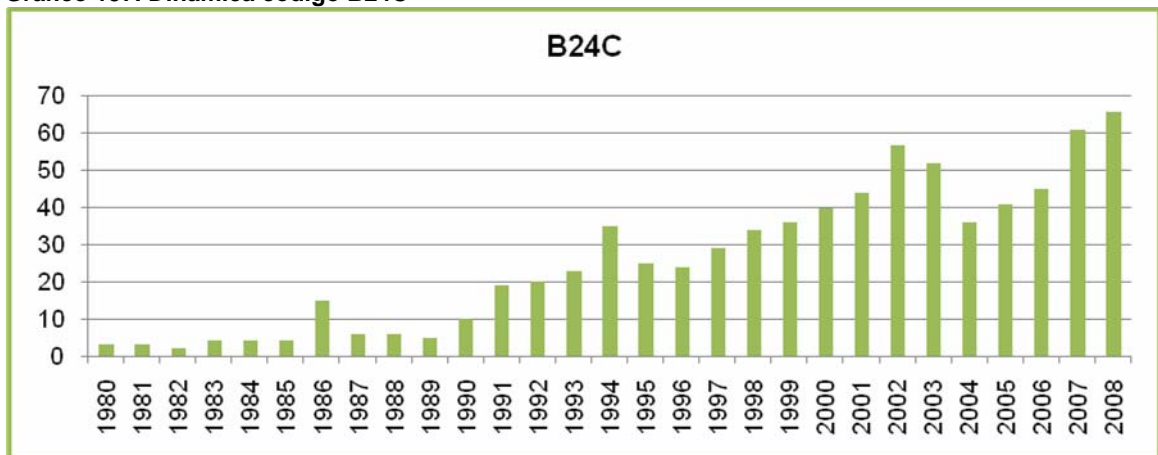
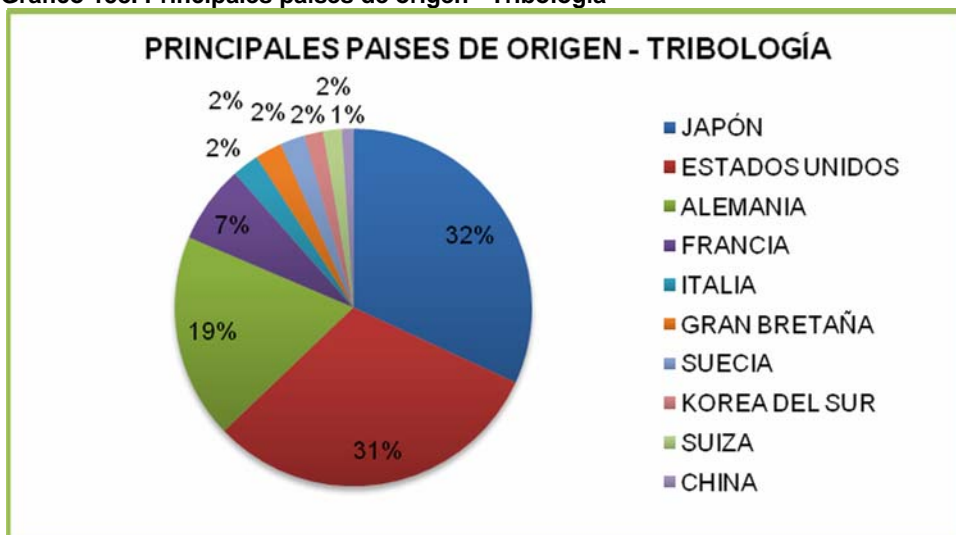
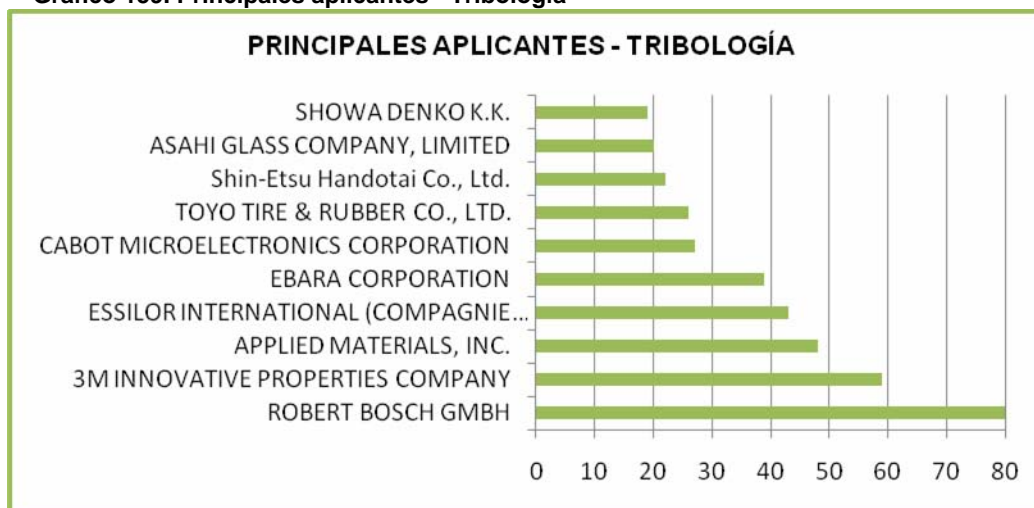


Gráfico 158. Principales países de origen - Tribología



Elaborado por: Autoras

Gráfico 159. Principales aplicantes - Tribología



Elaborado por: Autoras

Películas delgadas. El código asociado a la línea de películas delgadas se presenta en la tabla 98.

Tabla 98. Subclases IPC - Películas delgadas

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
B32B	Productos estratificados, es decir, hechos de varias capas de forma plana o no plana, p. Ej. Celular o en nido de abeja	8094
TOTAL		8094

Elaborado por: Autoras

En el gráfico 110 se aprecia la dinámica de evolución de los registros de la línea de películas delgadas, la cual ha presentado una tendencia creciente a partir de la década de los noventa. Se evidencia un crecimiento sobresaliente de año a año desde el 2004 al 2006 (Aproximadamente 150 registros más por año) y finalmente, en los últimos tres años (2006-2008) se observa un comportamiento constante.

En cuanto a los países de origen de los aplicantes, se destacan Estados Unidos con un 48%, Japón con 29% y seguido de Alemania con un 9%, como se observa en el gráfico 161. Los principales aplicantes se presentan en el gráfico 162.

Gráfico 160. Dinámica código B23B

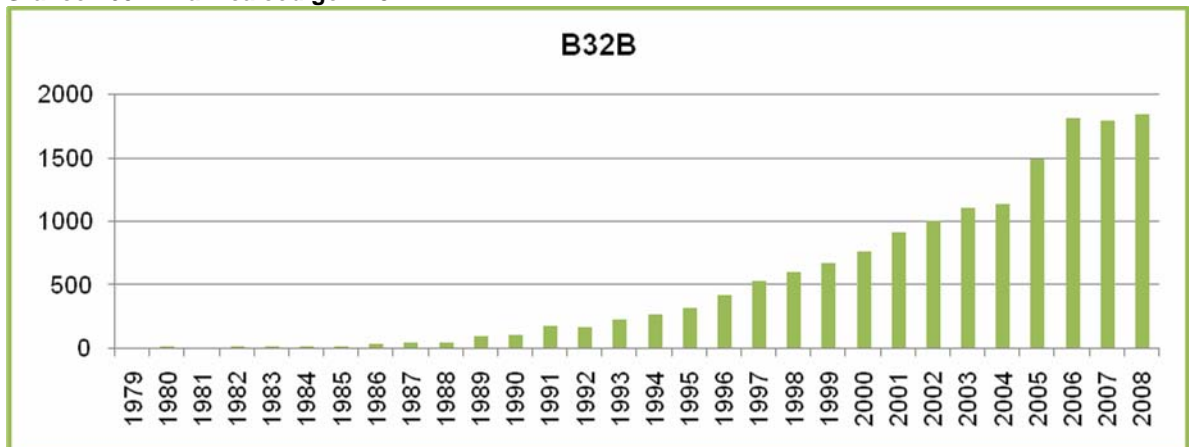
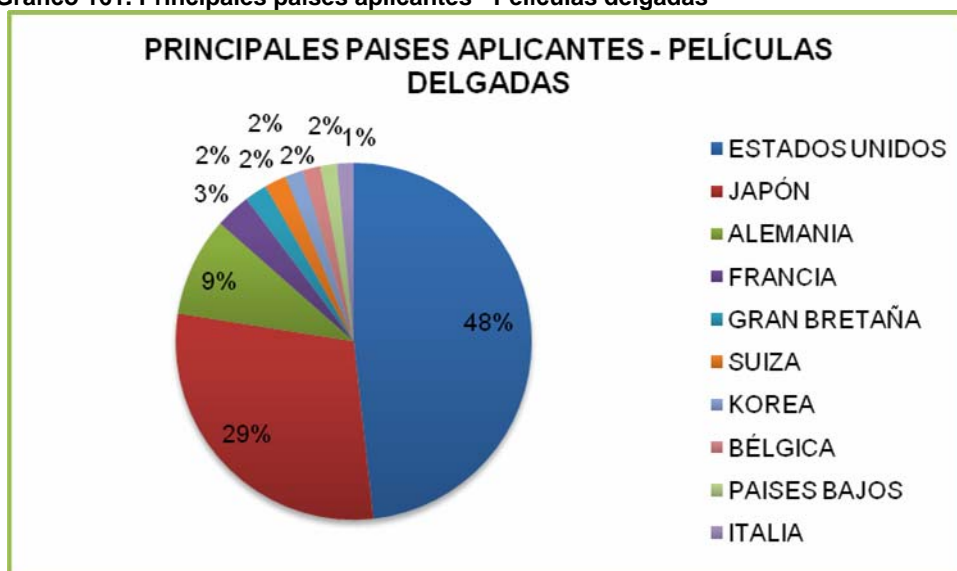
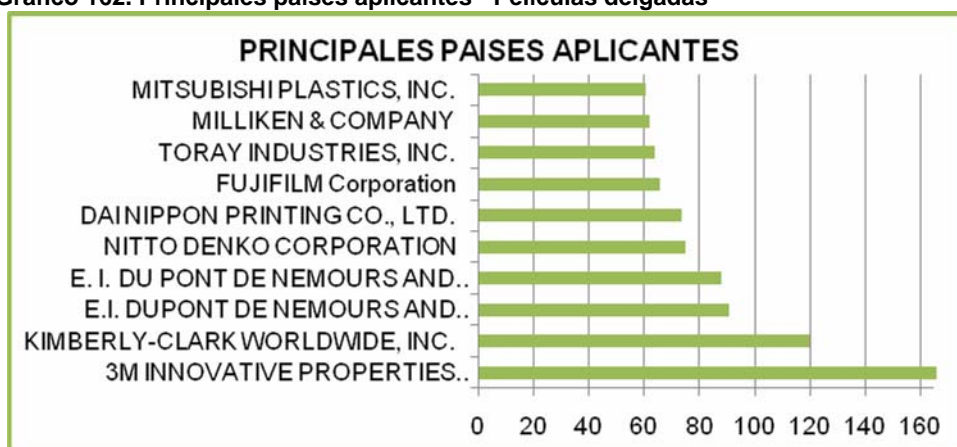


Gráfico 161. Principales países aplicantes - Películas delgadas



Elaborado por: Autoras

Gráfico 162. Principales países aplicantes - Películas delgadas

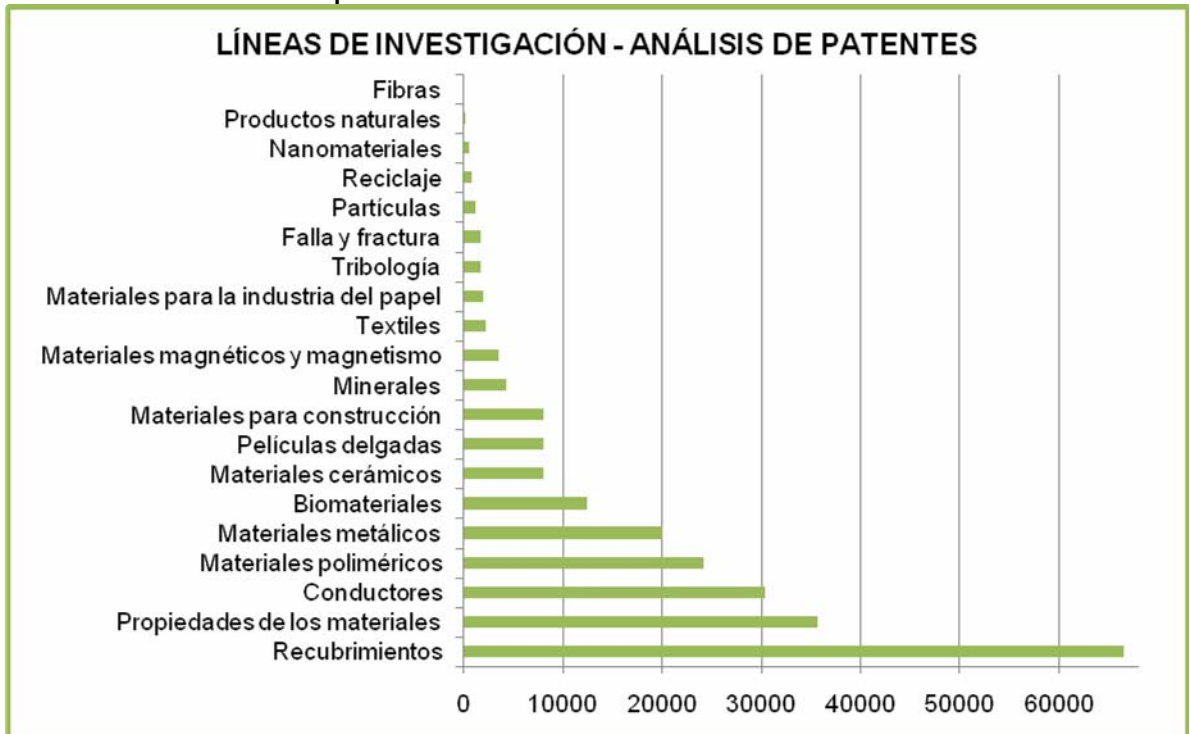


Elaborado por: Autoras

Cantidad de aplicaciones por línea de investigación.

En el gráfico 163, se presentan las cantidades de solicitudes presentadas durante el periodo 2004 – 2008, de acuerdo a los códigos identificados para cada una de las líneas. Se observa una cantidad de aplicaciones significativamente mayor en la temática de recubrimientos, pero esto no indica la importancia de las temáticas.

Gráfico 163. # de solicitudes por línea



ANEXO 39. EMPRESAS ASOCIADAS A MÚLTIPLES LÍNEAS

ANEXO 41. - Microsoft Excel									
EMPRESAS APLICANTES ASOCIADAS A DOS O MÁS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
	EMPRESAS APLICANTES ASOCIADAS A DOS O MÁS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	BIOMATERIAL	CONDUCTORES	FIBRAS	CERÁMICOS	PERTÍCULAS	MATERIALES NATURALES	RECUBRIMIENTOS	TEXTILES
1	3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY							X	
2	BASF SE						X	X	
3	KIMBERLY-CLARK WORLDWIDE, INC.	X						X	
4	KONINKLIJKE PHILIPS ELECTRONICS N.V.		X						
5	APPLIED MATERIALS, INC.		X					X	
6	E.I. DUPONT DE NEMOURS AND COMPANY			X				X	
7	SAINT-GOBAIN GLASS FRANCE			X	X				
8	SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT					X		X	
9	ROBERT BOSCH GMBH								
10	THE PROCTER & GAMBLE COMPANY	X							
11	CORNING INCORPORATED				X				
12	ASAHI GLASS COMPANY, LIMITED				X				
13	TORAY INDUSTRIES, INC.								

ANEXO 40. TEMÁTICAS BOLETINES OPTI

Algunas de las temáticas propuestas en cuanto a materiales metálicos son las siguientes:

- Materiales metálicos con memoria de forma
- Espumas magnéticas con memoria de forma
- Estructuras porosas de cobre desarrolladas microescala
- Primer puente ferroviario hecho de compuestos(ocho compuestos híbridos) se testea con éxito
- Nueva alternativa de perfilado de superficies
- Combinación innovadora de materiales para alas de aviones
- Proceso de Moldeo por Inyección de polvos Metálicos (MIM)
- Material metálico procesable por inyección de plástico
- Nuevos aceros que reducen el peso de los vehículos
- Compuesto reparador que actúa entre aceite y humedad
- Compuestos de vidrio metálico dos veces más resistentes que el titanio
- El vehículo de acero del futuro
- Se confirma que el grafeno es el material más resistente
- Desarrollo de un nuevo proceso de formación de metales con nanopartículas
- Nuevo método para fabricar imanes ultrasensibles rentables y 100% reciclables
- Tecnología para producir componentes ligeros pero muy resistentes
- Recubrimiento transparente que repele el agua para reducir la corrosión
- Prometedor material termoeléctrico para ahorrar combustible
- Primeros recubrimientos autorreparables

Algunas de las temáticas propuestas en cuanto a materiales poliméricos son las siguientes:

- Las promesas de la quitina

- Plástico capaz de reducir las emisiones de CO₂
- Materiales resistentes, ligeros y elásticos
- Delcam desarrolla métodos de mecanizado para compuestos
- Nuevo método para modificar productos con fibras de madera
- Compuestos reflexivos aeroestructurales que identifican y reparan daños en vuelo
- Nuevo proceso para crear nanofibras de formas complejas y longitudes ilimitadas
- Plásticos auto-reforzados sostenibles y novedosos
- Nuevo software para tecnologías de inyección e infusión
- Revestimiento de celulosa a partir de bacterias
- Nueva película protectora resistente a las bacterias
- Caucho con memoria de forma
- Patentan una nueva malla profiláctica para cierres de pared abdominal
- Tecnología de film sensorizado reduce las piezas de compuesto defectuosas
- El uso extendido de los compuestos de madera
- Proyecto europeo para el desarrollo de materiales compuestos de madera usando nanotecnologías
- Nanopartículas para ayudar al crecimiento óseo
- Plástico a partir del azúcar
- Nuevo proceso de moldeo de espuma en desarrollo
- Un plástico que se enfría
- El futuro de los polímeros
- El mercado de los plásticos PVC y HDPE al alza
- Primer puente de plástico de Europa
- Una nueva “goma” proteínica biocompatible
- Inyección muy precisa para la óptica militar
- Merquinsa desarrolla el primer tpu bio basado en el éter

En la tabla 99 se encuentran las tendencias halladas en *“Ciencias de la Salud, El Futuro de los Biomateriales Tendencias tecnológicas a medio y largo plazo”*.

Tabla 99. Tendencias - Informe de biomateriales, OPTI y FENIN

#	TENDENCIAS	FECHA DE MATERIALIZACIÓN
1	Existirá material de implante que llegará a osteointegrarse en breves plazos de tiempo	2009-2014
2	La supervivencia a largo plazo de los implantes se incrementará con el empleo de materiales que mejoren la regeneración natural de los tejidos, tanto en su estructura como en sus funciones metabólica, bioquímica y biomecánica	2009-2014
3	El desarrollo de las tecnologías que se utilizan en la ingeniería de tejidos permitirá la reparación, regeneración, etc., de tejidos e incluso de órganos del cuerpo humano	2009-2014
4	Se implantarán sistemas de dispensación de fármacos para tratamientos de larga duración que tendrán una respuesta adaptativa del material utilizado	2009-2014
5	Existirá material bioactivo implantable y modelable a medida en el propio quirófano	2009-2014
6	Se generalizará la utilización de factores de crecimiento óseo para la reparación de grandes defectos óseos	2009-2014
7	Se reducirá el volumen de material desgastado de las superficies articulares protésicas en un 70% como media	Hasta 2008
8	Las prótesis cardiacas que requieren medicación anticoagulante de por vida serán sustituidas por bioprótesis fabricadas a partir de células madre o autólogas del paciente	2015-2019
9	Las nanotecnologías asociadas a la biología celular y molecular y a las TIC's convergerán en los futuros desarrollos que se produzcan en el campo de los Biomateriales	2015-2019
10	El desarrollo de sistemas microelectrónicos biocompatibles permitirá la aplicación de sensores/actuadores implantables	2009-2014
11	Se obtendrán esfínteres urinarios y fecales de accionamiento externo a voluntad del paciente fabricados con materiales biocompatibles, que resolverán graves problemas de incontinencia severa	2009-2014
12	Se desarrollará una sangre artificial biocompatible de origen transgénico o químico que servirá de soporte temporal en casos de grandes pérdidas de volumen sanguíneo	2015-2019

Fuente: Autoras

**ANEXO 41. SONDEO DE OPINIÓN PARA LA IDENTIFICACIÓN DE NECESIDADES
BÁSICAS NECESARIAS PARA EL DESARROLLO DEL ÁREA ESTRATÉGICA DE
MATERIALES**

La Vicerrectoría de Investigación y Extensión – VIE –, como la Unidad académico-administrativa encargada de soportar el adelanto de las actividades de investigación, y atendiendo su política de compromiso y continuo apoyo con el desarrollo de estrategias que favorezcan la generación y transferencia de conocimiento desarrolla el proyecto de “Identificación de programas estratégicos de investigación”. En su primera fase, tiene como uno de sus objetivos, la identificación de necesidades básicas necesarias para el desarrollo de las líneas de investigación propuestas en cada una de las áreas estratégicas de investigación definidas.

La encuesta se aplicará a los grupos y centros de investigación de la Universidad que se encuentren directa o potencialmente relacionados con las principales líneas identificadas, por lo cual esperamos contar con su valiosa colaboración en el diligenciamiento de la misma, de forma que logremos establecer un panorama lo más completo posible de la visión de los laboratorios, grupos y centros de investigación de la Universidad.

Confidencialidad. Las respuestas entregadas por el personal encuestado hacen parte del diagnóstico realizado con miras a identificar necesidades básicas necesarias para el desarrollo de las actividades de investigación en las líneas y serán utilizadas netamente con fines estadísticos.

Nombre del Laboratorio, Grupo o Centro de

Investigación: _____

Líder: _____

Nombre del Encuestado (a): _____

E-mail: _____ **Teléfono:** _____

Extensión: _____

Rol del Encuestado (a): _____ **Fecha:** _____

1. Seleccione la línea o líneas de investigación con la(s) cual(es) se identifica su laboratorio, grupo o centro de investigación:

Biomateriales	
Catálisis	
Conductores	
Cristalografía	
Degradación de materiales	
Desarrollo, caracterización y síntesis de nuevos materiales	
Materiales magnéticos y magnetismo	
Materiales Metálicos	
Materiales poliméricos	
Minerales	
Nanomateriales	
Óptica	
Películas delgadas	
Propiedades de los materiales	
Recubrimientos	

Otro: ____ ¿Cuál? _____

2. Identifique de los siguientes factores la calificación que le asigna a según las condiciones actuales en las que se encuentra su grupo o centro de investigación, califique de 1 a 5, (siendo 5 la calificación más alta) y explique.

FACTOR	CALIFICACIÓN (1-5)	EXPLICACIÓN
Espacio para investigación		

FACTOR	CALIFICACIÓN (1-5)	EXPLICACIÓN
Equipos para investigación		
Personal		
Tiempo para realizar investigación		
Seguridad de equipos e instalaciones		
Mantenimiento de condiciones de funcionamiento (servicios generales y otros)		
Instalaciones de uso común (auditorios, salones, etc.)		

3. Identifique los Grupos o Centros UIS con los que colabora o podría colaborar para el desarrollo del área de trabajo señalada:

4. Liste los laboratorios con los que trabaja para el desarrollo del área de trabajo señalada (si aplica):

5. Enuncie los grupos nacionales con los que colabora o podría colaborar para el desarrollo del área de trabajo señalada:

6. ¿Qué recursos, adicionales a los ya mencionados, considera necesarios para desarrollar estas posibilidades de investigación en su laboratorio, grupo o centro de investigación?

	CANTIDAD	ESPECIFICACIONES
a. ESPACIO:		
Oficinas		
Laboratorios		
Equipo robusto		
Equipo semi-robusto		
Material de Desecho		
Equipos Especiales		
Otros		
b. EQUIPOS		
c. PERSONAL		

	CANTIDAD	ESPECIFICACIONES
d. TIEMPO		
e. SEGURIDAD		
f. MANTENIMIENTO		
g. INSTALACIONES DE USO COMÚN		

OBSERVACIONES ADICIONALES SOBRE NECESIDADES BÁSICAS NECESARIAS.

Gracias por su Colaboración

ANEXO 42. ACTORES PARTICIPANTES EN EL SONDEO DE OPINIÓN

Tabla 100. Actores - sondeo de opinión

GRUPO O CENTRO	NOMBRE	ROL
Física Y Tecnología Del Plasma Y Corrosión	Valeriy Dugar Zhabon	Director FITEK
Grupo de Investigación en materiales Fotónicos - GIMF	Ancizar Flórez Londoño	Director GIMF
Grupo de Investigación en Química Estructural – GIQUE.	José Antonio Henao Martínez	Director GIQUE
Grupo de Investigación en Mineralogía, Petrología y Geoquímica	Luis Carlos Mantilla Figueroa	Director MINPETGEO
Grupo de Biomateriales	Wilson Vesga Rivera	Integrante de CBIO
Grupo de investigaciones en corrosión	Custodio Vásquez Quintero	Director GIC
	Darío Yesid Peña Ballesteros	Coordinador GIC

ANEXO 43. COMENTARIOS DE LOS INVESTIGADORES EN EL SONDEO DE OPINIÓN

Tabla 101. Condiciones de investigación actuales según los investigadores

GRUPO 2	GRUPO 3	GRUPO 4	GRUPO 5	GRUPO 6	GRUPO 7
<p>En el mismo espacio bastante reducido (el laboratorio 102 del edificio Camilo Torres) hacen trabajos de simulaciones, estudios teóricos y experimentales de alto voltaje y altas corrientes. También se hacen seminarios. El Laboratorio necesita en una reparación pues el agua proveniente del segundo piso produjo humedad en las paredes del laboratorio. La luz no corresponde a las normas sanitarias.</p>	<p>Considero que el área de Guatigura y algunos estrechos espacios en el edificio JBV, son suficientes para el desarrollo de las actuales actividades de investigación del grupo. No obstante, considero que estos espacios resultan insuficientes para afrontar las necesidades que se avecinan.</p>	<p>La docencia, la investigación y los servicios unidos en un laboratorio. Debido al proceso de acreditación de los laboratorios va a ser necesario adecuar espacios para el trabajo de escritorio y actividades administrativas del grupo de investigación</p>	<p>El área es razonable, precisando de algunas adecuaciones</p>	<p>Se tiene 400 m² pero se necesita adecuaciones para las líneas de investigación</p>	<p>Hace falta espacio para equipo robusto</p>
<p>Falta equipos de diagnóstico como espectrómetro de Auger (fue aprobada la compra solo de la parte principal de este equipo pero falta otras partes para tener este microscopio en completo), microdureómetro, osciloscopios y financiación de compra materiales, gases, etc.</p>	<p>Considero que los equipos para investigación actuales, no permiten desarrollar una investigación adecuada. La falta de equipos robustos para estudio de la química mineral y para análisis geoquímicos de Isótopos Radiogénicos y Estables, impiden que el grupo realice los avances esperados. Por esta razón, constantemente nos vemos en la necesidad de acudir a laboratorios del exterior.</p>	<p>Se cuenta con un equipo de difracción de rayos X con 20 años de uso. Este equipo se encuentra en buenas condiciones de funcionamiento por el adecuado mantenimiento que ha recibido como iniciativa del mismo grupo de investigación. Se requiere un nuevo equipo, el cual resulta muy útil no sólo para el grupo sino para el área estratégica de materiales. Se trata de dos equipos de difracción de rayos X;</p>	<p>Es necesario de equipos complementarios, como horno, hasta 1500°C con buen control de temperatura, espectroscopia luminiscente y tiempos de vida, entre otros.</p>	<p>Se necesita equipo robusto: SEM, TEM, DRX y Máquinas de ensayos de materiales</p>	<p>Se requieren 4 equipos robustos</p>

GRUPO 2	GRUPO 3	GRUPO 4	GRUPO 5	GRUPO 6	GRUPO 7
		uno de polvo y otro de monocristal del cual no hay ninguno en Colombia. Se requiere además microscopía electrónica y fluorescencia de rayos. El costo aproximado de estos equipos es de aproximadamente 2 millones de dólares.			
No hay personal de laboratorio. Necesitamos un técnico, especialista en electrónica.	El grupo de Investigación, con recursos propios, ha podido contratar a una auxiliar administrativa y ha patrocinado el desarrollo de diversas tesis de investigación. Considero necesario un mayor apoyo por parte de la VIE para mantener la actividad del grupo, especialmente en aquellos momentos, cuando no se dispone de recursos externos.	Se necesita que aumente la movilidad de investigadores y vinculación de personal calificado de planta especialmente en el área de cristalografía y de caracterización estructural.	Se necesita de por lo menos otro profesor con la formación adecuada.	Se necesita técnicos	Se deben vincular al Grupo Profesores a nivel doctoral
El estudio de modificaciones de superficies de metales y formación de nano-estructuras tiene que continuarse por lo menos 10 años.	Existe el programa PRODEIN y algunos otros incentivos contemplados en el reglamento del profesor. Sin embargo, considero que la UIS debería considerar la figura de docente investigador con dedicación exclusiva a la investigación.	Se requiere descarga académica, son diferentes los estudiantes de pregrado, maestría y doctorados que son atendidos por un experto que a su vez debe atender las actividades de docencia.	Mayor disponibilidad de tiempo, pues la investigación sería no se hace por ratos.	La actividad académica limita el espacio para la investigación	
Ninguna seguridad de los equipos por lo que en el laboratorio pueden trabajar hasta 7 estudiantes sin supervisión.	Considero que la Universidad ha hecho algunos esfuerzos en ese sentido.	Condiciones aceptables	Mejorar las condiciones de funcionamiento, lo equipos requieren de condiciones especiales, para el aprovechamiento	Falta más sitios de UPS, extintores y duchas de emergencia	

GRUPO 2	GRUPO 3	GRUPO 4	GRUPO 5	GRUPO 6	GRUPO 7
			eficiente.		
La Vice-Rectoría de Investigaciones y Extensión nos ayuda mantener los equipos pero no hay un sistema de servicios de investigaciones experimentales.	Considero que los procesos administrativos son lentos y existen muchas travas que generan desmotivación en el personal que participa en el grupo. En la actualidad, considero que la universidad tiene muy buenos incentivos para realizar labores de extensión, pero ninguna que motive la investigación. Este hecho, esta provocando, especialmente en aquellas escuelas que mejores relaciones tienen con la industria, que todo proyecto con esas industrias se canalicen por vía de la extensión y no por la vía de la investigación. Considero necesario que se incentive más la investigación en la UIS, tal como lo han hecho con la extensión.	El mantenimiento de equipos la realiza el grupo de investigación por sus propios medios. Se presentan fallas en tiempos respuesta en las solicitudes a planta física. Se presentan fallas en la prestación de servicios como el agua y la luz, necesarios para las actividades de investigación realizadas.	Deficiente, se necesita más agilidad.	La infraestructura actual limita el acondicionamiento y re-estructuraciones.	
No hay.	Debo resaltar los esfuerzos hechos por la Universidad en ese sentido. Aunque el grupo como tal no dispone de instalaciones propias, la UIS le ofrece muy buenos espacios para realizar las diferentes actividades que se organicen.	Hacen falta auditorios y equipos que faciliten la reunión del grupo de investigación.	Deficiente, hay necesidad de ayudas y mejores condiciones ambientales, y locativas.	Están en muy buen estado pero se necesitan más.	

Tabla 102. Elementos requeridos para investigación¹⁴⁵

	Grupo 3		Grupo 4		Grupo 5		Grupo 6		Grupo 7	
a. ESPACIO:	#		#		#		#		#	
Oficinas					1	Equipo de oficina	2	Director y estudiantes		
Laboratorios			5	(1)Microsonda Electrónica; (2) Laboratorio para análisis de solutos y volátiles en Inclusiones Fluidas y Vítreas; (3) Laboratorio de Geoquímica de Elementos Mayores y Menores; (4) Laboratorio para análisis de isótopos radiogenicos; (5) Laboratorio para análisis de isótopos estables	2	Laboratorio de biocompatibilidad y desarrollo celular y tratamiento y caracterización de materiales	1	Biomateriales	1	Para los estudiantes de posgrado
Equipo robusto	1	Completar Espectrómetro de Auger.	5	(1)Microsonda Electrónica, (2) Un Sistema Laser Ablation para análisis de Solutos en Inclusiones Fluidas y Vítreas, (3) Un laboratorio para análisis químico elemental en rocas y minerales (XRF), (4)Un sistema LA-MC-ICPMS para dataciones de minerales mediante la técnica U-Pb. (5) Una línea de extracción y un espectrómetro de masas para análisis de relaciones de isótopos estables de Carbono y Oxígeno en Carbonatos	2	Equipos de caracterización (SEM), equipo para tratamiento térmico por inducción	5	DRX, TEM, SEM, XPS		
Equipo semi-robusto	1	Microdurómetro.	2	(1)Un microscopio óptico para el montaje del laboratorio de Inclusiones vítreas (ya se dispone de la platina para análisis de las Inclusiones, pero no se dispone del microscopio óptico para dicha platina. (2) Microscopio de luz transmitida y reflejada con analizador de imágenes	5	Microdurómetro, Baño termostático de calentamiento/enfriamiento, Cortadora de precisión, Balanza de precisión, Biometro Universal	3	Pin on disk, AFM, Cofocal	5	SEM, FRX, DSC, Máquina para Stres corrosion cracking, Cabina para ensayos de deterioro de materiales

	Grupo 3		Grupo 4		Grupo 5		Grupo 6		Grupo 7	
Material de Desecho	2	Gases (balones de 150 At, alta pureza).			1	Investigación con células	10 (Kilos)	Cajas, frascos, químicos.	1	Potenciostato de alta impedancia
Equipos Especiales		Fuentes de corriente hasta 10 A, osciloscopio, computador para experimentos.			1	Equipo de calorimetría (DSC)			1	Adecuación física
Otros			1	Cortadora de precisión de muestras de roca (Petrothin)						
b. EQUIPOS			5	Microsonda Electrónica (JXA-8200); LA-MC-ICPMS para Geocronología; XRF; Excimer-laser Based Laser Ablation System coupled to an inductively coupled plasma mass spectrometer (LA-ICP-MS), para análisis de solutos en Inclusiones Fluidas y Vítreas.; Un espectrómetro de masas para análisis de relaciones isotópicas de Carbono y Oxígeno						
c. PERSONAL			5	En el momento en que se instalen los 5 laboratorios, se requerirá de 5 técnicos, preferiblemente con doctorado en física, química o geología.	1 (C/u)	Investigador con PhD en diseño de materiales, Investigador con PhD en trabajo celular, Investigador con PhD en trabajo celular			1	Técnico para los laboratorios en Guatimar
d. TIEMPO			X				1 20 horas	Técnico Para investigación		
e. SEGURIDAD			X		1	Instalación de circuito cerrado de televisión y cambio de puertas y chapas de seguridad	3	Duchas, equipo de protección, lavajos		

	Grupo 3		Grupo 4		Grupo 5		Grupo 6		Grupo 7	
f. MANTENIMIENTO			X		2	Mantenimiento a mitad y final de año	5	Equipos actuales		
g. INSTALACIONES DE USO COMÚN			X		1	Dotación de equipos de ayuda audiovisual	3	Restaurante, gimnasio, duchas		Hidráulicas, eléctricas

ANEXO 44. PORTAFOLIOS DE LOS GRUPOS DE INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER, RELACIONADOS CON EL ÁREA ESTRATÉGICA DE MATERIALES

LISTA DE LOS PORTAFOLIOS

Centro de Biomateriales de la Universidad Industrial de Santander - CBIO
Centro de Estudios e Investigaciones Ambientales – CEIAM
Centro De Investigaciones En Catálisis - CICAT
Centro de Investigaciones en Celulosa, Pulpa y Papel - CICELPA
Ciencia de Materiales Biológicos y Semiconductores – CIMBIOS
Física Computacional En Materia Condensada - FICOMACO
Física Y Tecnología Del Plasma Y Corrosión - FITEK
Grupo de Investigación en Asfaltos - GIAS
Grupo de investigación en Bioquímica e ingeniería de Proteínas – GIBIP
Grupo De Investigación En Desarrollo Y Tecnología De Nuevos Materiales - GIMAT
Grupo De Investigación En Fisicoquímica Teórica Y Experimental - GIFTEX
Grupo De Investigación En Materiales Fotónicos - GIMF
Grupo de Investigación en Materiales y Estructuras de Construcción – IMNE
Grupo de Investigación en Mineralogía, Petrología y Geoquímica
Grupo De Investigación En Química Estructural - GIQUE
Grupo De Investigaciones En Corrosión - GIC
Grupo De Investigaciones En Minerales, Biohidrometalurgia Y Ambiente – GIMBA
Grupo de Óptica y Tratamiento de Señales - GOTS
Grupo de Tribología y Superficies
Laboratorio De Espectroscopia Atomica Y Molecular - LEAM

IDENTIFICACIÓN			
Nombre	Centro de Biomateriales de la Universidad Industrial de Santander - CBIO		
Fecha de conformación	Diciembre de 2005	Clasificación en Colciencias	No reconocido por no cumplir con la antigüedad exigida
INVESTIGACIÓN			
Líneas de investigación	Líneas principales	Líneas Secundarias	
	Biomateriales	<ul style="list-style-type: none"> • Selección, caracterización materialográfica, mecánica, química y física de biomateriales, implantes y dispositivos médicos. • Estudios de biocompatibilidad, biodegradación y biocorrosión. • Desarrollo de aplicaciones de los biomateriales. • Control de calidad y análisis de falla de materia prima y producto terminado. • Análisis de falla de biomateriales. 	
	Cardiovascular	<ul style="list-style-type: none"> • Caracterización y mejoramiento de propiedades mecánicas de microtubos y catéteres. • Evaluación, control de calidad y elaboración de prototipos de stents. 	
	Dental	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño y desarrollo de implantes dentales y dispositivos de corrección. • Estudio de sistemas de recubrimientos químicos para el depósito y adherencia de cerámicas bioactivas. 	
	Ortopédica y sistemas de fijación	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño y mejora de implantes ortopédicos para la corrección de problemas de columna vertebral y otros usos médicos. • Modificación y valoración de sistemas de fijación para fracturas. 	
	Instrumental médico y quirúrgico	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño de instrumental médico y quirúrgico para ser empleado en cirugías, odontología y ortodoncia. • Tratamientos térmicos de dispositivos e instrumental quirúrgico. • Acabados superficiales y recubrimientos. 	
Líneas de investigación conexas	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis químico de materiales. • Difracción de rayos X. • Corrosión de materiales 		
INVESTIGADORES			
GRUPOS UIS	Grupo de Investigación en Biomateriales - GIB	Luis Emilio Forero Gómez; Ph.D. C en Ciencia de Materiales e Ingeniería	
	Grupo de Investigación en Corrosión - GIC.	Gustavo Neira Arenas, Dr. en Ingeniería Ambiental y de Minerales	
	Grupo de Tribología y Superficies,	Darío Yesid Peña Ballesteros, Dr. en corrosión	
	Grupo de Minerales, Biohidrometalurgia y Medio Ambiente.	Custodio Vásquez Quintero, Magister, Ingeniero Metalúrgico	
	Grupo de Investigación en Nuevos Materiales.	Luz Amparo Quintero Ortiz, Maestría En Ingeniería Metalúrgica	
	Grupo de Óptica y Tratamiento de Señales	Jaime Enrique Meneses Fonseca, Dr. En Ciencias para el Ingeniero	
		Arturo Plata Gómez, Dr. En Ciencias para el Ingeniero	
Principales pares científicos con los que colabora	<ul style="list-style-type: none"> • Teresita Cuadrado, INTEMA Facultad de Ing. Universidad Nacional Mar del Plata CONICET, Argentina. • Gema González, IVIC Venezuela. • Francisco Martínez, Universidad de Chile - Departamento de Ciencia de Materiales. • José Vega Universidad, Escuela de Química Nacional de Costa Rica. • Humberto Jiménez, Fundación Guyana - Programa Regional de Materiales Venezuela. • Milton Fernández de Lima, Centro Técnico Aeroespacial, Brasil. • Adolfo Franco, Universidad Católica de Goiás. 		

INFRAESTRUCTURA		
Equipos	Equipo de Cómputo	<ul style="list-style-type: none"> • Work Station DELL precision PWS 380, 3.4GHz, 2GB de RAM, DD 160 GB • (5) Equipos de Cómputo Dell Pentium IV, Procesador de 3.2 GHz, 512 MB de RAM, DD 80GB • portátil Dell latitude D410, Pentium IV, 2Ghz, 1GB de RAM, DD 80GB, con video proyector
	Equipo de Laboratorio del Grupo	<ul style="list-style-type: none"> • Video Microscopio digital 3D Hirox KH7700, de 1X a 7000X, para trabajo de laboratorio y de campo, con software de análisis de superficies y volúmenes, conteo automático de partículas, perfilometría y análisis de rugosidades con analizador de imágenes. • Microscopio de evaluación a alta temperatura. • Baño termostataado, • Calibradores para medición digital, • Celdas para tratamientos electroquímicos, • Microdurómetro digital, • Epimicroscopio, • Equipo de pulido Metalográfico giratorio y de vibraciones. • Equipo de ionizador de agua. • Equipo generador de alto vacío. • Equipo para microfundición. • Equipo para limpieza ultrasónica. • Equipos para pulido metalográfico. • Estufa y plancha de calentamiento con control de velocidad de calentamiento. • Fuentes de potencia para tratamientos electroquímicos. • Hornos, para tratamientos térmicos al vacío con atmósfera controlada y para nitruración iónica. • Lupa estereoscópica. • Macrobalanza. • Máquina universal de ensayos Tinius Olsen de 25KN. • Multímetro digital de precisión. • pH-metro, • Registrador y controlador de temperatura. • Rugosímetro y Torcómetros.
	Equipo de Laboratorio Asequible	<p>Indirectamente se cuenta con equipos pertenecientes a la Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de Materiales UIS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Equipos de Rayos X • equipos de Ultrasonido para pruebas no destructivas • Hornos para cerámicos y tratamientos térmico • potencióstatos • equipos de pulido metalográfico y microscopios • analizador de imágenes • lupas estereoscópicas
Software	Software de diseño y simulación. Software de interfases gráfica de programación de procesos industriales automatizados.(Ansys, solid edge, Labview, con licencias académicas de la Universidad Industrial de Santander)	
Bases de Datos Especializadas	<ul style="list-style-type: none"> • SCIENCEDIRECT • SCOPUS • Web of SCIENCE • DOYMA • PROQUEST • OVID • HINARY 	

Laboratorios (área en metros cuadrados)	Laboratorio de Biomateriales y Análisis de fallas, los cuales pertenecen directamente al grupo y laboratorios satélites de preparación Metalográfica, tratamientos térmicos, Pruebas no destructivas, tribología, biohidrometalurgia y corrosión, que forman parte de los laboratorios de la Escuela de Ingeniería Metalurgia y Ciencia de Materiales de la UIS. Se cuenta, además, con la colaboración, para realizar pruebas en los laboratorios de óptica, de la Escuela de Física de la UIS y de difracción de Rayos X de la Escuela de Química de la UIS con los cuales se trabaja conjuntamente. Para un total aproximado de 900 m² de área en laboratorios.
Áreas – Oficinas (en metros cuadrados)	El área directa del centro es de 100 m² localizados en el Edif. Jorge Bautista Vesga Of. 225 UIS Ciudad Universitaria. Adicionalmente, se tienen 550 m² de laboratorios de la Escuela de Ingeniería metalúrgica y Ciencia de Materiales, todos ellos localizados en el Edif. Jorge Bautista Vesga.

Fuente. Portafolio del grupo en base de datos de la VIE, actualizado el 29 de junio de 2007

IDENTIFICACIÓN			
Nombre	Centro de Estudios e Investigaciones Ambientales - CEIAM		
Fecha de conformación	1996	Clasificación en Colciencias	Categoría C
INVESTIGACIÓN			
Líneas de investigación	Líneas principales	Líneas Secundarias	
	Energía y medio ambiente	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo en procesos biotecnológicos • Aplicación en energías renovables • Programas de producción limpia • Tratamiento de aguas • Calidad de aire • Emisiones atmosféricas • Reciclaje químico de polímeros • Modelamiento de procesos industriales • Auditorías ambientales y energéticas • Sistemas de gestión Ambiental • Educación ambiental • Procesos de desgasificación en sitios de disposición de residuos sólidos. • Aplicación del Análisis de ciclo de vida • Análisis tecnológico e integración energética de procesos. • Modelamiento ambiental 	
Líneas de investigación conexas	<ul style="list-style-type: none"> • Sistemas de Información Geográfica • Control y automatización • Sistemas energéticos alternativos • Hidrología 		
INVESTIGADORES			
Investigadores	Marianny Yajaira Combariza Montañez	Postdoctorado en Química Ambiental. Doctorado en Química.	
	Janneth Orduz Prada	Magíster en Ingeniería Química	
	Ligia Patricia Arenas Beltrán	Maestría en Ingeniería Química	
	Marisol Vergara Mendoza	Doctorado en Ingeniería Química	
Principales pares científicos con los que colabora	<ul style="list-style-type: none"> • Profesor Electo Silva (Universidad de Itajubá-Brasil), • Profesor Keisuke Hanaki (Universidad de Tokio), • Dr. José Marcos Gryscek (Brasmetano) 		

INFRAESTRUCTURA		
Equipos	Monitoreo de aguas:	<ul style="list-style-type: none"> • Equipo Automático para Extracción de grasas BUCHI • Reactor de DQO y Espectrofotómetro HACH DR-2000 • Turbidímetro digital portátil HACH • Balanzas Analíticas Electrónica (marcas METTLER y Ohaus) • Cabinas extractoras de gases • Destilador de agua • Medidor de conductividad Mettler • Torre de absorción para lavado de gases • Conductímetro digital METTLER • Incubadora • Oxitop • pH-metros • Oxímetros portátiles • Microscopio Trihocular Carl Zeiss • Titulador automático
	Análisis microbiológico	<ul style="list-style-type: none"> • Autoclaves • Neveras • Cámara de anaerobiosis • Cámara de neubaver • Lámparas de luz ultravioleta de 364 y 240 nm • Microscopio óptico marca Carl Zeiss • Materiales y reactivos varios • Cámara filmadora SONY
	Equipo de Monitoreo de aire	<ul style="list-style-type: none"> • Estación Móvil de monitoreo de Calidad de Aire marca ECOTECH • Muestreados isocinético marca ANDERSEN • Muestreador isocinético con interfase digital marca TECORA • Muestreador de gases de chimenea MAX V • Anemómetro digital con sonda telescópica TESTO • Posicionadores Geográficos Satelital (GPS-GARMIN ETREX) • Analizador de Biogás (BACHARACH) • Equipo portátil Marca Horiba • Generador Energex Diesel • Equipos de oficina • Cámaras fotográficas
Software	<ul style="list-style-type: none"> • AQMS • Win Collect 	
Bases de Datos Especializadas	<ul style="list-style-type: none"> • SCIEDIRECT • SCOPUS • Web of SCIENCE • DOYMA • PROQUEST • OVID • HINARY 	
Laboratorios (área en metros cuadrados)	<ul style="list-style-type: none"> • Laboratorio de Análisis Físico-químico de Aguas, ubicado en la sede UIS – Guatiguará, área aproximada 300 m² (vía Piedecuesta) • Laboratorio de Microbiología, área aproximada 25 m² • Laboratorio de digestión anaerobia, área aproximada 70 m² 	
Áreas – Oficinas (en metros cuadrados)	<p>La sede administrativa del CEIAM y los laboratorios de prácticas de biotecnología, aire y microbiología, con un área aproximada de 700 m² se ubican en la sede principal de la universidad, en el edificio Antiguo de petróleos, 2do. Piso. Las instalaciones del laboratorio de aguas, está ubicado en la sede UIS Guatiguará, con una extensión aproximada de 400 m².</p>	

Fuente. Portafolio del grupo en base de datos de la VIE, actualizado el 27 de junio de 2007

IDENTIFICACIÓN			
Nombre	Centro De Investigaciones En Catálisis - CICAT		
Fecha de conformación	24 de septiembre de 1986	Clasificación en Colciencias	A
INVESTIGACIÓN			
Líneas de investigación	Líneas principales	Líneas Secundarias	
	Desarrollo de catalizadores y procesos catalíticos	<ul style="list-style-type: none"> • Hidrotratamiento • Fotocatálisis y oxidación selectiva • Catálisis ambiental • Química fina • Oleoquímica 	
Líneas de investigación conexas	<ul style="list-style-type: none"> • Valorización del gas natural • Diseño y simulación de procesos Catalíticos • Electrocatálisis 		
INVESTIGADORES			
Investigadores	Sonia Azucena Giraldo Duarte		Doctora en Ciencias Naturales Aplicadas con la orientación: Ciencia de Materiales
	Edgar Alberto Páez Mozo		
	Aristóbulo Centeno Hurtado		Doctor en Ciencias Naturales Aplicadas
	Ramiro Martínez Rey		Ph.D. en Ingeniería Química
	Fernando Martínez Ortega		Doctor en Química
	Martha Eugenia Niño Gómez		Doctora en Química
Principales pares científicos con los que colabora	<ul style="list-style-type: none"> • César Pulgarin (EPFL), Lausanne (Suiza) • Henri Arzoumanian, Universidad de Marsella (Francia) • Joel Barrault y Sabine Valange, Universidad de Poitiers (Francia) • Ricardo Gómez y Tessy López, Universidad de Itztapalapa (México) • Michel Vrinat, Institut de Recherches sur la Catalyse (IRC), Lyon (Francia) • Chantal Guillard y Eric Puzenat Institut de Recherches sur la Catalyse (IRC), Lyon (Francia) • Eric Gaigneaux, Unité de Catalyse et Chimie de Matériaux Divisés (Unité CATA), UCL, Louvain-la-Neuve (Bélgica). • Cristina Volzone, Centro de Tecnología de Recursos Minerales y Cerámica (CETMIC), La Plata (Argentina) • Pablo Baricelli, Eduardo Lujano, Centro de Investigaciones Químicas, Facultad de Ingeniería, Universidad de Carabobo, Valencia (Venezuela) • Carmelo Bolívar, Escuela de Química, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela, Caracas. • José Luís García Fierro, Instituto de Catálisis y Petroleoquímica, Madrid (España) • Yolanda Briceño, Centro de Investigación y Desarrollo de Automoción (CIDAUT), Valladolid (España) • Mark Barteau (CCST), Center for Catalytic Science and Technology, Newark, USA • Felipe López Isunza, UAM, DF, México • Tom Ziegler, University of Calgary, Canada • Kerry M. Dooley, Chemical Engineering Dpt, Louisiana State University, Baton Rouge, USA 		
INFRAESTRUCTURA			
Equipos	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de reacción en continuo para ensayo de catalizadores de oxidación selectiva • Sistema de reacción a altas presión y temperatura, continuo, para ensayo de catalizadores de hidrotratamiento (Catatest HDT) • Hidrogenador • Sistemas de reacción tipo <i>batch</i> a alta presión y temperatura (reactores Par Instruments) • Fotorreactores con lámpara inmersa tipo <i>batch</i> • Sistema para activación de catalizadores de HDT. • Sistemas para calcinación de Catalizadores. 		

	<ul style="list-style-type: none"> • Nova 1200 marca Quantachrome para caracterización textural de catalizadores • ChemBet 3000 marca Quantachrome para caracterización de catalizadores por la técnica de reacción a temperatura programada (TPR), desorción a temperatura programada (TPD) y quimisorción de hidrógeno y CO. • Cromatógrafo de gases HP 6890 con detectores FID Y TCD. • Cromatógrafo de gases HP 6890 con detectores FID Y FPD. • Espectrofotómetro Ultravioleta HP. • Titulador automático, Titroline • Equipo Osmosis inversa para purificación de H₂O. • Baño termostataado • Espectroscopia Infrarrojo con transformadas de Fourier (FTIR) • Equipo para Termogravimetría • Microscopio de fuerza Atómica • Espectrómetro de masas • Calorímetro Diferencial de barrido • Equipo Menor: Rotoevaporador, Baño con ultrasonido, Balanzas, Phmetros, estufa, Planchas de calentamiento con agitación magnética.
Software	• Software especializado: Gaussian 03, Gaussianview 03, Femlab 2.3, Hysys 2.5.
Bases de Datos Especializadas	• BIBLIOTECA CENTRAL: Web of Science, Hw Wilson, Ebsco Hot, Scopus
Laboratorios (área en metros cuadrados)	217.49 m ²
Áreas – Oficinas (en metros cuadrados)	32.78 m ²

Fuente. Portafolio del grupo en base de datos de la VIE, actualizado el 23 de abril de 2007

IDENTIFICACIÓN			
Nombre	Centro de Investigaciones en Celulosa, Pulpa y Papel - CICELPA		
Fecha de conformación	Año 2002	Clasificación en Colciencias	Reconocido
INVESTIGACIÓN			
Líneas de investigación	Líneas principales	Líneas Secundarias	
	Aprovechamiento de residuos lignocelulósicos	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo de proyectos ecológicos, aprovechando residuos celulósicos • Desarrollo de química orgánica básica aplicada. 	
	Aprovechamiento de subproductos de la industria de la palma africana		
	Desarrollo de inmunizantes		
	Desarrollo de pulpas celulósicas		
Líneas de investigación conexas	Análisis Microbiológicos presentes en especies vegetales en procesos de compostaje		
INVESTIGADORES			
Investigadores	Luz amparo Lozano Urbina	MsC. en Química	
	Guillermo González Sierra	MsC. en Ciencias	
Principales pares científicos con los que colabora	<ul style="list-style-type: none"> • Grupo de investigación Grupo de Investigación en Biotecnología Industrial y Biología Molecular – CINBIN de la Universidad Industrial de Santander. • Dra. Maria Cristina Aria de la Universidad de Nacional de Misiones de Argentina • Dr. Erenio González de la Universidad Central de Cuba 		

	<ul style="list-style-type: none"> • Dr. José Turrado de la Universidad de Guadalajara de México
INFRAESTRUCTURA	
Equipos	<ul style="list-style-type: none"> • Balanza Analítica • Micrómetro TMI, modelo 549 • Horno Memmer • Bureta y Cronómetro • Cobb tester • Mullen tester marca TMI. • Mullen tester modelo AH • Concora H.D. Tester y porta muestras • H-D Tester y porta muestras • Elmendorf • G'URLEY o BENDTSEN • Probador mit • Concora Médium Fluter y H-D Tester • T.M.I Tensil tester e instron 1130 • REPHO • Clasificador Clark • Microscopio proyectina • Desintegrador, termostato, equipo para titulación • Batidora Walley • Equipo de vidriería de laboratorio, balanza, estufa y mufla
Software	Aplicaciones de ofimática.
Bases de Datos Especializadas	<ul style="list-style-type: none"> • SCIEDIRECT • SCOPUS • Web of SCIENCE • DOYMA • PROQUEST • OVID • HINARY
Laboratorios (área en metros cuadrados)	150 metros cuadrados.
Áreas – Oficinas (en metros cuadrados)	60 metros cuadrados

Fuente. Portafolio del grupo en base de datos de la VIE, actualizado el 10 de agosto de 2007

IDENTIFICACIÓN			
Nombre	Ciencia de Materiales Biológicos y Semiconductores - CIMBIOS		
Fecha de conformación	1999	Clasificación en Colciencias	
INVESTIGACIÓN			
Líneas de investigación	Líneas principales	Líneas Secundarias	
	Diseño de Hardware y Software Física y Biofísica de Superficies Materia Condensada Modelado y Simulación		
INVESTIGADORES			
Investigadores	David Alejandro Miranda Mercado		

	Jaime Guillermo Barrero Pérez	
	Jorge Humberto Echeverri Pericco	
	Jorge Humberto Martínez Tellez	
	Daniel Alfonso Sierra Bueno	
	Luis Ernesto Tellez Mosquera	

Fuente. GrupLAC del grupo de investigación, citado el 13 de abril de 2009

IDENTIFICACIÓN			
Nombre	Física Computacional En Materia Condensada - FICOMACO		
Fecha de conformación	1993	Clasificación en Colciencias	A
INVESTIGACIÓN			
Líneas de investigación	Líneas principales	Líneas Secundarias	
	Espectro de Excitones y Complejos	Se estudia el espectro energético de nanojunturas para estados ligados formados por más de un portador de carga: un par electrón-hueco (exciton X), dos huecos y un electrón (trion X^+), dos electrones y un hueco (trion X^-), biexciton, etc. Se analizan los efectos del tamaño, composición y morfología de las nanoestructuras en presencia de campos externos	
	Espectros Electrónicos de Impurezas	Se calculan los niveles energéticos de estados ligados de portadores de carga con impurezas incorporadas en nanoestructuras semiconductoras. Además se estudia la densidad de estados y propiedades ópticas debido a la presencia de impurezas	
	Fenómenos de Transporte en Semiconductores	Se analizan los procesos de transporte de los portadores de carga a través de nanoestructuras semiconductoras para estudiar las curvas voltio-amperios relacionadas con el confinamiento cuántico	
	Física Computacional	Elaboración de un Software específico para resolver problemas matemáticos que surgen en el área de la materia condensada relacionados con el estudio teórico de nanoestructuras semiconductoras (ecuación de Schrödinger para sistemas de pocas partículas, cálculo de integrales múltiples, métodos Monte Carlo, etc.)	
	Sistemas Fuertemente Correlacionados	Estudio de transiciones de Wigner relacionado con la cristalización de sistemas cuánticos formados por portadores de carga confinados en nanoestructuras semiconductoras	
Líneas de investigación conexas	Teoría de semiconductores, Fabricación y análisis de nuevos materiales, Nanotecnología y nanofísica, Espectroscopia, Métodos numéricos, Mecánica cuántica, Física Matemática		
INVESTIGADORES			
Investigadores	Ilia Davidovich Mikhailov	Ph. D. en Física	
	Francisco Javier Betancur Castaño	Doctor en Física	
	Harold Paredes Gutiérrez	Doctor en Física	
	Carlos Leonardo Beltrán Ríos	Doctor en Física	
	Luis Francisco García Russi	Doctor en Física	
Principales pares científicos con los que colabora	<ul style="list-style-type: none"> Grupo de Física Teórica de la Universidad del Valle, Universidad Nacional de Colombia (sede Bogotá y Medellín), Universidad de los Andes y con varias Universidades extranjeras (Ohio University (USA), La Universidad de la Amistad de los Pueblos (Rusia), Universidad de los Andes (Mérida, Venezuela), Principalmente con: <ul style="list-style-type: none"> Nelson Porras Montenegro: Departamento de Física, Universidad del Valle Juan Carlos Granada E., Universidad del Valle, Dpto. de Física John Henry Reina, Universidad del Valle, Dpto. de Física Jereson Silva; Universidad Nacional de Colombia -Bogotá- Sergio Ulloa, Astronomy and Physics Department, Ohio University 		

INFRAESTRUCTURA	
Equipos	<ul style="list-style-type: none"> • 1 Servidor: Power Edge 850 • 4 Computadores • 3 Portátiles • 2 Impresoras • 1 Fotocopiadora
Software	<ul style="list-style-type: none"> • Mathematica • Origin • Varios implementados por el Grupo
Bases de Datos Especializadas	<ul style="list-style-type: none"> • SCIEDIRECT • SCOPUS • Web of SCIENCE • DOYMA • PROQUEST • OVID • HINARY
Laboratorios (área en metros cuadrados)	35 m ²
Áreas – Oficinas (en metros cuadrados)	Las cinco oficinas tienen un área aproximada de 30 m ²

Fuente. Portafolio del grupo en base de datos de la VIE, actualizado el 6 de agosto de 2007

IDENTIFICACIÓN			
Nombre	Física Y Tecnología Del Plasma Y Corrosión - FITEK		
Fecha de conformación	Mayo 1988	Clasificación en Colciencias	A
INVESTIGACIÓN			
Líneas de investigación	Líneas principales	Líneas Secundarias	
	Modificaciones de superficies metálicas mediante una nueva tecnología híbrida que combina descargas de arco y alto voltaje.	<p>Simulaciones de comportamiento de plasmas y partículas cargadas en las trampas magnéticas tipo mínimo-B y cero-B (propuesta en el año 2002).</p> <p>Modelamiento del fenómeno de autoresonancia ciclotrónica espacial, a partir del cual se pueden acelerar partículas cargadas hasta energías del orden de centenas de kilo-electrón-voltios.</p>	
Líneas de investigación conexas	Generación de iones negativos de hidrógeno y deuterio en las fuentes de resonancia ciclotrónica tipo HELIOS.		
INVESTIGADORES			
Investigadores	Valeri Dougar Jabon	Ph.D. en Física y Matemáticas	
	David Alejandro Miranda Mercado	MsC en Ingeniería	
	Jorge Humberto Martínez Téllez	PhD. En Física	
Principales pares científicos con los que colabora	<ul style="list-style-type: none"> • Ph.D. TSYGANKOV Petr Bauman, Moscow State Technical University (Moscú, Russia), • Ph.D. UMNOV Anatoli Russian Friendship University (Moscú), • Ph.D. DULCE Héctor José, Universidad Francisco de Paula Santander (Cúcuta), • Ph.D. PEÑA Darío Yesid, Escuela de Metalurgia, Universidad Industrial de Santander - UIS • Iván Uribe Pérez, Escuela de Metalurgia, Universidad Industrial de Santander - UIS. 		
INFRAESTRUCTURA			

Equipos	<ul style="list-style-type: none"> • Cámara de descarga JUPITER, • abrazímetro, • espectrómetro de masas, • computadores.
Bases de Datos Especializadas	<ul style="list-style-type: none"> • SCIEDIRECT • SCOPUS • Web of SCIENCE • DOYMA • PROQUEST • OVID • HINARY
Laboratorios (área en metros cuadrados)	60 m ²
Áreas – Oficinas (en metros cuadrados)	8 m ²

Fuente. Portafolio del grupo en base de datos de la VIE, actualizado el 31 de julio de 2007

IDENTIFICACIÓN			
Nombre	Grupo de Investigación en Asfaltos - GIAS		
Fecha de conformación	Mayo de 1991	Clasificación en Colciencias	
INVESTIGACIÓN			
Líneas de investigación	Líneas principales	Líneas Secundarias	
	Físico química de las fracciones pesadas del petróleo Materiales Asfálticos y Pavimentos Procesos y productos a partir de fracciones pesadas del petróleo Valorización de Fracciones Pesadas		
INVESTIGADORES			
Investigadores	Eduardo Alberto Castañeda Pinzón		
	Natalia Afanasieva		
	Hebenly Celis Leguizamo		
	Mario Alvarez Cifuentes		
	Robinson Hernández Roa		
	Ramiro Martínez Rey		
	Juliana Puello Méndez		
	Raúl Gabriel Ramos		
Xiomara Andrea Vargas Arenas			

Fuente. GrupLAC del grupo de investigación, citado el 13 de abril de 2009

IDENTIFICACIÓN			
Nombre	Grupo de investigación en Bioquímica e ingeniería de Proteínas - GIBIP		
Fecha de conformación	Agosto 2004	Clasificación en Colciencias	C

INVESTIGACIÓN		
Líneas de investigación	Líneas principales	Líneas Secundarias
	Biocatálisis y Biotransformaciones	Desarrollar nuevos sistemas de inmovilización e insolubilización de proteínas (enzimas, anticuerpos, etc.), de bioprocesos para su utilización en diferentes aplicaciones; como biocatalizadores, biosensores, etc.), y nuevos y más eficientes sistemas de "screening" de nuevas moléculas (proteínas, azúcares, lípidos, etc.) y actividades biológicas en sistemas de alta medida (high-throughput), a través del uso de herramientas analíticas tales como cromatografía HPLC-MS, RMN, etc.
	Biología Ambiental	Desarrollar investigación en el campo del tratamiento biológico de efluentes industriales, tecnologías limpias y química verde.
	Ingeniería Bioquímica y Microbiología Industrial	Desarrollar nuevos procesos y productos a partir del cultivo de células microbianas, separación y purificación de metabolitos primarios y secundarios y su aplicación a la generación de bienes y servicios en el campo agrícola y biomédico.
	Ingeniería de Proteínas	Estudiar y mejorar la estructura y función de proteínas a través de herramientas físico-químicas y de biología molecular (principalmente por evolución molecular de proteínas, proteómica y metagenómica) utilizando diferentes modelos celulares con aplicación esencialmente en el campo biomédico y ambiental.
Líneas de investigación conexas	<ul style="list-style-type: none"> • Fisiología Microbiana • Proteómica • Biología molecular de microorganismos • Simulación de bioprocesos 	
INVESTIGADORES		
Investigadores	Rodrigo Torres Sáez	PhD. Bioquímica & Biología molecular
	Claudia Ortiz López	PhD. En Biocatálisis
	Astrid Lorely Pimienta	MSc. en Microbiología
Principales pares científicos con los que colabora	<p>Pares científicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Manuel Ferrer. Departamento de Biocatálisis. Instituto de Catálisis y Petroleoquímica. CSIC. España. • Jesús Vázquez. Centro de Biología Molecular "Severo Ochoa". Universidad Autónoma de Madrid. España. • Rafael Vazquez-Duhalt. Instituto de Biotecnología. UNAM. México. • Roberto Fernandez-Lafuente. Departamento de Biocatálisis. Instituto de Catálisis y Petroleoquímica. CSIC. España. • Gisella Dellamora-Ortiz. Departamento de Ciencias Farmacéuticas. Facultad de Medicina. Universidad Federal de Rio de Janeiro. Brasil. • Clara Inés González. Laboratorio de inmunología Molecular. Facultad de Salud. UIS. Colombia. • Cristian Blanco y Yajaira Combariza. Grupo de Investigación en Físico-Química Teórica y experimental. GIFTEX. Universidad Industrial de Santander. • Juan Carlos Quintero. Grupo de Investigación en Biotecnología. Universidad de Antioquia. Colombia. • Fanny Guzmán. Escuela de Biología. Laboratorio de Genética Molecular. Universidad Católica de Valparaíso. Valparaíso. Chile. <p>CONVENIOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Universidad Federal de Rio de Janeiro. Brasil. • Universidad de Chile. Santiago. Chile • Universidad Católica de Valparaíso. Chile. • Departamento de Biocatálisis. ICP-CSIC. Madrid. España 	

INFRAESTRUCTURA	
Equipos	<ul style="list-style-type: none"> • 2 Centrifugas de tubos. • 1 Centrifuga de tubos Eppendorf. • 1 Equipo de purificación de Proteínas. BIORAD. • 1 Espectrofotómetro. Merck. • 1 Termociclador • 2 Equipos de Electroforesis de Proteínas con fuente de poder. BIORAD. • 1 Equipo de Electroforesis de DNA. BIORAD • 1 Equipo de Electroforesis para iso-electroenfoco. BIORAD • 1 Cámara de Flujo Laminar • 1 Balanza. • 2 Computadores DELL. • 2 Agitadores magnéticos. • 3 Baños termostatzados • Juegos de Micropipetas • Autoclave • 2 pH metros • 2 Estufas de secado
Software	Gaussian 03
Bases de Datos Especializadas	<ul style="list-style-type: none"> • PUBS • SCIENCEDIRECT • SCOPUS • Web of SCIENCE • DOYMA • PROQUEST • OVID • HINARY
Laboratorios (área en metros cuadrados)	45 metros cuadrados
Áreas – Oficinas (en metros cuadrados)	15 metros cuadrados

Fuente. Portafolio del grupo en base de datos de la VIE, actualizado el 26 de junio de 2007

IDENTIFICACIÓN			
Nombre	Grupo De Investigación En Desarrollo Y Tecnología De Nuevos Materiales - GIMAT		
Fecha de conformación	Junio de 1994	Clasificación en Colciencias	C
INVESTIGACIÓN			
Líneas de investigación	Líneas principales	Líneas Secundarias	
	Desarrollo de Nuevos Materiales	<ul style="list-style-type: none"> • Fundición • Ensayos No Destructivos • Vidrios metálicos 	
Líneas de investigación conexas	Deterioro de Materiales, Fractomecánica, tribología, biomateriales, procesos de unión.		
INVESTIGADORES			
Investigadores	LUZ AMPARO QUINTERO ORTIZ	Magíster En Ingeniería Metalúrgica	
	ARNALDO ALONSO BAQUERO	Ingeniero Metalúrgico, Especialista en Ingeniería de Fundición	

	Elcy María Córdoba Tuta	Doctora (PhD) en Ciencia y Tecnología de Materiales
Principales pares científicos con los que colabora	<ul style="list-style-type: none"> • Ph.D. Jordi Tartera. Universidad Politécnica de Cataluña - UPC • MSc. Jairo Ruiz Córdoba. Universidad de Antioquia - UDEA • Ph.D. Asdrúbal Valencia. Universidad de Antioquia - UDEA • Ph.D. Milton Sergio Fernandes de Lima. IEAv - Centro Técnico Aeroespacial (CTA) • MSc. Héctor Alirio Pérez. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia UPTC (Tunja) • MSc. Ricardo Aristizábal. Universidad de Antioquia UDEA. 	
INFRAESTRUCTURA		
Equipos	<ul style="list-style-type: none"> • Microscopio ópticos • Máquina de ensayos mecánicos • Equipos de ultrasonido • Equipos de Rayos X • Muflas • Equipo para preparación de muestras metalográficas • Durómetros • Sensores de temperatura • Equipo para análisis térmico de fundiciones • Espectrofotómetro • Horno de fusión eléctrico de resistencia • Horno eléctrico de resistencia programable. 	
Software	<ul style="list-style-type: none"> • Matlab • SolidCast • Flowcast • Opticast 	
Bases de Datos Especializadas	<ul style="list-style-type: none"> • Simposio de SANTAFE. Nuevo México. USA • SCIEDIRECT • SCOPUS • Web of SCIENCE • DOYMA • PROQUEST • OVID • HINARY 	
Laboratorios (área en metros cuadrados)	<ul style="list-style-type: none"> • Laboratorio de Microscopia – 96 m² • Laboratorio de Ensayos No Destructivos -96.2 m² • Planta de Fundición – 400 m² • Laboratorio de arenas de moldeo – 70 m² • Laboratorio de microfundición – 25 m² 	
Áreas – Oficinas (en metros cuadrados)	<ul style="list-style-type: none"> • Oficina Profesora Luz Amparo Quintero – 6 m² • Oficina Profesor Arnaldo Alonso Baquero- 6 m² • Oficina Profesor Luis Emilio Forero Gomez- 9 m² • Oficina de Investigación AAB – 6m² 	

Fuente. Portafolio del grupo en base de datos de la VIE, actualizado el 25 de junio de 2007

IDENTIFICACIÓN			
Nombre	Grupo De Investigación En Físicoquímica Teórica Y Experimental - GIFTEX		
Fecha de conformación	2004	Clasificación en Colciencias	C
INVESTIGACIÓN			
Líneas de investigación	Líneas principales	Líneas Secundarias	
	Determinación teórica y experimental de relaciones estructura reactividad	<ul style="list-style-type: none"> • Estudio de energías y geometrías de confórmers • Determinación de las energías de adsorción de sustratos en matrices inorgánicas y biológicas 	

	Espectrometría de Masas	<ul style="list-style-type: none"> • Determinación de la masa molecular de especies químicas • Reacciones ion molécula en fase gaseosa
	Estudio de interfases biológicas	<ul style="list-style-type: none"> • Determinación de la selectividad de proteínas del tipo lipasas por moléculas quirales
	Estudio espectroscópico y computacional de la formación y de la estructura de nanomateriales	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis de materiales nanoporosos del tipo zeolitas
	Gestión Ambiental	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis de factores de riesgo ambiental en diferentes entornos • Almacenamiento, manejo y control de residuos
	Modelaje molecular de materiales nanoporosos	<ul style="list-style-type: none"> • Estudios computacionales de procesos fisicoquímicos en catalizadores y tamices moleculares
	Bioinformática	<ul style="list-style-type: none"> • Secuenciación de proteínas • Análisis conformacional de proteínas
	Caracterización de oligómeros y polímeros con actividad fotofísica	<ul style="list-style-type: none"> • Determinación de la estructura de bandas de polímeros fotoemisores
Líneas de investigación conexas	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño de procesos agroindustriales • Estudios de modelamiento atómico y molecular • Desarrollo de campos de fuerza para la descripción molecular de nanomateriales • Química ambiental • Análisis de contaminantes en aguas a nivel de trazas 	
INVESTIGADORES		
Investigadores	Cristian Blanco Tirado	Químico Ph.D
	Marianny Yajaira Combariza Montanez	Química Ph.D
Principales pares científicos con los que colabora	<ul style="list-style-type: none"> • Prof. Ben Slater, Davy Faraday Research Lab. Londres, UK. • Prof. Anthony K Cheetham, University of California, Santa Barbara, CA, USA. • Prof. Richard W Vachet, University of Massachusetts, Amherst, MA, USA. • Prof. Scout M Auerbach, University of Massachusetts, Amherst, MA, USA. • Prof. Julien Wist, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, CO. • Prof. Cesar Sierra, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, CO. • Prof. Carlos Alexander Trujillo, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, CO. • Prof. Rodrigo Torres, UIS, Bucaramanga, CO. 	
INFRAESTRUCTURA		
Equipos	<ul style="list-style-type: none"> • GIFTEX cuenta con: • 5 servidores DELL SC 1430 PE • Cluster de 20 nodos computacionales 	
Software	<ul style="list-style-type: none"> • Gaussian 03 – Cálculos mecano cuánticos • Dizzy – Dinámica molecular • ABINIT – Cuántica de superficies 	
Bases de Datos Especializadas	<ul style="list-style-type: none"> • SCIEDIRECT • SCOPUS • Web of SCIENCE • DOYMA • PROQUEST • OVID • HINARY 	
Laboratorios (área en metros cuadrados)	35 m ²	

Áreas – Oficinas (en metros cuadrados)	8 m ²
-----------------------------------------------	------------------

Fuente. Portafolio del grupo en base de datos de la VIE, actualizado el 26 de abril de 2007

IDENTIFICACIÓN			
Nombre	Grupo De Investigación En Materiales Fotónicos - GIMF		
Fecha de conformación	Junio de 1996	Clasificación en Colciencias	B
INVESTIGACIÓN			
Líneas de investigación	Líneas principales	Líneas Secundarias	
	Producción de vidrios no óxidos	Investigación de nuevas familias de vidrios no óxidos	
	Caracterización óptica	Modelos teóricos para interpretar las intensidades espectroscópicas en vidrios	
	Espectroscopia de tierras raras	Modelos teóricos	
	Caracterización termodinámica	Termogramas, capacidades caloríficas, termogravimetría, temperatura de transición vítrea, parámetros característicos de optimización	
	Caracterización mecánica	Dureza, módulos, relaciones entre parámetros	
Líneas de investigación conexas	Proyección de resultados hacia aplicaciones tecnológicas en dispositivos láser, sensores y fibras ópticas.		
INVESTIGADORES			
Investigadores	Ancizar Flórez Londoño	Doctor en ciencia e ingeniería de materiales	
	Milton Flórez Serrano	Magister en Física	
Principales pares científicos con los que colabora	<ul style="list-style-type: none"> • Departamento de Física Universidad Nacional de Colombia • Departamento de Física Universidad del Valle. 		
INFRAESTRUCTURA			
Equipos	<ul style="list-style-type: none"> • Espectrofotómetro • Cámaras Secas • Dilatómetro • Viscosímetro • Balanza Analítica • Hornos de Fusión • Mufla de recocimiento • Pulidora • Refractómetro • Equipos de Cómputo • Crisoles de Platino • Equipo para medida de densidad 		
Software	<ul style="list-style-type: none"> • Windows XP Profesional • Origin 7.5 • Matlab • Simulink • Visual Fortran Compiler 9.0 • Labview 8 		
Bases de Datos Especializadas	<ul style="list-style-type: none"> • SCIENCEDIRECT • SCOPUS 		

	<ul style="list-style-type: none"> • Web of SCIENCE • DOYMA • PROQUEST • OVID • HINARY
Laboratorios (área en metros cuadrados)	<ul style="list-style-type: none"> • 77.85 m²
Áreas – Oficinas (en metros cuadrados)	<ul style="list-style-type: none"> • 64.15 m²

Fuente. Portafolio del grupo en base de datos de la VIE, actualizado el 22 de agosto de 2007

IDENTIFICACIÓN			
Nombre	Grupo de Investigación en Materiales y Estructuras de Construcción - IMNE		
Fecha de conformación	Enero de 1990	Clasificación en Colciencias	C
INVESTIGACIÓN			
Líneas de investigación	Líneas principales	Líneas Secundarias	
	Caracterización de materiales para la industria de la construcción	Estudios de diagnóstico y patología estructural	
	Evaluación del comportamiento estructural de obras civiles	Análisis y modelamiento estructural	
		Amenaza, vulnerabilidad y riesgo sísmico	
Líneas de investigación conexas	Gestión y control de calidad en empresas de construcción		
INVESTIGADORES			
Investigadores	Ricardo Alfredo Cruz Hernández	Doctorado. Ciencias técnicas	
	Esperanza Maldonado Rondón	Doctorado en Ingeniería Sísmica y Dinámica Estructural	
	Gustavo Chio Cho	Doctorado en Ingeniería de Caminos Canales y Puertos	
Principales pares científicos con los que colabora	<ul style="list-style-type: none"> • Jorge Eduardo Hurtado Gómez Universidad Nacional Sede Manizales • Andrés José Alfaro Castillo Universidad Javeriana • Juan Diego Jaramillo Fernández Universidad Eafit Medellín • Silvio Delvasto Arjon Universidad del Valle 		
INFRAESTRUCTURA			
Equipos	<p>Sala con 19 Microcomputadores. Actuador marca MTS de 243 KN en tensión y 369 KN en compresión con sistema hidráulico y sistema de control y muro de reacción. Prensa para ensayo de retracción. Prensa para ensayo de columnas. Tamizadoras. Hornos. Consolidímetro. Equipo para corte directo. Equipo para permeabilidad. Universal de Ensayos de CBR y Mezclas Asfálticas. Barrenos manuales. Cono dinámico. Viga Benkelman.</p>		

	<p>Ductilímetro. Penetrómetro. Equipos de anillo y bola. Martillo de compactación Marshall. Moldes Marshall. Compactador giratorio. SPT. Consolidómetro. Balanzas. Maquina universal de ensayos marca Trebel. Maquina Universal Dinámica. Durómetro: marca Ahusen. Péndulo de impacto. Maquina universal para ensayos de maderas. Torsómetro. Maquina Instron: electrónica. Máquina para ensayos de tubos. Prensa hidráulica. Maquina los Ángeles de abrasión. Aparato Gilmore ref ct-5. Aparato Vicat manual. Máquina para resistencia en briquetas. Máquina para hacer bloque manual. Esclerómetro. Extractor de núcleos eléctrico. Tres (3) sismógrafos. Dos (2) acelerógrafos. Un equipo de adquisición de datos marca KINEMETRIC (K2). Tubo de impedancia para caracterización acústica de materiales. Equipo para cauterización térmica de materiales.</p>
Software	<ul style="list-style-type: none"> • Genamap, Arcview, Autocad Map, ERDAS, Construdata, Sap 2000, ANSYS, CIVILFEM.
Bases de Datos Especializadas	<ul style="list-style-type: none"> • SCIEDIRECT • SCOPUS • Web of SCIENCE • DOYMA • PROQUEST • OVID • HINARY
Laboratorios (área en metros cuadrados)	<ul style="list-style-type: none"> • Edificio de caracterización de materiales de 1300 m² • El cual contiene: Laboratorio de Estructuras, Laboratorio de Prototipos, Laboratorio de Sísmica, Laboratorio de Mediciones Ópticas, Laboratorio de Hormigón y de Materiales, el Laboratorio de Suelos y Pavimentos, además cuenta con un cuarto húmedo y un cuarto insonorizado.
Áreas – Oficinas (en metros cuadrados)	<ul style="list-style-type: none"> • Edificio de caracterización de materiales de 56 m²

Fuente. Portafolio del grupo en base de datos de la VIE, actualizado el 27 de junio de 2007

IDENTIFICACIÓN			
Nombre	Grupo de Investigación en Mineralogía, Petrología y Geoquímica		
Fecha de conformación	Febrero de 1995	Clasificación en Colciencias	C
INVESTIGACIÓN			
Líneas de investigación	<ul style="list-style-type: none"> • Aprovechamiento y manejo de los recursos naturales no renovables • Diagénesis y Metamorfismo de bajo y muy bajo grado • Hidrotermalismo 		

	<ul style="list-style-type: none"> • Mineralogía de filosilicatos • Petrología y geoquímica de procesos ígneos y metamórficos • Tratamiento de Imágenes • Yacimientos Minerales
INVESTIGADORES	
Investigadores	Luis Carlos Mantilla Figueroa
	Carlos Alberto García Ramírez
	Ligia Beleño Montagut
	Oscar Mauricio Castellanos Alarcón
	Jairo Clavijo Torres
	Juan Diego Colegial Gutiérrez
	José Antonio Henao Martínez
	Alba Gladys Mesa Ramirez
	Jorge Eduardo Pinto Valderrama
	Juan Carlos Ramirez Arias
	Carlos Alberto Ríos Reyes
	Eliecer Uribe Portilla

Fuente. GrupLAC del grupo de investigación, citado el 13 de abril de 2009

IDENTIFICACIÓN			
Nombre	Grupo De Investigación En Química Estructural - GIQUE		
Fecha de conformación	Enero de 1995	Clasificación en Colciencias	B
INVESTIGACIÓN			
Líneas de investigación	Líneas principales	Líneas Secundarias	
	Química Estructural.	Análisis cualitativos y cuantitativos de materiales sólidos. Caracterización de Nuevos Materiales.	
Líneas de investigación conexas	Síntesis orgánica, síntesis inorgánica, sector minero, industrias farmacéuticas.		
INVESTIGADORES			
Investigadores	José Antonio Henao Martínez	Doctor en Química Aplicada: opción estudio de Materiales	
	Ángela Marcela Montañó Angarita	Doctora en Química	
Principales pares científicos con los que colabora	<ul style="list-style-type: none"> • Dr. Reinaldo Atencio. Director del Laboratorio de Rayos-X del Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC). • Doctor Miguel Delgado Quiñónez. Director del Laboratorio Nacional de Rayos-X de Venezuela. Universidad de Los Andes, Mérida Venezuela. • Doctora Graciela Díaz de Delgado, Directora del Posgrado Interdisciplinario en Química Aplicada. Universidad de Los Andes, Mérida Venezuela. • Doctor Rodolfo Moreno, Departamento de Química, Universidad del Valle, Cali, Colombia. 		
INFRAESTRUCTURA			
Equipos	<ul style="list-style-type: none"> • Difractómetro de Rayos-X marca Rigaku modelo D/MAX IIIB. • Balanza Kern 440-33N. • Mufla Autonics. 		
Software	<ul style="list-style-type: none"> • Data Scan (toma de datos). <i>Material Data Inc.</i> • Search/Match (Análisis cualitativo y Semicuantitativo). <i>Material Data Inc.</i> • Riqas (Análisis cuantitativo método Rietveld). <i>Material Data Inc.</i> • PowderX (tratamiento de datos). <i>Chen dong.</i> • Dicvol04/Treor90 (Indexado de patrones de polvo). <i>Daniel Loüer/Per Erick Werner</i> • Chekcell (refinamiento de constantes de celda y cálculo del grupo espacial). • NBS*AIDS83 (Refinamiento de constantes de celda). • Xfit (programa de separación de picos). • Fullprof (refinamiento estructural, método de Rietveld). <i>Rodríguez-Carvajal.</i> • Shelx97XL (Determinación y refinamiento de estructuras de monocristales). <i>George</i> 		

	<p><i>Sheldrick.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Winplotr/rasmol/Ortep3 (Graficado de estructuras moleculares) TOPAS: Programa para el refinamiento de estructuras y análisis cuantitativo mediante el Método de Rietveld. Utiliza datos tomados tanto en monocristal como en polvo. <i>Alan Coelho.</i>
Bases de Datos Especializadas	<ul style="list-style-type: none"> Cambridge Structural Database (CSD). Inorganic Crystal Structure Database (ICSD) Powder Diffraction File (PDF-2)
Laboratorios (área en metros cuadrados)	<ul style="list-style-type: none"> Primer piso: 62 m² Segundo piso: 62 m² Área total de laboratorios: 124 m²
Áreas – Oficinas (en metros cuadrados)	<ul style="list-style-type: none"> Oficina profesor José Antonio Henao: 7.2 m² Oficina profesora Ángela Marcela Montaña: 6.5 m² Área total de oficinas: 13.7 m².

Fuente. Portafolio del grupo en base de datos de la VIE, actualizado el 18 de abril de 2007

IDENTIFICACIÓN			
Nombre	Grupo De Investigaciones En Corrosión - GIC		
Fecha de conformación	Agosto de 1986	Clasificación en Colciencias	A
INVESTIGACIÓN			
Líneas de investigación	Líneas principales	Líneas Secundarias	
	Inhibidores y procesos electroquímicos	Estudio sobre la inhibición en los materiales utilizados en la industria de refinación y petroquímica. Investigación relacionada con fenómenos electroquímicos que ocurren en el desarrollo de nuevas fuentes de energía.	
	Corrosión a alta temperatura	Estudio sobre la corrosividad de crudos pesados Colombianos y factibilidad de utilizar los materiales que se utilizan actualmente para la refinación de crudos livianos.	
	Hidrógeno en materiales	Desarrollo de nuevos materiales para su utilización en la economía del hidrógeno	
	Control de la corrosión en hormigón armado, estructuras enterradas y sumergidas	Estudio sobre la evaluación de la corrosión en hormigón armado contaminado por cloruros mediante la técnica de pulso galvanostático	
	Control de la corrosión en sistemas multifásicos	Desarrollo de un modelo de predicción de la velocidad de corrosión por CO ₂ / H ₂ S	
	Fenómenos fisicoquímicos superficiales en biomateriales	Caracterización fisicoquímica superficial y estudio de degradación en: <ul style="list-style-type: none"> • Biometales • Biocerámicas • Biovidrios y vitrocerámicas bioactivas • Biopolímeros sintéticos 	
Líneas de investigación conexas	<ul style="list-style-type: none"> • Biocorrosión • Recubrimientos orgánicos • Recubrimientos cerámicos 		
INVESTIGADORES			
Investigadores	Darío Yesid Peña Ballesteros	Ph.D, Magister, Ingeniero Metalúrgico	
	Dionisio Laverde Cataño	Ph.D, Magister, Ingeniero Metalúrgico	
	Custodio Vásquez Quintero	Magister, Ingeniero Metalúrgico	
	Iván Uribe Pérez	M.Sc., Ingeniero Metalúrgico	

Principales pares científicos con los que colabora	<ul style="list-style-type: none"> • Grupo de Corrosión y Protección de la Universidad de Antioquia • Instituto Colombiano del Petróleo ECOPETROL-ICP • Universidad de Mayaguez • Universidad del Cauca
INFRAESTRUCTURA	
Equipos	<ul style="list-style-type: none"> • Potenciostato Multifuncional Portátil GAMRY • Potenciostato-Galvanostato modelo 363 EG&G • Programador universal EG&G modelo 175 • Analizador de impedancias modelo 6310 EG&G • Electrodo de cilindro y disco rotatorio EG&G modelo 636 • Circuitos de flujo simulado . LOOPS, para diferentes condiciones de estudio. • Medidores de rugosidad • Autoclaves estáticos PARR y Autoclave dinámico a alta presión y temperatura: ADAPAT • Medidores de adherencia • pH metro • Bipotenciostato GALVPOT • Fuentes de potencia • Voltímetros de alta resolución • Celdas planas para tomas de medidas electroquímicas • Corrosómetro • Corrater • Horno vertical y horno horizontal para pruebas de corrosión a altas temperaturas con inyección de gases. • Horno rotatorio con atmósfera controlada para altas temperaturas CARBOLITE. • Hornos para corrosión por sales fundidas • Celdas para permeación de hidrógeno • Cámara de niebla para evaluación de recubrimientos • Celda combustible • Espectrofotómetro ODYSSEY • Medidor de CO2 • Osciloscopio FLUKE. • Sensor para H2S • Cámaras extractoras
Bases de Datos Especializadas	<ul style="list-style-type: none"> • SCIEDIRECT • SCOPUS • Web of SCIENCE • DOYMA • PROQUEST • OVID • HINARY
Laboratorios (área en metros cuadrados)	200 metros cuadrados

Fuente. Portafolio del grupo en base de datos de la VIE, actualizado el 23 de abril de 2007

IDENTIFICACIÓN			
Nombre	Grupo De Investigaciones En Minerales, Biohidrometalurgia Y Ambiente - GIMBA		
Fecha de conformación	Abril de 1987	Clasificación en Colciencias	B
INVESTIGACIÓN			
Líneas de investigación	Líneas principales	Líneas Secundarias	
	Tratamiento de efluentes líquidos	<ul style="list-style-type: none"> • Procesos biológicos • Procesos químicos 	

	Tratamiento de residuos sólidos industriales	<ul style="list-style-type: none"> • Procesos biohidrometalúrgicos. • Procesos químicos. • Procesos pirometalúrgicos. • Procesos físicos.
	Electroquímica aplicada	<ul style="list-style-type: none"> • Estudios de recubrimientos metálicos • Estudios de mecanismos de disolución y precipitación de minerales y metales.
	Metalurgia extractiva de los metales preciosos	<ul style="list-style-type: none"> • Mejoramiento de los procesos de tratamiento de minerales auroargentíferos y beneficio de metales preciosos.
	Metalurgia extractiva del níquel laterítico	<ul style="list-style-type: none"> • Estudios sobre alternativas de mejoramiento de los procesos de producción de níquel y de la reducción de los niveles de azufre presentes en el ferroníquel crudo producido en Cerro Matoso S.A.
	Procesamiento de minerales industriales	<ul style="list-style-type: none"> • Estudio y mejoramiento de sistemas de beneficio de minerales auroargentíferos, feldespáticos, arcillosos, carboníferos, etc.
	Solución de problemas ambientales relacionados con los metales, metalurgia y minería	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicación de tecnologías limpias para el beneficio de metales preciosos y control de la contaminación. • Alternativas de solución a la problemática ambiental del mercurio en la minería del oro. • Prevención de la contaminación por drenajes ácidos de minas de carbón.
Líneas de investigación conexas	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño de procesos metalúrgicos industriales. • Caracterización química y mineralógica de recursos minerales. • Biotecnología. • Desarrollo de nuevos materiales. 	
INVESTIGADORES		
Investigadores	Gustavo Neira Arenas	Doctor (PhD) en Ingeniería Ambiental y de Minerales
	Julio Elías Pedraza Rosas	Magíster en Ingeniería Civil de Minas
	Dionisio Antonio Laverde Cataño	Estudios post doctorales en cinética y mecanismos de oxidación a elevadas temperaturas
	Elcy María Cordoba	Doctora (PhD) en Ciencia y Tecnología de Materiales
	Humberto Escalante Hernández	Doctor (PhD) en ingeniería química
Principales pares científicos con los que colabora	<ul style="list-style-type: none"> • Luis Santos Sobral, Centro de Tecnología Mineral CETEM, Rio de Janeiro, Brasil • Oswaldo Bustamante, Centro de Investigaciones en Metalurgia Extractiva CIMEX, Colombia • Marco Antonio Marquez, Grupo de Investigación en Mineralogía Aplicada GEMMA, Colombia • Enrique Vera, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia UPTC, Colombia • Mario Sanchez, Universidad de Concepción, Chile 	
INFRAESTRUCTURA		
Equipos	<ul style="list-style-type: none"> • Espectrofotómetro de Absorción Atómica - Perkin-Elmer • Espectrofotómetro de Absorción Atómica - Buck Scientific • Balanzas Analíticas - Mettler-Toledo • Ion Metro - METROHM • pH Metro - METTLER-TOLEDO • Titulador automático - METROHM • Equipo para medición de Oxígeno disuelto en Agua - ORION • Multímetro - HUNG CHANG • Digestor de microondas - CEM • Estufa de secado - HERAEUS • Centrífuga – Heraeus • Shaker - EDMUD HÜHLER 	

	<ul style="list-style-type: none"> • Shakers con baño termostatazo - GFL • Baño termostatazo - LAUDA • Conductómetro - METROHM • Sistema de vacío - BÜCHI • Campana extractora - IFV Industrias • Destilador de Agua - SCHOTT GERÄTE • Placa de Calentamiento - SCHOTT GERÄTE MODELO CERAN • Bombas peristálticas - COLE-PARMER • Placa de calentamiento con agitador magnético - IKA-LABORTECHNIK • Muflas – Terrígeno • Trituradora de mandíbula – Denver • Molino de Bolas – Denver • Rotap • Zetámetro - Zeta-Meter 3.0 • Equipo analizador de trazas
Bases de Datos Especializadas	<ul style="list-style-type: none"> • SCIEDIRECT • SCOPUS • Web of SCIENCE • DOYMA • PROQUEST • OVID • HINARY
Áreas – Oficinas (en metros cuadrados)	<ul style="list-style-type: none"> • El área total ocupada por el GRUPO DE INVESTIGACIONES EN MATERIALES, BIOHIDROMETALÚRGIA Y AMBIENTE – GIMBA es de 373.5 metros cuadrados, incluye los espacios de Laboratorio, Oficinas y Bodega.

Fuente. Portafolio del grupo en base de datos de la VIE, actualizado el 22 de agosto de 2007

IDENTIFICACIÓN			
Nombre	Grupo de Óptica y Tratamiento de Señales - GOTS		
Fecha de conformación	ENERO 1984	Clasificación en Colciencias	A
INVESTIGACIÓN			
Líneas de investigación	Líneas principales	Líneas Secundarias	
	Metrología Óptica	<ul style="list-style-type: none"> • Implementar y adaptar técnicas de medida ópticas en ambientes industriales, para el desarrollo de instrumentos de medida especializados. • Adelantar metodologías investigativas que conduzcan a innovación tecnológica en el área de la bioingeniería. • Formar profesionales en el campo de la óptica. 	
	Caracterización de Nuevos Materiales	<ul style="list-style-type: none"> • Estudio y caracterización de las propiedades de materiales producidos dentro del Centro de Excelencia de Nuevos Materiales. • Puesta a punto de nuevas técnicas de caracterización como las técnicas de campo cercano y la microscopía confocal. 	
	Procesamiento óptico con materiales fotorefractivos	<ul style="list-style-type: none"> • Analizar y realizar operaciones de procesamiento óptico utilizando cristales fotorrefractivos como medio de registro dinámico. • Avanzar en el conocimiento de distintos arreglos experimentales dinámicos holográficos y no-holográficos y desarrollar el modelo teórico que los interprete. Finalmente, será de gran interés detectar desarrollos o problemas tecnológicos de avanzada que involucren alguna de las investigaciones propuestas. 	
	Tratamiento Híbrido de Señales	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar algoritmos que permitan extraer información codificada en señales unidimensionales, bidimensionales y tridimensionales. Utilización de técnicas híbridas para el manejo de señales. Uso de procesadores y técnicas ópticas. 	

	Nanometrología de materiales	<ul style="list-style-type: none"> El objetivo principal de la línea de nanometrología es la caracterización de superficies por vía óptica para el control y reconocimiento de materiales. Específicamente se pretenden adelantar investigaciones que permitan adaptar métodos ópticos, para el análisis microscópico 3D de muestras de materiales en resoluciones nanométricas.
	Procesamiento de Señales	<ul style="list-style-type: none"> Descripción matemática de señales multidimensionales mediante diferentes representaciones y transformaciones que permitan describir más fácilmente la información. Utilización de la transformación de Fourier de orden fraccional para representar las señales y sus propiedades, en una y varias dimensiones. Mejorar la representación de señales y facilitar su manejo digital, óptico e híbrido.
	Procesamiento numérico de imágenes espectrales	<ul style="list-style-type: none"> Caracterización de objetos cromáticos mediante el procesamiento numérico de imágenes multiespectrales. Caracterización multiespectral para la identificación parcial o total de objetos. Almacenamiento digital de objetos cromáticos de interés en las artes plásticas y la herencia cultural. Evaluación de recursos naturales mediante imágenes digitales multiespectrales satelitales. La información cromática de los objetos, dispuesta en múltiples canales, constituye una herramienta que busca espacios que permitan su óptima caracterización en el sentido estadístico. Muy recientemente se ha venido presentando la incursión de imágenes multiespectrales en disciplinas un poco menos tradicionales como: las artes plásticas, la cosmética, la bioingeniería y la preservación de la herencia cultural. Es por lo tanto nuestro interés la de generar investigación aplicada en estos campos.
Líneas de investigación conexas	<ul style="list-style-type: none"> Sensores basados en Fibras Ópticas Sensores Inteligentes Opto-meca-trónica Nano-Óptica 	
INVESTIGADORES		
Investigadores	Arturo Plata Gómez	Doctorado en Ciencias para el Ingeniero
	Jader Enrique Guerrero Bermúdez	Doctorado en Ciencias Naturales: Física
	Jaime Enrique Meneses Fonseca	Doctorado en ciencias para el ingeniero
	Yezid Torres Moreno	Doctorado en Óptica y Tratamiento de Señales
	María del Carmen Lasprilla Alvarez	Doctorado en Física
Principales pares científicos con los que colabora	<ul style="list-style-type: none"> Tijani GHARBI, profesor Universidad de Franche-Comté (Francia), Investigador FEMTO ST Departamento de Óptica. Pierre Pellat-Finet, profesor Universidad de Bretagne-Sud (Francia), Investigador GOTA. 	
INFRAESTRUCTURA		
Equipos	<ul style="list-style-type: none"> Equipos ópticos de base (lentes, láser, fuentes de luz blanca, cámaras CCD, etc) Equipos ópticos de soporte (Monturas, sistemas de desplazamiento, rieles, etc) Microscopios de transmisión polarizados Equipos electrónicos de adquisición y control 	
Software	<ul style="list-style-type: none"> Librería de control y adquisición de imágenes, Matrox 	
Bases de Datos Especializadas	<ul style="list-style-type: none"> SCIENCEDIRECT SCOPUS Web of SCIENCE DOYMA 	

	<ul style="list-style-type: none"> • PROQUEST • OVID • HINARY • SPIE • IEEE • OSA
Laboratorios (área en metros cuadrados)	<ul style="list-style-type: none"> • Sede Campus Central UIS: 160 m² • Sede GUATIGUARA UIS: 320 m²

Fuente. Portafolio del grupo en base de datos de la VIE, actualizado el 26 de julio de 2007

IDENTIFICACIÓN		
Nombre	Grupo de Tribología y Superficies	
Fecha de conformación	Enero de 2005	Clasificación en Colciencias
INVESTIGACIÓN		
Líneas de investigación	Corrosión Desgaste de Materiales Desgaste y Fricción Erosión de Materiales Tribocorrosión de Biomateriales Corrosión Desgaste de Materiales	
INVESTIGADORES		
Investigadores	Darío Yesid Peña Ballesteros	Dr. en corrosión
	Custodio Vásquez Quintero	Magister, Ingeniero Metalúrgico
	Expedito Lozano Gómez	
	Wilson Vesga Rivera	

Fuente. GrupLAC del grupo de investigación, citado el 13 de abril de 2009

IDENTIFICACIÓN		
Nombre	Laboratorio De Espectroscopia Atomica Y Molecular - LEAM	
Fecha de conformación	1980	Clasificación en Colciencias B
INVESTIGACIÓN		
Líneas de investigación	Líneas principales	Líneas Secundarias
	Espectroscopia Láser	Espectroscopia de Plasma Inducido por Láser
	Espectroscopia de Emisión Atómica	Espectroscopia Plasma Inducido Inductivamente
	Espectroscopia Fotoacústica	Espectroscopia Infrarroja
	Espectroscopia de Fluorescencia	Espectroscopia de Fluorescencia inducida por Láser
	Procesos Multifotónicos	
Líneas de investigación conexas	Caracterización de nuevos materiales Detección de trazas en materiales de interés tecnológico	
INVESTIGADORES		
Investigadores	Rafael Cabanzo Hernández	Doctorado En Ciencias Naturales: Física
	Enrique Mejía Ospino	Doctorado en Ciencias Químicas
Principales pares científicos con los que colabora	<ul style="list-style-type: none"> • Grupo de Colisiones-Instituto de Ciencias Físicas. UNAM • Grupo de Fotofísica- Centro de Investigaciones Ópticas CIOp. Universidad Nacional de La Plata. Argentina 	

INFRAESTRUCTURA	
Equipos	<ul style="list-style-type: none"> • Espectrómetro de emisión Jarrell-Ash Tipo Ebert de 3.4 metros de distancia focal • Sistema de Plasma generado por acoplamiento inductivo (ICP) marca Plasma Therm Inc • Espectrómetro HR4000 de Ocean Optics (200-1100 nm) • Espectrómetro 0.5 m (Spectral Products, DK480) • Láser Nd:YAG de Spectra Physics • Cuatro computadores • Cámara de alto vacío • Mesones ópticos (cuatro) • Montaje experimental para las técnicas LIBS y Fotoacústica • Cámara CCD RTE-128X1024 (Roper Scientific)
Bases de Datos Especializadas	<ul style="list-style-type: none"> • SCIEDIRECT • SCOPUS • Web of SCIENCE • DOYMA • PROQUEST • OVID • HINARY
Laboratorios (área en metros cuadrados)	<ul style="list-style-type: none"> • 30 metros cuadrados

Fuente. Portafolio del grupo en base de datos de la VIE, actualizado el 27 de junio de 2007