



Mapa de Clusters no agropecuarios en Colombia



INTRODUCCIÓN:

El presente trabajo está dirigido a identificar el “mapa de clusters¹” en Colombia, replicando un esfuerzo similar al que se ha hecho en algunos estudios internacionales como el Cluster Mapping Project de Harvard para el caso de Estados Unidos, o el Mapa Global de Clusters de Monitor. El objetivo es lograr un mayor entendimiento de la composición de las economías regionales en Colombia, a través de la identificación y caracterización de los principales *clusters* en Colombia, su distribución regional, su concentración del empleo y su tamaño absoluto en términos de empleados y empresas.

Este estudio complementa el que había realizado el CPC en el Informe Nacional de Competitividad de 2008, el cual se concentraba en la identificación de los *clusters* asociados con la manufactura, y excluía por completo las actividades de servicios que se articulan a ellos o que conforman, en sí mismos, *clusters* que en muchos casos pueden tener un gran potencial de desarrollo y de contribución a la transformación productiva de Colombia.

La clave para alcanzar mayores y mejores niveles de calidad de vida en una región es el desarrollo de un ambiente productivo que impulse la innovación y produzca aumentos continuos de la productividad. Para ello es fundamental el desarrollo de *clusters* competitivos a partir de las fortalezas y activos productivos de cada región. La ventaja de los *clusters* frente a una estructura productiva basada en industrias aisladas y desconectadas, es que éstos promueven

simultáneamente la competencia, debido a las presiones competitivas que se generan entre las empresas que los constituyen, y la colaboración a través del beneficio derivado de las complementariedades entre los agentes económicos, que facilitan el acceso a insumos, empleados, información especializada, instituciones y bienes semipúblicos. Esto permite aprovechar las sinergias y las externalidades que existen entre actividades económicas similares y, de esta manera, potencian su expansión.

El desarrollo de *clusters* de alto valor agregado y con capacidad de inserción en los mercados mundiales es una de las condiciones básicas que requiere el país para el logro de una transformación productiva exitosa. En efecto, como lo señalan Hausmann *et. al.* (2006)², hay evidencia empírica que muestra que aquellos países que comienzan a exportar una canasta sofisticada con respecto al nivel de ingreso de su economía, con el tiempo logran crecimientos mayores y su PIB empieza a converger hacia el nivel de ingresos asociado al nivel de sofisticación de dicha canasta. En esta dirección, para el logro de la transformación productiva en Colombia, es fundamental el desarrollo de *clusters* de orientación

1 Un *cluster* es un grupo de compañías y asociaciones interconectadas, las cuales están geográficamente cerca, se desempeñan en un sector de industria similar, y están unidas por una serie de características comunes y complementarias.

2 Hausmann, R. Hwang J. y Rodrick D. (2006) What you export matters. NBER working papers 11905.

exportadora, productores de bienes y servicios sofisticados (en el sentido de Hausmann *et al.*), de alto valor agregado y tecnológicamente dinámicos.

Ello no significa que todas las regiones deban especializarse en este tipo de *clusters* o que todas tengan los activos productivos que les permitan hacerlo. Sin embargo, la evidencia muestra que es posible desarrollar *clusters* innovadores incluso en actividades tradiciona-

les basadas en recursos naturales. En efecto, como lo muestran De Ferranti *et al.* (2002), las actividades basadas en recursos naturales en una región pueden ser convertidas en industrias basadas en innovación y conocimiento, agregando valor a la producción tradicional, y constituyendo fuentes sostenibles de crecimiento por períodos largos de tiempo. En este sentido cabe la expresión de Porter de que la competitividad no depende de en qué industrias compite una región, sino en cómo compite.

■ I. Fuentes de información

La principal fuente de información del presente estudio es la Planilla Integrada de Liquidación de Aportes (Pila) del Ministerio de la Protección Social. Éste es un sistema que registra el pago de los aportes a la seguridad social y pagos parafiscales a través de transferencias electrónicas de fondos. Su uso es de particular relevancia por dos razones:

Primero, esta base de datos cubre el universo del empleo formal, al incluir a todas las empresas que liquidan aportes a la seguridad social, brindando por lo tanto una visión mucho más amplia de la que puede proveer una encuesta realizada con fines de recolección de información estadística. Es decir, estamos trabajando con la población entera y no sólo con una muestra. Sin embargo, es importante aclarar que no todas las entradas en la Pila hacen parte de la base de datos con la que se trabajó en este estudio: el concepto de *cluster* implica una aglomeración de compañías dedicadas a una actividad similar, razón por la cual se excluyó toda la información de empleo correspondiente a los registros de personas naturales, es decir, de trabajadores

que realizan sus aportes como independientes, puesto que por definición este tipo de empleo, de carácter aislado e individual, en la gran mayoría de los casos no permite que existan vínculos y sinergias dentro de los agentes que se dedican a la misma actividad, es decir, no es indicador de la existencia o potencial desarrollo de los *clusters*. El universo usando, por lo tanto es el correspondiente al empleo empresarial, puesto que es ésta la información significativa para nuestro análisis. Por ello, de 4.5 millones de registros del Pila en el año 2007 tan sólo se trabajó con 4.4 millones³.

Segundo, por la razón previamente mencionada, esta información no está limitada a las actividades manufactureras, factor que constituye un enorme valor agregado, al hacer posible no sólo una caracterización del sector servicios, sino un

³ Es importante anotar que hasta julio de 2008 se hizo obligatorio el aporte de los trabajadores independientes a través de la Pila, razón que explica el por qué del tamaño total de la muestra en 2007.



estudio de cómo este último se relaciona con las actividades industriales.

Por su naturaleza, la información de la Pila se refiere exclusivamente al empleo formal de la economía. Más precisamente, la información sobre la ubicación espacial del empleo se asocia a la ciudad en la cual se hace el pago de los aportes. En el caso ideal, cada empresa se registra en la ciudad en la que desarrolla su actividad económica, incluso plantas ubicadas en diferentes ciudades pertenecientes a la misma empresa, haciendo un registro descentralizado de los aportes a la seguridad social. Sin embargo, esta situación ideal no siempre se cumple, debido a que algunas empresas con múltiples plantas, por razones administrativas, deciden hacer un aporte centralizado, lo que implica que la información laboral estará concentrada en la ciudad donde se realice el aporte.

La segunda fuente de información importante es la base de datos de la Superintendencia de Sociedades, la cual cubre alrededor de 5.640 firmas que están sometidas a la inspección, vigilancia y control de esta entidad y de algunas empresas que vigila la Superfinanciera, pertenecientes al sector real de la economía. Su gran ventaja es que contiene información que incluye los ingresos operacionales en los sectores y subsectores que conforman los diferentes *clusters*, lo que permite evaluar su dinamismo a nivel nacional. Similar a lo que sucede con la Pila, la información perteneciente a cada empresa se asocia a la ciudad en la cual la empresa aparece registrada, la cual, en algunos casos, es diferente a la ciudad en la cual efectivamente opera, lo que genera algún grado de distorsión.

En general, los problemas mencionados constituían un sesgo de la información hacia las gran-

des ciudades. Teniendo en cuenta lo anterior, se desarrolló un proceso para la corrección de este sesgo, por medio del cual se toma la cantidad de empleados registrada en la Pila para cada sector a cuatro dígitos CIIU desagregada por departamento, y se redistribuye el empleo de tal forma que la participación departamental del empleo en el sector corresponda al porcentaje calculado por el Dane, manteniendo la suma total de los empleados para cada sector, es decir sin aumentar o disminuir el tamaño del sector.

El eje con el cual se construye el Mapa de Clusters en Colombia es la distribución espacial del empleo formal empresarial. Esta característica tiene ventajas y desventajas: entre las primeras está el hecho de que el componente más productivo y dinámico de cualquier *cluster* está compuesto necesariamente por empresas del sector formal, factor que implica que el presente estudio logra capturar los componentes de los *clusters* dinámicos, lo que constituye un paso importante hacia la transformación productiva, en el sentido de que uno de sus objetivos es la expansión de las actividades formales existentes, el surgimiento de nuevas actividades, y la disminución de la informalidad vía su contracción o su conversión gradual a la formalidad.

Por otro lado, la desventaja de tener en cuenta únicamente el empleo formal empresarial es que se subestima el verdadero tamaño de algunos *clusters* que presentan altas tasas de informalidad. Un ejemplo es el de joyería y metales preciosos, que de acuerdo con la información de la Pila emplea a 962 personas a nivel nacional (sin tener en cuenta canales de distribución), que corresponden al empleo formal en dicha actividad. Sin embargo, la información gremial del sector para 2008 estima en 11.000 el número de empleos informales vinculados a esta

actividad, que se caracteriza por tener un alto número de establecimientos informales.

Es importante anotar que el sector agropecuario no está incluido en este estudio, ya que no hay una muestra representativa dentro de la base de datos. Esto se debe a que existe no sólo un considerable nivel de informalidad, por lo que el empleo no se refleja en la Pila, sino que también, por la naturaleza de la actividad, es un sector cuyo reporte de empleados se ve disminuido considerablemente al tomar exclusivamente el empleo empresarial. Fenómenos que generan una subestimación de las cifras, pues mientras que la Pila contabiliza un total de 74.298 empleos en este sector, la información que proviene de las encuestas de hogares del Dane arroja un total de 3.9 millones de trabajadores en el sector en ese año. Es decir, el empleo capturado en la base de datos representa menos del 2% del empleo total agropecuario del país.

La tabla 18 compara el empleo por sector según la información de Pila y Dane. Se observa que para el agregado, la Pila recoge el 24.6% del empleo total que había en el país en 2007 de acuerdo con la información proveniente de las encuestas de hogares del Dane. Esta diferencia en el empleo reportada por las diferentes fuentes de información se explica sólo en parte por los niveles de informalidad existentes en cada sector. Hay que recordar que otra parte de la brecha se explica por la exclusión de los trabajadores formales pero independientes, que como se explicó antes, están excluidos del estudio.

En términos generales, se observa que en la gran mayoría de sectores existe una considerable diferencia entre los niveles de empleo presentados por las diferentes fuentes, explicada en parte, por la informalidad que caracteriza al aparato productivo colombiano que afecta particularmente al sector agropecuario, comercial, construcción y transporte.

Tabla 18: Empleo por sectores de acuerdo con Pila y Dane, Total nacional, 2007

Sector	Empleo PILA ⁴ (1)	Empleo DANE (2)	½
Agricultura	74.298	3.904.000	1,9%
Actividades inmobiliarias	22.920	825.000	2,8%
Comercio, hoteles y restaurantes	595.688	4.419.000	13,5%
Construcción	180.091	842.000	21,4%
Transporte, almacenamiento y comunicaciones	290.776	1.247.000	23,3%
Electricidad, gas y agua	22.075	83.000	26,6%
Manufacturas	762.712	2.433.000	31,3%
Minas, petróleo	90.844	182.000	49,9%
Servicios comunales, sociales y personales	2.090.948	3.903.000	53,6%
Intermediación financiera	304.867	225.000	135,5%
Total	4.435.219	18.063.000	24,6%

4 No incluye personas naturales que aportan como trabajadores independientes.



■ II. Metodología

La identificación de *clusters* en Colombia debe abordar dos dimensiones básicas: a) la identificación de actividades económicas interrelacionadas, y b) la concentración espacial de dichas actividades económicas en determinadas regiones. Los *clusters* de una región en particular son aquellas industrias relacionadas en las cuales se especializa la región.

A. Interrelación de actividades económicas

Con el fin de identificar actividades económicas interrelacionadas que constituyen o potencialmente pueden llegar a constituir *clusters* productivos, se utilizan tres aproximaciones:

- i) Se analizaron los resultados de ejercicios similares a nivel internacional, especialmente el *Cluster Mapping Project* para Estados Unidos. Aunque obviamente muchos de los *clusters* para la economía norteamericana no tienen ninguna presencia en Colombia, en otros casos se identifican relaciones entre sectores que están basadas en interacciones tecnológicas que suelen ser relevantes en cualquier economía donde dichas actividades estén presentes.
- ii) Información insumo-producto: la matriz insumo-producto representa los flujos intermedios entre las diferentes industrias. Con base en dicha información no sólo es posible identificar las interacciones significativas directas entre los sectores ("en la primera ronda"), sino también identificar interacciones indirectas significativas (en rondas sucesivas de transacción). Con este objetivo se utiliza una metodología desarrollada por Schnabl (1994) denominada Aná-

lisis de Flujos Mínimos (MFA por sus siglas en inglés). El objetivo de esta metodología es generar información cualitativa a partir de la información cuantitativa de la matriz insumo-producto con el fin de identificar las relaciones significativas entre los sectores y el carácter de dicha relación (bidireccional o unidireccional) (ver anexo 1).

- iii) Correlaciones espaciales entre actividades económicas a diferentes niveles de desagregación: en principio ésta es una medición directa del grado de interrelación entre las actividades contando con que el número de observaciones sea suficiente (para Colombia se cuenta con 33 observaciones correspondientes a los 32 departamentos y Bogotá). No obstante, la no existencia de muchas actividades en diferentes departamentos puede inducir a "correlaciones espurias" entre vectores con muchas celdas vacías. Esto indica que este método debe ser complementado con otras metodologías con el fin de identificar verdaderas interacciones entre los sectores.

Se toman las interrelaciones industriales encontradas por Porter, para posteriormente hacer una evaluación de su pertinencia en el caso colombiano a través de la comprobación de la importancia cuantitativa de esta relación, medida por la correlación espacial entre actividades económicas, así como de su importancia cualitativa, medida a través de la aplicación de la metodología MFA a la matriz insumo-producto del país. Es la combinación de estos criterios la que permite agrupar cada uno de los 431 sectores a 4 dígitos CIIU dentro de 29 *clusters* como se muestra en la tabla 19 (para una descripción más específica de cada *cluster*, ver anexo 2).

Tabla 19. Clusters no agropecuarios en Colombia ⁵

Nombre del cluster	Principales actividades y subclusters
1 Fabricación de maquinaria y equipos eléctricos	Aparatos de uso doméstico, equipo eléctrico, maquinaria agropecuaria y forestal, etc.
2 Textiles y confecciones	Prendas de vestir, textiles y sus productos.
3 Automotores, autopartes y otro equipo de transporte	Vehículos, motos y otros equipos de transporte.
4 Farmacéuticos	Farmacéuticos, sustancias químicas medicinales y productos botánicos
5 Servicios empresariales	Suministro de personal, investigación, seguridad, limpieza, arquitectura, publicidad y otros.
6 Productos químicos	Sustancias químicas básicas, plaguicidas, abonos y compuestos orgánicos.
7 Tecnologías de la información y las comunicaciones	Consultores en programas informáticos, servicios de telecomunicaciones, telefónicos y de transmisión por cable, procesamiento de datos, y otras actividades informáticas.
8 Bienes raíces, construcción y desarrollo urbano	Construcción de edificaciones de ingeniería civil y edificaciones residenciales, actividades inmobiliarias, fabricación de cemento, vidrio, minerales metálicos, etc.
9 Cosméticos	Jabones, detergentes y preparados de tocador.
10 Servicios de distribución y comercialización	Comercio al por mayor y al por menor.
11 Educación y creación de conocimiento	Educación preescolar, básica primaria, secundaria, superior y laboral especial. Investigación y desarrollo experimental.
12 Entretenimiento	Parques nacionales, actividades de radio y televisión, de juegos de azar, deportivas, teatrales, musicales y otras.
13 Servicios financieros	Seguros de vida, intermediación monetaria y financiera, actividades bancarias y de cooperativas financieras, etc.
14 Cuero, calzado y artículos de cuero	Calzado y sus partes, curtido de cueros, artículos de viaje, etc.
15 Productos forestales	Papel, cartón, pastas celulósicas y otros productos de madera.
16 Muebles	Muebles, colchones y somieres.
17 Hoteles y restaurantes	Restaurantes, alojamiento y otros tipos de expendio de comida.
18 Joyería y metales preciosos	Joyas y artículos conexos.
19 Bienes y servicios de la salud	Hospitalizaciones, actividades de la práctica médica, de apoyo terapéutico, etc.
20 Fabricación de manufacturas metálicas	Metálicos para uso estructural, artículos de ferretería, trabajos de ingeniería mecánica y otros.
21 Productos y servicios del petróleo y el gas	Servicios relacionados con la extracción y exportación de petróleo y gas.
22 Plásticos, caucho y sus productos	Formas básicas de plástico, productos de caucho, neumáticos y llantas.
23 Servicios públicos, generación y transmisión de energía	Generación de energía, distribución de agua y eliminación de desperdicios.
24 Alimentos procesados, bebidas y tabaco	Molinería, lácteos, carne y pescados, bebidas y tabaco.
25 Imprentas y editoriales	Actividades de edición, impresión y servicios conexos.
26 Transporte y logística	Transporte de carga y de pasajeros, actividades de agencias de viaje, etc.
27 Minería del carbón	Extracción y aglomeración de hulla y carbón lignítico.
28 Minería e industrias metálicas básicas	Industrias básicas del hierro y el acero, fundición y extracción.
29 Minería no metálica	Extracción de minerales no metálicos, piedra, arena y arcilla.

⁵ El orden en que se presentan los clusters no es relevante.

Fuente: CPC con base en datos de Pila y Dane.



Específicamente, se tomó como base la estructura de los *clusters* para el caso norteamericano desarrollada por Porter, que luego fue ajustada a la realidad colombiana a través de la información sobre interacciones relevantes obtenidas a partir del análisis de la matriz insumo-producto (anexo 1). Para cada *cluster* se evaluó la pertinencia de lo planteado por Porter, es decir, se evaluó si

estas conexiones entre sectores existían en el caso colombiano, incluyendo en la composición final del *cluster* aquellas relaciones que fueron validadas y lógicamente excluyendo las que no aplicaban al caso colombiano. Finalmente se usaron las correlaciones espaciales para determinar la existencia de vínculos entre diferentes *clusters*.

■ B. Concentración espacial del empleo

Una vez establecidos los *clusters*, entendidos como un conjunto de industrias relacionadas, es necesario determinar la concentración espacial de sus actividades económicas que, dada la disponibilidad de información, es medida a través de la concentración del empleo en dichas actividades. Con este objetivo se utilizan tres indicadores de concentración:

i) Factor de Concentración del Empleo (FCE)⁵

El FCE se define como la relación entre la proporción de ocupados de una actividad económica en una región y la proporción de ocupados de dicha actividad a nivel nacional:

$$FCE_{ir} = \frac{e_{ir}/e_r}{E_i/E}$$

donde:

FCE_{ir} : Factor de Concentración del Empleo en la actividad *i* en la región *r*

e_{ir} : empleo en la actividad *i* en la región *r*

e_r : empleo total en la región *r*

E_i : empleo agregado en la actividad *i*

E : empleo agregado a nivel nacional

Un FCE elevado (mayor que uno) en una actividad para una región sugiere que esa actividad está presente en esa región de manera más importante que en el resto del país, por lo que es probable que la producción de ese sector se “exporte” a otras regiones del país o a otros países.

ii) Coeficiente de Gini de Concentración del Empleo

El coeficiente de Gini es otra medida del grado de concentración espacial del empleo entre los departamentos. Se define como:

$$G = 1 - \sum_i (Y_{i-1} + Y_i)(N_i - N_{i-1})$$

donde:

G : coeficiente de Gini de Concentración espacial del empleo de un sector.

⁵ En la literatura también se le denomina el Cociente de Localización del Empleo.

Y_i y N_i : porcentajes acumulados de empleo y de departamentos, respectivamente.

El coeficiente de Gini varía entre 0 y 1, siendo más alto entre mayor sea el grado de concentración.

iii) **Coeficiente de Concentración de Herfindahl**

Aplicado a la concentración espacial, el coeficiente de Herfindahl se define como:

$$H = \sum_{i=1}^N s_i^2$$

donde

H : coeficiente de Herfindahl de concentración espacial del empleo de un sector.

S_i : participación del empleo del departamento i en el sector con respecto al empleo total del sector a nivel nacional.

El coeficiente H varía entre $1/N$ y 1, donde N es el número de departamentos (es decir $1/N$ es igual a 0.03 dado que N es igual a 33).

Con el objetivo de tener una descripción detallada de la concentración del empleo visto desde diferentes niveles de agregación, es decir, para poder saber qué tan concentrado es un *cluster*, y qué tan concentradas son las industrias que lo componen, los indicadores G y H fueron calculados para el empleo departamental a cuatro dígitos CIIU (431 sectores excluyendo las actividades agropecuarias), para los 59 sectores de la Clasificación de Cuentas Nacionales y finalmente para cada uno de los 29 *clusters* identificados.

Esta caracterización nos permite operacionalizar la clasificación de Porter *et al.* que divide las industrias locales de las transables. En las *industrias locales* el empleo se distribuye de forma homogénea en las diferentes regiones, lo que se refleja en bajos indicadores de concentración espacial. En las *industrias transables* la localización de las firmas depende de la existencia de factores competitivos a nivel regional y local. Por esta razón, su distribución espacial tiende a ser muy desigual, indicando concentración.

Dado que la categoría industrial está directamente relacionada con el nivel de concentración geográfica particular del empleo, el proceso de clasificación industrial se basa en la evaluación de desempeño de cada actividad frente a cuatro indicadores diferentes que miden concentración espacial: el Gini, el Herfindahl, el Factor de Concentración del empleo promedio de los tres departamentos con mayor Factor de Concentración Individual (FCE top 3) y finalmente el porcentaje del empleo total de cada sector que se explica por los departamentos que tienen un FCE mayor que uno (% Emp. FCE > 1).

Todos aquellos sectores con valores de todos los indicadores por encima de los filtros, se consideraban *actividades transables*, puesto que exhiben un nivel de concentración espacial del empleo significativo, indicador de existencia de factores competitivos a nivel regional.

Todos aquellos sectores para los cuales todos los valores de los indicadores estaban por debajo de los filtros se consideraban actividades locales, es decir, que no presentaban un patrón de concentración espacial. En los casos en los



cuales los resultados eran mixtos, se hacía un análisis caso por caso. Aquí, el valor crítico del filtro corresponde al nivel, que dada la distribución estadística acumulativa de cada variable, permite que el 30% de la muestra se considere como significativamente concentrada.

La tabla 20 muestra los valores del promedio, la mediana y la observación mínima y máxima (para los 431 sectores a cuatro dígitos CIIU) de cada uno de los indicadores de concentración espacial, así como el filtro utilizado como criterio en cada indicador para definir

Tabla 20. Indicadores de concentración espacial del empleo por sectores de acuerdo con Pila y Dane, Total nacional, 2007

4 d. CIIU	G	H	FCE Top3	% Emp. FCE>1
Media	0,886	0,339	5,240	0,826
Mediana	0,911	0,272	4,294	0,838
Mínimo	0,548	0,058	1,549	0,484
Máximo	1,000	1,000	40,012	1,000
FILTRO	0,914	0,345	6,000	0,900

Fuente: cálculos CPC con base en datos de Pila y Dane.

el carácter transable o local de cada actividad económica.

Es importante señalar que la concentración espacial del empleo también suele ser alta en industrias dependientes de recursos naturales, donde, por consiguiente, las firmas se deben localizar cerca de los lugares en los cuales dichos recursos naturales están disponibles. Por lo tanto, siguiendo el análisis de Porter *et al.*, conviene diferenciar entre *industrias transables basadas en recursos naturales* e *industrias transables no basadas en recursos naturales*.

En síntesis, cada industria se clasifica en uno de los tres grupos de industrias de acuerdo con la concentración espacial del empleo:

i) Industrias locales: el empleo se distribuye en forma homogénea en las diferentes

regiones, lo que significa que el empleo en estas industrias es proporcional al tamaño de la población de cada región. Las industrias locales satisfacen las demandas locales y las exportaciones a otras regiones y/o a otros países no son significativas.

ii) Industrias transables no basadas en recursos naturales: su localización no depende de la existencia de recursos sino de factores competitivos a nivel regional y local. Por esta razón, su distribución espacial tiende a ser muy desigual, al tiempo que las ventas a otras regiones y/o países suelen ser muy importantes para la industria. Actividades características en este renglón son la fabricación de maquinaria eléctrica o de vehículos automotores, la fabricación de productos farmacéuticos o la industria de la publicidad.

iii) Industrias basadas en recursos natura-

les: estas industrias transforman materias primas provenientes de la explotación de recursos naturales específicos, por lo que su distribución geográfica suele estar determinada por la localización de dichos recursos. Naturalmente, estas industrias suelen ser grandes exportadoras a otras regiones (y/o a otros países) y posiblemente compiten con otras industrias domésticas localizadas en otras regiones donde también existen dichos recursos, y/o con otros países productores. Por su naturaleza, tienden a tener altos coeficientes de concentración espacial.

Hay que recordar que este ejercicio excluye los *clusters* basados en la producción agropecuaria, dado que la Pila no incluye información suficiente del empleo en este sector. Sin embargo, sí se incluyen los *clusters* basados en la transformación de productos agropecuarios, los cuales están agrupados en la categoría de "alimentos procesados, bebidas y tabaco". Al interior de este grupo, sin embargo, existen varios *clusters* diferenciados como el *cluster* del azúcar, el *cluster* de los productos lácteos, o el *cluster* de los productos procesados del café.

Adicionalmente, se debe señalar que la caracterización de una actividad como "basada en recursos naturales" se hizo a partir de una concepción estrecha del concepto. Es decir, no por utilizar recursos naturales, una actividad se clasificaba como "basada en recursos naturales". Para ello se requería: 1) que el empleo estuviera concentrado espacialmente, y 2) que las razones de la concentración no fueran en primer lugar consideraciones competitivas vinculadas a las regiones, sino a la disponibilidad de los recursos

naturales que procesaban y transformaban.

Con estas consideraciones, la Tabla 21 resume la información de la distribución del empleo entre los tres tipos de *clusters* en la economía colombiana. Como se observa, el 68% del empleo (formal) no agropecuario en la economía colombiana se ubicaría en *clusters* de carácter local, el 26% en *clusters* de carácter transable no dependiente de recursos naturales, y el 2% en *clusters* transables dependientes de recursos naturales.

También hay diferencias importantes entre los tres tipos de *clusters* desde el punto de vista del tamaño promedio de las empresas y de su distribución entre pequeñas, medianas y grandes. Así por ejemplo, el tamaño promedio de una empresa en los *clusters* transables es de 91.8 trabajadores, mientras que en los *clusters* locales es de 58.6 trabajadores. Los *clusters* basados en recursos naturales tienen empresas que, en promedio, cuentan con 104.2 trabajadores. De igual manera, se observa que los *clusters* locales están compuestos por una mayor cantidad proporcional de empresas pequeñas, pues éstas representan el 62.5% del total, mientras que en el caso de los *clusters* transables y basados en recursos representan el 46.5% y el 38.8%, respectivamente.

Sin embargo, se debe anotar que en todos los casos la gran mayoría de los *clusters* están conformados por Pymes (200 o menos trabajadores). Ellas representan más del 90% del total de empresas en los *clusters* transables y de recursos naturales, y casi el 95% de las empresas en los *clusters* locales.



Tabla 21. Clasificación de los clusters no agropecuarios en Colombia, Total nacional, 2007

	Clusters transables	Clusters locales	Clusters basados en RR. NN.	Sector gobierno	Total
Número de trabajadores	1.106.251	2.940.619	85.110	175.445	4.307.425
Participación en el empleo	26%	68%	2%	4%	100%
Número de sectores CIIU	197	191	27	11	426
Número de empresas	12.055	50.197	817	1.766	64.835
% de empresas	19%	77%	1%	3%	100%
Tamaño prom. empresas (No. de trabajadores)	91,8	58,6	104,2	99,3	66,4
% de empresas					
- Pequeñas (menor a 20 trabaj.)	46,5%	62,5%	38,8%	42,2%	58,7%
- Medianas (entre 20 y 200 trab.)	44,3%	32,8%	52,5%	48,8%	35,6%
- Grandes (mayores a 200 trab.)	9,2%	4,6%	8,7%	8,9%	5,6%

Fuente: CPC con base en datos de Pila y Dane.

C. Localización de los *clusters* no agropecuarios y clasificación de acuerdo con su grado de desarrollo

Una vez identificados los *clusters* desde una perspectiva nacional y caracterizados de acuerdo con su naturaleza (locales, transables, y basados en recursos naturales), es necesario contextualizarlos geográficamente y establecer una nueva clasificación que refleje el grado de desarrollo de cada uno.

Para efectos de este estudio, el nivel de desarrollo de un *cluster* es medido en primer lugar de acuerdo con su concentración espacial en el empleo, puesto que si una actividad está presente en una región de manera más importante que en el resto del país, esto constituye un indicador de ventaja competitiva en la medida en que es probable que la producción de ese sector se "exporte" a otras regiones o a otros países. Sin embargo, ésta es una variable necesaria pero

no suficiente, en la medida en que puede existir un sector que esté particularmente concentrado, pero que en términos de tamaño no sea representativo, es decir, un caso en el que no exista la masa crítica necesaria que le permita empezar a generar y beneficiarse de las sinergias típicas de la asociatividad empresarial.

Por tal razón, es necesario tener en cuenta no sólo el FCE, sino la cantidad absoluta de empleados y de empresas correspondientes a cada *cluster* en cada departamento. Una vez más, se aplica un filtro a cada una de estas variables de tal manera que aquellos *clusters* cuyos valores exhibidos en estas tres variables se encuentren por encima de los filtros se consideran "*clusters* establecidos", aquellos que sólo pasen dos de los filtros (sea porque tienen un número insuficiente

de empleados o de empresas) se consideran “*clusters* en desarrollo” y finalmente aquellos que sólo cumplan con el criterio de concentración se consideran “*clusters* potenciales”; siendo posible así establecer cuántos y cuáles son los *clusters* de cada departamento y en qué etapa se encuentran.

La tabla 22 muestra los valores críticos que se aplicaron como filtro para cada una de las variables y cada uno de los *clusters*; este valor representa el promedio más una desviación estándar en el caso del número de empleados y empresas, y corresponde a un valor fijo de 1.5 para el FCE.

Tabla 22. Valores críticos para la categorización de los clusters no agropecuarios de acuerdo con su grado de desarrollo.

<i>Cluster</i>	Empleados Valor crítico	empresas Valor crítico
Maquinaria y equipos eléctricos	3.432	67
Textiles y confecciones	14.155	196
Automotores, autopartes, otros equipos de transporte	3.929	78
Farmacéuticos	2.596	32
Servicios empresariales	94.002	1.899
Productos químicos	1.124	22
Tecnologías de la información y las comunicaciones	16.278	237
Bienes raíces, construcción y desarrollo	17.506	667
Cosméticos	3.674	23
Servicios de distribución	40.840	1.336
Educación y creación de conocimiento	10.212	202
Entretenimiento	3.382	86
Servicios financieros	29.939	296
Cuero y calzado	1.402	33
Productos forestales	3.376	44
Muebles	1.328	47
Hoteles, restaurantes y turismo	6.617	125
Joyería y metales preciosos	110	3
Bienes y servicios de la salud	7.701	180
Manufacturas metálicas	3.079	103
Productos y servicios del petróleo y el gas	6.332	62
Plásticos	3.872	86
Servicios públicos, generación y transmisión de energía	1.727	36
Alimentos procesados, bebidas y tabaco	12.129	144
Imprentas y editoriales	5.954	133
Transporte y logística	13.931	319
Minería del carbón	3.046	14
Minería e ind. metálicas básicas	3.208	36
Minería no metálica	728	16



■ D. Clasificación de los *clusters* de acuerdo con su grado de sofisticación

Una vez identificadas las actividades interrelacionadas que constituyen los *clusters* en Colombia, es necesario crear una nueva categorización que nos hable de su potencial de desarrollo y, por lo tanto, de su capacidad para impulsar el crecimiento económico y el bienestar del país. Este potencial está determinado por la capacidad que tiene cada *cluster* para competir exitosamente en el mercado mundial, elemento que al estar fuertemente relacionado con el nivel de valor agregado de los bienes y servicios que se producen, hace que sea necesario desarrollar una medida que permita capturar el grado de sofisticación de cada actividad.

La selección de las metodologías aplicadas para medir este potencial está basada en la diferencia de naturaleza existente entre los bienes y los servicios. En el caso de los bienes, la incorporación de una variable que refleje el nivel promedio de ingreso de los países que exportan determinado producto, como proxy para el valor agregado de dicho producto, constituye una medida apropiada para la estimación de la sofisticación del mismo, debido a que por lo general, los países convergen al tipo de bienes que exportan. De esta manera, típicamente los países ricos producen y exportan bienes sofisticados y los países pobres producen y exportan bienes de poco valor agregado.

En el caso de los servicios, el nivel de ingreso promedio de los países que exportan determinado servicio induce un sesgo de sobrestimación que tiende a inflar el grado de sofisticación de los mismos. Lo anterior debido a que la brecha entre la capacidad para producir un servicio y la

capacidad para exportarlo es mucho mayor que la brecha entre la capacidad para producir un bien y la capacidad para exportarlo. Por ejemplo, la actividad de comercio es una actividad que se produce en la totalidad de los países. Sin embargo, la exportación de este servicio (generalmente está concentrada a través de inversión en el exterior) en pocos países desarrollados. Si se tomara como proxy el promedio del ingreso de los países que exportan la actividad de comercio, aparecería claramente sobreestimada su sofisticación. Por tal razón, y tomando ventaja del hecho de que el valor agregado de los servicios está directamente relacionado con la productividad de sus trabajadores, se considera una medida más directa de su sofisticación el salario medio por trabajador de cada sector.

La descripción detallada de las metodologías aplicadas se encuentra a continuación:

i) Sofisticación de los bienes

El enfoque usado en este caso se basa en la teoría desarrollada por Hausmann *et.al.*, de acuerdo con la cual el nivel de sofisticación puede ser medido indirectamente a través del promedio ponderado del PIB per cápita de los países que exportan un determinado producto; lo que arroja como resultado una medida del PIB per cápita del país "típico" que exporta el bien.

Específicamente, se usa la variable PRODY definida como:

$$PRODY_{i,t} = \sum_c \frac{(xval_{i,c,t} / X_c)}{\sum_j (xval_{i,c,t} / X_c)} Y_c$$

Donde

$x_{val}^{i,c,t}$: exportaciones del bien i por el país c en el año t

X_c : total de las exportaciones del país c

Y_c : PIB per cápita del país c

El resultado de la aplicación de esta metodología es un PRODY⁶ para cada producto manufacturero, lo que permite establecer un grado de sofisticación agregado del *cluster*, a través de un promedio simple entre los valores otorgados a los sectores productivos que lo componen.

Finalmente, se categoriza cada *cluster* manufacturero acorde con el siguiente criterio:

- Si el PRODY observado para el *cluster* es similar⁷ al PIB per cápita colombiano, se considera que el grado de sofisticación del producto es medio, puesto que al encontrarse cerca del nivel de ingreso nacional, no se encuentra bajo fuertes presiones competitivas por parte de países con costos relativos menores, pero tampoco goza de un amplio margen para competir en el mercado mundial.
- Si el PRODY observado para el *cluster* es superior⁸ al PIB per cápita colombiano, se considera que exhibe un alto grado de sofisticación y, por lo tanto, potencial de crecimiento, puesto que esto indica una concentración en la producción de bienes típicos de países con ingresos considerablemente superiores a los nuestros, lo que significa que ejerce un papel “jalador” dentro del aparato productivo colombiano.

ii) *Sofisticación de los servicios*

Por las razones mencionadas anteriormente, la sofisticación de los servicios no puede ser medida a través de un ejercicio similar al del caso manufacturero. Como solución alternativa, la medida de sofisticación se aproxima a partir de los salarios promedio por trabajador en cada sector de servicios; esto se justifica debido a que el salario pagado es una buena aproximación de la productividad marginal del último trabajador, lo que implica que a través del salario, particularmente en un sector intensivo en mano de obra, se puede medir indirectamente el valor agregado y por lo tanto el nivel de sofisticación.

Sin embargo, la información salarial para los servicios en Colombia es limitada; el nivel de agregación en el que la variable está disponible no permite hacer una descomposición que refleje diferencias en productividad entre los diferentes sectores de servicios identificados como *clusters*. Por tal razón, fue necesario hacer el análisis a partir de los datos de salario disponibles para Estados Unidos, puesto que al no contar con la información para Colombia, la segunda mejor opción es tomar como referencia una economía que por su tamaño sea representativa de las tendencias en el mercado mundial.

Con la información disponible, se calculó el salario norteamericano promedio anual por traba-

6 Variable que fue tomada directamente de los cálculos realizados por Hausmann *et. al.*

7 Se encuentra entre 1 y 1.5 veces el PIB per cápita nacional.

8 Mayor o igual a 1.5 veces el PIB per cápita colombiano.



jador para cada uno de los *clusters* de servicios, se ajustó por paridad de poder adquisitivo y se estableció una categorización por grado de sofisticación acorde con el siguiente criterio:

Si el salario promedio del *cluster* es similar⁹ al salario promedio de Estados Unidos, ajustado por paridad de poder adquisitivo, se considera que exhibe un grado de sofisticación medio, puesto que es una actividad que bajo los niveles de productividad norteamericanos puede soste-

ner un nivel salarial competitivo, reflejo de un considerable grado de valor agregado.

Si el salario promedio del *cluster* es superior¹⁰ al salario promedio de Estados Unidos, se considera que exhibe un grado de sofisticación alto, debido a que es una actividad capaz de generar salarios superiores al promedio en un país de por sí rico, reflejo de un alto valor agregado.

■ III. Resultados

A) Identificación de *clusters* no agropecuarios a nivel nacional

i) *Distribución del empleo por clusters*

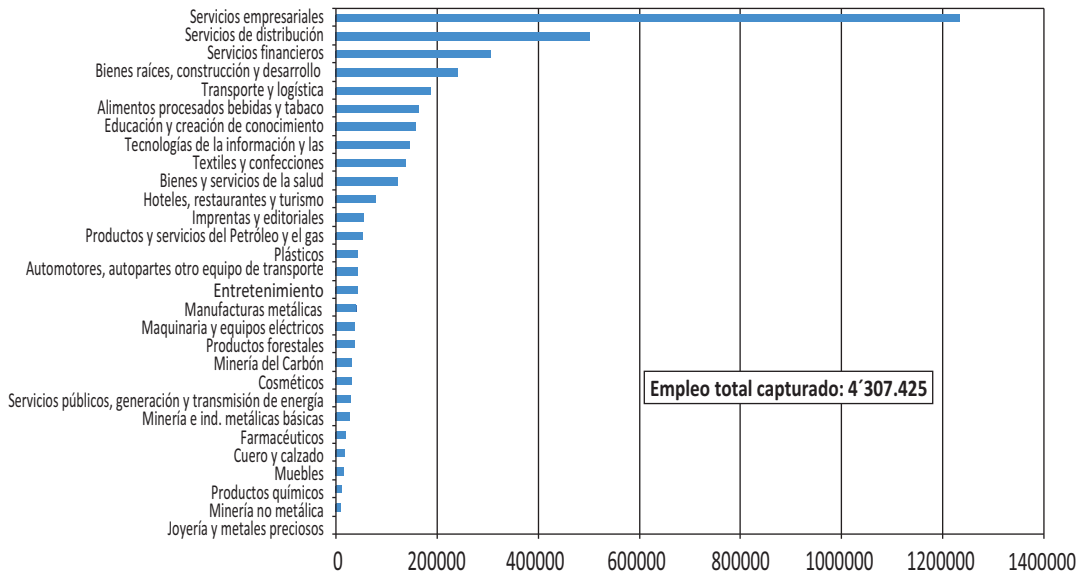
El Gráfico 168 muestra el empleo total en cada uno de los 29 *clusters* identificados en la economía colombiana como se explicó en la Sección II. Se puede observar que la mayor absorción de empleo formal corresponde al “*cluster* de servicios empresariales”. Esta es una categoría heterogénea que comprende un conjunto de servicios a las empresas como asesorías contables, jurídicas y de mercadeo, realización de encuestas, publicidad, obtención y suministro de personal, limpieza de edificios, alquiler, mantenimiento y reparación de maquinaria, y actividades de reciclaje, entre otros. Esta categoría absorbe el 28.6% del total de empleo formal capturado.

En segundo lugar está el *cluster* de distribución con el 11.6% del empleo total. Este comprende las actividades de comercio al por mayor y al por menor de toda clase de bienes de origen agropecuario, minero y manufacturero. Los siguientes *clusters*, en razón al número de empleos que generan, son el de servicios financieros (con 7.1% del empleo) y el de bienes raíces, construcción y desarrollo urbano (con 5.6% del empleo).

9 Se encuentra entre 0.5 y 1.25 veces el salario promedio norteamericano. La razón por la cual el umbral es menor en este caso, si se compara con el filtro aplicado para manufacturas, se debe a que al ser Estados Unidos un país desarrollado de ingresos altos, es proporcionalmente más difícil encontrar niveles de remuneración que estén alejados del promedio nacional.

10 Mayor que 1.25 veces el salario promedio.

Gráfico 168. Empleo por cluster no agropecuario, (Total nacional) 2007



En conjunto, los *clusters* basados en servicios (diferentes a servicios del gobierno) explican el 78.3% del empleo total, mientras que los *clusters* basados en la producción y transformación de bienes explican el 17.7% del total. Aunque por la forma como fueron construidos, cada *cluster* puede tener en su interior actividades (*subclusters*) transables y locales, en forma agregada, algunos de ellos tienen un carácter especialmente transable en el sentido de que el empleo presenta altos grados de concentración espacial (Tabla 23). Como ya se indicó, esto puede obedecer a que se trata de actividades dependientes de recursos naturales que sólo existen en algunas regiones (como el *cluster*

de productos y servicios del petróleo y el gas, o el de minería e industrias metálicas básicas), o porque las firmas tienden a concentrarse sólo en ciertas regiones de acuerdo con las características competitivas de dichas regiones. Éste es el caso del *cluster* farmacéutico, el de cosméticos, el de joyería, o el de TIC.

De otro lado, los *clusters* que en su conjunto tienen un carácter más local (aunque algunas de las actividades que los componen pueden ser transables) son el de generación de energía, bienes y servicios de la salud, educación y creación de conocimiento, y bienes raíces, construcción y desarrollo.



Tabla 23. Grado de concentración espacial de los clusters no agropecuarios¹¹

Cluster	Coef. Gini	Coef. de Herfindahl
Farmacéuticos	0,954	0,404
Cosméticos	0,935	0,307
Productos y servicios del petróleo y el gas	0,926	0,300
Minería e ind. metálicas básicas	0,893	0,294
Joyería y metales preciosos	0,912	0,258
Tecnologías de la información y las comunicaciones	0,835	0,244
Imprentas y editoriales	0,851	0,228
Textiles y confecciones	0,859	0,203
Minería del carbón	0,873	0,193
Servicios financieros	0,832	0,178
Productos químicos	0,852	0,168
Productos forestales	0,846	0,160
Maquinaria y equipos eléctricos	0,847	0,157
Automotores, autopartes, otros equipos de transporte	0,806	0,153
Muebles	0,825	0,150
Cuero y calzado	0,824	0,142
Plásticos	0,821	0,141
Hoteles, restaurantes y turismo	0,770	0,131
Minería no metálica	0,791	0,128
Servicios de distribución	0,703	0,114
Entretenimiento	0,663	0,108
Manufactura metálica	0,754	0,103
Servicios empresariales	0,644	0,098
Transporte y logística	0,650	0,092
Alimentos procesados, bebidas y tabaco	0,684	0,092
Bienes raíces, construcción y desarrollo	0,657	0,089
Educación y creación de conocimiento	0,581	0,069
Bienes y servicios de la salud	0,572	0,064
Servicios públicos, generación y transmisión de energía	0,571	0,061
PROMEDIO	0,768	0,159

¹¹ Ver sección IIB para la definición de cada indicador.

Tabla 24. Clusters no agropecuarios por nivel de sofisticación¹²

Hoteles, restaurantes y turismo	Servicios de distribución	Medio	Nivel de sofisticación
Minería e industrias metálicas básicas	Bienes raíces, construcción y desarrollo		
Minería no metálica	Servicios de salud		
Joyería y metales preciosos	Educación y generación de conocimiento		
Cuero y calzado	Servicios empresariales		
Alimentos procesados bebidas y tabaco	Transporte y logística		
Entretenimiento	Imprentas y editoriales		
Muebles	Textiles y confecciones		
Tecnologías de la información y las comunicaciones	Plásticos	Alto	Nivel de sofisticación
servicios financieros	Automotores, autopartes otro equipo de transporte		
Servicios públicos, generación y transmisión de energía	Productos químicos		
Minería del Carbón	Manufacturas metálicas		
Cosméticos	Productos y servicios del Petróleo y el gas		
Productos forestales	Maquinaria y equipos eléctricos		
	Farmacéuticos		

Las actividades relacionadas con la prestación de servicios tienden a establecerse de forma transversal; es decir existen localmente y se desarrollan de acuerdo con las necesidades de los mercados locales. Tal es el caso de sectores como construcción y comercio, con un nivel de sofisticación medio.

Sin embargo, cuando los servicios son de carácter transable, se constituyen como motores de crecimiento, lo cual se evidencia por el hecho de que una de las características comunes de las grandes economías desarrolladas es justamente la existencia de exportaciones de servicios. Los servicios financieros constituyen un ejemplo.

Dentro de los *clusters* que exhiben un grado de

sofisticación medio, encontramos manufacturas que enfrentan fuertes competencias de precios a nivel internacional, tales como los textiles y el cuero y calzado, junto con servicios con niveles de productividad limitados, tales como la construcción y los servicios de distribución, que en general hacen uso intensivo de mano de obra no calificada, y el transporte y la logística, *cluster* que enfrenta altos costos de transacción debido al estado deficiente de la infraestructura.

¹² El orden en que están escritos los clusters al interior de cada categoría no es relevante. Esta categorización refleja la manifestación típica de cada bien o servicio, sin desconocer que al interior de cada sector pueden existir manifestaciones de alto valor agregado.



Finalmente, aquellos con un alto grado de sofisticación incluyen los servicios públicos, particularmente la generación y transmisión de energía, *cluster* que aparece en los departamentos que son generadores y transmisores netos, y no en los que simplemente atienden las necesidades locales, y los servicios financieros junto con aquellos relacionados con las tecnologías de la información y las telecomunicaciones, *clusters* caracterizados por requerir una permanente actualización de sus actividades para ser competitivos. Por otro lado, se observa que en general los *clusters* de producción de bienes pertenecientes a esta categoría requieren de mayores niveles de capacitación en su planta laboral, como es el caso de los productos farmacéuticos y los plásticos.

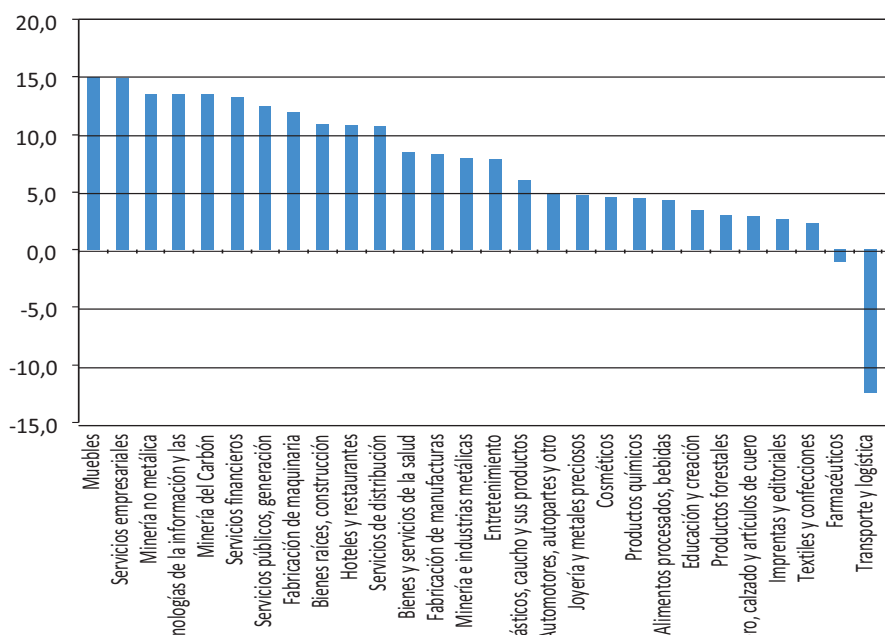
Es importante mencionar que los *clusters* relacionados con la explotación de recursos naturales aparecen en esta categoría (sofisticación alta) debido a que, en general, la causalidad

del análisis se invierte para estos casos, es el alto precio de estos productos lo que hace que los salarios sean mayores y que los países que los exportan en grandes cantidades sean ricos, fenómeno que les atribuye un alto grado de sofisticación no necesariamente relacionado con niveles de productividad o valor agregado.

II) Crecimiento de los *clusters* no agropecuarios, 2000-2008

La información disponible de la Pila no permite medir el crecimiento de los diferentes *clusters* en lo corrido de la década. Sin embargo, con el fin de cuantificar, al menos de manera aproximada la dinámica de los *clusters*, se calculó el crecimiento real de los ingresos operacionales de los 29 *clusters* entre 2000 y 2008 con base en información de la Superintendencia de Sociedades. El resultado se muestra en el gráfico 169.

Gráfico 169. Crecimiento de los ingresos operacionales de los clusters no agropecuarios, (Total nacional) 2000 - 2008



De acuerdo con esta información, el mayor crecimiento de los ingresos operacionales en el período tuvo lugar en los *clusters* de muebles, servicios empresariales, productos y servicios del petróleo y el gas, TIC, minería del carbón y servicios financieros, todos ellos con crecimientos anuales superiores a 10% en términos reales. Es interesante anotar que, con excepción del caso de muebles, todos los *clusters* con elevados niveles de crecimientos anuales de sus ingresos exhiben un alto nivel de sofisticación, evidencia del amplio margen de crecimiento de los mismos y de su capacidad para impulsar el desarrollo económico del país.

De otro lado, los *clusters* de cuero, calzado y artículos de cuero, imprentas y editoriales, y textiles y confecciones, todos ellos de un mediano nivel de sofisticación, muestran bajos crecimientos de sus ingresos operacionales en el período, producto de la intensa competencia de precios que ejercen países con menores costos relativos.

Finalmente, *clusters* como el farmacéutico y el de transporte y logística presentan caídas en términos absolutos en sus ingresos operacionales. Fenómeno que se explica en el primer caso por un proceso de ganancia de cuota de mercado por parte de los productos genéricos,

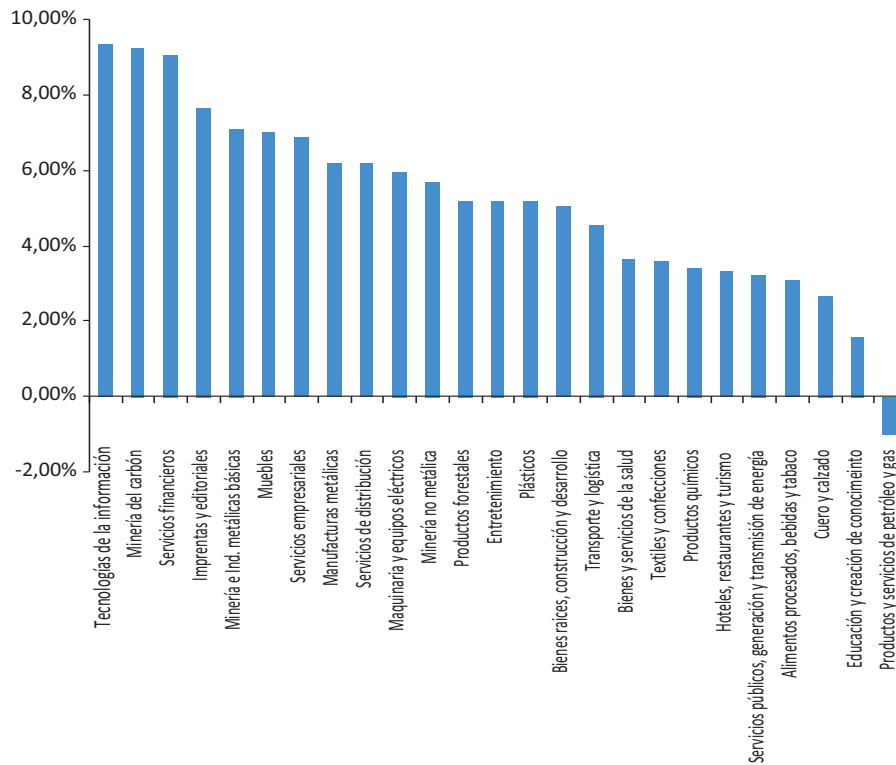
a expensas de la disminución de los mayores márgenes de ingreso derivados de la producción de productos de marca.

Se debe señalar que esta variable tiene limitaciones importantes que deben ser tenidas en cuenta en la interpretación de los resultados: 1) no constituye una medida del crecimiento del valor agregado, sino del crecimiento de las ventas, principalmente; 2) excluye los ingresos operacionales del sector informal y probablemente de una parte del sector formal, dado que sólo recoge la información de las empresas sujetas a regulación, control y vigilancia por parte de la Superintendencia de Sociedades.

Dadas estas limitaciones, se intentó aproximar una medida del dinamismo de los *clusters* a partir de la información desagregada del PIB por el lado de la oferta. En algunos casos las equivalencias son exactas (por ejemplo muebles), en otros casos son aproximadas (por ejemplo en transporte y logística donde el crecimiento del PIB se refiere exclusivamente al sector transporte), y en otros casos no son posibles debido al nivel de desagregación de la información (por ejemplo en el caso de farmacéuticos y cosméticos). Los resultados aparecen en el gráfico 170 para aquellos *clusters* para los cuales se puede contar con algún cálculo.



Gráfico 170. Crecimiento anual del PIB por clusters no agropecuarios (aproximados) entre 2000 y 2008 - Total nacional



De acuerdo con la información presentada, el *cluster* de TIC es aquel que presenta el crecimiento promedio anual más dinámico (9.4%). Un comportamiento similar exhiben los servicios financieros, y en menor medida los servicios empresariales. Paralelamente, el *cluster* correspondiente a la minería del carbón exhibe un crecimiento de 9.3%, aunque este fenómeno se explica principalmente por un considerable aumento en los precios del mercado internacional y no por una ganancia en cuota de mercado o incremento de la productividad, como suele pasar con los sectores basados en recursos naturales. Aunque el crecimiento de cada uno de estos *clusters* está relacionado con variables específicas que afectan los mercados en los que desarrolla

su actividad, es interesante anotar que los tres sectores más dinámicos exhiben un alto nivel de sofisticación, y que en general los *clusters* que pertenecen a esta categoría parecen crecer más que aquellos con un grado de sofisticación medio. Por ejemplo, sectores como maquinaria y equipos eléctricos y manufacturas metálicas crecen más rápidamente que sectores como textiles y cuero y calzado.

El único sector que exhibe un crecimiento negativo es el correspondiente a productos y servicios del petróleo, factor que se explica por variables exógenas a la competitividad interna, tales como las grandes fluctuaciones de precios del mercado internacional.

iii) Interacción entre los *clusters* no agropecuarios

Con base en las metodologías descritas en la Sección IIA se encontraron interrelaciones significativas entre varios de los 29 *clusters* identificados. Dichas interrelaciones se ilustran en la tabla 25. Los colores reflejan el grado de correlación entre los *clusters*¹³: más alta (color negro), alta media (color rojo), y alta baja (color lila). Es importante anotar que independientemente de la categoría de color, en todos los casos estamos hablando de correlaciones importantes y significativas, en la medida en que todos los encadenamientos incluidos se soportan por coeficientes de correlación espacial superiores a 0.8.

En términos generales, se observa que los *clusters* con mayor número de interconexiones son aquellos que, como es de esperarse, proveen un servicio de carácter transversal, tales como los servicios de distribución, los servicios empresariales, y las actividades de transporte y logística. En cuanto al nivel de inserción, medido por el número de conexiones de cada sector, es clara la preponderancia de los *clusters* de servicios, la mayoría de ellos de carácter local, en el funcionamiento conjunto del aparato productivo.

Más allá de esto, la tabla nos muestra vínculos particulares interesantes; por ejemplo, el *cluster* más cercano a servicios empresariales es el de TIC, elemento que sugiere que en el caso colombiano, los servicios a las empresas se concentran en actividades intensivas en el uso de tecnologías y en la provisión de servicios tales como el procesamiento de datos y consultorías en equipo informático, siendo ejemplo de esto áreas como

la administración del recurso humano y las actividades de investigación; análisis que explica también la importancia de su encadenamiento con el *cluster* de la educación y generación de conocimiento.

Por otro lado, tanto el *cluster* de servicios de distribución como el de logística se relacionan de manera importante con la comercialización y transporte de productos, resultado de actividades industriales manufactureras, tales como plásticos, alimentos procesados, productos químicos y muebles, entre otros.

Simultáneamente, observamos a través de los vínculos del *cluster* de servicios financieros, que son los sectores manufactureros los que en gran medida desarrollan sus actividades a través de una directa conexión con mecanismos de financiación comercial y en menor medida con actividades de agencias aseguradoras, siendo ejemplos de esto, el *cluster* textil, automotriz y de plásticos.

Entre menos transversal sea la actividad núcleo en un *cluster*, menor será el número de encadenamientos con otros conglomerados industriales, debido a que la especificidad de su actividad necesariamente limita el número de diferentes sectores que pueden llegar a ser relevantes; fenómeno que se ejemplifica en los casos del *cluster* de cuero y calzado, farmacéuticos y cosméticos.

13 Correlación alta >0.9; correlación media >0.85; correlación baja >0.8.



TABLA 25. INTERACCIONES ENTRE CLUSTERS

Servicios de distribución	TICs	Ss. Empres. Construc.	Ss. Financ. Plásticos	Alim. Proc. Imprentas	Trans. y Log Pr. Químico Educ.	Entreten. Muebles	Textiles	Hotel y rest. Joyería	Manuf. Met. Automot.
Plásticos	Ss. Empres.	Pr. Químico Construc.	Ss. Distrib. Ss. Financ.	Manuf. Met. Automot. TICs	Educ. Muebles	Hotel y rest. Alim. Proc.	Trans. y Log Cuero	Textiles	
Servicios empresariales	TICs	Ss. Distrib. Educac.	Joyería Imprentas	Trans. y Log Plásticos Pr. Químico Construc.	Entretenim. Alim. Proc.	Ss. Financ. Muebles	Hotel y rest. Manuf. Met.		
Bienes raíces, construcción y desarrollo	Automot.	Pr. Químico Ss. Distrib.	Ss. Financ. Plásticos	Trans. y Log Ss. Empres. Educ.	Manuf. Met. Alim. Proc.	Textiles	Cuero Muebles	Hotel y rest	
Transporte y logística	Ss. Empres.	Pr. Químico TICs	Construc. Ss. Distrib.	Automot. Educ.	Entreten. Joyería	Plásticos	Hotel y rest. Manuf. Met. Alim. Manuf. Imprentas		
Tecnologías de la información y las comunicaciones	Ss. Empres.	Ss. Distrib. Entretenim.	Trans. y Log Pr. Químico Ss. Financ.	Joyería Plásticos	Imprentas Construc.	Educac.	Alim. Proc. Automot.		
Automotores, autopartes otro equipo de transporte	Construc.	Ss. Financ. Textiles	Pr. Químico Muebles	Plásticos Imprentas	Ss. Distrib. Educac.	Cuero	Manuf. Met. Alim. Proc.		
Educación y creación de conocimiento	Ss. Empres.	Pr. Químico Construc.	Ss. Distrib. Plásticos	Alim. Proc. Trans. y Log TICs	Entreten. Ss. Financ.	Manuf. Met. Automot.			
Productos químicos	Construc.	Plásticos Trans. y Log	Automot. Ss. Empres. TICs	Ss. Distrib. Educ.	Ss. Financ. Hotel y rest	Manuf. Met.			
Alimentos procesados bebidas y tabaco	Ss. Distrib.	Muebles Ss. Empres. Construc.	Educa. Plásticos	Pr. Forest. Manuf. Met. TICs	Trans. y Log Automot.				
Manufacturas metálicas	Plásticos	Pr. Químico Construc.	Muebles Alim. Proc.	Trans. y Log Ss. Empres. Educac.	Ss. Distrib. Automot.				
Servicios financieros	Textiles	Automot. Construc.	Ss. Distrib. Plásticos	Pr. Químico TICs	Ss. Empres. Educac.				
Muebles	Alim. Proc.	Automot. Ss. Distrib.	Manuf. Met. Plásticos	Trans. y Log Ss. Empres. Construc.					
Hoteles, restaurantes y turismo	Pr. Químicos	Joyería Plásticos	Trans. y Log Ss. Empres. Construc.	Ss. Distrib.					
Joyería y metales preciosos	Ss. Empres.	TICs	Hotel y rest. Imprentas	Trans. y Log Ss. Distrib.					
Entretenimiento	TICs	Ss. Empres. Ss. Distrib.	Trans. y Log Ss. a Hog y Educac.						
Imprentas y editoriales	Ss. Empres.	Ss. Distrib. TICs	Joyería Trans. y Log						
Cuero y calzado	MfE Electr.	Plásticos Construc.	Automot.						
Farmacéuticos	Cosméticos	Construc. Ss. Distrib.	Plásticos						
Textiles y confecciones	Ss. Financ.	Automot. Alim. Proc.							
Productos forestales	Muebles								
Maquinaria y equipos eléctricos	Cuero y calz.								
Cosméticos	Farmacéut.								

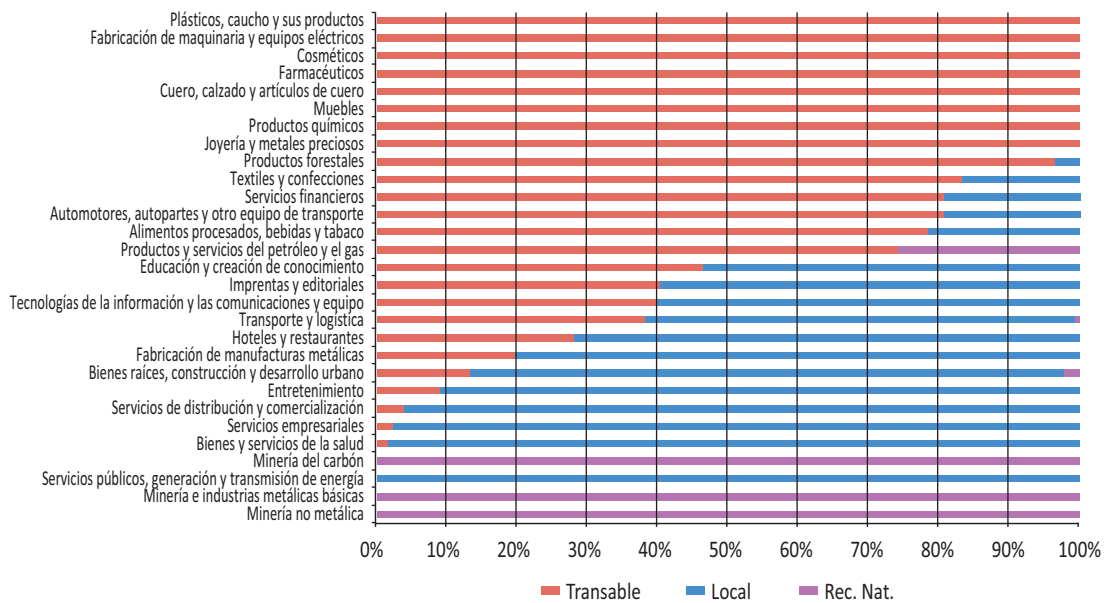
■ Correlación alta
 ■ Correlación media
 ■ Correlación baja

iv) Identificación de los componentes transable, local y de recursos naturales en cada *cluster*

Como resultado de la metodología aplicada, cada *cluster* puede incluir actividades transables

no basadas en recursos naturales, actividades transables basadas en recursos naturales, y actividades locales. El gráfico 171 muestra la composición del empleo en estas tres categorías en cada *cluster*.

Gráfico 171. Composición de los clusters no agropecuarios según componente transable, local, y basado en recursos naturales, (Total nacional), 2007



La mayoría de los *clusters* puramente transables corresponden a *clusters* manufactureros como plásticos, maquinaria, cosméticos, farmacéuticos, etc. Sin embargo, algunos *clusters* manufactureros tienen un componente local importante, como el de fabricación de manufacturas metálicas, donde el componente local es principalmente tratamiento y revestimiento de metales, trabajos de ingeniería mecánica en general, y la fabricación de productos metálicos para uso estructural”, o el de imprentas y editoriales, donde el componente local está principal-

mente referido a las actividades de impresión, acabado y recubrimiento y otros servicios, y la edición de periódicos, revistas y publicaciones periódicas.

De otro lado, algunos *clusters* de servicios tienen un carácter puramente local, tal como los servicios a las empresas. Sin embargo, algunos de ellos tienen un componente transable importante como el *cluster* de los servicios financieros, el *cluster* de educación y creación de conocimiento (donde el componente transable es el de educa-



ción superior y el de investigación y desarrollo experimental), las TIC (donde el principal componente transable es la fabricación de equipos de informática y telecomunicaciones, los servicios de transmisión a través de redes, por cables, y de transmisión de programas de radio y televisión, y consultores y suministro de programas de informática, entre otros), o el de transporte y logística (donde el componente transable es principalmente el transporte internacional, el transporte intermunicipal de pasajeros o el transporte nacional de carga).

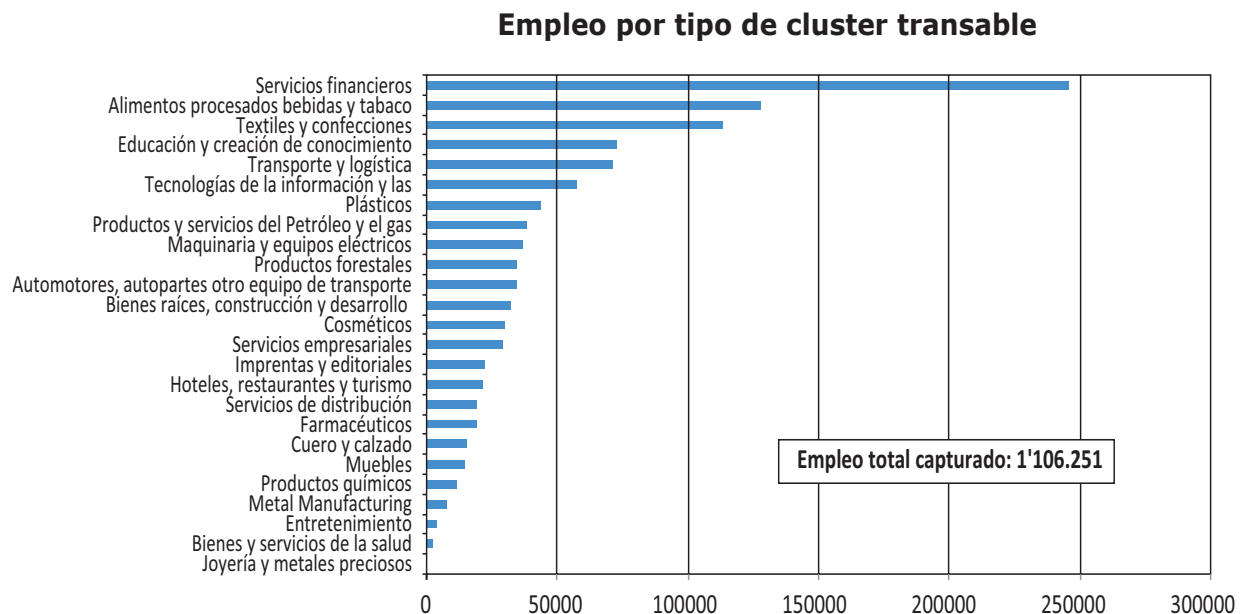
El Gráfico 172 ilustra los principales *clusters* transables, locales y basados en recursos naturales en la economía colombiana. Se observa que entre los *clusters* transables más grandes se encuentran tres *clusters* basados en servicios:

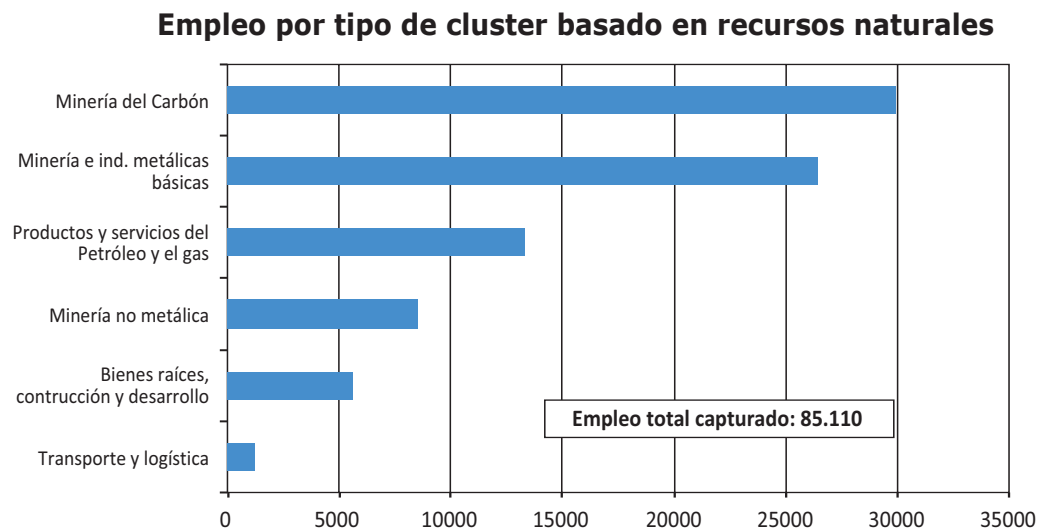
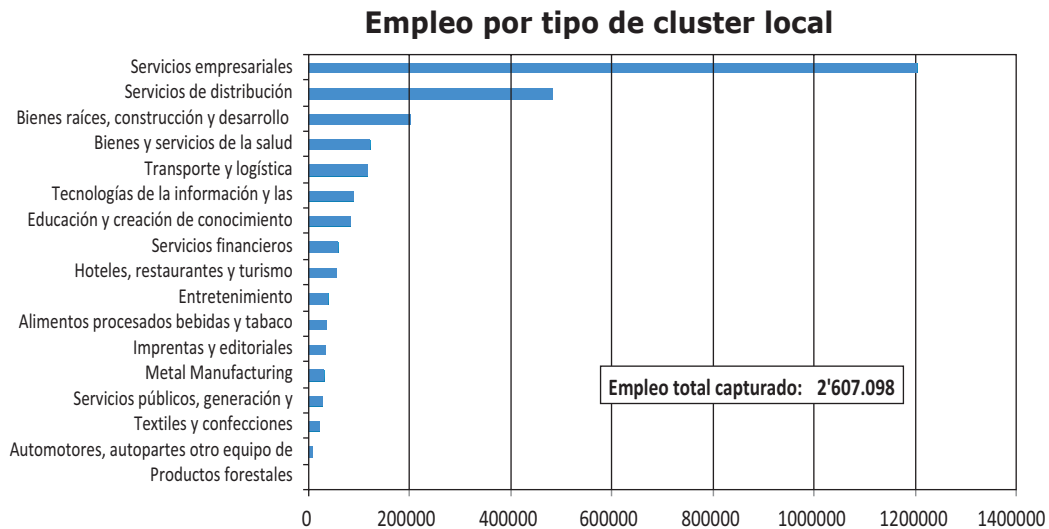
el de servicios financieros, el de transporte y logística, y el de TIC.

De otro lado, los *clusters* locales están dominados ampliamente por los servicios empresariales y los servicios de distribución. Finalmente, los *clusters* basados en recursos naturales (en el sentido restringido en el cual se utiliza en este trabajo)¹⁴ están dominados por el de minería del carbón, el *cluster* de minería e industria metálicas básicas, y el de productos y servicios del petróleo y el gas.

14 La caracterización de una actividad como basada en recursos naturales, no se define por el hecho de que la actividad procese recursos naturales, sino porque el empleo este concentrado espacialmente, y que dicha concentración este asociada con la disponibilidad de recursos específicos y no por consideraciones de competitividad regional

Gráfico 172. Empleo por cluster no agropecuario, (Total nacional), 2007





B) Identificación de *clusters* por perfil competitivo de las regiones

En el Informe Nacional de Competitividad 2008-2009 se utilizó un diagrama de un estudio del Banco Mundial (2007) para clasificar los departamentos de Colombia, de acuerdo con sus características competitivas. Con base en dicho estudio, éstos se clasificaban en cuatro categorías (gráfico 173): (1) regiones con estructuras

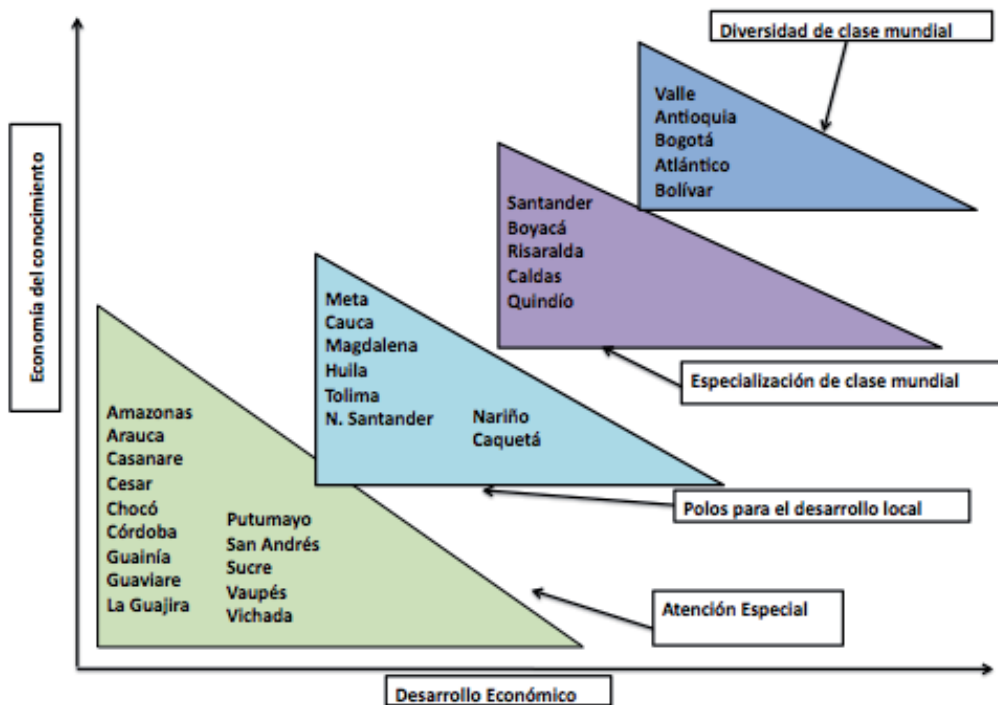
productivas diversificadas que exportan y compiten en mercados internacionales (“regiones diversificadas de clase mundial”), donde se encuentran los departamentos de Atlántico, Antioquia, Bolívar, Bogotá-Cundinamarca y Valle; (2) regiones con estructuras productivas especializadas con presencia en los mercados internacionales (“regiones especializadas de clase mundial”), donde se incluyen Santander, Boyacá y los departamentos de la zona cafetera;



(3) regiones con estructuras productivas que principalmente atienden los mercados locales (“polos de desarrollo local”) como Cauca, Huila, Magdalena, Meta, Nariño y Norte de Santander; y (4) regiones que muestran rezagos significativos en su desarrollo económico y social (“re-

giones de atención especial”), comprendidas por el resto de departamentos, principalmente los de la “Media Colombia”, junto con Chocó, algunos departamentos de la costa Atlántica y San Andrés.

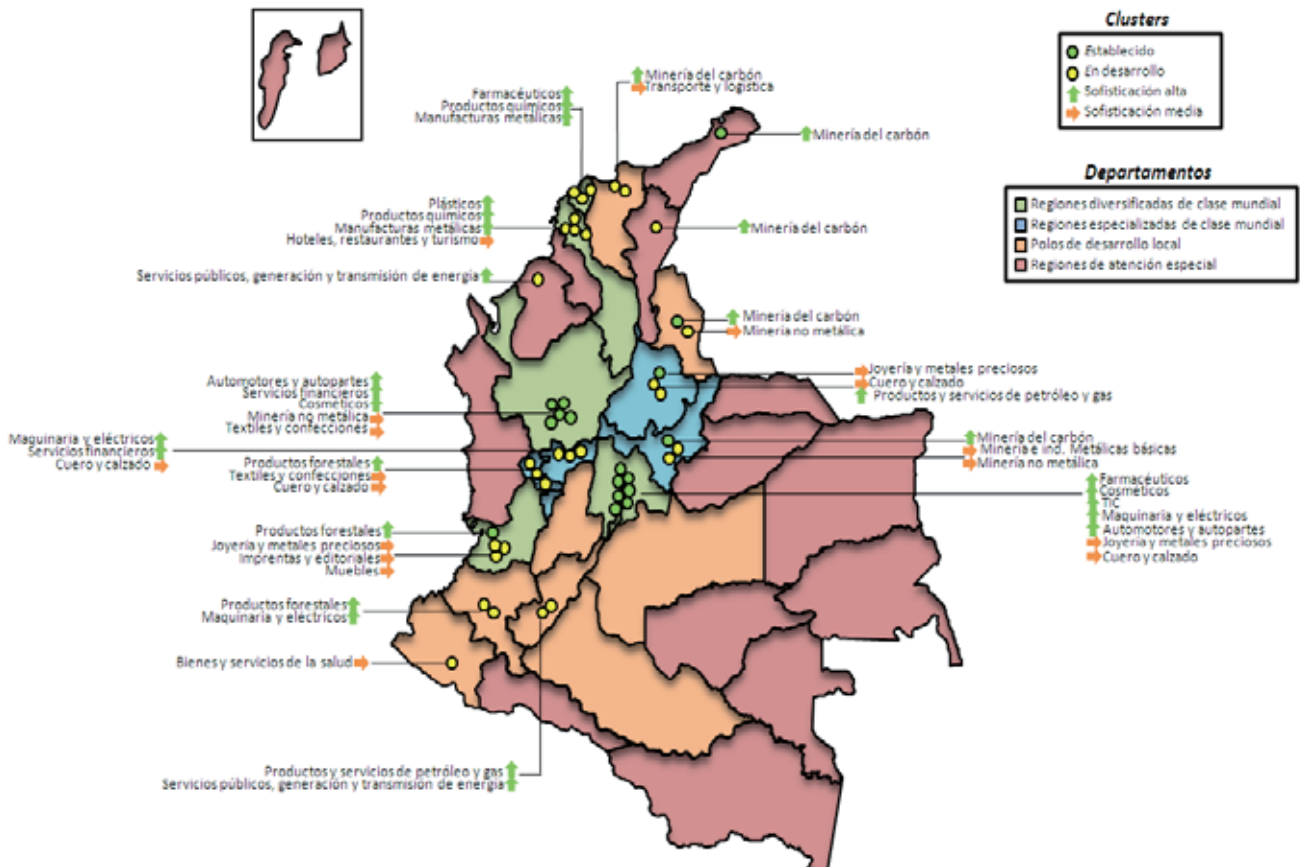
Gráfico 173. Competitividad subregional en Colombia.



El gráfico 174 muestra los *clusters* identificados por departamento, separando por categorías de desarrollo (establecidos y en desarrollo) y nivel de sofisticación (medio y alto); estos resultados se analizan en detalle en las secciones posteriores, donde se describen los principales *clusters*

presentes en las diferentes regiones agrupadas de acuerdo con las anteriores categorías, diferenciando los *clusters* entre transables, locales y basados en recursos naturales. En cada caso se muestra el empleo ocupado en cada tipo de *cluster*.

Gráfico 174. Mapa de clusters no agropecuarios en Colombia¹⁵



15 Incluye exclusivamente a los *clusters* establecidos y a los *clusters en desarrollo*; la información correspondiente a los *clusters* potenciales aparece en la tabla de resultados para cada departamento.

i) Regiones diversificadas de clase mundial (DCM)

Las regiones diversificadas de clase mundial, típicamente presentan una mayor concentración del empleo en *clusters* de tipo manufacturero, debido a que la estructura productiva de estos departamentos cuenta con una base industrial sólida, que les permite consolidarse como principales productores de este tipo de bienes.

Por tal razón, encontramos una mayor concentración del empleo (FCE) en *clusters* como:

cosméticos, farmacéuticos, productos químicos, muebles, joyería, plásticos e imprentas y editoriales (Gráfico 175). Algo similar sucede en el sector de los servicios, pues el mayor grado de desarrollo industrial de estos departamentos crea mayores mercados, lo que permite el desarrollo de servicios como las TIC y los servicios financieros. El hecho de que estos *clusters* tienen un Factor de Concentración de Empleo (FCE) mayor de 1.2 significa que estas regiones probablemente exportan estos bienes y servicios a otras regiones y/o a otros países.



Gráfico 175. Concentración espacial del empleo (FCE) según perfil competitivo de las regiones

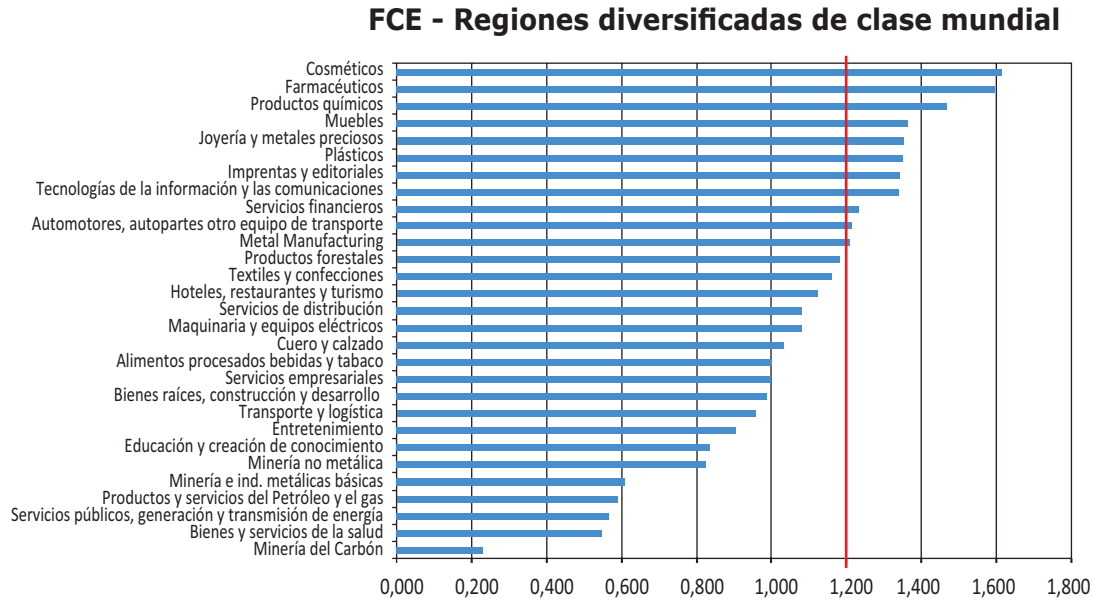


Tabla 26. Clusters no agropecuarios según grado de desarrollo y nivel de sofisticación – Regiones Diversificadas de Clase Mundial.

ANTIOQUIA	ATLANTICO	BOGOTA CUNDINAMA RCA	BOLIVAR	VALLE
Textiles y confecciones	Farmacéuticos	Farmacéuticos	Hoteles, restaurantes y turismo	Productos forestales
Servicios financieros	Productos químicos	Cosméticos	Productos químicos	Imprentas y editoriales
Cosméticos	Manufacturas metálicas	Tecnologías de la información y las	Manufacturas metálicas	Muebles
Minería no metálica	Plásticos	Maquinaria y equipos eléctricos	Plásticos	Joyería y metales preciosos
Automotores, autopartes otro equipo		Joyería y metales preciosos	Bienes raíces, construcción y desarrollo	
		Cuero y calzado		
		Automotores, autopartes otro equipo de		

Aplicando la metodología descrita en la sección II.C y II.D es posible identificar los *clusters* existentes en cada departamento de acuerdo con su grado de desarrollo y clasificarlos respecto a su nivel de sofisticación. La Tabla 26 muestra los *clusters* por departamento, donde los colores de las celdas representan su grado de desarrollo, y los diferencian entre *clusters* establecidos (color verde), *clusters* en desarrollo (color amarillo) y *clusters* potenciales (color rojo).

Por otro lado, el nivel de sofisticación está representado por las figuras incluidas en cada celda; el triángulo verde corresponde a un nivel alto y el cuadro naranja a un nivel medio, medido en términos del ingreso promedio de los países que exportan esos bienes y en el caso de los servicios, medido por el nivel salarial relativo al promedio, ajustado por paridad de poder adquisitivo, que pagan en Estados Unidos a los prestadores de esos servicios.

Los *clusters* establecidos son aquellos cuya masa crítica en términos de valores absolutos de empleados y empresas es considerable y cuya concentración espacial del empleo hace pensar en una vocación exportadora. Se observa claramente que los departamentos dominantes en cuanto a la cantidad de *clusters* establecidos son Antioquia y Bogotá-Cundinamarca, donde el sector textil y de confecciones por un lado y farmacéutico por el otro se consolidan como los *clusters* más fuertes.

Sin embargo, la fortaleza de estas regiones no está sólo determinada por el grado de desarrollo de sus *clusters*, sino por las actividades productivas en las que se especializan; no se trata sólo de cantidad, medida como masa crítica, sino de calidad y potencial de crecimiento, puesto que en este caso, la gran mayoría de *clusters* exhibe

altos niveles de sofisticación, elemento que los consolida como los líderes de la actividad productiva del país. A este selecto grupo pertenecen los productos cosméticos, las tecnologías de la información y la comunicación y la producción de maquinaria y equipos eléctricos, en el caso de Cundinamarca, junto con los servicios financieros en Antioquia y el *cluster* de productos forestales, donde sectores como la fabricación de papel, cartón y pastas celulósicas tienen gran importancia en el Valle.

Los *clusters* en desarrollo son sectores de vital importancia, puesto que exhiben niveles de concentración espacial del empleo relevantes, y se encuentran cerca de adquirir la masa crítica necesaria para empezar a beneficiarse de las ventajas de la asociatividad al interior de un *cluster*.¹⁶

La combinación entre los criterios de clasificación correspondientes al nivel de desarrollo y al grado de sofisticación permite identificar los *clusters* con mayor potencial de ser catalizadores de crecimiento económico: estos son aquellos sectores que tienen una concentración geográfica del empleo significativa, están cerca de alcanzar el tamaño necesario para convertirse en jugadores relevantes en la economía regional y se especializan en un bien o servicio sofisticado con amplio margen para competir internacionalmente.

En este sentido, Bolívar y Atlántico son especialmente prometedores, puesto que el grueso de

16 Es importante aclarar que la categorización amarilla no quiere decir que no existan empresas grandes y significativas en cada uno de los *clusters* a nivel departamental, sino que simplemente no se ha alcanzado aún un tamaño agregado suficiente.



clusters identificados para estos departamentos cumple con los criterios para ser considerados de alto potencial. Dentro de esta categoría aparecen los productos petroquímicos, distribuidos dentro de los *clusters* de productos químicos y plásticos.

Por otro lado, el encadenamiento y cercanía existente entre las actividades productivas de químicos y plásticos hace pensar en la posibilidad de que estos dos *clusters* converjan en uno sólo, estableciéndose así como un agente productivo de considerable importancia en la región.

El Valle es un caso especial, puesto que aunque sus *clusters* en desarrollo no exhiben un alto nivel de sofisticación, el potencial de crecimiento está determinado por la interrelación existentes entre *clusters*: las actividades de impresión y de fabricación de muebles están directamente relacionadas con el *cluster* de productos forestales, como principal productor de papel y madera, lo que abre la posibilidad a la consolidación de estas tres actividades como un *cluster* único que se perfile como uno de los principales nichos productivos en todo el país.

Por otro lado, la ausencia del *cluster* de alimentos procesados, bebidas y tabaco, que incluye las actividades relacionadas con la producción de azúcar y derivados, se debe a la amplitud de actividades que contiene: al incluir actividades tales como la transformación de carne y pescado, preparación de alimentos, lácteos, café, bebidas alcohólicas y tabaco, dentro de un mismo *cluster* es imposible aislar la concentración espacial del uno de sus componentes, tal como la producción de azúcar. Por esta razón, es una de las metas de este estudio hacia el futuro, el análisis interno de este *cluster*, a través la observación de patrones de empleo desagregados

por componente, con el objetivo de capturar la importancia de este tipo de actividades, en departamentos como Antioquia, Caldas, Cauca, Cundinamarca y Valle.

Los *clusters* potenciales, en color rojo, son aquellos que únicamente exhiben una concentración geográfica del empleo, pero cuyo tamaño dista mucho del necesario para consolidarse como un jugador de considerable importancia. En general, estos sectores deben ser considerados como actividades que parecen exhibir una ventaja competitiva regional, pero que se encuentran en un estado incipiente. Éste es el caso de la construcción y los bienes raíces en Bolívar y los plásticos en Atlántico.

El análisis desde la óptica regional muestra que de acuerdo con el carácter de los *clusters*, las regiones diversificadas de clase mundial muestran una mayor participación de *clusters* transables que el promedio para el país (31% del empleo total frente a 26% en el promedio nacional) –Tabla 27-.

Esta concentración de las regiones DCM en las actividades transables se observa también en el hecho de que ellas ocupan el 72% del empleo transable del país, mientras que su participación en el empleo generado por *clusters* locales es mucho menor (59%). Dicha participación es aún más baja en el empleo asociado con *clusters* basados en recursos naturales (30%), y en el empleo asociado con actividades de gobierno (37%).

Es notorio el hecho de que la participación de las regiones DCM es aún mayor con respecto al número de empresas que comprende cada uno de los *clusters*. Así por ejemplo, estas regiones concentran el 89% de las empresas transables del país y 81% de las empresas que hacen parte

Tabla 27. Características de los clusters no agropecuarios– Regiones Diversificadas de Clase Mundial

Diversificadas de clase mundial	Clusters transables	Clusters locales	Clusters basados en RR. NN.	Sector Gobierno	Total
Número de trabajadores	798.094	1.721.707	25.193	65.148	2.610.142
Participación en el empleo	31%	66%	1%	2%	100%
Participación en el empleo nacional	72%	59%	30%	37%	61%
Número de empresas	10.696	40.255	664	878	52.493
% de empresas	20%	77%	1%	2%	100%
% de total empresas del país	89%	80%	81%	50%	81%
Tamaño prom. empresas (No. de trabajadores)	74,6	42,8	37,9	74,2	49,7
%					

de *clusters* locales y de los *clusters* basados en recursos naturales.

Este hecho ratifica la densificación espacial de las actividades económicas que caracteriza las economías de mercado y que conlleva el propio concepto de *clusterización*, pero también revela otro hecho interesante: las empresas ubicadas en las regiones DCM son, en promedio, más pequeñas que las ubicadas en otras regiones del país. En efecto, mientras que una empresa formal en el país ocupa 66,4 trabajadores, una empresa formal en las regiones DCM ocupa alrededor de 50 trabajadores. Esta diferencia se observa tanto en los *clusters* transables (92 en el país versus 75 en las regiones DCM), como en los locales (59 versus 43) e incluso en el sector gobierno (99 a nivel nacional versus 74 en las regiones DCM). La diferencia es aún mayor en el caso de los *clusters* basados en recursos naturales (104 trabajadores por empresa a nivel nacional versus 38 en las regiones DCM).¹⁷

Este hecho, aunado con el alto nivel de sofisticación observado en las actividades que se desarrollan en estas regiones, implica que aunque

las empresas ubicadas en estas regiones son más pequeñas, son más productivas que sus contrapartes en otras regiones. Lo que quiere decir que las fuentes de la mayor productividad no son las economías internas de escala sino aspectos externos como la existencia de complementariedades, redes comunes de proveedores y de mercados, y en general las sinergias y externalidades asociadas con la interacción entre industrias relacionadas. Estos factores son justamente los que explican por qué las empresas tienden a concentrarse espacialmente y a constituir *clusters*.¹⁸

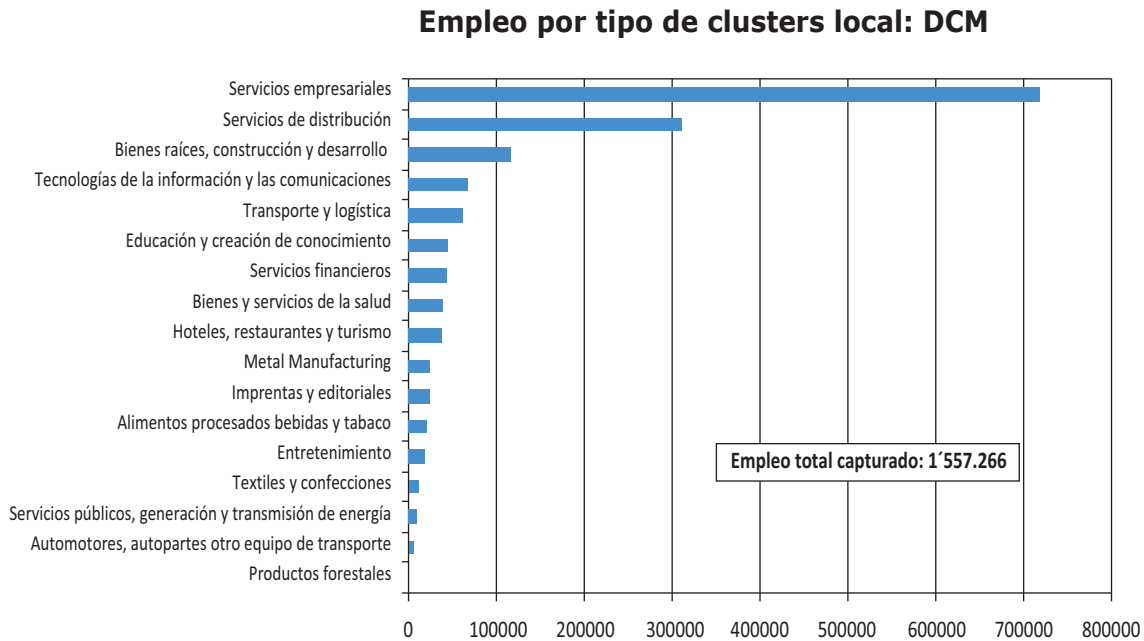
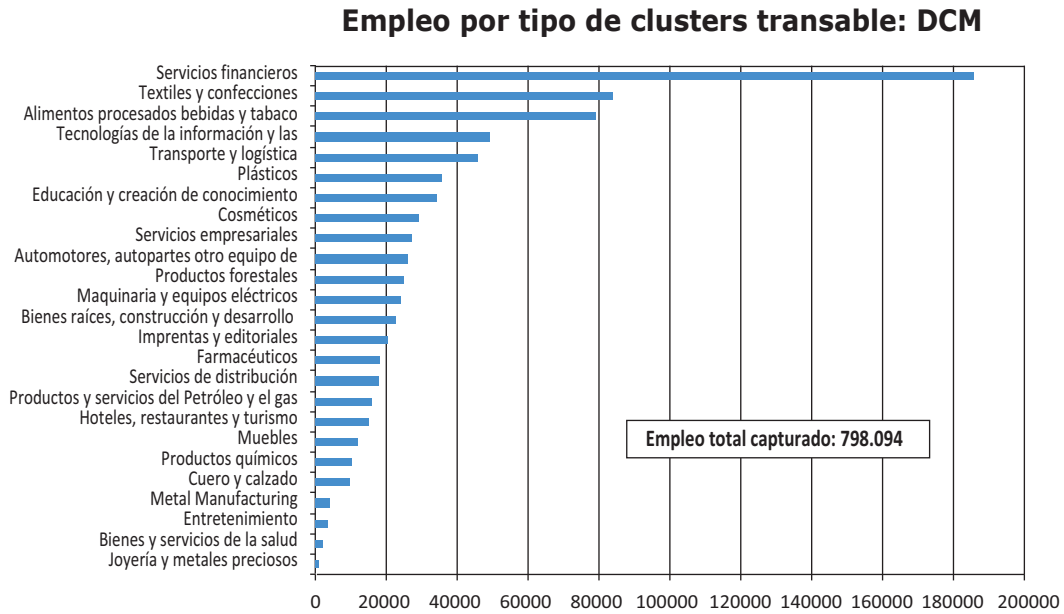
Finalmente, en el gráfico 176 se muestra el tamaño de los *clusters* de acuerdo con el tamaño del empleo que absorben, diferenciando entre

17 Presumiblemente esto puede deberse al hecho de que el empleo en las principales ciudades de las empresas pertenecientes a clusters basados en recursos naturales es más administrativo que operativo.

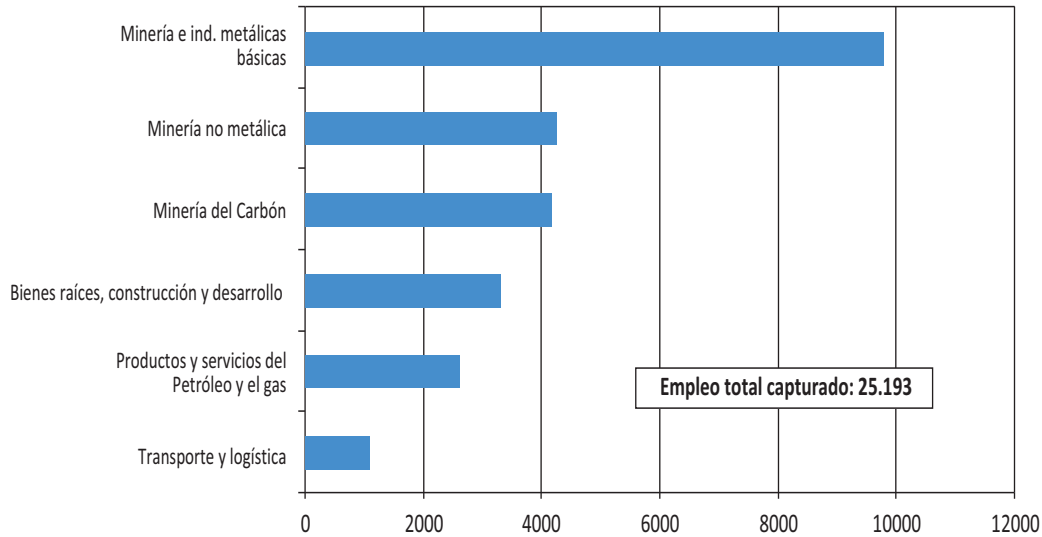
18 A esta explicación cabe también agregar el efecto positivo sobre la productividad de las empresas de tener una mayor disponibilidad y una mejor calidad de bienes públicos locales, lo cual suele ser el caso en las regiones DCM.



Gráfico 176. Distribución del empleo por tipo de cluster



Empleo por tipo de clusters basado en recursos naturales: DCM



clusters transables, *clusters* locales, y *clusters* basados en recursos naturales.

Se observa que no necesariamente los que tienen una mayor concentración espacial del empleo (es decir, los *clusters* más “exportadores”) son los más grandes. Por ejemplo, aunque Joyería aparece entre los cinco *clusters* con mayor FCE, su tamaño absoluto es muy pequeño (789 empleos en la base de datos de la Pila). Por el contrario, el *cluster* de textiles y confecciones no está entre los de mayor FCE en los departamentos pertenecientes a las regiones diversificadas de clase mundial, pero es uno de los que más empleo ocupa.

ii) Regiones especializadas de clase mundial (ECM)

En las regiones especializadas de clase mundial, los sectores más “exportadores” (es decir, con

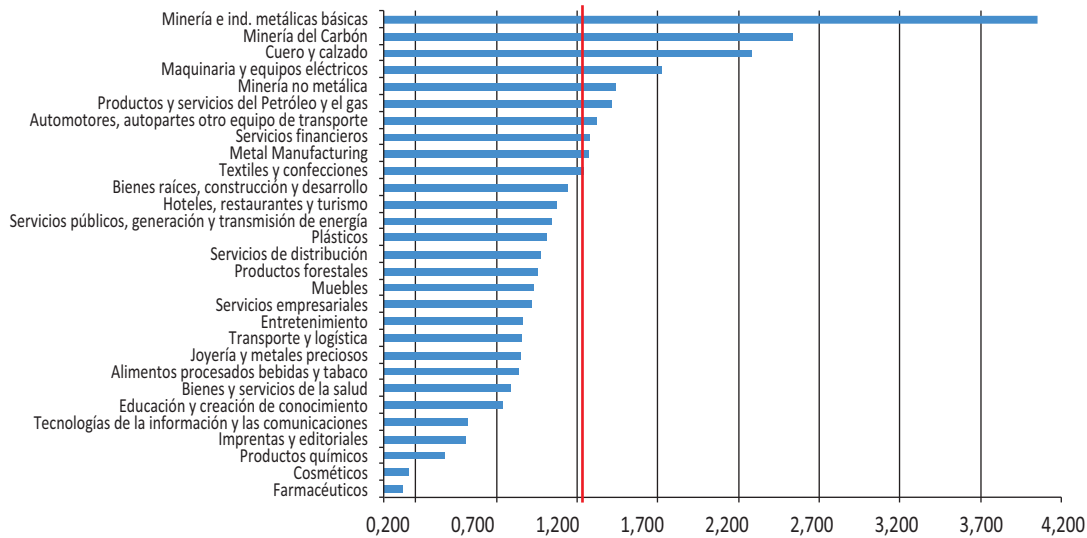
una mayor concentración del empleo -FCE) incluyen múltiples actividades asociadas al procesamiento de recursos naturales como minería e industrias metálicas básicas, minería del carbón, minería no metálica y productos y servicios del petróleo y el gas (gráfico 177). Este factor es consistente con la caracterización de estas regiones, puesto que el patrón de especialización suele desarrollarse en lugares que cuentan con una ventaja comparativa en sectores particulares, lo que les permite tener acceso y competir en mercados internacionales; un ejemplo de esta situación es la disponibilidad de recursos naturales como materia prima.

Simultáneamente aparecen otras actividades manufactureras como cuero y calzado, maquinaria y equipos eléctricos, y textiles y confecciones.

Dentro de los *clusters* de servicios con alta concentración del empleo sobresale el de servicios



Gráfico 177. Concentración espacial del empleo (FCE) según perfil competitivo de las regiones



financieros, con un Factor de Concentración de Empleo (FCE) mayor a 1.2 y un alto grado de sofisticación.

La Tabla 28 muestra los *clusters* según grado de desarrollo y nivel de sofisticación para los departamentos comprendidos en este grupo. En términos generales, se observa que estas regiones se caracterizan por tener un considerable número de *clusters* en estado de desarrollo, dentro de los cuales exhiben un alto grado de sofisticación maquinaria y equipos eléctricos en Caldas, productos forestales en Risaralda y productos y servicios del petróleo y gas en Santander. En el caso de los servicios, encontramos un sector en desarrollo con un alto grado de sofisticación y alta transabilidad: servicios financieros en Caldas, concentrados principalmente en actividades de seguros.

Dentro de los *clusters* establecidos, encontramos joyería y metales preciosos en Santander y la

minería del carbón en Boyacá, como el único dentro de esta categoría que exhibe un alto grado de sofisticación.

La mitad de los *clusters* potenciales exhiben niveles medios o bajos de sofisticación, y dentro de esta categoría encontramos actividades de entretenimiento, (particularmente debido a la presencia de parques naturales), muebles y educación en el caso del Quindío.

La identificación del *cluster* de turismo, en el caso de Risaralda, y su ausencia en el Quindío, tiene que ver con un componente de turismo no declarado en el segundo caso, producto de que gran parte de las transacciones derivadas de actividades de alquiler y alojamiento son de carácter informal, lo que hace que se subestime esta actividad en las fuentes de datos de este estudio.

De otro lado, de acuerdo con el carácter de los *clusters*, las regiones especializadas de clase

Tabla 28: Clusters no agropecuarios según grado de desarrollo y nivel de sofisticación – Regiones especializadas de clase mundial

BOYACA	CALDAS	QUINDIO	RISARALDA	SANTANDER
Minería del Carbón ▲	Maquinaria y equipos eléctricos ▲	Entretenimiento ■	Textiles y confecciones ■	Joyería y metales preciosos ■
Minería e ind. metálicas básicas ■	Servicios financieros ▲	Muebles ■	Productos forestales ▲	Productos y servicios del Petróleo y el gas ▲
Minería no metálica ■	Cuero y calzado ■	Educación y creación de conocimiento ■	Cuero y calzado ■	Cuero y calzado ■
Manufacturas metálicas ▲	Manufacturas metálicas ▲		Automotores, autopartes otro equipo de transporte ▲	
Muebles ■			Hoteles, restaurantes y turismo ■	
Transporte y logística ■			Plásticos ▲	
Automotores, autopartes otro equipo de transporte ▲				

mundial muestran una mayor participación de *clusters* basados en recursos naturales que el promedio para el país (5% del empleo total de la región frente a 2% en el promedio nacional) –Tabla 29-. En total, las regiones ECM ocupan el 37% del empleo nacional generado por los *clusters* basados en recursos naturales.

Al contrario de lo que ocurría con las regiones DCM, las regiones ECM tienen una menor participación en el número de empresas en cada *cluster* frente al total nacional, que con respecto al empleo. Así, mientras que las regiones ECM concentran el 14% del empleo nacional, sólo concentran el 8% de las empresas. Esto se traduce en empresas que, en promedio, son más

grandes que el promedio nacional. Por ejemplo, una empresa de un *cluster* transable en las regiones ECM ocupa a 198 trabajadores frente a 92 a nivel nacional, y un *cluster* local ocupa casi 99 trabajadores frente a 59 a nivel nacional. Esta diferencia es mayor aun en el caso de los *clusters* basados en recursos naturales (345 versus 104 trabajadores). La excepción es el sector gobierno que es significativamente más pequeño que el promedio nacional (68 versus 99 empleados).

Estos datos sugieren que en el caso de los *clusters* ubicados en las regiones ECM, las economías de escala internas son más importantes como determinantes de la productividad que en los *clusters* ubicados en las regiones DCM.



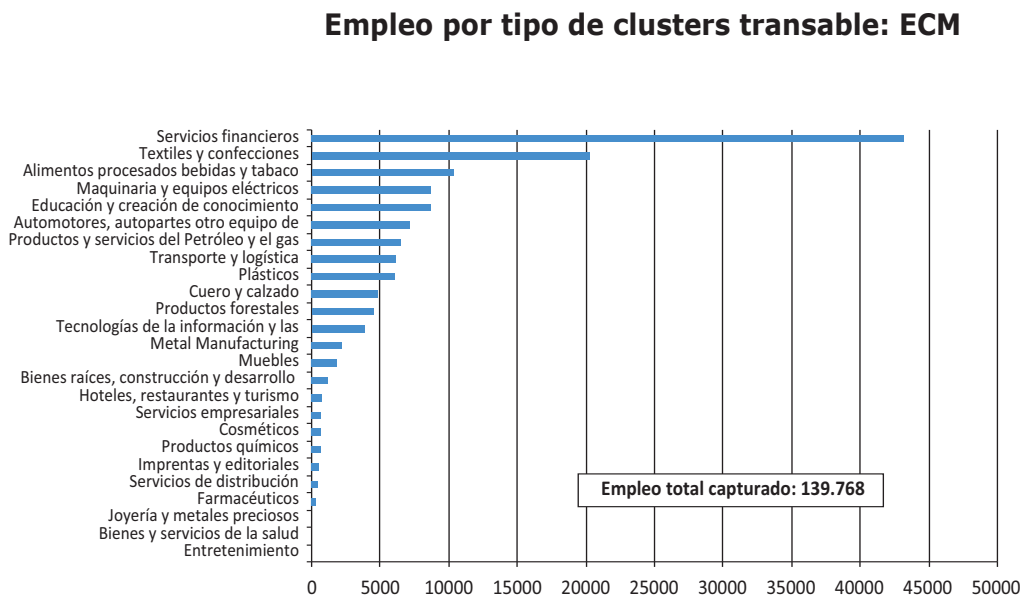
Tabla 29. Características de los clusters no agropecuarios- Regiones especializadas de clase mundial

Diversificadas de clase mundial	Clusters transables	Clusters locales	Clusters basados en RR. NN.	Sector Gobierno	Total
Número de trabajadores	139.768	400.299	31.385	18.674	590.127
Participación en el empleo	24%	68%	5%	3%	100%
Participación en el empleo nal.	13%	14%	37%	11%	14%
Número de empresas	706	4.054	91	273	5.124
% de empresas	14%	79%	2%	5%	100%
% de empresas del país	6%	8%	11%	15%	8%
Tamaño prom. empresas (No. de trabajadores)	198,0	98,7	344,9	68,4	115,2

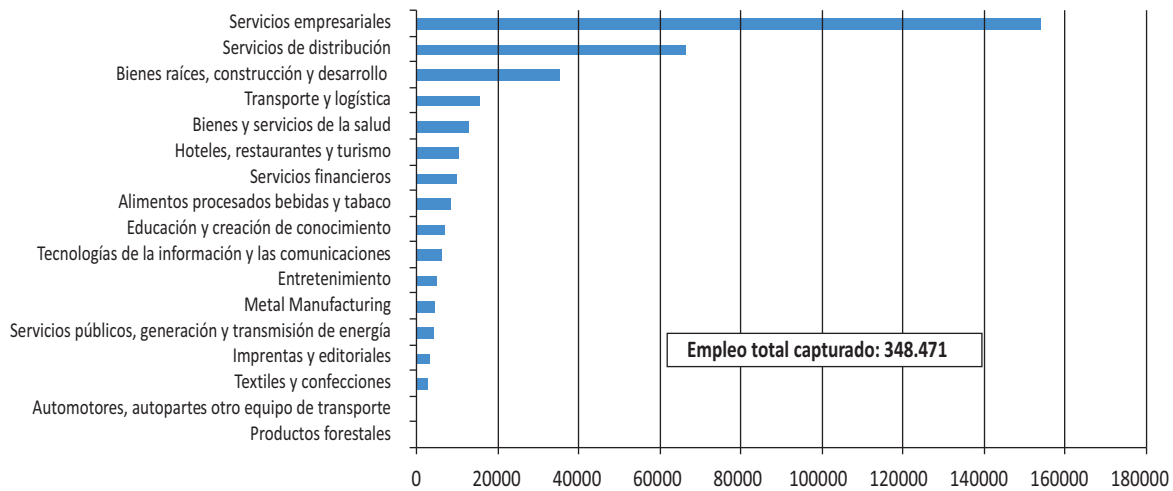
En el gráfico 178 se muestra el tamaño de los clusters en las regiones ECM de acuerdo con el tamaño del empleo que absorben, diferenciando

entre clusters transables, clusters locales, y clusters basados en recursos naturales.

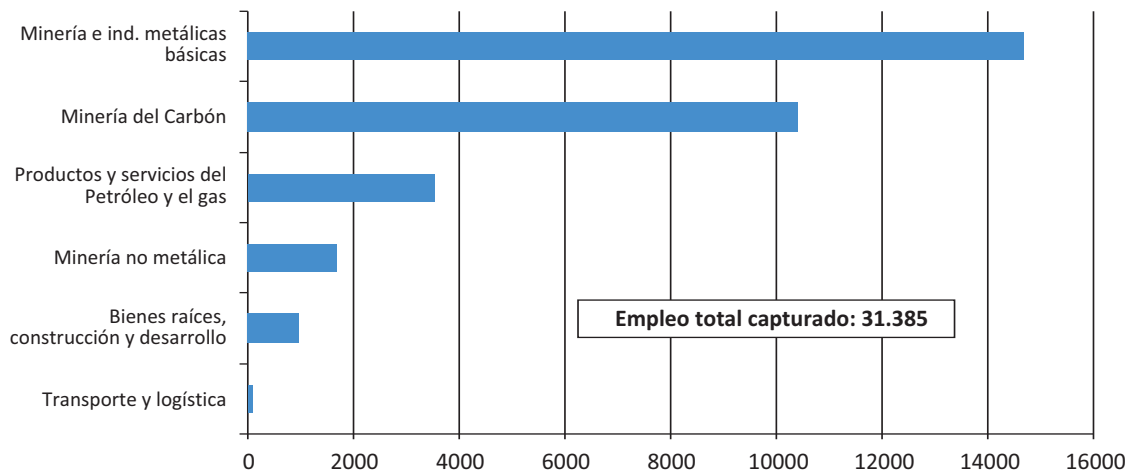
Gráfico 178. Distribución del empleo por tipos de cluster – Regiones especializadas de clase mundial



Empleo por tipo de clusters local: ECM



Empleo por tipo de clusters basado en recursos naturales : ECM



Dentro de los *clusters* transables sobresale el tamaño del *cluster* de servicios financieros y el de textiles y confecciones. También vale la pena resaltar el tamaño del *cluster* de educación y creación de conocimiento, el cual constituye el quinto más grande dentro de los transables. Los *clusters* basados en recursos naturales se concentran principalmente en minería e industrias metálicas básicas y en minería del carbón.

iii) Polos de desarrollo local (PDL)

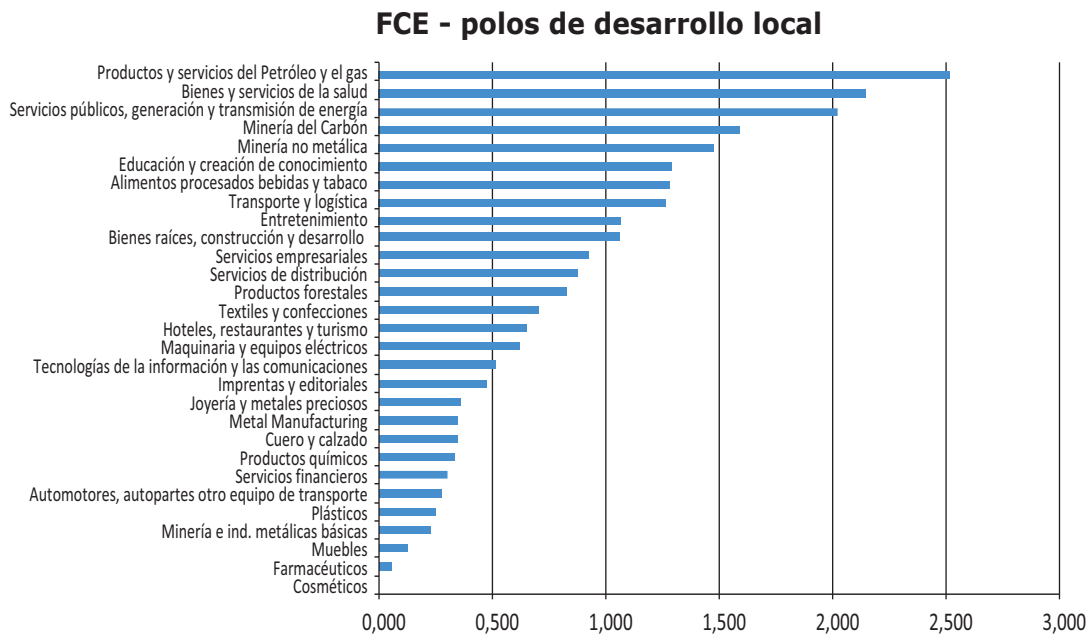
La concentración relativa del empleo en las regiones caracterizadas como polos de desarrollo local (PDL) muestra dos rasgos sobresalientes: el primero, es que dentro de los *clusters* con mayor concentración espacial del empleo están varias actividades vinculadas al procesamiento de recursos naturales, como productos y servi-



cios del petróleo y el gas, minería del carbón, y minería no metálica (Gráfico 179). En segundo lugar, entre las actividades con mayor concentración relativa del empleo se encuentran actividades que suelen tener un alto componente de empleo público (especialmente en las regiones), como bienes y servicios de salud, servicios pú-

blicos, generación y transmisión de energía, y educación y creación del conocimiento. Dentro de los diez *clusters* con mayor concentración del empleo sólo aparece un *cluster* manufacturero, que es el de alimentos procesados, bebidas y tabaco.

Gráfico 179: Concentración espacial del empleo (FCE) según perfil competitivo de las regiones



La Tabla 30 muestra los *clusters* según grado de desarrollo y sofisticación para los departamentos comprendidos en este grupo.

En general, se observa que el grueso de sectores identificados se concentra en la categoría de *clusters* potenciales, elemento que es consistente con el menor grado de desarrollo de este grupo de departamentos; la totalidad de esta categoría se compone por *clusters* con un nivel de sofisticación medio.

Sin embargo, departamentos como Cauca, Huila, Magdalena, Nariño y Norte de Santander cuentan con sectores clasificados como *clusters* en desarrollo y de alta sofisticación, los cuales están principalmente representados por sectores que están asociados al empleo público, tales como servicios de la salud y servicios públicos y por sectores concentrados en la exportación de recursos naturales, como productos forestales (con un gran componente de explotación maderera en el caso del Cauca), productos del petróleo y gas, minería del carbón y minería metálica.

Tabla 30. Clusters no agropecuarios según grado de desarrollo y nivel de sofisticación – Polos de desarrollo local

CAQUETA	CAUCA	HUILA	MAGDALENA	META	NARIÑO	NORTE DE SANTANDER	TOLIMA
Transporte y logística	Productos forestales	Productos y servicios del Petróleo y el gas	Minería del Carbón	Bienes y servicios de la salud	Bienes y servicios de la salud	Minería del Carbón	Entretenimiento
	Maquinaria y equipos eléctricos	Servicios públicos, generación y	Transporte y logística	Minería no metálica		Minería no metálica	Textiles y confecciones
	Minería no metálica	Bienes y servicios de la salud	Joyería y metales preciosos			Cuero y calzado	
	Bienes y servicios de la salud	Alimentos procesados bebidas y tabaco	Hoteles, restaurantes y turismo				
	Alimentos procesados bebidas y tabaco	Educación y creación de conocimiento	Bienes y servicios de la salud				
	Educación y creación de conocimiento						

De acuerdo con el carácter de los *clusters*, las regiones caracterizadas como PDL muestran una mayor participación de *clusters* locales que el promedio para el país (72% del empleo total de la región frente a 68% en el promedio nacional) y del sector gobierno (8% del empleo de estas regiones versus 4% en el promedio nacional) – Tabla 31-. En total, las regiones PDL explican el 36% del empleo nacional generado por el sector gobierno, mientras que su participación en el empleo total formal es de sólo 18%.

Las regiones PDL tienen una menor participación en el número de empresas en cada *cluster* frente al total nacional, que con respecto al empleo. Así, mientras que las regiones PDL concentran el 18% del empleo nacional, sólo concentran el 8% de las empresas. Igual que en el caso de las regiones ECM, esto se traduce en empresas

que, en promedio, son más grandes que el promedio nacional. Por ejemplo, una empresa de un *cluster* transable en las regiones PDL ocupa a 264 trabajadores frente a 92 a nivel nacional (y a 198 en las regiones ECM), y un *cluster* local ocupa casi 137 trabajadores frente a 59 a nivel nacional (y a 99 en las regiones ECM). Esta diferencia es aún mayor en el caso de los *clusters* basados en recursos naturales (401 versus 104 trabajadores a nivel nacional y 345 en las regiones ECM).

Sin embargo, a diferencia de las regiones ECM, en los PDL el tamaño promedio de una empresa del gobierno es significativamente más grande que en el promedio nacional: 150 empleados versus 99 a nivel nacional y 68 en las regiones ECM).



Tabla 31: Características de los clusters no agropecuarios– Polos de desarrollo local

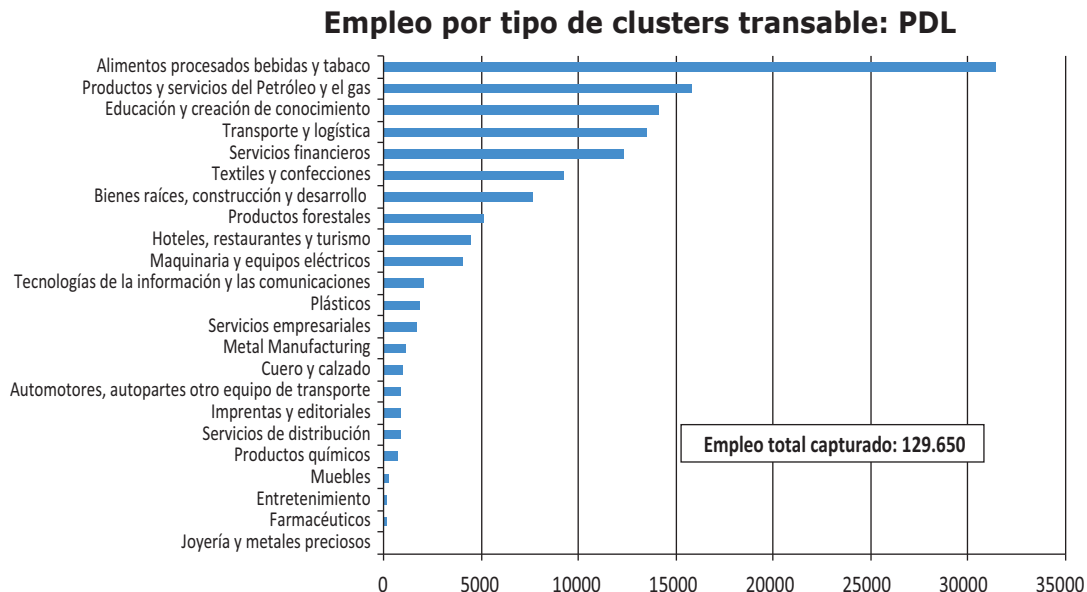
Polos de local desarrollo	Clusters transables	Clusters locales	Clusters basados en RR. NN.	Sector Gobierno	Total
Número de trabajadores	129.650	545.128	20.087	62.438	757.303
Participación en el empleo	17%	72%	3%	8%	100%
Participación en el empleo nal.	12%	19%	24%	36%	18%
Número de empresas	491	3.961	50	415	4.917
% de empresas	10%	81%	1%	8%	100%
% de empresas del país	4%	8%	6%	23%	8%
Tamaño prom. empresas (No. de trabajadores)	264,1	137,6	401,7	150,5	154,0

De nuevo utilizando los resultados del Informe Nacional de Competitividad de 2008-2009 que muestra que la productividad por trabajador en los departamentos caracterizados como PDL es menor que en las regiones ECM, se puede inferir que aunque en las regiones PDL las empresas (formales) son más grandes, no son, en promedio, más productivas. Todo lo contrario, probablemente son menos productivas, lo cual significa que las economías internas de escala no son un factor relevante como motor de la

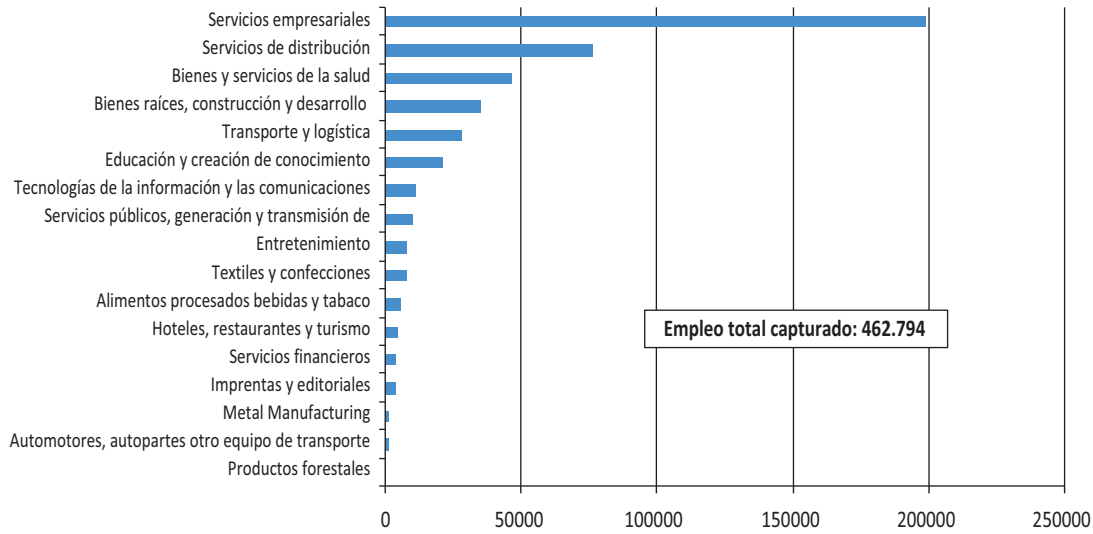
productividad. Es posible también que una buena parte del empleo, especialmente en el sector público y en las empresas públicas, sea empleo improductivo.

En el Gráfico 180 se muestra el tamaño de los *clusters* en las regiones PDL de acuerdo con el tamaño del empleo que absorben, diferenciando entre *clusters* transables, *clusters* locales, y *clusters* basados en recursos naturales.

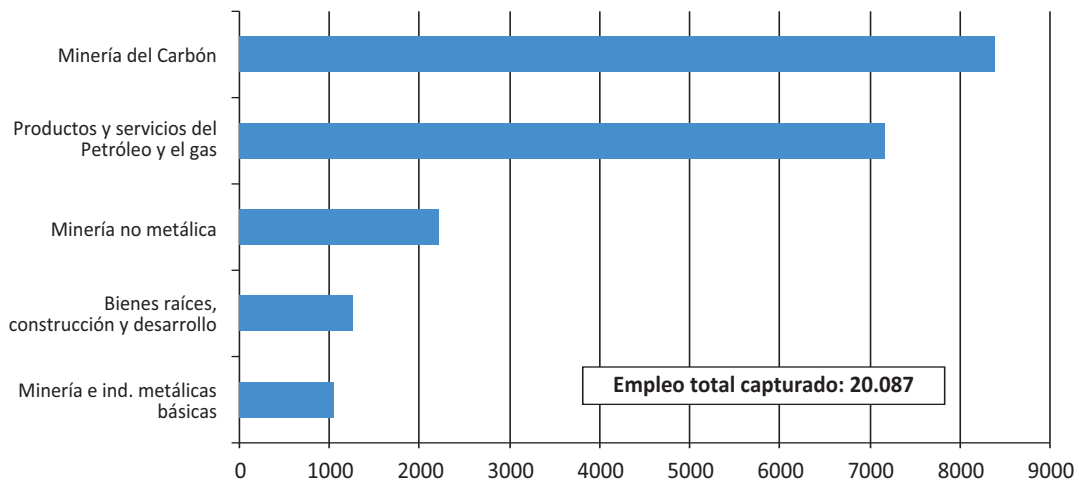
Gráfico 180: Distribución del empleo por tipo de cluster – Polos de desarrollo local



Empleo por tipo de clusters local: PDL



Empleo por tipo de clusters basado en recursos naturales: PDL



El principal *cluster* transable es el de alimentos procesados, bebidas y tabaco, seguido por el de productos y servicios del petróleo y el gas. Se destaca también el *cluster* de educación y creación del conocimiento, el cual ocupa el tercer lugar en tamaño del empleo que absorbe. Los *clusters* basados en recursos naturales se concentran principalmente en minería del carbón y productos del petróleo y el gas.

Regiones de atención especial (RAE)

De los 29 *clusters* identificados en la economía colombiana, cuatro de ellos no están presentes en las RAE (Gráfico 181). Dentro de los que tienen presencia, los de mayor concentración espacial del empleo son el de la minería del carbón y varios *clusters* con alta participación del empleo público: bienes y servicios de la salud,



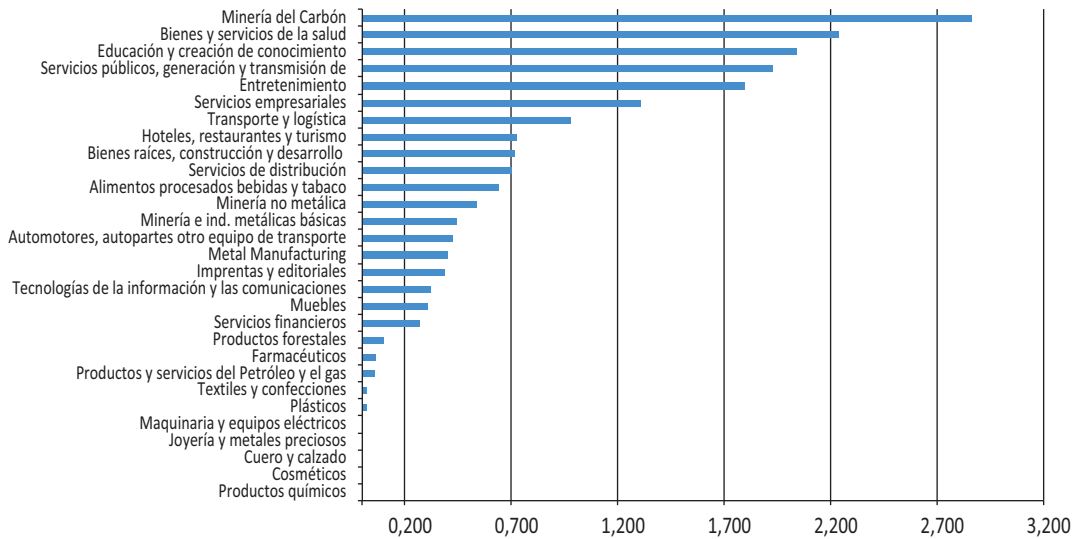
educación y creación del conocimiento¹⁹, y servicios de generación y transmisión de energía.

manufacturero, y sólo hay dos de servicios privados: entretenimiento, y servicios empresariales.

Dentro de los clusters con mayor concentración del empleo (FCE>1) no hay ningún *cluster*

Gráfico 181: Concentración espacial del empleo (FCE) según perfil competitivo de las regiones

FCE-regiones de atención especial



La Tabla 32 muestra los *clusters* según grado de desarrollo y sofisticación, para los departamentos de este grupo. Entre los *clusters* identificados que no tienen presencia predominante del Estado (nacional o regional) sobresalen la minería del carbón en el Cesar y la Guajira, siendo este último el único *cluster* establecido de alta sofisticación en este caso. Dentro de los *clusters* en desarrollo, encontramos el *cluster* de servicios públicos, generación y transmisión de energía en Córdoba.

carácter incipiente, siendo aún sectores muy pequeños, principalmente concentrados en actividades de sofisticación media; sin embargo, parecen responder, en algunos casos, a la vocación departamental, tal como las actividades de hotelería y turismo en San Andrés.

En general, se observa que las actividades identificadas en estos departamentos son todas de

19 El cluster de educación y creación de conocimiento representa 26.000 empleos, 60% de los cuales se concentra en educación superior.

Tabla 32: Clusters no agropecuarios según grado de desarrollo y nivel de sofisticación – Regiones de atención especial

AMAZONA	ARAUCA	CASANARE	CESAR	CHOCO	CORDOBA	GUANIA
Entretención	Manufacturas metálicas	Transporte y logística	Minería del Carbón	Entretención	Servicios públicos, generación y	
Alimentos procesados y bebidas	Hoteles, restaurantes y turismo	Hoteles, restaurantes y turismo	Educación y creación de conocimiento	Minería e ind. metálicas básicas	Minería no metálica	
	Transporte y logística					
GUAYIARE	GUAJIRA	PUTUMAYO	SAN ANDRES	SUCRE	YAUPES	YICHADA
	Minería del Carbón	Transporte y logística	Hoteles, restaurantes y turismo	Servicios empresariales		
	Servicios empresariales	Productos y servicios del Petróleo y el gas	Transporte y logística			
			Servicios de distribución			

De otro lado, como se esperaba, las RAE tienen una participación muy baja de los *clusters* transables frente al promedio nacional (11% del empleo total de la región frente a 26% del empleo en el promedio nacional), una mayor presencia de *clusters* locales (72% frente a 68%) y del *cluster* de gobierno (8% del empleo de estas regiones versus 4% en el promedio nacional) –Cuadro 8-. En total, las RAE explican el 17% del empleo nacional generado por el sector gobierno a pesar de que sólo representan el 8% del empleo nacional.

Al mismo tiempo, las RAE sólo concentran el 4% de las empresas del país, lo cual significa que el tamaño promedio de las empresas es más grande que el promedio nacional (152,1 empleos por

empresa versus 66,4 para el promedio nacional, y similar a los departamentos PDL (154). Este número está afectado por el tamaño promedio de las empresas en los *clusters* basados en recursos naturales, y específicamente en minería del carbón, con un tamaño promedio de 703,8 trabajadores por empresa frente a un promedio nacional, en este tipo de *clusters*, de 37,9 empleos. El otro sector que tiene un tamaño por empresa muy superior al promedio nacional es el de gobierno: 145,9 empleados frente a 99,3 a nivel nacional, una cifra similar a la que se observa en los PDL (150,5). El gran tamaño de las empresas del sector público, probablemente refleja ineficiencias producto de bajos niveles de productividad.



Cuadro 33. Características de los clusters no agropecuarios – Regiones de atención especial

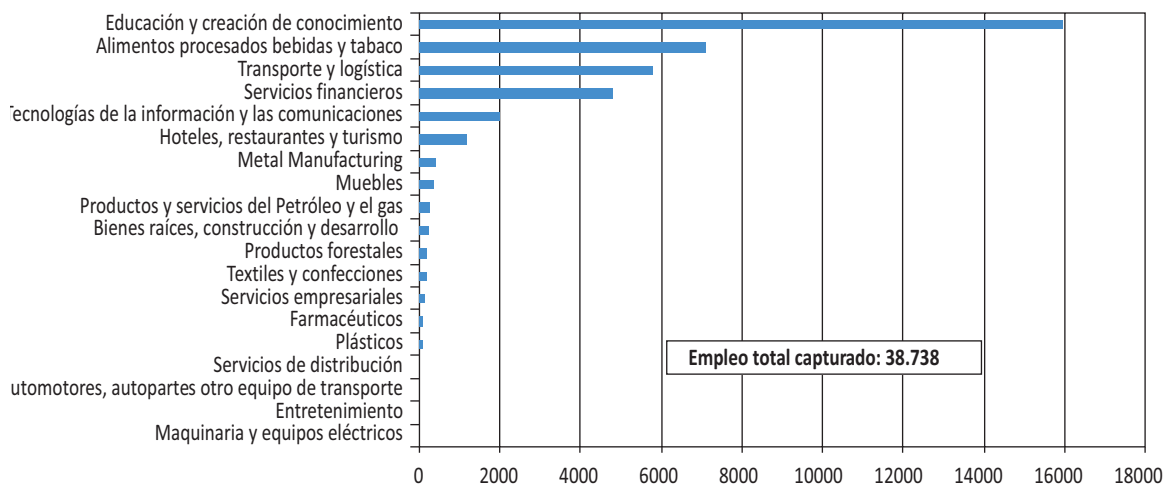
Regiones de atención especial	Clusters transables	Clusters locales	Clusters basados en RR. NN.	Sector Gobierno	Total
Número de trabajadores	38.738	273.485	8.445	29.185	349.853
Participación en el empleo	11%	78%	2%	8%	100%
Participación en el empleo nal.	4%	9%	10%	17%	8%
Número de empresas	162	1.926	12	200	2.300
% de empresas	7%	84%	1%	9%	100%
% de empresas del país	1%	4%	1%	11%	4%
Tamaño prom. empresas (No. de trabajadores)	239,1	142,0	703,8	145,9	152,1

En el gráfico 182 se muestra el tamaño de los clusters en las RAE de acuerdo con el tamaño del empleo que absorben, diferenciando entre

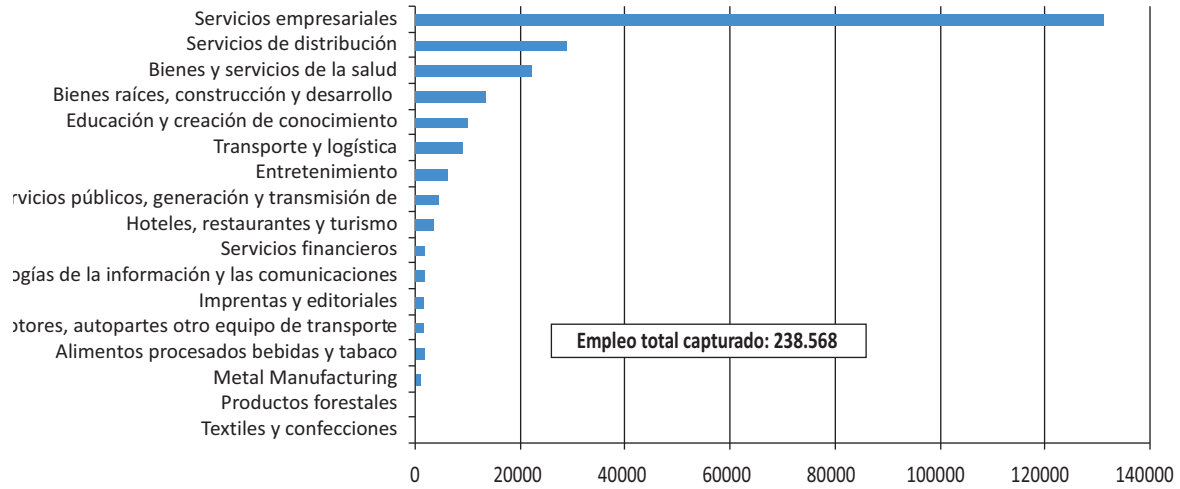
clusters transables, clusters locales, y clusters basados en recursos naturales.

Gráfico 182. Distribución del empleo por tipo de cluster, regiones de atención especial

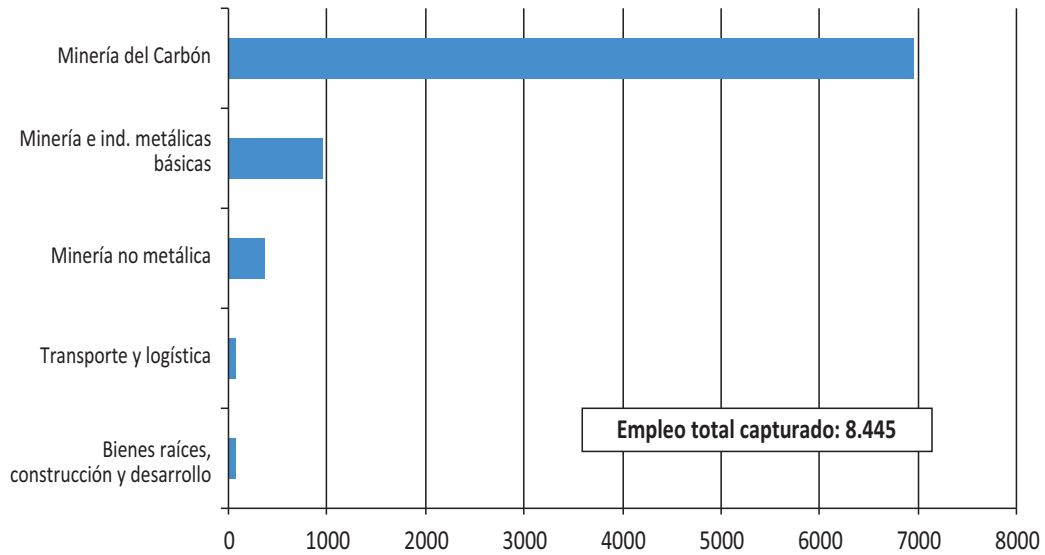
Empleo por tipo de clusters transable: RAE



Empleo por tipo de clusters local: RAE



Empleo por tipo de clusters basado en recursos naturales: RAE





■ Conclusiones

El presente trabajo es un ejercicio que permite un mayor entendimiento de la estructura y el funcionamiento de las economías regionales, al hacer una primera aproximación a la construcción de un mapa de clusters en Colombia, incluyendo por primera vez información representativa del sector servicios.

La metodología aplicada en este estudio se basa en la identificación de actividades económicas interrelacionadas, en la medición de la concentración espacial de dichas actividades económicas, del tamaño de las mismas y de su grado de sofisticación, todo esto basado principalmente en la variable empleo, más específicamente a través del estudio de la distribución del empleo formal.

El valor agregado está tanto en la identificación de los *clusters* departamentales establecidos y sofisticados como sectores con un papel determinante en el crecimiento económico del país, así como en la caracterización de los *clusters* en desarrollo con un alto grado de sofisticación, como aquellos que deben ser foco de atención especial debido a su potencial de crecimiento.

Se identificaron 29 *clusters* para Colombia que recogen un total de 4.3 millones de empleos. 13 de éstos se caracterizan por tener un grado alto de sofisticación y 16 un grado medio.

En general, predominan los *clusters* basados en servicios, los cuales representan el 78.3% del empleo total (excluyendo servicios del gobierno), mientras que los *clusters* basados en la producción y transformación de bienes representan el 17.7% del total, fenómeno que se explica en parte por la relación capital-trabajo más elevada en el sector de bienes *vis à vis* del de servicios.

Los principales *clusters* basados en servicios son los de servicios empresariales, servicios de distribución y servicios financieros. Los principales *clusters* basados en bienes son los de alimentos procesados, bebidas y tabaco, y textiles y confecciones.

Cada uno de los 29 *clusters* identificados en la economía colombiana puede incluir actividades transables (tanto basadas como no basadas en recursos naturales) y actividades locales. Los resultados muestran que el 68% del empleo formal no agropecuario en la economía colombiana se ubica en *clusters* de carácter local, el 26% en *clusters* de carácter transable no dependiente de recursos naturales, y el 2% en *clusters* transables dependientes de recursos naturales. El 4% restante corresponde a actividades asociadas con el sector gobierno.

Hay un predominio de las empresas pequeñas en los *clusters* locales, y de las empresas medianas en los *clusters* basados en recursos naturales. En todos los casos la gran mayoría de los *clusters* está conformada por Pymes (200 o menos trabajadores).

Existe una gran diversidad en la estructura de los *clusters* de acuerdo con el tipo de región. La tipología que se utilizó en este trabajo es la que utilizó el Banco Mundial y que diferencia las regiones colombianas entre: 1) diversificadas de clase mundial; 2) especializadas de clase mundial; 3) polos de desarrollo local, y 4) regiones de atención especial., que corresponden a las que están más atrás en grado de desarrollo.

Los *clusters* industriales predominan en las DCM, mientras que los *clusters* basados en recursos naturales son relativamente más importantes en las ECM, aunque éstas también

incluyen algunos *clusters* industriales importantes. De manera interesante, en los PDL y en las RAE, además de la presencia de *clusters* basados en recursos naturales, hay una presencia muy importante del sector gobierno: la participación de estas regiones en el empleo público duplica su participación en el total del empleo formal.

Más allá de la distribución de los sectores típicos que caracterizan cada región, es interesante observar que gran parte de los *clusters* establecidos y de alto grado de sofisticación se concentran en las DCM, donde las actividades manufactureras e industriales tienen más relevancia, mientras que las ECM se consolidan como los departamentos con mayor potencial de crecimiento al contar con un gran número de *clusters* sofisticados y en desarrollo.

Aunque los PDL cuentan con algunos sectores con potencial, el grueso de estas actividades tiene un carácter público, evidencia de la necesidad de fortalecer la estructura productiva privada en estos departamentos. Finalmente, las RAE cuentan casi exclusivamente con actividades concentradas espacialmente, pero que distan mucho de tener el tamaño necesario para beneficiarse de sinergias producto de la asociatividad en *clusters* desarrollados, es decir *clusters* potenciales, los cuales en la mayoría de los casos exhiben un nivel de sofisticación bajo o medio.

También existen diferencias en el tamaño promedio de las empresas: éstas son más pequeñas en promedio en las regiones DCM, y más grandes en las otras regiones. En el caso de los PDL y las RAE, el tamaño de los establecimientos públicos tiende a ser 50% más grande que en el promedio nacional.

Estos hechos pueden sugerir algunas caracte-

rísticas claves del desarrollo regional:

Aunque las empresas ubicadas en las regiones DCM son más pequeñas, también son más productivas que sus contrapartes en otras regiones. De esta manera, las fuentes de la mayor productividad no serían las economías internas de escala, sino probablemente aspectos externos como la existencia de complementariedades, redes comunes de proveedores y de mercados, y en general las sinergias y externalidades asociadas con la interacción entre industrias relacionadas. Estos factores son justamente los que explican por qué las empresas tienden a concentrarse espacialmente y a constituir *clusters*.²⁰

De otro lado, el mayor tamaño de los establecimientos en las otras regiones, y particularmente de empresas pertenecientes a *clusters* transables en las regiones ECM, sugiere que en este caso las economías de escala internas son más importantes como determinantes de la productividad que en los *clusters* ubicados en las regiones DCM.

Este ejercicio resalta la importancia de aplicar políticas diferenciadas tanto de desarrollo regional como de desarrollo de *clusters* en particular, que se ajusten a las necesidades y al carácter de las regiones; razón por la cual, el siguiente paso hacia el futuro es desarrollar análisis específicos para cada *cluster*, con el objetivo de diagnosticar sus fortalezas y debilidades desde una perspectiva interna, capturando el componente cualitativo que escapa el alcance del presente estudio.

20 A esta explicación cabe también agregar el efecto positivo sobre la productividad de las empresas de tener una mayor disponibilidad y una mejor calidad de bienes públicos locales, lo cual suele ser el caso en las regiones DCM.



ANEXO1: Metodología MFA

A continuación se explica la metodología utilizada con base en la información insumo-producto.

Identificación de interacciones entre sectores a partir de la matriz insumo-producto

El objetivo central de este ejercicio es la transformación de información cuantitativa de la matriz insumo-producto en información de carácter cualitativo que permita identificar las transacciones relevantes entre sectores. Para tal efecto se aplicó el proceso iterativo fundamentalmente desarrollado por Schnabl (1994), como se describe a continuación:

Matemáticamente interesa determinar el nivel del "filtro" que separa los intercambios significativos de los demás. Con este objetivo se aplica una transformación binaria a la matriz insumo-producto, de tal forma que los elementos de dicha matriz adoptan el valor de uno si exceden un filtro F , y cero de lo contrario.

El modelo básico insumo-producto está representado por la expresión:

$$(1) \quad x = C \cdot y$$

Donde y representa el vector de demanda total, C la matriz inversa de Leontief, y x es el vector de producción. La información insumo-producto puede ser separada por "capas sucesivas" expresando la matriz inversa de Leontief como una serie de Euler, en la cual I es la matriz identidad y A es la matriz de coeficientes insumo-producto:

$$(2) \quad x = C \cdot y = (I + A + A^2 + A^3 \dots) \cdot y$$

Sin embargo, en nuestro caso particular, los valores absolutos de los flujos de bienes intermedios no constituyen un valor agregado adicional, puesto que es la importancia relativa de las transacciones interindustria la que determina el nivel del filtro de relevancia. Con esta consideración, reemplazamos el vector real de demanda total por un vector sintético, que al ser diagonalizado, corresponde a la matriz I .

Definiendo T como la matriz insumo-producto y $\langle x \rangle$ la matriz diagonal del vector de producción, T puede ser separada por capas de acuerdo con la descomposición euleriana de (2):

$$(3) \quad \begin{aligned} T_0 &= A \cdot \langle y \rangle \\ T_1 &= A \cdot \langle A \cdot y \rangle \\ T_2 &= A \cdot \langle A^2 \cdot y \rangle \\ T_3 &= A \cdot \langle A^3 \cdot y \rangle \\ &\text{etc} \end{aligned}$$

La exponenciación de la matriz A continúa hasta que ningún elemento t_{ij}^k exceda un filtro dado F. A partir de esta transformación se pueden derivar matrices adyacentes binarias específicas W^k donde,

$$(4) \quad w_{ij}^k = \begin{cases} 1, & \text{si } t_{ij}^k > F \\ 0, & \text{de lo contrario} \end{cases}$$

Donde los elementos w_{ij} forman la matriz adyacente W.

Transformación de la información cuantitativa por capas incluida en la matriz Leontief inversa en información cualitativa dentro de la matriz adyacente:

$$(5) \quad W^k = \begin{cases} W_k \cdot W^{k-1} & \text{si } k > 0 \\ I & \text{si } k = 0 \end{cases}$$

Donde W_k muestra la conexión entre las capas W^k reflejando una mayor importancia del flujo comercial entre el sector i y el sector j a medida que aumentan los niveles de k, es decir dando mayor relevancia a las relaciones que sobreviven en el tiempo. Cálculo de la matriz de dependencia D al aplicar la suma booleana (bool) por capas del producto de las matrices W^k .

Se usa la suma Booleana debido a que es importante saber si una conexión relevante existe, sin tener en cuenta el número de pasos requeridos para satisfacer esta condición.

$$(6) \quad D = \text{bool} (W^1 + W^2 + W^3 + \dots)$$

Finalmente se construye la matriz de conectividad H

$$(7) \quad H = D + D' + D$$

La matriz derivada de la ecuación 7 incluye la información cualitativa sobre el tipo de relación entre dos sectores, debido a que los elementos de la matriz D son valores de uno o cero, los elementos h_{ij} en la matriz de conectividad están restringidos a valores entre cero y tres. El significado de estos elementos es el siguiente:

- 0, no existe ningún vínculo entre i y j, hay aislamiento
- 1, se identifica una relación débil entre i y j
- 2, existe una relación unidireccional entre i y j, es decir que i vende insumos a j
- 3, existe una relación bilateral entre los dos sectores, i vende y compra insumos a j.

A partir de esta información se pueden identificar las relaciones económicas relevantes entre sectores, denotadas con 2 y 3; sin embargo, es evidente que la existencia de dichos vínculos depende directamente del



nivel del filtro F , cuyo cálculo es el paso final de nuestro análisis, y corresponde a la maximización de la información contenida en la matriz de conectividad H .

Para medir esta información se usa la entropía E , que es maximizada cuando la probabilidad de ocurrencia de cada elemento es igual (en nuestro caso 1, 2 y 3).

Observamos que entre más bajo es el filtro aplicado, un laxo criterio de relevancia, mayor es la cantidad de relaciones tipo 2 y 3 encontradas, y a medida que el filtro aumenta, las relaciones bilaterales se transforman en unilateral o débiles, hasta alcanzar un nivel de filtro F_f tan alto que se eliminan todos los vínculos posibles ($h_{ij} = 0$)

Para determinar E calculamos F_f y lo dividimos en 50 pasos equidistantes l , luego se calcula la entropía E .

Esto nos permite hallar el filtro óptimo por comparación, siendo este último el que arroja la entropía máxima E .

ANEXO2: Clusters no agropecuarios en Colombia según grado de desarrollo y nivel de sofisticación

Cluster	Grado Dilo	Ubicación	Sofisticacion
Minería del carbón	Establecido	Guaajira	Alta
		Boyacá	
		Norte de Santander	
	En desarrollo	Magdalena	
		Cesar	
Servicios públicos, generación y transmisión de energía	En desarrollo	Huila	Alta
		Córdoba	
Productos y servicios del petróleo y el gas	En desarrollo	Huila	Alta
		Santader	
	Potencial	Putumayo	
Maquinaria y equipos eléctricos	Establecido	Cundinamarca-Bogotá	Alta
	En desarrollo	Caldas	
		Cauca	
Productos forestales	Establecido	Valle	Alta
	En desarrollo	Cauca	
		Risaralda	
Manufacturas metálicas	En desarrollo	Atlántico	Alta
		Bolívar	
	Potencial	Boyacá	
		Caldas	
		Arauca	
Automotores, autopartes, otros equipos de transporte	Establecido	Antioquia	Alta
		Cundinamarca-Bogotá	
	Potencial	Risaralda	
		Boyacá	
Servicios financieros	Establecido	Antioquia	Alta
	En desarrollo	Caldas	
Tecnologías de la información y las comunicaciones	Establecido	Cundinamarca-Bogotá	Alta
Plásticos	En desarrollo	Bolívar	Alta
	Potencial	Atlántico	



		Risaralda	
Productos químicos	En desarrollo	Atlántico	Alta
		Bolívar	
Farmacéuticos	Establecido	Cundinamarca-Bogotá	Alta
	En desarrollo	Atlántico	
Cosméticos	Establecido	Cundinamarca-Bogotá	Alta
		Antioquia	
Bienes y servicios de la salud	En desarrollo	Nariño	Media
	Potencial	Meta	
		Huila	
		Cauca	
		Magdalena	
Minería e ind. metálicas básicas	En desarrollo	Boyacá	Media
	Potencial	Chocó	
Minería no metálica	Establecido	Antioquia	Media
	En desarrollo	Norte de Santander	
		Boyacá	
	Potencial	Meta	
		Cauca	
Córdoba			
Educación y creación de conocimiento	Potencial	Quindío	Media
		Huila	
		Cauca	
		Cesar	
Entretenimiento	Potencial	Quindío	Media
		Tolima	
		Amazonas	
		Chocó	
Transporte y logística	En desarrollo	Magdalena	Media
	Potencial	Caquetá	
		Boyacá	
		Casanare	
		Arauca	
		Putumayo	
San Andrés			
Bienes raíces, construcción y desarrollo	Potencial	Bolívar	Media

Servicios empresariales	Potencial	Sucre	Media
		Guajira	
Alimentos procesados, bebidas y tabaco	Potencial	Cauca	Media
		Amazonas	
		Huila	
Cuero y calzado	Establecido	Cundinamarca-Bogotá	Media
	En desarrollo	Santander	
		Caldas	
		Risaralda	
Potencial	Norte de Santander		
Servicios de distribución	Potencial	San Andrés	Media
Hoteles, restaurantes y turismo	En desarrollo	Bolívar	Media
	Potencial	Magdalena	
		Risaralda	
		Arauca	
		Casanare	
		San Andrés	
Textiles y confecciones	Establecido	Antioquia	Media
	En desarrollo	Risaralda	
	Potencial	Tolima	
Imprentas y editoriales	En desarrollo	Valle	Media
Joyería y metales preciosos	Establecido	Santander	Media
		Cundinamarca-Bogotá	
	En desarrollo	Valle	
Muebles	Potencial	Magdalena	Media
	En desarrollo	Valle	
		Boyacá	
		Quindío	

