

## Modelo de Equilibrio General de Ecuador: Extensión en el Análisis del Impacto Regional

LEONARDO SÁNCHEZ A. Y  
JOSÉ RAMÍREZ A.\*

---

### Resumen

El presente documento amplía el análisis del modelo de equilibrio general desarrollado por Pérez y Acosta (2004) para Ecuador, desfragmentando el posible impacto de la firma del Tratado de Libre Comercio (TLC) con Estados Unidos en las distintas regiones que conforman el sistema económico ecuatoriano. Para ello, se proponen algunas técnicas de análisis multivariantes (Análisis de Clusters) con el objeto de obtener una separación regional disjunta y equilibrada de acuerdo a características productivas; y por otro lado se revisa la teoría de la información (Máxima Entropía Relativa) para estimar la distribución regional de los efectos económicos del TLC u otro escenario comercial. Es así que se propone en base a estas herramientas, llevar las simulaciones del modelo de equilibrio general a dimensiones regionales, utilizando eficientemente la información referente a las variaciones contrafactuales que experimenta el equilibrio y la información previa de la distribución regional de los flujos económicos.

### Abstract

The present work broadens the analysis of the general equilibrium model developed by Pérez and Acosta (2004) for the case of Ecuador, defragmenting the possible impact of carrying out the Free Trade Agreement (FTA) with the United States on the different regions that constitute the Ecuadorian economic system. For this purpose, on the one hand, we propose a set of multivariate analysis techniques (Clusters Analysis) in order to obtain a disjoint and balanced regional separation in line with production characteristics; and, on the other hand, we review the theory of information (Maximum Cross Entropy) in order to estimate the regional distribution of the economic effects of the FTA or another trade setting. On the basis of these tools, we intend to extend the simulations of the general equilibrium model to regional (sub-national) dimensions, using -in an efficient manner- both the information regarding the counterfactual variations that the equilibrium undergoes, and the previous information on the regional distribution of economics flows.

---

Palabras claves: Modelo de equilibrio general computable, Análisis de Clusters, Máxima Entropía.

---

\* Consultores del World Bank. Para cualquier comentario o sugerencia favor comunicarse con [lfsanche@espol.edu.ec](mailto:lfsanche@espol.edu.ec) ó [joser\\_02@yahoo.com](mailto:joser_02@yahoo.com)

## 1. Introducción

Uno de los análisis más significativos después de efectuada una negociación comercial externa, como lo es el Tratado de Libre Comercio entre Ecuador y Estados Unidos, es observar regionalmente los posibles efectos variacionales en los factores que determinan el sistema económico.

La desfragmentación por regiones características de un sistema económico se basa en las similitudes y propiedades de los indicadores de la economía. Según Michael Poter (1999), la abstracción de la realidad de un mundo globalizado debe enfocarse en la identificación de ventanas competitivas para entender el comportamiento de empresas y naciones en mercados. Así, la competitividad nacional es una de las preocupaciones centrales del gobierno, de sectores industriales y de las regiones de un país. Los trabajos teóricos y empíricos sobre la competitividad sugieren que ésta sea vista desde un estudio de conglomerados de empresas o regiones, los cuales interactúan para desarrollar capacidades y niveles de producción mayores a los de sus competidores externos. Una técnica, que permite realizar de manera eficiente este juicio, es el Análisis de Cluster (herramienta de decisión del Análisis Multivariante), el cual ayuda a crear agrupaciones o 'clusters' de un conjunto de individuos (provincias o empresas) basándose en las similitudes que éstos poseen según un conjunto de variables cuantitativas, y bajo un nivel de referencia que permite la conformación e identificación de tales clusters. En definitiva, esta herramienta proveerá las regiones sobre las cuales los posibles impactos de política a considerar serán analizados.

En Ecuador, las fuentes de información existentes no permiten llegar a una desagregación objetiva y balanceada de la Matriz de Contabilidad Social, restringiendo así la posibilidad de extender la estructura de un modelo de equilibrio general a nivel regional. En respuesta a esta limitación, el presente estudio plantea y recoge el Método de Máxima Entropía Relativa, provisto por Jaynes (1956) y Shannon (1948) en los inicios de la Teoría de la Información. Este método se aplica a la formulación inicial del modelo de equilibrio general de Pérez y Acosta (2004) y considerando el refinamiento al mercado laboral realizado por Sánchez y Ramírez (2005). Con ello, se pretende distribuir y observar el posible impacto (tras la ejecución de un TLC u otro escenario comercial) en las distintas regiones que se obtuvieron del análisis de clusters; utilizando eficientemente toda la información que se dispone.

El desarrollo del presente trabajo se divide en 6 secciones. La sección 2 detalla y visualiza de manera general la estructura del sistema económico nacional como la del modelo de equilibrio general sobre la cual se estimará la asignación regional de los flujos económicos de interés. En la sección 3, se exponen la metodología multivariante utilizada para conglomerar las provincias

por grupos, así como algunos delineamientos en el procesamiento de los datos. Estos grupos establecerán las regiones representativas sobre las cuales se efectuará el análisis de las siguientes secciones.

En la cuarta y quinta sección, se explica la metodología de Máxima Entropía y la base de datos empleada en la desagregación a dimensiones regionales del efecto contrafactual<sup>1</sup> tras la implementación de un escenario. Así mismo, se plantean las conexiones con el modelo de equilibrio general y los flujos económicos de interés en la estimación regional. En la sexta sección se analiza en términos variacionales el desplazamiento del equilibrio inicial sujeto a 4 escenarios de política base. Finalmente, en la sección 7 se presentan algunas conclusiones y recomendaciones.

## 2. Concepción inicial del sistema económico ecuatoriano

La estructura y formulación sobre la cual se levantará el modelo de equilibrio general para la economía ecuatoriana, y que posteriormente se utilizará en la estimación de la asignación regional, estará sostenida en la conformación del MEEGA<sup>2</sup> construido por Pérez y Acosta (2004) y en su respectivo refinamiento realizado por Sánchez y Ramírez (2005). Dicha estructura se mantendrá tanto en el diseño de los problemas de elección que afrontan los agentes como en la calibración de los coeficientes característicos de su comportamiento en el equilibrio base.

El sistema económico a modelar considera que el mercado laboral se encuentra desfragmentado en trabajo formal e informal, ya sea calificado o no calificado. Los movimientos en este mercado hacen uso de la Teoría de salarios de eficiencia provista por Shapiro y Stiglitz, y la visión de Figueroa del mercado informal.

El ingreso primario, consecuente al pago de estos factores, se distribuye entre los distintos tipos de hogares establecidos por sector (urbano y rural) y por nivel de ingreso (de acuerdo a quintiles). En esta estructura, el ingreso es generado por un sector privado compuesto de 6 ramas de actividad, las cuales se verán conformadas por una agregación más condensada de los 27 sectores

---

<sup>1</sup>En economía, el término contrafactual se atribuye al hecho de un experimento controlado. Se pregunta al modelo que hubiera pasado en el año base si hubiese sido implementada una política de interés, mientras que el resto de factores y condiciones externas hubieran permanecido invariantes. En otras palabras, se atribuye a los resultados de una simulación de un escenario

<sup>2</sup>Modelo de Ecuatoriano de Equilibrio General Aplicado

preestablecidos en el MEEGA<sup>3</sup> (Ver Apéndice 8.1). Estos 6 sectores tendrán el mismo comportamiento, en lo que respecta a decisiones en el consumo intermedio, demanda de factores, y producción. El mercado de bienes se verá capturado por una agregación en 6 productos de consumo, sin alterar la modelación de las decisiones en la importación y exportación de dichos bienes en las tres regiones origen y/o destino que conforman el sector exterior, así como la determinación de sus precios en el mercado nacional bajo condiciones de equilibrio walrasiano.

La información base sobre la cual se implementará el MEEGA será la Matriz de Contabilidad Social 2001 (MCS) con las modificaciones y agregaciones mencionadas. De igual forma, la información relacionada a las distintas tasas arancelarias, parámetros de elasticidad CES/CET y niveles de consumo mínimo que se utilizan en la elaboración y simulación de escenarios se mantienen sin mayores modificaciones (que no pasan de agregaciones) de las utilizadas en el modelo original.

La decisión referente al número de regiones que se adoptaron en el estudio se presenta a continuación.

### **3. Análisis de Clusters en la decisión de la composición regional para el MEEGA.**

Los análisis de clusters<sup>4</sup> y en particular el jerárquico (conocido también como joining-tree), constituyen una herramienta exploratoria del análisis multivariante útil para resolver problemas de clasificación. Su fin es desfragmentar un determinado grupo de individuos (personas, datos, eventos) en un conjunto mutuamente exclusivo de clusters desconocidos, en base a una serie de variables cuantitativas que los caracterizan. Esto permite que el grado de asociación sea fuerte entre los miembros pertenecientes a un mismo grupo, y débil entre miembros de distintos grupos. Es decir, la conformación de los clusters debe ser internamente próxima a ser homogénea y externamente próxima a ser heterogénea.

El proceso en que el análisis de clusters describe las clases a las cuales sus miembros pertenecen por similitud y/o diferencia, permite revelar la estructura y las asociaciones dentro de los datos, sin ninguna evidencia previa en su vinculación. Sus resultados a su vez pueden contribuir para la definición de

---

<sup>3</sup>Esta agregación del sistema económico se debe en especial, a la falta de información que permita desagregar por provincias, varios de los rubros de la Matriz de Contabilidad Social. Uno de ellos es el empleo de mano de obra.

<sup>4</sup>EL principal motivador en el desarrollo y empleo de esta herramienta multivariante fue Anderberg(1973)

un esquema de clasificación formal, de acuerdo a características previas que imponga el analista, hallando un criterio o forma en la disposición de los casos.

### 3.1. Descripción y Síntesis

Ecuador posee 22 provincias con una amplia gama de dinamismo, proximidad, desigualdad y similitud en algunos, o varios de sus movimientos monetarios y laborales. Un análisis con las 22 provincias resultaría complejo, pudiendo arrojar resultados confusos al momento de interpretar las interrelaciones que pueden contener. Es por ello que debe encontrarse la forma de agrupar las provincias por regiones características, que representen la distribución y estructura productiva de las 6 ramas de actividad que constituyen el sector privado del sistema económico a modelar; dejando de lado el esquema regional tradicional planteado por zonas geográficas.

Ahora bien, no solamente se pretende realizar una agregación por provincias de algunos de los rubros reales de la MCS o de los simulados por el MEEGA; si no también, se busca analizar las similitudes y/o diferencias de la distribución de los sectores productivos en cada una ellas. Por tal motivo, se propuso agrupar las provincias mediante el análisis de clusters jerárquico, de tal manera que dichos grupos sean homogéneos en *la distribución del valor agregado bruto por tipo de industria*.

### 3.2. Selección de los Niveles de Referencia

Los niveles de referencia en la conformación clusters consolidan lo que se conoce como el procesamiento de datos, el método y la medida de proximidad/similitud a emplear dentro del análisis.

La conglomeración de las provincias vía análisis multivariante, inicia agregando las provincias características en la explotación y refinación de petróleo (sector i6), por ser una actividad importante en la producción nacional, la cual representa en su totalidad alrededor del 13.6% de la economía ecuatoriana.<sup>5</sup> Las provincias que más aportan en este rubro se presentan en la gráfica 1.

Cuatro provincias, tres de ellas de la amazonía y una de la costa, aportan con más del 93% en la producción de explotación y refinación de petróleo, dejando al resto del país con una producción inferior al 7%. Esta constituye la primera agrupación que se considerará pero está conformada a partir de sus niveles de producción y no a través de su composición del valor agregado

---

<sup>5</sup>Cabe resaltar que la actividad más importante del sistema económico considerado en relación al PIB es el sector de servicios, ya que contribuye a este rubro con alrededor del 60%, según datos del 2001.

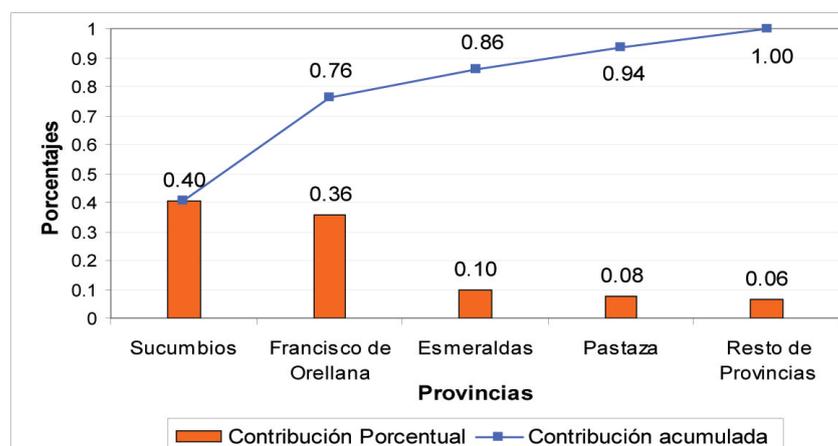


Figura 1: Distribución porcentual de la explotación y refinación de petróleo

en el sector de petróleo (como se planteó en la sección 3.1); esta convención además se basa en que los valores agregados son negativos ciertas provincias como Esmeraldas, en las que la producción a la que hace referencia esta actividad se encuentra subvalorada al estar a precios nacionales, en comparación al consumo intermedio que se encuentra a precios internacionales. El análisis de clusters excluye esta agrupación, a fin de que los valores negativos en su contribución al PIB no causen distorsión en los resultados.

Retomando el análisis del resto de provincias, se procedió a considerar las contribuciones porcentuales en las que los 6 sectores productivos aportan al valor agregado de cada una de dichas provincias, excluidas las cuatro del primer grupo. Posteriormente, se acogió como método de conglomeración dentro del análisis jerárquico de estos datos (método de Ward). Esta propuesta se fundamenta en la heterogeneidad de la estructura productiva en cada una de las provincias, las cuales se unen para conformar grupos homogéneos y compactos, en el sentido de que presentan menos variabilidad en las características de los miembros que los conforman. En otras palabras, las provincias se están agrupando por regiones que poseen similar estructura productiva entre si, considerando como criterio su proximidad a un patrón cada vez más característico de las mismas. El grado de proximidad establecido en este proceso fue la métrica euclidiana<sup>6</sup>.

<sup>6</sup>El uso de esta métrica es comúnmente expuesto en asuntos de variabilidad y estadística. Recordemos además que ésta métrica es un caso particular de la métrica de Minkowski, para el caso en el que su grado de extensión es igual a 2.

### 3.3. Conformación regional y agrupación

Una vez establecidos los niveles de referencia (procesamiento de datos, método y medida) en la conglomeración, se utilizó el método de análisis de clusters jerárquico en el conjunto de 18 provincias, fuera de las 4 que ya conforman una agrupación inicial en lo que se refiere a la actividad petrolera. La variable cuantitativa que se consideró para este proceso de decisión y clasificación, según el procesamiento de datos fueron las distribuciones porcentuales del valor agregado que posee cada provincia por tipo de industria, excluido el sector petrolífero.

El método de Ward sobre estas distribuciones consiste en una minimización de la varianza dentro de cada una de las agrupaciones, bajo el criterio de que la incorporación de un elemento cause el menor incremento en la varianza del grupo, teniendo en cuenta la medida euclidiana para la conglomeración que se adoptó. Después de un análisis exploratorio del dendograma<sup>7</sup> arrojado por este proceso, se pudo distinguir tres regiones o agrupaciones económicas detalladas en las columnas del cuadro 1.

Este cuadro presenta también la agrupación del sector petrolífero (agrupación No. 1)<sup>8</sup>. La provincia de Galápagos no posee ninguna asociación o vinculación con las distintas agrupaciones obtenidas al nivel de conglomeración previsto en el dendograma. Por dicha razón y además de suponer que una liberalización comercial afectará directamente la zona andina y aislará de un efecto (positivo o negativo) a esta provincia, su análisis se excluirá de este estudio. De esta manera, la conformación y disposición geográfica de las regiones según la tabla 3.3 se puede contemplar en la figura 2.

Estos resultados muestran que el análisis regional en base a zonas geográficas no arrojaría una buena agrupación de las provincias; si lo que se desea es agruparlas por tipo de estructura económica. Provincias como Carchi y Morona Santiago, o Cotopaxi y El Oro, no están dentro de la misma región geográfica, pero mantienen una similitud económica por la participación de cada sector en la generación de riqueza de la economía nacional y por ende en su estructura productiva y correspondiente tecnología. Sin embargo, surge una dificultad al tratar de interpretar los resultados sectorialmente, ya que si bien el análisis de clusters permite identificar agrupaciones de provincias de estructura productiva similar, tiene la limitación de no poder capturar precisa-

<sup>7</sup>El dendograma (conocido también como árbol jerárquico) es una representación gráfica del proceso de agrupamiento del análisis jerárquico, la cual permite identificar fácilmente el acercamiento o alejamiento de dos miembros en una clase mediante el uso de una ultramétrica.

<sup>8</sup>Se recuerda al lector que dicha agrupación no es resultado del proceso de conglomeración jerárquico empleado

Provincias	Agrup. 1	Agrup. 2	Agrup. 3	Agrup. 4
Azuay			•	
Bolívar		•		
Cañar				•
Carchi		•		
Cotopaxi				•
Chimborazo		•		
El Oro				•
Esmeraldas	•			
Guayas			•	
Imbabura		•		
Loja		•		
Los Ríos				•
Manabí			•	
Morona Santiago		•		
Napo		•		
Pastaza	•			
Pichincha			•	
Tungurahua			•	
Zamora Chinchipe		•		
Sucumbios	•			
Francisco de Orellana	•			

Cuadro 1: Agrupaciones económicas halladas en el Análisis de Clusters

mente en que sectores éstas son próximamente homogéneas. Para superar este inconveniente se optó por un Análisis de Componentes Principales (ACP)<sup>9</sup> en cada agrupación, con el objeto de capturar los factores o componentes de mayor representatividad en las distribuciones sectoriales del valor agregado que poseen sus provincias. Este análisis nos dará una noción de los sectores más significativos, considerando el aporte informativo que posee cada uno de ellos en la conformación de las componentes encontradas.

El ACP sobre las distribuciones mencionadas consideró que las componentes primordiales en la representación de la varianza total son aquellas que acumuladamente contribuyen en más del 80 %<sup>10</sup>. Mediante una indagación

<sup>9</sup>El objetivo central de un ACP (propuesto por Hotelling en 1933) es analizar la posibilidad de representar adecuadamente datos multivariantes con un número menor de variables construidas como combinaciones lineales de las originales, a costa de una pequeña pérdida de información.

<sup>10</sup>Esta regla proviene del principio de Pareto al considerar un conjunto de variables con

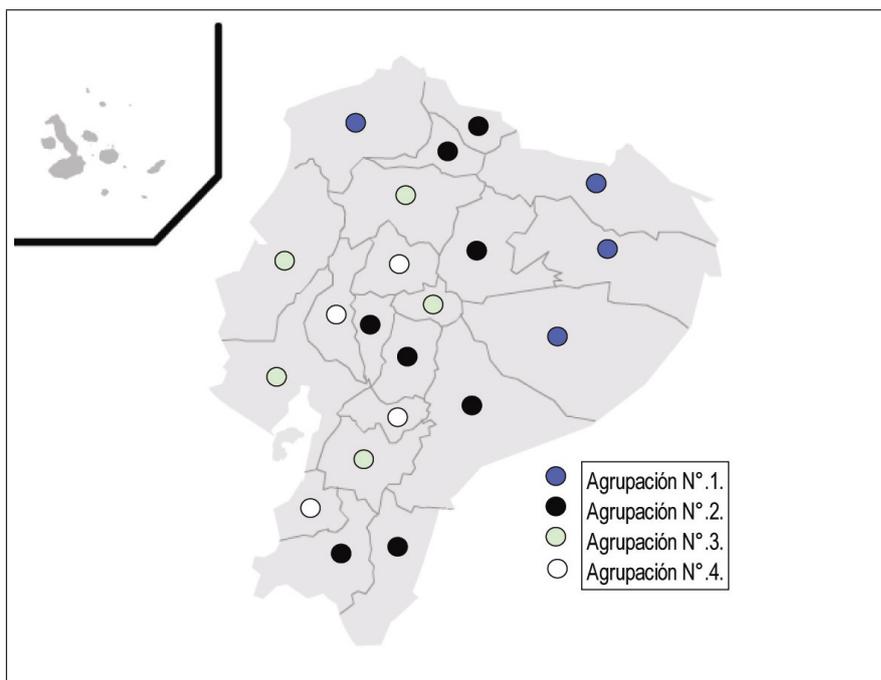


Figura 2: Disposición geográfica de la conformación de las regiones

de los resultados, este criterio permitió establecer en cada una de las 4 agrupaciones consideradas 2 factores principales. En la siguiente tabla se dispone en orden descendente de contribución, la composición de estas componentes por los sectores más relevantes en cada una de estas agrupaciones (sin contar con el sector petrolero (I-3)). Así mismo, se presenta el aporte informativo que representa cada factor en la varianza total del sistema.

Con el objeto de capturar los sectores más relevantes en la similitud y estructuración productiva de cada una de las agrupaciones, se considerará solo la primer componente, ya que como se observa es la de mayor peso dentro del ACP. Así por ejemplo, en la primera agrupación, aparte del sector de petróleo, existen otros sectores significativos. Estos sectores, a un nivel del 60% de variabilidad, llegan a ser en orden descendente de contribución el sector acuacultor (I-2), el sector de manufactura alimenticia (I-4) y el sector de manufactura no alimenticia (I-5). De la misma manera, la agrupación 4 por ejemplo posee

---

alta dependencia, en donde es frecuente que un pequeño número de nuevas variables (menos del 20% de las originales) expliquen la mayor parte (mas del 80% de la variabilidad original). Sin embargo el considerar esta regla es muy arbitrario y debe aplicarse con cierto cuidado.

Factores	Agrup. 1	Agrup. 2	Agrup. 3	Agrup. 4
Componente 1	I-2	I-4	I-2	I-4
	I-4	I-2	I-4	I-5
	I-5	I-1	I-6	I-2
<i>Aporte variacional</i>	<i>60 %</i>	<i>62 %</i>	<i>50 %</i>	<i>48 %</i>
Componente 2	I-1	I-6	I-1	I-1
	I-6	I-5	I-5	I-6
<i>Aporte variacional</i>	<i>35 %</i>	<i>26 %</i>	<i>30 %</i>	<i>36 %</i>

Cuadro 2: Aporte informativo de los sectores en cada una de las agrupaciones

similitudes a un nivel de representación informativa del 48 % con sectores como el sector de manufactura alimenticia (I-4), manufactura no alimenticia (I-5) y el sector acuacultor (I-2) en orden descendente de contribución.

Finalmente, la conformación de estas agrupaciones según el análisis de clusters jerárquicos es flexible al grado de agregación y asignación regional que se desee dentro del estudio del dendograma, como a los niveles de referencia en los que se levanta el análisis (procesamiento de datos, método y medida); para lo cual solo se necesita reiniciar el análisis de clusters para alguna modificación que se desee y posteriormente realizar el ajuste y balance respectivo de los datos que respondan a las nuevas agrupaciones encontradas.

#### 4. Máxima Entropía Relativa en la extensión regional del modelo.

El desarrollo y noción de la entropía en variables y procesos aleatorios<sup>11</sup>, de Claude Shannon, se dio en los inicios de la Teoría de la Información y de la Teoría Ergódica. Sus principios conformaron los pilares de la Escuela del Pensamiento Subjetivo, en donde las funciones de probabilidad (o densidad) eran meramente enfocadas desde un punto de vista epistemológico; es decir, eran consideradas como expresiones formales de la ignorancia o conocimiento humano relacionado a la expectativa que se posee a cerca del suceso de un evento. En otras palabras, la entropía de una variable aleatoria se vincula precisamente a su grado de incertidumbre o aleatoriedad, permitiendo establecer que tan informativa es ésta en relación a su función de probabilidad.

<sup>11</sup>El origen de entropía nace de la Física y Termodinámica, donde se la define como *una medida del desorden*

Por ejemplo, el evento de que salga cara o sello al lanzar una moneda se atribuye a una variable de Bernoulli, la cual es completamente aleatoria (entrópica) si se considera que ambos eventos tienen la misma probabilidad de suceder o no, conduciéndonos a un hecho de total incertidumbre. Sin embargo, si se considera que algunos de los lados de la moneda tiene una ‘ligera carga’ que haga que ésta tienda a caer más de ese lado que del otro, su comportamiento se verá predeterminado (menor incertidumbre) por una probabilidad mayor en obtener dicha cara, haciendo que sus lanzamientos sean “poco” aleatorios.

Posteriormente, E.T. Jaynes, en base a la teoría de Shannon, se enfrentó a la estadística objetiva planteando métodos en los que se Maximizaba la Entropía total o relativa<sup>12</sup> de un sistema; aumentando el sesgo entre el conocimiento y la incertidumbre para la estimación de funciones de probabilidad<sup>13</sup>. Su funcionamiento se norma en la filosofía de “*Usar toda la información que se dispone por el momento, pero no asumir cualquiera de ella que no lo esté.*” Este planteamiento de manera formal se enfoca en el hallazgo de la función de probabilidad de más alto grado de incertidumbre (entropía) que cumpla con ciertas restricciones o condiciones que establecen la información parcial o conocimiento previo que se dispone sobre el entorno o comportamiento de la variable en estudio. De forma más intuitiva, el principio de Máxima Entropía busca el comportamiento más inesperado y aleatorio de un evento, que responda a su vez a un conjunto de datos e interrelaciones del entorno que conocemos previamente.

En los últimos años, estos métodos han sido ampliamente utilizados y aplicados en la vida moderna, con distintas características dentro de su empleo en la economía, que van desde balances y ajustes en la MCS, frente a la evidencia de nueva información; hasta la estimación de parámetros de elasticidad CES y CET de un sistema económico bajo la estructura de equilibrio.

En este documento, la aplicación de estos métodos se centra en hallar la distribución regional y variacional de los efectos contrafactuales a los posibles escenarios que conllevarían un TLC entre Ecuador y Estados Unidos. El proceso propone una metodología para desagregar dichos efectos sobre las 4 regiones que el análisis clusters arrojó.

---

<sup>12</sup>La característica principal de la estimación mediante Máxima Entropía relativa es el uso eficiente de la información que se posee al considerar que se pueden actualizar las estimaciones frente la evidencia de nuevas modificaciones

<sup>13</sup>Históricamente, el primer método para la estimación de funciones de probabilidad fue elaborado por Laplace. Este establece: “*Todos los eventos de una variable aleatoria son igualmente posibles, al menos que no exista razón para pensar lo contrario.*”

#### 4.1. Metodología en la Distribución del Impacto-Caso Matricial

La metodología que se explicará en este apartado considerará por dado la existencia del sistema de información sobre la base del modelo de equilibrio general, representado en la figura 3. Dicho sistema maneja en principio el flujo de información que se posee *antes* de la simulación (*Equilibrio Base*) y *luego* de haber implementado una política comercial (*Equilibrio Contrafactual*), en referencia a un conjunto de rubros representados matricialmente, tanto *agregada* como *desagregadamente por regiones* en la economía.

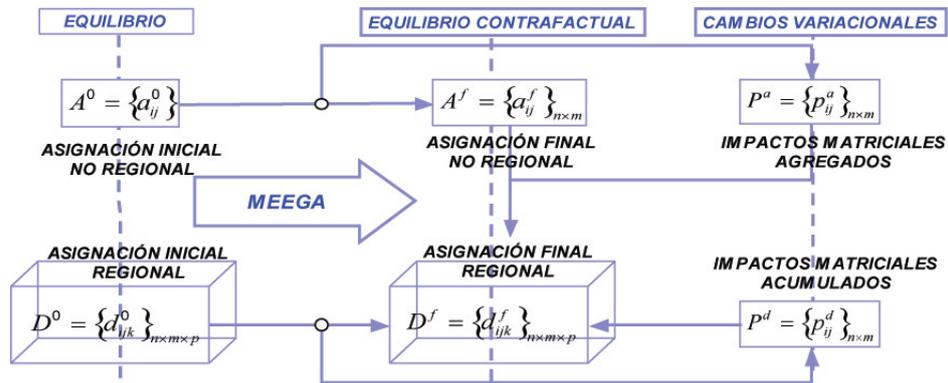


Figura 3: Flujo de Asignaciones e Impactos, Iniciales y Finales

Para entender la figura 3 se definen<sup>14</sup>:

- $n, m$  las dimensiones de agregación base de las matrices que entran en juego dentro del análisis.
- $p$  la dimensión de desagregación regional a obtenerse de las matrices.
- $A^0 = \{a_{ij}^0\}_{n \times m}$  la matriz de asignación<sup>15</sup> inicial del equilibrio base, la cual representa alguna submatriz de los rubros considerados en la MCS.
- $A^f = \{a_{ij}^f\}_{n \times m}$  la matriz de asignación final del equilibrio contrafactual, la cual captura los mismos rubros que la submatriz  $A^0$ , pero luego de efectuada la simulación de un escenario en el MEEGA.

<sup>14</sup>La terminología empleada se mantendrá de manera provisional antes de haber realizado una analogía y acoplamiento de la misma en función de los flujos y rubros económicos cuyas asignaciones o desagregaciones regionales nos interesará hallar.

<sup>15</sup>Las matrices de asignación se refieren a matrices en proporciones; es decir, son matrices que han sido previamente transformadas de manera que sus elementos sumen uno.

- $D^0 = \{d_{ijk}^0\}_{n \times m \times p}$  la matriz de asignación inicial desagregada por regiones del equilibrio base, la cual representa la distribución regional de la matriz  $A^0$ .
- $D^f = \{d_{ijk}^f\}_{n \times m \times p}$  la matriz de asignación final desagregada por regiones del equilibrio contrafactual, la cual en vinculación con el resto de componentes del sistema de información, constituye el objetivo de hallar en el problema.
- $P^a = \{p_{ij}^a\}_{n \times m}$  la matriz de cambios variacionales relativos entre las matrices  $A^0$  y  $A^f$ .
- $P^d = \{p_{ijk}^d\}_{n \times m \times p}$  la matriz de cambios variacionales relativos por regiones entre las matrices  $D^0$  y  $D^f$ .

Este sistema de información conecta por fases, primero las tendencias del equilibrio inicial (capturadas por las matrices  $A^0$  y  $D^0$ ), luego la simulación de escenarios (capturada por la matriz de resultados  $A^f$ ) y finalmente el análisis variacional (capturado por las matrices  $P^a$  y  $P^d$ ), en un entorno informativo disponible para hallar la distribución regional luego de efectuado el impacto (representada por la matriz  $D^f$ ). Este sistema se basa también en las interrelaciones y comportamientos óptimos de los agentes económicos, modelados en su conjunto por el MEEGA.

La metodología debe considerar el uso eficiente del entorno informativo explicado, para poder repartir o asignar regionalmente, los resultados contrafactuales del modelo para cualquier rubro en particular. Intuitivamente, dicho entorno en términos cognocitivos puede reagruparse de la siguiente forma:

- ✠.1 *Conocimiento previo en la asignación regional.* Esta información constituye la matriz  $D^0$ , y proporciona la intuición de cómo pueden distribuirse las variaciones regionales luego de efectuada la simulación.
- ✠.2 *Conocimiento previo en la asignación agregada.* Esta información constituye la matriz  $A^0$ , y representa el pilar para el análisis variacional, que en conjunto con  $A^f$  dará como resultado  $P^a$ .
- ✠.3 *Conocimiento posterior en la asignación agregada.* Esta información constituye la matriz  $A^f$ , y representa tanto el entorno móvil para la asignación regional contrafactual  $D^f$ , como para el análisis variacional que dará como resultado  $P^d$ .
- ✠.4 *Conocimiento posterior variacional en la asignación regional.* Esta información se encuentra relacionada con las matrices  $P^a$  y  $P^d$ , y permite

establecer la rigidez en la estimación de la asignación regional contrafactual  $D^f$  al condicionar su posible desplazamiento del equilibrio inicial con los cambios experimentados a nivel nacional.

Toda esta información se encontrará representada por restricciones que delimitarán todo el conocimiento disponible hasta el momento. Desde este punto de vista, la información que desconocemos conforma la incertidumbre relacionada a la determinación de la matriz de asignación regional contrafactual  $D^f$ , la cual según Jaynes, debe ser altamente ignorada (o aleatorizada) dentro del proceso de estimación, a fin de que haga uso eficiente del entorno informativo establecido por las instancias [X.1]-[X.4]. De manera equivalente, el problema de estimación se centra en hallar una modificación mínima de la asignación regional base que responda a la información previa (Equilibrio Base) y a las simulaciones realizadas (Equilibrio Contrafactual), tanto agregada y desagregada por regiones, como a las ecuaciones de balance que respondan al equilibrio respectivo.

Una medida que permite cuantificar consistentemente, de acuerdo a la intuición humana (según Shannon), la incertidumbre en el proceso de estimación es la entropía relativa.<sup>16</sup>

$$H(D^f/D^0) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^p d_{ijk}^f \ln \frac{d_{ijk}^f}{d_{ijk}^0} \quad (1)$$

Hay que resaltar que esta medida incluye desde ya la información de la instancia [X.1].

El entorno móvil planteado en la instancia [X.3] se verá interpretada como la libre distribución en la asignación del impacto simulado por el MEEGA, para cada una de las regiones consideradas en el modelo. Esta condición puede representarse mediante el siguiente sistema de ecuaciones:

$$\sum_{k=1}^p d_{ijk}^f = a_{ij}^f \quad \forall 1 \leq i \leq n \quad \forall 1 \leq j \leq m \quad (2)$$

<sup>16</sup>Esta medida también es conocida como la negativa de la pseudo-distancia de Kull-Leiber. Otra medida alternativa para valorar la incertidumbre motivada por argumentos estadísticos, es la medida de Liberman, la cual se establece como una función cuadrática ponderada de las diferencias entre las asignaciones de  $D^f$  y  $D^0$  para el caso de la presente metodología. Es decir:

$$H(D^f/D^0) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^p \frac{(d_{ijk}^f - d_{ijk}^0)^2}{d_{ijk}^0}$$

Un característica importante en el uso de esta medida es su convergencia en series de Taylor a la entropía relativa para valores muy cercanos a los preestablecidos inicialmente en la asignación.

Por otro lado, con el propósito de que la asignación regional contrafactual posea un comportamiento en su distribución característico del desplazamiento del equilibrio simulado, debe incorporarse la información relacionada a la instancia [X.4] (incluyendo aquella del punto [X.1] y [X.2]). De esta manera, se consigue que las variaciones relativas por regiones (representadas por  $P^d$ ) acumuladamente tengan patrones de rigidez dados por las variaciones relativas simuladas por el MEEGA (representadas por  $P^a$ ). En este ámbito, se definen primero los elementos de  $P^d$  y  $P^a$ :

$$p_{ij}^a = \frac{a_{ij}^f - a_{ij}^0}{a_{ij}^0} \quad \forall 1 \leq i \leq n \quad \forall 1 \leq j \leq m \quad (3)$$

$$p_{ijk}^d = \frac{d_{ijk}^f - d_{ijk}^0}{d_{ijk}^0} \quad \forall 1 \leq i \leq n \quad \forall 1 \leq j \leq m \quad \forall 1 \leq k \leq p \quad (4)$$

Para poder relacionar ambas definiciones, se emplean las desigualdades de Gibbs<sup>17</sup> en las variaciones relativas por región (ecuación (4)) para obtener las siguientes cotas en su distribución:

$$\ln(p_{ijk}^d - 1) \leq p_{ijk}^d \quad \forall 1 \leq i \leq n \quad \forall 1 \leq j \leq m \quad \forall 1 \leq k \leq p \quad (5)$$

$$\ln(p_{ijk}^d - 1) \geq \frac{p_{ijk}^d}{p_{ijk}^d - 1} \quad \forall 1 \leq i \leq n \quad \forall 1 \leq j \leq m \quad \forall 1 \leq k \leq p$$

Estos límites, a fin de ser útiles, deben considerar las variaciones relativas definidas por la ecuación (3), ya que es claro que la variación relativa desagregada  $P^d$  se desconoce y es aquella que se quiere encontrar a través de la búsqueda de  $D^f$ . Por lo tanto, realizando una suma en el índice  $k$  de la ecuación (5), se pueden obtener las siguientes desigualdades:

$$\sum_{k=1}^p d_{ijk}^0 \ln(p_{ijk}^d - 1) \leq \sum_{k=1}^p (d_{ijk}^f - d_{ijk}^0) = p_{ij}^a a_{ij}^0 \quad \forall 1 \leq i \leq n \quad \forall 1 \leq j \leq m \quad (6)$$

$$\sum_{k=1}^p d_{ijk}^f \ln(p_{ijk}^d - 1) \geq \sum_{k=1}^p (d_{ijk}^f - d_{ijk}^0) = p_{ij}^a a_{ij}^0 \quad \forall 1 \leq i \leq n \quad \forall 1 \leq j \leq m$$

<sup>17</sup>Las desigualdades de Gibbs vienen dadas por:

$$\begin{aligned} \ln(x) &\leq (x - 1) \quad \forall x \geq 0 \\ \ln(y) &\geq \frac{y - 1}{y} \quad \forall y > 0 \end{aligned}$$

o lo que es lo mismo:

$$\sum_{k=1}^p d_{ijk}^0 \ln\left(\frac{d_{ijk}^f}{d_{ijk}^0}\right) \leq p_{ij}^a a_{ij}^0 \quad \forall 1 \leq i \leq n \quad \forall 1 \leq j \leq m$$

$$\sum_{k=1}^p d_{ijk}^f \ln\left(\frac{d_{ijk}^f}{d_{ijk}^0}\right) \geq p_{ij}^a a_{ij}^0 \quad \forall 1 \leq i \leq n \quad \forall 1 \leq j \leq m$$
(7)

Estas desigualdades capturan la información en variación contrafactual del equilibrio base y demarcan el sendero para la asignación regional conforme a dicha variación, *acotando el rango en el que puede variar la incertidumbre medida por la ecuación (1)*. El paso de la ecuación (6) a (7) implica que la definición de la matriz  $P^d$  dentro del proceso de estimación, solo sirve de recurso matemático para establecer la inclusión de  $P^a$  como cuantía de información en la identificación de las relaciones existentes entre la asignación contrafactual  $D^f$  y el impacto simulado  $A^f$ .<sup>18</sup> Por esta razón, resulta innecesario incluir  $P^d$

El proceso descrito plantea y formula un problema de optimización, en el cual se debe maximizar la entropía relativa (1), bajo las restricciones de información disponible (2),(3), y (7) que definen el entorno sobre el cual se delimita la estimación de las asignaciones regionales; es decir:

$$\begin{aligned} \text{máx} \quad & - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^p d_{ijk}^f \ln\left(\frac{d_{ijk}^f}{d_{ijk}^0}\right) \\ & \sum_{k=1}^p d_{ijk}^f = a_{ij}^f \quad \forall 1 \leq i \leq n \quad \forall 1 \leq j \leq m \\ & p_{ij}^a = \frac{a_{ij}^f - a_{ij}^0}{a_{ij}^0} \quad \forall 1 \leq i \leq n \quad \forall 1 \leq j \leq m \\ & \sum_{k=1}^p d_{ijk}^0 \ln\left(\frac{d_{ijk}^f}{d_{ijk}^0}\right) \leq p_{ij}^a a_{ij}^0 \quad \forall 1 \leq i \leq n \quad \forall 1 \leq j \leq m \quad (8) \\ & \sum_{k=1}^p d_{ijk}^f \ln\left(\frac{d_{ijk}^f}{d_{ijk}^0}\right) \geq p_{ij}^a a_{ij}^0 \quad \forall 1 \leq i \leq n \quad \forall 1 \leq j \leq m \\ & d_{ijk}^f \geq 0 \quad \forall 1 \leq i \leq n \quad \forall 1 \leq j \leq m \quad \forall 1 \leq k \leq p \end{aligned}$$

<sup>18</sup>Estos contrastes justifican el uso eficiente de la medida de Shannon frente a la de Liberman, al poseer implícitamente características propias de la variación relativa resultante del proceso de simulación.

En este problema hay que recordar que las únicas variables son las distribuciones  $d_{ijk}^f$ , mientras que el resto se predeterminan exógenamente por el entorno informativo analizado. Su solución es bastante complicada desde un punto de vista formal, sin embargo en esta gran gama de problemas se tiene ya garantizado su existencia y unicidad<sup>19</sup>. El problema (8) se considerará resuelto una vez programado en la interfaz GAMS.

Para ejemplificar el uso de la metodología hasta aquí descrita, consideremos parte de la generación del ingreso de un sistema económico cualquiera, correspondiente al pago del empleo de mano de obra. Dicho sistema se encuentra constituido por 2 sectores productivos y un mercado laboral con dos tipos de factores: remuneraciones (trabajo formal) e ingreso mixto (trabajo informal). A su vez, el sistema se encuentra desfragmentado en dos regiones representativas sobre las cuales se quiere repartir el impacto simulado por el MEEGA. Entonces, basándonos en la notación empleada (seguida entre paréntesis por *mlg*, para identificar que el rubro a estimar forma parte del *mercado laboral en la generación del ingreso primario del sector privado*) y considerando las dimensiones en el análisis  $n = 2$  (tipo de mano de obra),  $m = 2$  (número de sectores) y  $p = 2$  (número de regiones), establecemos el siguiente sistema de información<sup>20</sup>:

**Matriz inicial agregada  $A^0(mlg)$**

<i>Mano de Obra</i>	<i>Sector. 1</i>	<i>Sector. 2</i>
<i>Trabajo formal</i>	100 $(a_{11}^0(mlg) = 0.2)$	150 $1(a_{12}^0(mlg) = 0.3)$
<i>Trabajo informal</i>	200 $(a_{21}^0(mlg) = 0.4)$	50 $(a_{22}^0(mlg) = 0.1)$

Resumiendo brevemente las características de cada matriz; la matriz  $A^0(mlg)$  considera el pago que realiza cada uno de los sectores (Sector 1 y Sector 2) a los diferentes tipos de mano de obra (formal e informal) que emplea en su proceso productivo. La matriz  $D^0(mlg)$  considera el reparto regional de la matriz  $A^0(mlg)$  que inicialmente se tiene para las dos regiones (Region 1 y Region 2). La matriz  $A^f(mlg)$  representa el impacto, tras la simulación en el MEEGA, que desplaza los valores iniciales de la matriz  $A^0(mlg)$  en variaciones relativas dadas por la matriz  $P^a(mlg)$ .

<sup>19</sup>Information Theory and Statitiscal of Mechanics, *E.T. Jaynes*, Washington University

<sup>20</sup>Los datos entre paréntesis son las asignaciones porcentuales de cada una de las celdas al total respectivo de su matriz. Hay que recordar que estos valores son los que deben ser considerados en la metodología (y no los otros), a fin de trabajar con distribuciones.

**Matriz inicial desagregada  $D^0(mlg)$** 

Regiones	Mano de Obra	Sector. 1	Sector. 2
Region 1	Trabajo formal	25 ( $d_{111}^0(mlg) = 0.05$ )	100 ( $d_{121}^0(mlg) = 0.2$ )
	Trabajo informal	80 ( $d_{211}^0(mlg) = 0.16$ )	35 ( $d_{221}^0(mlg) = 0.07$ )
Region 2	Trabajo formal	75 ( $d_{112}^0(mlg) = 0.015$ )	50 ( $d_{122}^0(mlg) = 0.1$ )
	Trabajo informal	120 ( $d_{212}^0(mlg) = 0.24$ )	15 ( $d_{222}^0(mlg) = 0.03$ )

**Matriz contrafactual agregada  $A^f(mlg)$** 

Mano de Obra	Sector. 1	Sector. 2
Trabajo formal	120 ( $a_{11}^f(mlg) = 0.230$ )	140 ( $a_{12}^f(mlg) = 0.269$ )
Trabajo informal	190 ( $a_{21}^f(mlg) = 0.365$ )	70 ( $a_{22}^f(mlg) = 0.134$ )

**Matriz de variación contrafactual  $P^a(mlg)$** 

Mano de Obra	Sector. 1	Sector. 2
Trabajo formal	$p_{11}^a(mlg) = 0.2$	$p_{12}^a(mlg) = -0.66$
Trabajo informal	$p_{21}^a(mlg) = -0.05$	$p_{22}^a(mlg) = 0.4$

Dado el sistema de información para este ejemplo y recordando que el objetivo en él es hallar la asignación regional contrafactual del pago de mano de obra que realizan los sectores productivos en cada una de las regiones (matriz  $D^f(mlg)$ ); el problema (8) toma los valores entre paréntesis de las tablas anteriores, para luego ser resuelto computacionalmente.

## 4.2. Metodología en la desagregación del Impacto-Caso Vectorial

Existen algunos casos en los que a pesar de poseer la información adecuada para emplear la metodología en la distribución del impacto-caso matricial; no se posee la suficiente a un nivel de desagregación regional inicial tan basto. Muchas de las veces lo único que se tiene como referencia de otras fuentes es el nivel de desagregación regional de los totales (sean filas o columnas) de la

**Matriz contrafactual desagregada  $D^f(mlg)$** 

Regiones	Mano de Obra	Sector. 1	Sector. 2
Region 1	Trabajo formal ( $d_{111}^f(mlg) = 0.057$ )	30 ( $d_{121}^f(mlg) = 0.179$ )	93.33
	Trabajo informal ( $d_{211}^f(mlg) = 0.146$ )	76 ( $d_{221}^f(mlg) = 0.094$ )	49
Region 2	Trabajo formal ( $d_{112}^f(mlg) = 0.173$ )	90 ( $d_{122}^f(mlg) = 0.089$ )	46.66
	Trabajo informal ( $d_{212}^f(mlg) = 0.219$ )	114 ( $d_{222}^f(mlg) = 0.040$ )	21

matriz de interés.

En este caso, la metodología anterior mostrada en la sección (4.1) no se altera en gran forma, ya que lo único que se modifica de ésta son las dimensiones del análisis, restringiéndose únicamente a la desagregación regional de los totales, ya sean fila o columna, representados *vectorialmente*. De esta manera, dirigiendo nuestra atención a la asignación o reparto regional de vectores, y considerando la misma funcionalidad del sistema de información provisto por el esquema (3), podemos redefinir como:

- $n$  la dimensión de agregación base de los vectores que entran en juego dentro del análisis.
- $p$  la dimensión de desagregación regional a obtenerse de los vectores.
- $A^0 = \{a_i^0\}_{n \times 1}$  el vector de asignación<sup>21</sup> inicial del equilibrio base, el cual representa algún vector de totales (fila o columna) de los rubros en la MCS.
- $A^f = \{a_i^f\}_{n \times 1}$  el vector de asignación final del equilibrio contrafactual, el cual captura los mismos totales que el vector  $A^0$ , pero luego de efectuada la simulación de un escenario en el MEEGA.
- $D^0 = \{d_{ik}^0\}_{n \times p}$  la matriz de asignación inicial desagregada por regiones del equilibrio base, la cual representa la distribución regional del vector de totales  $A^0$ .
- $D^f = \{d_{ik}^f\}_{n \times p}$  la matriz de asignación final desagregada por regiones del equilibrio contrafactual, la cual en vinculación con el resto de componentes del sistema, constituye el objetivo de hallar en el problema.

<sup>21</sup>Los vectores de asignación son análogos a las matrices de asignación, pero una sola dimensión

- $P^a = \{p_i^a\}_{n \times 1}$  el vector de cambios variacionales relativos entre los vectores  $A^0$  y  $A^f$
- $P^d = \{p_{ik}^d\}_{n \times p}$  la matriz de cambios variacionales relativos por regiones entre las matrices  $D^0$  y  $D^f$

Siguiendo la misma tendencia de la metodología anterior y considerando las mismas cuantías de información establecidas por [X.1]-[X.4] en una sola dimensión, redefinimos como medida de ignorancia (o aleatoriedad) en la asignación regional  $D^f$  (análoga a la ecuación (1)) a la función:

$$H(D^f/D^0) = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^p d_{ijk}^f \ln \frac{d_{ik}^f}{d_{ik}^0} \quad (9)$$

la cual se busca maximizar dentro del entorno de información que se posee con respecto a la movilidad en la distribución o repartición regional de los vectores, representado por el sistema:

$$\sum_{k=1}^p d_{ik}^f = a_i^f \quad \forall 1 \leq i \leq n \quad (10)$$

y al entorno de información que plantea la rigidez en la distribución, considerando el efecto variacional resultante de las simulaciones; es decir:

$$p_i^a = \frac{a_i^f - a_i^0}{a_i^0} \quad \forall 1 \leq i \leq n \quad (11)$$

$$\sum_{k=1}^p d_{ik}^0 \ln \left( \frac{d_{ik}^f}{d_{ik}^0} \right) \leq p_i^a a_i^0 \quad \forall 1 \leq i \leq n \quad (12)$$

$$\sum_{k=1}^p d_{ik}^f \ln \left( \frac{d_{ik}^f}{d_{ik}^0} \right) \geq p_i^a a_i^0 \quad \forall 1 \leq i \leq n$$

De esta manera, el problema en la asignación vectorial contrafactual por regiones para el caso vectorial, se puede formular mediante el siguiente problema de optimización:

$$\begin{aligned}
\text{máx} \quad & - \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^p d_{ik}^f \ln\left(\frac{d_{ik}^f}{d_{ik}^0}\right) \\
& \sum_{k=1}^p d_{ik}^f = a_i^f \quad \forall 1 \leq i \leq n \\
p_i^a = & \frac{a_i^f - a_i^0}{a_i^0} \quad \forall 1 \leq i \leq n \\
& \sum_{k=1}^p d_{ik}^0 \ln\left(\frac{d_{ik}^f}{d_{ik}^0}\right) \leq p_i^a a_i^0 \quad \forall 1 \leq i \leq n \\
& \sum_{k=1}^p d_{ik}^f \ln\left(\frac{d_{ik}^f}{d_{ik}^0}\right) \geq p_i^a a_i^0 \quad \forall 1 \leq i \leq n \\
d_{ik}^f \geq & 0 \quad \forall 1 \leq i \leq n \quad \forall 1 \leq k \leq p
\end{aligned} \tag{13}$$

Esta metodología se plantea como alternativa a la anterior, en el caso de que no se pueda dar una asignación matricial contrafactual por regiones, debido a la escasez de información inicial a un nivel de desagregación más profundo.

### 4.3. Adaptación del proceso de distribución regional entrópica en el MEEGA

Una vez entendido el funcionamiento del principio de máxima entropía relativa con respecto al mecanismo de desagregación regional (sea matricial o vectorial) de una simulación realizada por el MEEGA, se tiene que acoplar su diseño a la estructura y variables del modelo, como a sus respectivos flujos en la MCS, a fin de completar el proceso de estimación en la asignación regional. No obstante, debido a las limitaciones en la información inicial desagregada por regiones, el análisis sólo puede cubrir una parte del sistema económico planteado en la sección 2.

Siguiendo los delineamientos de la notación planteada en la sección 4 (seguida entre paréntesis por un identificador asociado a la variable de interés) y el entorno informativo planteado en el figura 3 (considerando las instancias de información [X.1]-[X.4]); se propuso realizar la descomposición de los siguientes flujos económicos en las cuatro regiones encontradas en la sección 3:

<p>CASO VECTORIAL</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Producción total por sector productivo (<i>prt</i>)</li> <li>✓ Consumo intermedio total por sector productivo (<i>cit</i>)</li> </ul> <p>CASO MATRICIAL</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Mercado laboral en la generación del ingreso primario por sector productivo (<i>mlg</i>)</li> <li>✓ Distribución del ingreso primario por tipo de hogar (<i>dip</i>)</li> </ul>
---

Cuadro 3: Flujos considerados en el proceso de asignación regional

El objetivo en cada uno de estos flujos es hallar o estimar la asignación regional contrafactual luego de efectuada la implantación de un escenario comercial, que en conjunto conforman las *variables de interés dentro del problema*. Los flujos responden a dimensiones (sean matriciales o vectoriales) propias de su estructuración y análisis; por ejemplo, la distribución del ingreso primario posee dimensiones matriciales en filas de 10 tipos de hogares (sean urbanos o rurales, y por nivel de ingreso) y en columnas del tipo de mano de obra que ofertan (sea formal e informal, tanto calificado como no calificado).

La distribución regional de todos estos flujos económicos debe considerar un factor adicional, que es la vinculación de las distribuciones en una economía de balance; tal como lo presenta la estructura de la Matriz de Contabilidad Social y la del MEEGA. Esta correspondencia no fue incorporada en el entorno informativo de los procesos de distribución entrópica, debido a que las estimaciones de la asignación regional se consideraban como casos separados e independientes. Por tal motivo, se debe incluir el dinamismo del sistema económico bajo una estructura de compensación (equilibrio), para poder construir la información (o contraste pertinente) que interrelacione en este sentido la estimación a nivel regional de los flujos económicos presentes en el cuadro 4.3.

De forma más concreta, esta información expresa la igualdad de los flujos monetarios regionales tras las simulaciones arrojadas por el MEEGA. Por lo tanto, la nueva restricción dentro de nuestro entorno informativo asociado a una economía de balance, es:

$$d_{ik}^f(prt) = d_{ik}^f(cit) + \sum_{l \in L} d_{lik}^f(mlg) + ebe_{ik}^f + imp_{ik}^f$$

$$\forall 1 \leq i \leq 6 \quad \forall 1 \leq k \leq 4$$
(14)

$$\sum_{i=1}^6 d_{lik}^f(mlg) + vantrandx_{lk}^f = \sum_{h \in H} d_{hlk}^f(dip) + vantranalex_{lk}^f$$

$$\forall 1 \leq k \leq 4 \quad \forall l \in L$$

Según estas ecuaciones, la incertidumbre en la estimación de las variables de interés en cada uno de los procesos de distribución entrópica está relacionada; haciendo de todo el proceso una optimización conjunta y simultánea, que puede simplificarse en maximizar la incertidumbre acumulada de todas las variables bajo las restricciones que hemos establecido (incluyendo la restricción (14)) como nuestro entorno informativo. Cabe resaltar que la ecuación (14) incluye el Excedente Bruto de Explotación  $ebe_{ik}^f$  y los Impuestos indirectos sobre la producción  $imp_{ik}^f$  ya redistribuidos de manera aproximada, según la distribución del ingreso generado por el empleo de mano de obra del sector productivo en cada una de las agrupaciones. Así mismo, esta ecuación incorpora las transferencias desde el exterior  $vantrandx_{lk}^f$  y hacia el exterior  $vantranalex_{lk}^f$  redistribuidas según la asignación de este ingreso por tipo de hogar y región al que pertenece la mano de obra.<sup>22</sup>

A continuación, se ilustra gráficamente la funcionalidad que simultáneamente adquiere el proceso de estimación regional de todas las asignaciones concontractuales consideradas:

---

<sup>22</sup>El Apéndice 8.2. presenta el problema general que envuelve el ajuste y la asignación regional de los flujos económicos del cuadro 4.3, formulado según las metodologías planteadas en la sección 4).

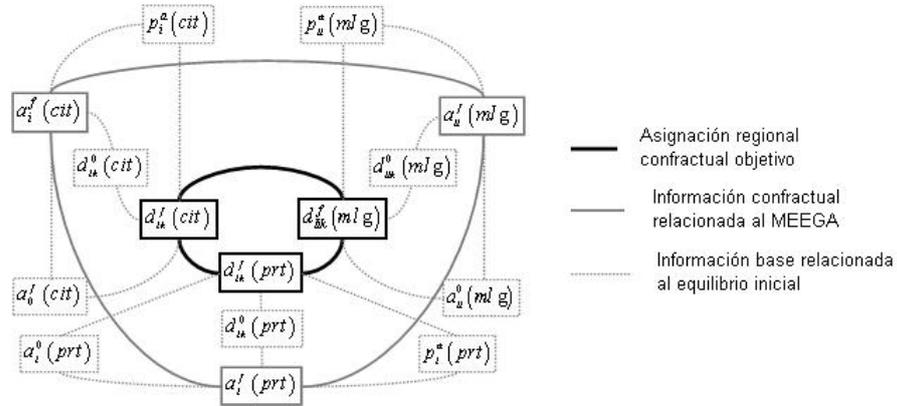


Figura 4: Funcionalidad en la asignación regional dentro del sector privado

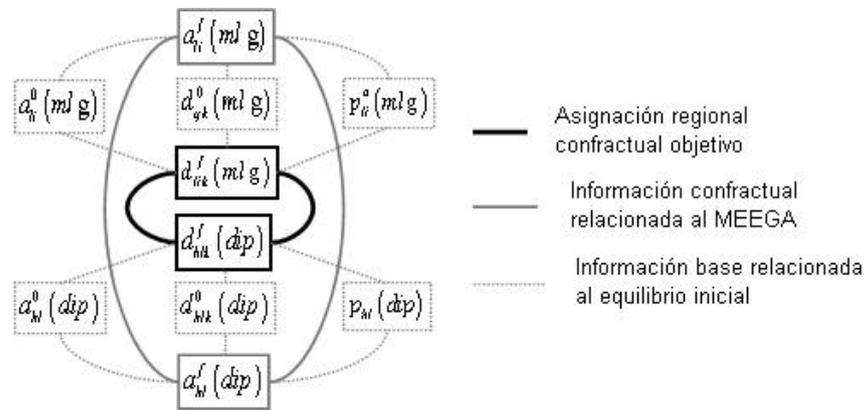


Figura 5: Funcionalidad en la asignación regional dentro del ingreso primario

La gráfica 4 hace referencia a las asignaciones simuladas a nivel regional del aparato productivo, en lo que respecta al consumo intermedio total ( $d_{ik}^f(cit)$ ), producción total ( $d_{ik}^f(prt)$ ) y pago del trabajo formal e informal empleado ( $d_{ik}^f(mlg)$ ) (ya sea calificado y no calificado). Estas distribuciones se contrastan con sus valores reales ( $d_{ik}^0(cit)$ ,  $d_{ik}^0(prt)$  y  $d_{ik}^0(mlg)$ ), respectivamente) a fin de mantener lo más próximo posible la estructura regional adoptada. Estas confrontaciones a su vez permitirán establecer regionalmente las variaciones contrafactuales en las que el sector productivo cambia ante la implantación de una política comercial; las cuales deben considerar el desplazamiento relativo ( $p_i^a(cit)$ ,  $p_i^a(prt)$  y  $p_i^a(mlg)$ ) del equilibrio inicial ( $a_i^f(cit)$ ,  $a_i^f(prt)$  y  $a_i^f(mlg)$ ), así como su libre oscilación condicionada a dicho cambio.

Cosa similar se explica en la figura 5, en donde el proceso de estimación se centra en hallar las asignaciones regionales en la distribución del ingreso primario generado por la mano de obra ofertada en cada uno de los hogares ( $d_{hik}^f(dip)$ ), sean urbanos o rurales y por nivel de ingreso. Dicha distribución esta vinculada con la determinación de los flujos económicos considerados dentro de la funcionalidad observada en el gráfico 4 (en especial con  $d_{lik}^f(mlg)$ ), así como a las posibles variaciones contrafactuales simuladas por el MEEGA ( $p_{hi}^a(dip)$ ) y a la intuición que se tiene acerca de su distribución en las distintas regiones que se posee ( $d_{hik}^0(dip)$ ).

## 5. Descripción y compilación inicial de la base de datos

La asignación regional inicial de la variable a desagregar, brinda información a la posible distribución o repartición de un impacto luego de efectuado la simulación de un escenario. Dicha asignación (que conforma la instancia de información [X.1] establecida en la sección 4.1) constituye la fuente de información más importante dentro de la estimación por máxima entropía; por lo cual su grado de coherencia y precisión debe ser juzgado empíricamente a fin de obtener resultados confiables y representativos.

La información comprende la producción y consumo intermedio total por sector (provista por el Sistema de Cuentas Provinciales); y la PEA utilizada (Encuesta a Hogares y Encuesta de Empleo y Desempleo 2001) característica a cada tipo de mano de obra (formal e informal) de cada rama de actividad de la economía (en lo que respecta a la generación del ingreso primario), y a cada tipo de hogar (en lo que respecta a la asignación del ingreso primario). Esta fuente de datos debe ser coherente en el equilibrio inicial con la estimación de la asignación regional que se pretende realizar; esto es, debe responder a las ecuaciones de compensación (14), de manera que se pueda levantar un análisis contrafactual a partir de un equilibrio inicial capturado por el balance que implican dichas ecuaciones.<sup>23</sup>

Como se indicó en la sección 2, la estructura del sistema económico que se emplea en la estimación de la asignación regional comprende la estructura de

---

<sup>23</sup>Para este efecto, todo el proceso detallado para la distribución del impacto tanto a nivel matricial como vectorial, debe aplicarse en primera instancia a la base inicial de datos (sin considerar la simulación de ningún escenario), a fin de reconstruirla en la manera que represente una economía balanceada por regiones. Una idea sencilla y similar de este proceso es pensar que toda la base de datos se equipara bипроporcionalmente mediante el empleo de un método RAS.

Modelo de Equilibrio General para el Ecuador planteado por Pérez y Acosta, más la extensión de la dinámica del mercado laboral planteada por Sánchez y Ramírez. Esto hace que la técnica en la estimación de las asignaciones regionales se acople como un módulo complementario en la implementación del MEEGA, considerando el desplazamiento del equilibrio inicial y la asignación regional inicial de los flujos económicos considerados.

## 6. Simulaciones y resultados

Las siguientes simulaciones fueron hechas:

1. Un escenario de TLC. Es decir, se asume que luego de la firma del acuerdo con los Estados Unidos, se procederá a una desgravación total para los bienes importados y exportados por el Ecuador.
2. Un escenario de desgravación parcial a 5 años en los bienes de la canasta respectiva.
3. Un escenario de NO TLC. Es decir, este escenario se plantearía en caso de que no se llegue a ningún acuerdo comercial, y con ello el Ecuador pierde los beneficios del ATPDEA.

### 6.1. Efectos en la Producción Sectorial

En la sección 3.3 se conformó, mediante el análisis clusters, las regiones económicas del Ecuador, las cuales serían la base para el cual se realizarían las simulaciones de las distintas políticas comerciales. Estas agrupaciones mostradas en el cuadro 1, reflejaban cuatro regiones, en donde la primera de ellas esta conformada por las provincias que generan el 94 por ciento de la producción petrolera.<sup>24</sup> De acuerdo al modelo regional planteado, a continuación se realiza el análisis del efecto de los distintos escenarios, sobre la producción<sup>25</sup>.

En todas las regiones se observa que la presencia del TLC incrementa la producción del sector acuícola (*i2*). Esto se debe a que cada región posee provincias costeras, las cuales generan producción de este tipo. Además, a pesar de que la región dos esta formada por provincias de la sierra y oriente, estas provincias muestran estructuras productivas cuya materia prima es el pescado que incentiva a la mayor producción en dicha región. De igual manera, el sector de manufactura alimenticia (*i4*), muestra un leve incremento en la producción con el TLC. Este incremento se sustenta por el hecho de que en las rondas de negociación se ha incorporado la exportación, a arancel cero, de productos

---

<sup>24</sup>Ver Figura 1.

<sup>25</sup>Los 6 sectores muestran niveles de producción positivos para cada una de las regiones

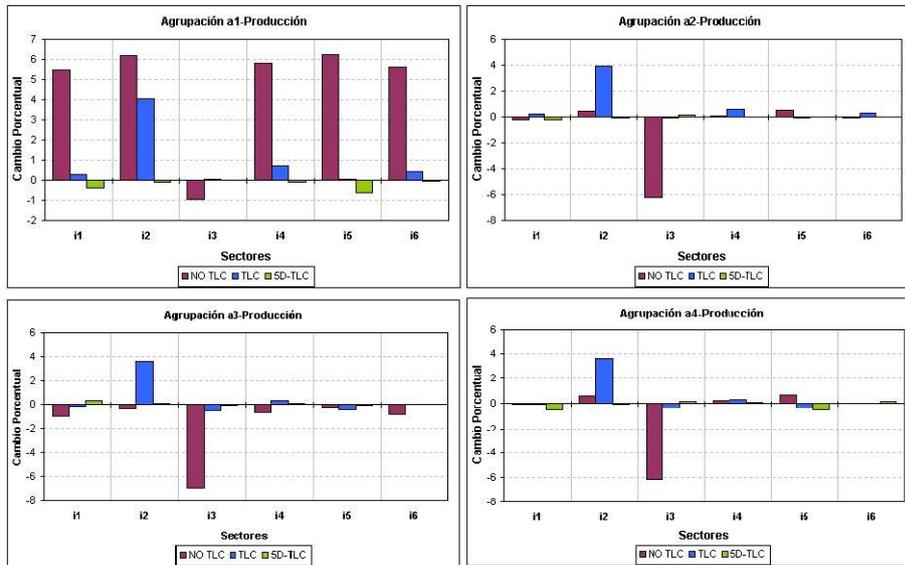


Figura 6: Producción por Industria y por Región

alimenticios que se manufacturen en el Ecuador.

En cuanto al sector agrícola (*i1*), la presencia del TLC, apenas mejora los niveles de producción. Esto es comprensible puesto que las flores incluidas en dicho sector, constituyen parte de los productos que en la actualidad ya se favorecen del ATPDEA con aranceles cero. Por su parte, la firma del tratado no afecta a la producción del sector petrolífero. Además, en todas las regiones, se nota un claro crecimiento en la industria de alimentos manufacturados; así como un descenso en la producción agrícola de cada región. Estos resultados guardan estrecha relación con los obtenidos por Sánchez y Ramírez (2005) a nivel global.

Se puede hablar de regiones ganadoras y perdedoras con el TLC. La región 1 conformada por las provincias petroleras experimentan un mayor crecimiento de la industria acuícola, en comparación a las otras regiones; en especial debido a la pesca tradicional. No obstante uno de los problemas de trabajar con sectores agregados es la imposibilidad de detectar individualmente sectores ganadores. Es decir, mientras el sector de alimentos industrializados muestra crecimiento, no podemos saber que ha pasado con el sector de bebidas alcohólicas.

El presente análisis permite determinar las regiones más afectadas en cada escenario. Si no se firma el TLC, la región 1 muestra grandes incrementos en la producción en contraposición con los resultados en otras regiones. En este escenario el efecto se debe a la producción maderera, que en dicha región es abundante. Sánchez y Ramírez (2005) mostraban que la sivicultura y la elaboración de producto en base a madera eran los sectores más perjudicados en el caso de la firma del TLC; y también eran de los sectores que se beneficiaban de la no presencia del tratado. Ahora mediante el análisis cluster se ha identificado cuales son las regiones que benefician o no de la firma de dicho tratado.

## 6.2. Estructura laboral

Para realizar el análisis de los efectos del mercado laboral a nivel regional, se toma como base el modelo Sánchez y Ramírez (2005). Estos autores consideran que el valor agregado es producto de lo que produce el sector formal e informal<sup>26</sup>. A continuación se muestra la variación de la demanda laboral de trabajadores calificados divididos por sector y región económica.

Dada la poca variación de la producción petrolera (*i3*), la demanda de mano de obra formal calificada permanece casi invariable, o con variaciones no significativas. Sectores como la pesca (*i2*), o manufactura alimenticia (*i4*) muestran incrementos en la demanda laboral. Estos incrementos guardan relación con los incrementos en la producción que se vieron en la primera parte de esta sección. La poca variación de la demanda laboral en cada región da cuenta de que el TLC no actuará como elemento dinamizador del mercado laboral. En lo que respecta a la demanda laboral informal calificada, el panorama es distinto. Para las regiones tres y cuatro el incremento de la producción acuícola por efecto del TLC, produce una mayor demanda laboral informal. No obstante, en los sectores uno y dos, la demanda laboral informal cae, en especial en el sector de manufactura no alimenticia (*i5*).

Con respecto a la mano de obra formal no calificada, la tendencia en cada sector es similar a la mostrada en la demanda formal calificada. Sin embargo, existen aumentos en su demanda para todas las regiones dentro del escenario de firma del TLC. La estructura laboral en el Ecuador permite que sectores económicos puedan absorber fácilmente trabajadores sin necesidad de guardar una relación legal como la definida por el Ministerio del Trabajo. Esto incentiva a sub-contratar a personas para realizar diversas actividades.

---

<sup>26</sup>Sector formal es conformado por las empresas cuyo fuerza laboral es mayor a 6 personas. Mientras que el sector informal tiene a menos de 5 personas en su fuerza laboral.

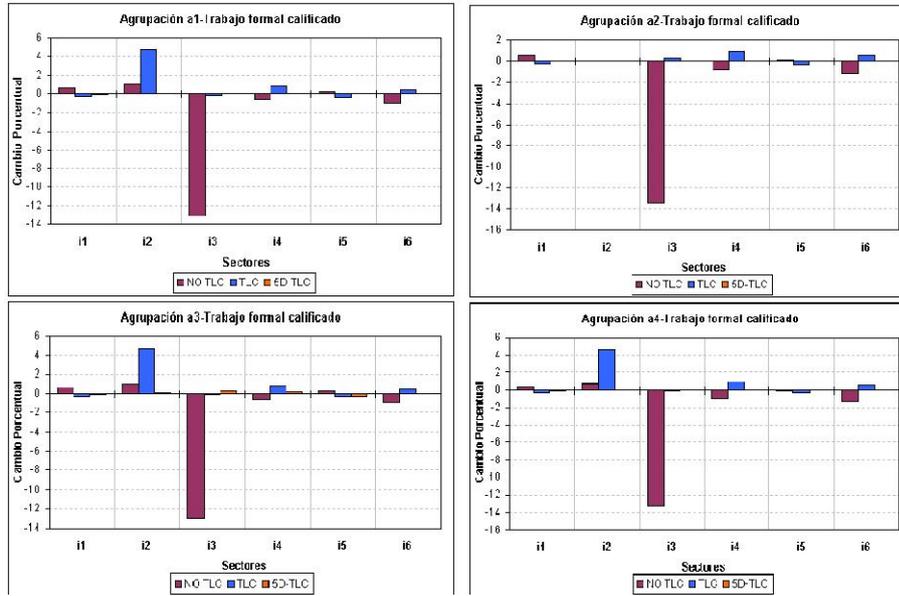


Figura 7: Variación de la demanda laboral formal calificada por Región

Sectores	Regiones	Formal capacitado		Formal no capacitado		Informal capacitado		Informal no capacitado	
		Var	Monto	Var	Monto	Var	Monto	Var	Monto
i1	a1	0,66	3237,04	0,17	39890,28	0,53	3147,35	0,37	165210,81
i2	a1	1,04	926,38	0,50	5636,53	0,00	0,00	0,85	68745,77
i3	a1	-13,09	3378,00	-13,52	15827,39	0,00	0,00	0,00	0,00
i4	a1	-0,60	612,23	-1,04	8319,03	0,00	0,00	0,44	19370,39
i5	a1	0,23	2538,26	-0,20	7165,05	1,41	5378,66	1,35	24671,12
i6	a1	-0,93	139882,87	-1,39	143378,02	0,85	110931,75	0,72	379468,96
i1	a2	0,49	8504,75	-0,35	40426,92	0,54	14370,14	0,39	204595,35
i2	a2	0,00	0,00	-0,21	73,10	0,00	0,00	0,00	0,00
i3	a2	-13,46	115,27	-14,00	610,95	0,00	0,00	-10,39	217,20
i4	a2	-0,76	1997,97	-1,56	7999,58	0,61	8444,12	0,46	14284,29
i5	a2	0,06	3460,46	-0,72	13530,34	1,43	8003,64	1,36	39269,30
i6	a2	-1,10	169491,53	-1,90	114155,62	0,87	144420,03	0,74	316337,36
i1	a3	0,69	107229,65	-0,14	240945,47	0,53	37234,53	0,36	350144,86
i2	a3	1,04	36831,22	0,19	44846,39	0,97	44321,71	0,84	76442,31
i3	a3	-13,06	73674,26	-13,79	52399,34	0,00	0,00	-10,48	15658,39
i4	a3	-0,57	64488,88	-1,35	107961,91	0,60	37136,98	0,44	89398,67
i5	a3	0,26	136802,04	-0,52	217172,34	1,42	63222,56	1,34	234713,89
i6	a3	-0,91	164282,32	-1,70	1136437,15	0,86	1745802,25	0,72	2752662,33
i1	a4	0,31	47972,30	-0,44	99018,21	0,59	13435,72	0,37	144418,11
i2	a4	0,65	6980,33	-0,11	4225,89	1,02	5695,97	0,85	13471,46
i3	a4	-13,26	286,17	-14,03	1660,05	-9,42	1489,99	-10,47	781,28
i4	a4	-0,95	4103,23	-1,65	9501,24	0,65	10492,43	0,45	14591,50
i5	a4	-0,12	5020,61	-0,82	12996,78	1,48	7423,23	1,35	34797,11
i6	a4	-1,28	139789,66	-2,00	133902,53	0,91	193659,51	0,73	441106,31

Figura 8: Variación de la demanda laboral por Región y Sector Económico

En el caso de la región dos el incremento de la producción acuícola, no produce ningún efecto sobre la mano de obra. Como se mencionó, la región 2 no

contenía ninguna provincia costera pero si poseía industrias que se sirven de la producción acuícola, sin embargo dichas actividades económicas se sustentan con la misma cantidad de trabajadores del que se dispone ahora.

En términos generales, los resultados muestran que la presencia del tratado de libre comercio es beneficiosa para el mercado laboral; la mayoría de los sectores, y regiones, incrementan la demanda de cada tipo de trabajo. Por otro lado, en caso de que no se firme el acuerdo comercial, el trabajo informal es el que más se verá afectado, específicamente en el sector de agrícola y ganadero para las regiones 1 y 2. De igual manera, los resultados muestran un aumento del desempleo por parte de los trabajadores informales, que se encuentran en la industria de manufactura no alimenticia en las regiones 1 y 2.

Las simulaciones realizadas muestran la absorción de mano de obra que llevan a cabo los sectores ganadores del acuerdo TLC. Este acuerdo produce que algunos sectores disminuyan su producción ocasionando un aumento del desempleo. Sin embargo, esa mano de obra desempleada es reasignada en las empresas de los sectores que han mostrado mejorías con el TLC.

### 6.3. Efectos Socioeconómicos

El análisis socioeconómico desarrollado en este trabajo se enfoca en determinar la variación del coeficiente de Gini; así como, la variación de la estructura de ingresos. Para ello se dividen a de los hogares Urbanos y Rurales en quintiles.

De acuerdo a la figura 9, la desigualdad en los sectores rurales y urbanos aumenta, a excepción del sector urbano de la región 1. La razón de tal resultado se fundamenta en la estructura agrícola del país. Siendo la agricultura el sector más vulnerable frente al TLC, es de esperar que el desempleo causado por las quiebras de las haciendas o fincas aumente la desigualdad entre las familias del sector rural en cada una de las regiones. De igual manera sucede con el sector industrial.

Para el escenario de no firma del TLC, la desigualdad se incrementa en todos y cada una de las regiones. Esta aparente dirección de resultados no permite concluir sobre la ventaja o desventaja del TLC en términos socioeconómicos. No obstante, las simulaciones acerca de la variación de los ingresos por tipo de hogar y por región, muestra algo revelador.

En cada una de las regiones, cada tipo de hogar muestra que bajo el escenario del TLC los ingresos aumentan. Mientras que con No TLC, los ingresos caen. En el primer caso, los hogares con altos ingresos muestran un incremento

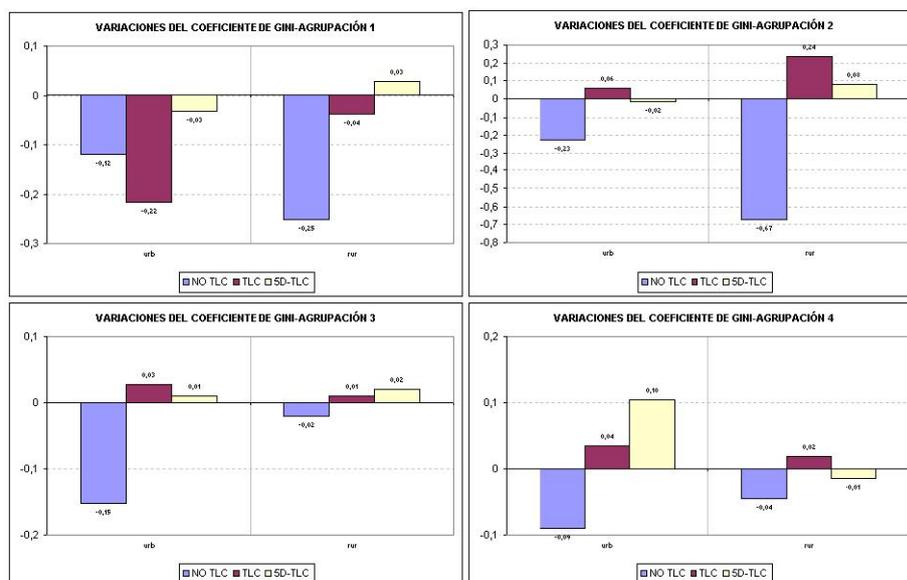


Figura 9: Variación del Coeficiente de Gini por Región Económica

mayor que los hogares de bajo ingresos. De ahí se justifica la fuente de la mayor desigualdad ante la firma del tratado de libre comercio.

## 7. Conclusiones y Recomendaciones

La metodología empleada en este trabajo permite extraer los efectos del TLC a nivel regional. Las simulaciones muestran que a nivel de industria los efectos del tratado son favorables para los sectores de pesca y petróleo, más no para agrícolas y manufacturas. Sin embargo, debido a la agregación que se realizó de las industrias no es posible establecer el efecto que tenga el TLC en un sector en particular.

Los resultados sectoriales para cada región, guarda relación con los relacionados a la estructura laboral, es especial se muestra una sincronización en los efectos: una caída en la producción se acompaña con una reducción de la demanda laboral.

En cuanto a los indicadores sociales, los hogares urbanos se enfrentan ante el aumento de la desigualdad con la presencia del TLC, para cada una de las regiones; a excepción de la region 1 (constituidas por las provincias petroleras. No

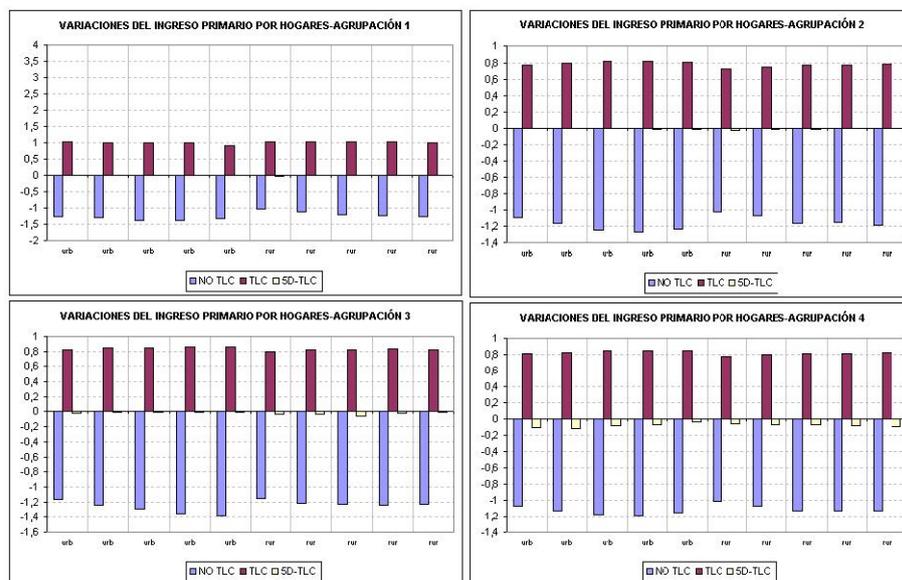


Figura 10: Variación de los Ingresos de los hogares por Región Económica

obstante, para el sector rural se muestra poca variabilidad de la desigualdad, a excepción de la region 2, la cual muestra un gran aumento de la desigualdad con la presencia del TLC. Recordemos que la región 2 es la más afectada por las reducciones laborales que se dan con la presencia del TLC.

Los ingresos de los hogares, urbanos y rurales, aumentan en presencia del TLC, pero disminuyen sin el TLC. En este último caso, los hogares de mayores ingresos son los que más sufren sin el TLC, de ahí el porque sin TLC disminuye la desigualdad, pues hay un equilibrio hacia la baja.

De acuerdo a los resultados, se prevé gran movilidad de los trabajadores formales ya sean calificados o no, hacia la informalidad. Pues en algunos sectores, el TLC expulsa mano de obra lo cual es absorbida en su gran mayoría por el sector acuacultor. En este sentido es indispensable que el Gobierno tome medidas para realizar planes de capacitación destinados para las personas que son absorbidas por los sectores ganadores del TLC. Por otro lado, es importante que el gobierno tenga una mejor información de los sectores más vulnerables, y con ello del tipo de mano de obra que utilizan para que luego esa fuerza laboral pueda ser redistribuida y capacitada hacia los Sectores que son afectados positivamente por el TLC.

## 8. Apéndices

### 8.1. Sectores del sistema económico empleado en el MEEGA

Código	Sectores	Código	Vinculación con el MEEGA
I-1	SECTOR AGRICOLA Y GANADERO	i1-bcc	Banano café y cacao
		i2-cer	Cereales
		i3-flo	Flores
		i4-opa	Otros de la agricultura
		i5-gan	Ganado, animales vivos y sus productos
		i6-sil	Productos de la silvicultura
I-2	SECTOR ACUACULTOR	i7-cam	Camarón y larvas de camarón
		i8-pes	Pescado y otros de la pesca
		i11-pel	Pescado y otros acuáticos elaborados
I-3	SECTOR PETROLÍFERO	i9-pem	Petróleo crudo, minerales y aceites refinados de petróleo y de otros productos
		i10-car	Carne, productos de la carne y subproductos
I-4	SECTOR DE MANUFACTURA ALIMENTICIA	i12-acr	Aceites crudos y refinados
		i13-ple	Productos lácteos elaborados
		i14-pmp	Productos de molinería y panadería
		i15-azp	Azúcar y panela
		i16-beb	Bebidas alcohólicas y no alcohólicas
		i17-oal	Otros productos alimenticios diversos, cacao y confitería y tabaco
		i18-htc	Hilos e hilados; tejidos y confecciones; y cuero, productos de cuero y calzado
I-5	SECTOR DE MANUFACTURA NO ALIMENTICIA	i19-pmt	Producción de madera tratada, corcho y otros materiales
		i20-ppp	Papel y productos de papel
		i21-pqc	Productos químicos, del caucho y plástico
		i22-mmn	Productos de minerales metálicos y no metálicos
		i23-eqt	Equipo de transporte
		i24-meq	Maquinaria y equipo; otros productos manufacturados no alimenticios
I-6	SECTOR DE SERVICIOS	i25-alt	Servicios de transporte y almacenamiento
		i26-cte	Servicios de correos y telecomunicaciones
		i27-ose	Otros servicios

## 8.2. Formulación general en la estimación de asignaciones regionales

$$\begin{aligned}
 \text{máx} \quad & - \sum_{i=1}^6 \sum_{k=1}^4 d_{ik}^f(prt) \ln\left(\frac{d_{ik}^f(prt)}{d_{ik}^0(prt)}\right) + \sum_{i=1}^6 \sum_{k=1}^4 d_{ik}^f(cit) \ln\left(\frac{d_{ik}^f(cit)}{d_{ik}^0(cit)}\right) \\
 & + \sum_{i=1}^6 \sum_{l \in L} \sum_{k=1}^4 d_{ilk}^f(mlg) \ln\left(\frac{d_{ilk}^f(mlg)}{d_{ilk}^0(mlg)}\right) \\
 & + \sum_{h \in H} \sum_{l \in L} \sum_{k=1}^4 d_{hilk}^f(dip) \ln\left(\frac{d_{hilk}^f(dip)}{d_{hilk}^0(dip)}\right) \\
 \text{s.a} \quad &
 \end{aligned}$$

Restricciones en la movilidad de la asignación regional

$$\sum_{k=1}^p d_{ik}^f(prt) = a_i^f(prt) \quad \forall 1 \leq i \leq 6$$

$$\sum_{k=1}^p d_{ik}^f(cit) = a_i^f(cit) \quad \forall 1 \leq i \leq 6$$

$$\sum_{k=1}^p d_{ilk}^f(mlg) = a_{l,i}^f(mlg) \quad \forall (l \in L) \quad \forall 1 \leq i \leq 6$$

$$\sum_{k=1}^p d_{hilk}^f(dip) = a_{h,i}^f(dip) \quad \forall (h \in H) \quad \forall (l \in L)$$

Variación contrafactual relativa de los flujos agregados

$$p_i^a(prt) = \frac{a_i^f(prt) - a_i^0(prt)}{a_i^0(prt)} \quad \forall 1 \leq i \leq 6 \quad \forall 1 \leq k \leq 6$$

$$p_i^a(cit) = \frac{a_i^f(cit) - a_i^0(cit)}{a_i^0(cit)} \quad \forall 1 \leq i \leq 6 \quad \forall 1 \leq k \leq 6$$

$$p_{li}^a(mlg) = \frac{a_{li}^f(mlg) - a_{li}^0(mlg)}{a_{li}^0(mlg)} \quad \forall (l \in L) \quad \forall 1 \leq i \leq 6$$

$$p_{hl}^a(dip) = \frac{a_{hl}^f(dip) - a_{hl}^0(dip)}{a_{hl}^0(dip)} \quad \forall (h \in H) \quad \forall (l \in L)$$

Restricciones en la rigidez de la asignación regional

$$\sum_{k=1}^4 d_{ik}^0(prt) \ln\left(\frac{d_{ik}^f(prt)}{d_{ik}^0(prt)}\right) \leq p_i^a(prt) a_i^0(prt) \quad \forall 1 \leq i \leq 6 \quad \forall 1 \leq k \leq 4$$

$$\sum_{k=1}^4 d_{ik}^f(prt) \ln\left(\frac{d_{ik}^f(prt)}{d_{ik}^0(prt)}\right) \geq p_i^a(prt) a_i^0(prt) \quad \forall 1 \leq i \leq 6 \quad \forall 1 \leq k \leq 4$$

$$\sum_{k=1}^4 d_{ik}^0(cit) \ln\left(\frac{d_{ik}^f(cit)}{d_{ik}^0(cit)}\right) \leq p_i^a(cit) a_i^0(cit) \quad \forall 1 \leq i \leq 6 \quad \forall 1 \leq k \leq 4$$

$$\sum_{k=1}^4 d_{ik}^f(cit) \ln\left(\frac{d_{ik}^f(cit)}{d_{ik}^0(cit)}\right) \geq p_i^a(cit) a_i^0(cit) \quad \forall 1 \leq i \leq 6 \quad \forall 1 \leq k \leq 4$$

Restricciones en la rigidez de la asignación regional

$$\sum_{k=1}^4 d_{ik}^0(mlg) \ln\left(\frac{d_{ik}^f(mlg)}{d_{ik}^0(mlg)}\right) \leq p_{li}^a(mlg) a_{li}^0(mlg) \quad \forall (l \in L) \quad \forall 1 \leq i \leq 6$$

$$\sum_{k=1}^4 d_{ik}^f(mlg) \ln\left(\frac{d_{ik}^f(mlg)}{d_{ik}^0(mlg)}\right) \geq p_{li}^a(mlg) a_{li}^0(mlg) \quad \forall (l \in L) \quad \forall 1 \leq i \leq 6$$

$$\sum_{k=1}^4 d_{hlk}^0(dip) \ln\left(\frac{d_{hlk}^f(dip)}{d_{hlk}^0(dip)}\right) \leq p_{hl}^a(dip) a_{hl}^0(dip) \quad \forall (h \in H) \quad \forall (l \in L)$$

$$\sum_{k=1}^4 d_{hlk}^f(dip) \ln\left(\frac{d_{hlk}^f(dip)}{d_{hlk}^0(dip)}\right) \geq p_{hl}^a(dip) a_{hl}^0(dip) \quad \forall (h \in H) \quad \forall (l \in L)$$

Balance y Ajuste regional de los flujos económicos

$$d_{ik}^f(prt) = d_{ik}^f(cit) + \sum_{l \in L} d_{lik}^f(mlg) + ebe_{ik}^f + imp_{ik}^f$$

$$\forall 1 \leq i \leq 6 \quad \forall 1 \leq k \leq 4$$

$$\sum_{i=1}^6 d_{ik}^f(mlg) + vantrandx_{ik}^f = \sum_{h \in H} d_{hlk}^f(dip) + vantranalex_{ik}^f$$

$$\forall 1 \leq k \leq 4 \quad \forall l \in L$$

No negatividad de las asignaciones regionales

$$d_{ik}^f(prt) \geq 0 \quad \forall 1 \leq i \leq 6 \quad \forall 1 \leq k \leq 4$$

$$d_{ik}^f(cit) \geq 0 \quad \forall 1 \leq i \leq 6 \quad \forall 1 \leq k \leq 4$$

$$d_{lik}^f(mlg) \geq 0 \quad \forall (l \in L) \quad \forall 1 \leq i \leq 6 \quad \forall 1 \leq k \leq 4$$

$$d_{hlk}^f(dip) \geq 0 \quad \forall (h \in H) \quad \forall (l \in L) \quad \forall 1 \leq k \leq 6$$

### 8.3. Composición de la Demanda Laboral

A continuación se muestra la demanda laboral de cada tipo, que realiza cada industria y para cada región. En el primer cuadro se compara el estado inicial con la posibilidad de no firmar el acuerdo. Mientras que en el segundo se lo compra con la firma del TLC. Los montos que se muestran son las cantidades que se demandarían en cada caso (no son variaciones).

Cuadro 4: Demanda Laboral en NO-TLC

Sectores	Regiones	Formal capacitado		Formal no capacitado		Informal capacitado		Informal no capacitado	
		Var	Monto	Var	Monto	Var	Monto	Var	Monto
i1	a1	0,66	3237,04	0,17	39890,28	0,53	3147,35	0,37	165210,81
i2	a1	1,04	928,38	0,50	5638,53	0,00	0,00	0,85	68745,77
i3	a1	-13,09	3378,00	-13,52	15827,39	0,00	0,00	0,00	0,00
i4	a1	-0,60	612,23	-1,04	8319,03	0,00	0,00	0,44	19370,39
i5	a1	0,23	2536,26	-0,20	7165,05	1,41	5378,66	1,35	24671,12
i6	a1	-0,93	139882,87	-1,39	143378,02	0,85	110931,75	0,72	379468,96
i1	a2	0,49	8504,75	-0,35	40426,92	0,54	14370,14	0,39	204595,35
i2	a2	0,00	0,00	-0,21	73,10	0,00	0,00	0,00	0,00
i3	a2	-13,46	115,27	-14,00	610,95	0,00	0,00	-10,39	217,20
i4	a2	-0,76	1997,97	-1,56	7999,58	0,61	8444,12	0,46	14284,29
i5	a2	0,06	3460,46	-0,72	13530,34	1,43	8003,64	1,36	39269,30
i6	a2	-1,10	169491,53	-1,90	114155,62	0,87	144420,03	0,74	316337,36
i1	a3	0,69	107229,65	-0,14	240945,47	0,53	37234,53	0,36	350144,86
i2	a3	1,04	36831,22	0,19	44846,39	0,97	44321,71	0,84	76442,31
i3	a3	-13,06	73674,26	-13,79	52399,34	0,00	0,00	-10,48	15658,39
i4	a3	-0,57	64488,88	-1,35	107961,91	0,60	37136,98	0,44	89398,67
i5	a3	0,26	136802,04	-0,52	217172,34	1,42	63222,56	1,34	234713,69
i6	a3	-0,91	1642282,32	-1,70	1136437,15	0,86	1745802,25	0,72	2752662,33
i1	a4	0,31	47972,30	-0,44	99018,21	0,59	13435,72	0,37	144418,11
i2	a4	0,65	6980,33	-0,11	4225,89	1,02	5695,97	0,85	13471,46
i3	a4	-13,26	286,17	-14,03	1660,05	-9,42	1489,99	-10,47	781,28
i4	a4	-0,95	4103,23	-1,65	9501,24	0,65	10492,43	0,45	14591,50
i5	a4	-0,12	5020,61	-0,82	12996,78	1,48	7423,23	1,35	34797,11
i6	a4	-1,28	139769,66	-2,00	133902,53	0,91	193659,51	0,73	441106,31

Cuadro 5: Demanda Laboral en TLC

Sectores	Regiones	Formal capacitado		Formal no capacitado		Informal capacitado		Informal no capacitado	
		Var	Monto	Var	Monto	Var	Monto	Var	Monto
i1	a1	-0,29	3249,40	0,24	39919,12	-0,05	3217,42	-0,30	168342,90
i2	a1	4,66	974,44	5,24	5904,11	0,00	0,00	5,19	73915,19
i3	a1	-0,14	3932,95	0,42	18377,15	0,00	0,00	0,00	0,00
i4	a1	0,86	629,51	1,38	8521,98	0,00	0,00	0,08	19605,32
i5	a1	-0,37	2566,68	0,18	7192,64	-0,70	5397,47	-1,05	24668,42
i6	a1	0,47	143748,95	1,01	146872,46	-0,23	112721,40	-0,52	384239,44
i1	a2	-0,28	8551,96	0,31	40693,63	-0,08	14684,67	0,02	209114,97
i2	a2	0,00	0,00	5,39	77,20	0,00	0,00	0,00	0,00
i3	a2	0,23	135,30	0,47	713,71	0,00	0,00	-0,46	249,95
i4	a2	0,84	2057,05	1,44	8243,14	0,29	8660,21	0,41	14649,70
i5	a2	-0,35	3492,21	0,25	13662,69	-0,73	8028,28	-0,73	39386,33
i6	a2	0,48	174495,65	1,08	117624,52	-0,25	146690,53	-0,20	321298,82
i1	a3	-0,28	107608,44	0,25	241886,73	-0,14	38031,06	-0,01	357846,31
i2	a3	4,67	38663,42	5,24	47107,12	4,77	47738,39	5,50	82436,47
i3	a3	-0,13	85763,86	0,42	61036,93	0,00	0,00	-0,56	18021,05
i4	a3	0,83	66269,05	1,38	110947,96	0,23	38070,19	0,38	91678,42
i5	a3	-0,35	137778,57	0,18	218706,77	-0,79	63386,94	-0,76	235388,77
i6	a3	0,47	1687313,00	1,01	1167835,81	-0,31	1772451,77	-0,23	2795567,96
i1	a4	-0,27	48329,02	0,33	99783,00	-0,15	13713,88	-0,03	147660,89
i2	a4	4,68	7356,38	5,32	4455,86	4,75	6130,57	5,48	14524,38
i3	a4	-0,13	333,91	0,50	1940,59	-0,01	1724,61	-0,59	898,71
i4	a4	0,85	4233,20	1,45	9801,12	0,21	10748,01	0,36	14960,01
i5	a4	-0,35	5075,76	0,26	13138,21	-0,80	7437,38	-0,78	34688,80
i6	a4	0,48	144180,81	1,09	138124,86	-0,33	196473,27	-0,25	447877,86

## Referencias

- [1] Acosta, M. y Perez, W. , (2004), “Modelo de Equilibrio General Aplicado para Ecuador”, Mimeo del Banco Central del Ecuador.
- [2] Ryan, R. , De Miguel, J. y Miller, S. (2000), “Ensayo sobre Modelos de Equilibrio General : Teoría y aplicaciones ´´, Comisión de Medio Ambiente de Chile (CONAMA), Banco Mundial.
- [3] Uffink, J. (1997), “Can the maximum entropy principle be explained as a consistency requirement ´´, Foundations of Mathematics and Science, University of Utrecht.
- [4] Jaynes, E.T. (1962), “Information Theory and Statistical Mechanics”, Washington University.
- [5] Fofana, I., Lemelin, A. (2002), “Balancing a Social Accounting Matrix”, Université Laval.
- [6] Peña, D. (2002), “Análisis de datos Multivariantes”, Mc Graw Hill.