



**Universidad de Concepción**  
Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas  
Departamento de Economía

**Sinergias como impulsores del  
crecimiento económico regional en Chile**

**Por René S. Garcías Molina**

**Profesor guía Miguel A. Quiroga Suazo**

Tesis presentada a la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas de la  
Universidad de Concepción para optar al grado de **Magister en Economía Aplicada**

Diciembre, 2023  
Concepción, Chile

# **Sinergias como impulsores del crecimiento económico regional en Chile**

René S. Garcías Molina

## **Resumen**

En un mundo caracterizado por su constante transformación y en un escenario donde la incertidumbre prevalece, este estudio proporciona una profunda perspectiva sobre la interacción económica entre las regiones chilenas. Los resultados de la investigación destacan claramente la influencia positiva de la sinergia regional en el crecimiento económico. La colaboración y el trabajo conjunto entre regiones cercanas demuestran tener un impacto multiplicador en el producto interno bruto regional. Estos resultados revelan una oportunidad estratégica para fomentar un desarrollo económico más sólido y equitativo en todo el país. El análisis se basó en una extensa base de datos espaciales que abarcó desde el primer trimestre de 2013 hasta el segundo trimestre de 2022, lo que brinda una visión sólida y actual de la situación económica. Las conclusiones apuntan a la necesidad de abordar el desarrollo regional de manera colaborativa y estratégica, sin olvidar la importancia de considerar factores como la distribución de recursos, la inversión y la fuerza laboral. Estos hallazgos ofrecen una guía valiosa para impulsar el crecimiento económico a nivel regional y nacional, y resaltan la importancia de superar las barreras que puedan limitar el potencial de las regiones menos desarrolladas.

## **Palabras claves**

*Sinergia, crecimiento económico, regional*

## 1. Introducción

La disparidad en el crecimiento y desarrollo económico regional ha sido un tema de constante interés en la economía. En el caso de Chile, esta disparidad representa una oportunidad intrigante y valiosa para poner a prueba algunas de las teorías avanzadas por la literatura especializada. En este contexto, dos corrientes de pensamiento han sido fundamentales en el debate sobre el crecimiento económico regional.

Por un lado, la primera corriente se basa en modelos de crecimiento del lado de la oferta, que siguen supuestos neoclásicos relacionados con la movilidad del capital y la mano de obra. Según estos modelos, la convergencia entre regiones está justificada, ya que cualquier diferencia persistente entre ellas puede explicarse por brechas en la tecnología y la productividad total de los factores. Esta teoría argumenta que, en un mundo ideal, las regiones más rezagadas deberían alcanzar a las más avanzadas a medida que adoptan tecnologías y prácticas más eficientes. Esta perspectiva ha sido ampliamente discutida en la literatura económica y ha influido en las políticas de desarrollo regional en muchos países.

Por otro lado, la segunda corriente se enfoca en la importancia de las externalidades en el crecimiento regional. Estas externalidades son el resultado de efectos de derrame, proximidades geográficas y complementariedades entre actividades económicas. Elementos como la dotación de capital humano, la innovación y la tecnología, entre otros factores, se destacan como motores del desarrollo regional. En este enfoque, se subraya que el crecimiento regional no solo depende de factores globales, como la tecnología y la productividad, sino también de factores locales y regionales que pueden medirse y probarse en el contexto de economías espaciales y de aglomeración.

La sinergia regional, un enfoque más contemporáneo, hace hincapié en el papel de los factores locales y la aglomeración a través de las externalidades de ubicación. Estas externalidades de ubicación generan efectos indirectos al reducir los costos de transporte y transacción, lo que motiva la producción, el comercio, la circulación de ideas y conocimiento, entre otros aspectos. En consecuencia, esto actúa como un incentivo para que empresas específicas se establezcan en regiones o áreas geográficas donde puedan compartir mano de obra, conocimientos y recursos, lo que a su vez promueve la innovación y la productividad. La creación y difusión de ideas y conocimiento ya sean internos a la empresa o resultantes de derrames espaciales y no espaciales, se consideran motores fundamentales del crecimiento económico. Por ejemplo, investigaciones como la de Brunow y Nijkamp (2018) han demostrado que la diversidad cultural puede influir positivamente en el rendimiento y la productividad regional, lo que, a su vez, impulsa el crecimiento económico.

Además, en el marco de la sinergia regional, se ha observado que el reordenamiento espacial en zonas rurales puede generar ganancias significativas en la productividad, derivadas de las economías de aglomeración, como indican los hallazgos de Nakamura (2018). También se ha destacado el papel de las personas creativas en la generación de innovación y conocimiento de alta tecnología, lo que atrae a profesionales creativos hacia regiones de alta productividad, como señalan Kourtit y Nijkamp (2018). En este sentido, la sinergia regional se asemeja al papel de las finanzas, ya que también puede ser un factor clave para atraer nuevas empresas y personas talentosas y creativas, lo que produce efectos directos de innovación y efectos indirectos relacionados con la aglomeración y la proximidad.

Un factor local fundamental que puede ser relevante para explicar las diferencias en el crecimiento económico regional es el grado de desarrollo financiero y la disponibilidad de financiamiento externo para las empresas. Este insumo intermedio, disponible tanto para las empresas existentes como para las nuevas, puede fomentar el crecimiento regional y, por lo tanto, proporcionar una explicación

poderosa y responsable sobre el desarrollo regional en todas las regiones, lo que se traduce en evidencia relevante tanto para Chile como para otros países (Rajan y Singales, 1998; Cayumil, Quiroga, Araya y Pino, 2021).

En este contexto, es esencial comprender la importancia de abordar el crecimiento económico regional de manera integral. Históricamente, la teoría del crecimiento económico se ha basado en enfoques neoclásicos, como el modelo de Solow (1956), que se centra en determinar el nivel de renta de un país a largo plazo en función de la tasa de inversión o ahorro. Este modelo, en teoría, tiene sentido económico y ha influido en la política económica durante décadas. No obstante, cuando se intenta aplicar este tipo de modelos al contexto regional, la implicación de la convergencia no siempre se cumple.

Investigaciones como la de Oyarzún y Araya (2001) han demostrado que, en el caso de las regiones de un país, la implicación de la convergencia no se evidencia de manera consistente, lo que contradice las predicciones del modelo de Solow. Esto plantea un desafío importante y cuestiona la aplicabilidad de los modelos económicos tradicionales en el contexto de la economía regional. Por lo tanto, surge la necesidad de explorar enfoques más contemporáneos y específicos para medir el crecimiento económico regional.

En la actualidad, existen modelos económicos regionales que se centran en la innovación y la sinergia regional. El enfoque de sinergia regional, en particular, se ha vuelto relevante en el caso de Chile debido a su diversidad geográfica y económica. La sinergia regional se interpreta como la cooperación o interacción entre regiones, y la investigación se enfoca en comprender cómo todas las regiones pueden beneficiarse de esta cooperación (Liu, Li y Zheng, 2019). Además, la sinergia regional se integra en el debate sobre el potencial de crecimiento, tanto a nivel regional como nacional (Lawton y Waters, 2015).

El propósito principal de este escrito es responder a la pregunta “¿Cuál es el impacto de la sinergia en el crecimiento económico de las regiones?”, respondiendo tres preguntas específicas. ¿El efecto de la sinergia regional es igual a lo largo de todo Chile? ¿Las regiones que más crecimiento han tenido el último tiempo, se beneficiarán en mayor cuantía de la sinergia regional? ¿Podría la sinergia regional promover el crecimiento económico agregado del país? Las principales contribuciones que nacen como resultado de la investigación son las siguientes. En primer lugar, proporcionando una base sólida para la creación de políticas públicas que vayan en busca de fortalecer los lazos entre regiones, especialmente colindantes. Segundo, la investigación permitiría identificar entre qué regiones se debería focalizar e introducir como mayor fuerza la sinergia regional. Tercero, las conclusiones de la investigación podrían no ayudar solo a Chile en proporcionar un mayor crecimiento económico regional y total, sino que también a diversos países en vías de desarrollo.

Esta investigación en su estructura comienza con la presente introducción, para luego en la sección 2 presentar una descripción de la sinergia regional. En la sección 3 se realizará una revisión de literatura, revisando evidencia sobre el potencial crecimiento económico que pueda traer consigo la sinergia regional y una presentación del marco teórico, mientras que en la sección 4 se hace presente el modelo empírico y una prueba de mecanismo, la cual tiene como propósito confirmar resultado provenientes de la sinergia regional. En la sección 5 se presentan los datos y se visualizan los resultados obtenidos. Por último, la sección 6 presenta conclusiones e implicancias de la investigación.

## **2. Descripción de la sinergia regional**

La sinergia regional, según Meijers (2005), se puede entender como una forma de cooperación o interacción entre diferentes regiones, con el objetivo de lograr beneficios mutuos. Esta colaboración se basa en la idea de que, al unirse y trabajar en conjunto, las regiones pueden aprovechar sus recursos y fortalezas de manera más efectiva, lo que puede generar un crecimiento económico y un desarrollo regional significativo.

En palabras de Capello & Rietveld (1998), la sinergia regional implica que tanto una región en su conjunto como sus subregiones pueden beneficiarse de esta colaboración interregional. Sin embargo, es importante destacar que la sinergia regional no siempre se manifiesta de manera positiva. Capineri & Kamann (1998) señalan que las regiones pueden estratégicamente declararse como "autónomas" o "cooperativas", lo que agrega una dimensión adicional a esta colaboración.

La sinergia regional se diferencia de otros enfoques, como el desarrollo regional coordinado de Márquez, Lasarte, & Lufin (2018), que se centra en las disparidades entre regiones, y la integración económica de Balassa (1961), que se enfoca en la integración de mercados. Liu, Li, & Zheng (2019) ofrecen una comprensión más profunda del concepto al definirla como la situación en la que las unidades combinadas funcionan mejor que cada unidad por separado. Esta colaboración no solo promueve el desarrollo económico en general, sino que también puede ser particularmente beneficiosa para las regiones subdesarrolladas en el "núcleo" y las regiones desarrolladas en la "periferia", según la teoría del polo de crecimiento de Boudeville (1968).

Los autores Liu, Li, & Zheng (2019) también destacan que, a pesar de las restricciones en el flujo de recursos, estos pueden fluir hasta cierto punto. Tanto el mercado como el gobierno pueden desempeñar un papel importante en la generación de sinergia regional. El mercado facilita el flujo neto de recursos, mientras que el gobierno puede implementar políticas que fomenten la inversión y el apoyo de las regiones desarrolladas a las subdesarrolladas.

En la sociedad moderna, con tecnologías de comunicación y transporte altamente desarrolladas, la distancia geográfica ya no debería ser un obstáculo para la sinergia regional. Sin embargo, se debe considerar el costo del transporte, y las actividades económicas entre regiones deben compensar este costo para que la sinergia sea eficiente, como sugiere Krugman (1980) con su concepto del "iceberg grande". En esta investigación, se considerarán todas las interacciones regionales como sinergia regional, clasificándolas en sinergia fuerte y sinergia débil, según los resultados de la estimación. Vale la pena mencionar que, en el caso de que la sinergia sea "inexistente", se considerará como sinergia débil.

En resumen, la sinergia regional es un concepto que destaca la importancia de la colaboración y cooperación entre regiones para lograr objetivos comunes y beneficiarse mutuamente. Esta colaboración puede adoptar diversas formas, desde proyectos de investigación y desarrollo hasta la coordinación de políticas, el intercambio de conocimientos y experiencias, la infraestructura compartida y la promoción conjunta del turismo y el comercio. La sinergia regional tiene el potencial de impulsar el crecimiento económico y el desarrollo regional, y su comprensión es esencial para abordar las disparidades regionales y promover un crecimiento equitativo en las diferentes regiones de un país.

### 3. Revisión de Literatura

#### 3.1 El efecto de la sinergia regional en el crecimiento económico

Tal como indicaba Cepello (2007), la asignación óptima de recursos regionales es una implicancia directa del crecimiento económico y según Liu, Li, & Zheng (2019) el flujo de recursos interregionales a través de la sinergia regional puede afectar al crecimiento. Lo anterior explica brevemente el mecanismo por el cual existe un efecto de la sinergia regional en el crecimiento económico.

Debemos de separar dos efectos, el efecto total y el efecto regional, en donde el primero de estos prueba si es que la sinergia regional podría promover el crecimiento económico a niveles generales. Tal como se mencionó en el párrafo anterior, el flujo de recursos juega un papel clave en este punto, pues así lo indican Dekle & Vandenbrocke (2010) mencionando además que al haber diferentes regionales con diferentes productividades, la interacción interregional impulsaría dicho flujo de recursos regionales, aumentando así la producción y el crecimiento económico. Lo anterior agregado a las palabras de Bai et al. (2017) quienes mencionan que inclusive la interacción entre regiones y la mayor competitividad que puede traer consigo, puede también aumentar los beneficios de los agentes económicos. Pender (2003) indica que la eficiencia en la asignación de recursos pudiese mejorar y promover el crecimiento económico a niveles generales, siempre y cuando existe un flujo de recursos entre sectores de diferentes niveles de productividad, y así también lo menciona McCombie (1988) quien alude que la producción total aumentará siempre y cuando existe un flujo de mano de obra de la región rica a la región pobre y el flujo de capital haga el movimiento inverso.

Por otro lado, está el efecto regional, que prueba si es que la sinergia regional podría promover el crecimiento económico de cada subregión. Aquí el análisis es algo más complejo, pues una región subdesarrollada corre en desventaja contra una región desarrollada, esto dado a que esta última posee superioridad debido a la economía de aglomeración y así lo indican Coe, Yeung, Philip, & Henry (2007) quienes concluyen que las regiones con mayor desarrollo pueden sacar mejor provecho de las economías de escala y así maximizar el efecto de aglomeración. Liu, Li, & Zheng (2019) destacan el potencial efecto negativo que podría tener la sinergia regional en las regiones subdesarrolladas, indicando que si la salud de recursos no está estrechamente relacionada con la ventaja local o la estructura industrial, podría finalmente frenar el crecimiento económico.

#### 3.2 Marco teórico de Lui, Li y Teng

##### 3.2.1 Método de la eficiencia añadida

Liu, Li, & Zheng (2019) indican que la sinergia regional incluye al menos dos subregiones y se espera que se realice la optimización del sistema de  $1 + 1 > 2$ , por lo tanto, la parte añadida de regiones individuales sin sinergia a una región integrada con sinergia podría reflejar el efecto de la sinergia regional.

Suponiendo el caso de dos subregiones, con sinergia regional, la producción de la subregión A y la de la subregión B cambiará ( $y_A$ ) y ( $y_B$ ) a ( $Y_A$ ) y ( $Y_B$ ), respectivamente. Por tanto, el beneficio (o pérdida) de la subregión A y la subregión B sería ( $Y_A - y_A$ ) y ( $Y_B - y_B$ ), respectivamente. Lo anterior reflejaría el efecto de la sinergia regional. La sinergia entre la subregión A y la subregión B se denota como *Sinergia*<sub>AB</sub> ( $S_{AB}$ ,  $S_{AB} = S_{AB}$ ). Por lo tanto, extendiendo la situación para n subregiones, el beneficio (o pérdida) es  $\sum_{i=1}^n (Y_i - y_i)$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ) de  $\frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n S'_{ij}$  ( $i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, n; i \neq j$ ). Lamentablemente, en la medición empírica, el beneficio (o pérdida) de los datos de salida no están disponibles, razón por la cual, se utilizarán los datos de eficiencia añadida como

un indicador alternativo. De esta manera, la sinergia regional podría expresarse como la parte de eficiencia añadida de dos subregiones individuales sin sinergia a una región integrada con sinergia. Por esta razón, la eficiencia de la subregión A y la subregión B debería cambiar de  $\theta_i$  y  $\theta_j$  a  $\theta'_i$  y  $\theta'_j$ , respectivamente y en consecuencia de aquello, la eficiencia de la región integrada AB se denota como  $\theta'_{ij}$ . Así, la parte de eficiencia añadida (o disminuida) sería  $(\theta'_{ij} - \theta_i) + (\theta'_{ij} - \theta_j)$ . Sin embargo, esta ecuación no elimina los términos perturbadores de la sinergia regional dentro de las subregiones, así como otras perturbaciones de la sinergia regional de la región integrada AB. Para hacer que la parte de eficiencia añadida sea más precisa, se considerará usar el método de degradación de Parsley y Wei (2001) y reescribir la parte de eficiencia añadida como  $[(\theta'_{ij} - \overline{\theta'_{ij}}) - (\theta_i - \overline{\theta_n})] + [(\theta'_{ij} - \overline{\theta'_{ij}}) - (\theta_j - \overline{\theta_n})]$ . Además, el supuesto implícito del método de eficiencia agregada es que ya existe sinergia entre las subregiones. Esto significa que las variables observables son  $\theta_{ij}$ ,  $\theta'_i$  y  $\theta'_j$  no  $\theta_i$  ni  $\theta_j$ . Por lo tanto, proponemos el supuesto de equivalencia de diferencia de eficiencia,  $\theta_i - \overline{\theta_n} = \theta'_i - \overline{\theta'_n}$  y  $\theta_j - \overline{\theta_n} = \theta'_j - \overline{\theta'_n}$ . Esto significa que la sinergia cambiaría la eficiencia de cada región, pero no la eficiencia entre la región y el nivel promedio de todas las regiones. La suposición de equivalencia de la diferencia de eficiencia proporciona un método de transformación para que la medición sea operativa y puede que no conduzca a desviaciones significativas de las otras variables.

Para concluir, la sinergia regional debe medirse de la siguiente manera:

$$S_{ij} = [(\theta'_{ij} - \overline{\theta'_{ij}}) - (\theta'_i - \overline{\theta'_n})] + [(\theta'_{ij} - \overline{\theta'_{ij}}) - (\theta'_j - \overline{\theta'_n})], \quad (1)$$

$$S_i = \sum_{j=1}^n S_{ij} (j = 1, 2, \dots, n; i \neq j). \quad (2)$$

### 3.2.2 Medición de la eficiencia

Según las ecuaciones (1) y (2), es importante medir previamente  $\theta'_{ij}$ ,  $\theta'_i$  y  $\theta'_j$ . Para comprenderlo mejor, pensemos en la eficiencia técnica como el porcentaje de costo mínimo en comparación con el costo real para producir una cierta cantidad de productos, manteniendo constante la tecnología de producción y las condiciones del mercado, siguiendo la idea de Farrell (1957).

Por otro lado, Leibenstein (1966) nos ofrece una perspectiva diferente: la eficiencia técnica es el porcentaje de producto real en comparación con el producto máximo que se podría obtener con insumos, proporciones y condiciones de mercado constantes. Esto refleja el grado en que una unidad de decisión (DMU) ha alcanzado su máximo potencial bajo las condiciones tecnológicas actuales y puede indicar qué tan eficiente es una región en la asignación de recursos.

Para medir esta eficiencia, utilizamos un enfoque específico llamado "Análisis Envolvente de Datos" y, en particular, una medida basada en la holgura (SBM), como sugiere Tone (2001). En este análisis, consideramos matrices de entrada y salida para  $n$  DMU, donde las entradas se representan como  $X = (x_{ij}) \in \mathbf{R}^{m \times n}$  ( $X > \mathbf{0}$ ) y  $Y = (y_{ij}) \in \mathbf{R}^{s \times n}$  ( $Y > \mathbf{0}$ ) y las salidas como  $Y = (y_{ij}) \in \mathbf{R}^{s \times n}$  ( $Y > \mathbf{0}$ ).

El conjunto de posibles combinaciones de producción se define como  $P = \{(x, y) | x \geq X\lambda, y \leq Y\lambda \geq \mathbf{0}\}$ , donde  $\lambda$  es un vector no negativo en  $\mathbf{R}^n$ . Cada DMU  $(x_0, y_0)$  se compone de  $x_0 = X\lambda + s^-, y_0 = Y\lambda + s^+$ , donde  $\lambda \geq 0, s^- \geq 0$  y  $s^+ \geq 0$ . Los vectores  $s^- \in \mathbf{R}^m$  representan el exceso de insumos, mientras que  $s^+$  representa la falta de producción. Estos se conocen como holguras.

La eficiencia de DMU  $(x, y)$  se puede formular de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} \min \theta &= \frac{1 - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m s_i^- / x_{i0}}{1 + \frac{1}{s} \sum_{i=1}^m s_i^+ / y_{i0}}, \\ \text{s. t. } \quad x_0 &= X\lambda + s^- \\ y_0 &= Y\lambda - s^+ \\ \lambda &\geq 0, s^- \geq 0, s^+ \geq 0 \end{aligned} \tag{3}$$

Con base en la ecuación (3), obtenemos la formulación básica del modelo de eficiencia SBM. Además, considerando la investigación de Färe et al. (1992), el índice de Malmquist podría reflejar el cambio en la eficiencia a partir del cambio de eficiencia y el progreso técnico. Aunque, para evitar perturbaciones del progreso técnico, sólo se utilizará el cambio de eficiencia. Así es como este cambio de eficiencia es el cambio, valga la redundancia y no la eficiencia en sí misma, esto apoyado de la investigación de Li & Lui (2017). De esta manera, se pueden combinar la eficiencia técnica del año base con su cambio del índice de Malmquist para obtener la eficiencia comparable de cada región

## 4. Modelo empírico

### 4.1 Efecto de la sinergia regional en el crecimiento económico

Para poder probar el efecto de la sinergia regional, se utilizará la función de producción tradicional de Cobb-Douglas como modelo básico, agregando la Sinergia (SYN).

La elección de utilizar la función de producción Cobb-Douglas como modelo básico para analizar el efecto de la sinergia regional se basa en su amplia aplicación y aceptación en la teoría económica. La función de producción Cobb-Douglas es una forma funcional ampliamente reconocida y versátil que permite modelar la producción en función de múltiples insumos de manera sencilla y flexible, lo que resulta fundamental para abordar la complejidad de la interacción entre las regiones y los factores que influyen en el crecimiento económico. Esta versatilidad permite representar de manera efectiva los efectos de complementariedad y sustitución entre los insumos, lo que es esencial para comprender cómo la sinergia regional puede influir en la productividad y, por ende, en el crecimiento económico.

Además, se construyen los modelos bidimensionales. El primer modelo prueba el efecto total con la sinergia  $S_{ij}$  en la ecuación (1) que muestra el efecto de la sinergia entre la región  $i$  y la región  $j$  en su crecimiento económico agregado. El segundo modelo prueba el efecto de la macrozona con sinergia  $S_i$  en la ecuación (2) mostrando el efecto de sinergia entre la región  $i$  y otras ciudades en el crecimiento económico de la región  $i$ .

$$Y_{ijt} = AK_{ijt}^{\alpha_1} L_{ijt}^{\alpha_2} S_{ijt}^{\alpha_3}, \quad (4)$$

$$Y_{it} = A'K_{it}^{\beta_1} L_{it}^{\beta_2} S_{it}^{\beta_3}, \quad (5)$$

donde  $A$  es el progreso técnico.  $Y$ ,  $K$ ,  $L$  y  $S$  son la producción, el capital, el trabajo y la sinergia, respectivamente.  $\alpha_1, \alpha_2$  y  $\alpha_3$  son los coeficientes de elasticidad del capital, el trabajo y la sinergia, respectivamente, en la ecuación (4).  $\beta_1, \beta_2$  y  $\beta_3$  son los coeficientes de elasticidad del capital, el trabajo y la sinergia, respectivamente, en la ecuación (5).  $i, j$  y  $t$  son la región  $i$ , la ciudad  $j$  y el periodo  $t$ , respectivamente. En logaritmo, las ecuaciones (4) y (5) se pueden reescribir como (6) y (7), respectivamente.

$$\ln Y_{ijt} = \alpha_1 \ln Capital_{ijt} + \alpha_2 \ln Labor_{ijt} + \alpha_3 \ln Synergy_{ijt} + \alpha_4 \ln X_{ijt} + \delta_t + \mu_{ij} + \eta_{ijt}, \quad (6)$$

$$\ln Y_{it} = \beta_1 \ln Capital_{ijt} + \beta_2 \ln Labor_{ijt} + \beta_3 \ln Synergy_{ijt} + \beta_4 \ln X_{ijt} + \varphi_t + \varepsilon_i + \nu_{it}, \quad (7)$$

donde  $X_{ijt}$  y  $X_{it}$  son variables de control,  $\delta_t$  y  $\varphi_t$  representan efectos de tiempo,  $\mu_{ij}$  y  $\varepsilon_i$  representan efectos individuales y por último  $\eta_{ijt}$  y  $\nu_{it}$  son términos de error, respectivamente.

### 4.2 Pruebas de mecanismo

Ya se ha mencionado que las regiones desarrolladas pueden absorber más fácilmente la entrada de recursos y promover el crecimiento económico a través de aglomeración. Por lo tanto, se realiza una prueba de mecanismo a partir del flujo de recursos, más específicamente, el flujo de trabajo (LF). Lamentablemente, los datos de LF regionales no están disponibles. Por lo tanto, se utilizará modelo de gravedad para estimar el flujo de trabajo regional, según la metodología de Bai et al. (2017).

La ecuación que utiliza el modelo de gravedad para medir LF es la siguiente:

$$LF_{ij} = \ln M_i \times \ln(Wage_j - Wage_i) \times \ln(House_i - House_j) / R_{ij}^2, \quad (8)$$

$$LF_i = \sum_{j=1}^n LF_{ij}, \quad (9)$$

donde  $M_i$  es el número de empleados de la región  $i$ ,  $Wage$  es el salario promedio de todos los empleados,  $House$  es el precio promedio de las viviendas y  $R_{ij}$  es la distancia entre a región  $i$  y la región  $j$ . Sin embargo, la ecuación tiene un problema de dirección de LF incierta, esto debido al hecho de que los altos salarios con normalidad van acompañados de un alto precio de la vivienda. Además, la entrada de mano de obra desde la región  $i$  a la región  $j$  no es igual a la salida de mano de obra desde la región  $j$  a la región  $i$ , por lo que  $LF_{ij} \neq LF_{ji}$ . Con base a estos problemas, se utilizará la versión del modelo de gravedad para medir LF de Liu, Li, & Zheng (2019), la cual no contempla dinamismo entre los diferentes valores que pueden tener los precios de las viviendas entre regiones. De esta manera, la ecuación es la siguiente:

$$LF_{ij} = \ln(M_i + M_j) \times \ln Wage_i \times \ln Wage_j / R_{ij}^2.$$

## 5. Datos y resultados

### 5.1 Datos de eficiencia

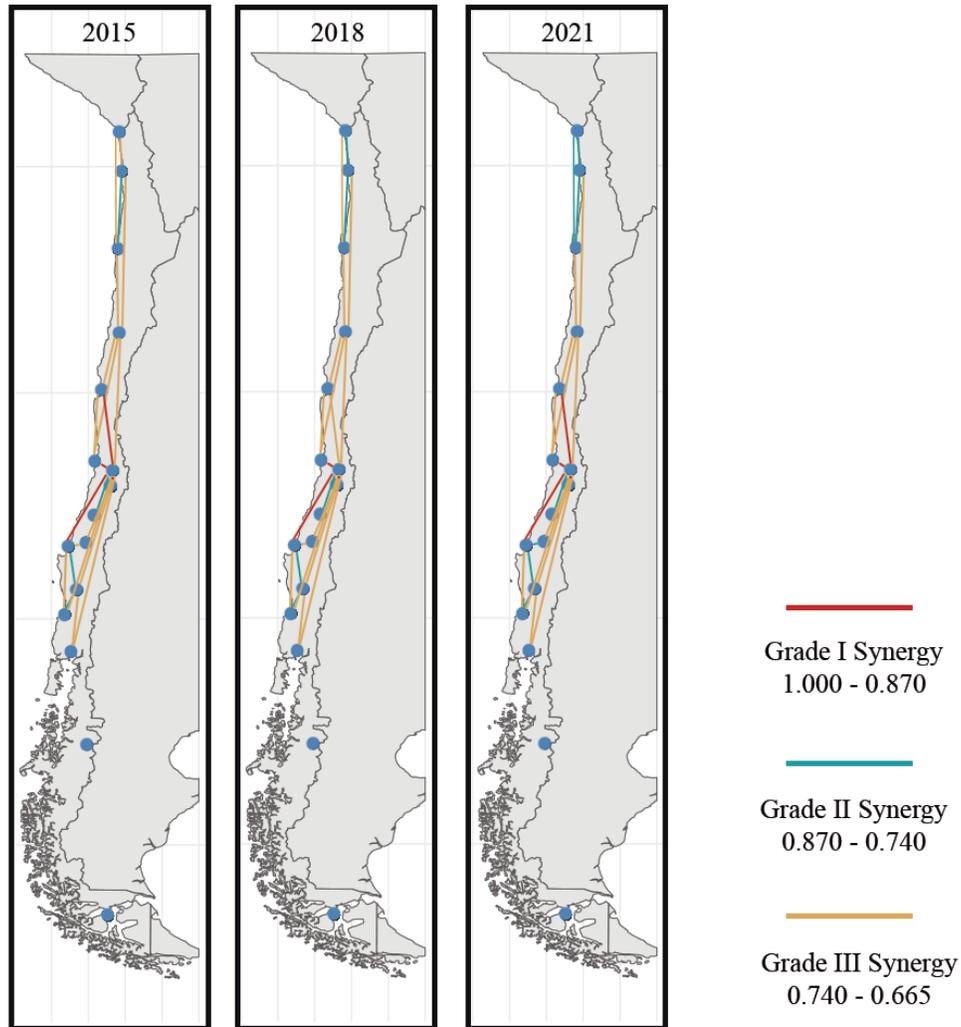
Se seleccionaron las 16 regiones de Chile y se construyó una base de datos de 9730 unidades región-región. El periodo de estudio comprende desde el primer trimestre del 2013 al segundo trimestre del 2022, generando así un base de datos espaciales lista para obtener resultados. Las variables de entrada incluyen la mano de obro, el capital y la variable de salida es el producto interno bruto (PIB).  $\theta'_i$  y  $\theta'_j$  son la eficiencia de la ciudad  $i$  y la ciudad  $j$ , respectivamente.  $\theta'_{ij}$  es la eficiencia de la región integrada de la ciudad  $i$  y la ciudad  $j$ , que se basa en la suma de los datos de entrada y salida de estas dos ciudades. La mano de obra está medida a través de la población ocupada total de la región. El capital se mide a través de la inversión pública de la región. Los datos provienen del Banco Central de Chile, del instituto nacional de estadística chileno y de la Corporación de bienes de Capital.

### 5.2 Sinergia regional

Como la cantidad de la unidad Región-Región es tan grande, el resultado de la medición de la sinergia regional difícilmente puede ser mostrado en tablas por completo. Por esta razón, se utiliza un método más visual para mostrar el resultado de la medición a través de R y ArcGIS (Figura 1). Así, dividió la muestra en tres visualizando únicamente los patrones de sinergia regional en el 2015, 2018 y en el 2021.

Tal como se mencionó, en la Figura 1 se muestra un patrón espacial de sinergia regional. Aquí se puede inferir que, tal como la intuición lo indicaba, las regiones desarrolladas o de mayor poder económico a través de la economía de aglomeración son capaces de generar una mayor sinergia, especialmente con sus regiones vecinas. Lo anterior es mayoritariamente notorio en el caso de la región Metropolitana, la cual de alguna manera genera un fuerza centrípeta con sus regiones contiguas, no dejando de lado de que es la única región con más de una relación de sinergia grado I, declarando a esta como la sinergia más fuerte. Además, es de notar que la región Metropolitana es capaz de generar sinergia regional inclusive con regiones que están bastante alejadas como son la región de los Rios o inclusive, la región de Los Lagos, razón por la cual se puede decir que su potencial económico es tan grande que es capaz de generar una sinergia tal que desprecia de algún modo los costos de transporte de más de 1000 kilómetros. Por otro lado, es evidente también que las tres primera regiones del país, de norte de sur, generan a través de los años una mayor sinergia entre ellas pasando de tener una sinergia mayoritariamente de grado III a que tener una sinergia en su totalidad de grado II, esto sin se puede deber al alto crecimiento económico que poseen las regiones del norte de Chile, especialmente la región de Antofagasta, quien ya desde hace algunos años se ubica como segunda la región con mayor producto interno bruto, solo atrás de la región metropolitana. Otro caso particular es el de la Región del Biobío, la cual inicialmente, en el año 2015 es capaz de generar sinergia regional de grado II con la región de la Araucanía, pero desde el año 2018, aumenta su sinergia con la región de Ñuble, lo cual es de esperar, dada la cercanía geográfica entre estas regiones y no obviando que estas regiones hace no mucho tiempo eran una sola región. De esta manera, se podría identificar como el foco más grande de sinergia regional a la Región Metropolitana, seguida de la interacción entre las tres regiones más al norte del país y de la Región del Biobío. Caso aparte es la situación de las dos región ubicadas más al sur del país, las cuales no logran generar una sinergia significativa, las razones de aquello pueden ser el bajo nivel de desarrollo económico de la zona, recordando que la zona más austral del país sin lugar a duda es la zona que menor aporte entrega al producto interno bruto nacional, además, las largas distancias entre una región y otra dificultan la sinergia regional, puesto que el costo de transporte se hace muy alto.

**Figura 1.** Patrón espacial de sinergia regional en Chile, 2013-2022, Resultados obtenidos del modelo de eficiencia añadida.



Fuente: elaboración propia

### 5.3 Efecto de la sinergia regional en el crecimiento económico

Anteriormente en el documento se presentó la metodología por la cual se mediría en el efecto de la sinergia regional en el crecimiento económico. Las variables que se utilizarán para realizar aquello será el PIB a precios constante de 2008 como variable dependiente y la inversión, el número de ocupados y la sinergia como variables independientes. Además, como variables de control de se incluirán la educación (EDU), medida por la cantidad de alumnos matriculados en diferentes etapas educativas, urbanización (URB) medida por el cociente entre la cantidad de habitantes en la región y la cantidad de habitantes en el país, tal como Lewis (2014) confirmó en su investigación que utilizar la variable de esta manera tendría un impacto de control mucho mayor en variables de crecimiento económico. Además, se agregó la variable gobernabilidad (GOV) como una medida de

descentralización fiscal del gasto público, medido como la relación entre gasto fiscal y PIB, por último, se agregó también como variable de control a la variable Internet (INT) como una medida de desarrollo tecnológico, medida por el porcentajes de habitantes que utilizan internet en la región. De esta manera las ecuaciones quedan de la siguiente manera:

$$\ln Y_{ijt} = \alpha_1 \ln Capital_{ijt} + \alpha_2 \ln Labor_{ijt} + \alpha_3 \ln Synergy_{ijt} + \alpha_4 \ln EDU_{ijt} + \alpha_5 \ln URB_{ijt} + \alpha_6 \ln GOV_{ijt} + \alpha_7 \ln INT_{ijt} + \delta_t + \mu_{ij} + \eta_{ijt}, \quad (11)$$

$$\ln Y_{it} = \beta_1 \ln Capital_{ijt} + \beta_2 \ln Labor_{ijt} + \beta_3 \ln Synergy_{ijt} + \beta_4 \ln EDU_{ijt} + \beta_5 \ln URB_{ijt} + \beta_6 \ln GOV_{ijt} + \beta_7 \ln INT_{ijt} + \varphi_t + \varepsilon_i + v_{it}, \quad (12)$$

Inicialmente, se realiza una estadística descriptiva de las variables, lo cual permitirá comprender de mejor manera el comportamiento de la muestra. Esto es necesario para luego estimar los modelos de manera correcta y no caer en sesgos o ineficiencia de los estimadores de manera innecesaria.

Tabla 1: Estadística descriptiva del total de la muestra

| Variable | Obs. | Mean   | Std. Dev. | Corr        |
|----------|------|--------|-----------|-------------|
| LnGDP    | 9730 | 7.155  | 1.064     | (1.0000)    |
| LnSYN    | 9730 | -1.372 | 2.007     | (0.1946)*** |
| LnCAP    | 9730 | 5.640  | 1.066     | (0.8775)*** |
| LnLAB    | 9730 | 12.577 | 0.984     | (0.8250)*** |
| LnEDU    | 9730 | 12.401 | 0.241     | (0.0140)**  |
| LnURB    | 9730 | -1.274 | 0.513     | (0.0091)*   |
| LnGOV    | 9730 | -1.016 | 1.029     | (0.0125)**  |
| LnINT    | 9730 | -1.002 | 1.001     | (0.0004)*   |

\*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1

Fuente: elaboración propia

Inicialmente en la Tabla 1 vale la pena señalar que las observaciones son unidades región-región y que GDP hace referencia a la variable que mide el producto interno bruto, que al ser variables región-región hace referencia a la suma de los PIB de las regiones integradas, lo mismo ocurre para LAB y CAP. EDU de región-región es la suma ponderada del número de estudiantes de las regiones, mientras que para URB, GOV e INT es un promedio ponderado según la cantidad de habitantes de las regiones. Más allá de analizar el promedio y la desviación estándar, lo cual no tiene mucha relevancia al tener logaritmos naturales en las variables, es interesante visualizar que las correlaciones de todas las variables son significativas, al menos al 10% (es decir, 90% de confianza). Además, es de importancia resaltar que la variable CAP y LAB poseen la más alta correlación, lo cual no es sorprendente. Lo que probablemente sea una buena señal en el análisis es la correlación positiva entre el PIB y la sinergia, por la cual, podría haber una relación positiva también, entre crecimiento económico y la sinergia regional.

De manera adicional, se realizará un análisis descriptivo de las submuestras, en donde se dividirá la muestra en 5 submuestras, las cuales son Macrozona Norte compuesta por la región de Arica y Parinacota, la región de Tarapacá y la región de Atacama, Macrozona Centro compuesta por la región de Coquimbo, la región de Valparaíso y la región Metropolitana, Macrozona Centro Sur compuesta por la región del Libertador Bernardo O'Higgins, la región del Maule, la región de Ñuble y la región

del Biobío, Macrozona Sur compuesta por la región de La Araucanía, la región de Los Lagos y la región de los Ríos y por último, la Macrozona Austral compuesta por la Región de Aysén y la región de Magallanes y la Antártica Chilena.

Tabla 2: Estadística descriptiva de las submuestras

| Variable | Macrozona Norte      |         |           |              | Macrozona Centro |         |           |              |
|----------|----------------------|---------|-----------|--------------|------------------|---------|-----------|--------------|
|          | Obs.                 | Mean    | Std. Dev. | Corr         | Obs.             | Mean    | Std. Dev. | Corr         |
| LnGDP    | 2432                 | 6.9868  | 0.8614    | (1.0000)     | 1826             | 8.4129  | 1.0838    | (1.0000)     |
| LnSYN    | 2432                 | -1.7488 | 2.7726    | (-0.1376)*** | 1826             | -0.8797 | 0.8589    | (0.4269)***  |
| LnCAP    | 2432                 | 5.4717  | 0.8658    | (0.8961)***  | 1826             | 6.8978  | 1.0859    | (0.8976)***  |
| LnLAB    | 2432                 | 11.9708 | 0.3811    | (0.8770)***  | 1826             | 13.8273 | 0.9763    | (0.8975)***  |
| LnEDU    | 2432                 | 12.4084 | 0.2399    | (-0.0163)**  | 1826             | 12.3820 | 0.2433    | (-0.0111)**  |
| LnURB    | 2432                 | -1.1353 | 0.5483    | (0.0277)*    | 1826             | -1.4304 | 0.4740    | (0.0066)*    |
| LnGOV    | 2432                 | -1.0310 | 1.0746    | (0.1718)**   | 1826             | -0.9982 | 1.0040    | (0.1485)**   |
| LnINT    | 2432                 | -1.0051 | 0.2399    | (0.0039)*    | 1826             | -1.0112 | 1.0175    | (-0.0168)*   |
| Variable | Macrozona Centro Sur |         |           |              | Macrozona Sur    |         |           |              |
|          | Obs.                 | Mean    | Std. Dev. | Corr         | Obs.             | Mean    | Std. Dev. | Corr         |
| LnGDP    | 2432                 | 7.3053  | 0.6072    | (1.0000)     | 1826             | 6.9298  | 0.3943    | (1.0000)     |
| LnSYN    | 2432                 | -0.0774 | 0.3274    | (0.1709)***  | 1826             | -1.2109 | 0.8304    | (-0.1051)*** |
| LnCAP    | 2432                 | 5.7902  | 0.6074    | (0.8922)***  | 1826             | 5.4147  | 0.3950    | (0.9815)***  |
| LnLAB    | 2432                 | 12.9258 | 0.4169    | (0.8641)***  | 1826             | 12.6279 | 0.3903    | (0.8968)***  |
| LnEDU    | 2432                 | 12.4048 | 0.2428    | (-0.0068)**  | 1826             | 12.3948 | 0.2391    | (0.0351)**   |
| LnURB    | 2432                 | -1.2648 | 0.4432    | (-0.0031)*   | 1826             | -1.2708 | 0.5292    | (0.0165)*    |
| LnGOV    | 2432                 | -0.9975 | 0.9890    | (0.1851)**   | 1826             | -1.0585 | 1.0648    | (0.1412)**   |
| LnINT    | 2432                 | -0.9894 | 0.9803    | (0.0389)*    | 1826             | -1.0129 | 1.0274    | (0.0092)*    |
| Variable | Macrozona Austral    |         |           |              |                  |         |           |              |
|          | Obs.                 | Mean    | Std. Dev. | Corr         |                  |         |           |              |
| LnGDP    | 1216                 | 5.6418  | 0.0717    | (1.0000)     |                  |         |           |              |
| LnSYN    | 1216                 | -2.8100 | 3.3386    | (0.0094)     |                  |         |           |              |
| LnCAP    | 1216                 | 4.1266  | 0.0868    | (0.5553)***  |                  |         |           |              |
| LnLAB    | 1216                 | 11.1385 | 0.2280    | (0.1436)***  |                  |         |           |              |
| LnEDU    | 1216                 | 12.5039 | 0.2406    | (0.0060)**   |                  |         |           |              |
| LnURB    | 1216                 | -1.1933 | 0.5222    | (0.1215)*    |                  |         |           |              |
| LnGOV    | 1216                 | -0.9824 | 0.9931    | (0.0414)**   |                  |         |           |              |
| LnINT    | 1216                 | -0.9895 | 1.0483    | (0.0067)*    |                  |         |           |              |

\*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1

Fuente: elaboración propia

De la Tabla 2 se puede inferir puntos bastante relevantes, tales como que si solo de análisis correlación se habla la sinergia regional tendría un efecto bastante grande en el crecimiento económico para la Macrozona centro, recordando que dentro de esta Macrozona tiene en su composición a la región Metropolitana, la cual sin lugar a duda es la región que mayor sinergia tiene. Le seguiría la Macrozona Centro Sur y aunque la Macrozona Austral posee en su sinergia regional una correlación positiva, esta no es significativa, siendo una Macrozona en donde esto sucede, pues en las otras, pese al signo del coeficiente de correlación, este siempre es significativa al 1%. En las Macrozona Norte y Macrozona Sur el efecto de la sinergia regional en el crecimiento económico

pareciese ser negativo, recordando siempre de que todo el análisis realizado hasta ahora solo es preliminar y debe ser confirmado con los resultados de la regresión. El resto del análisis de la Tabla 2 es bastante similar en términos generales con el análisis de la Tabla 1.

Antes de regresionar el modelo debemos recordar que nuestra base de datos es de tipo espacial, por lo que tiene dimensiones de tiempo, individuales y espaciales. Es por esta razón que se debe hacer un análisis previo de los datos antes de hacer la regresión. Dicho análisis comienza probando la estacionariedad de los datos, la cual se testeó en base a la prueba de Im, Pesaran, & Shin (2003) y respaldada por la prueba de Breitung (2000). Aquellas pruebas dieron como resultado un valor  $p$  inferior a 0.0000, razón por la cual se puede concluir que existe evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula, lo que proporciona evidencia de estacionariedad de los datos. Además, se realizó la prueba de Hausman para evaluar si se debe utilizar efectos fijos, representados por la sigla FE o efectos aleatorios, representados por la sigla RE. Los resultados provenientes de la prueba indica que se debe optar por efectos fijos.

Con base a la regresión mostrada en la ecuación (11), se probó el efecto total y el resultado se muestra en la Tabla 3. En la columna 1 se aplican efectos fijos sin controlar el efecto del tiempo ni el efecto individual. En la columna 2, se controla el efecto individual y en la columna 3, se controlan tanto el efecto del tiempo como el efecto individual.

Tabla 3: Resultado regresión del total de la muestra

| Variables    | (1)        | (2)        | (3)        |
|--------------|------------|------------|------------|
| LnSYN        | 0.1593***  | 0.1464***  | 0.1297***  |
| LnCAP        | 0.5677***  | 0.5688***  | 0.5698***  |
| LnLAB        | 0.1123***  | 0.1025***  | 0.0954***  |
| LnEDU        | 0.0002*    | 0.0004*    | 0.0003*    |
| LnURB        | 0.0005**   | 0.0102**   | 0.0100**   |
| LnGOV        | -0.0001*   | -0.0014*   | -0.0007*   |
| LnINT        | 0.0002***  | 0.0003***  | 0.0006***  |
| Constant     | -0.2522*** | 2.3081***  | 5.2180***  |
| Quarterly FE | No         | No         | Yes        |
| Region FE    | No         | Yes        | Yes        |
| F statistic  | 1370.71*** | 1265.52*** | 1154.26*** |
| $R^2$        | 0.8870     | 0.9215     | 0.9780     |

\*\*\*  $p < 0.01$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*  $p < 0.1$

Fuente: elaboración propia

De la Tabla 3 se visualiza de las columnas 1 a la 3, la sinergia regional siempre tiene un efecto positivo y altamente significativo en el crecimiento económico total del país, por lo que se podría dar respuesta a que efectivamente, la sinergia podría impulsar el crecimiento económico en Chile. Al controlar gradualmente el efecto de la dimensión individual y la dimensión tiempo, es notorio el crecimiento que tiene el  $R^2$ , llegando a un 0.9780 en la columna 3, lo que se podría leer que las variables independientes del modelo representan el 97.80 por ciento de la variabilidad de la variable independiente, lo que, por cierto, es un gran resultado. Importante destacar también que la prueba de Hausman se mantiene consistente entre las regresiones. A modo general, el producto interno bruto nacional aumentaría un 1.3 por ciento aproximadamente con un aumento del 10 por ciento en la sinergia regional. Nuevamente, esto indicaría que la sinergia entre regiones podría promover el crecimiento económico agregado del país. Además, los signos y significancias del resto de los

coeficientes de las variables con consistentes con los hallazgos descubiertos en la revisión de literatura.

La lectura de la Tabla 3 revela una información fundamental en nuestro análisis, donde se destaca la importancia crucial de las variables capital y trabajo en el contexto de las regiones en estudio. Estas dos variables desempeñan un papel importante en el modelo, y su influencia es particularmente destacada debido al efecto "black hole" observado en las regiones más desarrolladas. Este concepto, que se explorará con mayor profundidad en secciones posteriores, subraya cómo las regiones altamente desarrolladas tienden a atraer una mayor proporción de recursos y factores productivos, creando un efecto magnético que absorbe tanto capital como trabajo. Esto no solo afecta la distribución de los recursos en las regiones menos desarrolladas, sino que también tiene un impacto significativo en el crecimiento económico general y en la disparidad regional.

Ahora, si bien está respuesta la pregunta de si la sinergia regional promueve el crecimiento económico, pero ¿este efecto es equitativo a lo largo del país? Para responder a esta pregunta es necesario analizar y profundar el análisis a través de las submuestras realizadas con antelación, los resultados de aquellos se representan en la Tabla 4.

Tabla 4: Resultado regresión del total de la muestra

| Variables      | Macrozona |           |            |           |            |
|----------------|-----------|-----------|------------|-----------|------------|
|                | Norte     | Centro    | Centro-Sur | Sur       | Austral    |
| LnSYN          | 0.1737*** | 0.5955*** | 0.0528***  | 0.0012**  | -0.0211    |
| LnCAP          | 0.4423*** | 0.3604*** | 0.7359***  | 0.7078*** | 0.3411***  |
| LnLAB          | 0.3388*** | 0.5421*** | 0.0642***  | 0.1867*** | 0.5583***  |
| LnEDU          | 0.0059*   | 0.0004*   | 0.0004*    | 0.0054*   | 0.0014*    |
| LnURB          | 0.0005**  | 0.0010**  | 0.0006**   | 0.0014**  | 0.0012**   |
| LnGOV          | -0.0011*  | -0.0004*  | -0.0085*   | -0.0024*  | -0.0018*   |
| LnINT          | 0.0144*** | 0.0004*** | 0.0020***  | 0.0016*** | 0.0006***  |
| Constant       | 0.5733*** | 1.5704*** | 2.2171***  | 5.2628*** | -1.9390*** |
| Quarterly FE   | Yes       | Yes       | Yes        | Yes       | Yes        |
| Region FE      | Yes       | Yes       | Yes        | Yes       | Yes        |
| F statistic    | 639.56*** | 824.20*** | 451.34***  | 378.56*** | 166.03***  |
| R <sup>2</sup> | 0.9834    | 0.9974    | 0.9836     | 0.7596    | 0.5871     |

\*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1

Fuente: elaboración propia

Inicialmente se debe indicar que se visualizan en todas las macrozona el modelo de efectos fijos controlando el efecto del tiempo y el efecto individual, pues son estos modelos los cuales entregan un valor del R<sup>2</sup> mayor en cada una de las macrozona. Ahora, de la Tabla 4 se es posible visualizar resultado sumamente interesantes a resaltar. Primero, es evidente que la macrozona centro es la más beneficiada con la sinergia regional, en donde un aumento de un 10 por ciento en ella provocaría un aumento de aproximadamente un 6 por ciento en el producto interno bruto de la macrozona. Estos alentadores resultados probablemente se deben a tres factores claves, la primera es que dentro de la macrozona centro se encuentra incluida la región Metropolitana, y tal como ya se visualizó o anteriormente dentro del documento, es específicamente la región Metropolitana quien mayor nivel de sinergia regional alcanza. En segundo lugar, la distancia existente entre las regiones de la macrozona es mínima, al menos menores de las que hay en otras macrozona, esto hace que el costo de transporte sea también mínimo. Y, en tercer lugar, dentro de la macrozona centro se encuentran regiones que poseen un alto nivel económico, incluyendo a la región metropolitana quien es por lejos

la región más desarrollada del país, y tal como se ha menciona con anterioridad, el efecto de la fuerza centrípeta se hace evidente en este caso.

Luego está la macrozona norte y la macrozona centro-sur como la segunda y tercera más beneficiadas de la sinergia regional, pero la diferencia con la macrozona centro es enorme, aun así, el efecto es positivo y significativo. Por el lado de la macrozona sur se visualiza que el efecto de la macrozona sur sigue siendo positivo, aunque casi cero, además de que pierde algo de significancia. Por último, el caso de la macrozona austral es especial, pues si bien el coeficiente referente a la variable sinergia es negativo, lo cual tiene cierta lógica dado los valores de sinergia y la evolución de esta, previamente calculados, ni siquiera llega a ser significativo al 10 por ciento. Lo anterior se pudiese deber netamente a dos puntos clave. El primero es las grandes distancias entre una región y la segunda es el poco desarrollo económico que presenta la macrozona, ambos son factores que finalmente inclinan la balanza a que el efecto de la sinergia regional en dicho sector del país sea nulo o inclusive negativo. Lo anterior es reforzado el bajo nivel explicativo que tiene el modelo, el cual claramente se ve alterado por la no significancia de la variable referente a la sinergia regional.

Para garantizar la fiabilidad y validez de los resultados obtenidos se aplican pruebas de robustez, lo cual se ve reflejado en la tabla 5. Dicha tabla indica que tanto el efecto total sigue siendo positivo y significativo, mientras que el efecto por macrozonas tiene diferencias en la macrozona Austral con ahora, un efecto positivo. Sin embargo, la sinergia de la macrozona Austral no pasó la prueba de significancia. La razón de aquello podría ser la gran diferencia de distancias que existe dentro de la misma macrozona. Cabe destacar que a sinergia regional puede promover o frenar el crecimiento económico regional a través del flujo de recursos interzonal, lo cual se discutirá más adelante en el escrito.

Tabla 5: Prueba de robustez

| Efecto total | Macrozona |           |            |          |         |
|--------------|-----------|-----------|------------|----------|---------|
|              | Norte     | Centro    | Centro-Sur | Sur      | Austral |
| 0.1271***    | 0.1702*** | 0.5835*** | 0.5169***  | 0.0267** | 0.0012  |

Nota: solo se muestra el valor de LnSYN

\*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1

Fuente: elaboración propia

Dado que la sinergia puede impulsar el crecimiento económico, y a su vez, un mayor crecimiento económico puede fomentar la generación de sinergias, esta interacción bidireccional podría indicar la presencia de endogeneidad en la relación de ambas variables, razón por la cual se testea la endogeneidad utilizando la prueba de Durbin-Wu-Hausman (Davidson y MacKinnon, 1993). El resultado demuestra que, tanto en el modelo de efecto total como en el modelo de efecto de macrozona, el valor p es de 0.0000, evidenciando el problema de endogeneidad. Por lo tanto, apoyados de la investigación de (Li & Lui, 2017), elegimos  $SYN_{t-1}$  como variables instrumental y usamos una regresión de mínimos cuadrados en dos etapas.  $SYN_{t-1}$  denota la variable rezagada en una etapa de SYN. El resultado de la regresión de muestra en la siguiente tabla.

Tabla 6: Estimación en dos etapas

| Efecto total | Macrozona |           |            |          |         |
|--------------|-----------|-----------|------------|----------|---------|
|              | Norte     | Centro    | Centro-Sur | Sur      | Austral |
| 0.1301***    | 0.1873*** | 0.6002*** | 0.5288***  | 0.0253** | 0.0006  |

Nota: solo se muestra el valor de LnSYN

\*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1

Fuente: elaboración propia

La tabla 6 demuestra que el efecto total sigue siendo significativo y positivo y el resultado de la submuestra también es altamente consistente con los resultados que se muestran en la tabla 3 y 4. Esto indicaría que la sinergia entre las regiones podría promover significativamente el crecimiento económico agregado del país. En cuanto al efecto por macrozona, su efecto también es de alta fiabilidad, resaltando nuevamente que la macrozona Centro podría beneficiarse en mayor cuantía de la sinergia regional.

#### 5.4 Prueba de mecanismo

Según (Liu, Li, & Zheng, 2019) las regiones más desarrolladas pueden absorber más fácilmente la entrada de recursos y promover el crecimiento económico a través de la aglomeración. Lo anterior es razón para implementar una prueba de mecanismo a partir del flujo de recursos, más específicamente, el flujo de trabajo (LF).

Así, con referencia al modelo de gravedad de Bai et. al (2017) se estima el LF entre regiones. La ecuación que utiliza el modelo de gravedad para medir LF es la siguiente:

$$LF_{ij} = \ln M_i \times \ln(Wage_{ij} - Wage_i) \times \ln(House_i - House_j) / R_{ij}^2 \quad (13)$$

$$LF_i = \sum_{j=1}^n LF_{ij} \quad (14)$$

Donde  $M_i$  es la población laboralmente activa de la región  $i$ ,  $Wage$  es el salario promedio de todos los empleados,  $House$  es el precio promedio de la vivienda y  $R_{ij}$  es la distancia entre la región  $i$  y la región  $j$ . Sin embargo, la ecuación presenta un inconveniente, el cual lo evidencia Lui, Li & Zheng (2019) quienes explicitan un problema de dirección incierta en la ecuación de LF, dado que altos salarios normalmente van acompañados de un alto precio de la vivienda. En base a ello, los autores proponen el siguiente modelo:

$$LF_{ij} = \ln(M_i + M_j) \times \ln Wage_i \times \ln Wage_j / R_{ij}^2 \quad (15)$$

Los datos provienen del Instituto Nacional de Estadística y el Banco Central de Chile. La distancia entre cada dos regiones, es decir, las distancias de las 9730 unidades región-región, se obtiene del sitio web de Servicios Vialidad de Chile mediante consultas manuales de forma individual. Las regiones con LF por encima del promedio se clasifican como observaciones de entrada y aquellas con LF por debajo del promedio se clasifican como observaciones de salida. Así, las 16 regiones se clasificaron en 4 observaciones de entrada y 12 observaciones de salida. Los resultados se muestran en la tabla 7.

Tabla 7: Prueba de Confiabilidad del Modelo de Gravedad

| Región                        | Valores | Clasificación            |
|-------------------------------|---------|--------------------------|
| Metropolitana                 | 27.817  | Observaciones de entrada |
| Antofagasta                   | 22.884  |                          |
| Valparaíso                    | 20.663  |                          |
| Biobío                        | 18.337  |                          |
| Coquimbo                      | 10.451  | Observaciones de salida  |
| Libertador Bernardo O'Higgins | 9.194   |                          |
| Maule                         | 9.059   |                          |
| Arica y Parinacota            | 8.767   |                          |
| Araucanía                     | 8.268   |                          |
| Atacama                       | 7.356   |                          |
| Tarapacá                      | 7.142   |                          |
| Ñuble                         | 5.895   |                          |
| Los lagos                     | 5.493   |                          |
| Los ríos                      | 4.965   |                          |
| Magallanes y la Antártica     | 3.148   |                          |
| Aysén                         | 2.746   |                          |

Fuente: elaboración propia

Además, como se muestra en la tabla 8, las observaciones del flujo de entrada de recursos por sí solas podrían beneficiarse de la sinergia regional. Esto demuestra el efecto macrozonal y el mecanismo de flujo interregional.

Tabla 8: Prueba de mecanismo

| VARIABLES      | Observaciones de entrada | Observaciones de salida |
|----------------|--------------------------|-------------------------|
| LnSYN          | 0.8761***                | 0.0326***               |
| LnCAP          | 0.3675***                | 0.2976***               |
| LnLAB          | 0.1462***                | 0.1377***               |
| Quarterly FE   | Yes                      | Yes                     |
| Region FE      | Yes                      | Yes                     |
| F statistic    | 1289.27***               | 649.84***               |
| R <sup>2</sup> | 0.9890                   | 0.7314                  |

Nota: solo se muestran los valores de LnSYN, LnCAP y LnLAB.

\*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1

Fuente: elaboración propia

## **6. Discusión y conclusiones**

En esta investigación exhaustiva que abordó el análisis del efecto de la sinergia regional en el crecimiento económico de las 16 regiones de Chile, se llevaron a cabo diversas etapas metodológicas y se obtuvieron hallazgos fundamentales. Se construyó una base de datos de gran envergadura que abarcó un amplio período de estudio, desde el primer trimestre de 2013 hasta el segundo trimestre de 2022, lo que proporcionó una amplia perspectiva temporal para el análisis.

El enfoque de esta investigación se centró en la evaluación de la sinergia regional y su impacto en el crecimiento económico de las regiones chilenas. Para ello, se emplearon variables clave, que incluyeron mano de obra, capital y producto interno bruto (PIB). La sinergia regional se abordó como un factor independiente y esencial en el análisis, y su influencia se evaluó meticulosamente en diferentes contextos y escenarios.

Los resultados de esta investigación indican de manera concluyente que la sinergia regional tiene un efecto significativamente positivo en el crecimiento económico global de Chile. Este hallazgo se respalda sólidamente mediante pruebas de robustez que se llevaron a cabo para garantizar la fiabilidad y validez de los resultados. La confirmación de que la sinergia regional puede impulsar el crecimiento económico a nivel nacional es un hallazgo significativo con implicaciones importantes para la planificación económica y la formulación de políticas en el país.

Al profundizar en los resultados por macrozonas, se destacó la Macrozona Centro como la más beneficiada por la sinergia regional. Esta macrozona, que incluye la región Metropolitana, mostró un impacto especialmente positivo en términos de crecimiento económico en respuesta a la sinergia regional. Esto se debe a la alta concentración económica y la proximidad geográfica entre las regiones de esta área. Las otras macrozonas también experimentaron efectos positivos de la sinergia regional, aunque con magnitudes variables.

La investigación también abordó el concepto de "efecto black hole" en las regiones más desarrolladas. Se destacó cómo estas regiones tienen la capacidad de atraer una mayor proporción de recursos y factores productivos, lo que puede desencadenar un efecto magnético que absorbe tanto capital como trabajo. Este fenómeno afecta tanto la distribución de recursos en las regiones menos desarrolladas como el crecimiento económico general y la disparidad regional. Este concepto proporciona una base teórica valiosa para comprender mejor las dinámicas económicas en Chile.

Además, se exploró el mecanismo de flujo de recursos, centrándose en el flujo de trabajo (LF). Se encontró que las regiones que reciben un mayor flujo de recursos a través de la sinergia regional tienden a experimentar un crecimiento económico más sólido. Esto subraya la importancia de la sinergia regional como una vía para promover el crecimiento económico y la distribución de recursos de manera más equitativa.

En conjunto, estos hallazgos respaldan la idea de que la sinergia regional desempeña un papel crucial en el crecimiento económico de Chile y que su impacto varía en función de la ubicación geográfica y las características económicas de las regiones. Los resultados de esta investigación tienen implicaciones significativas para la formulación de políticas y la planificación económica a nivel regional y nacional, y destacan la importancia de fomentar la cooperación y la sinergia entre las regiones para impulsar el desarrollo económico del país de manera más equitativa y efectiva. Estos hallazgos proporcionan una base sólida para futuras investigaciones y la toma de decisiones económicas en Chile.

## Referencias

- Bai, Junhong, Wang, Jiang, & Li. (2017). R&D Element Flow, Spatial Knowledge Spillovers and Economics Growth. *Economic Research Journal*.
- Balassa, B. (1961). The Theory of Economic Integration.
- Boudeville. (1968). L'Espace et les Pôles de Croissance . *Oxford-University Press*.
- Breitung, J. (2000). The Local Power of Some Unit Root Test for Panel Data. *Advances in Econometrics*.
- Brunow, K., & Nijkamp. (2018). The Impact of a Culturally Diverse workforce on Firms Revenues and Productivity. *International Regional Science Review*.
- Capello, R., & Rietveld, P. (1998). The Concept of Network Synergy in Economic Theory: Policy Implications. *In Transport Network in Europe*.
- Capineri, & Kamann. (1998). Synergy in Networks: Concepts. *In Transport Networks in Europe*.
- Cayumil, A., Quiroga, M., Araya, I., & Pino, G. (2021). Can local financial depth and dependence on external funding impact regional creation of new firms in Chile? *The Annas of Regional Science*.
- Cepello, R. (2007). A forecasting territorial model of regional growth. *The Annals of Regional Science*.
- Coe, N., Yeung, Philip, K., & Henry. (2007). Economic Geography: A Contemporary Intrudction. *Blackwell Publishing*.
- Dekle, R., & Vandenbrocke, G. (2010). Whiter Chinese Growth? A Sectoral Growth Accounting Approach. *Review od Development Economics*.
- Färe, Grosskopf, Lindgren, & Roos. (1992). Productivity Changes in Swedish Pharamacies. *Journal of Productivity Analysis*.
- Fuentes, N. A. (2006). ¿Es posible un crecimiento económico regional endógeno en Latinoamérica? *Revista latinoamericana de economía*.
- Harris, R. (2008). Models of Regional Growth: Past, Present and Future. *Spatial Economic Research Centre*.
- Im, Pesaran, & Shin. (2003). Testing for Unit Roots in heterogeneous Panels. *Journal of Econometrics*.
- Kourtit, K., & Nijkamp, P. (2018). Creative Professional and Cultural Ambiance in Urban Agglomeration. *International Regional Science Review*.
- Kourtit, K., Nijkamp, P., & R, S. (2018). Modelling Regional Growth and Innovation. *International Regional Science Review*.
- Kourtit, K., Nijkamp, P., & Stough, R. (2018). Modeling Regional Growth and Innovation. *International Regional Science Review*, 3-6.

- Krugman, P. (1980). Scale Economies, Product Differentiation, and the Pattern of Trade. *American Economic Review*.
- Lawton, H., & Waters, R. (2015). Regional Synergies in Triple Helix Regions: The Case of Local Economic Development Policies in Oxfordshire, UK. *Sage journals*.
- Leibenstein, H. (1966). Allocative Efficiency vs. X-efficiency. *American Economic Review*.
- Li, G., & Fang, C. (2018). Spatial Economic Analysis of Urban and Country-level Economic Growth Convergence in China. *International Regional Science Review*, 1-38.
- Li, L., & Lui, Y. (2017). Industrial Green Spatial Patterns Evolution of Yangtze River Economic Belt in China. *China Geographical Science*.
- Liu, Y., Li, L., & Zheng, F. (2019). Regional Synergy and Economic Growth: Evidence from Total Effect and Regional Effect in China. *International Regional Science Review*, 431-458.
- Márquez, M., Lasarte, E., & Lufin, M. (2018). Isolating Neighborhood Component of Regional Inequality. *International Regional Science Review*.
- McCombie. (1988). A Synoptic View of Regional Growth and Unemployment. *Urban Studies*.
- Meijers, E. (2005). Polycentric Urban Regions and the Quest for Synergy: Is a Network of Cities More than the Sum of the Parts? *Urban Studies*.
- Merchand, M. A. (2007). *Teorías y conceptos de economía regional y estudios de caso*. Puerto Vallarta: Centro Universitario de la Costa.
- Nakamura, D. (2018). Alternative Spatial Structure for Sustainable Rural Economy: A Note on Socially Optimal Firm Location. *International Regional Science Review*.
- Oyarzún, C., & Araya, I. (2001). Long run dynamics of regional growth in Chile. *Estudios de Economía*.
- Peneder, M. (2003). Industrial Structure and Aggregate Growth. *Structural Change and Economic Dynamics*.
- Rajan, R., & Singales, L. (1998). Financial Dependence and Growth. *American Economic Review*.
- Rojas, A., Sabatini, F., & Sepúlveda, C. (2003). Conflictos ambientales en Chile: aprendizajes y desafíos. *Biblioteca humanidades*.
- Solow, R. (1956). A Contribution to the Theory of Economic Growth. *Quarterly Journal of Economics*.
- Tone, K. (2001). A Slacks-based Measure of Efficiency in Data Envelopment Analysis. *European Journal of Operational Research*.