



Instituto de Investigaciones Socio Económicas

Documento de Trabajo No. 06/10
Julio 2010

**Las Empresas en Santa Cruz, continúan en una
Estructura Mono Céntrica?**

por
Xavier Salazar
y Miguel Atienza

***Las Empresas en Santa Cruz, continúan en una
Estructura Mono Céntrica?***

F. Xavier Salazar Sanjines y Miguel Atienza
Universidad Católica del Norte

Resumen

Este trabajo contrasta la hipótesis de que, en la ciudad de Santa Cruz de la Sierra (Bolivia), las empresas continúan concentradas de forma monocéntrica. Para ello se estima un modelo estadístico que compara densidades locales para contrastar la hipótesis monocéntrica. Los índices de concentración y diversificación de actividades encontrados basados en datos empíricos de 2007, dan la pauta de patrones de concentración relevantes según anillos y posibles subcentros.

Introducción

Este trabajo se enfoca en la organización intra-urbana de la ciudad de Santa Cruz, ordenada y planificada al mejor estilo del modelo de Alonso, con una estructura que pasó de reticular en la colonia, a un claro monocentrismo en los siglos XIX y XX; donde la estructura caminera rodea el Distrito Central de Negocios (DCN) con anillos radiales concéntricos. En estos momentos, tras 30 años de crecimiento poblacional y constante migración campo-ciudad sobre el promedio departamental, la ciudad pudo haber pasado a una estructura policéntrica.

El análisis de la estructura de la ciudad es de interés no solo como un espacio geográfico donde se pueden formular políticas, sino también porque conforma un medio ambiente para facilitar las relaciones socio-económicas que se desarrollan dentro de sus límites. El planificar y generar nuevos subcentros dentro de una ciudad debe velar tanto por dotar de bienes y servicios públicos suficientes para la población, como también de un espacio adecuado a las empresas que dan empleo a sus habitantes. El Plan de Ordenamiento Territorial (PLOT) de Santa Cruz, la herramienta para el manejo del territorio en sus variables físico espaciales del Plan Estratégico de Desarrollo Municipal (PEDM), propone seis nuevos subcentros enfocados más desde el punto de vista urbano residencial que desde el empresarial (véase mapa 1). Es, sin embargo, necesario evaluar las nuevas centralidades propuestas en el macro plan de ordenamiento ambiental desde el punto de vista empresarial, para lograr tanto la provisión adecuada de amenidades residenciales, como para potenciar las ventajas de la proximidad con las empresas.

El carácter monocéntrico o policéntrico de una ciudad no solo se basa en dónde las personas viven, sino también en dónde se desarrollan las actividades productivas que las personas hacen para vivir. Para ello, se necesita identificar los patrones de localización de las actividades empresariales de la ciudad de Santa Cruz; y según la concentración y especialización de sus actividades poder justificar la necesidad de nuevos subcentros.

Es verdad que algunos sectores empresariales “siguen” a los conglomerados de personas, por cuanto se sitúan en zonas de alta densidad poblacional, ya que esto les representa un mayor mercado. Sin embargo, las amenidades que atraen a las personas, no son las mismas que atraen a las empresas; y al entender esto, se puede tener una mejor evaluación sobre si los subcentros propuestos son idóneos para enmarcar y focalizar futuras políticas de mitigación ambiental, ventajas fiscales, y otras políticas de apoyo a la consolidación de un nuevo subcentro.

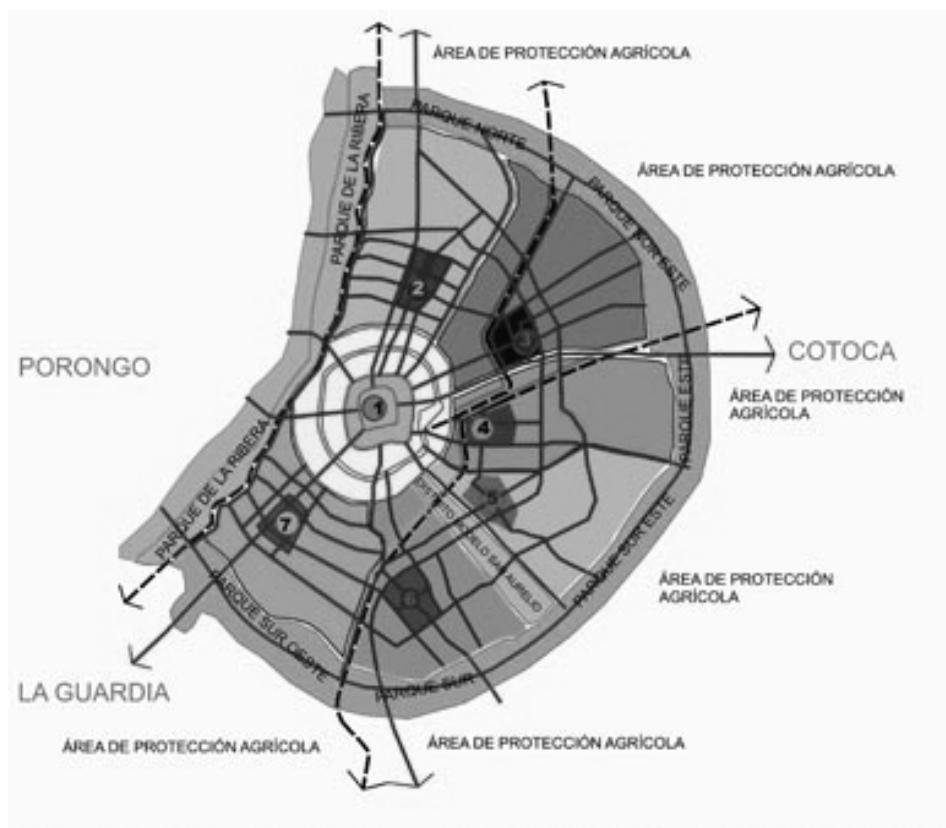
Enfocando la atención en la localización de las empresas que participan en la economía de Santa Cruz de la Sierra, antes que en la población residente se pueden responder más a cabalidad las siguientes preguntas:

¿Cuál es la distribución espacial de las empresas en relación a la estructura productiva de Santa Cruz? Giuliano y Small (1991) y McMillen y McDonald (1998) encontraron que diferentes centros tienen características de mix industrial muy diferentes. Algunos subcentros son muy especializados y otros imitando al centro histórico tienen una composición diversificada¹. Es importante estudiar lo diversificado que es cada subcentro, para saber si se requieren políticas que apoyen la tendencia hacia la diversificación de actividades o lograr una distribución espacial policéntrica más especializada que incentive las economías internas

¹ Ver Anas (1998) Pág. 1442 para tres útiles formas de especificación de subcentros especializados en bienes complementarios, suplementarios o independientes

y externas de escala de forma natural. Para ello, se estimarán los índices de concentración y dispersión de las actividades cruceñas según anillos o zonas propuestas para subcentros. Al calcular los índices de concentración y dispersión se lograrán dos cosas; por un lado, se tiene un punto inicial para que, en investigaciones futuras sobre el mismo tema, se pueda medir el impacto de políticas del gobierno central o regional sobre el tejido empresarial de Santa Cruz, y, por el otro, se tienen estadísticos instrumentales para evaluar la hipótesis central de este trabajo. Asimismo se calcularán índices de diversificación o especialización mediante los índices de Entropía Total, Relacionada y no Relacionada, que permiten hacer un ranking de zonas o anillos según su especialización, útil para nuevos emprendimientos.

Mapa 1 :Macro Plan de Ordenamiento Ambiental Santa Cruz 2010



Fuente: Plan de Ordenamiento Territorial de Santa Cruz

¿La localización de las actividades económicas, en la ciudad de Santa Cruz de la Sierra, se concentra espacialmente en anillos concéntricos según el planteamiento teórico mono céntrico de un Distrito Central de Negocios² (DCN)? Esta pregunta tiene relevancia actual por cuanto existen nuevas competencias autonómicas³ que proporcionan instrumentos de política municipal que pueden ser aprovechados para incentivar la localización y

² Dicho planteamiento asume que las empresas de actividades de pérdida de peso se sitúan en la periferia y las empresas de actividades de ganancia de peso se sitúan en el centro.

³ El régimen autonómico fue avalado por el referéndum de febrero del 2006 y sus estatutos avalados en el referéndum de febrero 2007. En la actualidad, la nueva constitución política del estado avalada en el referéndum de enero 2009 también hace referencia a las autonomías, aunque las competencias y políticas de implementación aun están siendo discutidas.

agrupación de algún sector o tipo de actividad particular, hacia alguna zona específica⁴ dentro de la ciudad para lograr mayor impacto en el desarrollo o la contención ambiental. Para evaluar si Santa Cruz ya se puede considerar una ciudad poli céntrica o continúa siendo una ciudad monocéntrica, se empleará el modelo de Odland (1978) que permite abordar el problema desde un punto de vista estático comparativo.

Dado el acelerado crecimiento poblacional de Santa Cruz⁵ de los últimos años debido a masivas migraciones campo ciudad, y evidenciando que según los índices de especialización estimados por la Cámara de Industria y Comercio (CAINCO), algunos subcentros propuestos en Santa Cruz puede que tengan una fuerte especialización agroindustrial que potencian las fuerzas dispersoras del DCN, se plantea como hipótesis del trabajo que la estructura empresarial de Santa Cruz de la Sierra ya se comporta como una ciudad policéntrica.

1. Revisión bibliográfica

La localización de una empresa es clave para diversos factores que influyen en su competitividad como el acceso a mercados, la accesibilidad a recursos y posibles acuerdos entre empresas del mismo o diferente sector en que se desarrolle su actividad. Se considera que quien comenzó a formalizar la teoría de localización de las actividades empresariales fue *Johann H. Von Thunen (1826)*, basado en el principio de la función de puja por productividad – distancia de *David Ricardo (1821)*, para estudiar el mercado de la tierra urbana y agrícola mediante funciones de puja que varían con la distancia, seguido por los estadounidenses *Ricard M. Hurd (1903)* y *Robert M. Haig (1926)* quienes se dedicaron al problema de la renta de la tierra y el ingreso, en particular a explicar el resultado contra intuitivo que existía en las ciudades americanas, donde los pobres vivían cerca del centro, donde la tierra era cara y los ricos vivían en la periferia, donde la tierra era barata.

William Alonso (1960) y *Muth (1969)* dieron un paso más allá para explicar la distribución espacial de los precios de las casas, consumo de tierra y orden espacial de los residentes determinados por los costos de transporte al centro de una ciudad monocéntrica, naciendo el concepto de Distrito Central de Negocios⁶. Para ello, establecieron dos hipótesis:

- a) El precio de la tierra decrece con la distancia al DCN (Pendiente negativa del gradiente de renta)
- b) El consumo de la tierra per capita, se incrementa con la distancia al DCN (pendiente negativa del gradiente de densidad)

Según Pérez y Polèse (1996), el DCN puede presentar distintas formas; aquí se mencionan tres, pudiendo cada una de ellas, evolucionar como modelo propio, o como combinación de ellos:

⁴ Una zona específica puede ser planteada como una zona con amenidades empresariales, que puede o no coincidir con las amenidades residenciales, o una zona donde localizar ciertas empresas de mayor impacto potencial en empleo o que necesiten de condiciones para mitigación ambiental.

⁵ De acuerdo a las tendencia del crecimiento de la población, el INE estima que el departamento alcance 2,4 millones de personas para el 2005 (con una tasa de crecimiento de 4.87% para 2001-2005) y 3.1 millones en el 2010 (con tasa de crecimiento de 4.98% para 2005-2010), siendo para entonces, el departamento más poblado del país.

⁶ El Distrito Central de Negocios (DCN) se define como la principal “área central” de la ciudad, que presenta la más alta concentración de servicios a la producción y otros servicios superiores y de funciones comerciales (Pérez y Polèse, 1996).

- 1) Modelo de consolidación del DCN en el centro histórico: En este modelo, el DCN se consolida en lo que es el centro histórico; entonces el DCN se renueva en el centro histórico;
- 2) Modelo de desplazamiento del DCN de lo que es el centro histórico: Aquí, el DCN no es el mismo que el centro histórico, es decir, que dada la evolución en la estructura económica de la ciudad, el DCN aparece en una localización diferente a la del centro histórico. La concentración busca otra localización hasta conformarse en un área diferente a la original (Lungu: 1998);
- 3) Modelo poli nuclear del DCN: dada la evolución de la ciudad hacia un modelo poli nuclear, no existe un DCN dominante, porque hay diversos centros diferenciados, pero ninguno es lo bastante grande para ser llamado centro (Krugman, 1996).

Rosen (1974) y Coulson (1989) probaron el modelo mono céntrico en un marco hedónico, utilizando variables dummy de localización (norte, sur, este y oeste) para capturar subcentros que pueden tener gradientes propios que se fundirían con el gradiente del DCN. El Plan de Ordenamiento Territorial (PLOT) de Santa Cruz, también hace referencia a distintas densidades poblacionales en diferentes zonas de la ciudad lo que origina los subcentros propuestos por el macro plan de ordenamiento ambiental Santa Cruz 2010.

Richardson (1977) notó la existencia empírica de un gradiente de renta positiva que era contrario a las hipótesis de *Alonso (1960)*, y especuló que era efecto de grandes barrios o urbanizaciones, aunque también existían las probables fuerzas dispersoras de las externalidades de congestión, errores de medición de la distancia y la diferencias medio ambientales en el que el modelo se desarrolla. De esta forma, dio paso a la búsqueda de condiciones formales para pasar de un modelo monocéntrico a uno policéntrico. *Anas (1998)* indica que existen tres aproximaciones de modelos que ponen a prueba la monocentralidad:

1. *Point Pattern Analysis*: Desarrollado por R.W.Thomas (1981), define estadísticos de distancia entre unidades y las compara con distribuciones teóricas tales como la postulada por Christaller (1966) o por una distribución lograda al azar por un proceso Poisson. Una aplicación empírica de este análisis la hizo Arthur Getis (1983) para la ciudad de Chicago.
2. *Análisis de Fractales*⁷ : Desarrollado por Michael Batty y Paul Langley (1994) para un estudio de fronteras en Gales. Los fractales de dimensión permiten representar patrones de desarrollo bidimensionales, capturando irregularidades en el interior como en el exterior de un área. Es un método utilizado para analizar la frontera de una ciudad porque el fractal se mantiene ante cambios de escala.
3. *Estructura Urbana por comparación de densidades*: Una visión intuitiva y simplificadora, utilizada por McDonald (1987) para el mercado laboral, es identificar uno o más centros de empleo y estimar cómo dichos centros afectan el empleo y la densidad de población alrededor de ellos. Giuliano y Small (1991) definen el centro (conteniendo el DCN) como un subcentro tal como un agrupamiento de zonas continuas, todas con una densidad de empleo que excede un mínimo D, y que de manera conjunta exceden un mínimo E. Estas definiciones facilitan la comparación entre centros dentro de una ciudad, ya que el patrón de centros puede ser sensible a los valores de corte D y E y a la escala.

⁷ Un fractal es la resultante de un proceso limitado que se repite reiteradamente, cuanto menor es la medida de la distancia.

Esta investigación se enmarca dentro de la perspectiva de desarrollo empresarial, para el análisis de subcentros por comparación de densidades. La investigación no tiene el objetivo de proponer nuevos subcentros, sino evaluar aquellos que se plantearon en el macrolán de ordenamiento ambiental. Teniendo en cuenta que los subcentros no eliminan la importancia del DCN (Mc Donanld y Prather, 1994), el interés de conocer si una Santa Cruz policéntrica mediante condiciones formales, se debe a que algunos subcentros menos especializados tienen la potencialidad de convertirse en otras ciudades, como sucedió con la ciudad de El Alto, en La Paz, y otros subcentros tienden a convertirse en zonas especializadas en algún sector, y es esta potencialidad, la que permite a las empresas a ser más competitivas y generar avances tecnológicos. Este trabajo busca distinguir cuáles de los centros propuestos tienen potencialidad hacia la especialización para enfocar las políticas municipales que los potencien las mismas y así acelerar el desarrollo productivo.

Para ello, se utiliza el modelo de John Odland (1978) que dentro de la aproximación por comparación de densidades, determina el número, tamaño y localización de los subcentros simultáneamente con la distribución de la población. En dicho modelo, se considera que el ordenamiento de las actividades productivas es el resultado del balance entre las condiciones de consumo de tierras productivas y las condiciones de consumo de tierra residencial.

Las condiciones de consumo de tierras productivas residenciales sustituidas por actividades empresariales en una o varias zonas, conducen a ventajas de economías de escala o economías de aglomeración que son dadas en concentraciones de actividades del mismo sector y o de sectores complementarios. Las condiciones para las actividades residenciales son establecidas funcionalmente por personas que trabajan y sus costos de transporte inherentes a su actividad. De esta forma, se logra el balance entre las condiciones de producción (como proximidad a su centro de trabajo) y las condiciones de uso residencial (proximidad a su domicilio).

Estas consideraciones son formalizadas en un modelo matemático de programación que localiza las actividades productivas y la población sobre un conjunto finito de zonas y determina el número de viajes al trabajo entre cada par de zonas según la densidad de población, el costo de transporte y la especificación de las condiciones de producción y consumo residencial. El proceso de modelación plantea un conjunto de condiciones formales que son asociadas con soluciones de densidad poblacional y distancia entre zonas. Estas condiciones son comparables con las soluciones de densidad poblacional y distancia entre zonas y el DCN de una ciudad monocéntrica, y ésta es la base para las pruebas estadísticas de la hipótesis de mono centralidad aplicable a una ciudad en particular.

El test es básicamente una comparación de densidades por zonas y puede ser planteado teóricamente de la siguiente manera: Si la sumatoria de los costos marginales de producción, transporte y congestión residencial (residential crowding) es pequeña en relación con la densidad de población (primera condición) y el área de extensión de la ciudad (segunda condición), la estructura monocéntrica deja de mantenerse.

Este tipo de test de mono centralidad se enmarca en la aproximación por comparación de densidades utilizada por primera vez por McDonald (1987) para el mercado laboral. Esta aproximación es más simple que aproximaciones como el Análisis de Patrón de Puntos⁸ utilizada por R.W. Thomas (1981), o el análisis de fractales desarrollada por Batty y P.

⁸ El Point Pattern Analysis se basa en definir estadísticos de distancia entre unidades y las compararlas con distribuciones teóricas tales como la postulada por Christaller (1966) o la de Alonso (fecha) y Muth (fecha).

Langley (1994), porque existe discrecionalidad al definir los subcentros. Teniendo esto en cuenta, el modelo se especifica teóricamente bajo el supuesto que la ciudad puede ser tratada como un número finito de zonas iguales que no se intersectan entre sí.

2. Especificación del modelo de Odland

Sea Q_j el nivel de producción de la zona j y sea $f(Q_j)$ el costo de producción por unidad⁹ de la zona j . Sea P_i la población en la zona i y sea $g(P_i)$ la pérdida de ingreso real per capita¹⁰ en la zona i , donde dicha pérdida es medida como el ingreso necesario para restaurar los niveles de utilidad en la zona de menor densidad. Las funciones $f(Q_i)$ y $g(P_i)$ pueden variar de zona a zona por las amenidades locales derivadas del medio ambiente.

Entre cada par de zonas, se logra un patrón que minimiza la suma de costos de producción, costos de transporte de los conmutantes entre cada par de zonas y las pérdidas de ingreso de la población. Esto corresponde formalmente a la minimización de la función objetivo:

$$\sum_{j=1}^n Q_j f(Q_j) + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n t_{ij} N_{ij} + \sum_{i=1}^n P_i g(P_i) \quad (1)$$

Donde t_{ij} es el costo de conmutación entre la zona i y la zona j y N_{ij} es el número de conmutantes que viajan de la zona i a la zona j

Dicha minimización esta sujeta a cuatro restricciones:

$$\sum_{j=1}^n Q_j = qP/n \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^n P_i = P \quad (3)$$

$$Q_j - q \sum_{i=1}^n N_{ij} = 0 \quad (4)$$

$$P_i/n - \sum_{j=1}^n N_{ij} = 0 \quad (5)$$

La primera dice que la producción total Q es suficiente para ocupar el total de la mano de obra de la ciudad, P es la población total de la ciudad, q es la producción por empleado, y n es el número de personas por trabajo. El modelo supone pleno empleo.

La segunda restricción asegura que cada miembro de la población de la ciudad tiene una residencia en alguna zona en particular. Se asume que cada individuo que trabaja es un dueño de hogar.

La tercera restricción asegura que cada zona reciba suficientes conmutantes para lograr la producción asignada a esa zona.

⁹ La derivada es supuesta menor a cero para permitir las economías de aglomeración, y se asume que los costos de producción son independientes de los niveles de producción de otras zonas (derivada cruzada igual a cero)

¹⁰ Su primera derivada es mayor a cero, tal que esa pérdida de ingreso real per capita se incrementa con el tamaño de la población de una zona. Y que los efectos de la congestión poblacional no son percibidos por las personas, siendo su derivada cruzada es igual cero.

Finalmente, la última restricción logra que el número de conmutantes saliendo de cada zona, no deban exceder el número de empleados residiendo en cada una de las zonas.

Al minimizar el Lagrangiano se pueden obtener las condiciones Kuhn Tucker, cuyo procedimiento se detalla en el anexo 7.2, y cuyo principal resultado es la condición:

$$m\phi(Q_{CBD}) + \sum_{i \in M} \Gamma(P_i) + \sum_{i \in M} t_{i,CBD} = m(\lambda^{(1)} + \lambda^{(2)}) \quad (6)$$

Si esta condición se mantiene, estaríamos en una ciudad monocéntrica y si la ciudad es policéntrica la igualdad se rompería y se convertiría en mayor

Los precios sombra representados por $\lambda^{(1)}$ y $\lambda^{(2)}$ capturan la densidad de la población de la ciudad y la densidad del área extensión de ciudad respectivamente.

Para realizar el test de monocentralidad, el procedimiento teórico empleado mide la relación entre pares de zonas, de forma que puede medir la relación de una zona con el centro. Para poder usar la información disponible, Odland utiliza distancias entre las zonas en lugar de costo de transporte y densidad poblacional en zonas de tamaño irregular en lugar del número de residentes de zonas de igual tamaño. La relación entre costo de transporte y distribución poblacional se redefinen como:

$$Y(D_i) = a - b (S_{i,DCN})$$

Donde Y es la función que describe el costo marginal de incrementar la densidad poblacional y tiene una forma logarítmica, y S es la distancia entre la zona i y el DCN.

Luego se define la diferencial de densidades poblacionales como $d_{ij}=D_i-D_j$

Para lograr la ecuación a estimar de la condición para ver si la ciudad es monocéntrica

$$d_{ij} = c_1 + c_2 \hat{d}_{ij} + c_3 x_{ij} + e_{ij} \quad (7)$$

Donde x_{ij} es una transformación de la función de distancia S_{ij} tal que:

$$\begin{aligned} X_{ij} &= S_{ij} & \text{si } S_{ij} < r \\ X_{ij} &= 2r - S_{ij} & \text{si } S_{ij} > r \end{aligned} \quad \text{teniendo que } r \text{ es el radio circular del DCN}$$

Entonces, si los parámetros de la ecuación estimada tienden a $C1=0$, $C2=1$, $C3=0$ estaremos ante una forma monocéntrica y si los parámetros satisfacen $C1<1$ y $C2>0$ estaremos ante una forma estructural policéntrica.

La condición Odland para la monocentralidad puede ser testeada econometricamente con un test de Wald e inclusive tiene la flexibilidad de poder reemplazar la diferencia de densidades poblacionales por una diferencia de densidades empresariales medida por el índice de concentración empresarial y puesto que utiliza la distancia entre zonas como aproximación al costo de transporte, también existe la flexibilidad de utilizar contigüidad de zonas.

3. Metodología de Investigación

La unidad de análisis son las empresas que desenvuelven sus actividades productivas en la ciudad de Santa Cruz de Sierra en Bolivia con el fin de analizar cómo se agrupan dentro de las unidades vecinales para conformar una estructura mono céntrica o poli céntrica.

Para ello, utilizaremos información secundaria a manera de muestra de la población total de empresas que desarrollan sus actividades en Santa Cruz. En 2007, el Registro de Comercio estimó una población total de 7.915 empresas formales activas en Santa Cruz, de las cuales se trabajará con 2.221 empresas de las 2.449 empresas registradas en la Cámara de Industria y Comercio (CAINCO) en dicho año.

El estudio se limita a 2.221 empresas porque varias de ellas no pudieron ser ubicadas mediante la dirección que pusieron en la base de datos CAINCO, bien porque no estaban claras, bien porque el portal www.santacruzvirtual.com no tenía registrada la calle. También había otras cuya dirección quedaba en una zona no urbana o bien en otro municipio. De las empresas que fueron ubicadas, 52 tuvieron que ser sometidas a uno de estos supuestos¹¹:

- 1) En caso de haber calles del mismo nombre en distintos barrios, y no se especificaba el barrio, se tomaba el barrio más cercano al centro.
- 2) En caso de que la empresa esté en una avenida principal que divide dos unidades vecinales, se tomara la unidad vecinal que este más lejos del centro.

Se reclasificaron las empresas de CAINCO según el Código Industrial Internacional Único (CIIU) a uno, dos y tres dígitos.

Para estimar las distancias de cada unidad vecinal al centro urbano, se cruzó la información obtenida de tres fuentes primarias: Estadísticas obtenidas del Instituto Nacional de Estadística (INE), el Plan de Ordenamiento Territorial (PLOT 2003 -2010), publicado por el Plan Regulador de Santa Cruz, y el Informe Distrital elaborado por el Centro de Estudios Empresariales de la CAINCO (CEBEC/CAINCO).

Se hace uso de una técnica descriptiva mediante índices de concentración y especialización según las zonas planteadas como subcentros por el PLOT. Los subcentros planteados por el Macro Plan de Ordenamiento Ambiental son 7 y fueron delimitados por criterios de densidad poblacional (véase en anexo 7.1):

También se realizó la comparación mediante anillos concéntricos como lo sugiere el modelo de Alonso. Una vez estimado el modelo de Odland (1978), se verificó la mono centralidad mediante la prueba conjunta de coeficientes de Wald (véase mapa 2). Se emplearon los anillos detallados en el capítulo de morfología urbana del primer tomo del PLOT Santa Cruz 2010, y no así los propuestos por el nuevo plan de ordenamiento vehicular de la Alcaldía de Santa Cruz, que cuenta con más anillos, pero que aun no es oficial por estar siendo discutido con los transportistas en la actualidad. Estos nueve anillos concéntricos no acaparan la totalidad de la dimensión de la ciudad, es por ello que las empresas que están fuera del noveno anillo están catalogadas como “No ubicadas”.

La diferencia principal entre centralidades y anillos radicó en el costo de transporte reflejado en la distancia hacia el centro. Las centralidades asumieron una reducción de costos de transporte totales al evitar tener que trasladarse al centro para obtener algunos bienes que no logran en su mismo subcentro. En cambio, los anillos suponen que los agentes toman la decisión de manera individual respecto a la distancia entre su mercado objetivo y sus proveedores.

A fin de estimar la localización de las empresas, el índice de Ellison y Glaeser (1994) fue considerado el más apropiado como Índice de concentración empresarial porque reúne características interesantes desde el punto de vista estadístico. Sin embargo, la incorporación del índice de Herfindhal restringe el uso de este índice ya que no se cuenta con estadísticas de

¹¹ Se hace que uno de los supuestos aleje a la empresa al anillo más próximo y el otro acerque a la empresa al anillo más próximo.

participación de mercado de las empresas. Ante esta restricción, se optó por utilizar el *Cociente de Concentración Geográfica Primaria*, definido como:

$$G = \frac{\sum_i (s_i - x_i)^2}{1 - \sum_i x_i^2}$$

El rango de G, oscila entre 0 y 1 pero, si el numerador llega a ser menor puede llegar a tomar valores negativos. Para ver el desarrollo lógico de la expresión, supongamos una ciudad dividida en M subunidades territoriales cada una de las cuales participa del empleo industrial según las cuotas de participación x_1, x_2, \dots, x_M . Supongamos también que s_1, s_2, \dots, s_M , sean la parte de empleo de una industria cualquiera que se encuentra localizada en una de las subunidades territoriales.

Otra medida tradicionalmente utilizada es el *Índice normal de concentración geográfica* o Índice de concentración MCO pero se descartó pues no es más que una versión normalizada del Cociente de Concentración Geográfica Primaria. Sin embargo se estimará también este índice para ver la robustez del resultado

Otra medida tradicionalmente utilizada del grado en que una industria difiere de la distribución espacial global del empleo industrial agregado es el índice primario de concentración geográfica:

$$g = \sum_{i=1}^M (s_i - x_i)^2$$

Donde, de forma similar, x_i refleja la proporción de cuotas agregadas de los sectores para la subunidad territorial i, y s_i refleja la participación en el empleo en la subunidad territorial i. Su valor oscila entre 0 que significa dispersión (o concentración espacial idéntica a la media de todas las industrias) y 1 que medirá la concentración (todo el sector se encuentra localizado en un territorio). El índice primario de concentración geográfica g no es más que una versión normalizada del índice G.

Respecto al índice de especialización, existen varios tipos de índices para medir el grado de diversificación de actividades en una ciudad, pero el más utilizado es el *Coeficiente Regional de Especialización Sectorial* porque elimina todas las subjetividades de escala, y es fácilmente adaptable a distintos ámbitos espaciales:

$$CE_{ij} = \frac{\frac{E_{ij}}{\sum_i E_{ij}}}{\frac{\sum_j E_{ij}}{\sum_i \sum_j E_{ij}}} = \frac{Q_{1j}}{Q_i}$$

Donde:

E_{ij} = Cantidad de empresas del sector de actividad i en el Anillo j

$\sum E_j$ = Cantidad de empresas total del Anillo j

$\sum E_i$ = Cantidad de empresas del sector de actividad i en el conjunto de Anillos (n)

$\sum \sum E_{ij}$ = Cantidad de empresas total en el conjunto de Anillos (n)

Sin embargo, este índice tiene una débil base teórica, por lo que se utiliza el Índice de Entropía Total utilizado por Sambhargha (2000) junto con la Entropía no relacionada, pues permite distinguir las economías de localización (medida por la entropía total) de las

economías de urbanización (medida por la entropía relacionada). Esta medida fue escogida por su “rigor técnico, base teórica fuerte y ausencia de subjetividad”. (Frenken et al, 2004). El índice de Entropía es simétrico¹² entre las empresas, es insensible a las permutaciones de las porciones del mercado entre las empresas y satisface la condición de Lorenz según la cual, una expansión que preserve la media (es decir, una dispersión de la distribución de las porciones del mercado hacia los extremos) produce un incremento en el índice.

La Entropía Total se define de la siguiente forma:

$$ET = \sum_{i=1}^n S_i \ln \left(\frac{1}{S_i} \right)$$

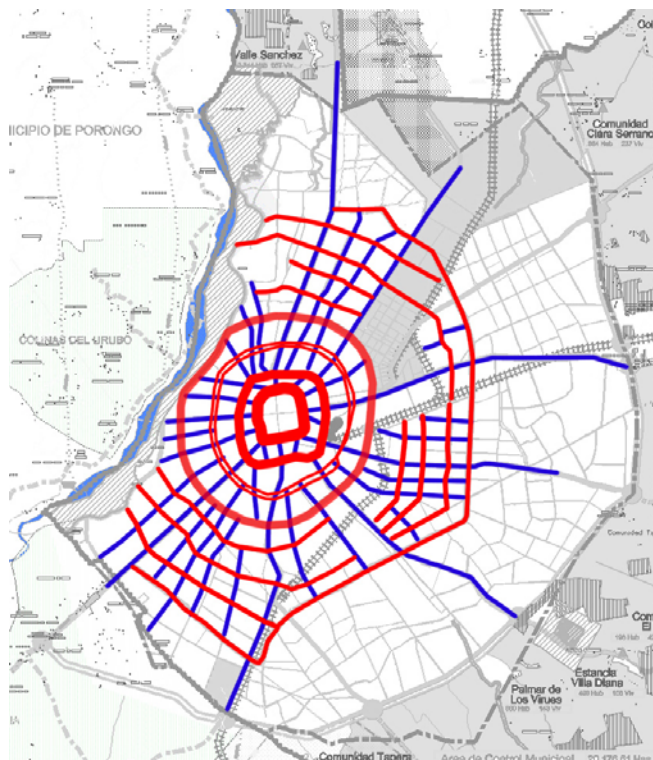
Donde S es la proporción o porcentaje de la i-ésima categoría, a cuatro dígitos, del Stándar Industrial Classification (SIC). Cuando ET tiende a 0, todo el empleo se concentraría en un solo sector de forma que ET se maximiza al valor de $\ln(n)$, por lo que cuanto mayor sea el valor de ET, mayor su diversificación.

La Entropía No – Relacionada se define como:

$$ENR = \sum_{j=1}^m S_j \ln \left(\frac{1}{S_j} \right)$$

Donde $j = 1 \dots m$ pero las categorías de los sectores del SIC están a solo dos dígitos, de forma que la medida es menor que la ET porque omite los sectores que están relacionados bajo una misma categoría.

Mapa 2: Anillos concéntricos de Santa Cruz



Fuente: Plan de Ordenamiento Territorial de Santa Cruz

¹² La concentración para empresas simétricas debe decrecer cuando el número de ellas aumenta de n a $n + 1$

Tenemos entonces que la Entropía Relacionada no es más que la Entropía total, menos la Entropía no relacionada. Este índice está relacionado directamente con el grado de diversificación empresarial y está basado en tres elementos de la diversidad de la empresa: (a) el número de segmentos de producto en los que la empresa opera, (b) la distribución de las ventas totales de la empresa entre cada segmento de producto, y (c) el grado de relación entre varios segmentos de producto; tanto la medida de la entropía como el índice de Herfindahl recogen los dos primeros elementos, pero sólo la medida de entropía recoge el tercero de ellos (Palepu, 1985). De acuerdo con Waterson (1984) y Palepu (1985), el índice básico de entropía (ET) puede desagregarse en dos componentes: nivel de diversificación relacionada de la empresa (ER) o entropía Intergrupos y el nivel de diversificación no relacionada (ENR) o entropía intragrupos, siendo utilizado el sistema de clasificación estándar industrial (SIC) por esta medida para definir grupos de productos relacionados y no relacionados; así, productos que presentan SIC de cuatro dígitos distintos de industrias, pero que se encuentran dentro de los mismos SIC de dos dígitos de grupos industriales, son considerados relacionados (Hoskisson y Johnson, 1992).

4. Resultados

4.1. Localización y especialización dentro de la ciudad

Los índices estimados muestran que hay una mayor concentración (especialización) de actividades en el anillo noveno, en el parque industrial (que llamaremos anillo 10 para simplificar), en los anillos 7, 6 y en los anillos 3 y 5. Los anillos que parecen tener más diversificación de actividades son los anillos 1, 2, 4 y, como era previsible, el anillo central o el anillo 0 (tabla 1). En el mapa previo, los anillos están ordenados del centro para afuera, siendo el anillo 0 el centro el primer anillo rojo el anillo 1, el segundo anillo rojo el 2, el anillo 3 es el doble (interno y externo) y así hasta el anillo 9.

También se nota a primera vista que el índice escogido es más robusto que el índice de concentración MCO por contar con valores menores que su homólogo.

En relación con los subcentros, el subcentro Capital, conformado por los anillos 0, 1 y 2 tiene un 40% de las empresas de la ciudad y está muy diversificado. El subcentro 3er anillo, que lo rodea, comprende los anillos 3 y 4 y en él se concentra el 35% de las empresas de la ciudad. A partir de este subcentro, los subcentros se dividen en subcentros no circulares. El subcentro Los Chacos, acapara con el 10% de las empresas, pero es interesante saber que este subcentro es básicamente el parque industrial con algunas unidades vecinales más, por lo que ese 10% genera la mayor producción departamental (gráfico 1).

Gráficamente se observa que existe una mayor concentración empresarial en el centro o capital (conformado por el centro, el primer y el segundo anillo), que es casi igualada por las empresas en el tercer anillo. La zona “Los Chacos” contiene a toda la zona industrial por lo que tiene una importante participación empresarial.

La Entropía Total (E.T.) estimada por zonas, muestra que Santa Cruz tiene una alta especialización, sin embargo las zonas que mayor entropía relacionada tienen, son la capital y la zona del tercer anillo. (Tabla 2). De manera similar, el análisis de la Entropía por anillos nos muestra un centro cuyas empresas se encuentran más relacionadas. Sorprendentemente, las empresas que más aprovechan los beneficios de localizarse cerca de su mercado antes que cerca de sus proveedores, no son las que se encuentran más al centro, sino las que están entre

el segundo y tercer anillo (tabla 3). Probablemente, las empresas que están en el parque industrial no tengan una entropía relacionada elevada, por su escasa diversidad.

Tabla 1: Coeficientes de concentración por anillos

	Coeficiente de concentración MCO (g)	Cociente de concentración geográfica primaria (G)
Anillo 0	0,0417	0,0501
Anillo 1	0,0112	0,0135
Anillo 2	0,0166	0,0199
Anillo 3	0,0502	0,0603
Anillo 4	0,0204	0,0246
Anillo 5	0,0545	0,0656
Anillo 6	0,1543	0,1855
Anillo 7	0,2908	0,3497
Anillo 8	0,0318	0,0382
Anillo 9	0,5935	0,7136
Parque Industrial	0,3567	0,4288
No ubicados	0,1464	0,1761
TOTAL	0,0174	0,0209

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 1:

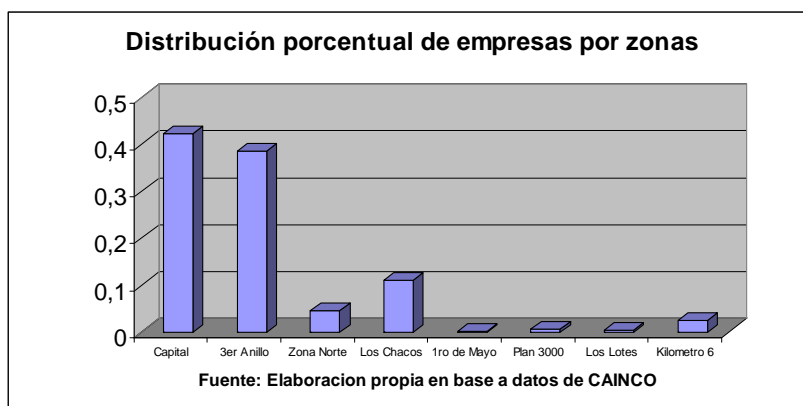


Tabla 2: Entropía por zonas

Zonas	E.N.R.	E. R.	E.T.
Capital	2,8364	10.906	3,927
3erAnillo	3,0033	11.299	4,1332
Zona Norte	2,7763	0.7421	3,5184
Los Chacos	3,1155	0.7986	3,9141
1ro de Mayo	0,9503	0.0000	0,9503
Plan 3000	1,9792	0.1155	2,0947
Los Lotes	1,6726	0.1736	1,8462
Kilómetro 6	2,7433	0.5554	3,2987
E.T. TOTAL	3,1259	11.502	4,2761

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3: Entropía por anillos

Anillo	E.N.R	E.R.	E. T.
0	2,6255	104.414	3,66964
1	2,9465	0.91217	3,85867
2	2,9819	10.413	4,0232
3	2,7784	112.162	3,90002
4	2,9823	0.96396	3,94626
5	2,9846	0.63374	3,61834
6	2,5332	0.3007	2,8339
7	1,1491	0.27796	1,42706
8	2,2015	0.27762	2,47912
9	0	0.0000	0
PI	3,1199	0.78157	3,90147
Blancos	3,1042	0.88297	3,98717
Total	3,1738	114.974	4,32354

Fuente: Elaboración propia

Los coeficientes de especialización sectorial calculados por anillo nos muestran una concentración de actividades terciarias en el centro, primer y segundo anillo. A medida que nos vamos alejando del centro, y tal como lo vimos anteriormente, las actividades se diversifican, observándose que las actividades más alejadas del centro son las más orientadas a las actividades primarias, tal y como lo sugiere el modelo de la ciudad monocéntrica de Alonso. El sector de intermediación financiera se especializa dentro de los primeros tres anillos de la ciudad, como de forma similar lo hacen los servicios de salud y educación. El sector de agricultura tiende a especializarse en lugares alejados de la ciudad, aunque muchos cuentan con su casa matriz en el centro de la ciudad.

Tabla 4: Coeficiente de Especialización Sectorial por anillos

C E ij	anillo 0	anillo 1	anillo 2	anillo 3	anillo 4	anillo 5	anillo 6	anillo 7	anillo 8	anillo 9	PI	Ext.
Agricultura, Ganadería, caza y selvicultura	0,3562	2,1604	0,9083	0,9209	1,1227	0,5430	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,9298	1,3687
Explotación de minas y canteras	0,0000	0,4726	0,6813	2,4174	1,9647	0,0000	2,0332	0,0000	4,6015	0,0000	0,7505	0,7984
Industria manufacturera	0,4049	0,5229	0,6555	0,5815	0,9137	1,5087	0,7825	2,3368	0,6641	0,0000	2,9967	2,1511
Suministro de electricidad ,gas y agua	0,8727	0,5293	0,7630	0,6769	1,8337	0,0000	2,2772	0,0000	5,1537	0,0000	1,6810	0,8942
Construcción	0,5217	1,1506	0,8985	1,2875	1,5945	0,8677	0,0000	2,9565	1,4005	0,0000	0,5710	1,5795
Comercio al por mayor y al por menor	1,2432	0,9239	1,0741	1,3212	1,0325	0,9888	0,5129	0,0000	1,0156	2,7568	0,3904	0,4154
Hoteles y restaurantes	1,3382	0,5293	1,9499	1,2785	0,4890	0,3548	0,0000	7,2533	0,0000	0,0000	0,0000	0,2981
Transporte, Almacenamiento y comunicaciones	1,7112	1,1676	1,1844	0,5530	0,4494	1,0435	0,2791	1,3333	0,6316	0,0000	0,1545	1,3151
Intermediación Financiera	1,6282	1,5800	1,1388	1,0102	0,5474	0,7943	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,3136	0,3337
Actividades Inmobiliarias, empresariales y de alquiler	1,0390	1,3953	1,1030	0,9209	1,3410	0,6335	4,2601	0,0000	2,1912	0,0000	0,1072	0,5323
Servicios sociales y de salud	1,4076	1,4940	0,8204	0,9098	1,0352	0,8583	0,9182	0,0000	0,0000	0,0000	0,6778	0,5409
Educación	1,5105	2,5447	0,7337	1,5186	0,3526	0,0000	2,1896	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Servicios comunitarios, sociales y personales	0,5455	2,3629	1,5896	0,8058	1,1461	0,9503	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,3752	1,1977

Fuente: Elaboración propia

Lo mismo podemos observar en las zonas o subcentros planteados por el PLOT, las mayores actividades terciarias se realizan en el primer anillo, la zona del tercer anillo muestra también una especialización en comercio y servicios. La zona Norte, Los Chacos, la zona primero de Mayo y el Plan 3000 muestran una especialización importante en industria

manufacturera, sin embargo, solo la zona industrial en Los chacos muestra una especialización de importancia en la exploración de soya y otros productos agropecuarios, al ser este parque industrial, donde se localizan las principales industrias de procesamiento agrícola departamental.

Tabla 5: Coeficiente de Especialización Sectorial por zonas

CEij	Capital	3er Anillo	Zona Norte	Los Chacos	Iro de Mayo	Plan 3000	Los Lotes	Kilometro 6
Agricultura, Ganadería, caza y silvicultura	0,9922	0,9040	0,0000	2,1082	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Explotación de minas y canteras	0,0912	2,0932	0,8542	0,6973	0,0000	0,0000	0,0000	1,5819
Industria manufacturera	0,5357	0,7515	1,2786	3,3053	3,7885	3,1571	0,8610	1,3154
Suministro de electricidad ,gas y agua	0,6465	1,1780	2,0191	1,6482	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Construcción	0,7501	1,2466	0,8434	0,5738	0,0000	4,6857	2,5558	2,6031
Comercio al por mayor y al por menor	1,0908	1,0925	1,0923	0,3928	0,5201	0,4335	0,9457	0,7224
Hoteles y restaurantes	1,2988	1,0295	0,6085	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,1268
Transporte, Almacenamiento y comunicaciones	1,5407	0,7199	0,8637	0,1511	0,0000	0,0000	1,1217	0,4570
Intermediación Financiera	1,4587	0,7974	1,0251	0,2789	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Actividades Inmobiliarias, empresariales y de alquiler	1,0602	1,1592	0,8884	0,1648	0,0000	0,0000	2,2026	1,4956
Servicios sociales y de salud	1,2454	0,9664	0,0000	0,6146	0,0000	0,0000	0,0000	1,3942
Educación	1,3675	0,8971	0,8542	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,5819
Servicios comunitarios, sociales y personales	1,0429	1,2440	0,4442	0,3626	0,0000	0,0000	0,0000	0,8226

Fuente: Elaboración propia

4.1. Contratación de la hipótesis de policentrismo

Como se indicó previamente, se estima la variable dependiente como una aproximación de costo de transporte de transformación lineal de la densidad de empresas sobre la variable independiente que es la distancia de cada unidad vecinal y la distancia estimada de dichas unidades vecinales al centro de la ciudad. La forma en que se estima esta distancia es por el anillo más próximo a cada unidad vecinal. Se estima que cada anillo tiene una anchura aproximada de un kilómetro.

Dependent Variable: DENSITY

Method: Least Squares

Sample: 1 2221

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.127242	0.002938	43.30474	0.0000
DISTANCIA	-0.013864	0.000704	-19.68839	0.0000
R-squared	0.148710	Mean dependent var		0.086273
Adjusted R-squared	0.148326	S.D. dependent var		0.105938
S.E. of regression	0.097766	Akaike info criterion		-1.811574
Sum squared resid	21.20974	Schwarz criterion		-1.806436
Log likelihood	2013.753	F-statistic		387.6326
Durbin-Watson stat	0.006853	Prob(F-statistic)		0.000000

Fuente: Elaboración propia

Dicha estimación, aunque tiene un muy bajo R^2 , se transforma en la estimación de la diferencial de las densidades (dij) entre la densidad empresarial de una unidad vecinal i y la densidad del centro j para la estimación de la ecuación de condición monocéntrica de Odland.

La regresión estimada mediante MCO, nos da coeficientes con signos congruentes con las variables teóricas.

Dependent Variable: DIJ

Method: Least Squares

Sample: 1 2221

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.533041	0.002897	-183.9660	0.0000
DIJ_EST	4.074365	0.031708	128.4983	0.0000
XIJ	-0.068942	0.000576	-119.7170	0.0000
R-squared	0.885913	Mean dependent var		-0.172619
Adjusted R-squared	0.885810	S.D. dependent var		0.105938
S.E. of regression	0.035799	Akaike info criterion		-3.820464
Sum squared resid	2.842461	Schwarz criterion		-3.812757
Log likelihood	4245.625	F-statistic		8611.640
Durbin-Watson stat	0.188335	Prob(F-statistic)		0.000000

Fuente: Elaboración propia

Con las relaciones ya estimadas, comprobamos la hipótesis nula de mono centralidad de las empresas en la ciudad de Santa Cruz mediante un test de coeficiente conjuntos de Wald.

Wald Test:

Null Hypothesis: C(1)=0
C(2)=1
C(3)=0

F-statistic	43497.53	Probability	0.000000
Chi-square	130492.6	Probability	0.000000

Fuente: Elaboración Propia

Comprobamos que no se rechaza la hipótesis nula que las empresas que se desarrollan en la ciudad de Santa Cruz se distribuyen espacialmente de forma monocéntrica.

5. Conclusiones

Las empresas en la ciudad de Santa Cruz de la Sierra continúan distribuyéndose espacialmente de forma monocéntrica.

Un posible subcentro en formación es el parque industrial, que se especializa en actividades primarias y secundarias, las que se ven complementadas por las actividades especializadas en sectores de actividades terciarias del DCN.

Las empresas en la ciudad de Santa Cruz mantienen una cohesión cercana al centro de la ciudad, esto muestra que las actividades se encuentran concentradas mayormente en los primeros tres anillos de la ciudad, por lo que se concluye que la ciudad de Santa Cruz es monocéntrica y su centro crece concéntricamente sobre su eje. La forma particularmente planificada de la ciudad contribuye a que las distancias recorridas al centro sean mínimas, lo cual colabora a mantener el centro sobre el centro histórico de la ciudad.

Se estimaron índices de concentración y se describió la localización de actividades según los subcentros y anillos propuestos, justificando que el Plan de Ordenamiento Territorial planifique una ampliación del área de la zona industrial hacia la zona de Villa Primero de mayo y Zona norte. De manera homóloga, el incluir la zona del tercer anillo como parte de la zona de Santa Cruz Capital ampliando así lo que se puede considerar el “centro” de la ciudad tendrá un efecto similar

Los índices de especialización calculados, corroboraron la localización teórica de actividades según modelos conocidos como el de Alonso y Muth y muestran la localización de las actividades en la ciudad para políticas de agrupación de actividades que posiblemente puedan ser implementadas por las autonomías.

También la Alcaldía de Santa Cruz puede incentivar la relocalización de empresas industriales de zonas cuya especialización es residencial hacia zonas más comerciales o industriales, mediante zonas con impuestos más reducidos o un pago de patente por contaminación para determinado tipo de empresas si se mantienen en esas zonas residenciales como ser las zonas de Los Lotes y la zona Kilómetro Seis.

6. Bibliografía

- Alonso, William, 1964, "Location y Land Use", Cambridge, MA: Harvard U. Press
- Anas, Alex, 1992, "On the Birth and Growth of Cities: Laissez-Faire and Planning Compared," Reg. Sci. Urban Econ., 22:2, pp.243-58.
- Anas, Alex & Ikki, Kim, 1996, "General Equilibrium Models of Polycentric Urban Land Use with Endogenous Congestion and Job Agglomeration," J. Urban Econ., 40:2, pp. 232-56.
- Anas, Alex. Arnott, Richard. & Small, Keneth., 1998, "Urban Spatial Structure", Journal of Economic Literature, Vol. 36, No. 3 (Sep., 1998), pp. 1426-1464
- Bacon, Robert, 1984, "Consumer Spatial Behavior". Oxford, UK: Clarendon Press.
- Berliant, Marcus y Hideo Konishi, 1996 "The Endogenous Foundations of a City: Population Agglomeration and Marketplaces in a Location- Specific Production Economy," working paper, U. Rochester.
- Bishop, Paul and Grippaios, Peter, 2007, "Explaining Spatial Patterns of Industrial Diversity: An Analysis of Subregions in Great Britain", Urban Studies, 44:9, 1739 — 1757
- Brueckner, Jan K., 1979, "A model of non-central production in a monocentric city", *Journal of Urban Economics*, Vol. 6, pp. 444-463
- Christaller, Walter, 1966. "Central Places in Southern Germany", C.W.Baskin. Trans. London: Prentice-Hall.
- Cervero, Robert and Kang-Li Wu. ,1998, "Subcentering and Commuting: Evidence from the San Francisco Bay Area, 1980-1990," Working Paper, Inst. of Urban & Regional Development, U. C. Berkeley.
- CEBEC/CAINCO, 2004 "Aporte de Santa Cruz a Bolivia" – Versión Preliminar septiembre
- Duranton, G. and Puga, D., 2000, "Diversity and specialization in cities: why, where and when does it matter?", Urban Studies, 37(3), pp. 533–555
- Ellison, Glenn and Glaeser, Edward L., 1997. "Geographic Concentration in U.S. Manufacturing Industries: A Dartboard Approach," J. Polit. Econ., 105:5, pp. 889-927.
- Frenken, K., Oort, F. G. Van, Verburg, T. and BOSCHMA, R. A. , 2004, "Variety and regional economic growth in the Netherlands". Final report to the Ministry of Economic Affairs, The Netherlands.
- Glaeser, Edward L. et al. 1992. "Growth in Cities," Journal of Political. Economy, 100:6, pp. 1126-52.
- Giuliano, Genevieve and Kenneth A. Small. 1991. "Subcenters in the Los Angeles Region," Reg. Sci. & Urban Econ., 21:2, pp. 163-82.
- Hamilton, Bruce W. 1982. "Wasteful Commuting," Journal of Political. Economy, 90:5, pp. 1035-53.
- Haig, Robert (1926) "Toward understanding of the metropolis" Quaterly Journal of Economics XL 3 may 1936 and Regional survey of Ney York and its Environs NY city plan (1927)
- Helsley, Robert W. and William C. Strange. 1991. "Agglomeration Economies and Urban Capital Markets," J. Urban Econ., 29:1, pp. 96-112.
- Henderson y A.Mitra, 1996 "The New Ur-ban Landscape: Developers and Edge Cities," Reg. Sci. & Urban Econ., 26:6, pp. 613-43.
- Hotelling, Harold. 1929. "Stability in Competi-tion," Econ. J., 39:1, pp. 41-57.
- Hurd, Richard M., 1903, "Principles of city land values" NY. The recodan guide.
- Instituto Nacional de Estadística (INE) Calle Carrasco No 1391 – Miraflores, www.ine.gov.bo
- Jacobs, Jane. 1969. "The Economy of Cities". NY: Random House
- Krugman, Paul - 1991a. "Geography and Trade". Cambridge, MA: M.I.T. Press.
- 1991b. "Increasing Returns and Economic Geography," J. Polit. Econ., 99:3, pp. 483-99.
- 1993. "First Nature, Second Nature and Metropolitan Location," J. Reg. Sci., 33:2, pp. 129-44
- 1996. The Self-Organizing Economy. Cambridge, MA: Blackwell.
- LeRoy, Stephen F. and Jon Sonstelie. 1983. "Para-dise Lost and Regained: Transportation Innovation, Income, and Residential Location," J. Ur-ban Econ., 13: 1, pp. 67- 89.

- Lungo, Mario ,1998,” Gobernabilidad urbana en Centroamérica”, FLACSO-GURI, San José
- MARTIN, R. and SUNLEY, P. ,2003,” Deconstructing clusters, chaotic concept or policy panacea?”, *Journal of Economic Geography*, 3, pp. 5–35.
- Michael Batty u Paul Longley ,1997, “Spatial Analysis: Modelling in a Gis Environment”, Wiley
- McMillen, Daniel P. y John F. McDonald 1998, "Suburban Subcenters and Em-ployment Density in Metropolitan Chicago," *J. Urban Econ.*, 43:2, pp. 157-80. Mieszkowski, Peter and Edwin S
- McDonald, John F. 1987. "The Identification of Urban Employment Subcenters," *J. Urban Econ.*, 21:2, pp. 242-58.
- McDonald John F.and Paul J. Prather. 1994. "Suburban Employment Centres: The Case of Chicago," *Ur-ban Studies*, 31:2, pp. 201-18
- McDonald, John F., and H. Woods Bowman, 1979, “Land value functions: A reevaluation” *Journal of Urban Economics*, Vol. 6, pp. 25.41,
- Mills, Edwin (1972) “Studies in the Structure of the Urban Economy”, Baltimore: Johns Hopkins Press
- Moses, Leon and Harold F. Williamson, Jr. 1967. "The Location of Economic Activity in Cities," *Amer. Econ. Rev.*, 57:2, pp. 211-22.
- Muth, Richard F. 1969. “Cities and Housing.” Chicago: The U. of Chicago Press
- Odland, John (1978) “The Conditions for Multi-Center Cities” *Economic Geography*, Vol. 54, No. 3
- Oh’Uallachain, Breandan. 1989. "Agglomeration of Services in American Metropolitan Areas," *Growth & Change*, 20:3, pp. 34-49.
- Papageorgiou, G. J. and H. Mullally. , 1976, "Ur-ban Residential Analysis: 2. Spatial Consumer Equilibrium," *Environment and Planning*, 8, pp. 489-506.
- Palepu, K ,1985, “Diversification Strategy, Profit Performance and the Entropy Measure”, *Strategic Management Journal*, Vol 6, 239-255
- Pérez, Salvador y Mario Polèse, (1996) *Modelos de Análisis y de Planificación Urbana. Estudio sobre la Evolución y Tendencias de la Ciudad de Puebla*, 1a. ed., Plaza y Valdés, México.
- Polèse, Mario, (1998) *Economía Urbana y Regional. Introducción a la Relación entre Territorio y Desarrollo*, 1a. ed., Libro Universitario Regional, Costa Rica.
- Plan Estratégico De Desarrollo Municipal Reformulación del PDMS 2010 e integración con el PLOT y los Planes Sectoriales Dirección: Arq. Fernando Prado Salmón
- Richardson, 1977, Richardson, H. W. "The New Urban Economics: An Evaluation," *Socio-Economic Planning Sciences*, 10, pp. 137-47.
- Romer, Paul M., 1986, "Increasing Returns and Long-Run Growth," *J. Polit. Econ.*, 94:5, pp. 1002-37.
- Rosen, Kenneth T. and Mitchel Resnick. 1980. "The Size Distribution of Cities: An Examina-tion of the Pareto Law and Primacy," *J. Urban Econ.*, 8:2, pp. 165-86.
- SAMBHARYA, R. B. , 2000, “Assessing the construct validity of strategic and SIC-based measures of corporate diversification”, *British Journal of Management*, 11, pp. 163–173.
- Thomas, R.W. 1981. "Point Pattern Analysis," in *Quantitative Geography: A British View*. N. Wrigley and R.J. Bennett, eds. London: Rout-ledge & Kegan Paul, pp. 164-76
- Von Thunen, Johan (1826) “Der isolerte staat in bezikhung auf land wirtshaft, una nationaleconomie” Hamburg: F. Perthes 1st vol 3d vol 1863
- Von Boverter, E.,1976, "Transportation Costs, Accessibility and Agglomeration Economies: Centers, Subcenters, and Metropolitan Structure," *Papers, Regional Science Association*, 37, pp. 167-83.
- White, Michelle J. 1976. "Firm Suburbanization and Urban Subcenters," *J. Urban Econ.*, 3:4 pp. 323-43.

7. Anexos

Anexo 7.1 Unidades Vecinales contenidas en nuevas centralidades

Nuevas Centralidades	Unidades Vecinales contenidas
1. Capital o zona central	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 y casco viejo
2. Tercer anillo o distrito	14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44,45,46,47,48,49,50,51,51,52,53,54,55,56,57,58,59,60,61 y 62
3. Zona Norte	64,65,66,67,68,69,70,71,72,73,74,75,76,77,78,79,193,194y195
4. Los Chacos	79A, 222,295,144,254,152 y Parque Industrial
5. Villa Primero de Mayo	140,141,153,154,155,80,81,82,83,84,85,86,87,88,89,90 y Enfe
6. Plan Tres Mil	91,92,93,94,95,96,97,98,99,100,102,104,108,109,146,147,148,149,150,160,163
7. Los Lotes	103,105,106,107,114,115,166,167,168,169,170,171,172,173,174,175,176,177,178,179,180,181,182,183 y 184
8. Kilómetro Seis	108,107,108,109,110,111,112,113,114,115,116,117,118,119,120,121,122,123,124,125,126,127,128,129,130,131,132,133,134,135,136,137,138,139,140,188 y 189



Anexo 7.2 Desarrollo matemático del modelo de Odland

El modelo determina el orden espacial de la ciudad al localizar niveles productivos y densidades poblacionales en un conjunto limitado de zonas y determinando un numero de conmutantes entre cada par de zonas en un patrón que minimiza la suma de los costos de producción, costos de transporte de los conmutantes y las perdidas de ingreso reales por el aumento residencial. Formalmente, la función objetivo:

$$\sum_{j=1}^n Q_j f(Q_j) + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n t_{ij} N_{ij} + \sum_{i=1}^n P_i g(P_i) \quad (1)$$

Esta sujeta a:

$$\sum_{j=1}^n Q_j = qP/n \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^n P_i = P \quad (3)$$

$$Q_j - q \sum_{i=1}^n N_{ij} = 0 \quad (4)$$

$$P_i / n - \sum_{j=1}^n N_{ij} = 0 \quad (5)$$

Las condiciones Kuhn-Tucker para la solución optima se obtienen de las derivadas del Lagrangiano, tal que:

para todo i;

$$\phi(Q_i) + \lambda_j^{(3)} \geq \lambda^{(1)} \quad (6a)$$

$$Q_i [\phi(Q_i) + \lambda_j^{(3)} - \lambda^{(1)}] = 0 \quad (6b)$$

para todo j;

$$t_{ij} \geq \lambda_j^{(3)} + \lambda_i^{(4)} \quad (7a)$$

$$N_{ij} [t_{ij} - \lambda_j^{(3)} - \lambda_i^{(4)}] = 0 \quad (7b)$$

para i y j;

$$\Gamma(P_i) + \lambda_i^{(4)} \geq \lambda^{(2)} \quad (8a)$$

$$P_i [\Gamma(P_i) + \lambda_i^{(4)} - \lambda^{(2)}] = 0 \quad (8b)$$

Las condiciones (6), (7) y (8) determinan, para una solución optima, la distribución del empleo, actividad residencial y conmutación respectivamente. Para que la zona j sea un centro de empleo la condición (6a) debe ,mantener la igualdad y el nivel de producción será determinado como el valor de Q_j que soluciona :

$$\phi(Q_j) = \lambda^{(1)} - \lambda_j^{(3)} \quad (9)$$

De manera similar con la condición (8a), que se mantiene en igualdad como parte de la solución optima entre las actividades residenciales en la zona i determinada como el valor P_i que soluciona:

$$\Gamma(P_i) = \lambda^{(2)} - \lambda_i^{(4)} \quad (10)$$

Finalmente, la condición (7a) tiene que mantener su igualdad si el flujo de conmutantes de la zona i a la zona j es parte de la solución óptima.

$$t_{ij} = \lambda_j^{(3)} + \lambda_i^{(4)} \quad (11)$$

Para hallar la condición de una ciudad monocéntrica, se supone que Todo el empleo es concentrado en un zona que llamaremos a partir de ahora DCN, que al igual que en (9) se mantiene en igualdad y en desigualdad para el resto de las zonas:

$$\phi(Q_j) = \lambda^{(1)} - \lambda_{DCN}^{(3)} \quad (12)$$

Dado que la producción del DCN es la producción de toda la ciudad, la solución óptima localizará las demás personas fuera del DCN a un número M de zonas residenciales. La condición (8a) se mantendrá en igualdad para todos los miembros de las M zonas:

$\Gamma(P_i) = \lambda^{(2)} - \lambda_i^{(4)}$ (13) y dado que todos los conmutantes lo harán de las M zonas al DCN, la condición (11) se mantendrá en igualdad para esos viajes para todo $i \in M$:

$$t_{i,DCN} = \lambda_{DCN}^{(3)} + \lambda_i^{(4)} \quad (14)$$

Las igualdades (13 y (14) pueden ser sumadas para cada zona de M:

$$\Gamma(P_i) = \lambda^{(2)} + \lambda_{DCN}^{(3)} - t_{i,DCN} \quad (15)$$

Esta ecuación, tan solo especifica la distribución de la población que se asocia con una ciudad de forma monocéntrica. Una condición para mantener la forma monocéntrica puede ser obtenida al añadir las condiciones (12) y (15). Estas dos ecuaciones pueden ser sumadas en pares de zonas, que tiene un miembro del set M como origen y al DCN como destino. El resultado cancelando términos es:

$$\Phi(Q_{DCN}) + \Gamma(P_i) + t_{i,DCN} = \lambda^{(1)} + \lambda^{(2)} \quad (16)$$

Esta ecuación también puede ser sumada para los m miembros del set de zonas M:

$$m\Phi(Q_{DCN}) + \sum_{i \in M} \Gamma(P_i) + \sum_{i \in M} t_{i,DCN} = m(\lambda^{(1)} + \lambda^{(2)}) \quad (17)$$

Esta relación solo se mantiene para una ciudad monocéntrica, pero para una ciudad que no es monocéntrica, la igualdad se transforma en una inequidad “Mayor a”.