



**Geografía y Sistemas de Información Geográfica (GEOSIG)**. Revista digital del Grupo de Estudios sobre Geografía y Análisis Espacial con Sistemas de Información Geográfica (GESIG). Programa de Docencia e Investigación en Sistemas de Información Geográfica (PRODISIG). Universidad Nacional de Luján, Argentina. <http://www.gesig-proeg.com.ar> (ISSN 1852-8031)

Luján, Año 5, Número 5, 2013, Sección I: Artículos. pp. 194-216

---

## **CAMBIO DE USO DE SUELO Y TENDENCIAS DE LA EXPANSIÓN URBANA ENTRE 1990 Y 2030 EN JUAN JOSÉ CASTELLI Y VILLA ÁNGELA, CHACO, ARGENTINA**

**Liliana Ramírez\* - Viviana Claudia Pértile\*\***

\* Departamento e Instituto de Geografía, Facultad de Humanidades  
Universidad Nacional del Nordeste  
[lramirez@hum.unne.edu.ar](mailto:lramirez@hum.unne.edu.ar)

\*\* Departamento e Instituto de Geografía, Facultad de Humanidades  
Universidad Nacional del Nordeste  
[vpertile@hum.unne.edu.ar](mailto:vpertile@hum.unne.edu.ar)

### **RESUMEN**

En las últimas décadas se han producido cambios significativos en los esquemas de asentamiento de la población, si bien las ciudades millonarias siguen siendo importantes desde el punto de vista de la concentración de la población, no debemos dejar de destacar el protagonismo que están adquiriendo en este sentido las ciudades intermedias, como consecuencia, éstas comienzan a comprender la necesidad de desarrollar sus propias estrategias de desarrollo, entre las cuales se destacan las inversiones empresariales y de capital humano de origen local y/o regional.

El propósito de este trabajo es analizar de forma sincrónica la dinámica en la ocupación del suelo urbano y el crecimiento de la población en dos ciudades importantes en el interior chaqueño: Villa Ángela y Juan José Castelli, en dos momentos determinados: 1990 y 2010. Estas ciudades han experimentado, en el tiempo de análisis, un significativo crecimiento poblacional y el estudio comparativo realizado a través de imágenes de satélite, disponibles en la web, nos permite advertir no sólo la expansión urbana, sino también los cambios en la ocupación del suelo urbano. Una vez alcanzada esta meta es posible también estimar los escenarios futuros en caso de que la tendencia actual permanezca.

Estos estudios comparativos son hoy posibles debido a la asequibilidad de las fuentes de información, en particular las históricas imágenes de satélites y a las funcionalidades y desarrollos innovadores de los procesadores digitales.

## ANTECEDENTES

La ciudad es una de las grandes creaciones humanas y es indudable que no es un acontecimiento reciente; cada época histórica, a partir del neolítico, tuvo sus hechos urbanos que hasta hoy la representan. Sin embargo en el siglo XIX se produce una transformación muy grande del hábitat, razón por la cual el crecimiento de la ciudad adquiere una dimensión hasta entonces jamás vista, extraordinaria y espectacular, que fue definida como "fenómeno urbano"; entendido éste como un hecho físico o como un paisaje reflejo del entorno cultural y social en estrecha relación con los usos y las funciones para las que se crean o utilizan. La atenta lectura de un paisaje urbano permite ir más allá de la simple descripción formal, aunque para ello haya que recurrir a otras disciplinas interesadas por su estudio. Por esta vía se descubre desde la Geografía los significados y simbolismos de la ciudad en constante cambio y de sus diferentes elementos, así como las cambiantes interpretaciones a las que están sometidos los mismos, según las características diferenciales de las personas que viven o visitan la ciudad (García Ballesteros, 1995).

Resulta evidente que en las últimas décadas se han producido cambios significativos en los esquemas de asentamiento de la población en el planeta. Lo que primero se advierte es que se trata de un fenómeno general, por cuanto es mundial y por otra parte observamos que es un proceso sumamente acelerado, explosivo, muchas veces incontrolado y que al sostenerse en el tiempo termina por constituirse en un gigantismo urbano, megaciudades o ciudades millonarias de las que ya mucho se ha explicado y tratado, fundamentalmente de los problemas que éstas generan (problemas ambientales, congestión, problemas sociales, económicos, energéticos, entre otros).

Otra de las características que presenta la urbanización, es que no se desarrolla en forma equilibrada y homogénea en el territorio sino que tiende a polarizarse en determinados espacios. En este sentido, en la República Argentina la urbanización presenta niveles tan altos como los europeos -89,5% en el 2001 y de 91,2% en el 2010- (1); y entre las características más sobresalientes del sistema urbano nacional, se advierte que se trata de un sistema centralizado y radio-concéntrico; subsistemas regionales poco relacionados entre sí y aún sin consolidar y discontinuidad entre las jerarquías de los centros urbanos. Esta situación se debió a las mejores condiciones que ofrecían los grandes centros urbanos, cuya población aumentó por el aporte de migrantes provenientes del interior de muchas provincias argentinas. Sin embargo y pese a ese crecimiento poblacional de las grandes ciudades, la mayoría de la población reside en ciudades intermedias o de menor tamaño.

Dentro de las transformaciones y cambios que se advierten en los espacios urbanos, podemos mencionar uno en particular referido a que las ciudades intermedias comienzan a ver la necesidad de desarrollar sus propias estrategias de desarrollo, entre las cuales se destacan las inversiones empresariales y de capital humano de origen local y/o regional. Ello se advierte en el incremento de la población experimentado en los últimos 20 años en ciudades más pequeñas y en las diferentes características que revelan las fases de su crecimiento urbano. Por ello, el interés de este trabajo se centra en observar los cambios producidos en la morfología urbana a partir del crecimiento poblacional y su configuración espacial. En este caso se han seleccionado dos ciudades

que por su peso demográfico pueden ser consideradas como “ciudades intermedias”(2), y que se encuentran localizadas en el interior del Chaco ellas son: Villa Ángela y Juan José Castelli, ambas con características diferentes pero a la vez coincidentes, por cuanto las dos se constituyen en centros de desarrollo regional por la interacción que desarrollan con otras localidades y con provincias limítrofes.

### **CONCEPTOS IMPORTANTES Y PROPÓSITO DEL TRABAJO**

Dado que el crecimiento de una ciudad se advierte a partir de la extensión del área periurbana, resulta interesante caracterizar los procesos o fases centrales del desarrollo de una ciudad: expansión, consolidación y densificación.

Generalmente se tiende a confundir e incluso a utilizar como sinónimos los conceptos de crecimiento y expansión de una ciudad. Sin embargo, el término *expansión* hace referencia al cambio de uso del suelo, es decir cuando espacios utilizados para actividades de índole rural pasan a emplearse en actividades relacionadas con la ciudad. Esta transformación surge del fraccionamiento de la tierra a través de subdivisiones tanto catastral como de hecho, constituyéndose en el primer acto en la generación de suelo urbano.

La *consolidación* de la trama urbana está directamente relacionada con las diferentes intervenciones por parte del Estado, fundamentalmente en lo referente a la construcción del conjunto de infraestructuras y servicios (agua corriente, cloacas, pavimento, iluminación). El pavimento suele constituirse en un factor esencial dentro del proceso de consolidación ya que permite conectar al centro de la ciudad con el resto del emplazamiento urbano y es, además, asiento de nuevas actividades comerciales y de servicios desarrollados en el marco del proceso al que hacemos referencia.

La última etapa dentro de esta trilogía, corresponde a la densificación, ésta implica el aumento de la población y viviendas por unidad de superficie (Zulaica y Ferraro, 2010).

De acuerdo con lo señalado en los párrafos anteriores, el propósito de este aporte es el de reconocer cuál ha sido el crecimiento de la población y la expansión que se manifiesta en el marco del proceso de urbanización en las localidades de Villa Ángela y Juan José Castelli. Se trata de dos localidades de la Provincia del Chaco que, según el último Censo Nacional de Población, Hogares y Vivienda de 2010, se ubicaban en el 4º y 7º lugar respectivamente. Su localización es estratégica en la organización territorial ya que son las urbes más importantes del norte y sur provincial, tal como se puede apreciar en la figura 1.

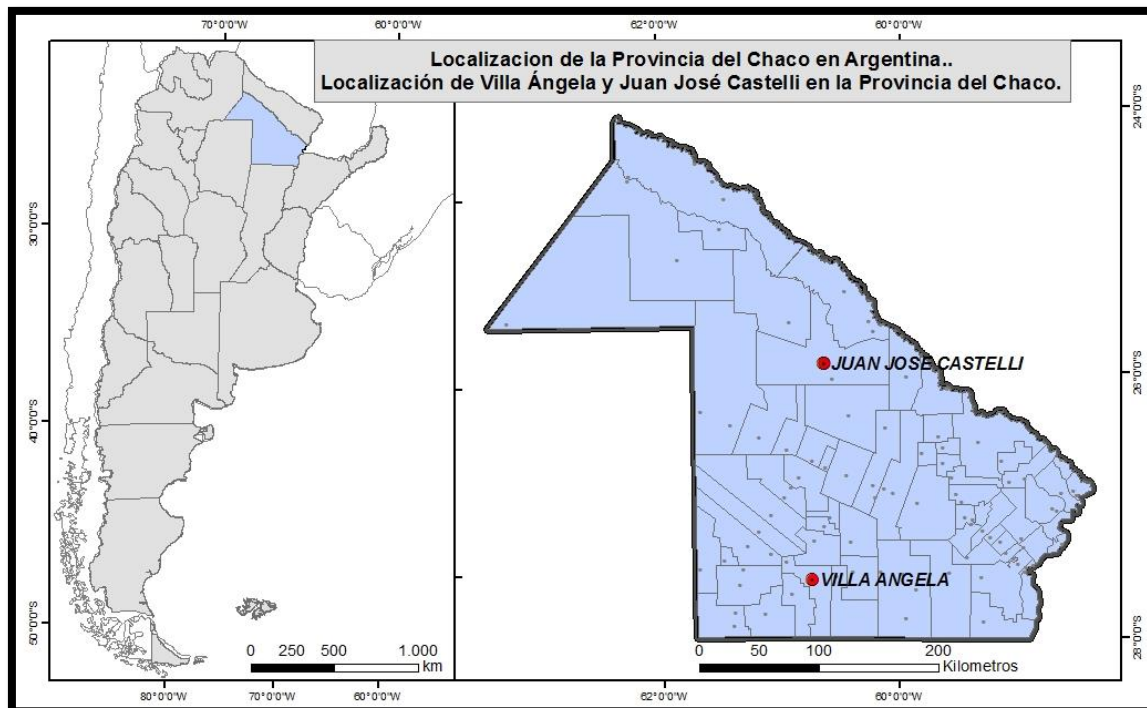


Figura 1: Localización de las ciudades objeto de estudio (elaboración propia)

Para alcanzar las metas trazadas en este aporte se emplearon imágenes de satélite, cuyas características se mencionarán en el ítem siguiente, que se procesaron y analizaron mediante el uso de procesadores digitales, labores éstas que permitieron conocer no sólo la expansión urbana, sino también los cambios de cobertura, los aportes con que cada cubierta contribuyó a la expansión, las pérdidas y ganancias de cada cobertura y la tendencia futura de la expansión.

#### FUENTES DE INFORMACIÓN Y METODOLOGÍA

Para el análisis de la evolución de la población en ambas ciudades, la fuente consultada fue el Censo Nacional de Población y Viviendas 1991 y el Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010, en ambos casos pertenecientes al Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.

Por otro lado, para el análisis de la expansión urbana, la tradición en el estudio de las ciudades y las formas urbanas ha estado relacionada con la observación desde los planos, este documento cartográfico “es una representación de la ciudad en su conjunto, un mapa con mucho detalle en el que podemos ver el trazado de las calles, la forma de las manzanas, la planta de los edificios” (Capel, 2002). A partir de la aparición y profusión en el uso de las imágenes de satélite, éstas se han utilizado con una elevada frecuencia para detectar la morfología y los cambios en el espacio urbano ya que “constituyen un poderoso medio para la obtención de información actualizada a costos relativamente bajos, permitiendo estudiar y analizar las dinámicas que se desarrollan en medio urbano” (Rocha 2000). Para el caso particular de nuestro estudio se han utilizado las siguientes imágenes de satélite correspondiente a la plataforma LandSat 5, sensor TM:

<b>Localidad</b>	<b>Path / Row</b>	<b>1990</b>	<b>2010</b>
<b>Juan José Castelli</b>	<b>228/078</b>	<b>09/03</b>	<b>27/01</b>
<b>Villa Ángela</b>	<b>227/079</b>	<b>21/05</b>	<b>10/04</b>

Adquiridas las imágenes digitales, la clasificación consiste en categorizar una imagen multibanda a través de la selección de muestras espectrales que se correspondan con categorías de coberturas territoriales. El proceso seguido en el análisis de imágenes es un esquema desarrollado en múltiples aportes del cual se conocen ampliamente sus bondades por lo cual no nos detendremos en estos comentarios, aunque si detallaremos, de forma sucinta, las etapas seguidas para este caso en particular.

La primera fase, una vez adquiridas las imágenes a través del Servidor del Instituto Nacional de Pesquisas Espaciales de Brasil, fue la de recortar o seleccionar los espacios que son objeto de análisis, es decir, cada uno de los ejidos urbanos y sus alrededores. Logrado esto y habiendo ensayado las múltiples composiciones que son posibles debido a las 6 bandas multiespectrales que el sensor TM posee, se decidió que la composición 432 era la que más identificaba los tipos de coberturas, este mejoramiento en la visualización permitió discriminar los detalles del espacio urbano de una forma más adecuada y precisa.

La segunda fase consistió en la digitalización del área urbana en cada una de las localidades y en los dos momentos considerados para analizar los cambios en la mancha que ocupa la ciudad. Este proceso manual fue incorporado con la intención de evaluar y cotejar las coincidencias y diferencias entre éste y la clasificación automatizada.

La tercera etapa consistió en llevar a cabo la clasificación supervisada partiendo de muestras espectrales de cada una de las tres categorías que se consideraron: áreas urbanas (incluyendo los sectores más densos y también los más dispersos y fragmentados), áreas con cultivos y áreas con monte o vegetación natural. Este procedimiento fue desarrollado para ambas localidades y en ambos momentos alcanzando como resultado 4 imágenes que permitieron realizar la comparación por pares y apreciar los cambios de ocupación del suelo, las ganancias y pérdidas en cada categoría, los mapas de permanencia o persistencia de cada categoría y, finalmente, las tendencias.

En definitiva para sintetizar esquemáticamente todo el proceso podemos presentar la siguiente figura:



Figura 2: Síntesis del esquema metodológico desarrollado (elaboración propia)

Para el análisis y predicción de cambios hemos utilizado el módulo Land Change Modeler o Modelador de Cambios en el Terreno (LCM) del software Idrisi (2). Esta interfase que presenta Idrisi fue desarrollada para analizar el Sustento Ecológico y se encuentra orientado al constante problema de transformación acelerada del terreno y a las necesidades analíticas bien específicas de la conservación de la biodiversidad. Clark Labs trabajó junto a Conservación Internacional durante un período de varios años para desarrollar este conjunto de herramientas pensadas para ser utilizadas en una variedad de escenarios y contextos de cambios en el terreno (Eastman, 2012:225).

De todas las posibilidades que brinda esta aplicación hemos empleado, en primer lugar, el “análisis de cambios” que brinda un grupo de herramientas para lograr una rápida evaluación de los cambios, lo cual permite realizar evaluaciones de las pérdidas y las ganancias, el cambio neto y las transiciones de persistencia. En segundo lugar, se analizaron los “potenciales de transición” que agrupa las transiciones entre dos momentos analizados en un grupo de submodelos [mapas de superficie terrestre], a su vez cada submodelo es identificado con un grupo de variables determinantes o explicativas. Finalmente se aplicó la “predicción de cambios” que brinda los instrumentos para realizar un proceso de predicción dinámica de cambios de coberturas, en este caso, para determinar la cantidad de cambio que ocurrirá en algún momento futuro se utilizó una Cadena Markov. Un proceso Markoviano es uno en el cual el estado de un sistema puede determinarse con el conocimiento de su estado anterior y la probabilidad de transición de cada uno de los estados a otro estado (Eastman, 2012:232).

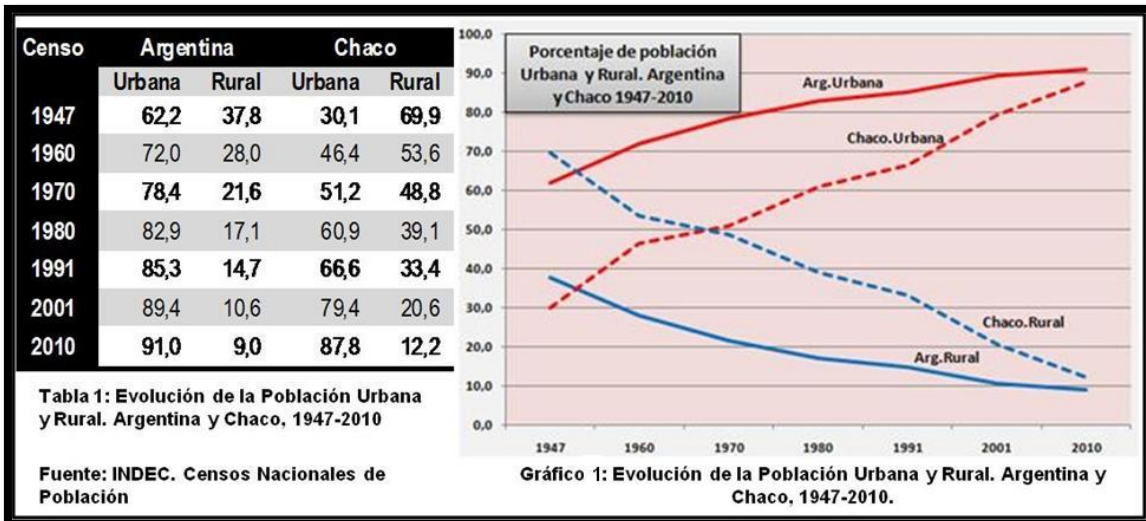
#### LAS CIUDADES INTERMEDIAS Y SU IMPORTANCIA

Hardoy (1986) plantea que las ciudades intermedias no solo deben ser estudiadas y analizadas por el crecimiento demográfico que han registrado en los últimos años, sino también por el rol y función que desempeñan en el desarrollo económico y social de un área pequeña del territorio provincial.

En general y de acuerdo con la red de ciudades de nuestra provincia, se trata de núcleos urbanos intermedios que desempeñan un rol significativo por cuanto son los lugares en donde se realiza la mayor interacción entre la población urbana y rural, brindan a la población de su hinterland fuentes de trabajo, mejores condiciones de vida -servicios e infraestructura- y la posibilidad de colocar en el mercado local sus productos. A lo expresado debemos agregar que, dada las características de equipamiento en bienes y servicios, estas ciudades continuaran creciendo y albergando a la mayoría de la población urbana.

Por su parte Bellet (2000) sostiene que la ciudad media-intermedia, desempeña una función muy importante en su territorio más o menos inmediato, constituyéndose en centros servidores de bienes y servicios más o menos especializados para la población del mismo municipio y de otros municipios cercanos sobre los que ejerce cierta influencia. Por otra parte, se constituyen en centros de interacción social, económica y cultural, como así también centros que suelen alojar niveles de la administración de gobierno local y regional a través de los cuales se canalizan las demandas y necesidades de amplias capas de la población.

En el sistema urbano chaqueño, como ya señalamos, las localidades medias-intermedias juegan un papel muy importante en la organización territorial y permiten articular las actividades productivas y de servicios de la provincia. El proceso de urbanización del Chaco acompañó, como en gran parte del territorio argentino, las etapas del desarrollo económico y, en las últimas décadas, el fenómeno cultural “ciudad” –tal como la definen numerosos autores- fue el principal motivo de atracción de la población a las urbes. En el gráfico 1 podemos apreciar que a mitad de Siglo XX, cuando el país ostentaba un 62,2% de población urbana, el Chaco registraba 30,1%, mientras que según datos del último censo esta diferencia de más de 32,1% pasó ser sólo de 3,2% (ver Tabla 1). El primer comentario que se puede hacer al respecto es que el ritmo de incremento de población urbana en la provincia fue bastante más acelerado que en el país, aspecto que se visualiza en el gráfico 1, en donde las líneas rojas que representan la población urbana en Chaco y Argentina, parten, en 1947, bastante separadas entre sí, con el transcurrir de la segunda mitad del siglo las diferencias se atenúan, para concluir en 2010 con una exigua diferencia. Asimismo se puede distinguir claramente que el ritmo con que asciende la población urbana chaqueña es mayor que en el caso del país, en tanto el ángulo de la línea provincial respecto de la horizontal es más amplio. Sin entrar en demasiados detalles, la afirmación le cabe a la población rural, sólo que en este caso no se refiere a incremento sino a declinación (ver Tabla 1 y Gráfico 1).



Las ciudades elegidas para elaborar este aporte, Villa Ángela y Juan José Castelli, tienen relevancia cualitativa por lo expresado en los primeros párrafos de este apartado, además, como se aprecia en el gráfico que sigue también revisten una significancia cuantitativa ya que, por su población, se ubican entre las primeras diez ciudades de la provincia de acuerdo con los datos del último Censo Nacional.

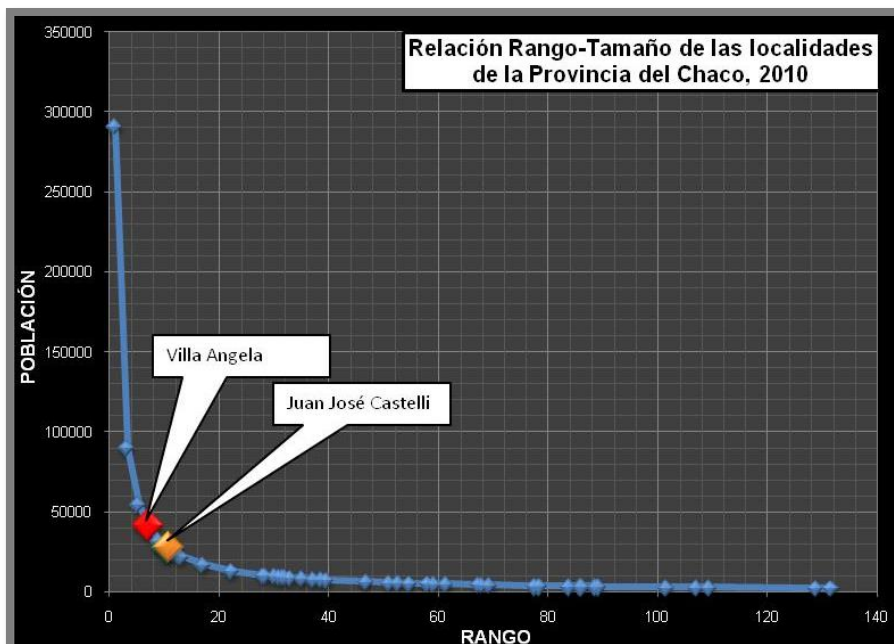


Gráfico 2: Villa Ángela y Juan José Castelli en el Sistema Urbano de la Provincia del Chaco (Elaboración propia basada en datos del Censo de Población 2010)



## VILLA ÁNGELA

### Origen y crecimiento

Este asentamiento constituye una ciudad cuyo poblamiento se debe a la conjunción de varios factores. En 1908 la empresa La Chaqueña S.A. (fábrica de tanino) funda en los límites de las tierras fiscales del ex-Territorio Nacional del Chaco, una estancia llamada La Suiza (Maeder y Gutiérrez, 2003); paralelamente se establecen en el mismo lugar ganaderos provenientes de la zona de Enrique Urien en razón de la gran sequía que padecía la zona. A partir de aquel año se fue poblando hasta que en 1914, la llegada de un ramal del ferrocarril Santa Fe y de los primeros comerciantes, echaron las bases para el surgimiento del pequeño poblado. Posteriormente el desarrollo de la incipiente población recibió en 1917 un extraordinario impulso con la radicación de otra fábrica de tanino dependiente de la empresa La Chaqueña, la población tomó el nombre de Villa Ángela en homenaje a la esposa de Martín, uno de los dos integrantes del directorio de la taninera (Maeder y Gutiérrez, 2003).

Durante muchos años los habitantes de Villa Ángela, en su mayoría santafesinos, se dedicaron casi exclusivamente a la ganadería y a la explotación forestal. En la década del '20 del pasado siglo se registró la afluencia masiva de inmigrantes extranjeros, gran parte de los cuales se dedicaron a actividades agrícolas como consecuencia de la declinación de la actividad forestal. En el año 1921 se creó la Colonia Juan José Paso, que dio nacimiento oficial al pueblo (Maeder y Gutiérrez, 2003) en la actualidad es la cuarta ciudad del Chaco (luego de Resistencia, Presidencia Roque Sáenz Peña y Barranqueras).

La localidad presenta una posición estratégica en el sudoeste de la provincia del Chaco, si bien es cierto que por su peso demográfico podríamos encuadrarla dentro de las denominadas ciudades intermedias, no debemos dejar de mencionar el rol relevante que despliega en su micro región. Ello se pone de manifiesto en la función que desempeña como cabecera del departamento Mayor Jorge Luis Fontana que incluye además del municipio de Villa Ángela a los de Coronel Du Graty y Enrique Urien y al área de influencia de todos ellos. Asimismo como centro de servicios alcanza a otros departamentos como Fray Justo Santa María de Oro, parte de O'Higgins y de San Lorenzo y alrededor de una tercera parte del departamento Tapenagá.

En la tabla 2 se puede apreciar la extensión que por Ley Provincial 4088/94 les corresponde al ejido municipal y al área de influencia del municipio de Villa Ángela (4). Si consideramos los datos relevados en los tres últimos censos, la población de esta localidad se incrementó en un 22,9% entre 1991 y 2001 y un 8,9% en el período siguiente entre 2001 a 2010; no obstante si analizamos las tasas de crecimiento, en las cuales además del incremento poblacional se contempla el tiempo transcurrido, entonces se advierte un ritmo muy estable en el aumento de la población.

Año	Ejido Municipal en hectáreas	Área de influencia en hectáreas	Ejido municipal + Área de Influencia en hectáreas	Total de población, según Censos Nacionales	Crecimiento de Población en porcentaje	Tasa de crecimiento anual intercensal(5)
1991	5.501	127.769	133.270	30.940	--	--
2001				38.020	22,9%	12,3
2010				41.403	8,9%	12,1

Tabla 2: Superficie del municipio, del área de influencia y población de Villa Ángela, 1991, 2001 y 2010. Elaboración propia basada en datos publicados en Ley 4088 y Censos Nacionales de Población

### Expansión Urbana

La consecuencia inmediata del incremento de la población es la expansión y, en este sentido, la imagen de la “mancha urbana” de Villa Ángela en los dos años que se analizarán en este aporte, 1990 y 2010, es la que se puede apreciar en la figura 3. Si bien no presentamos la imagen ni el análisis de 2001, podemos inferir a partir del estado inicial y final del período estudiado la situación intermedia. Para el tratamiento se seleccionó un sector de 14 kilómetros en el sentido E-W por 11 kilómetros en el sentido N-S ya que consideramos que este espacio es adecuado para dar cumplimiento a nuestros propósitos. Es indudable que una primera inspección visual de estas imágenes muestra evidencia de la expansión tanto hacia el este, noreste y sureste del sector central más consolidado en ambos momentos.

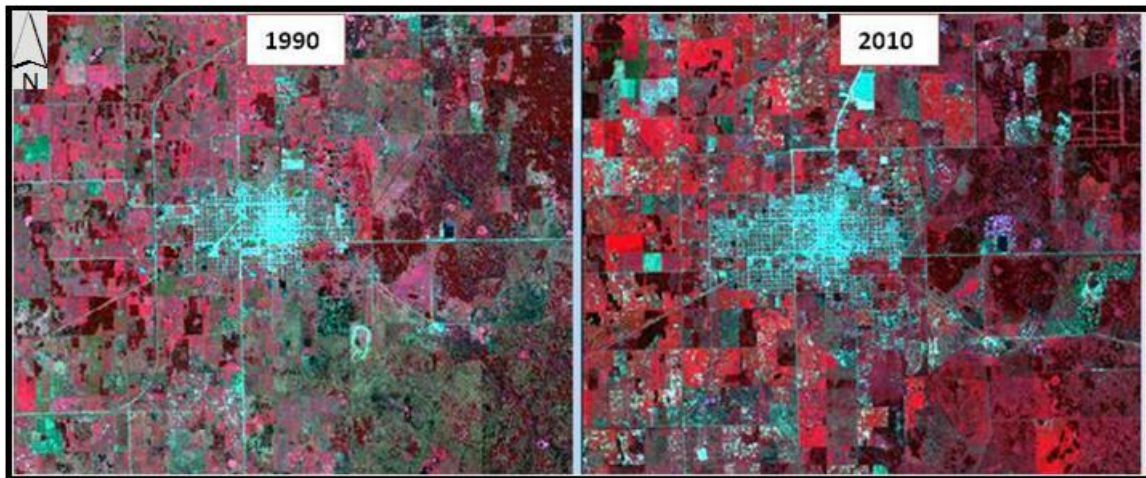


Figura 3: Visualización del ejido urbano de Villa Ángela, 1990-2010. Imágenes LandSat, composición 432.

La labor de digitalización manual de estas “manchas” nos permite cuantificar en hectáreas, o en cualquier otra unidad de superficie, el territorio ocupado por la ciudad; en las figuras 4 y 5 se visualizan los resultados de esta labor, apreciándose la diferencia interanual del área de ocupación urbana.

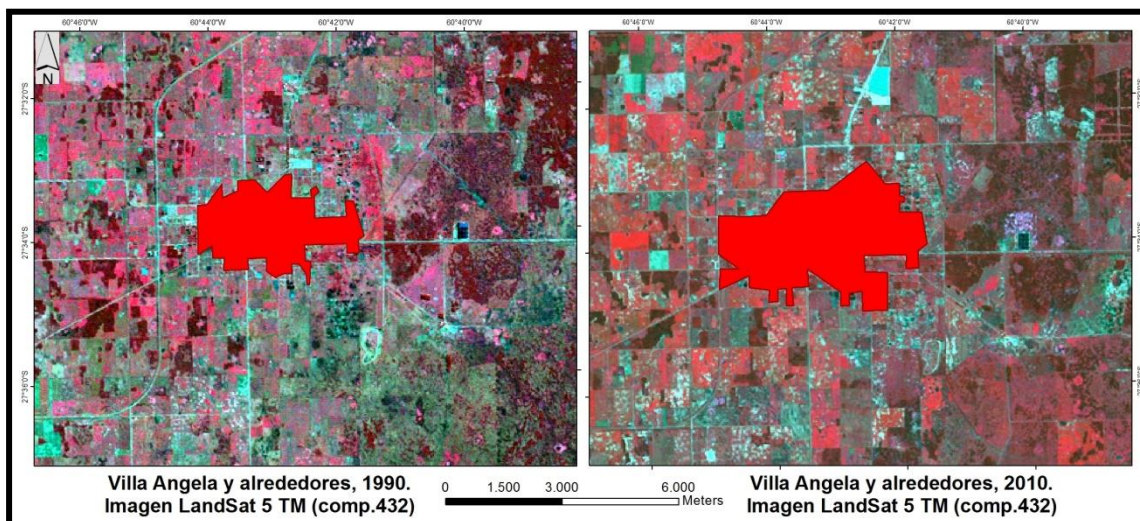


Figura 4: Resultado de la digitalización de la mancha urbana de Villa Ángela (Elaboración propia).

La expansión urbana, es decir la incorporación de suelo otrora destinado a actividades rurales a labores relacionadas con la ciudad, aumentó en dos décadas un 78,3% aproximadamente. Relacionando los datos de población y superficie ocupada por la ciudad podemos expresar que en el lapso considerado, cada año se incorporaron a la ciudad 551 personas y 26,2 hectárea, la tabla 3 que sigue muestra el incremento de superficie urbana y el ascenso poblacional.

Año	Superficie Urbanizada (aproximada en hectáreas)	Crecimiento absoluto de la superficie urbanizada (aproximada en hectáreas)	Crecimiento de superficie urbanizada en porcentaje
1990	668,20	523,40	78,3%
2010	1191,60		
Año	Total de Población	Crecimiento absoluto de la población	Crecimiento de población en porcentaje
1991	30.940	10.463	33,8%
2010	41.403		

Tabla 3: Elaboración propia sobre la base de imágenes de satélite del sector.

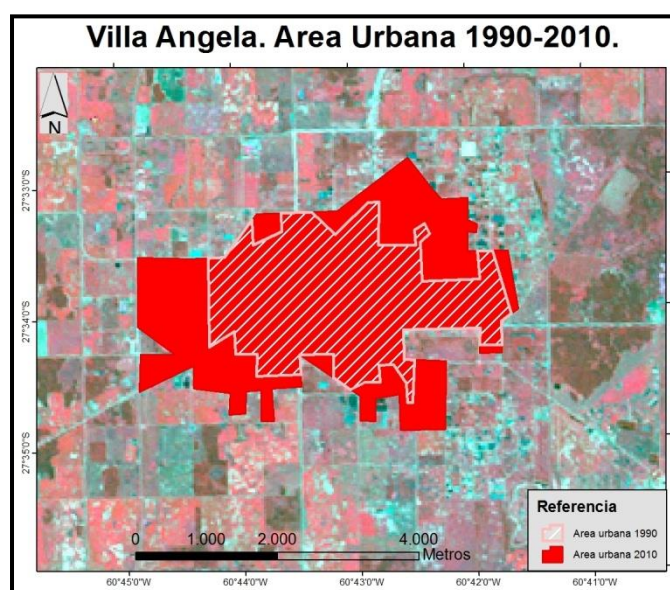


Figura 5: Comparación entre mancha urbana 1990-2010 (Elaboración propia).

Las más de 500 hectáreas que se suman al suelo urbano entre la década de 1990 y la actualidad, se localizan especialmente en el sector NNE y SSO de la ciudad, teniendo como ejes de crecimientos a la Avenida Uruguay, a la Avenida 25 de Mayo y a la ex Ruta Nacional 95.

Con el propósito de conocer los detalles de esta expansión se realizó el tratamiento digital de las imágenes de satélite en los dos momentos considerados. El proceso se basa en la obtención de muestras de clases espectrales o sitios de entrenamiento y, posteriormente, la aplicación de un clasificador automatizado que asocia las muestras a categorías informacionales de cobertura espacial. Se consideraron tres categorías: clase urbano, clase monte nativo y clase cultivo. Las imágenes que se muestran en la figura 6 son el resultado de esta clasificación; el incremento de la mancha urbana es muy significativo, a la vez que en los alrededores, se aprecian marcas de clases urbanas, discontinuas y de disímil superficie que pueden ser asociadas a infraestructura vinculada a actividades o labores rurales como tinglados, depósitos, almacenes, entre otros y que son reconocidas por la clasificación automatizada como clase urbana.

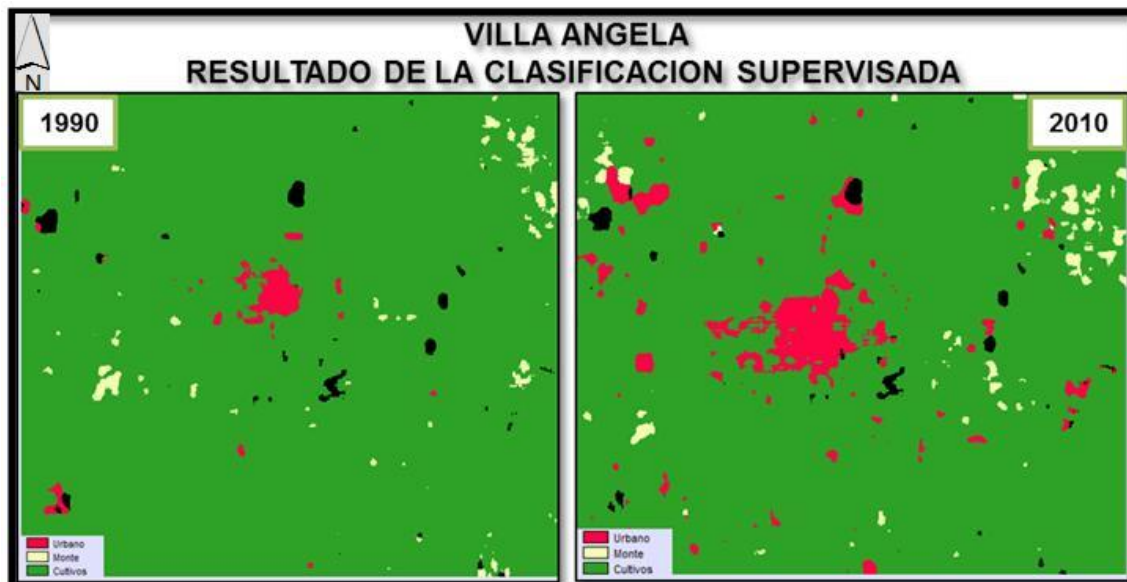


Figura 6: Villa Ángela: resultado de la clasificación supervisada (Elaboración propia).

### **Cambios de Uso: pérdidas, ganancias y persistencias**

Los cambios en la cobertura del suelo son resultado de la combinación, a distintas escalas espacio-temporales, de una serie de factores, entre los que se encuentran: los cambios naturales a largo plazo debido a variaciones en las condiciones climáticas; los procesos ecológicos y geomorfológicos, como la erosión y la sucesión vegetal; la variabilidad climática interanual que afecta, principalmente, a áreas naturales y agrícolas; las alteraciones antropogénicas de la cobertura vegetal y del paisaje, como la deforestación y la degradación de suelos; y el efecto invernadero, causado por las actividades humanas (Lambin y Strahler, 1994). De entre estas causas, las que tienen un mayor significado por su incidencia y origen son aquellas en las que el hombre tiene un papel preponderante como agente de cambio, ya que generalmente se presentan fuera de los ritmos y plazos de recuperación de los sistemas naturales, por lo que su efecto es mayor. De hecho, se asegura que este tipo de cambios constituye una de las fuerzas de

mayor impacto a nivel planetario (Watson *et al.*, 2000), lo que hace primordial su monitoreo y análisis para el diseño de políticas sustentables de gestión territorial. Coincidiendo con estas afirmaciones generales, particularmente en nuestra área de estudio son las modificaciones determinadas por acción del hombre las que más se dejan sentir.

Para complementar la digitalización manual detallada en el punto anterior, se procedió a llevar adelante el proceso de clasificación automatizada; del resultado de esta labor podemos señalar que la expansión urbana sumó 676 hectáreas, este valor surge de la diferencia entre las ganancias y las pérdidas que se aprecian en la tabla 4 y que constituyen un guarismo superior al obtenido en la digitalización manual (+22%), esta circunstancia puede deberse a la habitual confusión que caracteriza a la clasificación automatizada. En esta dinámica el monte ganó unas 96 hectáreas, mientras que se advierte la retracción de los cultivos en 770 hectáreas. Acompañando a la tabla podemos observar el gráfico 3 que representa estos datos, la espacialización de las ganancias y de las pérdidas por categoría (figura 7) y de los cambios de cobertura entre categorías (figura 8).

	Urbano	Monte	Cultivos
Ganancias	826 hectáreas	332 hectáreas	378 hectáreas
Pérdidas	-150 hectáreas	-236 hectáreas	-1148 hectáreas
Cambio neto	676 hectáreas	96 hectáreas	-770 hectáreas

Tabla 4: Ganancias, pérdidas y cambio neto de cada cobertura (Elaboración propia)

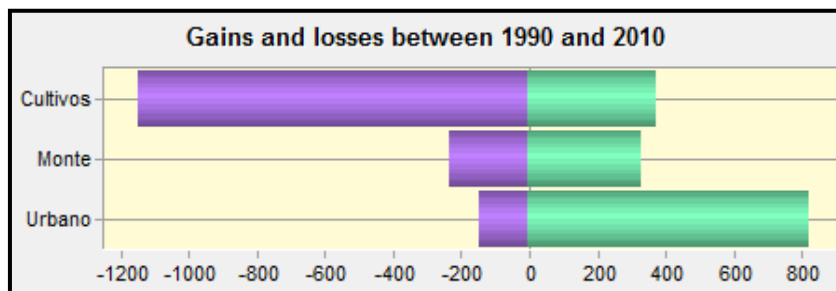


Gráfico 3: Ganancias y pérdidas por cada cobertura entre 1990 y 2010 (Elaboración propia)

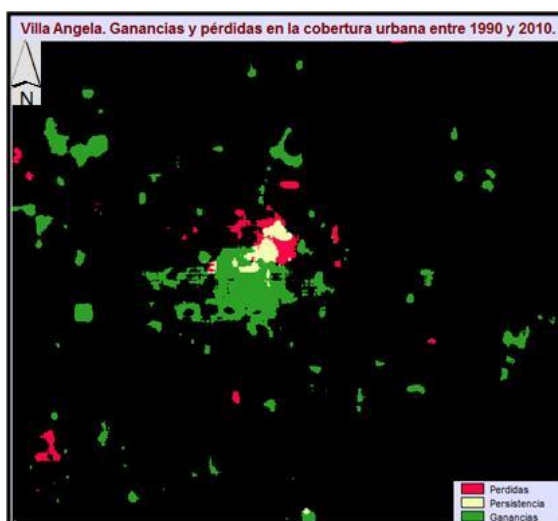


Figura 7: Ganancias y pérdidas de la cobertura urbana entre 1990 y 2010 (Elab.propia)

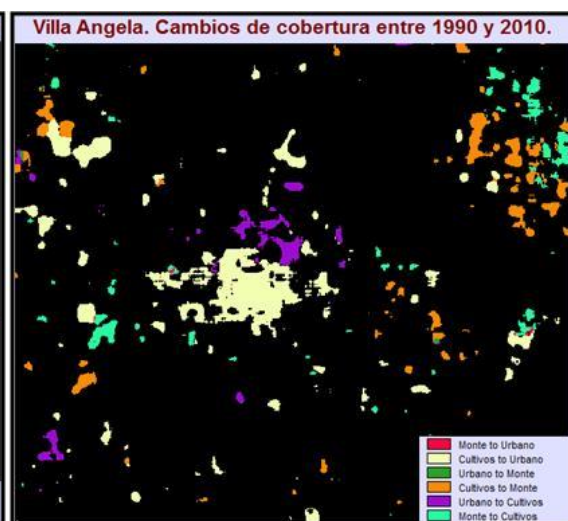


Figura 8: Cambios de cobertura entre 1990 y 2010 (Elab.propia)

Todas las posibilidades de análisis que se presentan en esta contribución son viables debido a las múltiples funcionalidades que ofrecen los procesadores digitales de imágenes; conocer los cambios temporales y apreciar cuáles son las coberturas que experimentan mayores mutaciones permiten identificar con mayor detalle la dinámica territorial y la temporalidad con que ello ocurre.

Otros aportes que abonan el análisis de esta dinámica son el cambio neto y las contribuciones de cada cobertura al cambio neto entre ellas. En efecto, como ya apuntamos, la categoría urbana creció en 676 hectáreas, el monte ascendió 96 hectáreas, mientras que los cultivos perdieron 771 hectáreas; estos valores aparecen representados en el gráfico 4.1 de la figura 9 que se complementa con los gráficos 4.2, 4.3 y 4.4 en donde se muestran las contribuciones al cambio neto de cada cobertura por parte de los restantes usos. Como veremos más adelante si la expansión continúa con las características que aquí se manifiestan traerá aparejada condiciones de poca sustentabilidad en el futuro.

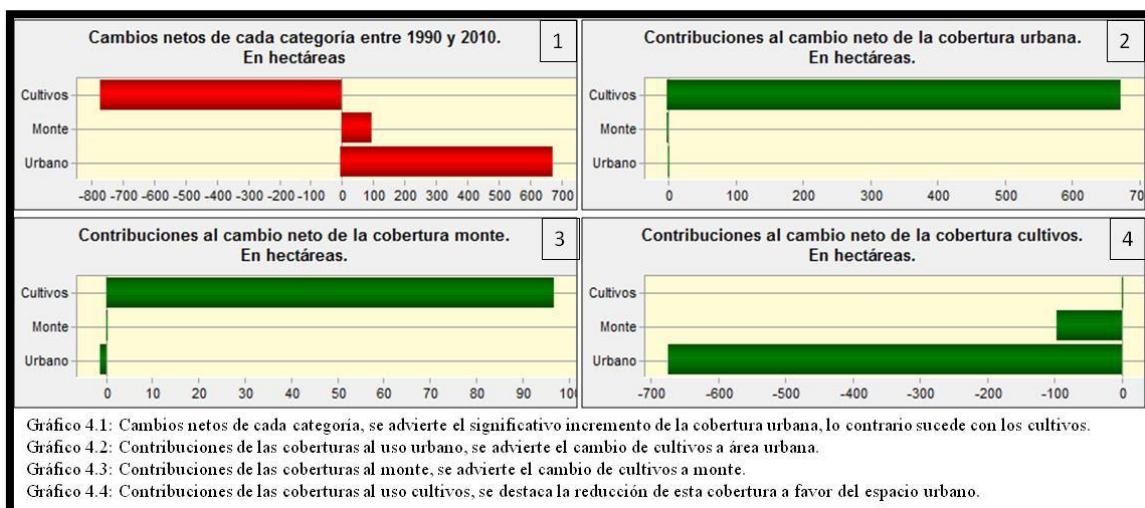


Figura 9 (Elaboración propia)

### Escenarios tendenciales

Finalmente, los recursos tecnológicos de los que hoy disponemos para analizar los cambios temporales, nos permiten conocer la probabilidad de cambios y la expectativa de transición entre cubiertas, es decir, a partir del análisis de estados iniciales en fechas conocidas (en nuestro caso 1990 y 2010), es posible determinar un escenario predictivo para un tercer momento no conocido. En efecto, conocidos los cambios en los usos del suelo, las ganancias y las pérdidas de cada cobertura, es posible aproximarnos a los escenarios tendenciales y, en caso de ser preciso, es decir si ese escenario futuro no es el más beneficioso, aplicar acciones que impidan su desarrollo o, en oposición, propiciar este rumbo si se lo considera apropiado con miras a alcanzar los objetivos que involucra una sustentable planificación territorial. Para nuestro caso se ha estimado la posible dinámica para el año 2030.

Given	Probability of changing to		
	Urbano	Cultivos	Monte Nativo
Urbano	--	0.017	0.627
Cultivos	0.021	--	0.951
Monte Nativo	0.042	0.017	--

Tabla 5. Probabilidades de cambio en el uso del suelo. Villa Ángela.

Given	Expected to transition to		
	Urbano	Cultivos	Monte Nativo
Urbano	--	15,03	569,79
Cultivos	7,11	--	443,16
Monte Nativo	878,32	314,76	--

Tabla 6. Expectativas de cambio de uso del suelo, en hectáreas. Villa Ángela.

Al utilizar el primer y segundo mapa de cubierta de terreno junto con la fecha especificada, se ha predicho el cambio utilizando una cadena de Markov que calcula exactamente cuánto terreno se espera que realice la transición desde la última fecha a la fecha de predicción basándose en una proyección de los potenciales de transición en el futuro. De este modo se calcula la probabilidad de cambio entre cubiertas, es decir la posibilidad de que eso suceda y la expectativa de transición que se obtiene en celdas y así es factible conocer el área que es posible que cambie. Al observar las tablas anteriores podemos apreciar que la expectativa de transición más alta es la que señala el cambio de monte nativo a cubierta urbana, unas 878,32 hectáreas; el intercambio de superficie entre monte nativo y cultivos es considerable, mientras que llama la atención la expectativa de transición de área urbana a monte nativo, una situación que merecería mayor análisis que minimice las posibilidades de confusiones en la clasificación supervisada de las cubiertas y así lograr mejores potenciales de transición.

## JUAN JOSÉ CASTELLI

### Origen y crecimiento

El área que hoy ocupa Juan José Castelli, fue inicialmente poblada por los pueblos toba y wichi, recién en 1910 se establece un grupo de colonos ganaderos provenientes de la provincia de Salta, que desde fines del siglo XIX dispersaron ganado vacuno y caprino en tierras fiscales ubicadas entre los ríos Teuco y Bermejito. En 1919 y especialmente en 1923 se emprendieron acciones tendientes a fomentar el cultivo del algodón en el Chaco, lo que atrajo a inmigrantes europeos a la zona.

El nacimiento de este núcleo urbano se produjo en la década del '30 cuando el proceso de poblamiento llegaba a su fin. Se funda en un área alejada del ferrocarril y de la zona algodonera, anecdóticamente a su fundación solo acudió un grupo de alemanes procedentes del área del Río Volga que a su vez llegaron desde La Pampa. (Maeder y Gutiérrez, 2003). Años después arribaron inmigrantes de Polonia, Rumania, España, Paraguay, Hungría, Checoslovaquia, Italia, Yugoslavia y Ucrania.

Por su tamaño demográfico y nivel de equipamiento y servicios, puede ser considerada como la séptima ciudad en importancia de la provincia. Posee una buena vinculación con las ciudades vecinas y con la provincia de Formosa y constituye el centro de abastecimiento de una zona de altos recursos productivos del nordeste provincial.

Esta ciudad sirve como centro de servicios comerciales a una microrregión rural con una producción agrícola significativa. También tiene funciones administrativas y políticas por ser cabecera del Departamento General Güemes, aspecto que la convierte en una ciudad organizadora de un grupo de cinco municipios del norte chaqueño (El Sauzalito, Fuerte Esperanza, Miraflores, Misión Nueva Pompeya y Villa Río Bermejito) con un total de aproximadamente 40.000 habitantes. Sus funciones son, en primer lugar, económicas, y luego políticas y administrativas.

Año	Ejido Municipal en hectáreas	Área de influencia en hectáreas	Ejido municipal + Área de Influencia en hectáreas	Total de población, según Censos Nacionales	Crecimiento de Población en porcentaje	Tasa de crecimiento anual intercensal(5)
1991	1.925	444.291	446.216	13.206	--	--
2001				24.333	84,3%	8,4
2010				27.406	12,6%	1,4

Tabla 7: Superficie del municipio, del área de influencia y población de Juan José Castelli, 1991, 2001 y 2010. Elaboración propia basada en datos publicados en Ley 4088 y Censos Nacionales de Población.

### Expansión Urbana

La figura 10 muestra la imagen de la “mancha urbana” de Juan José Castelli en los dos años que se analizan, 1990 y 2010. Para este tratamiento se delimitó un sector 9,2 km en el sentido E-W y 7,4 km en el sentido N-S, espacio que consideramos adecuado cuadro para dar cumplimiento a nuestros propósitos. La primera visualización o inspección visual de estas imágenes muestra evidencia de la alta expansión y también una elevada dispersión con espacios vacíos sin consolidar circunstancia poco sustentable si consideramos la provisión de servicios a la población.

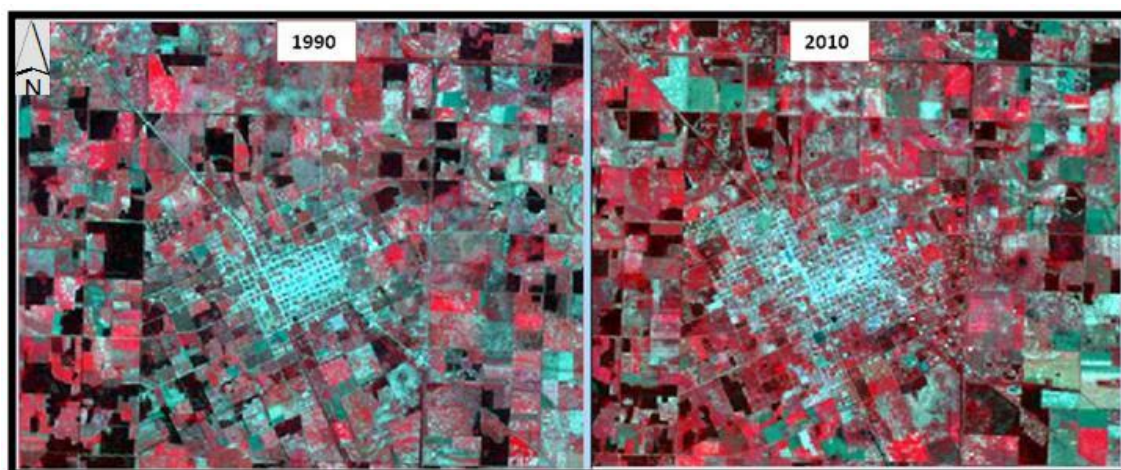


Figura 10: Visualización del ejido urbano de Juan José Castelli, 1990-2010. Imágenes LandSat, composición 432.

Tras la digitalización manual de las áreas urbanas para cada uno de los momentos fue posible visualizar y cuantificar en hectáreas, la expansión urbana; en las figuras 11 y 12 se observan estos resultados.



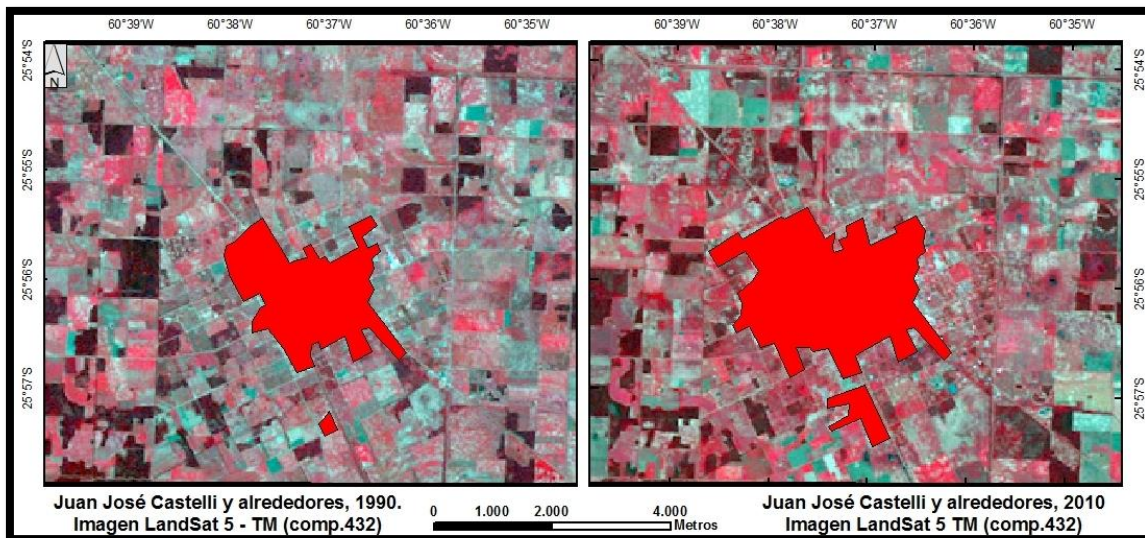


Figura 11: Resultado de la digitalización de la mancha urbana de Juan José Castelli (Elaboración propia).

La incorporación de suelo a labores relacionadas con la ciudad aumentó, en dos décadas, un 71,6% aproximadamente, mientras que en el mismo período la población creció un 107,5%. Siguiendo el mismo análisis que empleamos en el caso de Villa Ángela, asociando los datos de población y superficie ocupada por la ciudad podemos expresar que en el lapso considerado, cada año se incorporaron a la ciudad 747 personas y 14,7 hectáreas, el cuadro que sigue muestra el cambio de superficie urbana.

Año	Superficie Urbanizada (aproximada en hectáreas)	Crecimiento absoluto de la superficie urbanizada (aproximada en hectáreas)	Crecimiento de superficie urbanizada en porcentaje
1990	412,17 hectáreas	295,00 hectáreas	71,6%
2010	707,17 hectáreas		
Año	Total de Población	Crecimiento absoluto de la población	Crecimiento de población en porcentaje
1991	13.206 habitantes	14.200 habitantes	107,5%
2010	27.406 habitantes		

Tabla 8: Elaboración propia sobre la base de imágenes de satélite del sector

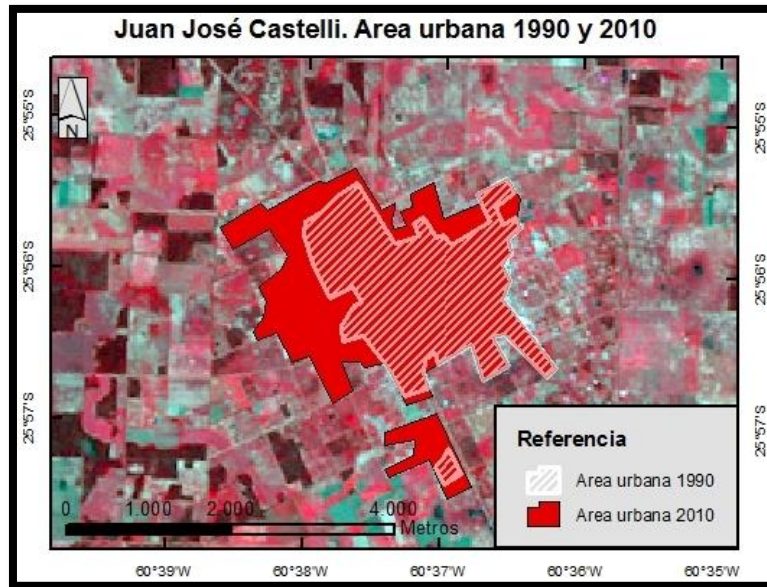


Figura 12: Comparación entre mancha urbana 1990-2010 (Elaboración propia).

De acuerdo con la metodología que hemos seguido la fase siguiente ha sido la de realizar la clasificación supervisada y complementar así la etapa previa. De igual modo que hemos detallado en ocasión del análisis de la localidad de Villa Ángela, se consideraron tres categorías informacionales: clase urbana, monte nativo y cultivos, abajo se muestran las imágenes resultantes (figura 13). La clase cultivo es la que reviste mayor continuidad; destaca el área urbana y su propagación, incluyendo una elevada cantidad de marcas en el área de estudio, que, en algunos casos, pueden responder a infraestructuras urbanas o de servicios del área de influencia de Juan José Castelli. La cobertura de montes es la que presenta la más alta fragmentación.

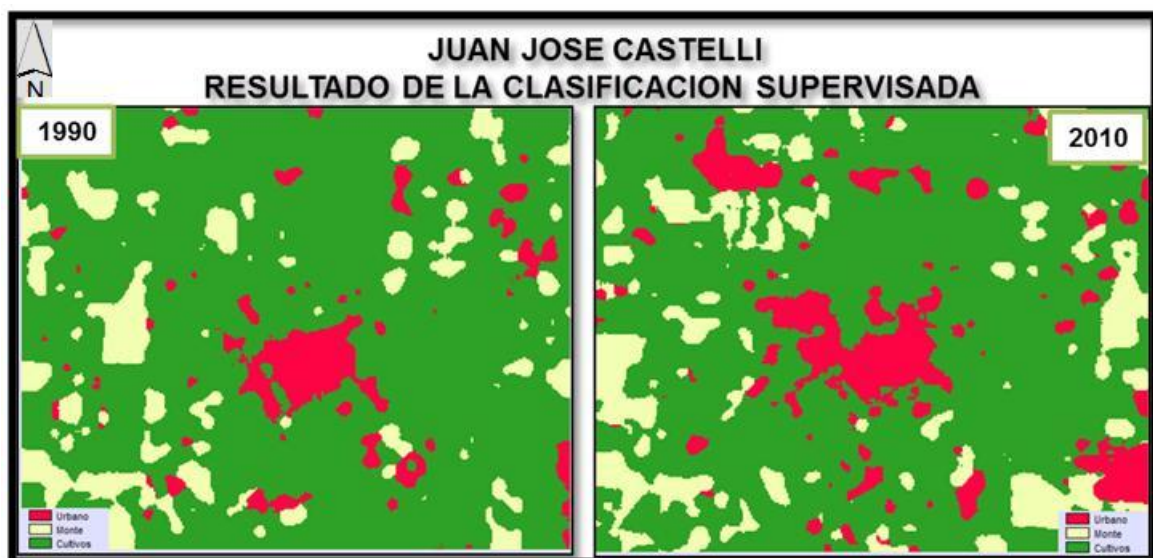


Figura 13: Juan José Castelli: resultado de la clasificación supervisada (Elaboración propia).

## Cambios de Uso: pérdidas, ganancias y persistencias

La clasificación supervisada y la categorización de las coberturas resultante es el insumo principal para analizar los cambios en el uso. El proceso seguido nos devuelve las ganancias y pérdidas de cada cobertura y el cambio neto, es de destacar la alta coincidencia entre el proceso de digitalización manual y la clasificación aquí presentada en el incremento de área urbana, en efecto, mientras que la digitalización arrojó un aumento de 295 hectáreas, de la clasificación supervisada surgieron, en 2010, 293 hectáreas más que en 1990, aunque en este último caso la fragmentación es mayor.

La tabla 9, el gráfico 5 y las figuras 14 y 15 son resultados del análisis de cambios, este material permite afirmar que Juan José Castelli y sus alrededores es un área de alta dinámica territorial, podemos apreciar que en todas las coberturas hay ganancias, pero también hay pérdidas de superficie, mientras que la persistencia es casi exclusiva del área urbana; la figura 15 que muestra los cambios es el reflejo de esta dinámica ya que se aprecia una alta atomización.

	Urbano	Monte	Cultivos
Ganancias (en has)	522	559	581
Pérdidas (en has)	-229	-387	-1076
Cambio Neto (en has)	293	172	-495

Tabla 9: Ganancias, pérdidas y cambio neto de cada cobertura (Elaboración propia)

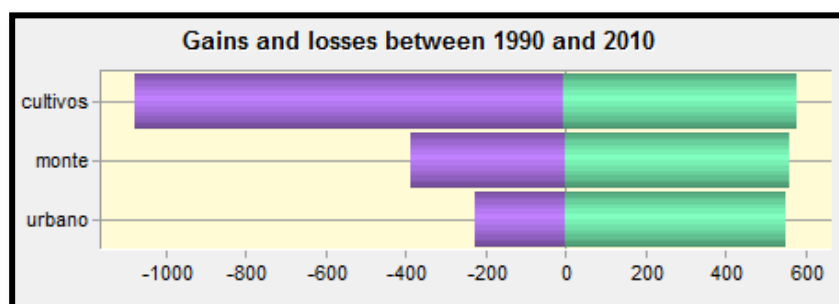


Gráfico 5: Ganancias y pérdidas por cada cobertura entre 1990 y 2010 (Elaboración propia)

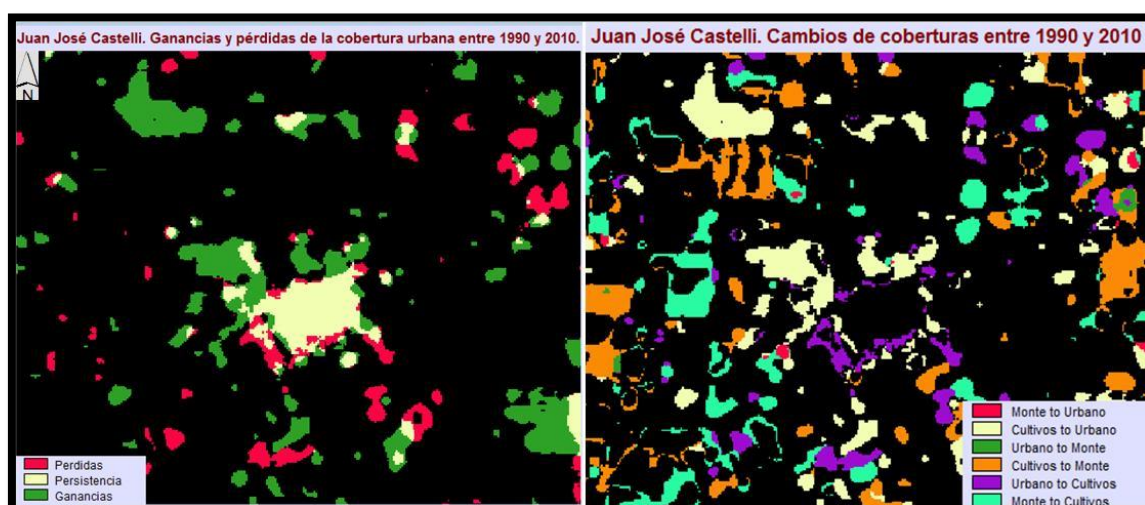


Figura 14: Ganancias y pérdidas de la cobertura urbana entre 1990 y 2010 (Elab.propia)

Figura 15: Cambios de cobertura entre 1990 y 2010 (Elab.propia)

La figura 16 contiene cuatro gráficos que muestran el cambio neto de cada categoría o cobertura analizada a la vez que se puede apreciar la contribución con que cada cubierta aporta a cualquiera de ellas. Como vemos en el gráfico 6.1, y como ya lo hemos señalado anteriormente, los cultivos pierden casi 500 hectáreas las cuales son absorbidas por la expansión urbana; por su parte el monte nativo también se apropia de espacios de cultivos, aunque este resultado no es precisamente el que se percibe en terreno, razón por la cual pensamos que habría que mejorar y supervisar con más detenimiento las muestras espectrales a los fines de minimizar las confusiones.

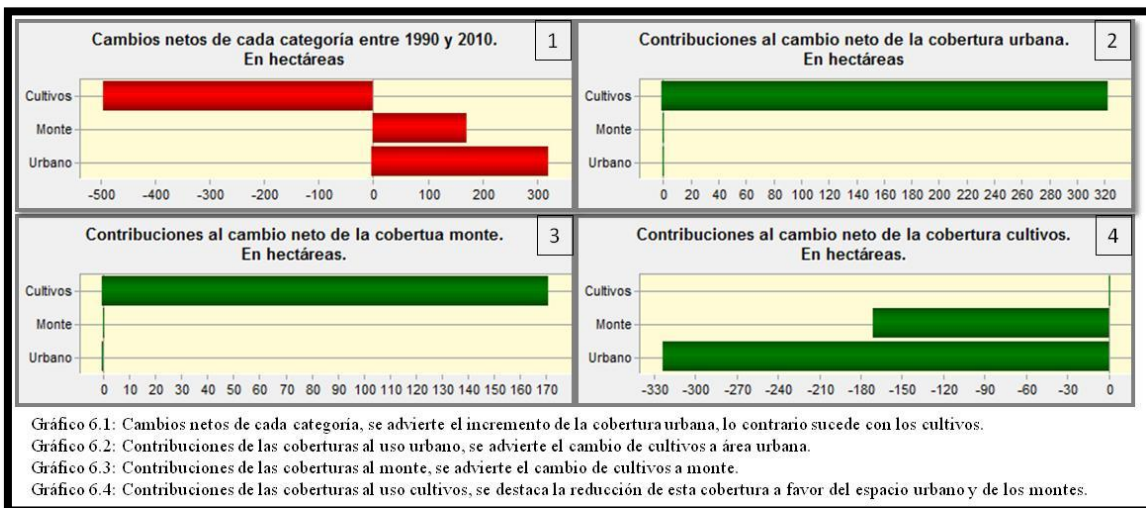


Figura 16: Cambios netos y entre coberturas (Elaboración propia).

Esta situación, además, acarrea otras problemáticas relacionadas con la salud de la población y el ambiente, que tienen que ver con la elevada proximidad entre los espacios cultivados y las áreas urbanas, potenciando situaciones que perjudican la salud de la población, en tanto la cercanía entre pobladores y cultivos pulverizados con agroquímicos; y, por otro lado, la pérdida de la biodiversidad, en tanto la reducción del monte nativo.

### Escenarios tendenciales

La predicción de cambios para 2030 se realizó siguiendo el procedimiento indicado en apartados anteriores. Lo más destacado de estos resultados tendenciales fortalece lo ya comentado y que se refiere al elevado intercambio de contribuciones de superficie entre coberturas. Veamos por ejemplo, en el caso de la expectativa de transición, que la cubierta “cultivo” podría contribuir al “monte”, pero a su vez éste último, podría aportar a los “cultivos”. Respecto de la posible expansión se visualiza que sólo el monte perdería superficie a favor del área “urbana”.

Given	Probability of changing to		
	Urbano	Cultivos	Monte Nativo
Urbano	--	0.016	0.474
Cultivos	0.000	--	0.963
Monte Nativo	0.033	0.017	--

Cuadro 9: Probabilidades de cambio en el uso del suelo. Juan José.

Given	Expected to transition to		
	Urbano	Cultivos	Monte Nativo
Urbano	--	29,43	358,20
Cultivos	20,34	--	443,16
Monte Nativo	486,81	492,75	--

Cuadro 10: Expectativas de cambio de uso del suelo, en hectáreas. Villa Ángela.

## CONSIDERACIONES FINALES

En las páginas iniciales de esta contribución señalamos que el propósito se centraba en conocer cuál ha sido el crecimiento de la población y la expansión urbana en el marco del proceso de urbanización en las localidades de Villa Ángela y Juan José Castelli, además de este objetivo relacionado con la producción de conocimiento geográfico regional, nuestra meta fue la de utilizar de forma muy profusa las Tecnologías de la Información Geográfica y, particularmente, los procesadores digitales de imágenes, por lo tanto los comentarios finales aportarán ideas en relación a estas dos líneas.

Respecto de la expansión urbana creemos que se ha demostrado muy claramente cuáles han sido las características más sobresalientes de este fenómeno. En ambas localidades, en términos generales, el crecimiento poblacional va de la mano del aumento de suelo urbano, que le resta superficie a los cultivos y éstos al monte nativo. Se ha visto también que la superficie urbana tiene un incremento relativo superior al de la población, por lo que la ciudad tiende a propagarse de forma horizontal con las desventajas que esto acarrea, ya que el tendido de las redes de servicios públicos (agua potable, alcantarillado, cloacas, iluminación, pavimento, recolección de residuos sólidos urbanos) tiene un ritmo de crecimiento menor al de la ocupación y su provisión resulta bastante onerosa para los municipios, motivo más que suficiente para delinear una planificación estratégica del crecimiento urbano. A esto se suma la delicada situación a la que se ve expuesta la salud de la población por la proximidad de los campos cultivados.

En relación a los comentarios que exponen las bondades de las Tecnologías de la Información Geográfica -y específicamente las aplicaciones orientadas al análisis de imágenes de satélite-, para abordar los estudios temporo-espaciales, resultaría demasiado reiterativo volver a manifestar las potencialidades que, a lo largo de las últimas cuatro décadas, se han leído en numerosos aportes y se han escuchado en centenares de reuniones científicas. Sí es importante reconocer el esfuerzo que se visualiza en los avances que muestran las aplicaciones para allanar, cada vez más, el análisis de la superficie terrestre y sus cambios, así se resalta la incorporación de rutinas que agilizan los procesos de análisis encadenados, lo que nos permiten actualmente mostrar predicciones y escenarios tendenciales, aspectos sumamente relevantes para complementar los diagnósticos y descripciones territoriales.

## BIBLIOGRAFÍA

- BELLET, CARMEN (2000). *Ciudades intermedias. Urbanización y globalización*” conferencia realizada en el marco del Seminario: Red de ciudades intermedias para el valle del Cauca, Cali (Colombia), 12 de Octubre de 2000.
- CAPEL, H. (2002). *La Morfología de las Ciudades*. Barcelona 2002.
- CAPOROSSI, C.; DÍAZ, F.; ROMO, C. (2004). "Consideraciones sobre el crecimiento periurbano: procesos de expansión y consolidación urbana en la periferia de Córdoba." En *Temas de Ciencia y Tecnología*, Vol. II, n° 5. Secretaría de Ciencia y Tecnología, Universidad Nacional de Córdoba, publicación digital.
- EASTMAN, RONALD (2012). IDRISI Selva. *Guía para SIG y procesamiento de Imágenes*. Clark Labs. Clark University.
- GARCIA BALLESTEROS, Aurora (1995): *Geografía Urbana. La ciudad objeto de estudio pluridisciplinar*. Barcelona, España, oikos-tau.
- HARDOY, JORGE (1986): Importancia del Estudio de los Centros Intermedios y pequeños. *Boletín de Medio Ambiente y Urbanización*. Año 5 – No 17. Bs.As. Argentina. [www.nulan.mdp.edu.ar/1702/1/01394.pdf](http://www.nulan.mdp.edu.ar/1702/1/01394.pdf)
- LAMBIN, E. F. Y STRAHLER A. H. (1994): “Indicators of land-cover change for change vector analysis in multitemporal space at coarse spatial scales”, *International Journal of Remote Sensing*, 15, pp. 2099–2119.
- MAEDER, E Y GUTIERREZ, R (2003): *Atlas del desarrollo urbano del Nordeste Argentino*. IIGHI. Conicet-UNNE. Resistencia, Chaco.
- RAMIREZ, L. Y PERTILE, V. (2013). Análisis comparativo de la expansión urbana y el crecimiento poblacional en el sudoeste chaqueño 1990 y 2010, mediante el uso de sensores remotos. En: *Actas del II Congreso Nacional de Tecnologías de la Información Geográfica*. Instituto del Conurbano, Universidad Nacional de General Sarmiento, octubre 2013.
- USACH, N. Y GARRIDO, R (2009): Los cambios en el sistema urbano argentino. Especialización y diversidad. En: *XXXV Reunión de estudios regionales*. Valencia, España. Ed. Ivie.
- VAPNARSKY, Cesar (1995) “Primacía y macrocefalia en la Argentina: la transformación del sistema de asentamiento humano desde 1950”. En: *Desarrollo económico*, Vol. 35, N° 138, págs. 227-254.
- WATSON, R. T.; NOBLE, I. R.; RAVINDRANATH, N. H.; VERARDO, D. J. Y DOKKEN, D. J. (2000): “*Special report on land use, land-use change and forestry*”. Intergovernmental Panel on Climate Change.
- ZULAICA, L.; FERRARO R.(2010) Crecimiento urbano y transformaciones territoriales en el sector sur del periurbano marplatense . En *Huellas* N° 14. Rev. Del Instituto de Geografía Facultad de Ciencias Humanas UNLPam.

---

(1) Estos niveles de urbanización se caracterizan por estar altamente concentrados y desequilibrados, ya que el área con mayor congregación de la población urbana corresponde a la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y su área metropolitana -partidos que constituyen el Gran Buenos Aires-. Esta alta

concentración de las ciudades es lo que autores como Rocatagliata y Beguiristain, denominan espacio urbanizado primacial, centralizado y de morfología concentrada (Usach y Garrido 2009). Sin embargo, dice Vapñarsky, 1995, esta primacía tiende a disminuir.

(2) Diferentes Organizaciones, estudios y administraciones definen desde el punto de vista cuantitativo a las ciudades intermedias considerando diferentes rangos que se utilizan para definirla: la Unión Europea entre los 20.000 y los 500.000 habitantes, el Banco Mundial llega al millón, en el contexto norteamericano el rango suele situarse entre los 200.000 y 500.000 habitantes, en Pakistán entre los 25.000 y los 100.000, en Argentina entre los 50.000 y el 1.000.000 (Bellet, 2000).

(3) Se ha empleado el software en su versión trial que se descarga de la página [http://clarklabs.org/products/Land-Change-Modeling-IDRISI.cfm?gclid=CNntg62lxroCFY6Y4Aod\\_38A3w](http://clarklabs.org/products/Land-Change-Modeling-IDRISI.cfm?gclid=CNntg62lxroCFY6Y4Aod_38A3w)

(4) Ley Provincial 4088/94 de la Provincia del Chaco. Fija Áreas de Influencia de los Municipios de la Provincia del Chaco.

(5) Se considera el cociente entre el cociente de la población al final del período y de la población al inicio del período y el tiempo total comprendido entre el inicio y el final del tiempo analizado, todo ello multiplicado por 100:  $[(P_f / P_i) / T] * 100$ .

(6) Aclarando: lo urbano que persiste como urbano (rojo), el cultivo que persiste como cultivo (verde) y el monte que se mantiene (amarillo), en color negro, los cambios.

© Liliana Ramírez y Viviana Claudia Pértile

Ramírez, L.; Pértile, V.C. 2013. Cambio de uso de suelo y tendencias de la expansión urbana entre 1990 y 2030 en Juan José Castelli y Villa Ángela, Chaco, Argentina. ***Geografía y Sistemas de Información Geográfica***. (GESIG-UNLU, Luján). Año 5, N° 5, Sección I: 194-216

On-line: [www.gesig-proeg.com.ar](http://www.gesig-proeg.com.ar)

Recibido: 20 de setiembre de 2013

Aprobado: 30 de octubre de 2013