

## **INSTRUMENTOS PARA EL ABORDAJE DEL CRECIMIENTO URBANO**

**GIGLIO, Mónica Adriana; MANCUELLO, Gabriel**

[monica.giglio@fadu.uba.ar](mailto:monica.giglio@fadu.uba.ar), [gabriel.mancuello@fadu.uba.ar](mailto:gabriel.mancuello@fadu.uba.ar)

Instituto de la Espacialidad Humana, Facultad de Arquitectura  
Diseño y Urbanismo, Universidad de Buenos Aires

### **Resumen**

La responsabilidad de las ciudades en la construcción de un futuro sostenible, es reconocida por la Naciones Unidas en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) impulsados en la Agenda 2030. Este marco adoptado por numerosos países a nivel mundial, coloca a la urbanización y a los asentamientos humanos como la matriz esencial para el desarrollo de las actividades humanas. La investigación presentada, se focaliza en el crecimiento urbano y la medición de indicadores de sostenibilidad.

La hipótesis que impulsa la investigación, parte de considerar que el crecimiento urbano se materializa por unidades territoriales con diferentes procesos de urbanización, que implican distintas condiciones de sostenibilidad.

El objetivo principal del estudio plantea identificar las unidades territoriales y observar los indicadores de sostenibilidad, a fin de proponer lineamientos para alcanzar los ODS.

El marco teórico inicialmente formulado, plantea dos ejes de estudio del cual se extraen las herramientas y procedimientos aplicables. El primero se focaliza en definir patrones de crecimiento, y como base, se tomaron los lineamientos propuestos por Solá Morales i Rubió en su libro "Las formas de crecimiento urbano", donde se plantea la identificación de patrones de conformación espacial en función del proceso de urbanización.

El segundo eje aborda la selección y aplicación de indicadores adaptados a las necesidades locales, que permitan su caracterización y comparación. Se toman como punto de partida, los indicadores de sustentabilidad desarrollados en la Agencia de Ecología Urbana de Barcelona por Salvador Rueda, procesada para su implementación en la escala de abordaje, adecuada a la naturaleza compleja, diversa y multidimensional del fenómeno analizado.

La metodología adoptada, plantea abordar una investigación aplicada con un enfoque epistemológico que se posiciona en una mirada constructivista, partiendo de un proyecto polietápico iniciado en 2014. En el diseño de la investigación, se propone una estrategia no experimental, donde se observan los fenómenos con una visión longitudinal para el análisis de los procesos de urbanización (tomando como instrumento la interpretación diacrónica de imágenes satelitales) y una visión transversal para la observación de indicadores de sostenibilidad en los casos de estudio y en la elaboración de la matriz multiescalar y multidimensional.

El aporte de la ponencia pone en común los avances en la aplicación de las herramientas utilizadas en el caso del Municipio del Pilar, en la Provincia de Buenos Aires y los procedimientos sugeridos para la construcción de una metodología colaborativa como producto académico co-producido.

### **Palabras clave**

Crecimiento urbano, Indicadores, Sostenibilidad, ODS, Metodología

### **Estado actual de conocimiento sobre el tema**

La expansión acelerada de los grandes aglomerados urbanos, es una problemática de escala mundial, que se agrava en las ciudades de América Latina por su alto índice de urbanización. La sostenibilidad de este proceso, se pone en crisis, ante la relación desproporcionada entre el consumo de suelo

urbanizado y el incremento poblacional, ya que no se mejora la calidad de vida de la ciudadanía, ni se da respuesta a sus demandas.

La importancia que las Naciones Unidas dan a las ciudades, en la construcción de un futuro sostenible, se distingue al incluir el objetivo número 11, “Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles”, entre los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), impulsados en la Agenda 2030.

Este marco suscripto por los 193 Estados Miembros, coloca a la urbanización y a los asentamientos urbanos, como la matriz esencial para el desarrollo de las actividades humanas, situando a la ciudad en el eje del debate sobre la sostenibilidad.

Los ODS, constituyen una herramienta de planificación y seguimiento para los países, tanto a nivel nacional como local (CEPAL, 2018), sirviendo de apoyo para un desarrollo sostenido, inclusivo y en armonía con el medio ambiente, a través de políticas públicas e instrumentos de presupuesto, monitoreo y evaluación.

La investigación que origina la presente ponencia, se focaliza en la sostenibilidad el crecimiento urbano, siendo los estudios sobre este tema, muy amplios y variados. Uno de los referentes principales es la propuesta del Laboratorio de Urbanismo de la Universidad Politécnica de Catalunya, que desarrolló Solá Morales i Rubió, definiendo tipologías de crecimiento urbano. Otros referentes importantes se encuentran en la investigación de Shlomo Angel (New York University, el Lincoln Institute of Land Policy y ONU-Hábitat) en su Atlas de Expansión Urbana publicado en 2016. Dicho trabajo analiza la expansión urbana en 200 ciudades mediante el procesamiento digital de imágenes satelitales Landsat, identificando lo urbano a partir de la presencia de las edificaciones. La misma metodología ha sido utilizada para el estudio de la expansión de las ciudades argentinas realizado en la Subsecretaría de Planificación Territorial de la Inversión Pública de la Nación, así como por el Centro de Investigación de Política Urbana y Vivienda (CIPUV) de la Universidad Torcuato Di Tella.

Las teorías y metodologías formuladas en los países centrales, responden por lo general, a sus propias problemáticas, pero en Latinoamérica, a diferencia de Europa u otras regiones desarrolladas, se deben satisfacer previamente, graves problemas de vivienda e infraestructura pendientes. (López Canto, Carlos, 2018) El planteamiento de las regiones desarrolladas del “crecimiento cero”, requiere de un proceso de adaptación para dar respuesta a las necesidades locales de crecimiento urbano.

El deterioro ecológico y de la crisis de gobernabilidad que padecen varias ciudades latinoamericanas se vincula a variables de orden social (habitabilidad)

y económico (productividad-competitividad), que son a la vez causa y efecto de los problemas de sostenibilidad ecológica (Agudelo Patiño, 2010).

El proceso de urbanización, se diferencia también según el rango de la ciudad (Terraza, 2016). En el mundo hay más de 4.000 asentamientos menores a 500.000 habitantes, de los cuales un 60% están en regiones como Latinoamérica y el Caribe, donde la tasa de urbanización paso de ser del 41% en 1950 al 79% en 2010.

Este crecimiento de la ciudad, no se mide sólo espacialmente, pero en los últimos años, se ha experimentado una creciente preocupación por encontrar modelos que expliquen las formas de crecimiento urbano y la distribución social de la población en su interior (Buzzai, 2014).

Para la realización de un diagnóstico de la dinámica espacial histórica de usos del suelo, se debe contar con una base de datos geográfica consistente y homogénea para representar la configuración espacial de usos del suelo con la mayor exactitud. La tecnología de los SIG y su integración con las técnicas de análisis visual y digital provenientes de la teledetección posibilitarán la obtención de resultados cartográficos y numéricos de suma utilidad (Humacata, 2019). Este tipo de estudios, se está aplicando en la cuenca del río Lujan y se complementa al estudio que se desarrolla en la presente ponencia.

Sin embargo, los tradicionales modelos de transporte y usos del suelo, que intentaron comprender el dinamismo urbano, se diferencian sustancialmente de los Modelos Basados en Agentes (ABM), y los Modelos Basados en Autómatas Celulares (CA), que tratan con relaciones y estructuras de crecimiento urbano no lineales y procesos interactivos superadores (Linares, 2019). Con este tipo de modelos se puede predecir la evolución de la mancha urbana, trazando una grilla sobre el territorio y evaluando alternativas de ocupación.

En el planteo metodológico de la investigación, se propone cambiar el enfoque geográfico, por una escala en el análisis, en la que se puedan distinguir Unidades Territoriales de Crecimiento (UTC) como casos de estudio. El método desarrollado por Manuel de Solá Morales i Rubió (Solá Morales, 1997), que combina tres variables (urbanización, parcelamiento y edificación), permite trabajar en una escala en la que se pueden analizar, además de las dimensiones espaciales, aspectos socioeconómicos y de gestión urbana.

Habiendo explorado las herramientas para definir las unidades a estudiar, es pertinente definir las herramientas y procedimientos para evaluar la sostenibilidad de las mismas. En esta instancia se ha seleccionado la metodología aplicada por la Agencia de Ecología Urbana de Barcelona para el desarrollo de indicadores sostenibles (Rueda, S. 2010).

Tanto los indicadores sostenibles, como las directrices del nuevo urbanismo ecosistémico, se pueden aplicar a las UTC. El trabajo dirigido por Salvador Rueda, tiene como objetivo la elaboración de un procedimiento instrumental que permita evaluar con criterios de sostenibilidad las actuaciones urbanísticas (Ministerio de Fomento, 2018).

La Provincia de Buenos Aires, tiene su propia ley de ordenamiento territorial y uso del suelo (Ley 8912), que define pautas para el crecimiento urbano, pero no han sido eficientes en término de sostenibilidad. El Municipio del Pilar ha aprobado recientemente su Plan de Desarrollo Urbano y Ambiental y un nuevo Código.

Toda norma urbanística, lleva implícito un modelo de ciudad, la experiencia europea se orienta hoy, hacia una *Planificación Urbana Integral*, modificando la metodología de planificación actual, para entender la ciudad como una serie de procesos que también hay que planificar, armonizando las políticas urbanas sectoriales en una visión integrada (Acero Caballero, 2019).

### **Procedimientos metodológicos empleados**

#### *Antecedentes del proyecto*

El proyecto de investigación, en el cual se encuadra la presente ponencia, tiene como precedente, una etapa inicial, focalizada en la dimensión bioclimática de UTC dentro del AMBA.

La etapa actual, toma como base los procedimientos metodológicos desarrollados en países europeos, aplicando la propuesta conceptual y metodológica en el caso de Pilar, para luego explorar su posible transferencia a otros casos latinoamericanos.

#### *Objetivos e hipótesis*

El objetivo del proyecto de investigación, plantea identificar, observar y comparar distintas formas de crecimiento urbano, a partir de indicadores adaptados para evaluar la sostenibilidad del crecimiento en Latinoamérica y proponer lineamientos para optimizar su control.

El objetivo de la ponencia, es presentar algunos de los instrumentos y metodologías empleadas para el abordaje multiescalar y multidimensional de la problemática del crecimiento urbano.

El aporte de la investigación, plantea transferir los resultados de la experiencia exploratoria, para aplicarla con estudiantes y pasantes, sumando nuevos aportes para la elaboración colaborativa de una metodología replicable en ciudades latinoamericanas.

La hipótesis de la investigación sostiene que el crecimiento urbano se materializa por unidades territoriales con procesos de urbanización diferenciados, que denominamos UTC. Abordar la problemática desde este enfoque, permite incorporar dimensiones que faciliten una futura intervención.

### *Metodología*

El enfoque epistemológico se posiciona en una mirada constructivista que parte de un proyecto polietápico que tiene como antecedentes una etapa introductoria donde se formuló la propuesta conceptual y metodológica que guía al presente proyecto y que podrá tener su continuidad en una etapa posterior, en la que se plantea abordar una instancia de co-producción colaborativa de una metodología adaptada al contexto regional.

En el diseño de la investigación se plantea una estrategia exploratoria, donde se observan los fenómenos con una visión longitudinal para el análisis de los procesos de urbanización (interpretación diacrónica de imágenes satelitales) y una visión transversal para la observación de indicadores de sostenibilidad en los casos de estudio y en la elaboración de la matriz multiescalar y multidimensional.

A los fines del estudio, denominaremos Unidades Territoriales de Crecimiento (UTC) a las unidades de análisis, identificadas en función de la metodología desarrollada para la identificación de Formas de Crecimiento Urbano (Solá Morales 1997). Se tomará esta escala como nivel de anclaje, en el sistema de matriz de datos y para observar el comportamiento de las diferentes dimensiones de análisis.

### *Secuencia metodológica*

Para llegar a los objetivos propuestos se parte de dos escalas de análisis con diferentes enfoques cada una:

- La escala urbana, analizada en forma diacrónica, utilizando como instrumento el análisis, imágenes satelitales del crecimiento de la mancha urbana en el Municipio del Pilar desde 1991 hasta 2010, en períodos coincidentes con los censos poblacionales.
- La escala de sector urbano, denominada UTC, donde aplicarán los indicadores de sostenibilidad elegidos para los casos de estudio.

Para seleccionar los casos de estudio, se tomaron cuatro tipologías (Ensanche, Suburbano, Ciudad Jardín y Polígono), ubicadas próximas al centro urbano, a fin de evitar la distorsión de indicadores que podría darse por las diferencias en las condiciones de localización.

En cada dimensión y escala de análisis, se definirán los instrumentos y métodos utilizados. De esta forma, se plantea conceptualmente, una grilla metodológica. En forma diacrónica se observan las variaciones del crecimiento de la mancha urbana sobre el territorio durante el período de estudio, y en forma sincrónica se evalúan los indicadores actuales en sus diferentes dimensiones.

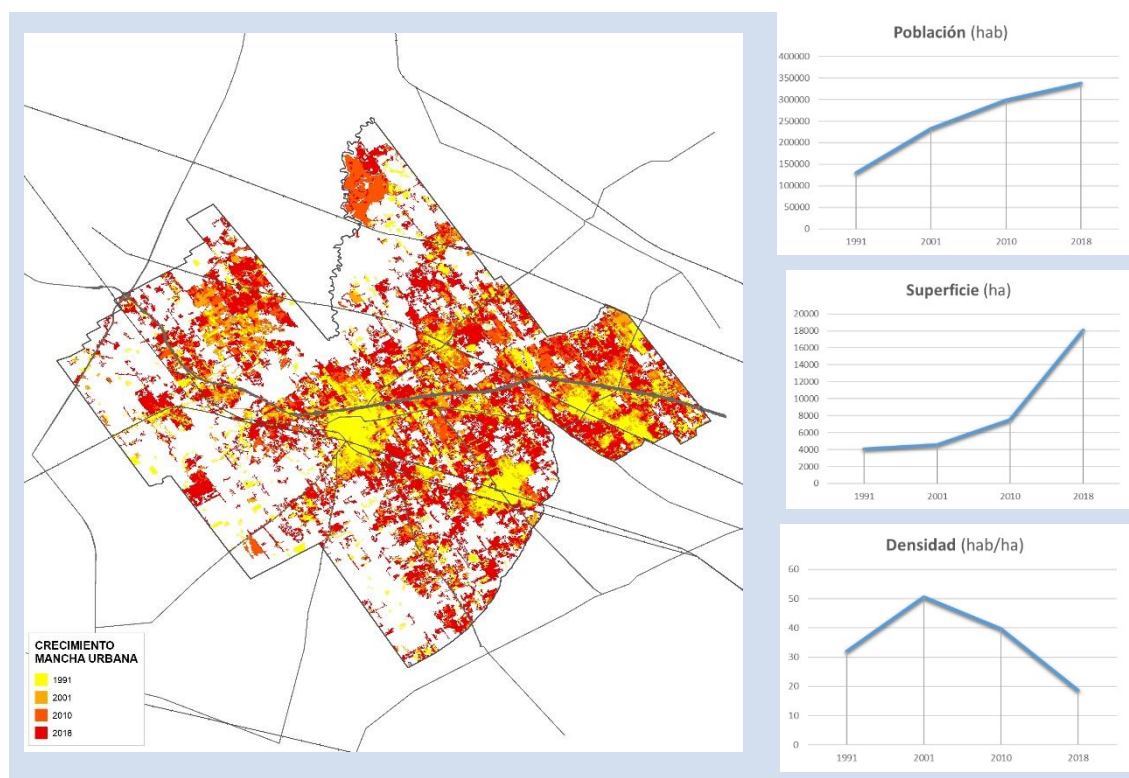
### **Instrumentos para el abordaje multiescalar y multidimensional del crecimiento urbano.**

En el Plan Estratégico Territorial – Argentina Urbana (SPTyCOP, 2018), se realizó un diagnóstico sobre el crecimiento de la mancha urbana, en diferentes ciudades argentinas. Como resultado surge que el consumo de suelo, pasó de 167 M2 por habitante en 1991, a 241 M2 por habitante en 2010 y la tendencia sigue en aumento, reduciéndose la densidad ocupacional un 32%.

A fin de delinear políticas de desarrollo urbano sostenibles, se realizó un convenio de cooperación con la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE), para capacitar a estudiantes y profesionales en interpretación de imágenes satelitales. Los pasantes del proyecto de investigación que se capacitaron incorporaron las imágenes de Pilar hasta el año 2018 en el estudio. En la Figura 1, puede observarse la tendencia al crecimiento disperso y la disminución de la densidad, coincidiendo con las otras ciudades del país.

Con las Tecnologías de la Información Geográfica (SIG+Teledetección), como herramientas para la obtención, almacenamiento, organización y reporte de datos espaciales, se desarrollaron avances relevantes, en la sistematización de procedimientos analíticos, con la finalidad de determinar la evolución de los patrones de distribución espacial de usos del suelo. (Buzai, 2011, citado por Humacata, 2019).

**Figura 1: Crecimiento de la mancha urbana Municipio del Pilar. Relación entre superficie, población y densidad.**



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los datos del Plan de Desarrollo Urbano Ambiental de Pilar, en tan sólo dos períodos inter-censales, Pilar dejó de ser mayormente rural y se anexó a los territorios de borde de la región metropolitana. Actualmente el 99% de la población es urbana y un 20% de la totalidad del territorio se encuentra ocupado por urbanizaciones cerradas, que denominamos “Ciudad Jardín”. Esta proporción se incrementa al 60% si consideramos solo la superficie urbana de Partido. El crecimiento inter-censal 2001-2010, fue del 28,7%, según el INDEC y se espera que en el próximo censo, se verifique la tendencia creciente.

Los resultados del estudio, muestran las mismas tendencias en Pilar que a nivel nacional. Esta metodología de análisis, muy eficiente en escala territorial, tiene como limitación, que se aplica ante hechos materializados en el territorio y las proyecciones, dependen de la estimación de modelos matemáticos, como los mencionados anteriormente.

Un estudio comparativo sobre el crecimiento urbano en Latinoamérica (López Canto, 2018), plantea que los principales procesos problemáticos son: La



ocupación de suelos (o toma de tierras); la tugurización de edificaciones; la densificación y las urbanizaciones privadas.

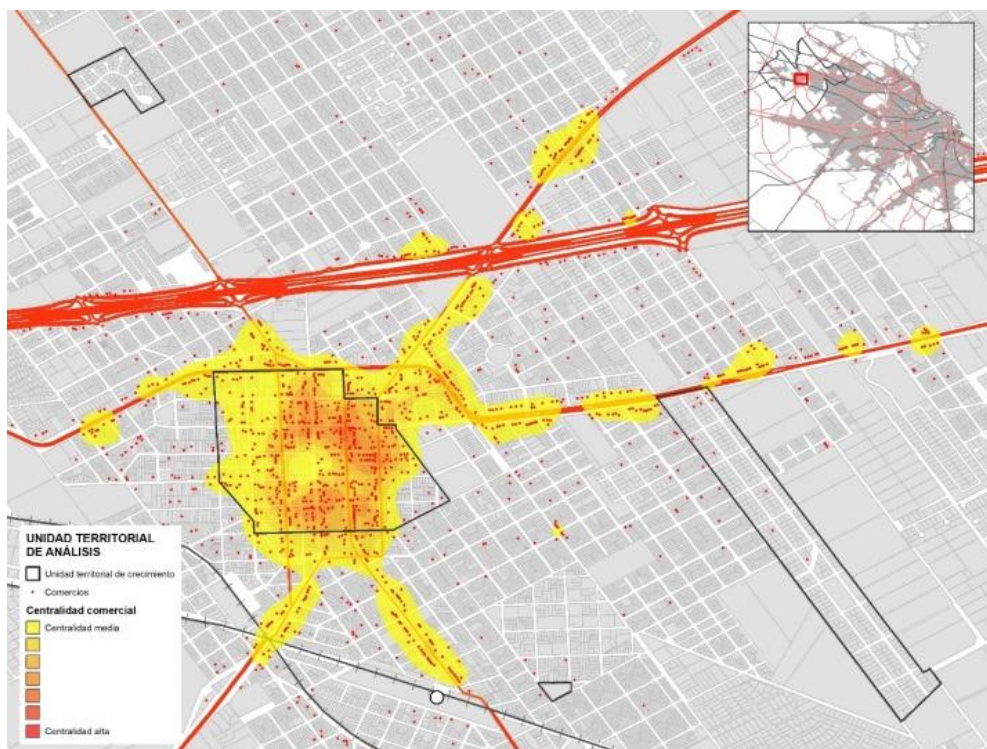
Esta última modalidad, también denominada residencial pos-urbana (López de Lucio, 2013), que en las ciudades europeas ocupan una fracción relativamente reducida de la población total, en el caso de Pilar, ocupa el 60% de la superficie urbanizada.

#### *Presentación de los casos de estudio*

El Municipio del Pilar se ubica en la tercera corona de la Región Metropolitana de Buenos Aires, a unos cincuenta kilómetros al norte de la Capital Federal.

En el plano de ubicación del Municipio del Pilar (Figura 2), se puede observar la ubicación de Pilar en la RMBA y los sectores seleccionados: Ensanche (o casco fundacional); Polígono residencial; Suburbano y Ciudad jardín (o barrio cerrado). Las cuatro UTC se ubican muy próximas entre sí, a fin de evitar diferencias de condiciones de localización en el cálculo de indicadores.

**Figura 2: Ubicación de las UTC seleccionadas y del Municipio del Pilar en la región metropolitana.**



Fuente: Elaboración propia en base a Google Earth

La identificación de las UTC, se aplicó en todo el municipio, construyendo una matriz basada en la Figura 1, que permitió detectar la evolución de los diferentes patrones de ocupación territorial (Giglio, 2019).

Con la identificación de las UTC de todo el municipio, se construyó la matriz residencial, aplicada en los estudios de estructura urbana, que se realizan dentro del cursado de la materia de Planificación urbana.

#### *Caracterización de las Unidades Territoriales de Crecimiento*

Para una mejor comprensión, se describen algunas características distintivas de los modos de crecimiento seleccionados, las herramientas para determinar su proceso de urbanización y dimensiones de análisis que pueden observarse.

*Ensanche* (o casco fundacional): Esta tipología se corresponde con el casco histórico de Pilar, y se vincula con los núcleos desarrollados a partir de las estaciones ferroviarias que hoy constituyen los centros de las localidades. Se observa un crecimiento gradual de esta tipología en el municipio, dado que en el año 1991 contaba con unas 500 Has, llegando en el año 2010 a tener las menos de 800Has.

El procedimiento para identificar el Ensanche es (P+U+E), donde P = Parcelamiento; U = urbanización; E = Edificación.

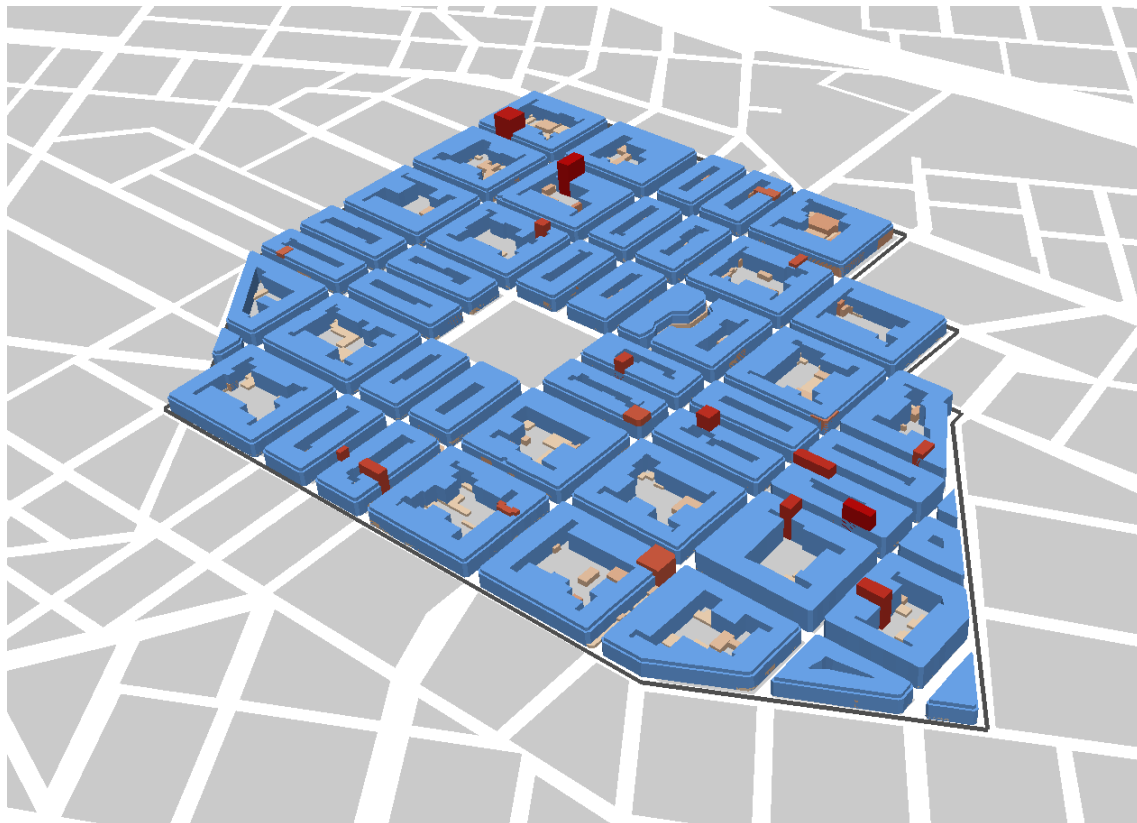
En este caso el Parcelamiento define el casco histórico y fundacional del municipio. Se desconocen datos históricos precisos, pero se supone que el agente que definió el parcelamiento fue el propietario de las tierras.

La Urbanización, en este caso, puede considerarse por gestión pública, en diferentes etapas, dado que se instala una estación ferroviaria, se edifica la iglesia y el edificio municipal, se construye de la infraestructura pública existente.

La Edificación está a cargo de los compradores individuales de los lotes.

La normativa sobre los cascos históricos permite la densificación controlando el entorno de los edificios patrimoniales. En este caso, la altura de la torre de la iglesia sirve como referencia para determinar la altura máxima edificable del distrito de zonificación. La Figura 3 presenta un esquema de edificabilidad potencial, de acuerdo a la normativa actual, donde se aprecia como sobresalen edificios construidos con las normas precedentes.

**Figura 3: Edificabilidad potencial de acuerdo a normativa vigente.**



Fuente: Elaboración propia.

*Polígonos* residenciales: Es una tipología casi inexistente en Pilar, podemos ubicar algunos emprendimientos del Banco Hipotecario Nacional y más recientemente algunos pequeños conjuntos de viviendas en lotes individuales. La superficie ocupada pasó de 20 a unas 60 Has en los últimos 30 años.

El Polígono se identifica por el proceso donde el Parcelamiento, la Urbanización y la Edificación se unifican (PUE). La intervención es desarrollada por un mismo agente. En el caso seleccionado el agente fue el Banco Hipotecario Nacional.

La normativa urbanística replica los indicadores del proyecto y no permite densificación, ni diversificación de usos.

*Suburbano*: Esta es la tipología más difundida en la Región Metropolitana de Buenos Aires, con diferentes grados de consolidación. En Pilar el crecimiento suburbano en el año 1991, era de unas 2.000 Has, llegando en la actualidad a

unas 6.000 Has, compitiendo en superficie con las urbanizaciones cerradas, ocupando aproximadamente la mitad de la superficie urbana del municipio.

La secuencia del proceso Suburbano es (U+P+E). En este caso, se parte de una infraestructura existente (ruta 8), a partir de la cual el agente privado realiza el parcelamiento y la Edificación es ejecutada en forma privada individual.

La normativa urbanística está sujeta a los cambios de zonificación, pudiendo densificarse y permitir la mayor diversidad de usos del suelo.

*Ciudad Jardín* (o urbanizaciones cerradas): Existen numerosas publicaciones que desde los años 90 destacan a Pilar como un ejemplo paradigmático de la ausencia de políticas públicas de ocupación del territorio. Este tipo de urbanizaciones pasó de ocupar unas 700 Has en el año 1991 a más de 5.500 Has en 2018. El salto más pronunciado se produce entre los períodos 2001 a 2010 con un incremento que supera el 200%.

Ciudad Jardín (PU+E), es un proceso de Parcelamiento y Urbanización gestionado por un desarrollador privado, que ofrece un lote urbanizado con servicios colectivos y espacios comunes. El comprador del lote construye la Edificación.

La normativa urbanística responde al proyecto, con indicadores de baja densidad y uso exclusivo residencial.

#### *Indicadores de sostenibilidad*

Los indicadores, constituyen un instrumento adecuado para el análisis de la sostenibilidad, tanto en escala urbana, como de un sector urbano.

Este tipo de análisis permite el diagnóstico y la evaluación, de distintos aspectos urbanos, en función de un modelo (Rueda, 2010), y articularlos con los lineamientos de los ODS.

Tomando como referencia el modelo urbano sostenible, de ciudad compacta, compleja, eficiente y cohesionada, el Ministerio de Fomento de España, impulsó el desarrollo de una Certificación del urbanismo ecosistémico (Rueda, 2018), con la cual se pueden evaluar unidades territoriales de escalas similares a las que se definen en el presente trabajo.

El modelo urbano impulsado por Salvador Rueda, contiene un sistema de indicadores formulados a partir de una ciudad grande, compacta y compleja, como la de Barcelona, cuyos estándares difieren de las metas alcanzables de muchas ciudades Latinoamericanas. Uno de los objetivos del trabajo de investigación es la adecuación de esos estándares, pero otro de los parámetros a tener en cuenta, son los ODS, que plantean lineamientos más generales,

quedando por definir a nivel las metas a alcanzar en el horizonte 2030 de la Nueva Agenda Urbana.

Esta circunstancia, nos permite analizar la posibilidad de basarnos en un modelo muy completo y difundido como el utilizado por Salvador Rueda, y producir las adecuaciones locales, teniendo en cuenta la direccionalidad de los cambios orientados por las metas del ODS número 11. Hasta el momento estas adecuaciones no se han terminado, pero elaboramos la Figura 4, que permite comparar las dimensiones abordadas en ambos modelos.

**Figura 4: Comparación de indicadores de sostenibilidad y lineamientos de las Metas del ODS número 11.**

		EJES DEL MODELO URBANO SOSTENIBLE (RUEDA, 2008)						
		COMPACIDAD Y FUNCIONALIDAD			COMPLEJIDAD		EFICIENCIA	COHESIÓN SOCIAL
		OCUPACIÓN DEL SUELO	ESPACIO PÚBLICO Y HABITABILIDAD	MOVILIDAD Y SERVICIOS	COMPLEJIDAD URBANA	BIODIVERSIDAD URBANA	METABOLISMO URBANO	COHESIÓN SOCIAL
EJES EN BASE A METAS ODS 11	ACCESO A LA VIVIENDA Y SERVICIOS						X	
	MOVILIDAD SOSTENIBLE			X				
	PLANIFICACIÓN INCLUSIVA Y PARTICIPATIVA						X	
	PROTECCIÓN PATRIMONIAL						X	
	RESILIENCIA AMBIENTAL					X	X	
	REDUCCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL	X	X	X	X	X	X	
	ESPACIOS VERDES		X			X		

Fuente: Elaboración propia

La delimitación de las UTC, permite aplicar los distintos indicadores para evaluar el desempeño en una determinada dimensión. El criterio de cálculo, aplicación y ponderación de los indicadores, requieren de una adaptación local para la medición de la sostenibilidad del sector en las variables analizadas.

Se pueden mencionar tres aspectos importantes en cuanto a la adaptación de los indicadores a un entorno local. La primera responde a la forma de medición del indicador, esto es por un lado, la definición del marco teórico – conceptual que se utiliza para evaluar una determinada dimensión; por otro lado, definir los datos utilizados, y la factibilidad de obtenerlos en el contexto local. Finalmente aplicar las fórmulas que los cuantifican.

El segundo aspecto refiere a la normalización de los valores obtenidos para que sean comparables con otros indicadores que evalúan otras dimensiones. Con este fin, se emplea una normalización entre valores 0 y 1, en donde 0 es la peor respuesta en la evaluación de la variable y 1 es el cumplimiento de un estándar satisfactorio definido previamente. La adaptación de los estándares es de gran importancia ya que hace referencia a aspectos ideales de un modelo urbano de referencia al cual podría aspirar el sector de estudio analizado. Esto presenta en la adaptación del estándar, un replanteo teórico sobre los criterios de sostenibilidad local en el contexto latinoamericano.

En la Figura 5, se muestra a modo de ejemplo, una modelización del tejido urbano para el cálculo del indicador de compacidad absoluta, el valor obtenido por diferentes UTC analizadas en esa variable, su relación con el estándar de la AEUB y la normalización de valores en función de éste.

Finalmente, el tercer aspecto metodológico a considerar, refiere la ponderación que recibe cada indicador al ser comparado con otros. Los valores obtenidos en cada indicador pueden ser agrupados por ejes temáticos, permitiendo obtener un valor general para el mismo, y posteriormente la ponderación de cada eje temático de manera global, permite obtener un índice de sostenibilidad para la UTC o sector de estudio seleccionado.

#### Procedimiento para el cálculo del Indicador de compacidad absoluta

Este indicador responde a un modelo compacto de ocupación del territorio que busca la eficiencia en el uso de los recursos naturales y en disminuir la presión de los sistemas urbanos sobre los sistemas de apoyo. A su vez se busca acercar distancias entre distintos usos, desarrollando patrones de proximidad procurando que los desplazamientos se realicen mayoritariamente a pie, y se potencien las relaciones entre residentes, visitantes y personas jurídicas (Rueda, 2010).

La fórmula de cálculo del indicador es:

$$\text{Compacidad absoluta (m)} = \frac{\text{Volumen edificado (m}^3\text{)}}{\text{Superficie total de la UTC (M}^2\text{)}}$$

Valor estándar: 5 m

Los datos se pueden obtener a distancia o de manera virtual, mediante imágenes satelitales y apoyo de *Google street view*, también se puede corroborar y actualizar la información con un relevamiento de campo. En el caso de que la información *online* en *street view* no esté disponible, el trabajo de campo es ineludible.

La superficie total de la UTC, puede calcular con cualquier programa de análisis espacial con acceso libre a imágenes satelitales, por ejemplo *Google Earth* o cualquier sistema de información geográfica o *AutoCAD* en caso de contar con información catastral.

El volumen edificado es un dato compuesto, es decir, se obtiene del cruce de otros datos, que son la superficie de suelo ocupada por edificación en cada parcela y la altura de las edificaciones en las mismas.

La superficie de suelo ocupada se calcula realizando una interpretación de las imágenes satelitales del sector. Esto puede realizarse mediante sistemas de información geográfica que cuentan con acceso libre imágenes satelitales georreferenciadas listas para su utilización, o mediante programas de diseño vectorial (*AutoCAD*, *Sketchup*, etc.) lo que va a requerir la búsqueda y georreferenciación de manera manual de las imágenes satelitales. Existe la posibilidad de realizar el cálculo de la superficie en estos programas de diseño vectorial sin el entrecruzamiento directo con las imágenes satelitales en el mismo programa, realizando una visualización de las imágenes satelitales en un programa (ej. *Google Earth*) y el dibujo de las superficies en el otro. Esta última opción redonda un mayor trabajo operativo y mayor posibilidad de transferencia de error en el cálculo.

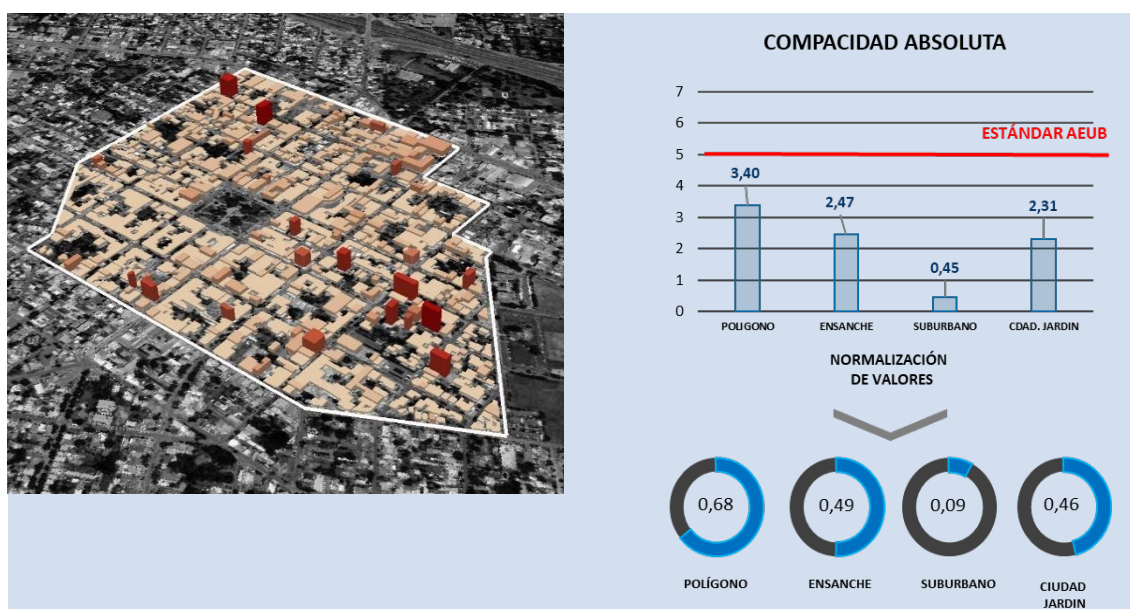
La altura de las edificaciones puede ser obtenida tanto por *Google Street view* como por relevamiento de campo. El procesamiento de la información para asociar la altura a cada parcela, se puede realizar de manera automática, mediante un sistema de información geográfica, previa elaboración de una planilla de relevamiento, que permita este proceso, o puede realizarse manualmente en los programas mencionados.

Una vez obtenidos los datos de todas las parcelas a analizar, se realiza la sumatoria, agrupándolos en cada UTC y se procede a la aplicación de la fórmula del indicador. Dicha fórmula, como es el cociente entre volumen ( $m^3$ ) y

superficie (m<sup>2</sup>), va a dar por resultado un valor en metros, siendo 5 metros el estándar ideal propuesto por la AEUB.

Para realizar un análisis comparativo de la respuesta al indicador de las distintas unidades territoriales de crecimiento se realizó como se puede observar en la Figura 5, un gráfico de barras donde permite la comparación y donde se marca con una línea roja el estándar ideal propuesto por la AEUB.

**Figura 5: Medición de indicador de Compacidad Absoluta**



Fuente: elaboración propia

Para realizar un análisis comparativo de las UTC con otros indicadores, se realiza una normalización de los valores de 0 a 1 (cero a uno), ya que cada indicador tiene su propia unidad de medida. Por ejemplo, el indicador de compacidad corregida tiene como unidad de medida el metro, pero otros indicadores utilizan otras unidades totalmente disímiles (m<sup>2</sup>, m<sup>3</sup>, hab/hect, dB, etc.), por lo cual no sería posible una comparación.

La fórmula para la normalización de valores, difiere en función del valor considerado como la peor respuesta, es decir, el valor considerado “cero”, así como también, si el estándar es un valor mínimo, un valor dentro de un rango o un valor que incluso al superarse demasiado se lo puede ponderar de manera negativa.



En el caso del indicador utilizado como ejemplo (compacidad absoluta), donde el valor considerado como peor es cero, y no se pondera de manera negativa en el supuesto caso de sobrepasar en demasía el estándar, la fórmula de normalización queda simplificada del siguiente modo:

$$\text{Valor normalizado} = \frac{\text{Valor calculado}}{\text{Valor estándar}}$$

Con el ejemplo analizado, se intenta demostrar la aplicación de las herramientas y procedimientos establecidos en la metodología de la AEUB, que en total define cincuenta indicadores, los cuales además, podrían compararse con distintas unidades territoriales. De este modo, puede obtenerse una amplia base documental, para el análisis de la sostenibilidad de la mancha urbana, a través de las evaluaciones de cada modo de crecimiento. Asimismo del potencial que en cada caso asigna la normativa.

### **Conclusiones preliminares**

En la presente ponencia, se han expuesto, algunos de los instrumentos utilizados en el proyecto de investigación, para bordar el análisis del crecimiento urbano, tomando a Pilar, en la Provincia de Buenos Aires como caso de estudio. El recorte realizado, se corresponde con la temática propuesta en la jornada y no pretende agotar todos los aspectos abordados en la investigación.

En primer lugar podemos decir que los parámetros internacionales planteados por la Nueva Agenda Urbana, sirven de base para fijar metas y un camino ordenador para las políticas urbanas. El desafío es cómo llegar a los Objetivos de Desarrollo Sostenible, mediante metodologías adecuadas a los contextos locales.

Evaluar la sostenibilidad del crecimiento mediante la observación de la mancha urbana y su relación con el crecimiento poblacional, ofrece una aproximación descriptiva de la problemática, pero identificar los modos de crecimiento aquí expuestos, permite anticipar las características de la urbanización que se está produciendo, para poder conducir un manejo adecuado del proceso.

En función de lo expuesto, podemos anticipar que la identificación de las Unidades Territoriales de Crecimiento constituye un aporte para prever las características y los impactos, de acuerdo a cada tipo de unidad.

La metodología de identificación de las formas de crecimiento urbano para definir áreas homogéneas, resulta una manera muy expeditiva para inferir diferentes rasgos de apropiación del territorio y de potenciales ocupacionales, determinados por la normativa que las regula.

Hasta este punto, se ha revisado el aspecto más estudiado del crecimiento urbano, que toma como eje la observación de la dimensión espacial. Sin dejar de lado este importante aspecto, la identificación de unidades de crecimiento, que distinguen el proceso de urbanización, permite explorar otras dimensiones que amplíen la visión de la sostenibilidad del fenómeno, con un nivel de precisión que permite identificar intervenciones correctivas.

La lógica del crecimiento de la mancha urbana, no busca un equilibrio territorial, sino el beneficio económico del emprendimiento inmobiliario. El control del avance de la mancha sobre el territorio, sólo puede ser controlado con la normativa.

La existencia de una norma como la Ley de Ordenamiento Territorial y Uso del Suelo de la Provincia de Buenos Aires, no ha podido garantizar un crecimiento sostenible, a pesar de tener esa finalidad.

La identificación de las unidades territoriales que se proponen, permiten la incorporación de nuevas dimensiones, como instrumentos urbanísticos, que permitan conducir los procesos de crecimiento, entendiendo la “ciudad como un proceso en cual intervienen diferentes agentes” o incorporando instrumentos como la “certificación del urbanismo ecosistémico”, para optimizar el monitoreo y control de la problemática.

Corresponde aclarar que el planteo parte de una experiencia académica, donde la identificación de las unidades de estudio, pretende funcionar como una caja de herramientas para el estudio de la dinámica urbana.

## **Bibliografía**

Buzai G. (2014). Mapas Sociales Urbanos. Lugar Editorial, Buenos Aires.

Compagnoni, A. M. et al. (2018). Adaptación de un modelo valorativo de sustentabilidad urbana como aporte al conocimiento del hábitat urbano. *XXXII Jornadas de Investigación SI + Campos*. FADU UBA. Buenos Aires.

Giglio, M. et al (2019). Imágenes que dicen, mapas que hablan. *XXXIII Jornadas de Investigación SI+Imágenes*. FADU UBA (en prensa).

Humacata, L. et al (2019). Análisis espacial de cambios de usos del suelo en la cuenca del río Luján, en el período 1990-2010. Perspectiva inicial y aplicación geotecnológica. *Anuario de la división geografía 13*. Universidad de Luján. Recuperado el 1/7/2020 de: <http://ri.unlu.edu.ar/xmlui/handle/rediunlu/643>

---

Linares, S. (2019). Modelos de crecimiento urbano. Boletín Red GESIG. Ed: Universidad Nacional de Lujan, Instituto de investigaciones geográficas. Recuperado el 1/7/2020 de: <https://prodisig.wixsite.com/prodisig>

López Canto, C. (2018). Caracterización del crecimiento urbano en Latinoamérica. Visiones territoriales del mundo. João Cabral y otros. Departamento de urbanística y ordenación del territorio. Universidad de Sevilla. Sevilla, España. Recuperado el 1/7/2020 de: <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/81668/L%c3%93PEZ%20CANTO%2c%20CARLOS-100-113.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

López de Lucio, R. (2013). *Vivienda colectiva, espacio público y ciudad. Evolución y crisis en el diseño de tejidos residenciales 1860-2010*. Ed. Nobuko, CABA.

Rueda, S. (2010). El urbanismo ecológico. Barcelona: Agencia de Ecología Urbana de Barcelona.

Rueda, S. (2018). Certificación del urbanismo ecosistémico. Barcelona: Agencia de Ecología Urbana de Barcelona.

Solá Morales i Rubió, M. (1997). *Las formas de crecimiento urbano*. Ediciones de la Universidad Politécnica de Catalunya. SL. Barcelona, Catalunya España.

SPTCOP, (2018) (Secretaría de Planificación Territorial y Coordinación de la Obra Pública). Plan Estratégico Territorial. Argentina Urbana Avance 2018. Ministerio del Interior, Obras Públicas y Vivienda. CABA.