

XIII Jornadas de Investigación CAEAU

EL ESPACIO URBANO COMO PRODUCTOR DE ENERGIAS RENOVABLES ¹ Pedro Pesci²

Introducción

La idea de esta investigación es que fuera una investigación proyectual puesto que creo que todo proyecto es una investigación proyectual ya que no importando cuantas veces uno ha hecho una casa, un edificio, un sector urbano o planificado una ciudad, cada trabajo es una nueva investigación. En el caso de las investigaciones ya realizadas y particularmente en ésta me enfoqué en obtener datos a partir un diálogo entre datos obtenidos de investigar casos o temas y confrontarlos en casos proyectuales específicos.

La idea es obtener datos a través de un proyecto o casos proyectuales específicos: un proyecto como excusa para comprender la factibilidad de una hipótesis. Es por eso que esta investigación partió de ideas surgidas por casos (como el del patrimonio forestal de la ciudad de La Plata y en general de las ciudades pampeanas) y de ahí se ha ampliado a la posibilidad de comprender a los territorios urbanos como espacios productores de energía sustentable (más allá de su patrimonio forestal).

Objetivos generales y específicos

Se trata de analizar el potencial de generación de energía de los espacios públicos de las ciudades de la pampa argentina a través de usar estos espacios como *paisajes productivos de energía*.

Se busca valorizar el espacio público y en especial los espacios verdes y el arbolado urbano como espacios productores de elementos que pueden ser aprovechados como biomasa (poda, pasto, malezas, restos de renovaciones de plantas ornamentales, hojas secas, ramas, troncos, etc.) y a partir de transformarlos en espacios productores, tener la posibilidad de manejarlos mejor, con mejor mantenimiento, una calidad mayor e incluso con un foco no solo en la estética sino en beneficios ambientales (vegetación de alto consumo de CO₂ por ejemplo).

También al darles valor energético, sumarle a los valores ambientales y sociales valor económico como para darles incluso un mejor mantenimiento ya que pasan a ser un recurso que puede sustentar emprendimientos económicos.

Además, es acercar la producción de energía limpia a los territorios de mayor consumo ya que son las ciudades los espacios de mayor demanda actual y futuras de energía como se advierte en los datos de la imagen 1 (40,3% para usos residenciales y comerciales, 31,3% en el transporte y 28,4 % en la industria).

¹ Este ensayo es un avance de investigación del Proyecto 32, *Paisajes productivos de energía*.

² Arquitecto, Doctorando DAR y Profesor FA UAI Buenos Aires.

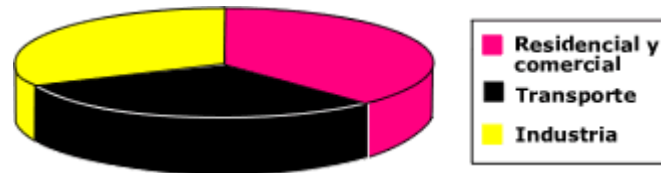


Imagen 1 Matriz que muestra el porcentual que corresponde a la movilidad en el gasto energético de la Unión Europea frete a la industria y los usos comerciales. Fuente: Libro Verde. Unión Europea.

Entre los objetivos específicos de la investigación pueden anotarse (1) Obtener una comprensión de la biomasa existente y desperdiciada en nuestras ciudades, (2) Disminuir la producción de residuos urbanos, (3) Generar proyectos que relacionen manejo de espacios abiertos públicos urbanos con la producción de energía, (4) Vincular tales proyectos con ideas de la economía circular, entendiendo que los proyectos de mejora de espacios públicos pueden ser generadores de trabajo directo, (5) Estudiar nuevos patrones de configuración de espacios públicos para que pasen solo de espacios ornamentales a espacios productivos de energía o a mejorar su performance hacia la producción energética, (6) Pensar en estrategias asociadas a la renovación de las especies urbanas de árboles como especies productivas y de mejora de la calidad del aire, (7) Concentrarse en la biomasa más allá del ambiente urbano integrando con los residuos de la producción hortícola, agrícola y pecuaria intensiva y (8) Asociar el potencial del verde privado de jardines o de techos verdes.

En síntesis se busca reducir la dependencia de energía de fuentes no renovables y especialmente la dependencias exógenas a los espacios urbanos, es decir que una parte de la energía producida (o la mayor parte) pueda surgir de la propia ciudad mejorando la performance del metabolismo urbano de dicha ciudad así como disminuir la dependencia de las localidades o de áreas urbanas de la energía de la red del sistema interconectado nacional.

Al orientarlo a las ciudades pampeanas argentinas se trata de aprovechar la *cultura del árbol* de las mismas para asociarla a la producción de energía, entre otras para revitalizar ideas que se están perdiendo. Es un proyecto que busca transformar el esquema de ciudad que toma todo lo necesario de *fuera* de su espacio para luego verter los desechos de lo consumido (sus impactos) otra vez *fuera* a la idea de un modelo circular urbano, transformando un residuo en un recurso, disminuyendo los *inputs* al sistema así como los residuos del sistema generando un menor impacto y una economía circular. También se busca volver más eficiente la energía producida asociando producción eléctrica con producción de energía térmica.

La investigación quiere obtener datos para verificar la hipótesis que se puede convertir al espacio público en particular e incluso a toda una ciudad, en una máquina de producción de energía limpia a partir de la biomasa eficiente. El foco por tanto de investigación, es conocer las posibilidades técnicas de generar la energía con la biomasa y ver si el espacio público puede ser un espacio eficiente de producción de la misma.

También como pueden adaptarse, ajustarse o modificarse entornos para mejorar esa eficiencia o la necesidad de enlazarse con biomasa de otro origen como puede ser la producida en espacios privados o de un entorno periurbano productivo (hortícola, forestal u otro).

Los avances del trabajo han ampliado el análisis de casos donde se ha aplicado energía de biomasa para la producción de energía (en ámbitos urbanos y no urbanos), y por otro pudiendo conocer mejor los datos de valores de producción energética de especies forestales lo que ha permitido ir confirmando la hipótesis pero a la vez conocer algunas limitaciones o conflictos a resolver.

El caso de la biomasa, especialmente aquella que tiene su origen en residuos (forestales, de la producción agrícola, de la producción de alimentos, etc.) abre un campo que transforma residuos en recursos.

Son incluso residuos *combinables*, es decir que una central de biomasa puede utilizar indistintamente residuos forestales, de la agricultura o de la alimentación (incluso residuos de restaurantes) según el tipo de planta, compensando incluso la escasez de uno u otro insumo (comprender los residuos como insumos es también parte de los objetivos de esta investigación).

Relacionado con el espacio urbano como productor de energía, el potencial de biomasa es muy alto.

En nuestras ciudades pampeanas existe el patrón de la calle con el árbol, patrón estético, sanitario y climático que fue afianzándose y trasladándose por toda la pampa ya que garantizaba la creación del *oasis urbano*.

Actualmente en muchos casos el mantenimiento de estos o es muy malo o es insuficiente. El costo del mantenimiento ha hecho que en muchos casos se vaya perdiendo gradualmente el patrimonio forestal urbano así como políticas erróneas de mantenimiento, tipo de especies o reposición. Incluso los vecinos pueden llegar incluso a no cumplir normativas porque quieren evitar ejemplo especies que *levantan la vereda* o *producen alergias*.

A veces son solo excusas para evitar el costo de un nuevo árbol (en la mayoría de los casos el costo de la reforestación se ha trasladado a los vecinos).

Esta degradación del arbolado urbano ha producido una baja calidad del paisaje, una desmejora paulatina de la calidad ambiental y otras implicancias que un proyecto que revalorice el árbol y las áreas verdes urbanas más allá de sus cualidades paisajísticas para verlas desde una mirada ambiental completa, pero haciendo foco en la producción de energía.

Como se ve, además de los aspectos ambientales, sociales, o de paisaje se busca que tenga impacto en la economía, no solo por reducción de costos de mantenimiento, menor dependencia de fuentes de energía externas sino también como espacios de desarrollo económico local.

También puede llevar a impactos en la arquitectura y el urbanismo porque las centrales de biomasa se asocian con calefacción y agua caliente sanitaria producida para conjuntos urbanos o conjuntos edificios de gran escala.

Por qué la energía y las ciudades

El fenómeno de crecimiento y expansión de las ciudades se ha dado desde hace aproximadamente 200 años y se ha acelerado desde hace un siglo debido a la revolución industrial primero y luego al soporte que dieron los sistemas de transporte, especialmente el automóvil todo combinado con el aprovechamiento de los combustibles fósiles.

Hoy la situación de crecimiento de las ciudades se ha vuelto aún más violento. El siglo XXI será el siglo de las ciudades, mejor dicho de las grandes ciudades, porque seguirán creciendo. Esto se dará más precisamente en los países en desarrollo a los que se le suman algunos que mantienen altas tasas de crecimiento como Estados Unidos, Australia, Canadá o Sudáfrica (centralmente debido al crecimiento demográfico).

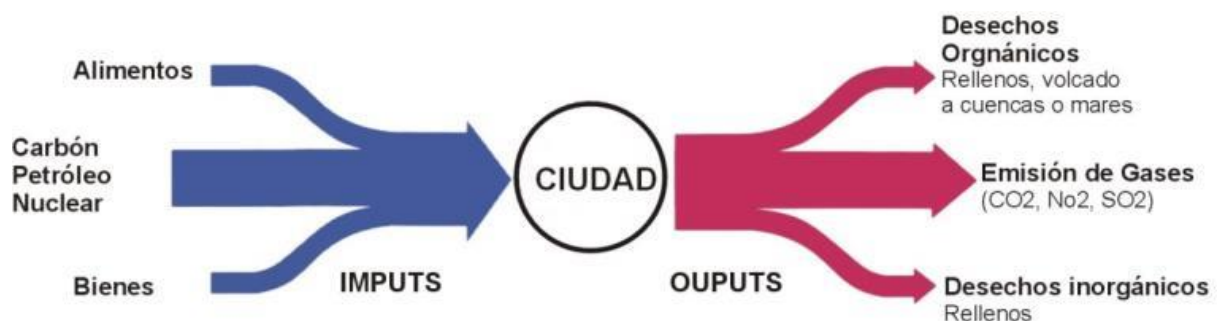
En algunos países, dada su demografía, este fenómeno puede tener niveles inimaginables. Solo en la India, unas 700 millones de personas migrarán del campo a la ciudad.

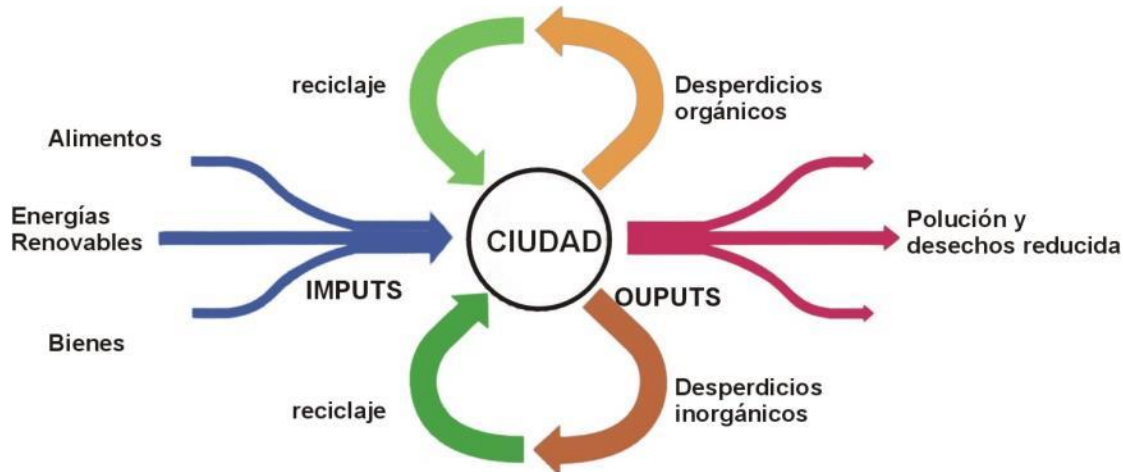
En América Latina, nuestro continente, los datos también son altos. Hay ciudades con tasas de crecimiento de alrededor del 15% entre décadas (una tasa impensable en Europa por ejemplo) y hay casos de hasta el 40%.

Este nivel de crecimiento de población urbana y de las ciudades que la albergarán, nos genera una responsabilidad muy grande a aquellos que estamos relacionados con la producción de la ciudad, seamos arquitectos, urbanistas, desarrolladores, planificadores o gobernantes.

Hay que pensar no solo en los patrones de desarrollo urbano, en los sistemas de transporte o construcciones más eficientes sino además, como se puede incluso generar la energía y los alimentos necesarios en la ciudad futura ya que serán las ciudades de aquellos territorios más demandantes de estos dos grandes recursos a los que se debe sumar el del agua.

Básicamente debemos pensar en cambiar el modelo de *ciudad de flujos lineales* con un metabolismo urbano que a veces necesita cientos de veces el espacio que ocupa una ciudad para que esta pueda sobrevivir.





Imágenes 2-3 Modelo de ciudad de flujos lineales y de flujos circulares.
Fuente: *Ciudades para un pequeño planeta*. Richard Rogers.

El problema del incremento de la demanda de energía en el mundo no le es ajeno a la Argentina. Pese al incremento de fuentes renovables éstas no crecen a un ritmo tan acelerado como para que su impacto sea el. En Argentina la oferta de energías renovables se concentra en la eólica y la solar; no se incluye la energía hidroeléctrica en el grupo de las renovables por su impacto ambiental aunque tampoco tiene un peso tan grande en la matriz energética.

Las centrales de biomasa son escasas y está asociadas en la mayoría de los casos a establecimientos industriales (ejemplo lo que sucede en la localidad de Ticino, Departamento de General San Martín, Córdoba que usa residuos del mani y madera). Estos casos han llevado a un incremento de la participación que hoy supone un 9% de la energía de origen renovable. En un país de una enorme producción agrícola y con un potencial forestal muy importante, el campo de la producción de energía por biomasa es algo aun inexplorado. Dentro de las renovables y asociado a la biomasa se podría incluir la energía proveniente de biocombustibles pero esta línea tiene facetas complejas porque genera fuertes impactos en la producción/costos de alimentos.

Es con las energías limpias que se puedan producir que se reducirá fuertemente el impacto. Estas son básicamente hoy la hidroeléctrica, la solar y la eólica y en mucho menor caso la proveniente de la biomasa.

Las nuevas políticas de cambio de matriz energética están también siendo objeto de la mirada de los organismos de financiación. Es así que hay organismos que dicen que.. *La energía renovable puede ayudar a los países a mitigar el cambio climático, generar resiliencia frente a la volatilidad de los precios y reducir los costos de la energía. Las tecnologías de energía solar y eólica son transformadoras: son abundantes en muchos países en desarrollo, tienen un costo competitivo y constituyen una fuente de energía confiable cuando se combinan con el almacenamiento. La energía hidroeléctrica también es un tipo de energía limpia y renovable, y una de las fuentes de electricidad más baratas para los consumidores.*

Las mini redes solares pueden suministrar luz eléctrica de alta calidad y de manera ininterrumpida a casi 500 millones de personas en comunidades desatendidas y constituir una solución de menor costo para cerrar la brecha de acceso a la energía de aquí a 2030.

Este razonamiento hecho a partir de tecnologías como la solar puede ser orientado a la biomasa tanto para su uso directo como a través de un subproducto como el biogás. Los impulsores del crecimiento de la demanda de servicios energéticos en la mayoría de las economías emergentes y en desarrollo siguen siendo muy fuertes. Las tasas de urbanización, el espacio construido *per cápita* y la posesión de sistemas de aire acondicionado y vehículos son mucho más bajas que en las economías avanzadas. Se espera que la población mundial crezca alrededor de 1700 millones de personas para 2050, cuya mayoría se establecerá en las áreas urbanas de Asia y África. La India es la principal responsable a nivel mundial del crecimiento de la demanda de energía, por delante del sudeste asiático y África. Encontrar y financiar fórmulas bajas en emisiones para satisfacer la creciente demanda de energía en estas economías determina enormemente la velocidad a la que, al final, caerá el uso mundial de los combustibles fósiles.

Actividades realizadas

Este artículo informará las actividades realizadas tanto en el 2023 como en el 2024. Las tareas han seguido la metodología adoptada desde el inicio, que consistió en buscar bibliografía de respaldo, analizando proyectos o casos similares (o paragonables) sobre el manejo de biomasa e incluso comprender aspectos técnicos de campos fuera de la disciplina de la arquitectura que son necesarios para poder ver la factibilidad de esta investigación.

La comprensión del potencial de la biomasa. Un recurso renovable 100%

La investigación partía de la base que hay casos donde ante gran presencia de biomasa (presencia de bosques, de áreas agrícolas) se pueden alimentar conjuntos de casas, pequeños poblados o incluso parte de ciudades con este tipo de energía, lo que está bastante desarrollado especialmente en Europa y en menor medida en Estados Unidos.

En nuestro país el uso de la biomasa está relacionado al aprovechamiento de residuos industriales (por ejemplo cáscara de maní) para producir energía que retroalimenta a la planta que en general produce el residuo. En algún caso se genera energía sobrante que es incorporada a la red. En este trabajo se analizaron casos de utilización de biomasa y se seleccionaron los más pertinentes.

En la búsqueda de la pertinencia se fue viendo la posibilidad de desarrollar una investigación asociada a una tipología de ciudad, básicamente la ciudad *pampeana* de fundación republicana y especialmente las ciudades de la provincia de Buenos Aires creadas a partir de los proyectos desarrollados por el *Departamento de Ingenieros de*

la Provincia de Buenos Aires que desde la década de 1860 en adelante tuvo una larga lista de proyectos de fundación de ciudades que hoy son localidades de diversa escala. Lo que tienen en común esas fundaciones más allá de sus patrones de trama y traza es la idea de la calle arbolada formando corredores verdes. Se pueden tomar imágenes al azar de localidades tan diferentes en envergadura como La Plata y Trenque Lauquen o Mar del Plata y Olavarría y se verá la misma configuración de calle, con una vereda más o menos ancha, con la presencia de árboles en *cazuelas*. Incluso, en muchos tramos se repiten especies (como plátano o tilo). Se ha configurado un patrimonio de *paisaje urbano pampeano* que es valorizado por la gente, por sus beneficios socio-ambientales.



Imagen 4 Imagen de satélite de un sector de la Ciudad de La Plata donde se ve la macrotrama de avenidas y trama de calles claramente gracias a la presencia del árbol. Fuente: Google Earth.



Imagen 5 Vista de una típica calle del centro de La Plata donde se puede ver el estado actual de la forestación con importante faltantes o el cambio discrecional por los vecinos a especies de menor porte y hasta solo ornamental. Fuente: Google Street View / Google Earth.



Imagen 6 Imagen de satélite de un sector de la Ciudad General Madariaga donde se ve de manera menos potente que en La Plata la presencia del árbol especialmente por una menor densidad y por la fuerte poda.
Fuente: Google Earth.



Imagen 7 Imagen de una típica calle del área consolidada de General Madariaga donde se puede ver el estado actual de la forestación. En general está bien conservada pues se le hace un mantenimiento importante de manera periódica a través de importantes podas. El residuo de esas podas es desechado en los centros de disposición de basura. Fuente: Google Street View / Google Earth.

Para entender el potencial de la biomasa se recurre a casos no directamente urbanos pero de buen suceso. Uno de ellos es el de la localidad cordobés de Ticino, de unos 3000 habitantes a 190 kilómetros de la ciudad de Córdoba. Esta localidad se volvió famosa porque logró quedar al margen de un apagón que afectó a millones de personas. La razón de haber sorteado sin dificultad ese gran problema fue porque produce su propia energía a partir de cáscara de maní que se procesa en la Central Termoeléctrica Lorenzati y Ruetsch.



Imagen 8 Central Lorenzati y Ruetsch

Fuente: <https://www.sitioandino.com.ar/sociedad/insolito-cascaras-mani-superaron-el-corte-luz-n5647442>

La central tiene una capacidad de 5 MW, lo que le permite abastecer a unas 8000 viviendas. La planta comenzó a funcionar en agosto de 2018 después de unos 18 meses de construcción. La energía que se produce se vende al Sistema Interconectado Nacional, pero ante una falla como la registrada tiene la posibilidad de desconectarse y entregar energía a las viviendas del lugar.

La generación por biomasa incluye las etapas de acopio de los restos del maní, su traslado a la caldera donde se queman para obtener vapor de agua de alta presión. El vapor va a una turbina que produce energía mecánica de rotación que, con el acople a un generador, se transforma en energía eléctrica.

Con ese calor, se calienta agua y se obtiene vapor saturado. Se vuelve a pasar otra vez por la caldera y se transforma en vapor de altísima temperatura que parece aire comprimido y se transporta hacia la turbina, que gira a 6500 revoluciones por minuto y luego reduce su velocidad a 1500... Toda esa velocidad se transforma en fuerza y se acopla al generador. Ese es el proceso simple: pasar de una energía térmica a una energía mecánica. Ese vapor una vez que entregó toda su energía, se absorbe, se

enfria, se transforma en agua y vuelve a la caldera para iniciar nuevamente el ciclo. Esta es la explicación de Diego Menta, jefe de Planta de Generación Ticino Biomasa . Como se ve, es un sistema de flujos cíclicos. En casos en Europa el valor se envía a viviendas para calefacción o establecimientos industriales (que la requieran en sus procesos). Para esto una condición es la proximidad: no debe estar a más de 300 mts. También en Córdoba, pero más precisamente en Córdoba Capital, bajo el paradigma de la economía circular, se trabaja en la conversión de los desechos de poda. Años atrás estos subproductos provenientes de podas y desmalezamiento se los consideraba como excedentes o basura.

Por lo cual, los vecinos se deshacían de los mismos arrojándolos en cualquier terreno baldío y si llegaban al predio de Piedra Blanca (uno de los grandes centros de disposición de la ciudad) eran enterrados.

Por ejemplo en alguno de estos puntos se llegaban a procesar 5000kg por día de residuos. El producto obtenido de ese chipeo se utiliza para el mantenimiento de espacios verdes de la ciudad, para el control de la humedad de canteros en verano, o como acolchado para proteger a las raíces de las plantas del frio. Además, se lo utiliza para el mantenimiento y construcción de senderos, o en la decoración de parques otorgando armonía y valor estético a la ciudad.

El sobrante se traslada a la escombrera sur para preservarlo y darle uso de economía circular de *compost*, de donde se obtiene el abono que es utilizado en la huerta del jardín botánico, en árboles de plazas, parques y todo el espacio verde de la ciudad que lo requiera. No se transforma en energía una parte pero al menos entra en procesos *circulares*.

En el centro de Piedra Blanca, se obtienen 60 mil kilos al día de chip, los que son utilizados en un 70% para generar energía térmica proveniente de la biomasa utilizada en la fábrica de Holcim, reduciendo de este modo el consumo de combustible fósil. El 30% restante se procesa para obtener compostaje, el cual es utilizado como cobertura vegetal final del actual predio de enterramiento sanitario. Queda claro con estos dos ejemplos que ya hay antecedentes en Argentina.

La biomasa en las ciudades.

Para comprender la posibilidad de uso de la biomasa aprovechando el recurso forestal de nuestras ciudades se trabajó centralmente en dos casos de donde se podían obtener datos: la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y la ciudad de La Plata.

En el caso de la primera, el sistema de datos abiertos que se pudo obtener en <https://data.buenosaires.gob.ar/dataset/q=arbolado> fue abierto y analizado en QGIS.

La información que se obtiene es desde la cantidad de ejemplares, su especie, su diámetro de copa hasta la altura desarrollada, el estado y su posición exacta. De esta información un primer dato que se obtiene es que hay alrededor de 370000 ejemplares distribuidos en las 20330Ha urbanas de la ciudad lo que da 18.21 ejemplares por hectárea (o podría decirse por manzana).

Si a estos números le sumamos los 54502 ejemplares de los espacios públicos como parques y plazas se obtienen 421682 ejemplares elevando el promedio a 20.74 árboles por hectárea.

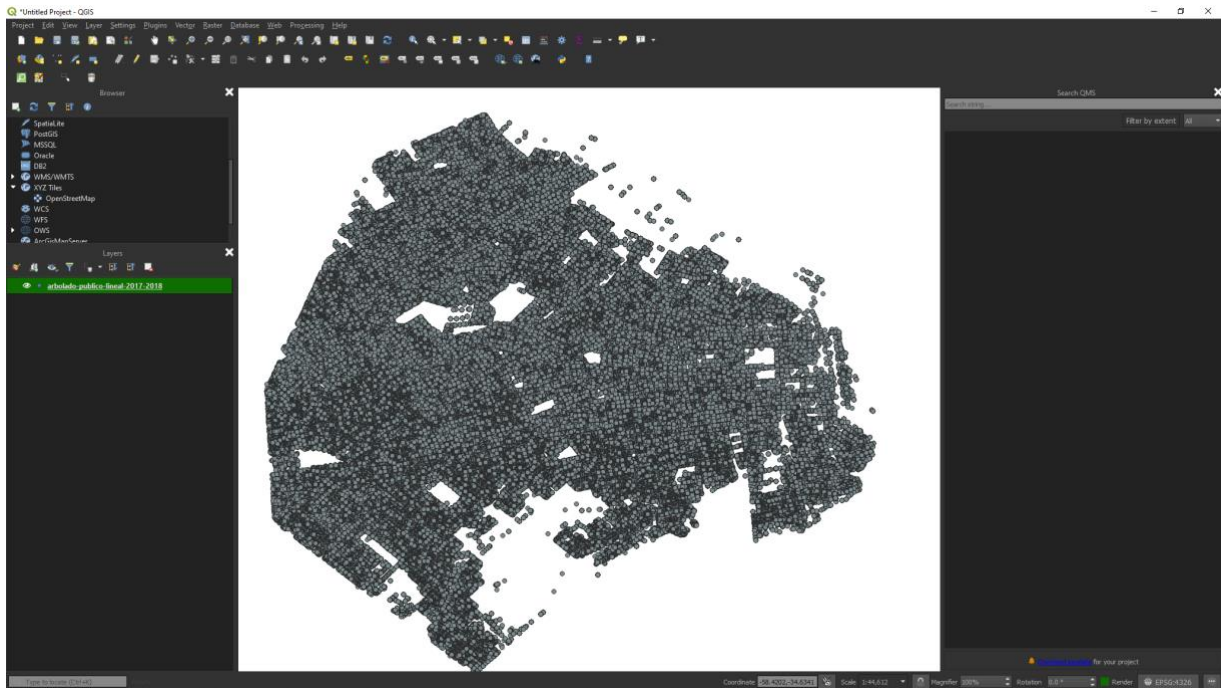


Imagen 9 Procesamiento en QGIS de las especies forestales de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.
Fuente: <https://data.buenosaires.gov.ar/dataset/?q=arbolado> y elaboración propia.

El otro caso abordado en detalle es el de La Plata. La información se pudo obtener por colaboración de la Dirección de Espacio Público dependiente de la Secretaría de Planeamiento Urbano de la Municipalidad de La Plata.

A diferencia del caso anterior, no hay un relevamiento especie por especie (lo han iniciado el último mes de setiembre de 2024 y esperan tenerlo para inicios de 2025). Si existe un relevamiento de la distribución de especies por calles y esto solo en el casco fundacional (no en toda el área urbana y menos que menos en el área hortícola).

Para obtener la cantidad de ejemplares se hizo una estimación basada en la distribución habitual de estos en la ciudad que es una cazuela de árbol cada 8m lineales de veredas. De esta manera se obtienen unos 74131 ejemplares posibles. Siendo habitante de la ciudad y por tanto conociendo muy bien su espacio urbano sabemos que hay grandes faltantes en las calles, rara vez frentes de manzana completos pero si por falta de cuidado, por desidia u otras causas hay alrededor de una 30% menos de ejemplares.

De esta manera se estiman unos 51892 ejemplares lo que da un número muy similar de 19.58 árboles por hectárea pero en este caso sin contar con el dato de los árboles en parques y plazas. Es interesante indicar que si se arribara al 100% de las cazuelas ocupadas por árboles el índice llegaría a casi 30 árboles por hectárea.

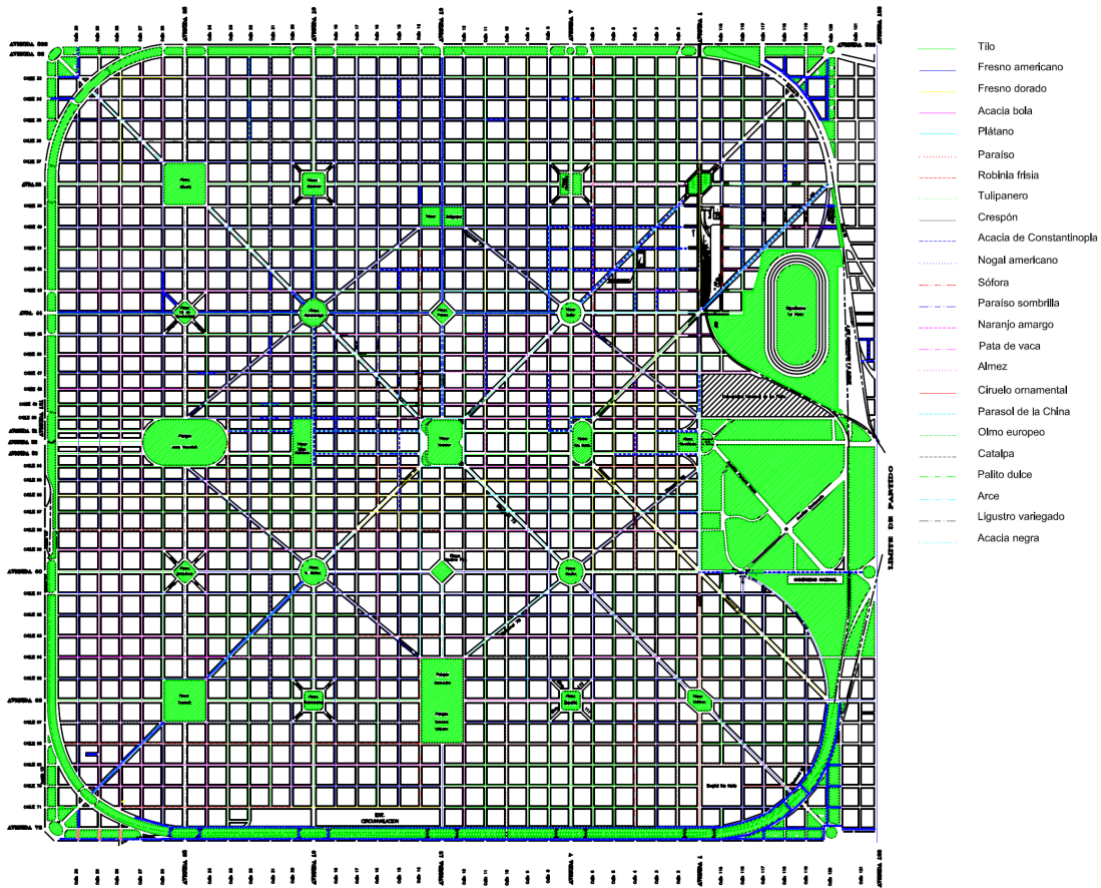


Imagen 10 Plano de la distribución de las especies por frentes de calle de la ciudad de La Plata.
 Fuente: Secretaría de Planeamiento Municipalidad de La Plata.

La cantidad e importancia de esta cantidad de ejemplares en ambas ciudades lleva a la necesidad de un mantenimiento. El mantenimiento en ambas (como en la mayoría de nuestras ciudades) es deficitario como se puede percibir al recorrer muchos sectores o al ver las noticias de árboles caídos luego de una tormenta (y en muchos casos sin tormenta). Esto es así por varias causas: (1) falta de presupuesto; (2) desinterés por parte de las autoridades; (3) creer que como son elementos *naturales* hay que dejarlos así o evolucionando per se; (4) impacto de los automóviles; (5) dificultades de crecimiento por estar en espacios poco adaptos y (6) por presión de entidades pseudo ambientalistas / proteccionistas.

Esta última razón hace que no solo se haga poca poda sino por sobre todo se haga poca renovación. No se entiende que la vida útil de las especies forestales tradicionales como el plátano o el tilo además de necesitar un mantenimiento constante, luego de 60/80 años deben ser renovadas. A veces incluso antes si su estado fitosanitario lo requiere. Incluso visto desde los aspectos de la retención de CO2 y otras partículas volátiles nocivas para la salud, es en los primeros 20 años de desarrollo donde la mayoría de las especies tienen su mayor capacidad de absorción. Esta capacidad se estabiliza y pasa a tener bajos valores luego de los 40 años de vida del ejemplar.

Con estos datos y sumados el de la seguridad pública se hace imperioso que en aquellas ciudades de semejante patrimonio forestal se haga un mantenimiento y renovación constante. Si esto fuera así obviamente se obtendría un número mayor de residuos para manejar que, en caso de aprovecharse como biomasa, dejan de ser residuos y pasan a ser recurso.

Utilizando el caso de La Plata como ejemplo, y pensando solamente en la estrategia de renovación y poda se plantea el siguiente escenario:

1 Renovación del 5% de las especies anualmente para poder renovar el arbolado total de la ciudad en 20 años. Luego se podrá bajar el ritmo a 3% al año para tener una renovación total nuevamente a los 40/50 años.

2 Poda anual del 10% de la masa forestal lo que permitiría repetir el ciclo cada 10 años. Utilizando estos datos se puede decir que se obtendrían:

A 13010042,32kg de residuos de renovación de árboles (13010,14Tn)

B 3.903.012,71kg de residuos provenientes de poda (3.903,01Tn)

Se utilizó para este cálculo como árbol patrón uno de desarrollo medio (12m de altura y tronco de 0,45m) que daría unos 3500kg de madera (usando 650kg/m³ como peso promedio). Hay plátanos del doble de altura en La Plata como hay especies menores como naranjos.

Avances

Con los datos obtenidos del caso de La Plata, se estimó la posible energía que se podría producir con esa cantidad de residuos. Para eso se debió calcular cuanta energía se obtiene por Kg de madera.

En general se puede considerar que el poder calorífico de la biomasa puede oscilar entre los 3000–3500 kcal/kg para los residuos ligno-celulósicos, los 2000–2500 kcal/kg para los residuos urbanos y finalmente 10000 kcal/kg para los combustibles líquidos provenientes de cultivos energéticos. Comúnmente el poder calorífico del gas de síntesis –que es el principal producto de la gasificación de la biomasa– es de 5766,67 KJ/kg (energía por cantidad de materia) mientras que las pruebas determinaron que el poder calorífico de las muestras de madera alcanza entre 8000 y 16800 KJ/kg

Si usamos el dato menor de producción de energía (que por cada kg de materia se obtienen en números redondos 6000kj/kg) y a esta la multiplicamos por los Kg producidos nos da que se arriban a 77.38Mwh/día.

Si el consumo promedio de un hogar en la Argentina es de alrededor de 135 kwh por mes y el consumo per cápita promedio es de 2793,8kWh al año, con estos 77.38MWh producidos se podría dar energía a más de 10000 personas todo el año.

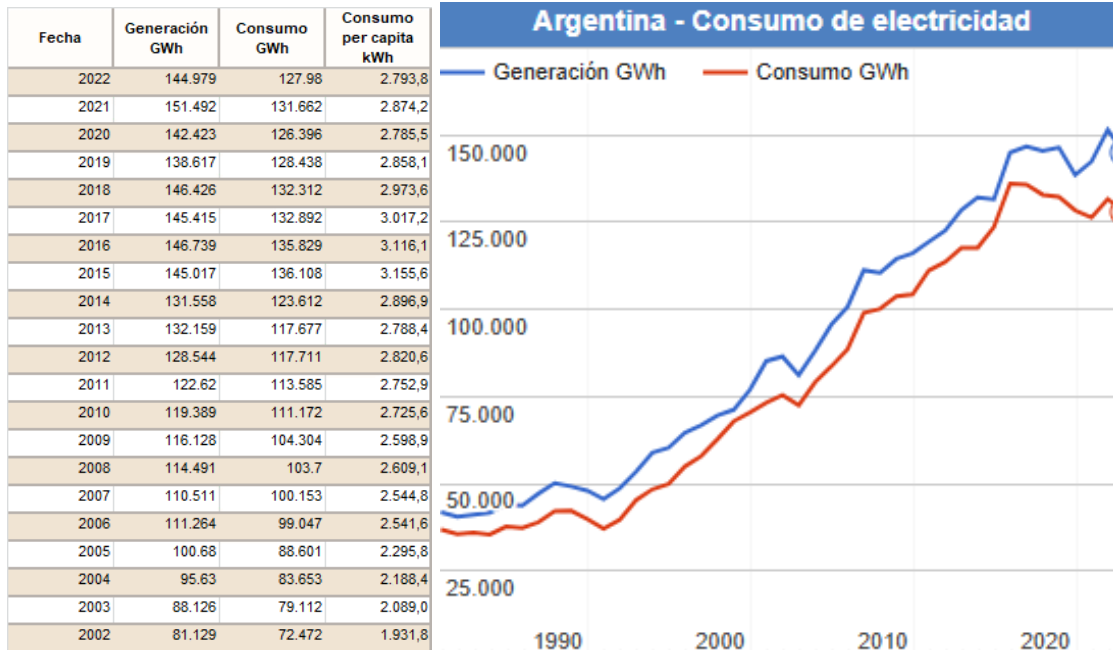


Imagen 11 Datos de evolución entre la generación y consumo en Argentina. Consumo per cápita.
 Fuente: <https://datosmacro.expansion.com/energia-y-medio-ambiente/electricidad-consumo/argentina>

Hasta aquí todos son resultados preliminares. Un dato importante es que el patrón de uso del árbol de las ciudades pampeanas se reproduce en ámbitos como Santa Fé, Córdoba, Entre Ríos. Con otras manifestaciones y variaciones también se lo puede encontrar en Mendoza, San Juan, San Luis o incluso en algunas localidades del corredor andino patagónico como San Martín de los Andes o Esquel.

En el avance de la investigación, se vio que ese *patrimonio* estaba descuidado, tendiendo a desaparecer. Este descuido se da por una situación de superposición de incumbencias/responsabilidades y por temas de costos. En los espacios públicos relevantes como plazas y parques el regular mantenimiento es responsabilidad del gobierno municipal (y su falta de personal/presupuesto). El espacio verde y el arbolado de las calles tiene un coste que en muchos casos desde la normativa, está en manos del frentista lo que genera que este o no lo mantenga o lo mantenga como pueda o como quiere. De esta constatación se ve que es necesario que exista una política y un sistema de mantenimiento único, que respete objetivos y directrices. Organizar ese mantenimiento puede dar origen a una *empresa social*.

Se verificó que existe soporte normativo e incentivos y un banco de proyectos donde, se encontraron muy pocos proyectos de aprovechamiento para fines urbanos y no más de un par asociados al manejo de residuos de poda o de manejo del paisaje del espacio público. En general estos casos se quedan en tomar el residuo de la poda y transformarlo en biogás, en eco-leña, o en chips para energía térmica y/o electricidad. (ver: <http://www.probiomasa.gob.ar/sitio/es/index.php>)

Como síntesis de los avances se destaca (1) Conocimiento de soporte normativo que es más amplio del esperado, (2) Conocimiento de sistemas de promoción a este tipo de desarrollos e incluso a escala de investigación poco aprovechado por las

comunidades instituciones, (3) Verificar el alto potencial de un proyecto/investigación como este para involucrar a instituciones sociales y comunales (más allá de los gobiernos) generando inclusión y (4) Constituir un proyecto que va más allá de lo urbanístico/arquitectónico y que necesariamente debe incorporar temas sociales y de economía circular.

La investigación está en proceso. Se ha confirmado que el recurso biomasa es importante en las áreas urbanas y que hay casos donde su aplicación ya ha demostrado su factibilidad.

Entre las dificultades se ve la falta de un equipo interdisciplinario que acompañe esta investigación para volver más sólidos aspectos técnicos desde el campo de las ingenierías de la rama energética o mecánica, de la ingeniería forestal, desde la biología o desde la economía para tener un sólido respaldo respecto a la factibilidad económica. Es así que falta (1) Apoyo sobre aspectos tecnológicos sobre los sistemas de producción o tecnologías para la producción de energía a partir de la biomasa; (2) Mejor conocimiento de todas las especies que a la vez aportan una mayor producción de energía por biomasa y mayor consumo de CO₂; (3) Datos de volúmenes posibles de producir según las especies o tipos de espacios (plazas, parques, áreas hortícolas, etc.), (4) Análisis de las alternativas de uso del poder calórico del vapor u otros como subproducto de la producción energética en edificaciones o conjuntos urbanos y (5) Análisis de patrones de mejoramiento del espacio urbano para mejorar la calidad y cantidad de producción de la biomasa.

Bibliografía / Recursos / Fuentes consultadas

Come funziona la produzione di energia in una centrale a biomasse (gruppoab.com)
cons#: :text=El%20consumo%20promedio%20de%20un,hora%20(KWh)%20por%20bimestre.
Documento di indirizzo sulle fonti energetiche rinnovabili in Sardegna. Studio sulle potenzialità energetiche delle biomasse. Assessorato dell'industria. Regione Sardegna. 2013
Energías Renovables. Energía Biomasa.. Dirección General de Cooperación y Asistencia Financiera. Secretaría de Energía. 2008
<http://www.energia.gob.ar/contenidos/archivos/publicaciones/libroenergiabiomasa.pdf>
<http://www.probiomasa.gob.ar/sitio/es/index.php>
<https://www.agronet.gov.co/Noticias/Paginas/Biomasa-de-madera,-fuente-de-energ%C3%ADa-alternativa.aspx#:~:text=Com%C3%BAnmente%20el%20poder%20calor%C3%ADfico%20del%20,8.000%20y%2016.800%20KJ%20Fkg.>
<https://www.bancomundial.org/es/topic/energy/overview>
<https://www.fundacionendesa.org/es/educacion/endesa-educa/recursos/centrales-renovables/central-de-biomasa>
https://www.lanacion.com.ar/economia/campo/ticino-pueblo-cordobes-se-salvo-del-apagon-nid2259006/?utm_source=google&utm_medium=cpc_verticales&utm_campaign=campo&utm_content=dsa&gad_source=1&gclid=CjwKCAjwx4O4BhAnEiwA42SbVHAbOM7F9dKPJgtZ4QpA8mY6rZfTeqW3XtwK7coo-Z6jIHJHbob3hxoCwJgQAvD_BwE
<https://www.pagina12.com.ar/446799-tarifas-de-luz-como-ahorrar-electricidad-y-que-aparatos->
<https://www.reset-energy.com/settori/comunita-energetiche-rinnovabili-edilizia-residenziale-p-a/>

<https://www.tatano.com/it/blog/ambiente/energia-da-biomasse-cose-e-come-viene-prodotta>
I distretti rurali delle energie rinnovabili e la produzione locale di energia. Rapporto di ricerca.
Giovanni Carrosio. Progetto Equal *Energia Solidale*–Itg2ven033
Las 10 mayores plantas de biomasa del mundo (elperiodicodelaenergia.com)
Le biomasse nella politica energetica comunitaria e nazionale | Agriregionieuropa (univpm.it)
Plantas de biomasa más grandes del mundo (bestenergy.com)
Resumen ejecutivo – World Energy Outlook 2023 – Analysis - IEA