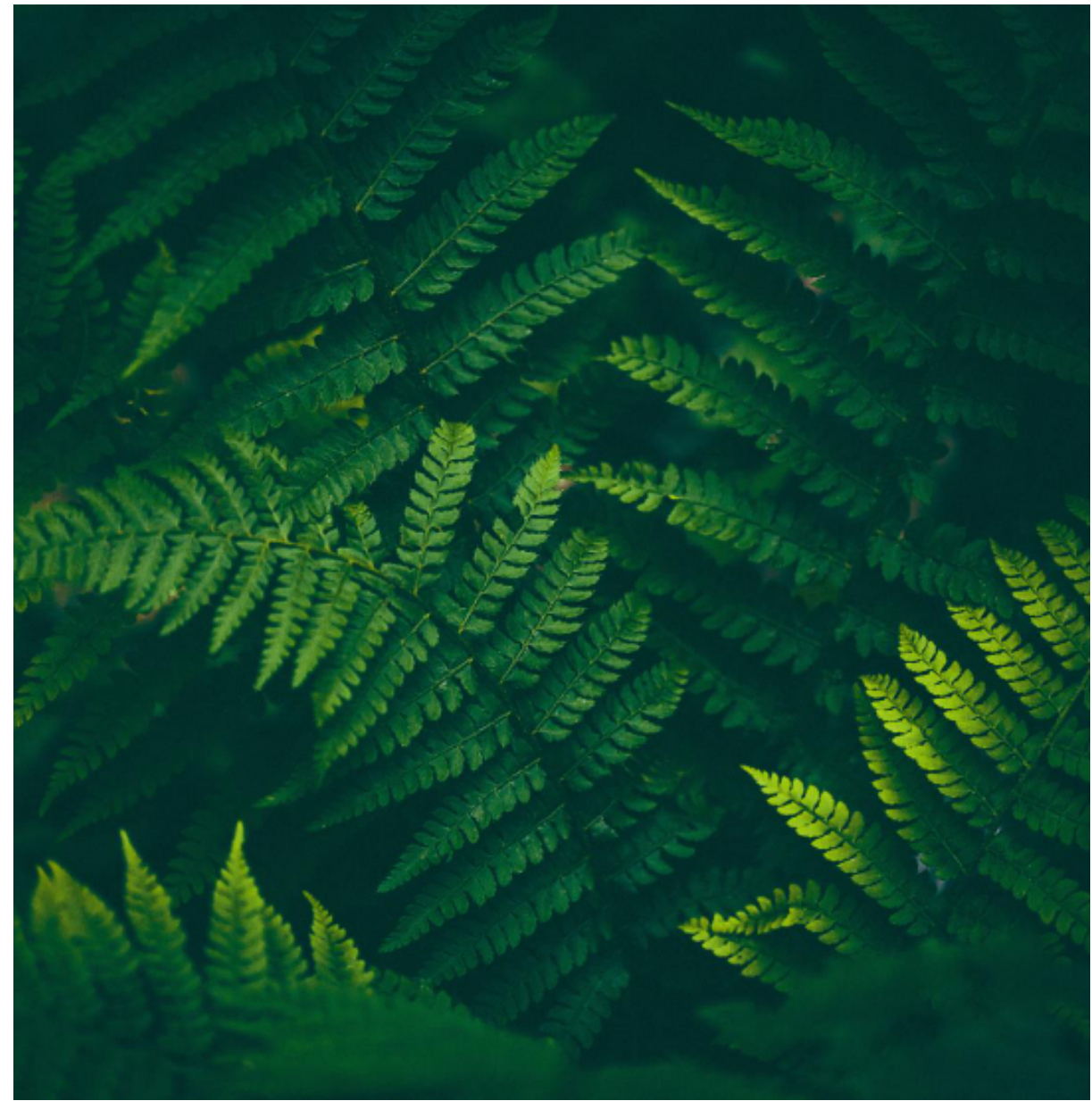


“Transición energética,
bioeconomía y química verde
como ejes estratégicos para el
desarrollo federal: El caso de las
biorrefinerías en Santa Fe”

Magíster Diego Daniel Roger



1. Energía, evolución, sociedad y desarrollo

1. I. Energía, evolución y civilización

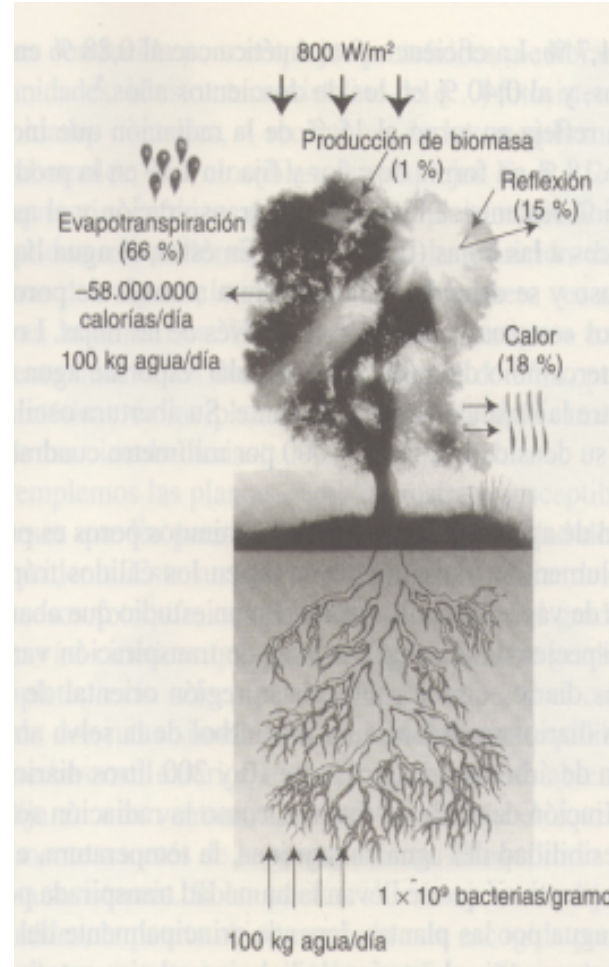
Toda forma de vida para subsistir y perpetuarse consume en el proceso materia y energía, los cuales toma de su entorno, devolviendo al mismo desechos y energía, pero en un formato menos aprovechable del que la tomó.

Este ciclo sólo puede ser mantenida por la vía de la generación de un mayor grado de desorden en el entorno de los seres vivos.

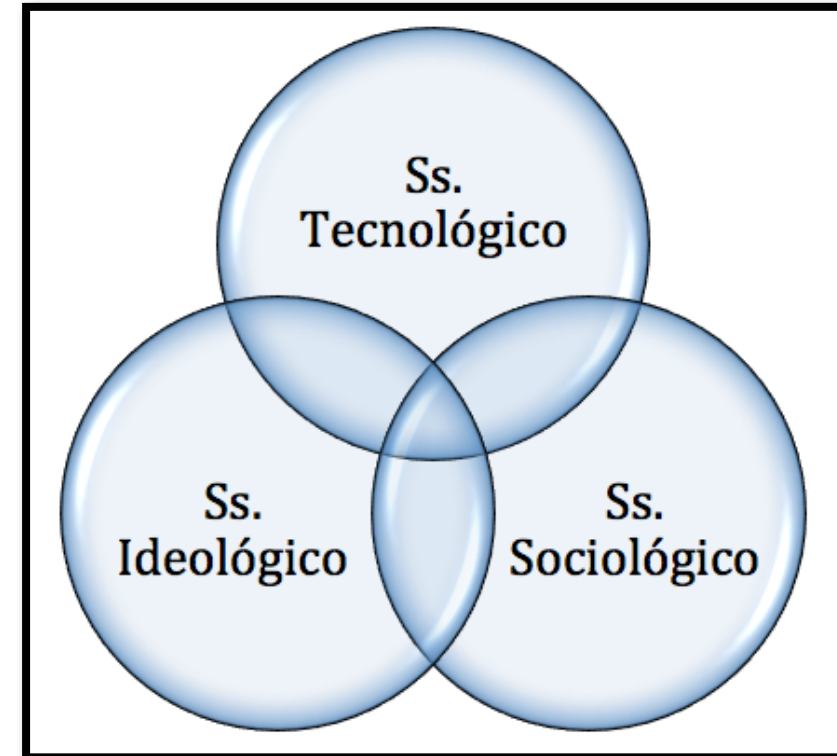
La vida en general funciona como un mecanismo nivelador de gradientes: es decir, equilibra las diferencias de organización de la materia y las diferencias de temperatura.

La humanidad no escapa a la regla, y para aumentar el grado de complejidad de la sociedad, se requiere cada vez más energía (exosomática), la cual es canalizada mediante la tecnología, subsistema de la cultura.

Un árbol y sus intercambios con el entorno



La cultura y sus subsistemas



1. II. Las transiciones

Una transición energética es un proceso de cambio del orden de décadas que implica el pasaje de un régimen energético a otro. Éste es una específica formación histórica en la cual el modo en que se produce, distribuye y consume energía es parte indisoluble de su entramado socio económico tecnológico político.

Una transición energética puede ser definida como un cambio estructural, cuyo sentido (progresivo o regresivo) dependerá de las políticas que adopte cada país para su gestión.

La revolución industrial y el uso de los combustibles fósiles ha supuesto una transformación cualitativa y cuantitativa que ha implicado un ritmo de transformación nunca visto en la historia humana. Esta transformación ha tenido algunos antecedentes previos.

En lo que respecta a la actual transición, se trata del pasaje de un sistema social que se apoya para su reproducción en el uso de combustibles fósiles, la producción de altas emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y elevadas pero decrecientes Tasas de Retorno Energético (TRE), a otro bajo en emisiones de GEI y menores TRE (pero crecientes para algunas tecnologías).



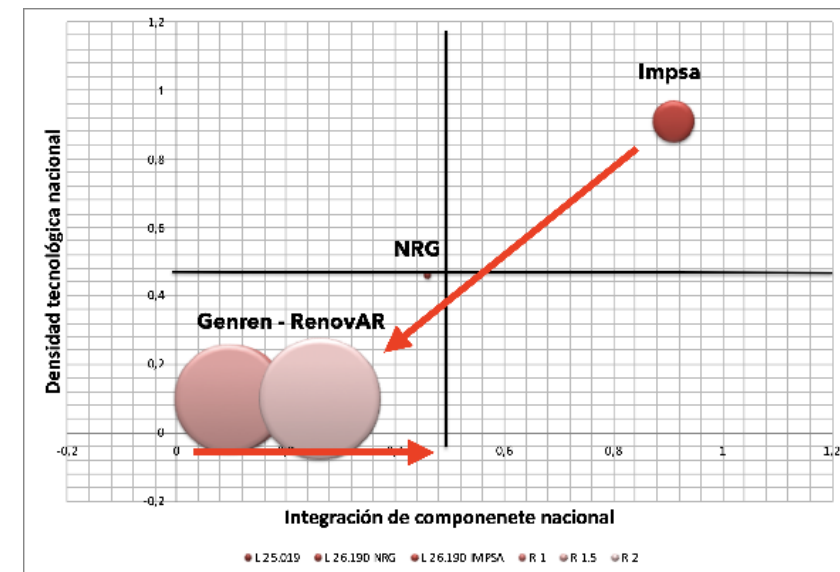
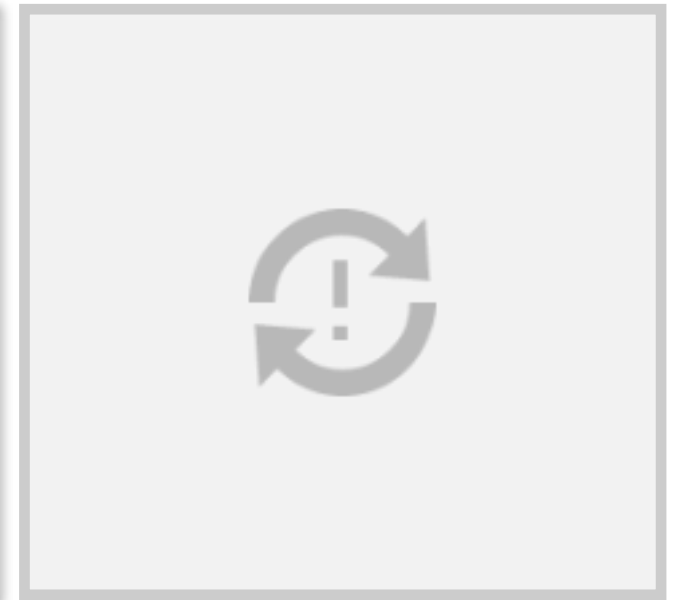
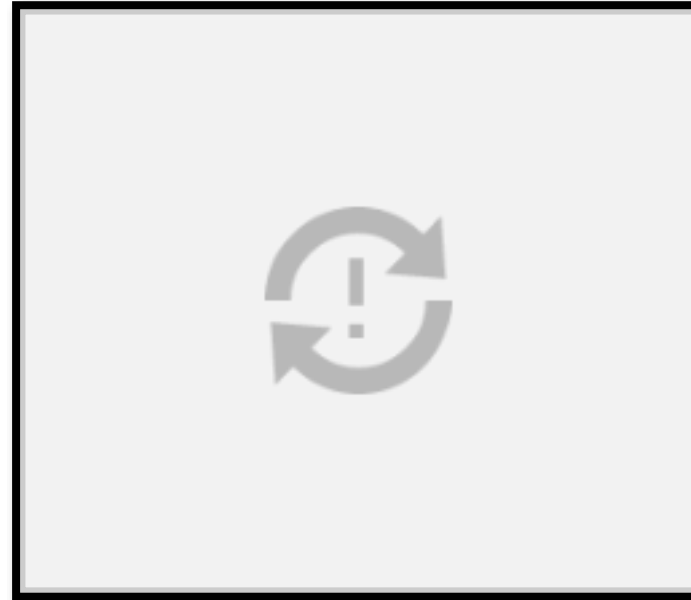
1. III. Energía y desarrollo en Argentina

Desde larga data la política de energía del país se encuentra dislocada de las políticas industriales y de CyT, siendo su resultado más visible un persistente proceso de desindustrialización y pérdida de capacidades.

La dolarización de la energía, principal síntoma de esta problemática, se asocia a un conjunto de problemas estructurales que afectan de manera directa al sector industrial.

El principal de ellos, asociado al financiamiento externo de proyectos, constituye una lastre para el desarrollo de la industria nacional y la competitividad del sector energético, y por ende, de la economía toda.

Si se busca que la transición energética constituya un vector de cambio estructural para el país resulta indispensable estructurar a la misma como una política tecnológica industrial que debe tener como columna vertebral el financiamiento de proyectos de tecnólogos locales.

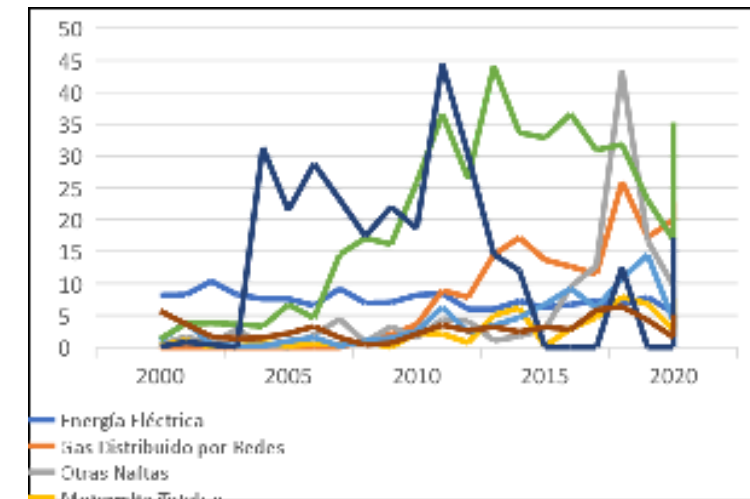
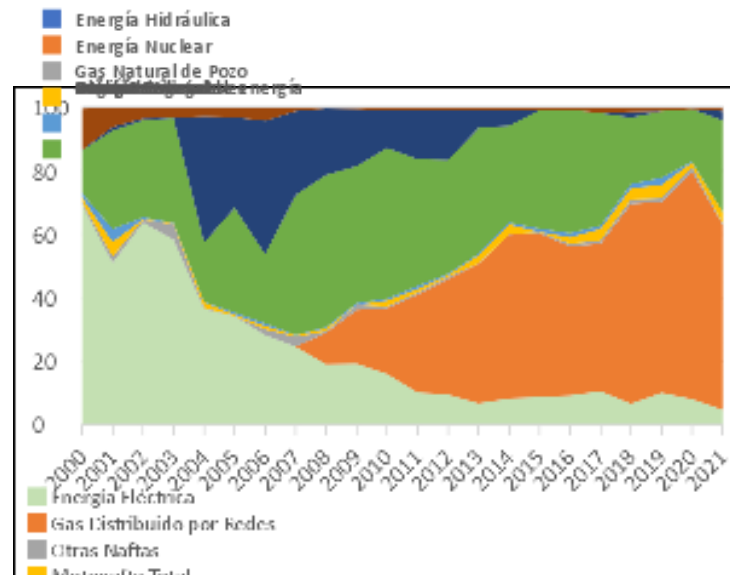
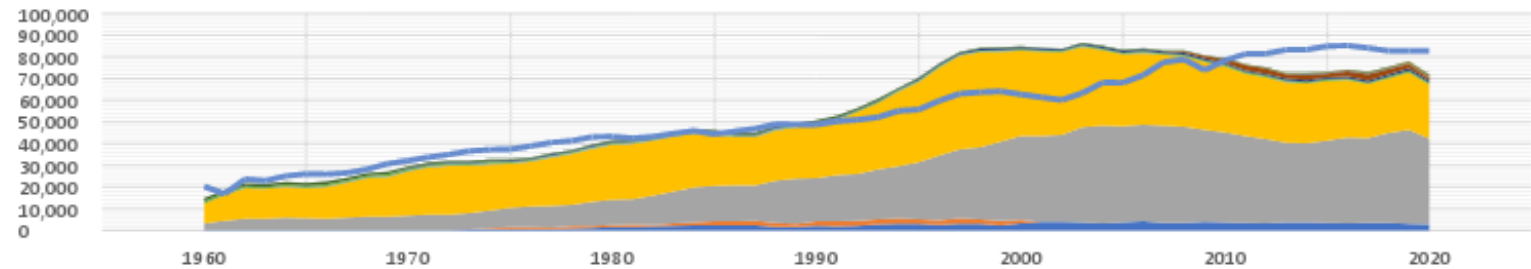


1. IV. Balanza energética en Argentina

La restricción de producción de energía primaria histórica del país, ha constituido un lastre al desarrollo; en tanto que el estancamiento del consumo energético per cápita, constituye un claro indicador de las limitaciones a la mejora de la calidad de vida de población, expresadas en el déficit de la balanza energética.

En el caso de la energía secundaria también ello resulta evidente, con un crónico déficit en el sector de refino que presiona en la balanza comercial.

Al respecto los biocombustibles han constituido un doble aporte, por un lado energía primaria baja en carbono, por el otro, mitigación a las importaciones de combustibles.



Izq., Importaciones de energía secundaria como porcentaje del total de importaciones de energía secundaria; Der, Importaciones de energía secundaria como porcentaje de producción de energía secundaria. Fuente: Elaboración propia en base a balances energéticos nacionales

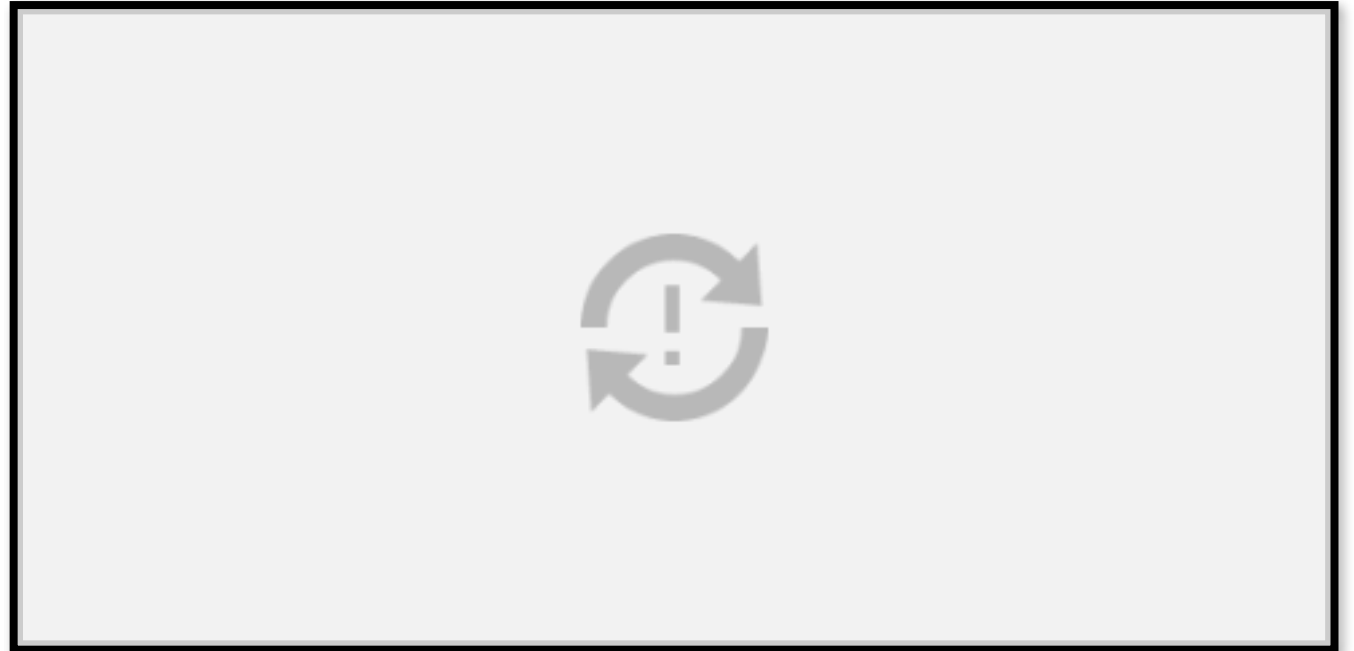
1. V. Un régimen energético renovable

A diferencia del régimen energético basado en combustibles fósiles, en la **transición energética** hacia uno basado en energías renovables debe solucionarse el problema del desacople entre oferta (aleatoria) y demanda de energía a la vez que el reemplazo de los combustibles fósiles donde la electricidad no es reemplazo viable.

Para lo primero se requiere de medios de almacenaje de energía (MAE), en tanto que para lo segundo, el desarrollo de portadores de energía y MAE, siendo que en algunos casos pueden coincidir un elemento - como el caso del hidrógeno- en las dos categorías.

Se trata de **portadores de energía** (*carrier*) porque son vectores que transportan la energía producida por otro medio, más allá de que ellos mismos puedan usarse como fuente energética. La electricidad es la más común, pero también lo son el hidrógeno y el metano verde.

Otro cambio fundamental es el pasaje a una red mucho más distribuida en lo que hace a generación de energía y portadores de energía, por lo cual se trata de un sistema más complejo aún, aunque al estar más descentralizado, con mayor resiliencia en lo que hace al suministro.



En el presente sistema energético se usan diferentes vectores energéticos para el suministro del transporte, edificios e industria, y en particular, para el transporte y distribución de electricidad, calor, y combustibles líquidos y gaseosos vía diferentes redes de energía. Hoy el sistema es altamente dependiente de los recursos fósiles, y aparte de la cogeneración existen muy pocas conexiones entre los diferentes sistemas de transporte y distribución de energía.

El uso de H₂ como portador de energía está íntimamente vinculado al despliegue de pilas de combustible y electrolizadores. Las primeras son la tecnología clave para convertir eficientemente el H₂ en electricidad para propulsar vehículos, o para usarlo en otros usos finales como aplicaciones en edificios o industria (eventualmente aprovechando el calor residual para fines de calefacción).

Asimismo un gran desafío asociado a la descarbonización es el reemplazo de la petroquímica actual por opciones bajas o nulas en carbono, con lo cual no es posible pensar al futuro sistema al completo sin la integración de la mismas.

2. Bioeconomía, química verde y oportunidades de desarrollo

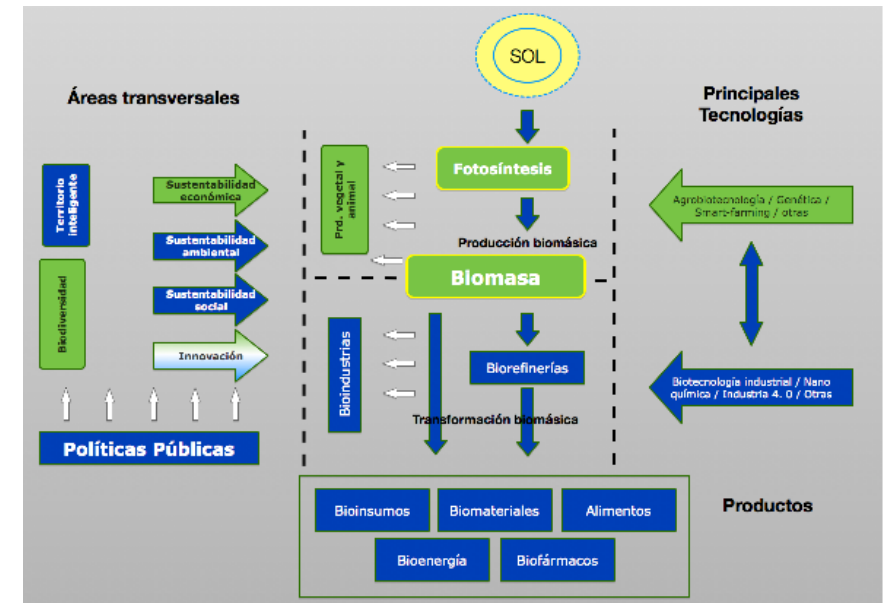
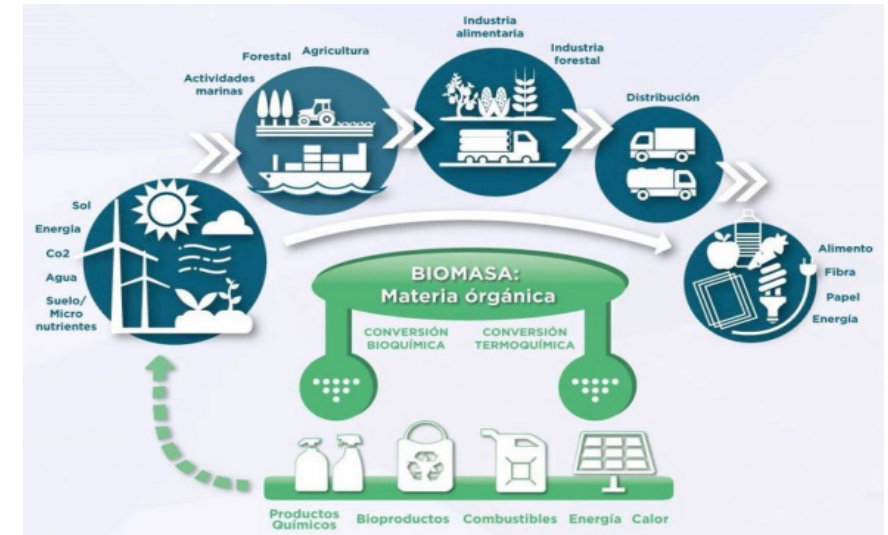
2. 1. Del carbono al carbono

El paradigma de la bioeconomía es una respuesta a la creciente demanda de la población mundial de materias primas y energía y la necesidad de que las mismas sean sustentables en su producción.

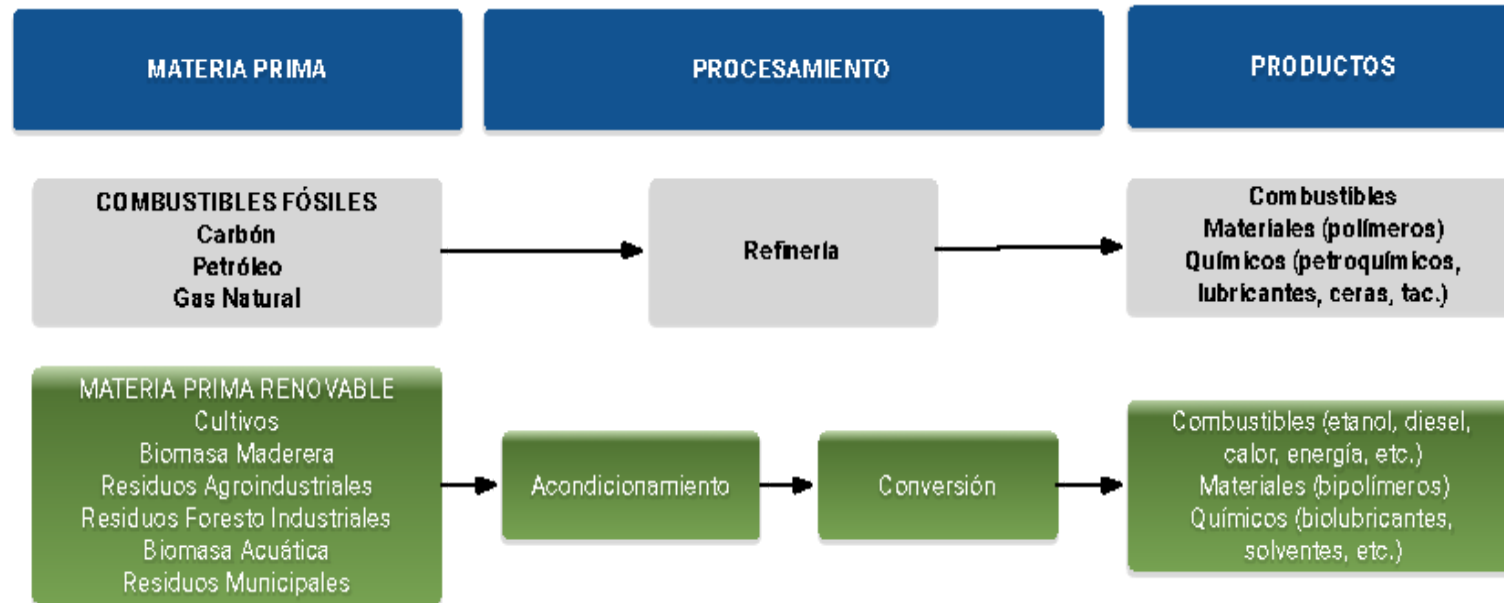
La necesidad de disminuir la dependencia de materias primas provenientes de recursos fósiles dado su impacto en el proceso de cambio climático implica la necesidad de nuevas tecnologías en los sectores productivos tradicionales que permita sustituir el modelo de industrialización actual (transición ecológica) mediante el uso eficiente de los recursos naturales renovables y el desarrollo de patrones productivos sostenibles.

El núcleo de la bioeconomía está constituido por la búsqueda de un aprovechamiento y gestión sustentable de recursos renovables de base biológica para la producción de alimentos, bioproductos y energía.

La emergencia de la bioeconomía entonces se enmarca dentro del gran proceso de transición ecológica que, impulsado por cambios de políticas en los países centrales, necesidades y cambios en los hábitos de la población, implica una transformación de largo aliento de toda la sociedad, implicando en su base, el desarrollo de un nuevo paradigma tecno-económico.



2. II. La biorrefinería: núcleo tecno-económico



En el caso de los hidrocarburos, el proceso de difusión fue empezado en buena medida por los usos como combustibles, que luego devino en un aprovechamiento cada vez mayor y de cada vez más subproductos, en el caso de la biomasa, el camino ha sido iniciado por los biocombustibles, como bioetanol y biodiesel, dando lugar a la aparición de subproductos que han abierto otras oportunidades de aprovechamiento

La biorrefinería es una instalación que integra procesos y equipos de conversión de biomasa para producir combustibles, energía, materiales y productos químicos a partir de biomasa. El concepto es análogo a las refinerías de petróleo actuales, que producen múltiples combustibles y productos del petróleo fósil.

Las biorrefinerías industriales han sido identificadas como las más rutas prometedoras para la creación de una nueva industria nacional de base biológica, ya que las mismas constituyen el núcleo tecno-económico de la bioeconomía en tanto paradigma tecno productivo.

2. III. La lógica del cambio técnico y el desarrollo

El proceso de cambio tecnológico mundial se da por oleadas que abarcan varias décadas.

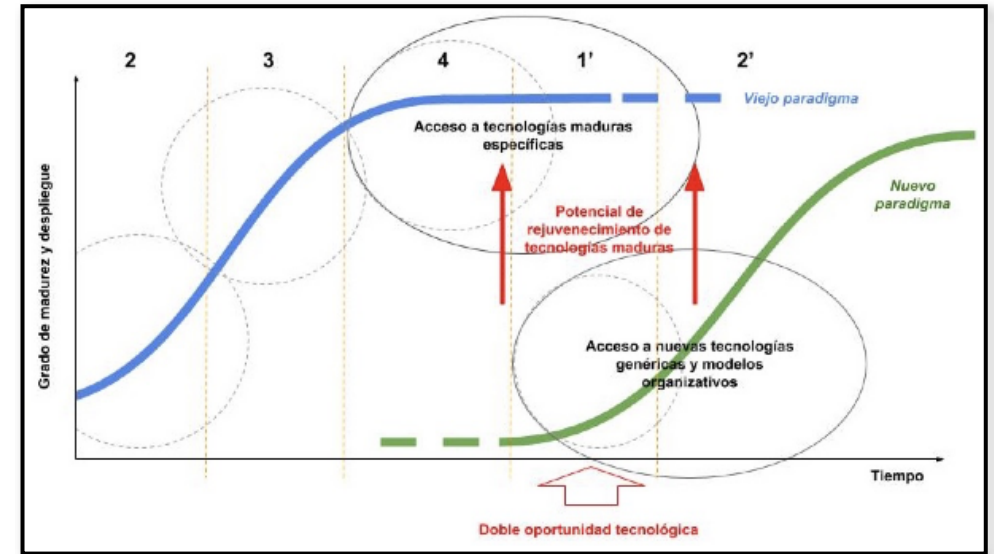
Las mismas se asocian a los ciclos de vida de clústeres de tecnologías que co-evolucionan con paquetes tecnológicos, sobre la base de cambios sucesivos en los roles del capital productivo y el financiero.

Este proceso genera oportunidades de desarrollo para quien las identifica a partir de un proceso sistemática orientado a su aprovechamiento

La explotación de diferentes fuentes de energía se asocia también al proceso de cambio tecnológico, en concreto a las tecnologías que permiten hacer su prospección, extracción, procesamiento, distribución y uso.

Tanto los **requisitos de ingreso** a una oleada de desarrollo como el **potencial de las tecnologías para inducir desarrollo** cambian a lo largo del ciclo de vida de las mismas.

Un país como Argentina, si busca desarrollarse, debe identificar tecnologías en fase 1, ya que tecnologías maduras la llevaría a competir por costo de mano de obra, a la vez que brindan bajos márgenes para mejorar productividad y generar empleo



2. IV. De la innovación al desarrollo

La innovación es uno de los principales vectores de competitividad en economías complejas, esto por la vía de la apropiación de rentas, posición monopólica temporaria y/o mayor productividad.

Al respecto, para que el progreso en el conocimiento se difunda, es preciso el desarrollo tecnológico que tiene en el sector de bienes de capital a un eslabón fundamental.

Sin un sector de bienes de capital desarrollado y políticas tecnológicas, industriales, de promoción y financiamiento adecuado es posible que el desarrollo de ciencia y tecnología no tenga cauce al sector productivo, y por ende, tampoco tenga reflejo en el desarrollo de productividad y competitividad.

A diferencia de lo que se plantea en la doxa económica, la importación de bienes de capital no es per se desarrollo, sino que puede ser más bien un indicio de deterioro de la capacidad competitiva al ser seguidor tecnológico.

Si se ha de desarrollar una política vertical para un sector a partir de definir su rol estratégico, no es posible disociar a la misma de una política para el sector de bienes de capital conexas, pues en él reside el núcleo fundamental entre aprendizaje, productividad y competitividad.



2. V. Enfocando al blanco móvil

FASE EN LA TRAYECTORIA DE VIDA DEL PRODUCTO Y SU TECNOLOGÍA				
Fase	I. Introducción	II. Crecimiento temprano	III. Crecimiento tardío	IV. Madurez
Foco: factores competitivos	Calidad del producto; prueba del mercado	Eficiencia productiva; acceso al mercado	Escala y poder de mercado	Menores costos
Competencia y poder	Muchos competidores nuevos. Resultado impredecible	Industria tomando forma; firmas en crecimiento y lucha por los mercados; Emergencia de líderes	Tendencia a la concentración; estructuras gigantes y complejas; oligopolios, carteles, etc.	Poder financiero. Búsqueda de nuevas oportunidades rentables y de soluciones para alargar la vida de las existentes
INGRESO AUTÓNOMO				
Tamaño de ventana	Amplia	Estrecha	Muy estrecha	Ampliándose
Base para intentar ingreso autónomo	Conocimiento: capacidad para imitar e innovar (sin violar patentes) “know how” técnico local para crear nicho especializado	Conocimiento más experiencia en tecnología de procesos y mercados (importancia de marcas o de acceso privilegiado al mercado)	Experiencia, potencia financiera y control del mercado	Ventajas comparativas en costos. Capacidad de aprendizaje. Capacidad de copia
Carácter del ingreso autónomo (iniciado por los retadores)	Libre competencia por aceptación en el mercado y quizás por el diseño dominante; las patentes pueden ser importantes	Competencia agresiva por mercados crecientes y altamente rentables. Posibles alianzas	Absorción o exclusión de los participantes más débiles. Posible cartelización	Competir con otros productores de bajo costo; compra (o copia) de tecnologías maduras y “know how” o hacer innovaciones rejuvenecedoras
INGRESO DEPENDIENTE				
Tamaño de ventana	Estrecha	Muy estrecha	Ampliándose	Muy amplia
Base para negociar ingreso dependiente	Ventajas comparativas o dinámicas; activos complementarios	Mercado atractivo. Competencia como proveedor o acceso ventajoso a recursos o mercados	Mercado importante Externalidades existentes o creables; otras formas de apuntalar ganancias	Ventajas comparativas en costos. Acceso a financiamiento. Capacidad de aprendizaje
Carácter del ingreso dependiente o en alianza (usualmente iniciado por el dueño)	Alianzas; negociaciones de beneficio recíproco para compartir capacidades y/ o activos complementarios (para fortalecer el potencial competitivo)	Como proveedor o representante comercial	Como parte de la estructura (en calidad de proveedor, productor, distribuidor o cualquier otro que sirva a la estrategia de poder y expansión de la empresa dueña)	Contratos de producción o empresas mixtas en negociaciones de beneficio recíproco (transferencia de tecnologías maduras y del acceso al mercado)

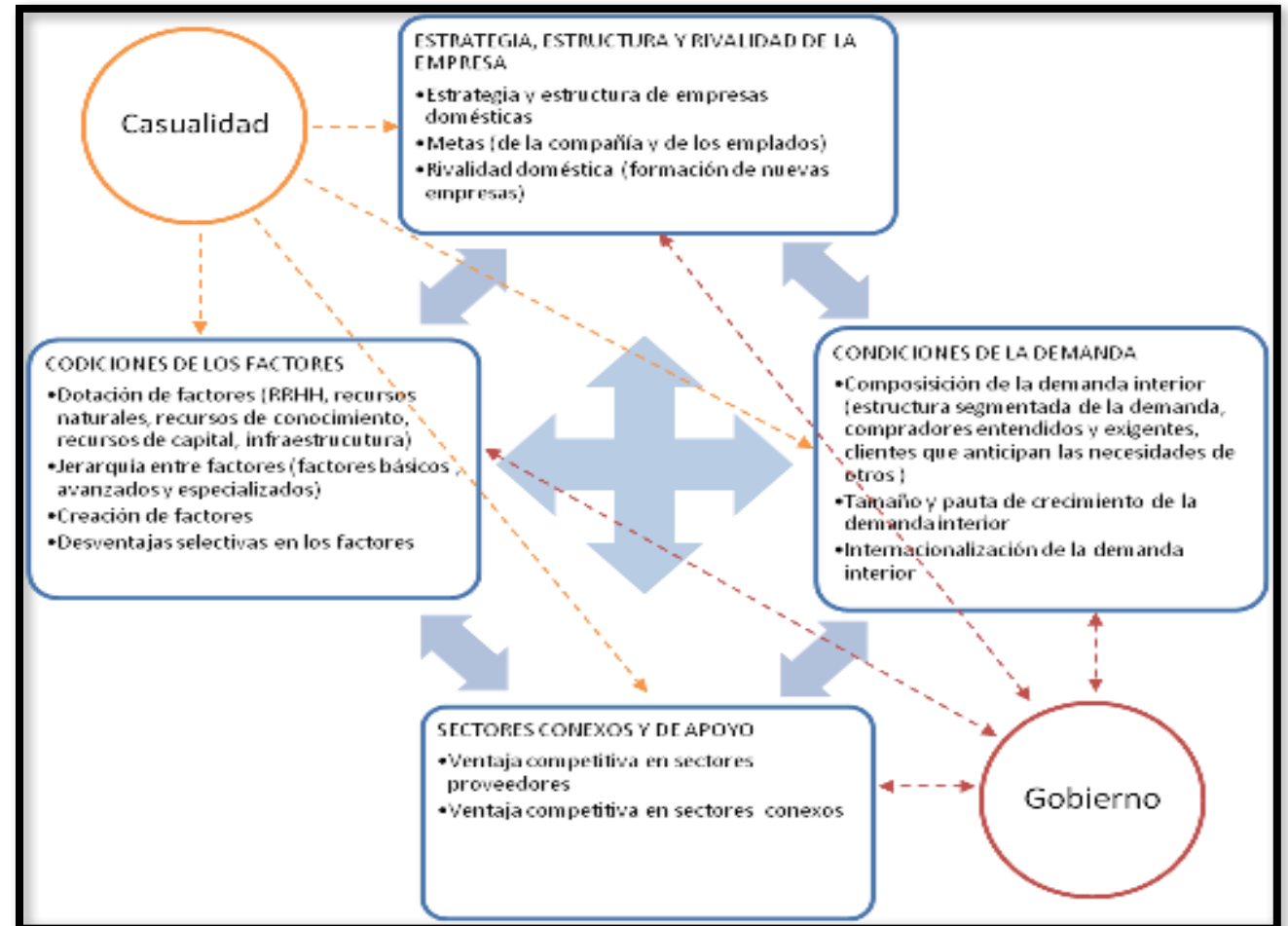
3. Santa Fe de cara a la oportunidad de la química verde

3. 1. Competitividad y química verde

Desde el punto de vista del desarrollo de la química verde, el logro de mayores efectos desarrollo depende de la competitividad de un país o territorio para impulsar el desarrollo de toda a cadena del sector, ya que la productividad está intrínsecamente relacionada con el desarrollo industrial tecnológico.

Por otro lado, la competitividad como un resultado sistémico.

La competitividad nacional o de un territorio es un resultado sistémico o estructural de las interacción de cuatro dimensiones: estrategia, estructura y rivalidad de las empresas; condiciones de los factores; condiciones de la demanda; sectores conexos y apoyo que interactúan en un esquema de mutua casualidad y en interacción con el gobierno y sus acciones.



3. II. La caja de herramientas de la competitividad

CARACTERISTICAS	ETAPA IMPULSADA POR		
	Factores	Inversión	Innovación
Determinante de la ventaja competitiva	Condiciones de los factores: dotación de recursos preexistente (heredada).	Condiciones de los factores: inversiones de empresas y gobierno que generan factores más especializados.	Todos los determinantes del diamante:
		Mayor rivalidad doméstica: se incorpora presión a las empresas para invertir.	La demanda local es exigente y sofisticada debido a mayores salarios, educación y rivalidad.
			La rivalidad es creciente por el ingreso rápido de empresas, lo cual acelera la innovación.
			Los factores y las industrias de apoyo son altamente especializados y eficientes.
Variable en la que se compete (fuente de competitividad)	Precios: por reducción de costos de factores básicos.	Mix de diseño y precios en mercados relativamente estandarizados.	Procesos de producción y productos exclusivos.
	Los mercados son estándar.		Precios: por avance tecnológico y mayor productividad.
Rol del Estado	Proteger empresas locales contra la competencia extranjera.	Invertir y fomentar inversiones privadas, canalizar capital escaso, promover toma de riesgos, brindar protección temporal a la entrada de rivales domésticos y al logro de escalas eficientes de planta.	Promover condiciones adecuadas a los cuatro determinantes: crear más factores avanzados, preservar la rivalidad doméstica, mejorar la calidad de la demanda interna, estimular nuevos negocios.
Tecnología	Escasa, fácil de adquirir, principalmente por importación o IED.	Importación de tecnología extranjera, mejorada y adaptada luego a las particularidades y requerimientos locales.	Se crea nueva tecnología localmente.
			La innovación sistémica empuja el "estado del arte".

3. III. Haciendo foco en el desarrollo

- Una estrategia para el desarrollo de negocios en el ámbito de la química verde y las biorrefinerías admite estrategias competitivas impulsadas tanto por factores como por inversión e innovación, pero no resultan indistintas ellas de cara a los efectos desarrollo en el territorio. Como se trata de industrias de proceso, en lo que hace al proceso industrial de producción, se caracterizan por demandar bajos volúmenes de mano de obra en relación con los volúmenes de materia prima procesada y capital de trabajo e inversiones involucradas.
- Por ende, **si se quieren maximizar los efectos desarrollo, los espacios de mayor interés en lo que hace a biorrefinerías, se deben construir políticas que busquen trabajar aguas arriba y aguas abajo de la cadena de valor de las mismas.**
- El foco recae entonces, en la **innovación respecto del desarrollo de procesos de transformación de la biomasa, y de los equipos necesarios para ello**, todo lo cual engloba nichos de alto interés por el tipo de empleo involucrado, a saber, servicios basados en el conocimiento e industrial de alta calificación.

4. Biocombustibles: ¿punto de partida o final del camino?

4. I. Biocombustibles, punto de partida

Los biocombustibles constituyen en la actualidad, fuera de lo que es la elaboración de alimentos y bebidas, el sector industrial que mayor cantidad de biomasa transforma a partir de procesos de origen biológico, procesando para ello enormes cantidades de biomasa y generando a su vez, grandes volúmenes de productos y subproductos.

La gran cantidad de alternativas de materias primas para su elaboración, la cantidad de posibilidades de procesos de acondicionamiento y transformación involucrados, y la amplia gama de usos finales, hacen de ellos el punto de partida con mayor potencial para impulsar políticas de desarrollo de biorrefinerías que avancen sobre la química verde .



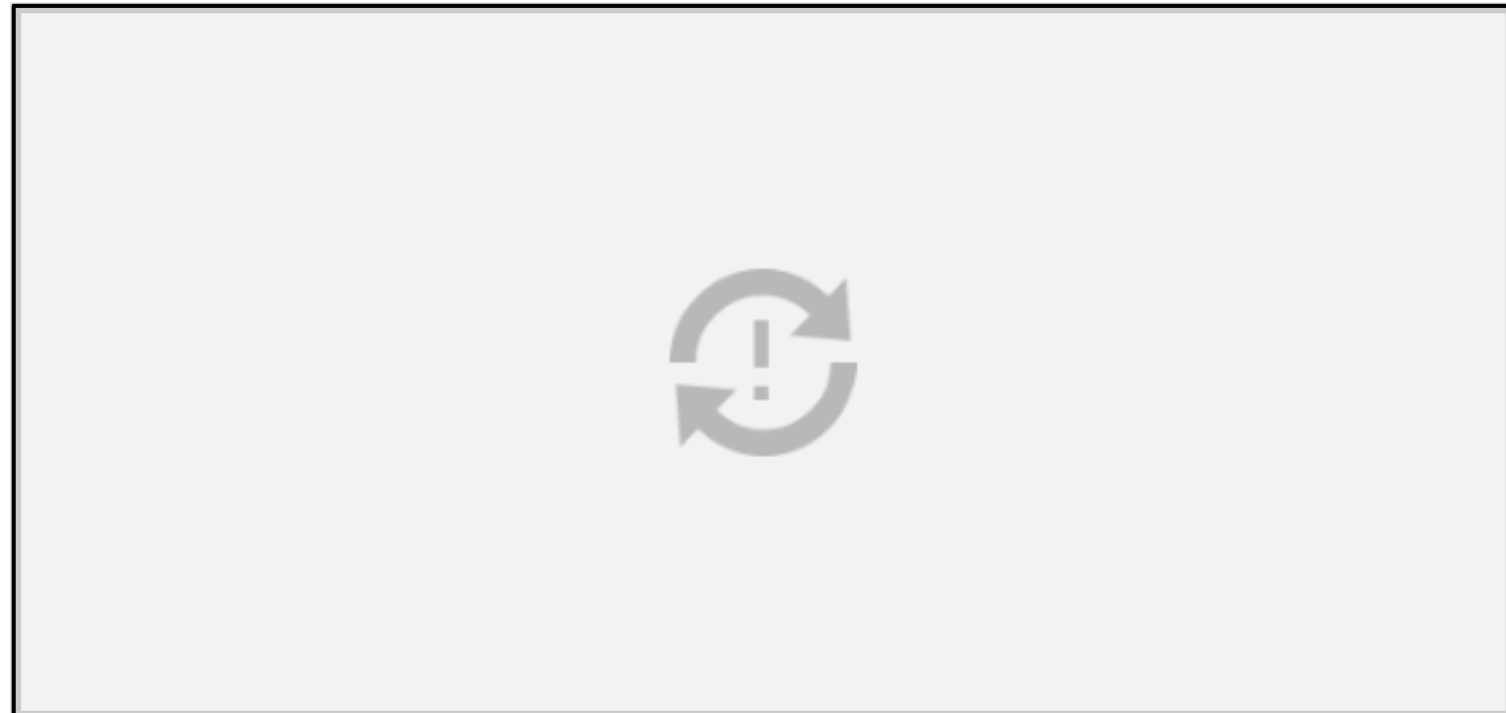
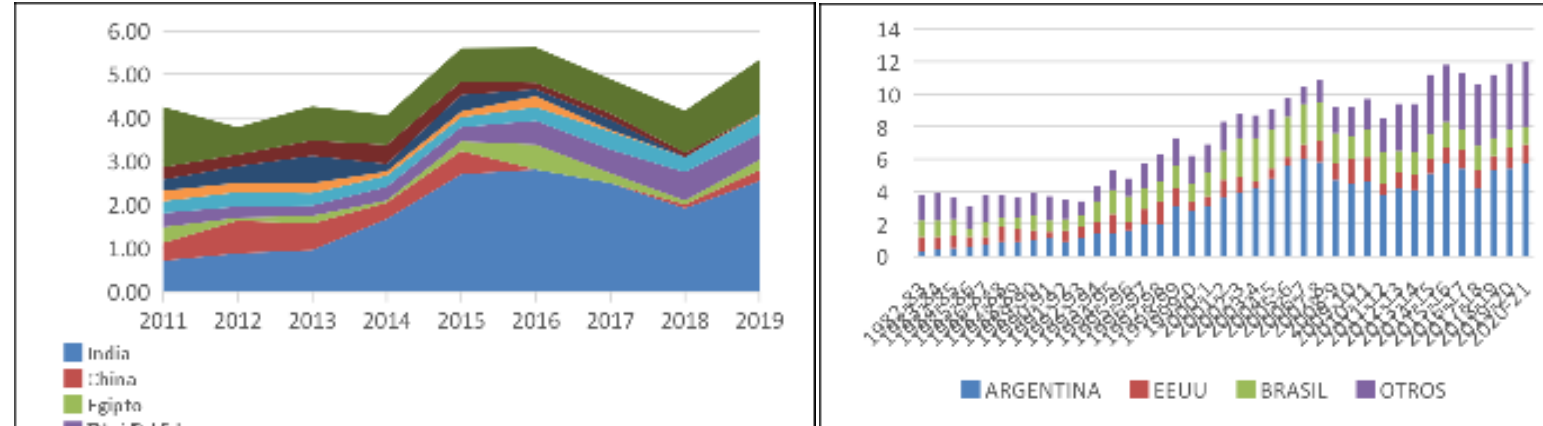
4. II. El complejo de biodiesel como plataforma

La provincia de Santa Fe es el principal nodo nacional del complejo agroindustrial sojero, contando como tal con una enorme capacidad de almacenaje y procesamiento de la oleaginosa.

Esto se pone en evidencia, entre otros elementos, en la existencia de los principales exportadores y productores de aceite de soja y biodiesel del país, en una concentración geográfica única casi a nivel mundial, que produce singulares condiciones para el desarrollo de la cadena.

Se trata en suma, de un clúster especializado en el complejo sojero que favorece los efectos derrame y difusión de conocimientos necesarios para desarrollar ventajas competitivas-

El mercado del aceite de soja (destinos expos y productores)



4. III. El entorno competitivo del sector

ARGENTINA EN EL ENTORNO COMPETITIVO DE LA OLEOQUÍMICA

- El uso de biodiesel como combustible aparece como elemento potenciador de la macroeconomía del país y de su seguridad energética, permitiendo potenciar la industrialización de productos primarios a la vez que diversificar y fortalecer la estructura del comercio exterior del país
- Un avance en el agregado de valor de los subproductos de su producción parece tener un sustento de largo plazo más allá de las problemáticas de corto plazo derivadas de las restricciones macro del país que afectan el mercado de biodiesel.

Estrategia, estructura y rivalidad de las empresas	Buena parte de la rivalidad pasará a ubicarse en el futuro por la búsqueda de mercados y/o asociaciones estratégicas con usuarios finales de derivados, a la vez que la diferenciación de los productos en cuanto segmentaciones específicas que permitan mayor captura de valor
Condiciones de los factores	Existe una considerable aglutinación de factores que inclinan a asumir que se cuenta con una masa crítica suficiente como para impulsar un proceso de desarrollo en el campo de biorrefinerías que devenga en un proceso autosustentable.
Condiciones de la demanda	Las mayores oportunidades aparecen en mercados de exportación, tanto para productos como para desarrollos, procesos y equipos, pero es cuestión de tiempo que otros productos de exportación que incorporan productos químicos en su elaboración, deban emprender el camino de la descarbonización para garantizar sus mercados, desarrollando, por ende, mercados locales para los mismos.
Sectores conexos y de apoyo	El Estado ha jugado un rol de relevancia para el desarrollo de los sectores de energías limpias y otros sectores disruptivos, por lo cual es de esperar que tenga un rol en el impulso del nuevo sector a partir del aprovechamiento de capacidades existentes, tanto en políticas como en instituciones, como la empresa provincia de energía y la participación de la provincia en diversas instancias de fomento y desarrollo económico.

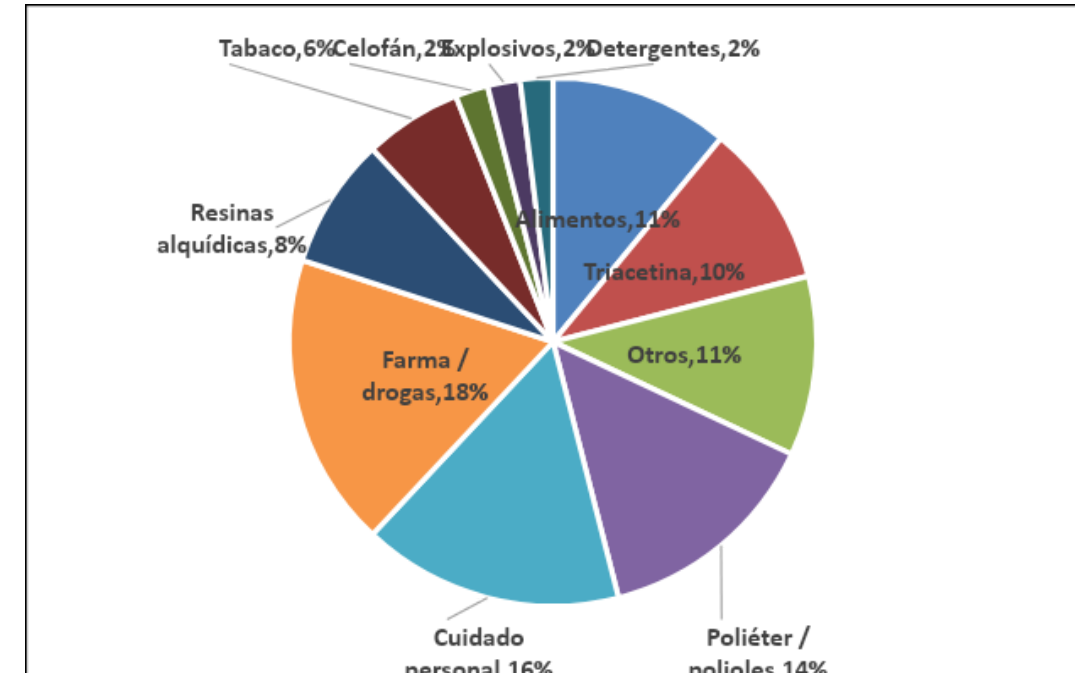
5. Biorrefinerías y química verde: la oleoquímica como masa crítica

5. 1. Glicerol, fin de la cadena, principio de química

Dentro de las alternativas a la química verde se encuentran las rutas relacionadas con la producción de biocombustibles, de las cuales en Argentina ha tenido desarrollo por el lado de los alcoholes, con el bioetanol, y del lado de los aceites, con el biodiesel basado en aceite de soja.

Respecto de ellos, la producción que ofrece de manera inmediata derivados para avanzar en la cadena de agregado de valor es la del biodiesel, donde a partir del glicerol, es posible desarrollar otros productos, sobre la base de procesos de transformación dentro del campo de la oleoquímica.

De la producción de biodiesel queda como un derivado el glicerol, en una proporción de 1 a 10 en relación al biodiesel, y teniendo en cuenta la amplia producción de biodiesel en el país, concentrada de manera fundamental en la provincia de Santa Fe, resulta lógico avanzar con este producto en el desarrollo de mayores agregados de valor, sobre todo teniendo en cuenta que, a medida que aumenta la producción de biodiesel a escala mundial, mayor disponibilidad de glicerina existe, y por ende, menor es su precio.



Mercado mundial de glicerol (volúmenes y uso industrial).

Fuente: Navaoñ, May, 2002.

5. II. Glicerina, primer paso, vuelo corto

- El mercado de la glicerina se estima en alrededor de 4 millones de toneladas métricas en 2020, y se prevé que el mercado registre un crecimiento de más del 6% durante el período 2021-2026.
- Las principales aplicaciones de la glicerina son las farmacéuticas, de cuidado personal y cosméticas.
- A corto plazo, uno de los factores clave que impulsan el crecimiento del mercado es la fuerte demanda de la industria farmacéutica.
- Además, a mediano plazo, también se espera que el aumento del uso en las industrias de cuidado personal y cosméticos impulse el mercado estudiado.
- Por otro lado, la mayoría de los fabricantes de glicerina refinada están optando por sustitutos alternativos de la glicerina en varias industrias de usuarios finales, y es probable que esto afecte el crecimiento del mercado. Algunos de los sustitutos incluyen dietilenglicol, ceramidas, aceites, mantequilla, etc.
- Si bien Europa representan un mercado de importancia, las tendencias inclinan la demanda hacia Asia Pacífico.
- Asia-Pacífico representó la mayor parte del mercado mundial de glicerina, debido a países emergentes como China, India y Japón.
- Es posible observar en nuestro país que, la tendencia al desarrollo de la producción de glicerina, es la asociación con jugadores extranjeros o directamente, la exportación del insumo para su procesamiento en el extranjero. De consolidarse una tendencia tal, se corre el riesgo de perder una gran oportunidad de captura de valor local.
- Al respecto es esperable que una pronta saturación del mercado horade el atractivo y los márgenes de la misma, siendo recomendable moverse hacia nichos de mayor valor agregado.

5. III. Transición energética en Argentina

RUTAS QUÍMICAS DESDE EL GLICEROL	
Reformado	Por medio de reformado entonces, el glicerol se puede convertir en combustibles verdes, con procesos de fase acuosa producir hidrógeno verde o hidrocarburos verdes, o por medio de reformados en fase gaseosa, biometanol, que en la actualidad se produce a partir de gas natural.
Reducción selectiva	En química, reducción es el proceso electroquímico por el cual un átomo o un ion gana electrones. Implica la disminución de su estado de oxidación. Este proceso es contrario al de oxidación. En química orgánica, la disminución de enlaces de átomos de oxígeno a átomos de carbono o el aumento de enlaces de hidrógeno a átomos de carbono se interpreta como una reducción Desde un punto de vista comercial, la producción de 1,2-propanodiol por la reducción del glicerol es el logro más relevante de la nueva química de la glicerina. El 1,2-propanodiol (o propilenglicol, PG) es un producto químico importante derivado tradicionalmente de la oxidación del propileno.
Cloración	Los estudios de halogenación de glicerol se centran en la formación de 1 3-dicloro-2- propanol, un intermediario en la síntesis de epiclorhidrina, por hidroclicación directa. Este se produce junto con el isómero 1 2. 1 3-dicloro-2-propanol (a,g-clorohidrina) es el isómero de elección porque la epiclorhidrina, formada por su deshidrocloración, es comercialmente importante. Por condensación con un polioliol como bisfenol A epiclorhidrina permite conservar una estructura lineal en los polímeros de éter obtenidos de él, incluidas las comercialmente importantes resinas epoxi.
Deshidratación	Deshidratación de glicerol. Dos sustancias químicas importantes se pueden producir directamente por deshidratación de glicerol: acroleína y 3-hidroxipropionaldehído (3-HPA). Además, la oxideshidratación del glicerol da como resultado un acrílico ácido comercialmente importante. La acroleína se produce actualmente por oxidación del propileno derivada de hidrocarburos.
Deshidratación a acroleína	Se han dejado de comercializar procesos más antiguos para convertir glicerol en acroleína debido al alto costo y la baja estabilidad del catalizador. Más reciente, sin embargo, Corma y colaboradores han desarrollado un proceso de deshidratación resultando en la conversión completa de glicerol a acroleína lo que hace uso de catalizador ácido sólido Oxidación a ácido acrílico El ácido acrílico se puede producir mediante una reacción de oxidación de un solo paso de glicerol en presencia de oxígeno molecular. La reacción de deshidratación es seguida por la oxidación aeróbica de la acroleína resultante directamente a ácido acrílico
Eterificación	Los éteres de glicerol de interés incluyen los compuestos resultantes de la reacción con isobutileno o terc-butanol, incluidos poligliceroles y glicosil glicerol. Moléculas oxigenadas como metil terc-butil éter (MTBE, ahora prohibido en muchos países) se utilizan como aditivos para combustibles debido a sus propiedades antidetonantes y de mejora del octanaje
Esterificación	La esterificación del glicerol da lugar a una variedad de productos útiles y en últimos años ha sido un área activa de investigación. Las reacciones emplean tanto catalizadores químicos como lipasas y se pueden dividir en tres tipos: esterificación con ácidos carboxílicos, carboxilación y nitración.

5. IV. Transición energética en Argentina

- Santa Fe cuenta con grandes posibilidades de desarrollar ventajas competitivas de cara al despliegue de la química verde, cuyo vector por excelencia es la biorrefinería. La existencia de singulares condiciones en todos los aspectos que hace a la competitividad sistémica, brindan una ventana de oportunidad para el desarrollo en particular, de la oleoquímica, cuya plataforma de lanzamiento es el complejo sojero en general y la industria del biodiesel en particular.
- El recorrido por la actualidad del uso del glicerol y las posibles rutas para su transformación en productos de mayor valor agregado muestran un gran potencial, tanto en lo que hace a la faz productiva, como en el desarrollo de procesos y productos que permitan capturar de manera local mayores fracciones del valor agregado involucrado. En tal sentido, y pese a las amplias capacidades de la provincia, existe un espacio de vacancia fundamental para el desarrollo local de la oleoquímica y las biorrefinerías: infraestructuras y facilidades que permitan validar procesos en escalas pre industriales.
- Tales facilidades resultarían clave para permitir la captura local de los desarrollos de conocimientos y procesos, el diseño y construcción de plantas y su operación, y el escalado industrial, con las consecuentes posibilidades productivas y de exportaciones de bienes y servicios de alto valor. Observando el panorama general de la provincia, puede afirmarse que es el eslabón faltante para lanzar un proceso sistemático de desarrollo y escalado en la temática, ya que si no, tal como se observa en el glicerol, la tendencia será a localizar plantas en el exterior y/o importar tecnología, resignándose por ende, las mejores porciones de ingreso.
- En tal sentido entonces, y ante la ausencia de actores privados que cumplan ese rol, y la histórica vacancia de las políticas de ciencia y tecnología en la provincia, sería deseable un rol más decidido del Estado a la hora de ofrecer los impulsos necesarios y conducir y aglutinar el esfuerzo de los privados y el complejo científico tecnológico radicado en la provincia.

6. Conclusiones y agenda

6. 1. La agenda para Santa Fe

Tal como se ha apreciado en el trabajo, existe en la provincia una **amplia masa crítica de recursos y capacidades** que sólo precisan un relativamente pequeño esfuerzo desde el lado de las políticas públicas para comenzar a capturar la **oportunidad que se configura en la intersección de la transición energética y la emergencia de la bioeconomía**.

Las trayectorias relacionadas con los sectores productivos, industriales, tecnológicos y de ciencia y tecnología han acumulado un conjunto de capacidades que, con **un esfuerzo de política que cubra áreas de vacancia tecnológicas**, pueden ser transformadas en resultados inéditos para el país y la provincia.

Las áreas de vacancia constituyen restricciones al desarrollo, pues en lo que hace al desarrollo de nuevas oportunidades, sectores o negocios, no permiten completar las trayectorias que buscan llevar a condiciones comerciales nuevos productos o servicios. **Una restricción al desarrollo del país en el campo industrial tecnológico que resulta histórica es la escasa tasas de éxito en el pasaje del laboratorio a la economía industrial, o dicho en otros términos, la proliferación de prototipos que nunca pasan a producción.**

En el campo de las biorrefinerías, esto se ilustra en las dificultades para **pasar de los prototipos de laboratorio a validaciones de proceso en escalas piloto que permitan saltar a proyectos de escala industrial**, lo cual requiere validar no sólo los procesos, sino también cuestiones de economía industrial, ingeniería, economía del proceso, escalabilidad, balances de masa, etc.

Este tipo de validaciones se pueden resolver de varias maneras, siendo el modo más usual en el primer mundo, la **existencia de facilidades para tal fin o esquemas de asociaciones tipo spin-off con fondos especializados en inversiones de riesgo**.

6. II. La agenda para Santa Fe

De más está señalar que, en la históricamente compleja realidad macro del país, la tendencia histórica ha sido hacia la fuga de proyectos al exterior, donde venta de patentes mediante o asociaciones con grandes jugadores, **se exterioriza el proceso de validación y escalado**, y también los beneficios. Planteado esto entonces, **una forma de adaptarse a la realidad del país y acelerar el proceso bajando a la vez el nivel de riesgo, es la constitución de plataformas para validar procesos en escala prototipo**, de modo de conectar la etapa de I+D con el proceso de innovación empresarial.

Al respecto, y en vista de que la provincia posee ventajas dentro de la **cadena oleoquímica, deberían priorizarse acciones en dicha ruta de la química verde**. Esto en tanto que, como se ha revisado en los capítulos precedentes, el desarrollo de agregado de valor a partir de la glicerina de origen vegetal se encuentra en ebullición a nivel mundial, a la vez que la emergencia de un mercado que premia la baja huella de carbono configura **interesantes oportunidades para el reemplazo de derivados de la petroquímica por opciones verdes**.

Así, y teniendo en cuenta las capacidades provinciales, el desarrollo de plataformas para la validación de procesos y espacios de articulación / asociación entre actores públicos y privados, resulta indispensable para acelerar tiempos y generar las condiciones de posibilidad de captura local de valor. Recordemos que, en condiciones de subdesarrollo o periféricas como la de Argentina, el Estado debe jugar en muchas oportunidades, el rol de impulsor que rompa las tendencias dominantes, y en términos de oportunidad histórica, sería una enorme pérdida que el Estado no se decida a ejercer un rol decidido en el impulso y desarrollo de la agenda de las biorrefinerías.

6. III. El contexto y el horizonte

1. GEOPOLÍTICA

Las transiciones energética y geopolítica en curso devuelven a la energía a la esfera de la seguridad nacional y de los sectores estratégicos, alterando al actual división del comercio internacional en torno a ella, pero también alterando el paisaje de las políticas industriales.

2. INDUSTRIA Y CADENAS DE VALOR

La necesidad de construir cadenas de valor industriales más cortas y seguras desde el punto de vista de la seguridad energética y nacional constituye una oportunidad para la industrialización por medio de la transición. El resultado efectivo dependerá de las estrategias nacionales adoptadas.

3. NUEVOS NEGOCIOS, NUEVAS OPORTUNIDADES

La emergencia de la bioeconomía despliega un abanico de nuevas y enormes oportunidades, exigiendo como contraparte una actitud activa para la identificación de las mismas. Respectos del sector de BK se está ante oportunidades inéditas en el desarrollo del sector de las biorefinerías.

4. NUEVOS SECTORES, NUEVAS DINÁMICAS

Tanto la transición energética como la bioeconomía impondrán dinámicas de desarrollo en diferentes escalas y enfocadas tanto hacia el país como mercados de exportación, en función estas de las políticas de descarbonización que asuman los países centrales.

5. BIOECONOMÍA Y EXPORTACIONES

El reemplazo de la petroquímica por la química verde constituye sin duda una de las oportunidades más interesantes de las últimas décadas, pero posicionarse en el mercado exige velocidad y coordinación entre diferentes actores.

6. BLANCO MÓVIL

La naturaleza de las oportunidades va mutando en el tiempo, dejando cada vez los nichos de menor valor agregado y con mayor intensidad de competencia, por lo cual es importante ser ingresantes tempranos en el sector, de modo de contar con mayor libertad a la hora de seleccionar estrategias.

MUCHAS GRACIAS

Magíster Diego Daniel Roger

ddroger@gmail.com

@diegodroger

