

# ESTUDIO SOBRE LA CONSTRUCCIÓN DE INDICADORES Y EL DISEÑO DE METODOLOGÍAS PARA CUANTIFICAR LA INFLUENCIA DE LA ECONOMÍA CIRCULAR SOBRE LA EFICIENCIA ECONÓMICA Y LA COMPETITIVIDAD DE LA INDUSTRIA VALENCIANA: VALORACIÓN DEL COSTE DE NO ACTUAR

---

Francesc Hernández Sancho  
Águeda Bellver Domingo  
Lledó Castellet Viciano

---



Càtedra de  
Transformació del  
Model Econòmic  
Economia Circular  
en el Sector de l'Aigua



## ÍNDICE

1. Introducció .....	3
2. Indicadores y metodologías para analizar la influencia de la economía circular sobre la eficiencia económica.....	6
2.1. Análisis Envolvente de Datos.....	8
2.2. Curvas de Demanda .....	11
2.3. Método Analítico de Valoración Multicriterio .....	13
2.4. Precios Sombra .....	15
3. El coste de no actuar como potenciador de la economía circular .....	17
3.1. Ejemplo de la influencia de los costes de no actuar en sector agrícola de la Comunidad Valenciana .....	22
3.2. Ejemplo de la influencia de los costes de no actuar sobre la salud de la población.....	25
4. Conclusiones .....	27
Referencias .....	28

## Índice de Tablas

Tabla 1. Riesgos a los que se enfrentan las empresas ante la escasez de recursos. Fuente: elaboración propia. ....	17
Tabla 2. Instrumentos disponibles para la internalización de los costes de no actuar dentro de las políticas, planes y programas. Fuente: adaptado de WWAP (2017). ....	18

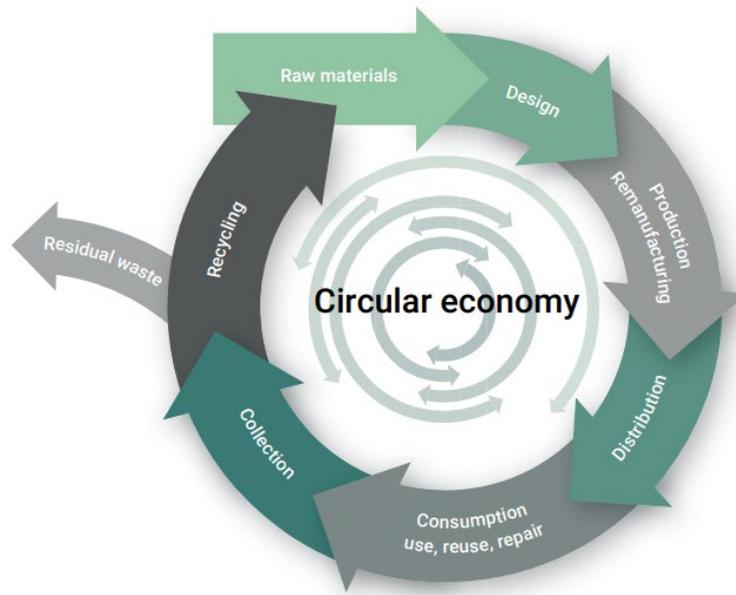
## Índice de Figuras

Figura 1. Diagrama de un modelo de economía circular: Fuente: Balke et al. (2017).....	3
Figura 2. Representación de un modelo frontera.....	9
Figura 3. Indicadores de eficiencia generados a partir de los resultados que ofrece la medida de Russell.....	11
Figura 4. Estructura de la ANP (Fuente: Adaptado de Aznar-Bellver,2012).....	14
Figura 5. Aspectos que considerar para internalizar los costes de no actuar y conseguir la implementación efectiva de la economía circular. Fuente: AA.VV. (2024). ....	20

## 1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años la economía circular ha ido ganando cada vez mayor importancia ya que se presenta como una alternativa al actual sistema económico lineal. La economía circular representa un sistema económico en el que se genera un flujo circular de materiales y residuos dándoles valor a través de acciones basadas en la reutilización, reciclaje y regeneración de productos o subproductos (Figura 1). Gracias a estas acciones, no solo se optimiza el uso de recursos, ya que los materiales permanecen más tiempo en el sistema productivo/económico, reduciendo la extracción de materias primas, sino que además se reducen los residuos generados, minimizando el impacto ambiental debido al sistema productivo. A través de la economía circular se reduce la dependencia de los recursos naturales y se potencia la capacidad de regeneración natural de los recursos, lo cual garantiza la sostenibilidad y el crecimiento económico, y a su vez se contribuye a la conservación y protección del medio ambiente (Ghisellini et al., 2016).

Figura 1. Diagrama de un modelo de economía circular: Fuente: Balke et al. (2017)



Desde un punto de vista puramente económico, la economía circular puede considerarse un modelo de negocio que las empresas pueden utilizar y aprovechar sus oportunidades. En este contexto, un modelo de negocio basado en la economía circular puede abordarse

desde cinco perspectivas diferentes, que tienen sus propias características diferenciadas y pueden utilizarse de forma individual o combinada (Lacy et al., 2014):

1. **Suministros circulares:** Este enfoque tiene como premisa el suministro de materiales 100% renovables, reciclables o biodegradables. Este modelo sustituye al modelo de producción lineal, reduciendo o eliminando el consumo de materias primas que suelen ser escasas y limitadas, minimizando la producción de residuos y mejorando la eficiencia de los procesos.
2. **Recuperación de recursos:** Supone la recuperación y tratamiento de residuos mediante el uso de soluciones de reciclaje para ser utilizadas como materias primas en otros procesos. Se promueven las cadenas de retorno y la recuperación del valor implícito de la vida útil del producto final.
3. **Prolongación de la vida útil del producto:** A través de este modelo de negocio que incluye acciones como la reparación, la actualización y la reventa de productos, se puede prolongar la vida útil de los productos, al tiempo que se reduce la cantidad de residuos producidos y el uso de recursos. Al reparar o actualizar el producto, la empresa puede generar ingresos adicionales al incorporar nuevas cualidades al producto que pueden ofrecer nuevos servicios. También puede prolongar económicamente la vida útil de los productos, ya que retrasa la sustitución o el reemplazo del producto por otro nuevo.
4. **Plataformas de intercambio:** Este enfoque concreto fomenta un entorno de colaboración entre las personas que utilizan el producto, ya sean particulares u organizaciones, permitiendo y facilitando el acceso a productos recuperados con el fin de aumentar la tasa de uso. Además, la maximización de la utilización de productos y subproductos en este modelo aumenta la productividad y crea valor para el usuario.
5. **Producto como servicio:** En esta fórmula de negocio se ofrece una alternativa a la estructura de mercado convencional de «comprar y poseer». Para ello, los productos son compartidos mediante un contrato de alquiler o de pago por uso. Este enfoque fomenta tanto el rendimiento duradero como la capacidad de actualización a la inversa, pasando de la producción en masa a la eficiencia. Este modelo de negocio puede resultar muy atractivo para las empresas cuyo producto es caro debido a la tecnología utilizada y a los costes de funcionamiento y mantenimiento, pero si la tecnología es compartida por distintos usuarios, los

costes de mantenimiento pueden repartirse y reducirse, al tiempo que se generan ingresos por el arrendamiento del uso de la tecnología.

De ahí que la economía circular representa un nuevo paradigma económico, ambiental y social que aboga por mantener el desarrollo económico desde una perspectiva respetuosa con el medio ambiente. Esto da como resultado nuevos modelos de gestión y negocio que suponen un reto para las empresas ya que éstas siempre van a buscar la maximización de su eficiencia. Este punto es importante ya que debe confluir con los pilares de la economía circular:

- Preservar y aumentar el capital natural a través del control de la cantidad de recurso disponible y equilibrando los flujos de materiales y energía.
- Optimizar el rendimiento de uso de los recursos, asegurando un camino circular para los subproductos en su nivel más alto de utilidad y calidad.
- Promover la eficiencia del sistema a través de la mejora tecnológica, la creación de patentes y la eliminación de los impactos ambientales.

Los cambios que propone la economía circular para el sector productivo son una oportunidad de negocio y de adaptación a las nuevas condiciones ambientales y sociales. Sin embargo, también son un riesgo para las empresas ya que se requieren cambios profundos en los modelos productivos, en los modelos de negocio y en las interrelaciones que la propia empresa tiene con otros actores. El principal cambio que se observa es la eficiencia de proceso, ya que éste ha sido diseñado para el aprovechamiento de un determinado recurso del cual se conoce su calidad y cantidad.

Pese a los beneficios y la popularidad de la economía circular, parece que su implementación es aún muy reducida (Korhonen et al., 2018). Con el fin de poner en marcha la transición hacia una economía más circular, la Unión Europea ha creado planes ambiciosos como el Plan de Acción de Economía Circular (European Commission, 2020). En base a ello, la implementación de la economía circular debe ser un proceso combinado entre las instituciones públicas y las empresas. Esto supone un periodo de aceptación y adaptación de las empresas ante los cambios inminentes en la normativa y en las condiciones de mercado. Posterior a este periodo de aceptación, surge la necesidad de que haya empresas vanguardistas en los diferentes sectores que sean las encargadas de implementar los cambios en sus procesos, permitiendo al resto del tejido empresarial

comprobar la viabilidad de la nueva situación. De esta forma, cuando la nueva normativa reguladora se activa por parte de los organismos públicos, las empresas ya han interiorizado el cambio hacia la circularidad y son capaces de ver cómo mejorar su eficiencia al mismo tiempo que reducen sus residuos y favorecen su rentabilidad y competitividad.

El objetivo de este informe consiste en analizar la influencia de la economía circular sobre la eficiencia de las empresas a través de la construcción de una serie de indicadores que permitan evaluar y monitorizar la situación de la empresa con respecto al resto de actores implicados. Así mismo, este informe aborda la importancia de considerar el coste de no actuar como una herramienta adicional en el análisis y monitorización del comportamiento de la empresa. Permitiendo establecer el punto de partida para la implementación de la economía circular considerando qué ocurriría si dicha empresa no implementara ninguna medida de circularidad. Los resultados del informe permiten demostrar la necesidad de implementar acciones de gestión ambiental que aseguren la continuidad de los ecosistemas para garantizar su conservación, ya que el medio ambiente no solo aporta materias primas y energía, sino que es el soporte físico de nuestra propia existencia.

## 2. Indicadores y metodologías para analizar la influencia de la economía circular sobre la eficiencia económica

Para alcanzar los objetivos de la economía circular se requiere la implementación de estrategias y modelos de negocio que permitan hacer un uso eficiente de los recursos, mientras que se reduce la generación de residuos. Este tipo de prácticas se basan fundamentalmente en acciones relacionadas con la reutilización y el reciclaje de productos, con el fin de prolongar su vida útil dentro del sistema productivo y de consumo. Esta circularidad da lugar a un modelo de negocio más eficiente y sostenible a lo largo del tiempo. A través de este enfoque, las empresas, no solo reducen el impacto ambiental asociado a su actividad, sino que mejoran su eficiencia. Este incremento en la eficiencia genera una reducción de sus costes operativos, derivados de un menor consumo de materias primas y el ahorro en la gestión de una menor cantidad de residuos. Además, la implementación de este tipo de prácticas supone una ventaja competitiva para las

empresas, ya que tanto consumidores como socios colaboradores o inversores son cada vez más sensibles con aquellas iniciativas que tengan un menor impacto ambiental y sean sostenibles. Por lo tanto, desde el punto de vista empresarial evaluar y crear indicadores capaces de medir el grado de circularidad de las empresas o sus productos es fundamental para posicionar y garantizar su éxito.

Hay que tener en cuenta que los indicadores que miden la economía circular pueden y deben tener en cuenta diversos aspectos, ya que las medidas basadas en economía circular tienen que ser técnicamente viables para las empresas, deben generar una rentabilidad económica, y por supuesto, deben ser medidas respetuosas con el medio ambiente. Por lo que se refiere a los indicadores técnicos, estos deben reflejar como de adaptado esta un sistema productivo o empresa a la reducción de residuos y generación de subproductos y su eficacia. Por otro lado, la circularidad debe contemplar también aspectos económicos, ya que un sistema productivo circular requiere de una inversión en tecnología e innovación, la cual además de beneficios ambientales debe generar beneficios económicos a la empresa, por ejemplo, gracias a la recirculación de subproductos la empresa puede ver reducidos sus costes en materia prima.

Finalmente, para corroborar que las prácticas implementadas por las empresas cumplen con los principios de la economía circular, es necesario disponer de indicadores ambientales capaces de medir el impacto que tienen dichas prácticas sobre el medio ambiente, y esto puede ser a través de la reducción de la huella de carbono, la generación de residuos, emisión de vertidos, entre otros.

Hay que tener en cuenta que no existe una metodología capaz medir la eficiencia técnica, económica y ambiental de forma simultánea. Sin embargo, es necesario trabajar con los tres tipos de indicadores de forma conjunta ya que solo así tendremos una visión global del grado de circularidad alcanzado, ofreciendo información muy valiosa para las empresas, ya que de esta forma pueden ser conocedoras de en qué dirección deben actuar para potenciar los beneficios de la economía circular. A continuación, se enumeran una serie de métodos que pueden ser usados para crear distintos indicadores de circularidad, en base a criterios técnicos económicos y/o ambientales.

## 2.1. Análisis Envolvente de Datos

En la literatura podemos encontrar una amplia tipología de métodos para el análisis de la eficiencia en multitud de sectores. Uno de los que aportan mayores garantías de fiabilidad a la hora de medir la eficiencia de los procesos productivos dentro del marco de la economía circular es el desarrollado por Farrell (1957). En este trabajo se establece una medida de eficiencia basada en una ratio de producto-recursos y se perfila el concepto de frontera de eficiencia, lo cual se ha convertido en la base de muchos de los modelos que posteriormente otros autores han desarrollado y que actualmente se utilizan.

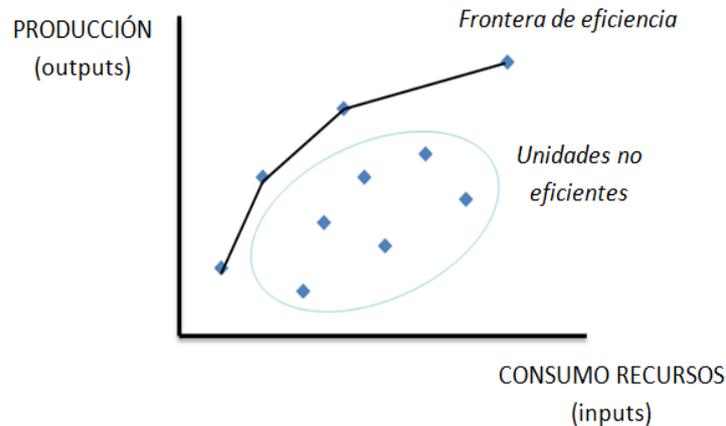
En general, los llamados modelos frontera se basan en tres tipos de función: las funciones de producción, de costes y de beneficios, las cuales operan bajo el supuesto de optimización, es decir, que todas ellas especifican el valor máximo o mínimo de la función que puede ser logrado bajo unas determinadas condiciones, que suelen estar sujetas al precio y/o la tecnología, fijando de esta forma un límite o frontera. Este límite o frontera de eficiencia se obtiene a partir de observaciones reales realizadas, y a ella pertenecen únicamente los casos de mejores prácticas, es decir, aquellas unidades cuyo proceso es eficiente ([Figura 2](#)). El resto de las unidades de producción, aquellas que en relación con las anteriores no son eficientes y deberían mejorar sus prácticas, quedan envueltas por la frontera.

Según el tipo de función implicada en el cálculo de la eficiencia se distingue entre eficiencia técnica y eficiencia económica. De tal forma que, aquellos modelos de eficiencia basados en las funciones de producción nos informan sobre la eficiencia técnica mientras que, si el óptimo se establece en base a un objetivo económico, es decir, si se define mediante funciones de coste o de beneficio, se obtiene un índice de eficiencia económica.

Así pues, la eficiencia técnica está relacionada únicamente con la producción del proceso, y se puede evaluar desde dos enfoques. El primero de ellos sería evaluar la posibilidad de que en un proceso de producción se reduzcan los recursos sin modificar la cantidad del producto; mientras que el segundo contempla la posibilidad de incrementar la producción sin modificar la cantidad de recursos utilizada. Así pues, podríamos decir que un determinado proceso es eficiente si la única manera de incrementar la producción es

consumiendo más recursos o si, por el contrario, un descenso en el consumo de recursos implica una reducción en la producción. En cuanto a la eficiencia económica, su finalidad es alcanzar un nivel dado de producción con el menor coste posible en recursos.

Figura 2. Representación de un modelo frontera.



A continuación, se presenta uno de los modelos de eficiencia más utilizados por su versatilidad y utilidad. Se trata del Modelo Russell, que consiste en un modelo de eficiencia no paramétrico y no radial desarrollado por Russell (1985, 1987, 1998). El hecho de ser un modelo no paramétrico supone que para el cálculo de la eficiencia no se requiera definir la forma que va a tener la función previamente, y se obtiene a partir de los datos reales que se introducen al modelo, de tal forma que no es necesario hacer supuestos, reduciendo el sesgo en los resultados. A diferencia de los modelos radiales, los modelos no-radiales ofrecen un índice de eficiencia por cada input y output del proceso, aportando mucha mayor información para el tomador de decisiones, ya que esto puede utilizarse como indicador de las potencialidades de mejora que presenta una empresa o proceso productivo.

Matemáticamente, la medida de Russell se obtiene a través de la minimización de la media aritmética de los índices de eficiencia en input por proceso de producción, y se define como:

$$MR(y, x) = \min \left\{ \sum_{n=1}^N \lambda / N : (\lambda_1 x_1, \lambda_2 x_2, \dots, \lambda_N x_N) \in L(y), 0 \leq \lambda_N \leq 1 \right\} \quad (1)$$

En este caso como ya se anunciaba anteriormente, a diferencia de lo que ocurre en los modelos radiales, en este modelo los inputs se reducen en distinta proporción, lo cual nos permite obtener un índice de eficiencia por cada input.

Dados  $K = 1, 2, \dots, k, \dots, K$  productores cada uno de los cuales utiliza un vector  $x^k = (x_1^k, x_2^k, \dots, x_N^k)_{(N \times 1)}$  de inputs para llevar a cabo la producción de un vector de outputs  $y^k = (y_1^k, y_2^k, \dots, y_M^k)_{(M \times 1)}$ , siendo  $z$  un vector de intensidad de variables  $(K \times 1)$ . Para cada unidad de producción  $k$  se pueden obtener los valores de la anterior medida de Russell resolviendo el siguiente problema de optimización mediante programación lineal (1):

$$MR(y^{k'}, x^{k'}) = 1/N \min \sum_{n=1}^N \lambda_n \quad (1)$$

Sujeto a,

$$\sum_{k=1}^K z_k y_{km} \geq y_{k'm} \quad m = 1, \dots, M$$

$$\sum_{k=1}^K z_k x_{kn} \leq \lambda_n x_{k'n} \quad n = 1, \dots, N$$

$$z_k \geq 0, \quad k = 1, \dots, K$$

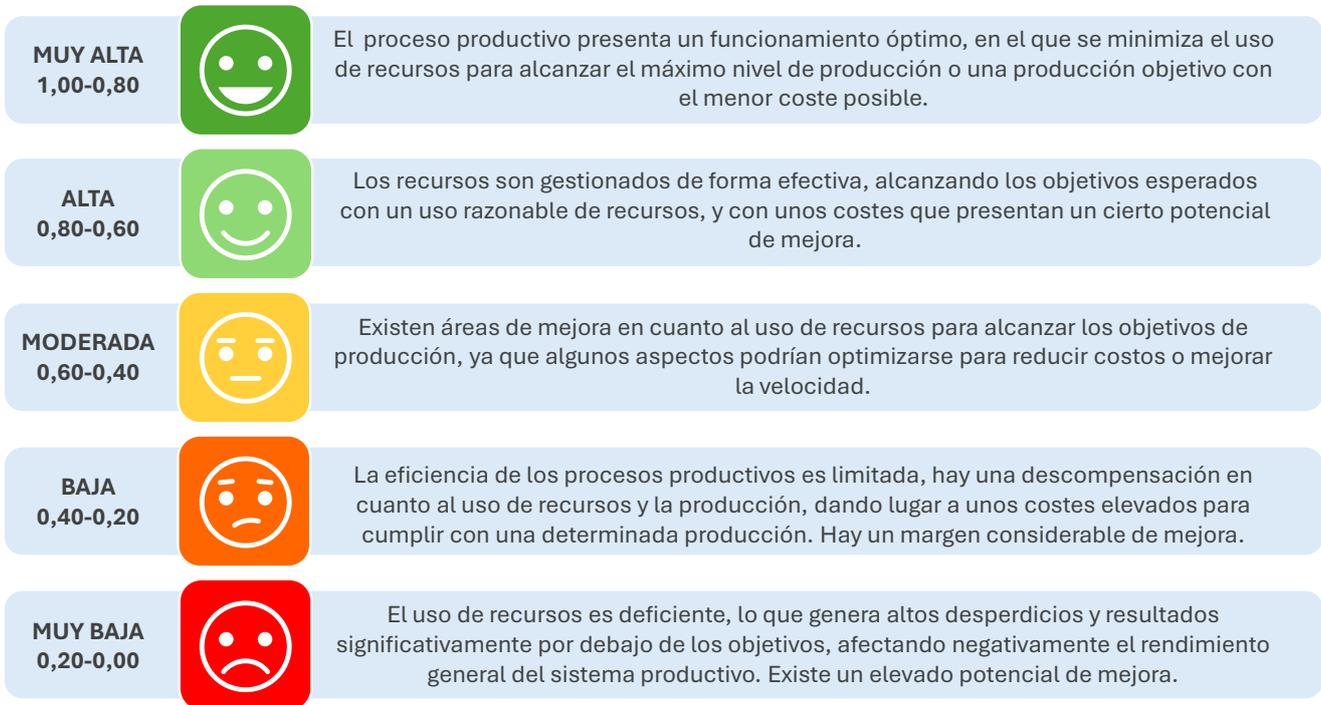
$$0 \leq \lambda_n \leq 1, \quad n = 1, \dots, N$$

Donde MR se corresponde con la medida de Russell mientras que cada una de las  $\lambda_n$  obtenidas nos facilita un indicador de eficiencia para cada uno de los inputs considerados.

La aplicación de este modelo da como resultado distintos índices de eficiencia individualizados, por cada recurso o input y/o por cada producto u output evaluado. Estos indicadores de eficiencia del proceso oscilan entre 0 y 1, siendo 1 el valor de máxima eficiencia. Hay que tener en cuenta que se trata de un índice de eficiencia relativo, ya que éste se obtiene como resultado de la comparación entre sí de las unidades de producción

que constituyen la muestra. A continuación, la **Figura 3** muestra una gradación de los distintos niveles de eficiencia según el valor obtenido.

Figura 3. Indicadores de eficiencia generados a partir de los resultados que ofrece la medida de Russell.



## 2.2. Curvas de Demanda

Los modelos de regresión lineal pretenden dar a conocer y modelizar la relación existente entre una variable dependiente cuantitativa (costes) con uno o más factores, los cuales se conocen como variables independientes o explicativas (Cohen 1983). Los costes de un proyecto de inversión dependen de distintas variables en función de la tipología del proceso productivo y del grado de dificultad para con la adaptación a un modelo de producción circular. En consecuencia, a través de estos modelos se puede conocer la

escalabilidad del proyecto explicada gracias a un modelo predictivo. Actualmente se pueden utilizar los siguientes enfoques para construir el modelo:

- Modelos econométricos a través de la aplicación de técnicas estadísticas a los fenómenos económicos.
- Programación matemática, la cual establece modelos que tratan de obtener la solución óptima de acuerdo con un conjunto de restricciones.

Al mismo tiempo, estos modelos pueden incluir información acerca de la influencia de las variables geográficas, así como de los diferentes aspectos técnicos que influyen en el proceso productivo. Ambos tipos de variables resultan esenciales a la hora de potenciar los modelos circulares de producción, ya que permitirán evaluar la potencialidad de establecer nexos con otras empresas del territorio y, al mismo tiempo, conocer el grado de eficiencia técnica necesario para que los subproductos se conviertan en materias primas secundarias. Bajo este supuesto y su influencia en los costes de inversión iniciales para el cambio hacia la circularidad, las curvas de demanda permiten generar múltiples escenarios, reduciendo de este modo la incertidumbre en los procesos de toma de decisiones.

Con tal de validar un modelo predictivo capaz de proyectar los costes de cualquier proyecto de inversión se deben analizar una serie de hipótesis básicas asociadas al modelo con tal de realizar comprobaciones de la normalidad de los residuos, multicolinealidad de las variables, independencia de los residuos y homocedasticidad.

- La normalidad de los residuos afirma que los errores del modelo se distribuyen de forma normal. Si esta hipótesis no se cumple puede ser debido a que en la muestra se encuentran valores atípicos.
- La multicolinealidad se da cuando existe dependencia lineal entre las variables independientes. La multicolinealidad de las variables se puede comprobar mediante el Factor de Inflación de la Varianza (FIV). Cuando el FIV es cercano a 1 significa que no existe correlación entre las variables. La independencia de los residuos viene dada por el Test de Durbin-Watson. El test de Durbin-Watson mide el grado de autocorrelación entre el residuo correspondiente a cada observación y el anterior (Rodríguez-Jaume y Mora-Catalá 2001). Cuando  $DW < 1,18$  se puede

afirmar que existe correlación, cuando  $DW > 1,4$  no hay correlación y cuando  $DW$  toma valores entre 1,18 y 1,4 no es concluyente la independencia de los residuos.

- La homocedasticidad significa que el error de la varianza de la variable se mantiene a lo largo de las observaciones. Mediante el SPSS la homocedasticidad se comprueba observando los valores pronosticados y los valores residuales en una gráfica. Si no se observan tendencias en la distribución se cumple el supuesto de homocedasticidad.

### 2.3. Método Analítico de Valoración Multicriterio

Las externalidades sociales y ambientales no están actualmente integradas de forma completa en los costes de producción o el valor de los materiales y productos. Por lo tanto, el uso de indicadores meramente económicos o técnicos no logran representar adecuadamente la escasez, los niveles de emisión o los impactos socioeconómicos de los sistemas evaluados. Para ello, existen otras metodologías que permiten cuantificar de forma económica los beneficios sociales y ambientales de la reutilización de productos en el sistema productivo, es decir, la circularidad del sistema productivo. Entre los distintos métodos existentes encontramos, el Método Analítico de Valoración Multicriterio, también denominado por sus siglas en inglés AMUVAM (*Analytic Multicriteria Valuation Method*).

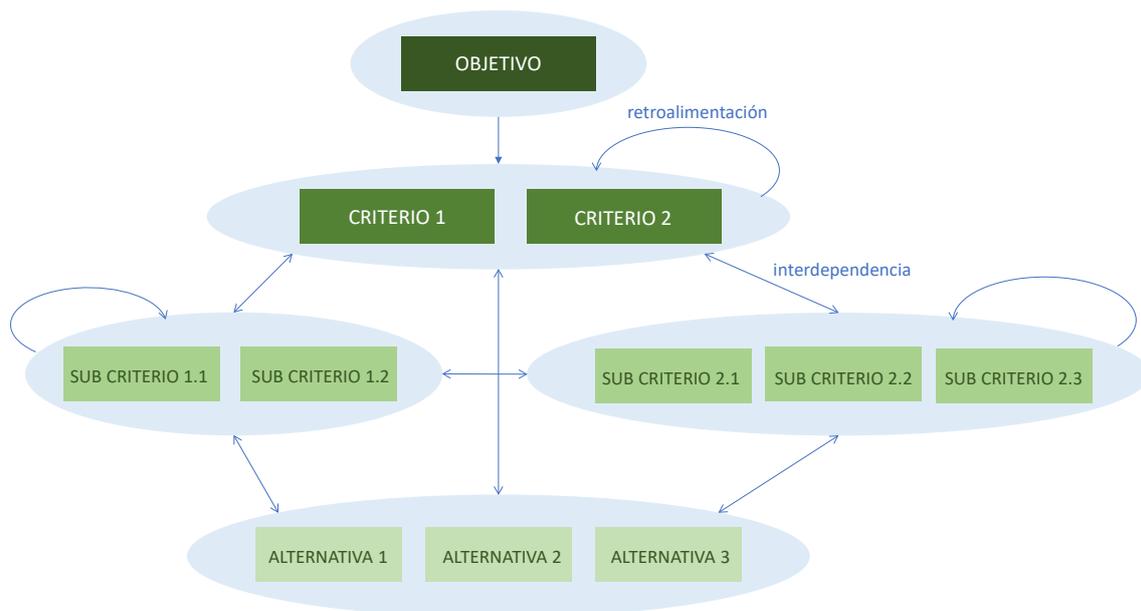
La metodología AMUVAM nos permite calcular el beneficio ambiental y social de una determinada actividad. A través de esta metodología se puede cuantificar el valor monetario de los diferentes servicios ecosistémicos que forman parte de un territorio o ecosistema de forma integral, obteniendo un valor monetario que puede ser incluido en los procesos de toma de decisiones. Cabe destacar que la principal complejidad de esta metodología reside en la correcta identificación de los servicios ecosistémicos existentes en el área de estudio.

En la literatura se ha utilizado el AMUVAM para el cálculo del valor monetario de diferentes servicios ecosistémicos obtenidos de los bosques (Araca et al., 2021), parques naturales como l'Albufera de València (Jorge-García and Estruch-Guitart, 2020) y parajes naturales como el marjal de Pegó-Oliva (Aznar et al., 2014). Además, el AMUVAM se

ha utilizado para la valoración monetaria de los servicios ecosistémicos generados por diferentes ecosistemas hídricos a lo largo del mundo (Barrial-Lujan et al., 2022), así como para la valoración de los servicios ecosistémicos estéticos del Parque Natural de l'Albufera de València (Estruch-Guitart and Vallés-Planells, 2017) y, finalmente para valorar el daño ambiental causado por los incendios forestales – tomando como referencia el incendio forestal ocurrido en el sur de Chile en 2017 (Cayo Araya et al., 2019). Estos trabajos muestran la utilidad del AMUVAM como metodología de valoración monetaria de los servicios ecosistémicos generados por diferentes ecosistemas y activos ambientales.

Generalmente el método AMUVAM está compuesto por el Proceso Analítico Jerárquico también conocido por sus siglas en inglés como AHP (Analytic Hierarchy Process) y un valor “pívor” de mercado. El AHP es un Método Multicriterio, el cual se basa en la Teoría de Decisión Multicriterio, mediante la que se lleva a cabo una “selección de alternativas en función de una serie de criterio o variables, los cuales suelen estar en conflicto” (Saaty, 1980), es decir, la finalidad de este método es ofrecer una herramienta de apoyo en la toma de decisiones ante problemas complejos en los que se evalúan y consideran distintos objetivos para tomar una decisión. En estudios más recientes, el método AHP ha sido sustituido por el ANP (Analytic Network Process), que no es más que una generalización de del AHP, pero que aporta una mayor información y precisión.

Figura 4. Estructura de la ANP (Fuente: Adaptado de Aznar-Bellver,2012)



## 2.4. Precios Sombra

Los precios sombra representan una metodología cuantitativa que permite calcular el valor monetario de un output no deseado generado en un proceso de producción que es responsable de diferentes impactos ambientales. Dicho output no deseado (o subproducto) carece de valor de mercado porque, dentro del esquema lineal de producción, no es utilizable; generando un impacto económico y ambiental. Por lo tanto, esa situación debería ser corregida con el fin de maximizar la eficiencia de producción. El uso de los precios sombra permite cuantificar el valor de dicho subproducto como proxy del valor del impacto económico y ambiental generado. El resultado de esta cuantificación es, además, la potencialidad de uso de dichos subproductos dentro de un esquema de producción circular.

Se sigue el enfoque econométrico de Färe et al. (1993) el cual se fundamenta en funciones distancia que representan la tecnología de producción a la vez que permiten modelizar la generación simultánea de múltiples outputs. Esta metodología busca maximizar la producción del output deseado evitando la generación del output no deseado (Wei et al., 2013), de tal forma que los precios sombra caracterizan la relación entre el proceso productivo y la tecnología empleada (Hernández-Sancho et al., 2010).

Así, dado un conjunto de inputs  $X=(x_1, \dots, x_N)$  y de outputs  $U=(u_1, \dots, u_M)$  y siendo el conjunto de producción:  $P(x) = \{u \in R^M_+ : x \text{ produce } u\}$ , se asume que la tecnología de referencia satisface los supuestos propuestos por Färe et al. (1988). Además, también se considerará que existe disponibilidad débil de los outputs con el fin de contemplar la existencia de regulaciones que limiten la generación de outputs no deseables en el proceso de producción. De este modo, si  $u \in P(x)$  y  $\theta \in [0,1]$  se tendrá que  $\theta u \in P(x)$ . Con la disponibilidad débil, los subproductos solo pueden ser reducidos mediante la disminución de la producción de outputs deseados, lo cual es coherente con la producción de contaminantes que no pueden ser eliminados sin coste alguno. Además, permite incluir outputs no deseables en el análisis como parte del vector de productos generados.

Se define la función distancia al output según Shephard (1970) como:

$$D(0)(x, u) = \inf\{\theta: (u/\theta) \in P(x)\}$$

cumpléndose que  $u \in P(x) \iff D(0)(x, u) \leq 1$ .

Dicha función distancia permite calcular los precios sombra del modo siguiente. Sea  $r = (r_1, \dots, r_M)$  el vector de precios de los outputs con  $r \neq 0$ . Dado  $r$ , la función de ingresos será:

$$R(x, r) = \sup_u \{ru : D_0(x, u) \leq 1\}$$

Bajo el supuesto de que las funciones  $D_0(x, u)$  y  $R(x, r)$  son diferenciables es posible afirmar que (Shephard, 1970):

$$\nabla_u D_0(x, u) = r^*(x, u)$$

siendo  $r^*(x, u)$  el máximo ingreso alcanzable con el vector de precios de los outputs. Ahora, para obtener los precios sombra de los outputs no deseables es necesario asumir que el precio sombra de un output deseable coincide con su precio de mercado. Dicho de otro modo, que el precio observado del  $m^{\text{th}}$  output  $r_m^0 = r_m$ , siendo  $r_m$  el precio sombra del output deseado  $m^{\text{th}}$ . Así, para todo  $m \neq m'$  se tendrá que (Färe et al., 1993):

$$r'_m = r_m^0 \frac{\partial D_0(x, u) / \partial u'_m}{\partial D_0(x, u) / \partial u_m}$$

Donde  $m$  es el output deseado cuyo precio de mercado es  $r_m$ , el cual es igual al valor absoluto del precio sombra  $r_m^0$ .

Las funciones distancia involucradas en el análisis pueden ser calculadas de diversos modos, pero el más habitual es el dado por la programación lineal no paramétrica y determinística (no estocástica). Entre sus ventajas está la de no suponer ninguna forma funcional de la función de producción y adaptarse a procesos en los que se empleen múltiples inputs para generar diversos outputs simultáneamente. Como inconvenientes destacables presenta el hecho de no contemplar desviaciones en los niveles de producción de carácter meramente aleatorio y no poder ofrecer pruebas de significatividad para los parámetros estimados.

### 3. El coste de no actuar como potenciador de la economía circular

El coste de no actuar se define como aquel coste relativo a la no implementación de medidas que eviten los impactos económicos, sociales y ambientales generados por los diferentes actores, cuyas consecuencias son observables en la esfera económica, ambiental y/o social. Esta situación obliga a abordar el cálculo de los costes de no actuar desde una perspectiva multidisciplinar y a diferentes escalas, ya que las consecuencias de la inacción no solo se producen a nivel local. Al mismo tiempo, la dependencia de las fuentes de materias primas convencionales, las cuales están siendo afectadas por la sobreexplotación, hace que los costes de no actuar cobren especial relevancia. Esto se debe a que existe un riesgo claro de desabastecimiento ante cambios en los patrones climáticos y sociales, reforzando la necesidad de implementar soluciones basadas en la economía circular (Tabla 1).

Tabla 1. Riesgos a los que se enfrentan las empresas ante la escasez de recursos. Fuente: elaboración propia.

Incremento en los costes
La escasez de materias primas reduce la competitividad de las empresas, al mismo tiempo que genera un sobrecoste fruto de la volatilidad de los precios.
Reducción en los ingresos
La incertidumbre en el suministro de recursos y los cambios en los precios afectan directamente a los ingresos obtenidos, poniendo en peligro su posición en el mercado.
Activos intangibles
La huella ambiental de una empresa reduce el valor de marca y la confianza de los consumidores. A medida que la escasez de recursos se vuelve más crítica, las autoridades favorecerán a las empresas que demuestren un impacto social, económico y ambiental positivo.

Desde un punto de vista social, lograr la cuantificación de los costes de no actuar como herramienta de gestión de los procesos productivos debe hacerse siempre bajo el objetivo de buscar el bienestar colectivo. Es por ello que las dinámicas necesarias para conseguir

este objetivo se establecen mediante leyes y reglamentos que dictan el camino a seguir para todos los actores implicados. En la [Tabla 2](#) se recogen las diferentes herramientas de gestión que permite la internalización de los costes de no actuar y, por ende, la consideración de los beneficios económicos, ambientales y sociales (WWAP, 2017). Gracias a estas herramientas se construye un marco regulador que permite la interacción entre todos los actores de forma fluida y coherente con los intereses comunes.

Tabla 2. Instrumentos disponibles para la internalización de los costes de no actuar dentro de las políticas, planes y programas. Fuente: adaptado de WWAP (2017).

### Planes, programas e instrumentos políticos para la mejora de la calidad ambiental

#### Instrumentos reguladores

- Normas y prohibiciones
- Permisos y/o cuotas
- Zonificación

#### Instrumentos económicos

- Tarifas
- Subvenciones
- Mercados de activos ambientales

#### Instrumentos de formación

- Campañas de promoción
- Directrices

#### Desarrollo de nuevos servicios

- Planes y programas nacionales
- Proyectos de agencias de apoyo externo
- Inversión de particulares

Desde un punto de vista ambiental, los costes de no actuar también afectan a los procesos productivos ya que estos están supeditados a la normativa vigente. Por otro lado, el impacto que las actividades productivas tienen sobre los ecosistemas es difícil de cuantificar, ya que las interrelaciones entre todos los componentes son complejas y, al mismo tiempo, frágiles. De tal forma que el alcance de los impactos ambientales derivados de la no acción genera problemas en todas las escalas y en todos los sectores productivos.

Por lo tanto, al hablar de la economía circular como herramienta para hacer frente a los costes de no actuar surge la gran pregunta: *¿qué consiguen las empresas al implementar la economía circular en su proceso productivo?* La consideración de los costes de no

actuar a través de la economía circular consigue un ahorro de costes significativo asociado a la menor dependencia de las fuentes clásicas de materiales y energía. La implementación progresiva de la economía circular en el sector productivo valenciano genera un valor adicional para las empresas que se materializa a través de los diferentes modelos de negocio que se pueden establecer entre las empresas generadoras de las materias secundarias y las empresas receptoras de las mismas. Estos modelos de negocio permiten una diferenciación del producto dentro del mercado, la reducción de los costes de producción, la reducción del riesgo de desabastecimiento de las materias primas necesarias y la generación de nuevos ingresos que pueden ser reinvertidos en mejoras de los procesos de producción.

Abordar los costes de no actuar necesita de la implementación de diversas herramientas y metodologías económicas, sociales y ambientales que tienen en común la búsqueda de la mejor eficiencia en los procesos productivos, la sostenibilidad económica y la reducción en los costes de producción. Es evidente que cualquier medida destinada a considerar los costes de no actuar tiene asociado un riesgo que tanto el sector público como el privado deben asumir, en tanto que la solución de los problemas intersectoriales no es inmediata, necesitando de un periodo de adaptación y respuesta debido a la resiliencia inherente al sistema. Es por ello por lo que ese riesgo debe ser evaluado e incluido en los procesos de toma de decisiones, buscando las mejores alternativas tecnológicas y sociales que se adapten al territorio y permitan un flujo sostenible de materiales y energía.

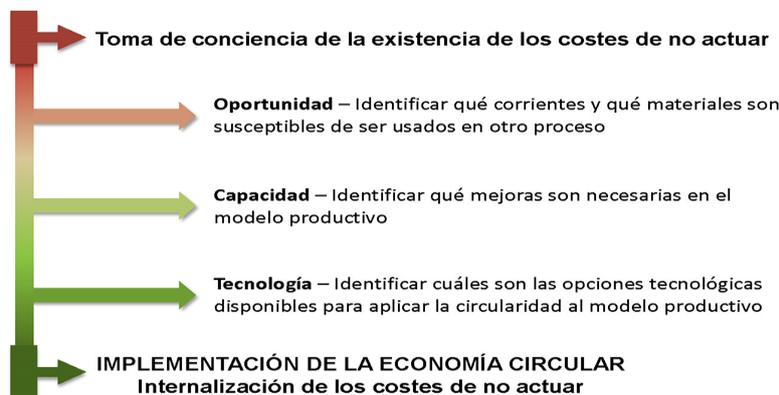
Tal y como se ha mencionado, el coste de no actuar hace referencia al coste que la sobreexplotación y la contaminación tienen sobre los ecosistemas, la población y los sectores productivos. De tal forma que hacer frente a este coste supone implementar acciones de gestión que permitan continuar con las actividades productivas y con el aprovechamiento de los recursos de una forma sostenible y asegurando que el impacto generado por esas actividades sea el menor posible, preferiblemente cero. Una forma de gestionar los costes de no actuar es a través de la economía circular aplicada a los procesos productivos, ya que la economía circular busca modificar la forma en la que los sectores productivos utilizan las materias primas a través de cambios en las fuentes de recursos, reducción del uso de productos tóxicos e inclusión de nuevos materiales en las cadenas de producción (Angelis, 2018). Estos nuevos recursos se obtienen de otros procesos

productivos, consiguiendo interrelacionar diferentes cadenas de producción para que los subproductos de unas sean las materias primas de otras. El resultado es un tejido productivo robusto y resiliente ante las variaciones en las fuentes originales del recurso. Al mismo tiempo, este tejido productivo robusto y resiliente es más sostenible ya que se reduce el consumo de materias primas de fuentes no renovables y se mejora la gestión de residuos, en tanto que muchos de estos “residuos” son utilizables por otros actores del tejido productivo.

Por lo tanto, los costes de no actuar y la economía circular están fuertemente relacionados, identificando una serie de aspectos que se han de considerar a la hora de mejorar la competitividad empresarial a través de la economía circular (Figura 5). En primer lugar, los actores implicados han de tomar conciencia de la existencia de los costes de no actuar derivados de su proceso productivo. Como resultado las empresas son capaces de identificar en qué etapas de su proceso productivo se puede implementar la economía circular, buscando qué subproductos tienen mayor potencial para ser usados en otros procesos productivos y qué materias primas “secundarias” serían necesarias para desarrollar su propio proceso productivo. A partir de esta identificación surge la duda de cuáles son las mejoras que se tendrán que aplicar en el modelo productivo con tal de facilitar la transición hacia la circularidad. Por último, los actores implicados han de identificar las diferentes opciones tecnológicas disponibles que permitan el uso de los subproductos como materia prima en el proceso productivo de la empresa.

Figura 5. Aspectos que considerar para internalizar los costes de no actuar y conseguir la implementación efectiva de la economía circular. Fuente: AA.VV. (2024).

**¿QUÉ ASPECTOS SE HAN DE CONSIDERAR PARA HACER FRENTE A LOS COSTES DE NO ACTUAR A TRAVÉS DE LA ECONOMÍA CIRCULAR?**



Los aspectos recogidos en la [Figura 5](#) son fundamentales para implementar la economía circular, permitiendo que se creen relaciones consolidadas entre los actores del sector productivo. Estas relaciones circulares pueden ponerse de manifiesto a través de la creación de consorcios empresariales que pongan en valor las cadenas de producción y potencien a otras empresas a aplicar modelos de producción circulares. La circularidad en los procesos de producción no solo afecta a nivel internacional (colaboración entre grandes sectores de producción), sino que también tiene una gran influencia a nivel local. La actividad de las pequeñas y medianas empresas impacta sobre la dinámica socioeconómica de la población y es motor de cambio para desarrollar e implementar modelo de producción y negocio circulares.

Esta transformación hacia la economía circular es compleja ya que los modelos de producción son lineales y se basan en la falsa disponibilidad ilimitada de recursos. Situación que se ve agravada por la ausencia de costes económicos asociados a los impactos ambientales derivados de la extracción de materias primas. La situación ambiental y social actual ha demostrado que este modelo lineal no es viable y que los costes de no actuar en este ámbito son altos, por lo que cada vez más se ve a la economía circular como la solución a este problema.

La transición de los procesos productivos hacia un modelo circular es compleja y gradual, en tanto que las cadenas de producción no pueden ser modificadas de forma abrupta. Es necesario un proceso de adaptación donde los subproductos de los procesos de producción y las necesidades de las diferentes industrias sean identificadas y puestas en común, de tal forma que los diferentes actores sean conscientes de las necesidades del sistema y puedan adaptar sus subproductos a las necesidades del resto de actores (Larsson, 2018).

Para que las empresas del sector productivo identifiquen correctamente los costes de no actuar relativos a sus procesos de producción se han de considerar una serie de aspectos relativos a su modelo de producción. En primer lugar, los actores implicados deben identificar la totalidad de los costes de su proceso productivo, incluyendo los costes de la gestión convencional de los subproductos y corrientes de desecho. El objetivo es crear la línea de base a partir de la cual calcular los beneficios económicos, ambientales y sociales que se van a obtener. A partir de esta identificación surge la duda de cuáles son las mejoras que se tendrán que aplicar en el modelo productivo con tal de soportar la transición a la circularidad.

Por último, los actores implicados han de identificar las diferentes opciones tecnológicas disponibles que permitan la adaptación de los subproductos al proceso productivo de la empresa que los va a utilizar como materia prima. El resultado es la generación de un modelo de producción circular que se traducirá en una red de empresas interconectadas y conscientes de las oportunidades de negocio presentes en el territorio a través de la creación de consorcios empresariales.

El cambio del modelo lineal al modelo circular debe ser gradual ya que el tejido productivo no está preparado para un cambio abrupto. Cabe considerar que como resultado de la revaloración de los subproductos es necesario el desarrollo de las estrategias de reciclaje, reacondicionamiento y reintroducción. Estas estrategias se han de implementar en función de las necesidades de cada proceso productivo y han de estar fundamentadas en la comunicación y transparencia entre los diferentes actores. Solo así se consigue que la circularidad se aplique de forma efectiva, generando sinergias entre las empresas. Por ello, la financiación es otro de los pilares fundamentales de la economía circular, ya que, una vez identificados los costes de no actuar y las potencialidades de un proceso productivo, se ha de potenciar la I+D+i para la gestión y adecuación de los subproductos con una visión integradora. Al final la economía circular no solo consigue una mejora de la calidad ambiental sino además permite establecer la comunicación entre los actores implicados y mejorar el posicionamiento de las empresas en el mercado, lo que se traduce en mayores obtenidos y en clientes fidelizados.

A continuación, se detallan algunos ejemplos que muestran la importancia de identificar los costes de no actuar con el objetivo de desarrollar modelos productivos circulares que mejoren la eficiencia de producción y la competitividad de las empresas implicadas.

### **3.1. Ejemplo de la influencia de los costes de no actuar en sector agrícola de la Comunidad Valenciana**

El sector agrario tiene un peso importante dentro del tejido productivo de la Comunidad Valenciana. El total de superficie agrícola en la Comunidad Valenciana para el año 2022 fue de 2.326.449 hectáreas, donde los cultivos mayoritarios son los frutales, olivares, viñedos, cereales para grano y hortalizas. Los cítricos cuentan con la mayor producción

representando casi el 30% del total de exportaciones del sector agrario. Concretamente, el destino mayoritario de los cítricos producidos (naranjas, mandarinas y limones) es la Unión Europea (84%), seguido de Reino Unido (9%), Suiza (2%), Noruega (1,5%) y Canadá (1%).

Pese a la importancia de estos datos, el sector agrícola es fuertemente dependiente de las condiciones climáticas del territorio en el que se desarrolla, modificando las demandas de agua y nutrientes en función de la productividad de los cultivos seleccionados. El normal desarrollo de la agricultura sin tener en consideración los cambios que se están produciendo en el clima regional generarían pérdidas de producción que reducirían los beneficios que obtendrían los agricultores. Estos costes son los llamados costes de no actuar, ya que surgen de la no acción por parte de los actores afectados y provocan un sobre coste económico y ambiental que puede perdurar en el tiempo (MITECO, 2018).

Los ejemplos más claros de esta situación son los efectos de la sequía y de las plagas, situaciones que pueden ser abordadas desde la economía circular y, más concretamente, la reutilización del agua y la implementación de determinadas especies vegetales y animales que controlen las plagas de forma natural. En el caso del cultivo de arroz de marjal, los sobrecostes de producción fruto de la incidencia de las plagas supusieron un 10,5% más, pasando de un coste por hectárea de 3.900 € a 4.200 € (AVA-ASAJA, 2016b). Este incremento se puede gestionar utilizando el propio ecosistema como ente gestor de plagas, situación que no sólo mejora la producción agrícola, sino que ayuda al mantenimiento de los ecosistemas y al uso ambiental que tienen esos espacios. Este tipo de agricultura se la conoce como agricultura sostenible, y permite que el sector productivo y las necesidades de los ecosistemas vayan en la misma dirección.

La implementación de la agricultura sostenible, dentro del marco de la economía circular, necesita de modificaciones en los procedimientos que actualmente se utilizan con el fin de corregir aquellas prácticas agrícolas que generan impactos ambientales a corto, medio y largo plazo. Es evidente que estas modificaciones se han de implementar en función de las características concretas del territorio y de las variables climáticas subyacentes (MAPA, 2003). De forma general, la agricultura sostenible se centra en:

- Selección de aquellas especies vegetales mejor adaptadas a las condiciones climáticas y del suelo de la zona donde se cultiven. El objetivo de esta práctica es

adaptar la producción al territorio, de forma que si en una zona existe estrés hídrico las especies vegetales que se cultiven necesiten poca agua para mantener la producción. Esta práctica reducirá los costes de producción de aquellas explotaciones donde se cultiven variedades alóctonas que requieren mucha agua, como es el caso del aguacate y el mango, por ejemplo.

- Diversificación de los cultivos. El objetivo de esta práctica es el de aumentar la diversidad biológica del territorio, permitiendo que se desarrollen comunidades de insectos y plantas que formen parte del ciclo de producción del cultivo. Esto permite el crecimiento de especies que son capaces de frenar plagas de forma natural, reduciendo los costes de fitosanitarios.
- Adecuada gestión del agua disponible y del suelo. La calidad de ambos componentes es esencial para el correcto desarrollo de la actividad agrícola. Una sobreexplotación de ambos afecta a los acuíferos y a la cantidad de materia orgánica presente en el suelo, provocando que el suelo pierda su estructura y capacidad de albergar vegetación. Esta falta de estructura en el suelo también afecta a su capacidad para infiltrar agua, lo cual se ve agravado por la sobreexplotación hídrica para regadío y los contaminantes que se percolan a los acuíferos y masas de agua superficiales por los procesos de lixiviación. Por ello, la adecuada gestión del agua y del suelo necesita de las acciones anteriores para mantener el equilibrio ecosistémico y conseguir mantener y aumentar la producción agrícola.

Otra de las grandes problemáticas relativas a los costes de no actuar es la influencia de la sequía en la productividad agrícola. En la Comunidad Valenciana el estrés hídrico tiene una gran influencia ya que el agua disponible se ha de repartir entre los usos agrícolas y el consumo humano. La tendencia climática supone veranos cada vez más cálidos, lo que se traduce en una mayor evaporación del agua del suelo y una mayor evapotranspiración de las plantas. Como resultado los requerimientos hídricos de los cultivos son mayores para un mismo nivel de producción.

La Asociación Valenciana de Agricultores (AVA-ASAJA) cuantifica en 147,5 millones de € las pérdidas en cítricos debido a las consecuencias de la sequía en las explotaciones. Esta influencia no sólo se hace patente en los frutales de regadío, sino que los cultivos de secano también se están viendo afectados por la escasez de agua. Concretamente, las

plantaciones de olivares han visto reducido su rendimiento en un 45%, lo que se traduce en unas pérdidas de casi 39 millones de €. Las pérdidas económicas que aquí se recogen son un ejemplo de la importancia de cuantificar los costes de no actuar, permitiendo conocer qué efecto tienen los impactos ambientales que se están sucediendo (AVA-ASAJA, 2016a). La implementación de la economía circular en el caso de los cítricos y olivares a través de la reutilización del agua convertiría esos valores de pérdidas en beneficios, los cuales podrían verse (incluso) aumentados, ya que el riego sería constante y la capacidad de producción se mantendría a largo plazo.

La implementación de la economía circular en el sector agrario es un vector de cambio que permitiría reducir de forma significativa los costes de no actuar tanto en el ámbito de la producción como en el campo ambiental, fruto del fuerte impacto que tiene la agricultura en el ecosistema. Conocer los cultivos, las especies vegetales que ayudan al control de plagas, fomentar la reutilización, entre otros, son ejemplos de prácticas que reducen el impacto de la agricultura y repercuten directamente en el bolsillo del agricultor, ya que reducen significativamente los costes de producción y permiten obtener cultivos robustos y resilientes ante los escenarios de cambio climático a corto, medio y largo plazo.

### **3.2. Ejemplo de la influencia de los costes de no actuar sobre la salud de la población**

La salud de la población viene determinada por la calidad del ecosistema que la rodea, de tal forma que las alteraciones de éste generan perjuicios en su bienestar y sobrecostes en los sistemas de salud. Un ejemplo viene dado por la contaminación difusa, la cual no tiene una fuente de vertido identificada y se genera por la escorrentía en zonas de actividad agrícola, ganadera y urbana provocando la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas. Como resultado, la población expuesta desarrolla diferentes enfermedades que afectan su calidad de vida a corto, medio y largo plazo. Los investigadores necesitan ser capaces de evaluar la pérdida de calidad de vida en términos monetarios para incluir este impacto social en los procesos de toma de decisiones.

En concreto, si no se implementa ninguna medida para corregir la situación se generarían unos costes de inacción asociados al impacto social de la contaminación del agua. Se

podrían considerar los costes de atención médica como una proxy de los costes de no acción para la evaluación económica de las consecuencias de la contaminación del agua. De este modo, sería posible identificar los costes en términos de salud provocados por la situación ambiental actual, lo que permite obtener un escenario de referencia previo a la implementación de cualquier proyecto o medida. Ello permitirá comparar si las futuras acciones y medidas tendrán una mejora en las condiciones económicas, ambientales y sociales. De ahí se obtendrá un indicador de la capacidad de mejora expresada en términos monetarios asociada a las acciones implementadas.

El equilibrio entre las decisiones económicas y productivas y la conservación y sostenibilidad del medio ambiente es complejo de mantener. Tanto el esquema lineal de producción como los patrones de consumo no son favorables para reducir la contaminación. La población se encuentra inmersa en un modelo en el que los productos son fácilmente accesibles, y el nivel de producción y generación de residuos es alto. Sin embargo, los recursos son limitados y obligan a buscar otras fuentes (accesibles sólo provocando altos impactos ambientales) y otros materiales para reemplazar los limitados.

Esta presión hacia las fuentes naturales afecta la calidad ambiental, modificando las condiciones de los ecosistemas en detrimento de la salud de la población y de la estabilidad del sistema productivo. La población expuesta tanto a la contaminación como a una mala calidad ambiental se ve afectada por diferentes enfermedades y síntomas que reducen su bienestar y su expectativa de vida. Por lo tanto, la relación entre salud, medio ambiente y sistema de producción afecta directamente el desarrollo humano, causando problemas económicos a corto, medio y largo plazo (Hofmann y Rüsçh, 2017).

La influencia de los costes de no acción en la atención de la salud se puede mostrar de diferentes maneras según la ubicación geográfica, el tipo de contaminante, los grupos sociales y el nivel de ingresos, entre otros. Dependiendo del origen de los contaminantes, la población desarrolla diferentes síntomas, incluyendo diarrea, fiebre, trastornos estomacales e intestinales, así como ciertos tipos de cáncer debido a la exposición a sustancias nocivas (Hernández-Sancho y Bellver-Domingo, 2022).

La medición de los costes de no actuar es compleja porque implica el uso de diferentes enfoques no directamente relacionadas con la economía clásica. Además, algunas de las enfermedades causadas por la exposición son difíciles de monitorear debido a que los

síntomas se observan a largo plazo después de la exposición temprana (GVA, 2024). Para abordar esta situación, es necesario aplicar un enfoque holístico para combinar todas estas variables dentro de las evaluaciones económicas. Como resultado, los tomadores de decisiones y los gestores pueden implementar nuevas acciones en el territorio considerando todas las variables e impactos relacionados con la contaminación y su gestión. Esta cuantificación supone un paso adelante en la gestión del ciclo del agua, permitiendo promover la reutilización y la economía circular en condiciones seguras.

Para evaluar los costes de no acción relacionados con cuestiones de salud, es necesario considerar los costes directos e indirectos. Por un lado, los costes directos son el propio tratamiento de la enfermedad: medicamentos, ingreso hospitalario, personal, seguimiento, entre otros. Por otro lado, los costes indirectos resultan de las consecuencias que la enfermedad provoca en la población expuesta, como el cese temporal de su empleo, la pérdida de calidad de vida y la reducción de su esperanza de vida o la muerte prematura (GVA, 2022; Vidal-Olivares et al., 2020). Los costes indirectos son más difíciles de evaluar porque se producen a lo largo de la vida del paciente y afectan a diferentes áreas de su vida. Sin embargo, poder obtener estos costes permite lograr una evaluación más detallada del impacto en la salud de la exposición a un ambiente contaminado.

## 4. Conclusiones

El presente informe pone en valor la importancia de incluir indicadores y metodologías para cuantificar la influencia de la economía circular sobre la eficiencia de los procesos productivos, así como la necesidad de considerar los costes de no actuar como herramienta de valoración del impacto socioeconómico y ambiental del nuevo esquema de producción circular. Los indicadores de eficiencia permiten evaluar el comportamiento del proceso productivo y su respuesta ante cambios en el mismo. Con motivo de la implementación de un modelo de producción circular, los cambios en la forma de producir son evidentes, obligando a modificar procesos, incluir nuevas tecnologías y utilizar materias primas secundarias diferentes a las que inicialmente se utilizaban. Por esta razón, como parte de la transición hacia la economía circular, es necesario establecer una serie de indicadores y metodologías de valoración de la eficiencia con el objetivo de conocer cómo va respondiendo el proceso productivo ante los cambios técnicos. Al mismo tiempo, estos indicadores de eficiencia permiten conocer el grado de eficiencia económica del

proceso, ya que debe tenerse en cuenta el fuerte impacto económico inicial necesario para el cambio hacia un modelo de producción circular. Por todo ello, el presente informe destaca la importancia de estos indicadores y su adaptabilidad a los diferentes escenarios y grados de cambio posibles, ayudando a las empresas y administraciones a tomar las decisiones pertinentes con el objetivo final de conseguir una transición progresiva pero efectiva hacia la producción circular.

La consideración de los costes de no actuar pone en valor la importancia de analizar los procesos de producción no sólo desde el punto de vista técnico y económico, sino también para la identificación de las potencialidades y oportunidades que presentan frente al nuevo modelo de producción circular. Por esta razón se han analizado los diferentes aspectos que forman parte del concepto del coste de no actuar, así como diferentes ejemplos relativos al sector agrícola y a la importancia de cuantificar el impacto de la contaminación generada por el modelo de producción lineal sobre la salud de la población. Los resultados de este trabajo permiten demostrar la necesidad de implementar acciones dirigidas a instaurar la circularidad en los procesos productivos que aseguren la continuidad de los sectores económicos frente a la incertidumbre ambiental, ya que el medio ambiente no sólo aporta materias primas y energía, sino que es el soporte físico que permite nuestra existencia y cuya inestabilidad nos afecta de forma directa.

## Referencias

- Angelis, D.R. (2018), *Business Models in the Circular Economy*. (1st ed.) Palgrave Pivot Cham.
- Araca, J., Estruch-Guitart, V., Aznar, J., Yufra, S., (2021). Economic Valuation of the Goods and Services Offered by the High Relict High-Andean Ecosystem Located in the Districts of Chiguata, Characato and Pocsi, Arequipa, Peru, *Polish Journal of Environmental Studies* 30, 5443-5452.
- AVA-ASAJA (2016a), AVA-ASAJA cifra en 245 millones las pérdidas por la sequía en el sector agropecuario y exige medidas excepcionales.
- AVA-ASAJA (2016b), Las plagas aumentan un 10% el coste de producción del arroz y ponen en jaque su rentabilidad.
- AA.VV. (2024), *Más claro, agua. Guía para un uso del agua más saludable y sostenible*. Valencia: Universitat de València; 336 p.
- Aznar, J., y Estruch, V. (2012). *Valoración de activos ambientales. Teoría y casos*. Editorial Universidad Politécnica de Valencia.

- Balke, V., Evans, S., Rabbiosi, L., & Monnery, S. A. (2017). Promoting circular economies. *Green Industrial Policy*.
- Barrial-Lujan, A.I., Delgado-Laime, M.d.C., Ponce-Atencio, Y., Huamán-Carrión, M.L., Rodrigo-Cabezas, Y., Tapia-Tadeo, F., (2022). Amuvam model for the economic valuation of environmental assets of the pacucha lagoon ecosystem, *Universidad Y Sociedad* 14, 762-774.
- Cayo Araya, T., Aragonés-Beltrán, P., Aznar Bellver, J., (2019). Valoración económica del daño ambiental producido por el incendio forestal del sur de Chile en 2017 mediante Amuvam, 23rd International Congress on Project Management and Engineering (Málaga).
- Cohen, J. (1983). The cost of dichotomization. *Applied psychological measurement*, 7 (3), 249-253.
- Estruch-Guitart, V., Vallés-Planells, M., (2017). The economic value of landscape aesthetics in Albufera natural park through the analytic multicriteria valuation method, *International Journal of Design & Nature and Ecodynamics* 12, 281-302.
- European Commission, 2020. A European Green Deal [WWW Document]. URL [https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal\\_en](https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en) (acceso 5.09.24).
- Färe, R., Grosskopf, S., Lovell, C. A. K. and Yaisawarng, S. (1993) Derivation of Shadow Prices for Undesirable Outputs: A Distance Function Approach, *The review of economics and statistics*, 75, 374-80.
- Ghisellini, P., Cialani, C. and Ulgiati, S. (2016) A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems, *Journal of Cleaner Production*, 114, 11-32.
- GVA (2022), Informe del sector agrario valenciano. Disponible en: [https://portalagrari.gva.es/documents/366567370/374416874/Cap1\\_2022.pdf/a66ba544-5cee-3455-9066-b3a559a16f34?t=1688130078379](https://portalagrari.gva.es/documents/366567370/374416874/Cap1_2022.pdf/a66ba544-5cee-3455-9066-b3a559a16f34?t=1688130078379)
- GVA (2024), Rasgos característicos del contexto económico de la Comunidad Valenciana. Disponible en: <https://ris3cv.gva.es/es/rasgos-caracteristicos-del-contexto-economico-cv#:~:text=Los%20sectores%20con%20mayor%20peso,mayor%20especializaci%C3%B3n%20en%20la%20regi%C3%B3n>.
- Hernández-Sancho, F., Molinos-Senante, M. and Sala-Garrido, R. (2010) Economic valuation of environmental benefits from wastewater treatment processes: An empirical approach for Spain, *Science of The Total Environment*, 408, 953-7.

- Hernández-Sancho, F.; Bellver-Domingo, A. (2022), Economics and innovative financing mechanisms in a circular economy," in Unconventional Water Resources, M. Qadir et al, Ed. Cheltenham, UK: Springer International Publishing, pp. 281-297.
- Hofmann, E; Rüsçh, M., (2017), Industry 4.0 and the current status as well as future prospects on logistics, Comput. Ind., vol. 89, pp. 23-34, 2017.
- Jorge-García, D., Estruch-Guitart, V., 2020. Economic valuation of ecosystem services by using the analytic hierarchy process and the analytic network process. comparative analysis between both methods in the Albufera Natural Park of València (Spain), International Journal of Design & Nature and Ecodynamics 15, 1-4.
- Korhonen, J., Honkasalo, A., & Seppälä, J. (2018). Circular economy: the concept and its limitations. Ecological economics, 143, 37-46.
- Larsson, M., 2018. Circular Business Models: Developing a Sustainable Future. Palgrave Macmillan.
- MAPA, 2003. El Libro Blanco De La Agricultura Y El Desarrollo Rural. Tomo I. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid.
- MITECO, 2018. Plan Nacional de adaptación al cambio climático: Agricultura, ganadería, pesca, acuicultura y alimentación.
- Rodríguez-Jaume, M. J.; Mora-Catalá, R. (2001). Análisis de regresión múltiple. Técnicas de investigación social II.
- Shephard, R. W. (1970) Theory of cost and production functions, Princeton University Press, Princeton.
- Vidal-Olivares, J. et al. (2020), The internationalisation of family SMEs in the Valencian region: the growing role played by Latin America, 1980-2018, Jesb, vol. 5, (2), pp. 115-149.
- WWAP (2017), Informe mundial de las naciones unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos: Aguas residuales: El recurso desaprovechado, UNESCO, París.
- Wei, C., Löschel, A. and Liu, B. (2013) An empirical analysis of the CO2 shadow price in Chinese thermal power enterprises, Energy Economics, 40, 22-31.

