



CILCA 2021

9TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON
LIFE CYCLE ASSESSMENT IN LATIN AMERICA

BUENOS AIRES | ARGENTINA

“Think long-term and act immediately”

VIRTUAL MEETING
ARGENTINA
MAY 31 TO JUNE 04, 2021

ACV COMO HERRAMIENTA PARA LOGRAR UNA INDUSTRIA CIRCULAR

LCA AS TOOL TO ACHIEVE A CIRCULAR INDUSTRY

ACV COMO UMA FERRAMENTA PARA ATINGIR UMA INDÚSTRIA CIRCULAR

Clarisa Alejandrino ^{1*}, Irma Mercante ¹

¹Centro de Estudios de Ingeniería de Residuos Sólidos (CEIRS), Instituto de Medio Ambiente (IMA), Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Cuyo Centro Universitario C.P.: M5502JMA, Ciudad de Mendoza, Provincia de Mendoza, Argentina. clarisa.alejandrino@ingenieria.uncuyo.edu.ar, irma.mercante@ingenieria.uncuyo.edu.ar

RESUMEN

Durante los últimos años se ha afianzado la idea de que el camino hacia el desarrollo sostenible requiere modificar la economía actual, lineal, por una economía circular (EC). La Unión Europea lanzó en marzo de 2020 el nuevo plan de acción de EC con el objeto de acelerar este cambio, contribuir al Pacto Verde Europeo para una economía climáticamente neutra y desvincular el crecimiento económico del uso de recursos. Este plan de acción propone una política de productos sostenibles basada en tres aspectos: el diseño de productos sostenibles, el empoderamiento de consumidores y compradores públicos y la circularidad en procesos de producción. El presente trabajo se centra en el último aspecto y plantea como hipótesis que el Análisis de Ciclo de Vida (ACV) es una herramienta idónea para la comparación y selección de las estrategias de EC en la industria.

El objetivo principal del trabajo es evaluar los impactos y/o beneficios ambientales de la aplicación de estrategias de EC en un caso de estudio de una industria a través del ACV. La industria corresponde a una fábrica de elementos constructivos de hormigón y mortero premoldeados. Se consideró un alcance de la cuna a la puerta y se tomó como unidad funcional 1 m³ de producto final. Se generaron escenarios alternativos a partir de tres estrategias de circularidad, uso de materiales reciclados, reciclaje de residuos y recirculación interna de materiales. Los escenarios alternativos se compararon con el escenario base. Se utilizaron indicadores de inventario y del método de evaluación de impactos ReCiPe 2016 Midpoint (H) V1.03 / World (2010) H. Para el modelado de los impactos se empleó el software Simapro 9.0.

Los valores de los indicadores de inventario presentaron importantes mejoras de los escenarios alternativos respecto al escenario base. El escenario de uso de materiales reciclados logró reducciones menores al 5% del consumo de agua, árido fino y cemento y redujo en un 20% el consumo de árido grueso virgen. El escenario de reciclaje de residuos produjo la reducción del 100% de residuos enviados a vertedero. El escenario de recirculación interna de materiales redujo el 20% del consumo de árido grueso y representó casi un 50% menos de residuos en vertedero. Respecto a la evaluación de impactos, se identificaron reducciones solo en cuatro categorías para el escenario de uso de materiales reciclados y aumentos en todas las demás. En el escenario de reciclaje de residuos el impacto fue mayor para todas las categorías analizadas. Finalmente, el escenario de recirculación interna de materiales presentó reducciones en quince de las categorías de impacto analizadas.

Si bien todos los escenarios alternativos resultaron beneficiosos desde el punto de vista de la EC, el análisis de impactos ambientales mostró diferencias entre los tres escenarios alternativos. Es posible concluir que la recirculación de materiales en planta representa la mejor alternativa de las tres estrategias analizadas desde el punto de vista ambiental.

El análisis en detalle de las contribuciones a los perfiles de impacto, permitió identificar que en todos los escenarios la mayor parte de las contribuciones se debe al cemento. Se plantea como futura investigación el reemplazo parcial del cemento por otros agentes ligantes, siempre que no se afecten las prestaciones del producto. Otras estrategias relativas a la circularidad en los procesos de producción son eficiencia energética, utilización de energía renovable y recirculación de efluentes. Todas podrían ser analizadas mediante ACV para complementar el presente estudio.

Finalmente, se concluye que la utilización de ACV resulta de gran utilidad para comparar estrategias de economía circular en la industria. No todas las estrategias de EC generaron menores impactos sobre el ambiente cuando el ciclo de vida completo de productos y servicios fue considerado. Se recomienda un análisis integral

de los resultados de indicadores de impacto con los de indicadores de inventario para lograr la visión sistémica necesaria para la toma de decisiones en el marco de la economía circular y el desarrollo sostenible.

Palabras clave: economía circular, comparación de estrategias, procesos de producción.

ABSTRACT

In recent years, modification of the current linear economy for a circular economy (CE) as a requirement for sustainable development path has become a consolidated idea. The European Union launched the new EC action plan in March 2020 with the aim of accelerating this change, contributing to European Green Deal for a climate neutral economy and decoupling economic growth from the use of resources. This action plan proposes a sustainable product policy based on three aspects: the design of sustainable products, the empowerment of consumers and public buyers, and the circularity in production processes. Present research focuses on the last aspect and propose the hypothesis that Life Cycle Assessment (LCA) is an ideal tool for the comparison and selection of CE strategies for industry.

Main objective was to evaluate the environmental impacts and / or benefits of the application of CE strategies for a case study. The industry selected is a factory of precast concrete and mortar construction elements. A scope from cradle to gate was considered and 1 m³ of final product was settled as functional unit. Alternative scenarios were generated from three strategies of circularity: use of recycled materials, recycling of waste and internal recycling of materials. They were compared with the baseline scenario. Inventory indicators and ReCiPe 2016 Midpoint (H) V1.03 / World (2010) H impact evaluation method were used. For impact modelling, Simapro 9.0 software was used.

Inventory indicators presented significant improvements for alternative scenarios compared to the base scenario. The scenario of use of recycled materials achieved reductions of less than 5% in the consumption of water, while fine aggregate and cement reduced the consumption of virgin coarse aggregate by 20%. The waste recycling scenario produced a 100% reduction of waste sent to landfill. The scenario of internal recirculation of materials reduced the consumption of coarse aggregate by 20% and represented almost 50% less waste in landfill. Regarding impact assessment, the scenario of use of recycled materials showed reductions for only four categories and increases for the rest. In the waste recycling scenario, the impact results were greater for all the categories analysed. Finally, the scenario of internal recirculation of materials presented reductions for fifteen categories.

Although all the alternative scenarios were beneficial from the CE point of view, the analysis of environmental impacts showed differences between the three alternative scenarios. It is possible to conclude that recycling of materials in the plant is the best alternative, of the three strategies analysed, from the environmental point of view.

The detailed analysis of the contributions of each process and material to the impact profiles allowed to identify that for all scenarios higher contributions were due to cement consumed. A new scenario that partially replaces cement by other binding agents is proposed as future research, as long as product performance will not be affected. Other strategies related to circularity in production processes are energy efficiency, use of renewable energy and effluent recirculation. All could also be analysed with LCA to complement this study.

Finally, it is concluded that the use of LCA is very useful for comparing circular economy strategies in industry. Not all CE strategies showed minor impacts on the environment when the entire life cycle of products and services were considered. A comprehensive analysis of the results of impact indicators with inventory indicators is recommended to achieve the systemic vision necessary for decision making within circular economy and sustainable development.

Key words: circular economy, comparison of strategies, manufacturing processes.

RESUMO

Nos últimos anos, consolidou-se a ideia de que o caminho para o desenvolvimento sustentável passa pela modificação da atual economia linear para uma economia circular (EC). A União Europeia lançou em março de 2020 um novo plano de ação da EC com o objetivo de acelerar esta mudança, contribuindo para o Pacto Verde Europeu para uma economia neutra para o clima e dissociando o crescimento econômico da utilização de recursos. Este plano de ação propõe três aspectos para enquadrar uma política de produtos sustentáveis: o desenho de produtos sustentáveis, a capacitação de consumidores e compradores públicos e a circularidade nos processos de produção. O presente trabalho centra-se no último aspecto e levanta a hipótese de que a Análise do Ciclo de Vida (ACV) é uma ferramenta ideal para a comparação e seleção de estratégias alinhadas com a EC que uma indústria poderia aplicar.

O principal objetivo do trabalho é avaliar os impactos ambientais e / ou benefícios da aplicação de estratégias de EC em um estudo de caso de uma indústria por meio da Análise do Ciclo de Vida (ACV). A indústria corresponde a uma fábrica de elementos pré-fabricados de concreto e argamassa. Um vão do berço à porta foi considerado e 1 m³ de produto final foi considerado como a unidade funcional. Cenários alternativos foram gerados a partir de três estratégias de circularidade, uso de materiais reciclados, reciclagem de resíduos e reciclagem interna de materiais; que foram comparados com o cenário de linha de base. Foram utilizados indicadores de inventário e método de avaliação de impacto ReCiPe 2016 Midpoint (H) V1.03 / World (2010) H. Para a modelagem de impacto, foi utilizado o software Simapro 9.0.

Os valores dos indicadores de inventário apresentaram melhorias significativas nos cenários alternativos em relação ao cenário base. O cenário de utilização de materiais reciclados alcançou reduções de menos de 5% no consumo de água, agregado fino e cimento e reduziu em 20% o consumo de agregado graúdo virgem. O cenário de reciclagem de resíduos envolveu uma redução de 100% no envio de resíduos para aterro. O cenário de recirculação interna de materiais reduziu o consumo de agregado graúdo em 20% e representou quase 50% a menos de resíduos em aterro. Os resultados da avaliação de impacto permitiram identificar reduções em apenas quatro categorias de impacto ambiental para o cenário de uso de materiais reciclados e aumentos em todas as demais. No cenário de reciclagem de resíduos, o impacto avaliado para todas as categorias analisadas foi maior. Finalmente, o cenário de recirculação interna de materiais apresentou reduções em quinze das categorias de impacto analisadas.

Embora todos os cenários alternativos analisados sejam apresentados como benéficos do ponto de vista da EC, a análise dos impactos ambientais obtida a partir da ACV indica diferenças entre os três cenários alternativos. É possível concluir que a reciclagem de materiais na planta representa a melhor alternativa das três estratégias analisadas do ponto de vista ambiental.

A análise detalhada das contribuições de cada processo e material para os perfis de impacto permitiu identificar que em todos os cenários a maior parte das contribuições se deve ao cimento. Em resposta, a análise de um novo cenário que inclui a substituição parcial do cimento por outros ligantes é proposta como pesquisa futura, desde que o desempenho do produto não seja afetado. Outras estratégias relacionadas à circularidade nos processos produtivos para possível incorporação são a eficiência energética, o uso de energia renovável e a recirculação de efluentes, que também poderão ser analisadas utilizando ACV para complementar este estudo.

Por fim, conclui-se que o uso da ACV é muito útil para comparar estratégias de economia circular na indústria, uma vez que nem todas as estratégias de EC representam impactos menores ao meio ambiente quando considerado todo o ciclo de vida de produtos e serviços. Recomenda-se sempre uma análise abrangente dos resultados dos indicadores de impacto com os indicadores de inventário, como o consumo de materiais, energia e água, bem como a quantidade de resíduos gerados, para atingir a visão sistêmica necessária à tomada de decisão no âmbito da economia circular e desenvolvimento sustentável.

Palavras-chave: economia circular, comparação de estratégias, processos produtivos.