

# Application of a Cleaner Production Program in a company in the non-primary manufacturing sector

Silvia Coronado Ramírez, Magister<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Universidad Tecnológica del Perú, Perú, [scoronador@utp.edu.pe](mailto:scoronador@utp.edu.pe)

*Abstract– The non-primary manufacturing sector in Peru represents 12.7% of GDP, but it is a sector that is decreasing mainly due to the slowdown of the economy, national and international competition; It should be noted that the case study company is the only one that produces polypropylene notex fabric masks in Peru with internationally certified quality and has China as its main competitor; Thus, faced with this situation, the company sought to develop competitiveness alternatives that would allow it to enter new markets but at the same time be sustainable, which is why it chose as an alternative and set the objective of implementing the operational strategy of cleaner production. For the development, the Peruvian technical standard guide GP.900.200 2021 was used, as well as various publications. There is a 48% reduction in energy consumption, 82% in usable waste and 74% in non-usable waste, and the amount of finished product increased by 8%.*

*Keywords-- cleaner production, continuous improvement, strategy.*

# Aplicación de un programa de Producción más Limpia en una empresa del sector manufactura no primario

Silvia Coronado Ramírez, Magister<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Universidad Tecnológica del Perú (UTP), Perú, scoronador@utp.edu.pe

**Resumen**– *El sector manufactura no primario en el Perú representa el 12,7% del PBI, pero es un sector que va en decrecimiento principalmente por la desaceleración de la economía, la competencia nacional e internacional desleal; cabe resaltar que la empresa caso de estudio es la única que produce mascarillas de tela notex de polipropileno en Perú con calidad certificada internacionalmente y tiene a China como su principal competidor; es así que ante esta situación la empresa buscó desarrollar alternativas de competitividad que le permitan ingresar a nuevos mercados pero a su vez ser sostenible, es por ello que eligió como alternativa y se trazó como objetivo implementar la estrategia operacional producción más limpia. Para el desarrollo se utilizó la guía norma técnica peruana GP.900.200 2021 así como diversas publicaciones. Se evidenció la reducción en 48% del consumo de energía, 82% en residuos aprovechables y 74% en los no aprovechables y aumentó en 8% la cantidad de producto terminado.*

**Palabras clave**-- *producción más limpia, mejora continua, estrategia.*

## I. INTRODUCCIÓN

Según el informe de febrero del 2022 de la organización para la cooperación y el desarrollo económico (OCDE) la producción mundial de plástico se duplicó entre el 2000 y el 2019, pasó de 234mll a 460mll de toneladas (Mt), 22Mt fueron desechados al medioambiente, de estos 6Mt terminaron en ríos, lagos y océanos y según la ONU los productos plásticos son los responsables del 85% de la basura marina [1]; además, los productos derivados del plástico polipropileno (PP) son parte del sector de manufactura no primario para la medición del PBI del Perú. El PP es uno de los plásticos que la organización mundial de la salud (OMS) recomienda por sus múltiples propiedades y usos que los hacen reutilizable, debido a que los procesos de producción no generan efluentes líquidos o gaseosos, por constituirse en un 99% de carbono e hidrógeno, por lo que resulta no contaminante químicamente. Sin embargo, existen riesgos contaminantes que son resultado de su uso y disposición final, por ej. la presencia de micro plástico en las playas y que en el Perú se recicla sólo el 4%, cuando el promedio en Latinoamérica es de 10% [2].

A nivel Latinoamérica existe escasa información relacionada a prácticas de fabricación sostenible en PYMES y/o cualquier empresa del sector manufactura, pero en contraparte se resalta que una de las estrategias más utilizada es la producción más limpia, además, se identifica que las principales barreras que deben afrontar son el financiamiento,

las culturales y la legislación casi inexistente y/o deficiente en muchos de estos países [3].

Por otro lado, con respecto a la competitividad de acuerdo con el Ministerio de la Producción (Produce), el sector manufactura en el Perú contribuyó con el 12.7% del PBI, generó el 8.8% del empleo nacional al 2021; sin embargo, viene registrando deterioro en los últimos años, es así como su participación ha caído en 2.5% entre el 2013 y 2021. Asimismo, se puede indicar que el sector manufactura no primario, en el que se encuentra el caso de estudio, la tendencia negativa de contribución al PBI es mucho mayor, de acuerdo con el Banco central de reserva del Perú (BCR) [4] para el 2023 va alrededor del 8.25%. La sociedad Nacional de Industrias (SNI) atribuye esta situación al retroceso del consumo interno de las familias debido al incremento de los precios, una economía en desaceleración, la menor inversión privada, los conflictos sociales y la competencia internacional desleal [5].

Actualmente existen múltiples iniciativas que promueven la competitividad y la preocupación por el cuidado del medio ambiente que derivan principalmente de los Objetivos de desarrollo sostenible (ODS) impulsada por la ONU; y si nos referimos específicamente a la industria, podríamos considerar como entidad rectora a la organización de las naciones unidas para el desarrollo industrial (ONUDI), cuya función se alinea a los ODS 7, 9 y 17. A nivel gobierno local existen iniciativas como la guía peruana para la implementación de producción más limpia publicada por Inacal GP.900.200 2021, la ley 28611 sobre medioambiente, que promueven la estrategia producción más limpia, bonos de descontaminación y empleo de las mejores tecnologías disponibles para el uso eficiente de los recursos y para que a su vez las empresas sean ambientalmente responsables.

Por lo expuesto, ante un panorama tan incierto para el desarrollo competitivo del sector manufactura no primario en el Perú que a su vez tome en cuenta las preocupaciones mundiales como la escasez de recursos, los impactos sociales y ambientales, sin dejar de generar ingresos económicos, se hace necesario desarrollar y ejecutar políticas, programas, proyectos y acciones que generen a las empresas mayor competitividad siendo sostenibles; es así que el objetivo de la presente investigación es analizar el proceso más representativo de la empresa caso de estudio que es la producción de mascarillas quirúrgicas en base a la tela notex (polipropileno) de una empresa de manufactura

semitecnificada para formular, plantear y desarrollar un programa de producción más limpia (PML); que consiste en la aplicación continua de acciones preventivas que se integran a los procesos, productos y servicios de tal forma que sean capaces de aumentar y/o mejorar la eficiencia global de la empresa así como reducir los riesgos para las personas y el medio ambiente [6]. PML es una estrategia que se promueve desde inicios de los años 2000 por la ONUDI, sin embargo, en Perú aún es un tema por difundir; además cabe resaltar que es necesario que los indicadores de progreso no sean solo medidos de forma monetaria o social pues resultan limitados, además es urgente realizar cambios en estos e ir más allá del PBI y agregar otros como la salud del ecosistema tal y como lo manifiesta Almeida et al. [7] en el estudio donde integra producción más limpia con estrategias de sostenibilidad.

De acuerdo con la ONU para el medio ambiente y la guía peruana para la implementación de PML [8] un programa debidamente implementado siempre reduce la responsabilidad a la empresa de generar contaminación a largo plazo y usualmente incrementa la rentabilidad, reduce los costos productivos, aumenta la productividad, genera un rápido retorno del capital invertido entre otros beneficios tangibles. Por otro lado, Chia y Hadibarata [9] manifiestan que existen aún barreras para su implementación, como la resistencia al cambio de procesos y métodos ya existentes, así como el asumir el costo para su implementación.

## II. MATERIALES Y METODOS

El estudio del caso se llevó a cabo en una empresa ubicada en el distrito de Ventanilla, en la provincia constitucional del Callao, dedicada a la fabricación de artículos en base a tela notex (polipropileno), que por razones de confidencialidad para la investigación desarrollada se mantendrá en el anonimato y que en adelante nos referiremos como la empresa productora o la empresa caso.

La investigación contempla la investigación cualitativa y cuantitativa, se seleccionaron estudios de referencia de la base de datos scopus con palabras claves cleaner y production, con una antigüedad no mayor a cinco años, además sigue la metodología de la ONUDI [6] y principalmente la Guía Peruana para la implementación de proyectos de PML [8] que consiste en planear y organizar, recolectar datos (desarrollar el balance de masa, flujo de energía, costos y seguridad), identificación del lugar, el por qué se generan desechos, la generación de ideas y/o propuestas; para luego evaluar la viabilidad de estas, generar el control y seguimiento de las propuestas y una última etapa que asegure la mejora continua.

La implementación del programa inició con el alto compromiso de la alta dirección, quien definió el comité PML, el mismo que tuvo el objetivo de generar las mejores prácticas y/o innovaciones para la mejora de los procesos elevando la productividad y optimizar las condiciones de la operación tomando en cuenta la sostenibilidad del negocio es decir la preocupación por el medio ambiente; está integrada por el

gerente general, director de proyectos, gerente financiero, jefe de mantenimiento y es liderado por el gerente de operaciones, entre las principales limitaciones se identificó la disposición de presupuesto y el acceso a tecnología, así mismo el cronograma de actividades se desarrolló para un periodo de un año y se representa en la figura 1.

Como parte de los resultados del diagnóstico se identificó que el mayor impacto se generaría en el proceso de fabricación de mascarillas, es así como se dio inicio al análisis del proceso y la gestión de los datos de primera fuente, es decir, se desarrolló en base a la información suministrada por el gerente de operaciones de la empresa, con el fin de identificar las actividades, infraestructura, insumos y el recurso humano que participa en este proceso productivo. En base a la información obtenida se desarrolló la tabla 1 que contiene la lista de materiales y figura 2 que representa el diagrama de flujo.

Para la elaboración del balance de masa y energía eléctrica, se tomó como referencia lo descrito en la guía de implementación Perú PML y lo propuesto por [10]; para el primer caso se registrarán para las entradas las cantidades (peso) de la tela notex, moldura nasal, ligas pp, residuos para reuso y para las salidas la cantidad de material en la unidad de producción, subproductos como el pellets (residuos aprovechables), pérdidas de materia prima, finalmente para obtener la masa estimada y para el balance de energía se cuantificará las cantidades de material y la energía eléctrica consumida (kw/hr) por unidad de producto fabricado (un display).

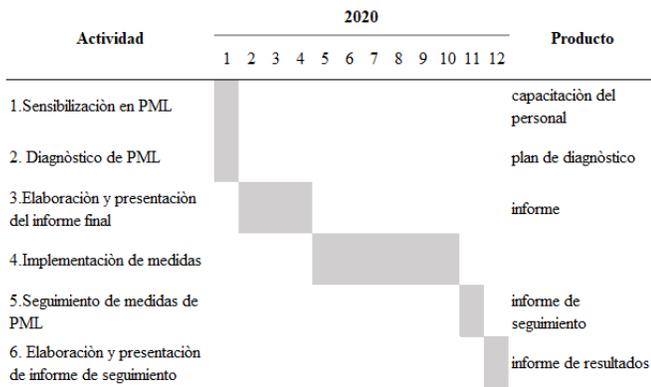
En base a esta información se identificaron las causas y/o factores generadores de las ineficiencias en las actividades del proceso, así mismo se identificaron aspectos ambientales significativos como los residuos generados recuperables y no recuperables. A continuación, se listaron tomando en cuentas las sugerencias del comité PML las mejores prácticas de la estrategia PML, y para su clasificación y elección se priorizaron aquellas que pudieran lograr mayor impacto en la reducción de residuos, bajos costos de operación, reducción de residuos peligrosos y generaran mayor seguridad no solo al personal sino a todo aquello que intervenga en el proceso.

Una vez identificada la mejor estrategia y/o acciones se preparó el plan de implementación de cada una de las acciones y se definieron las formas de financiamiento para hacer posible su ejecución, seguimiento y evaluación.

Finalmente, al ser la PML considerada un programa de mejora continua se tomaron medidas que permitirán identificar oportunidades faltantes o temas que inicialmente no se detectaron en el diagnóstico inicial.

## III. RESULTADOS

El equipo PML estableció un cronograma inicial de actividades a desarrollarse en un año, se esperaba que todo se ejecutara en el 2020, tal y como se muestra en la figura 1.



Figural. Cronograma del programa inicial.

La recolección de datos permitió la identificación de los materiales para el proceso de fabricación de mascarillas, la misma que se detalla en su estado inicial en la Tabla 1, para el caso cabe resaltar que la unidad de producción y base del estudio se denomina “display” (una caja que contiene 50 mascarillas). Esta información resulta imprescindible para poder elaborar mas adelante los balances de masa y energía y otros diagramas, asimismo para un mejor análisis se expresa todo en una única unidad de medida (kg).

TABLA I  
LISTA DE MATERIALES DISPLAY

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	KG
420NTX0043	TELA NO TEJIDA NOTEX 1	0.04020
420NTX0182	TELA NO TEJIDA NOTEX 2	0.04360
420NTX0015	TELA NO TEJIDA NOTEX 3	0.04020
510ICO0015	MOLDURA NASAL 100% PLASTICO LAMINADO	0.00900
510ICO0005	ELASTICO 1 LIGA	0.01650
820CDC0105	CAJA - CARTON DUPLEX P1	0.02500
820CDC0109	CAJA - CARTON CORRUGADO S1	0.01515
810BPL0030	BOLSA DE POLIETILENO CRISTAL	0.04000
720VAR0276	PEGAMENTO SOLIDO PEGADO DISPLAY MAQ /	0.00000

Se elaboró el diagrama de flujo que se presenta en la figura 2 para el análisis del proceso y la identificación de oportunidades de mejora.

De acuerdo con el diagrama, se identificaron al menos dos actividades en los cuales se pueden mitigar cantidades importantes de residuos, estas han sido marcadas con un distintivo rojo para su mejor reconocimiento y su tratamiento posterior.

A continuación, para una mejor apreciación de la propuesta de PML, se realizó un balance de masa y energía que se muestra en la tabla 2 que les permitió cuantificar los materiales para un mes de producción, por un lado se muestran los materiales que intervienen en el proceso como la tela notex que incluye el filtro, las ligas las bolsas, el cartón y la energía, por el otro lado las operaciones en las que intervienen para identificar las mejores oportunidades de mejora; de acuerdo

con la información se cree posible que el reemplazo de estas actividades a partir del acopio que es donde se produce la mayor cantidad de residuos y/o merma, estimado en 3%, pudiera ser reemplazada por una tecnología que haga todo los procesos automatizados, y que a su vez tenga impacto en la cantidad de subresiduos generados.

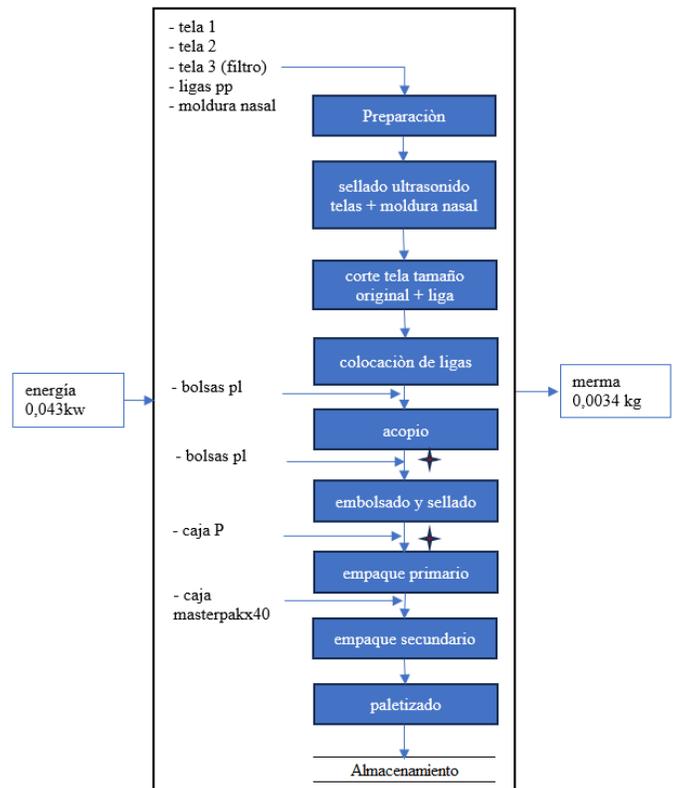


Figura 2. Diagrama de flujo del proceso

El proceso de fabricación de mascarillas era considerada semitecnificada por la cantidad de personas que intervenían en las actividades de acopio y embolsado, así mismo eran las actividades donde se identificó que se generaban la mayor cantidad de residuos, es así que para la elección de la estrategia PML más conveniente se acordó evaluar con el equipo PML en base a tres criterios, que iban desde un rediseño del proceso hasta el cambio total de equipo que su vez permitieran la reducción de estos residuos, de los peligros que implicaba el contacto de estos productos con las personas (contaminación cruzada), reducir las responsabilidades relacionadas al personal y los costos de mantenimiento. En la tabla 3 se presenta el resultado de la evaluación que considera al cambio de equipo como la mejor alternativa PML al haber alcanzado el máximo puntaje.

La tecnología inicial con la que contaba la empresa era de origen asiático y al decidir un cambio del equipo, es decir, hacer el proceso automatizado se decidió optar por una marca de origen europeo porque en el Perú no se cuenta aún con este nivel de tecnología deseado.

TABLA II  
BALANCE DE MASA Y ENERGIA

operación	Tela notex-Filtro			Moldura nasal			Ligas			bolsas			Cartón			Energia		
	E (kg)	D (kg)	S (kg)	E (kg)	D (kg)	S (kg)	E (kg)	D (kg)	S (kg)	E (kg)	D (kg)	S (kg)	E (kg)	D (kg)	S (kg)	E (kw)	D (kw)	S (kw)
Preparación	17856.0		17856.0	2304.0		2304.0	2822.4		2822.4	734.4		734.4	0.050		0.050			
sellado ultrasonido telas + moldura nasal	17856.0		17856.0	2304.0		2304.0										0.043		0.043
corte tela tamaño original + liga	17856.0		17856.0	2304.0		2304.0										0.043		0.043
colocación de ligas							2822.4		2822.4							0.043		0.043
acopio	17856.0		17807.1	2304.0		2297.7	2822.4		2814.7							0.043		0.043
embolsado y sellado	17856.0		17807.1	2304.0		2297.7	2822.4		2814.7	734.4		734.4						
empaquete primario/secundario	17856.0		17807.1	2304.0		2297.7	2822.4		2814.7	734.4		734.4	0.050		0.050	0.043		0.043

Este cambio fue un proceso aparte, se definieron estándares específicos para el diseño de este nuevo equipo, lo que significaba a su vez un cambio de las medidas originales de todos los materiales de la mascarilla y sus acabados para lograr el empaque en automático, es decir, no solo incluía la fabricación del equipo sino todo el abastecimiento de materiales y su costeo para satisfacer esta nueva necesidad. Se esperaba que todo el cambio se logre en los seis meses planeados, sin embargo, las pruebas del proveedor inicialmente seleccionado, a quien llamaremos proveedor europeo uno, no lograban aprobación de la gerencia es entonces que desiste del proyecto luego de haber transcurrido estos seis meses, a continuación, se toma al proveedor europeo dos, quien toma el proyecto en abril del 2021, y es en febrero del 2022 cuando finalmente se instala el nuevo equipo y este entra en funcionamiento. Esta situación pareciera no sorprender, tal y como Kumar et al. [11] lo manifiestan cuando analizaron el caso de las pymes en Pakistán que al igual que en el Perú la carencia de proveedores locales de tecnología se convierte en una barrera, además de encarecer los costos por la importación. Por el valor del nuevo equipo la gerencia general decidió afrontar la inversión con capital propio y con financiamiento de la banca.

TABLA III  
SELECCIÓN DE ESTRATEGIA

Criterios de clasificación	Peso	Criterios de cada opción		
		Rediseño y control de procesos	Modificación del equipo	Cambio del equipo
Reducción de la cantidad de Residuos	10	5	6	8
Reducción del peligro de los residuos (contaminación cruzada)	8	6	7	8
Reducción de la responsabilidad y costos de seguro	7	5	5	7
Bajos costos de operación y mantenimiento	5	9	4	4
Suma de los valores		178	171	213

Una vez puesta en marcha el nuevo equipo se realizaron las evaluaciones del proceso con los que finalmente se elaboró la evaluación económica entre lo que significó el proceso antes y después de implementado la estrategia PML los mismos que se muestran en la tabla 4 y que representan un mes de producción a la máxima capacidad y en tres turnos.

TABLA IV  
EVALUACION ECONOMICA DE LOS RESULTADOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE PML

item	Inicial	PML	Diferencia/proceso	Costo unitario (S/.)	Valor Económico (S/.)
- Energia (kw)	18,360	9,600	-8,760	0.156	1,365
- Residuos aprovechados (kg)	804	147	-657	3.50	2,298
- Residuos a relleno (kg) (barrete y liga)	126	30	-97	3.50	-339
- Peso unidad producción (kg)	63,615	68,758	5,143	10.19	52,405
- Personal	60	15	-45	1100	49,500
				<b>Total S/.</b>	<b>105,229</b>

Ambas tecnologías usan energía eléctrica, pero se requieren más máquinas del antiguo proceso para igualar la capacidad del nuevo equipo, esto hace notorio el ahorro de 48% en el consumo de energía, lo mismo sucede con el personal, al pasar de una actividad semitecnificada a una automatizada hace que se reduzca el número, lo que supone una reducción del 75% de costos derivados por contratación. El cambio de tecnología obviamente procura una mejora en la eficiencia del proceso productivo por lo que se logra mejoras significativas en la cantidad de residuos generados, se reducen los residuos no aprovechados en 77% y en 82% los aprovechables, lo que a su vez implica una mejora en la cantidad del producto terminado que se incrementa en un 8%. Por temas de confidencialidad y limitaciones de información para el caso, mencionaremos que la tasa de retorno de la inversión está alrededor de 11% y fue considerada una inversión a largo plazo.

#### IV. DISCUSION

Dentro de las implicancias políticas que se promueve en su estudio [11] basado en empresas de manufactura en China, nos comentan que las normativas sobre producción más limpia harán que las empresas con este tipo de estrategias serán las que se mantengan en el mercado y aquellas que no lo desarrollen saldrán de este; si nos referimos al Perú se logró identificar que se promueven los acuerdos de producción limpia de acuerdo a la DIRECTIVA N° 001-2023-MINAM/DM por el ministerio del ambiente [13] y que hasta el momento son iniciativas a las que acceden las empresas “voluntariamente” sin ningún tipo de incentivo monetario pero promueven la imagen sobre el compromiso responsable con el medio ambiente entregando a los inscritos sellos o distintivos digitales por lo asumido. Además, los autores indican que este tipo de políticas, más allá de lo que se pudiera pensar con respecto al personal, es decir una necesidad decreciente, es todo lo contrario, ante la promoción de un avance tecnológico se requeriría mayor cantidad de mano de obra calificada. El caso de estudio inició todo este proceso de implementación de PML por iniciativa propia y por su política interna orientada a la innovación permanente de sus procesos fomentada por la gerencia general.

En el caso de estudio [14] análisis de la utilización de estrategias de producción más limpia en empresas del cluster textil en Tolima Colombia concluyeron que las empresas que fueron parte del estudio desconocen los conceptos y lo beneficioso que pudiera resultar aplicar la producción más limpia en los procesos productivos, a pesar que manifestaron su preocupación sobre el uso desmedido de los recursos que afectan al medio ambiente no tienen claro que acciones son las que pudieran llevar a cabo para mitigar estas afectaciones al medio ambiente y siendo Colombia un país de características algo similares a Perú o al ser parte de la misma comunidad de América del Sur, nos daría una idea de lo que sucedió también con el caso de estudio, al iniciar este proceso de implementación no sabían del tema hasta que por iniciativa propia de la gerencia de operaciones y su apertura a la innovación constante decidieron desarrollarla.

La innovación verde es un concepto que hace referencia a la aplicación de tecnologías, procesos y prácticas que permiten a la empresa reducir el impacto ambiental y que promueve el desarrollo sostenible, esto incluye la optimización de los procesos de producción [15], cabe resaltar que la empresa caso al tener una cultura orientada a la innovación, solo que ahora lo tiene alineado a lo que se espera de una empresa sostenible, hace que esta situación sea un gran impulsor, pues fue más fácil convencer a la gerencia de los beneficios a lograr si se implementara la estrategia PML y además una vez implementada los beneficios fueron fácilmente comprobados.

Adoptar estrategia más limpia no implica circularidad por completo en el reciclaje, reutilización y otros usos de ciertos desechos solo evidencia mejoras específicas en cuanto al desempeño, así lo manifiesta Mora-Contreras et al. [16], esto también se refleja en el caso de estudio, pues se evidencia

como resultados la reducción significativa pero no completa de los residuos no aprovechables, lo que debiera ser una motivación para que la empresa desarrolle nuevas capacidades circulares.

Una mascarilla desechable genera 0.02g de CO<sub>2</sub> [17] siendo el principal generador la materia prima con 40,5% de la proporción, le sigue el embalaje en un 30%, es así como sugiere su reducción mediante el reemplazo de esta materia prima por otras alternativas, asimismo optar por reciclaje después de su uso y la reducción del peso también ayudaría; la empresa caso de estudio ha iniciado la aplicación de PML y ha mejorado significativamente su eficiencia en la producción, pero como ya se dijo previamente aún le quedan tareas pendientes y estas sugerencias podrían ser tomadas para continuar con este ciclo de mejora continua y seguir desarrollando innovaciones en el proceso.

#### V. CONCLUSIONES

La producción más limpia aplicada creó conciencia en la organización sobre las consecuencias del uso de los recursos, ya sea para maximizar el material del producto final o reducir la cantidad de residuos sean o no reutilizables, en el caso de estudio se logró disminuir en 82% los residuos aprovechables, estos son los que se procesan nuevamente para convertirlos en pellets PP que serán vendidos a clientes que lo utilizan en otros procesos derivados del plástico, así mismo se redujo en 77% los residuos no aprovechables, estos terminarán en el relleno, lo que a su vez generan una mayor cantidad de producto terminado, para el caso de estudio la cantidad de material incrementó en un 8%.

El diseño del nuevo equipo fue desarrollo en base a la información proporcionada y por la experiencia del equipo PML que esperaba obtener la reducción al mínimo o la desaparición de los residuos, sin embargo, muy a pesar de las pruebas que se realizaron y tal y como se ha podido probar estas solo han disminuido al mínimo posible dejando aún una tarea pendiente; así mismo al tratarse del desarrollo de nueva tecnología bajo ciertas condiciones o de acuerdo al cliente y al recurrir a fuentes extranjeras para su desarrollo, parte de las restricciones internas, hace que todo el proceso encarezca y los plazos se alarguen por cualquier incidencia, pues somos un país que no desarrolla tecnología y no brinda apoyo financiero a las empresas para fomentar estas buenas prácticas medioambientales.

Para la evaluación económica se creyó conveniente incluir la disminución del requerimiento de personal, que se dio en un 75% como consecuencia de lo que representa automatizar los procesos, parte del impacto social, y aunque este tiende a disminuir la cantidad de mano de obra nivel operario, por otro lado, ha generado la necesidad de mejorar las habilidades del personal o en su defecto contratar otro tipo perfil profesional para que puedan operar la nueva tecnología.

La estrategia PML es considerada como una filosofía de mejora continua, si bien la empresa ha logrado mejoras

significativas en sus indicadores medioambientales, no reduce por completo la generación de residuos no recuperables dejando esta tarea como pendiente, es decir continuar desarrollando innovaciones hasta que finalmente tenga un proceso totalmente circular, además queda claro que la empresa ha mejorado también sus niveles de competitividad operacional y organizacional.

Hermosilla, J. Do environmental and cleaner production practices lead to circular and sustainability performance? Evidence from Colombian manufacturing firms. *Sustainable Production and Consumption*, 40, 77–88. September 2023.

[17] Atılgan Türkmen, B. Life cycle environmental impacts of disposable medical masks. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(17), 25496–25506. 2022.

## REFERENCIAS

- [1] El peruano (2023, mayo 20). Contaminación por plástico la dura batalla para salvar el medioambiente. [Online]. Available: <https://www.elperuano.pe/noticia/213195-contaminacion-por-plastico-la-dura-batalla-para-salvar-el-medioambiente>.
- [2] Dongo, D. (2020, octubre 11). Recuperación del plástico en el Perú es cinco veces menor a la de América Latina. [Online]. Available: <https://gestion.pe/economia/mercados/recuperacion-del-plastico-en-el-peru-es-cinco-veces-menor-a-la-de-america-latina-noticia/?ref=ges>
- [3] Tanco M., Kalemkerian F., Santos J. Main challenges involved in the adoption of sustainable manufacturing in Uruguayan small and medium sized companies, *Journal of Cleaner Production*, Volume 293, 2021, 126139, ISSN 0959-6526.
- [4] BCRP (2023, Agosto 25). NOTAS DE ESTUDIOS DEL BCRP No. 61 – 25 de agosto de 2023. [Online]. Available: <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Notas-Estudios/2023/nota-de-estudios-61-2023.pdf>
- [5] El comercio (2023, mayo 10). SNI: manufactura no primaria acumula cinco meses consecutivos de caída. [Online]. Available: <https://elcomercio.pe/economia/peru/sni-manufactura-no-primaria-acumula-cinco-meses-consecutivos-de-caida-noticia/>
- [6] ONUDI (2023, junio 01). Introducción a la Producción más Limpia ONUDI-Manual de Producción más Limpia. [Online]. Available: [https://www.unido.org/sites/default/files/2008-06/1-Textbook\\_0.pdf](https://www.unido.org/sites/default/files/2008-06/1-Textbook_0.pdf)
- [7] Almeida, C. M. V. B., Agostinho, F., Giannetti, B. F., and Huisingh, D. (2015). “Integrating cleaner production into sustainability strategies: An introduction to this special volume”. *Journal of Cleaner Production*, 96, pp.1–9, June 2015.
- [8] Inacal GP 900.200 2021, Guía metodológica para la implementación de un programa de producción más limpia. 1-77, 2021.
- [9] Chia, X. K., and Hadibarata, T. “Environmental and Toxicology Management Cleaner production: A brief review on definitions, trends and the importance in environment protection”. *Gestión ambiental y Toxicológica*, 23-27, August 2021.
- [10] Ávila, E. F. M., Monroy, C. A. P., & Cortés, G. del P. G. “Cleaner production strategies-PML: A case applied to the tannery industry”. *Producción + Limpia*, 14(1), pp 61–75, 2019.
- [11] Kumar, L., Naqvi, S. A., Deitch, M. J., Khalid, M. J., Naeem, K., Qayyum Amjad, A., Kumar, A., Gebremicael, T. G., & Arshad, M. Opportunities and constraints for cleaner production policy in the developing world: a case study of Sindh Region, Pakistan. *Environment, Development and Sustainability*. V26, pp 4391-4434, January 2023.
- [12] Zhou Ruihui, Yang Xinmei, Han Yu. Cleaner production and total factor productivity of polluting enterprises. *Journal of Cleaner Production*, Volume 423, 2023, 138827, ISSN 0959-6526.
- [13] Ministerio del ambiente (2023, may 05). DIRECTIVA N° 001-2023-MINAM/DM. [online] Available: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/4703202/DIRECTIVA%20N%C2%B0%20001-2023-MINAM-DM.pdf>
- [14] Kassner, A. G., & Yaneth, F. Y. G.. Analysis of the use of cleaner production strategies and adaptation of an environmental management indicators system in the enterprises of the textile dressmaking cluster of Tolima. *Revista Luna Azul*, 48, 48–69. 2019.
- [15] Rodrigues, M. & Franco, M. Innovación verde en pequeñas y medianas empresas (PYMES): un enfoque cualitativo. *Sostenibilidad*, 15 (5), 4510. Marzo 2023.
- [16] Mora-Contreras, R., Ormazabal, M., Hernández-Salazar, G., Torres-Guevara, L. E., Mejia-Villa, A., Prieto-Sandoval, V., & Carrillo-