

**UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO  
VICERRECTORADO  
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN CIENCIA Y TECNOLOGÍA  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES  
INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN EMPRESARIAL**



**“PROPUESTA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA DISMINUIR LA  
CONTAMINACIÓN AMBIENTAL EN LA MYPE PROALCO S.R.L. DE LA CIUDAD DE  
EL ALTO 2021”**

**PROYECTO FINANCIADO CON RECURSOS PROPIOS**

**Resolución HCC N° 026/2021**

**EQUIPO DE INVESTIGADORES:**

Ing. Rubén Jorge Cuevas Gómez  
Univ. Vladimir Huanca Choque

**EL ALTO – BOLIVIA**

**2021**



**DIRECCIÓN DE DERECHO DE AUTOR  
Y DERECHOS CONEXOS  
RESOLUCIÓN ADMINISTRATIVA NRO. 1-3499/2021  
La Paz, 22 de Diciembre del 2021**

**VISTOS:**

La solicitud de Inscripción de Derecho de Autor presentada en fecha **21 de Diciembre del 2021**, por **ROGER OMAR LLANQUE VILLAVICENCIO**, con C.I. N° **4253682 LP**, con número de trámite **DA 1542/2021**, señala la pretensión de inscripción de la Compilación titulada: **"PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN UPEA GESTIÓN 2021 - INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN EMPRESARIAL"**, conformada por las Obras Escritas: **"ESTUDIO TÉCNICO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS Y POTENCIALIDADES INDUSTRIALES DE OROCO O GARCINA MACRANO (CALOPHYLLUM MADRUNO)"**, **"PROPUESTA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA DISMINUIR LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL EN LA MYPE PROALCO S.R.L. DE LA CIUDAD DE EL ALTO 2021"** y **"MODELO DE APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING EN LAS UNIDADES PRODUCTIVAS DE MANUFACTURA DE MUEBLES DE MADERA DE LA CIUDAD DE EL ALTO"**, cuyos datos y antecedentes se encuentran adjuntos y expresados en los Formularios de Solicitud, documentación que tiene la calidad de Declaración Jurada.

**CONSIDERANDO:**

Que, en observación al Artículo 4º del Decreto Supremo N° 27938 modificado parcialmente por el Decreto Supremo N° 28152 el *"Servicio Nacional de Propiedad Intelectual SENAPI, administra en forma desconcentrada e integral el régimen de la Propiedad Intelectual en todos sus componentes, mediante una estricta observancia de los regímenes legales de la Propiedad Intelectual, de la vigilancia de su cumplimiento y de una efectiva protección de los derechos de exclusiva referidos a la propiedad industrial, al derecho de autor y derechos conexos; constituyéndose en la oficina nacional competente respecto de los tratados internacionales y acuerdos regionales suscritos y adheridos por el país, así como de las normas y regímenes comunes que en materia de Propiedad Intelectual se han adoptado en el marco del proceso andino de integración"*.

Que, el Artículo 16º del Decreto Supremo N° 27938 establece *"Como núcleo técnico y operativo del SENAPI funcionan las Direcciones Técnicas que son las encargadas de la evaluación y procesamiento de las solicitudes de derechos de propiedad intelectual, de conformidad a los distintos regímenes legales aplicables a cada área de gestión"*. En ese marco, la Dirección de Derecho de Autor y Derechos Conexos otorga registros con carácter declarativo sobre las obras del ingenio cualquiera que sea el género o forma de expresión, sin importar el mérito literario o artístico a través de la inscripción y la difusión, en cumplimiento a la Decisión 351 Régimen Común sobre Derecho de Autor y Derechos Conexos de la Comunidad Andina, Ley de Derecho de Autor N° 1322, Decreto Reglamentario N° 23907 y demás normativa vigente sobre la materia.

Que, la solicitud presentada cumple con: el Artículo 6º de la Ley N° 1322 de Derecho de Autor, el Artículo 26º inciso a) del Decreto Supremo N° 23907 Reglamento de la Ley de Derecho de Autor, y con el Artículo 4º de la Decisión 351 Régimen Común sobre Derecho de Autor y Derechos Conexos de la Comunidad Andina.

Que, de conformidad al Artículo 18º de la Ley N° 1322 de Derecho de Autor en concordancia con el Artículo 18º de la Decisión 351 Régimen Común sobre Derecho de Autor y Derechos Conexos de la Comunidad Andina, referentes a la duración de los Derechos Patrimoniales, los mismos establecen que: *"la duración de la protección concedida por la presente ley será para toda la vida del autor y por 50 años después de su muerte, a favor de sus herederos, legatarios y cesionarios"*.

Que, se deja establecido en conformidad al Artículo 4º de la Ley N° 1322 de Derecho de Autor, y Artículo 7º de la Decisión 351 Régimen Común sobre Derecho de Autor y Derechos Conexos de la Comunidad Andina que: *"...No son objeto de protección las ideas contenidas en las obras literarias, artísticas, o el contenido ideológico o técnico de las obras científicas ni su aprovechamiento industrial o comercial"*.

Que, el artículo 4, inciso e) de la ley 2341 de Procedimiento Administrativo, instituye que: *"... en la relación de los particulares con la Administración Pública, se presume el principio de buena fe. La confianza, la cooperación y la lealtad"*



en la actuación de los servidores públicos y de los ciudadanos ...", por lo que se presume la buena fe de los administrados respecto a las solicitudes de registro y la declaración jurada respecto a la originalidad de la obra.

**POR TANTO:**

El Director de Derecho de Autor y Derechos Conexos, sin ingresar en mayores consideraciones de orden legal, en ejercicio de las atribuciones conferidas.

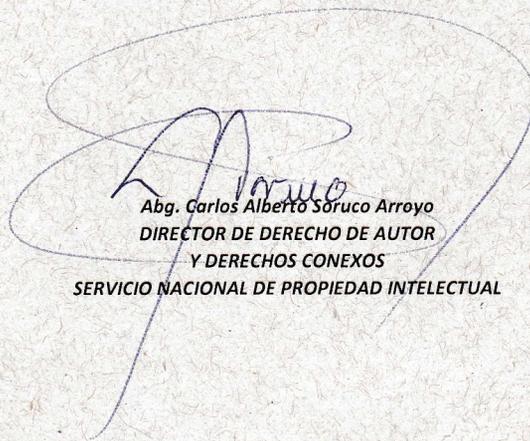
**RESUELVE:**

**INSCRIBIR** en el Registro de Obras Escritas de la Dirección de Derecho de Autor y Derechos Conexos, la Compilación titulada: **"PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN UPEA GESTIÓN 2021 - INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN EMPRESARIAL"**, conformada por las Obras Escritas:

- **"ESTUDIO TÉCNICO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS Y POTENCIALIDADES INDUSTRIALES DE OROCO O GARCINA MACRUNO (CALOPHYLLUM MADRUNO)"**, a favor de los autores: TOMASA HUALLPA MAMANI, con C.I. N° 5941807 LP, XIMENA PACHANI PEREZ, con C.I. N° 9209797 LP y JOSE LUIS TIÑINI HUANCA, con C.I. N° 9104762 LP y como titular derivado : INSTITUTO DE INVESTIGACIONES Y POSGRADO, INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN EMPRESARIAL, UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO - UPEA, con NIT N° 122025022, representado legalmente por CARLOS CONDORI TITIRICO.
- **"PROPUESTA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA DISMINUIR LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL EN LA MYPE PROALCO S.R.L. DE LA CIUDAD DE EL ALTO 2021"**, a favor de los autores: RUBEN JORGE CUEVAS GOMEZ, con C.I. N° 4826208 LP y VLADIMIR HUANCA CHOQUE, con C.I. N° 8403125 LP y como titular derivado: INSTITUTO DE INVESTIGACIONES Y POSGRADO, INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN EMPRESARIAL, UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO - UPEA, con NIT N° 122025022, representado legalmente por CARLOS CONDORI TITIRICO.
- **"MODELO DE APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING EN LAS UNIDADES PRODUCTIVAS DE MANUFACTURA DE MUEBLES DE MADERA DE LA CIUDAD DE EL ALTO"**, a favor de los autores: HUGO JOHNNY MAMANI CHOQUE, con C.I. N° 4748989 LP, NEYDA CHURQUI CALSINA, con C.I. N° 9236558 LP y DANIA RIBALDA QUISPE MAMANI, con C.I. N° 8365998 LP y como titular derivado : INSTITUTO DE INVESTIGACIONES Y POSGRADO, INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN EMPRESARIAL, UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO - UPEA, con NIT N° 122025022, representado legalmente por CARLOS CONDORI TITIRICO.

Quedando amparado su derecho conforme a Ley, salvando el mejor derecho que terceras personas pudieren demostrar.

Regístrese, Comuníquese y Archívese.



Abg. Carlos Alberto Soruco Arroyo  
DIRECTOR DE DERECHO DE AUTOR  
Y DERECHOS CONEXOS  
SERVICIO NACIONAL DE PROPIEDAD INTELECTUAL



CASA/ams  
c.c.Arch.



Oficina - La Paz  
Av. Argentina, N° 1914,  
Edif. Angélica María, entre  
Villalobos y Díaz Romero,  
zona Miraflores.  
Telfs.: 2115700 - 2119276  
2119251 Fax: 2115700

Oficina - Santa Cruz  
Av. Uruguay, Calle  
prolongación Quijarro,  
N° 29, Edif. Bicentenario.  
Telfs.: 3121752 - 72042936

Oficina - Cochabamba  
Calle Chuquisaca, N° 649,  
Piso 2, entre Antezana y Lanza  
zona Central - Noreste.  
Telfs.: 4141403 - 72042957

Oficina - El Alto  
Av. Juan Pablo II, N° 2560  
Edif. Multicentro El Ceibo  
Ltda. Piso 2, Of. 5B,  
zona 16 de Julio.  
Telfs.: 2141001 - 72043029

Oficina - Chuquisaca  
Calle Kilómetro 7, N° 366  
casi esq. Urriolagoitia,  
zona Parque Bolívar.  
Telf.: 72005873

Oficina - Tarija  
Calle Ingavi, N° 385  
entre Santa Cruz  
y Méndez, zona  
La Pampa.  
Telf.: 72015286

Oficina - Oruro  
Calle 6 de Octubre,  
N° 5837, entre Ayacucho  
y Junín, Galería Central,  
Of. 14 (Ex Banco Fie).  
Telf.: 67201288

Oficina - Potosí  
Av. Villazón entre calles  
Wenceslao Alba y San Alberto,  
Edif. AM. Salinas N° 242,  
Primer Piso, Of. 17.

# UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO

## AUTORIDADES

Dr. Carlos Condori Titirico

**RECTOR**

**Dr. Efrain Chambi Vargas Ph.D**

**VICERRECTOR**

Dr. Antonio López Andrade Ph. D.

**DIRECTOR DE INVESTIGACIÓN CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

Ing. Roger Omar Llanque Villavicencio

**DECANO DE ÁREA DE INGENIERÍA DESARROLLO TECNOLÓGICO PRODUCTIVO**

REGISTRO SENAPI: Resolución Administrativa NRO. 1-3499/2021

DERECHOS RESERVADOS: Universidad Pública de El Alto

Dirección UPEA: Av. Sucre s/n Zona Villa Esperanza

Diciembre. 2021  
El Alto – Bolivia

## PRESENTACIÓN

---

El Instituto de Investigaciones y Posgrado de la Carrera de Ingeniería en Producción Empresarial de la Universidad Pública de El Alto como un aporte de la universidad al desarrollo científico de nuestra comunidad científica presenta el proyecto de investigación titulado “PROPUESTA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA DISMINUIR LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL EN LA MYPE PROALCO S.R.L. DE LA CIUDAD DE EL ALTO 2021”.

Este proyecto de investigación consiste en proponer la Producción Más Limpia como una alternativa de solución para disminuir la contaminación ambiental en la MYPE PROALCO S.R.L. de la ciudad de El Alto. El proyecto se realiza con el propósito principal de reducir la contaminación ambiental: en el aire, el agua, y en el suelo. La contaminación ambiental es un problema en la actualidad en la ciudad de El Alto, esto afecta principalmente a los habitantes de esta ciudad y sus alrededores, también a la fauna y la flora.

Para el Instituto de investigaciones y Posgrado de la Carrera de Ingeniería en Producción Empresarial, este proyecto de investigación es muy importante; ya que sirve de modelo para realizar otros proyectos similares con el fin de disminuir la contaminación ambiental por un futuro mejor.

Ing. Roger Omar Llanque Villavicencio  
**DECANO DE ÁREA DE INGENIERÍA DESARROLLO TECNOLÓGICO PRODUCTIVO**  
**INSTITUTO DE INVESTIGACIONES**  
**INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN EMPRESARIAL**

## **AGRADECIMIENTOS INSTITUCIONALES**

---

El equipo de Investigación a través de estas líneas expresa su más sincero agradecimiento a todas las personas que con su soporte científico y humano han colaborado en la realización de este trabajo de investigación, en especial agradece a la Universidad Pública de El Alto, por su apoyo y permitir trabajar para realizar la Propuesta de Producción Más Limpia, así también a la MYPE PROALCO S.R.L. que nos abrió las puertas y nos permitió recopilar la información necesaria para cumplir con los objetivos, también se agradece a todos los que integran la Carrera Ingeniería en Producción Empresarial y al Honorable concejo de Carrera en general, por su paciencia y entrega de su tiempo para viabilizar los trámites administrativos en la Universidad.

Ing. Ruben Jorge Cuevas Gómez  
**INVESTIGADOR PRINCIPAL**  
**INSTITUTO DE INVESTIGACIONES**  
**INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN EMPRESARIAL**

## ÍNDICE

<b>CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>1. EL PROBLEMA</b> .....	<b>1</b>
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	1
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	7
<b>2. EL OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	<b>8</b>
2.1. OBJETIVO GENERAL .....	8
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	8
<b>3. LA HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	<b>8</b>
<b>4. LA JUSTIFICACIÓN</b> .....	<b>8</b>
4.1. JUSTIFICACIÓN INSTITUCIONAL .....	8
4.2. JUSTIFICACIÓN AMBIENTAL .....	8
4.3. JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA .....	9
4.4. JUSTIFICACIÓN SOCIAL .....	9
<b>CAPITULO II: MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>10</b>
<b>5. MENCIÓN DE OTROS ESTUDIOS RELATIVOS AL TEMA.</b> .....	<b>10</b>
5.1. PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA (PML) .....	10
5.2. CONTAMINACIÓN AMBIENTAL .....	10
5.3. BENEFICIOS DE LA PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA .....	11
5.4. MANUAL DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA .....	11
5.5. ETAPAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA .....	12
5.6. ESTRATEGIA AMBIENTAL .....	49
<b>6. MENCIÓN DE LOS PUNTOS DE VISTA DE OTROS INVESTIGADORES</b> .....	<b>60</b>
<b>7. CORRIENTE O ENFOQUE ELEGIDO POR EL INVESTIGADOR</b> .....	<b>63</b>
<b>8. IDENTIFICACIÓN DE LAS FUENTES</b> .....	<b>64</b>
<b>CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO</b> .....	<b>65</b>
<b>9. TIPO DE INVESTIGACIÓN</b> .....	<b>65</b>
<b>10. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	<b>65</b>
<b>11. VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	<b>65</b>
11.1. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES .....	65
11.2. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....	67
<b>12. POBLACIÓN Y MUESTRA</b> .....	<b>68</b>
<b>13. AMBIENTE DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	<b>68</b>
<b>14. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS</b> .....	<b>68</b>

15. PROCEDIMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN.....	69
CAPÍTULO IV: RESULTADOS.....	79
16. DIAGNÓSTICO ACTUAL DE LA EMPRESA.....	79
17. ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA .....	96
18. VIABILIDAD DE LAS ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA.....	109
19. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS .....	112
CAPITULO V: CONCLUSIONES .....	113
CAPITULO VI: RECOMENDACIONES .....	114
BIBLIOGRAFÍA.....	115
ANEXO A .....	117
ANEXO B .....	122
ANEXO C .....	127
ANEXO D .....	132

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Bolivia: Recolección de Residuos Sólidos por tipo de procedencia, según año y mes, 2020 al 2021 .....	4
Tabla 2 Bolivia: Recolección de residuos sólidos por ciudades capitales, según año y mes, 2020 - 2021 (en toneladas).....	5
Tabla 3 Ejemplos de medidas de política para reducir la contaminación, al mismo tiempo, respaldar la recuperación económica.....	6
Tabla 4 Identificación de obstáculos y propuesta de soluciones .....	18
Tabla 5 Operacionalización de la Variable independiente y dependiente .....	67
Tabla 6 Descripción general de la MYPE PROALCO S.R.L. ....	79
Tabla 7 Clasificación de la MYPE según CIU y CAEB.....	80
Tabla 8 Número de personal en la MYPE PROALCO S.R.L. ....	81
Tabla 9 Lista de Materia Prima e Insumos.....	85
Tabla 10 Lista de maquinaria, equipos, y herramientas .....	85
Tabla 11 Costos para la producción Mensual del producto .....	87
Tabla 12 Identificación de desperdicios sólidos .....	91
Tabla 13 Identificación del consumo de agua.....	92
Tabla 14 Identificación del consumo de energía eléctrica (luminaria).....	94
Tabla 15 Identificación del consumo de energía maquinaria .....	95
Tabla 16 Estrategia de optimización de recursos hídricos .....	97
Tabla 17 Estrategia de optimización de Energía eléctrica - luminaria .....	99
Tabla 18 Ahorro energético, hídrico y de residuos .....	109
Tabla 19 Flujo de caja de la viabilidad de Producción Más Limpia .....	110

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Contaminación Medio Ambiental en América Latina; en las principales ciudades.....	2
Figura 2 Procedimiento para realizar el diagnóstico en Producción Más Limpia.....	70
Figura 3 Procedimiento en pasos para realizar la propuesta de Producción Más Limpia.....	71
Figura 4 Organigrama de la MYPE PROALCO S.R.L.....	80
Figura 5 Ubicación de la MYPE PROALCO S.R.L. - 2021 .....	81
Figura 6 Producto de la MYPE PROALCO S.R.L. ....	82
Figura 7 Diagrama de flujo de proceso de producción del producto.....	84
Figura 8 Lay Out de la MYPE PROALCO S.R.L.....	86
Figura 9 Balance másico de la línea Guichicken .....	90
Figura 10 Imagen de diferentes tipos de focos .....	93
Figura 11 Foco led para el ahorro de energía .....	98
Figura 12 Procedimiento para implementar la metodología de las 5's .....	102
Figura 13 Procedimiento para realizar la clasificación .....	103
Figura 14 Procedimiento para aplicar la organización .....	104
Figura 15 Procedimiento para implementar la limpieza.....	105
Figura 16 Procedimiento para implementar la estandarización.....	106
Figura 17 Procedimiento para aplicar la disciplina .....	108

## RESUMEN

La contaminación ambiental es la presencia de sustancias nocivas, perjudiciales o molestas en un recurso natural como el aire, el agua y los suelos. La contaminación es un gran problema de la actualidad en todo el mundo, y una de las fuentes principales de contaminación ambiental en Bolivia son las empresas de distintos tamaños. En la ciudad de El Alto existe muchas MYPES, y una de ellas es la MYPE PROALCO S.R.L. en donde se desarrolla el presente trabajo de investigación. Existe muchas formas de reducir la contaminación ambiental, y una de ellas es por la aplicación de Producción Más Limpia.

La Producción Más Limpia es una estrategia ambiental preventiva para aumentar la eficiencia general y para disminuir la contaminación ambiental, y esta puede ser aplicada a cualquier tipo de organización.

El presente trabajo de investigación propone una alternativa de solución como la Producción Más Limpia para disminuir la contaminación ambiental en la MYPE PROALCO S.R.L. que se encuentra en la ciudad de El Alto. La aplicación de Producción Más Limpia no es sinónimo de perjudicar a la MYPE en los ingresos, es todo lo contrario, es aumentar los ingresos y al mismo tiempo reducir la contaminación ambiental.

Es viable aplicar la Producción Más Limpia a la MYPE PROALCO S.R.L. de la ciudad de El Alto, la cual se demuestra por la propuesta de este proyecto (es viable ambientalmente y económicamente).

La población con el cual se trabajó es toda la MYPE. Se recopiló datos cualitativos como cuantitativos, y para este cometido se empleó 4 etapas de diagnóstico de Producción Más Limpia para posteriormente plantear estrategias más específicas y demostrar su viabilidad.

Finalmente, se describió en la interpretación de resultados que esta propuesta de Producción Más Limpia es viable para reducir la contaminación ambiental en la MYPE PROALCO S.R.L. de la ciudad de El Alto sin perjudicarlo económicamente.

## **ABSTRACT**

Environmental pollution is the presence of harmful, harmful or annoying substances in a natural resource such as air, water and soils. Pollution is a major problem today throughout the world, and one of the main sources of environmental pollution in Bolivia are companies of different sizes. In the city of El Alto there are many MYPES, and one of them is the MYPE PROALCO S.R.L. where the present research work is developed. There are many ways to reduce environmental pollution, and one of them is by applying Cleaner Production.

Cleaner Production is a preventive environmental strategy to increase general efficiency and to reduce environmental pollution, and it can be applied to any type of organization.

This research work proposes an alternative solution such as Cleaner Production to reduce environmental pollution in the MYPE PROALCO S.R.L. which is located in the city of El Alto. The application of Cleaner Production is not synonymous with damaging the income of the MSE, it is quite the opposite, it is increasing income and at the same time reducing environmental pollution.

It is feasible to apply Cleaner Production to MYPE PROALCO S.R.L. from the city of El Alto, which; It is demonstrated by the proposal of this project (it is environmentally and economically viable).

The population with which we worked is the entire MYPE. Qualitative and quantitative data were collected, and for this purpose 4 stages of Cleaner Production diagnosis were used to later propose more specific strategies and demonstrate their viability.

Finally, it was described in the interpretation of results that this proposal for Cleaner Production is viable to reduce environmental pollution in the MYPE PROALCO S.R.L. from the city of El Alto without harming it economically.

## CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

### 1. EL PROBLEMA

#### 1.1. *Planteamiento del problema*

“La contaminación del aire, en particular, provoca 6,5 millones de muertes al año. La exposición al plomo en la pintura, que causa daño cerebral a 600,000 niños anualmente, y la contaminación del agua y del suelo también son áreas clave de enfoque. Se estima que las mares contienen 500 zonas muertas con muy poco oxígeno para mantener la vida marina. Más de 80% de las aguas residuales del mundo se liberan al medio ambiente sin tratamiento, envenenando los campos de cultivo y los lagos y ríos que proporcionan agua potable a 300 millones de personas”. (ONU, 2017, para. 2)

Incluso “antes de la pandemia de COVID-19, una de las crisis mundiales más graves de nuestro tiempo era que muchos países consideraban que la contaminación atmosférica constituía un problema sanitario de gran magnitud. En el informe State of Global Air 2019 (Estado de la calidad del aire en el mundo) se señaló que la contaminación atmosférica era el quinto factor de riesgo de mortalidad en 2017 a nivel mundial, y que la contaminación del aire ambiente causaba alrededor de 5 millones de muertes en el mundo, es decir, 1 de cada 10 fallecimientos. Además, se estableció que morían más personas debido a enfermedades relacionadas con la contaminación atmosférica que por accidentes de tráfico o por paludismo”. (Urvashi , 2020, para. 1)

La contaminación al medio ambiente ocurre en todo el mundo, pero cada vez es mayor, y esta afecta a personas, animales, y las plantas. Existe distintos tipos de contaminación a nivel mundial, y entre ellas está la contaminación al aire, al agua, y al suelo como indica la ONU.

La contaminación en Bolivia no es ajena a la contaminación mundial. “Según estudios realizados por la Organización Mundial de la Salud (OMS), más de 100 millones de personas en América Latina están expuestas a niveles elevados de contaminación del aire. Bolivia también enfrenta problemas a causa de la contaminación del aire, esto se debe sobre todo al acelerado

crecimiento de las ciudades. Alrededor del 70 por ciento de la contaminación en el aire se debe al parque automotor que transita en las ciudades, tanto del servicio público como del uso particular. El resto de la contaminación viene de las industrias y otras actividades.” (CONTRALORIA, 2019, p. 2)

“La contaminación atmosférica en Bolivia se debe, principalmente, a emisiones producidas por el parque automotor y las industrias de las principales ciudades. En las zonas rurales, en cambio, la calidad de vida de la población se ve afectada por el uso de leña y carbón”. (CONTRALORIA, 2019, p. 2)

“A nivel global, nueve de cada diez personas respiran aire contaminado. Bolivia, Chile y Perú encabezan la lista de países latinoamericanos con mayores problemas de contaminación medioambiental”. (CONTRALORIA, 2019, p. 3)

A continuación, se puede observar en la figura 1 que uno de los países más contaminantes en Latinoamérica es Bolivia.

### Figura 1

*Contaminación Medio Ambiental en América Latina; en las principales ciudades.*



*Nota.* Las principales ciudades contaminantes en Bolivia son La Paz y Cochabamba. Fuente: Plataforma Mundial para la Salud y la Calidad del Aire de la OMS (2021).

Si bien la contaminación proviene del parque automotor; las empresas no se quedan atrás como indica la contraloría: “La actividad industrial es una actividad que también contribuye a la contaminación del aire. El tema fue auditado en las ocho auditorías realizadas, con el propósito de fortalecer el trabajo de los gobiernos autónomos departamentales y municipales, a través de las recomendaciones, que se orientaron a prevenir la contaminación por medio de la oportuna otorgación de licencias ambientales y del control a las industrias con licencias ya concedidas, también se busca la implementación de parques industriales para evitar que se ubiquen en sitios incorrectos, afectando a la población; asimismo, se emitieron recomendaciones orientadas a implementar medidas de producción más limpia, en especial para las ladrilleras, yeseras y caleras, industrias que afectan a la calidad del aire y que deben reducir sus emisiones. En el trabajo de seguimiento se ha constatado mejoras en la gestión de prevención y reducción de la contaminación del aire a causa de la actividad industrial, principalmente en lo relativo a las licencias ambientales y al control de las mismas, pero falta mucho trabajo para consolidar las mejoras”. (CONTRALORIA, 2019, p. 7)

La contaminación de parte de las industrias no solamente es al aire; también es al agua; y estas desembocan principalmente en el lago Titicaca. “Bolivia no es un país altamente industrializado; predominan las pequeñas industrias, incluso familiares de corte artesanal, las cuales se agrupan en determinadas zonas aledañas a las grandes ciudades, o se distribuyen de forma altamente dispersa, como es el caso de El Alto o de La Paz, la cual concentra una gran proporción de industrias del departamento y la región. En el caso de El Alto la ausencia de un parque industrial debidamente regulado hace que grandes volúmenes de aguas contaminadas no tratadas, provenientes de cientos de pequeñas fábricas de alimentos, bebidas, plásticos, detergentes, curtiembres, etc., vayan a parar directamente a los ríos que drenan la zona y que desembocan finalmente en el Lago Titicaca”. (Greening EU Cooperation, 2020, p. 33)

En la Tabla 1 se puede apreciar que de donde más proviene la contaminación en Bolivia, principalmente en el departamento de La Paz es de los domicilios, mercados y la industria.

**Tabla 1**

*Bolivia: Recolección de Residuos Sólidos por tipo de procedencia, según año y mes, 2020 al 2021.*

PERIODO	TOTAL	Domiciliaria	Áreas Públicas	Mercados	Hospital	Otros <sup>(1)</sup>
<b>2020<sup>(p)</sup></b>	<b>1.621.303</b>	<b>1.405.321</b>	<b>21.865</b>	<b>135.411</b>	<b>9.824</b>	<b>48.883</b>
Enero	153.645	130.484	2.196	15.432	784	4.750
Febrero	140.110	118.705	2.131	14.074	771	4.428
Marzo	142.177	121.929	2.177	13.093	767	4.210
Abril	118.214	104.638	1.465	8.712	651	2.748
Mayo	119.900	106.147	1.442	8.041	759	3.511
Junio	125.706	110.812	1.623	8.757	857	3.657
Julio	131.959	116.238	1.551	9.337	986	3.846
Agosto	127.404	111.804	1.444	9.285	1.087	3.784
Septiembre	139.278	121.164	1.767	10.894	984	4.470
Octubre	141.696	122.394	1.943	12.288	720	4.350
Noviembre	134.506	115.857	1.915	11.916	712	4.107
Diciembre	146.709	125.148	2.211	13.581	747	5.022
<b>2021<sup>(p)</sup></b>	<b>1.066.130</b>	<b>906.029</b>	<b>16.608</b>	<b>96.648</b>	<b>7.201</b>	<b>39.644</b>
Enero	148.334	125.772	2.252	15.167	789	4.353
Febrero	133.534	113.023	1.945	12.913	779	4.874
Marzo	139.837	117.353	2.089	13.579	859	5.957
Abril	133.716	113.333	1.996	12.751	891	4.744
Mayo	134.536	114.373	2.156	12.074	978	4.955
Junio	125.411	108.029	1.957	9.659	1.003	4.763
Julio	127.360	109.920	2.080	9.524	947	4.888
Agosto	123.402	104.226	2.132	10.980	954	5.110

Fuente: Gobiernos Autónomos Municipales  
 Instituto Nacional de  
 Estadística

(p): Preliminar

(1): Agrupa residuos recolectados en industria y mataderos

*Nota.* La tabla muestra la cantidad de residuos sólidos recolectados de diferentes procedencias, y entre ellas está la industria. Fuente: INE (2021).

Según el Instituto Nacional de Estadística en Bolivia, la ciudad de El Alto es una de las ciudades más contaminantes de residuos sólidos, en la Tabla 2 se puede apreciar que en la

primera mitad de la gestión 2021 esta ciudad generó un total de 174.383,00 toneladas de residuos sólidos.

**Tabla 2**

*Bolivia: Recolección de residuos sólidos por ciudades capitales, según año y mes, 2020 – 2021 (en toneladas).*

PERIODO	TOTAL	La Paz	Santa Cruz	El Alto
<b>2020<sup>(p)</sup></b>	<b>1.621.303</b>	<b>234.939</b>	<b>659.547</b>	<b>262.353</b>
Enero	153.645	22.699	61.543	25.498
Febrero	140.110	21.779	53.864	23.106
Marzo	142.177	22.264	54.224	23.757
Abril	118.214	17.957	44.495	20.038
Mayo	119.900	17.910	48.789	19.902
Junio	125.706	18.827	50.599	20.608
Julio	131.959	17.983	58.643	20.330
Agosto	127.404	16.872	57.700	18.945
Septiembre	139.278	18.354	58.826	22.564
Octubre	141.696	19.128	58.729	22.894
Noviembre	134.506	19.271	52.927	21.142
Diciembre	146.709	21.896	59.208	23.569
<b>2021<sup>(p)</sup></b>	<b>1.066.130</b>	<b>161.374</b>	<b>384.963</b>	<b>174.383</b>
Enero	148.334	21.787	56.385	23.190
Febrero	133.534	19.084	51.955	21.543
Marzo	139.837	21.582	52.965	23.000
Abril	133.716	18.227	49.311	21.518
Mayo	134.536	21.582	47.546	21.548
Junio	125.411	19.327	42.147	21.312
Julio	127.360	20.036	42.909	21.717
Agosto	123.402	19.749	41.745	20.555

Fuente: Gobiernos Autónomos Municipales

Instituto Nacional de Estadística

(p): Preliminar

n.d.: no disponible, por falta de pesaje o no emisión del registro.

*Nota.* Datos tomados del Instituto Nacional de Estadística. Fuente: INE (2021).

Si bien hay una preocupación de reducir la contaminación ambiental por parte de la ONU, todavía en Bolivia no se tiene planes, ni estrategias, ni programas de Producción Más Limpia

para aplicar a empresas de forma particular en sus respectivos rubros. La Producción más Limpia es uno de los programas que reduce la contaminación ambiental, y estas deben ser aplicadas a industrias particulares, como indica Urvashi: "...Por lo tanto, un programa para reducir la contaminación atmosférica debe abarcar múltiples sectores. Además, como se señaló anteriormente, en el programa se deberían combinar medidas relacionadas con la oferta y con la demanda. La tabla 3 contiene ejemplos de las medidas de política que se pueden adoptar en los diferentes sectores para reducir la contaminación atmosférica y respaldar la recuperación económica". (Urvashi , 2020)

**Tabla 3**

*Ejemplos de medidas de política para reducir la contaminación, al mismo tiempo, respaldar la recuperación económica.*

Sector	Medidas para estimular la producción verde	Medidas para estimular la demanda verde
Transporte	Política de desguace de vehículos para promover el retiro de vehículos viejos.	Programa de dinero por chatarra para incentivar la modernización del parque automotor
Industria	Certificación verde (Producción Más Limpia) y líneas de crédito subvencionado para la producción verde (PML).	Programa de adquisiciones verdes.
Agricultura	Reducir/eliminar el subsidio del fertilizante portador de urea (el uso excesivo de este fertilizante es una fuente secundaria de PM2,5 y destinar el subsidio a la agricultura orgánica.	
Energía	Préstamos subvencionados para energía renovable.	Programa de fijación de límites e intercambio de emisiones (para generar demanda de energía limpia).

*Nota.* La tabla 3 contiene algunos ejemplos, pero existen numerosas medidas que permiten promover la recuperación económica y, al mismo tiempo, mejorar la calidad del aire. Fuente: <https://www.bancomundial.org/es/news/immersive-story/2020/07/01/air-pollution-locked-down-by-covid-19-but-not-arrested> (2021).

Ante lo expuesto, y como indica Urvashi; la Producción Más Limpia aplicado a una empresa puede reducir la contaminación ambiental.

Según el diagnóstico realizado (eco-balances y balance másico), en tema de residuos, la MYPE desperdicia 180 unidades de partes de materia prima al mes, y de esa forma aporta a la contaminación ambiental.

En tema de recursos hídricos, existe la posibilidad de utilizar menos el agua, es decir; la MYPE está realizando un excesivo uso de este bien con 1,58 M3 de agua bi-mensual, y con ello coopera a la contaminación ambiental.

En tema de energía eléctrica, en cuanto a la luminaria, la MYPE utiliza focos fluorescentes, las cuales gastan más que los focos led, por lo cual, hay excesivo uso de energía de 286,1 KW mensual, y ello también contribuye a la contaminación ambiental.

Ante la problemática expuesta, se propone realizar una propuesta de Producción Más Limpia para la MYPE PROALCO S.R.L. de la ciudad de El Alto, la Producción Más Limpia puede ser una alternativa de solución para disminuir la contaminación ambiental.

La Producción Más Limpia si bien es utilizado para reducir la contaminación ambiental, no necesariamente significa perjudicar a la MYPE en cuanto a recursos económicos, es todo lo contrario, esta estrategia permite reducir la contaminación ambiental y al mismo tiempo incrementar los ingresos económicos de la MYPE.

## **1.2. Formulación del problema**

¿Es viable aplicar la Producción Más Limpia para disminuir la Contaminación Ambiental en la MYPE PROALCO S.R.L. de la ciudad de El Alto?

## **2. EL OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN**

### **2.1. *Objetivo General***

Proponer la Producción Más Limpia para disminuir la contaminación ambiental en la MYPE PROALCO S.R.L. de la ciudad de El Alto en la gestión 2021.

### **2.2. *Objetivos Específicos***

- Realizar un diagnóstico actual de la empresa en base a las etapas de Producción Más Limpia mediante una guía de observación y cuestionario.
- Plantear estrategias de Producción Más Limpia en base al diagnóstico para posteriormente evaluarlas.
- Evaluar la viabilidad de las estrategias de Producción Más Limpia mediante indicadores cuantitativos.

## **3. LA HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN**

Disminuir la contaminación ambiental en la MYPE PROALCO S.R.L. de la ciudad de El Alto es viable de acuerdo a la propuesta de Producción Más Limpia en la gestión 2021.

## **4. LA JUSTIFICACIÓN**

### **4.1. *Justificación Institucional***

El Instituto de investigación de la carrera de Ingeniería en Producción Empresarial en coordinación con la Dirección de Investigación, Ciencia y Tecnología realiza distintos proyectos de investigación, por lo cual; el presente proyecto se realiza por ese motivo, así también es para realizar el aporte a la investigación científica, y a la Universidad Pública de El Alto. Asimismo, el proyecto impulsa a realizar convenios entre la Universidad y las empresas privadas que tienen una necesidad mutua, de tal forma que ambos sean beneficiados.

### **4.2. *Justificación ambiental***

La contaminación ambiental es un problema de la actualidad en todo el mundo, y por ende también en Bolivia según estudios mencionados anteriormente. Bolivia es uno de los países latinos más contaminantes. La industria tiene su aporte a este problema, por ello es que el

presente proyecto de investigación se centra en proponer un programa de Producción Más Limpia a una MYPE en particular (PROALCO S.R.L.); para que esta sirva de modelo para otras MYPES de la ciudad de El Alto, y de esta forma reducir la contaminación ambiental. El beneficiado con el proyecto es la madre tierra desde el punto de vista ambiental.

#### **4.3. Justificación económica**

Disminuir la contaminación por parte de las MYPES de la ciudad de El Alto; no necesariamente tiene que ver con bajar la rentabilidad, todo lo contrario; la aplicación de la Producción Más Limpia permitirá aumentar los ingresos de la MYPE PROALCO S.R.L. como se ve en los indicadores en el presente proyecto de investigación. El directo beneficiado con la aplicación de Producción Más Limpia es la MYPE a la cual se realiza la propuesta.

#### **4.4. Justificación social**

Se realiza la presente investigación desde el punto de vista social porque el programa de Producción Más Limpia permitirá contribuir a la población de la ciudad de El Alto, en especial en la zona de Ciudad Satélite con la disminución de la contaminación, así también; los trabajadores de la MYPE PROALCO S.R.L. serán beneficiados porque ellos podrán realizar sus trabajos con una conciencia ambiental.

## CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

### 5. MENCIÓN DE OTROS ESTUDIOS RELATIVOS AL TEMA.

#### 5.1. *Producción Más Limpia (PML)*

“La Producción Más Limpia consiste en la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva integral a procesos, productos y servicios para aumentar la eficiencia general y para reducir los riesgos para los seres humanos y el ambiente. La Producción Más Limpia puede ser aplicada a procesos utilizados por cualquier industria, a los productos mismos y a varios servicios ofrecidos en la sociedad. Es un término amplio que comprende conceptos como eco-eficiencia, prevención de contaminación y productividad verde. La aplicación de la Producción Más Limpia protege al medio ambiente, al consumidor y al trabajador, mientras mejora la eficiencia industrial, la rentabilidad y la competitividad”. (UNEP, 2020, p. 6)

**En los procesos de producción,** la producción más limpia conduce a materias primas, agua y / o energía; eliminando materias primas tóxicas y peligrosas; y reducción, en la fuente, de la cantidad y toxicidad de todas las emisiones y desechos durante el proceso de producción.

**En productos,** la Producción Más Limpia busca reducir los efectos negativos de los productos en el medio ambiente, la salud y la seguridad a lo largo de su ciclo de vida, desde la extracción de materias primas, pasando por la conversión y el uso, hasta el almacenamiento final del producto.

**En servicios,** La producción más limpia significa que el trabajo ambiental está integrado en el diseño y la provisión de servicios. (Esta es una traducción, hecha por PTS, de la definición oficial, en inglés, de Producción Más Limpia, adoptado por el Modelo de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente – PNUMA).

#### 5.2. *Contaminación Ambiental*

“Presencia de sustancias nocivas, perjudiciales o molestas en un recurso natural como el aire, el agua y los suelos, sin que el medio los pueda absorber o regenerar por sí mismo, y colocadas allí por la acción del hombre, o por procesos naturales temporales, en tal calidad y

cantidad que pueden interferir la salud y el bienestar de los hombres, los animales y a las plantas. Todas las preocupaciones de la humanidad deberían centrarse en el progreso del hombre sin perjuicio del medio natural, interpretado como equilibrio, sin introducir al medio cualquier factor que anule o disminuya la función biótica de los ecosistemas. Desde el punto de vista de salud pública, la contaminación del medio ambiente es tratada cuando puede afectar la salud y la calidad de vida de las personas que viven y trabajan cerca o en lugares focos de contaminación”. (Fraume Restrepo, 2007, p. 125)

### **5.3. Beneficios de la Producción Más Limpia**

El ministerio de Desarrollo Productivo y Economía Plural indica los beneficios de implementar la Producción más Limpia en una MYPE como sigue: “la gestión ambiental debe entenderse como una fuente de oportunidades y no como un obstáculo. Dentro de esta gestión, adoptar la PML resulta una alternativa viable para el logro de objetivos de desarrollo”. (Equipo técnico del CPTS, 2018, pag. 15) Algunos de los beneficios de Producción Más Limpia son los siguientes:

- Mejor productividad y rentabilidad: los cambios a efectuarse en la producción conllevan un incremento en la rentabilidad, debido a un mejor aprovechamiento de los recursos y a una mayor eficiencia en los procesos, entre otros.
- Mejor desempeño ambiental: un mejor uso de los recursos reduce la generación de desechos, que pueden en algunos casos, reciclarse, reutilizarse o recuperarse.
- Mejor posicionamiento comercial de la empresa.
- Mejor entorno laboral.

La Producción Más Limpia tiene beneficios para una MYPE, lo cual también implica beneficios al medio ambiente: la reducción de la contaminación.

### **5.4. Manual de Producción Más Limpia**

“La introducción de un manual de producción más limpia en una MYPE implica la planificación, organización e implementación de un conjunto de medidas que se desarrollarán de

manera sistemática y ordenada. El manual de Producción Más Limpia es parte de la administración general de la compañía y debe reflejarse en un documento que explique los objetivos relacionados con Producción Más Limpia, que también especifica las metas, actividades, tiempos y recursos que se emplearán para lograr estos objetivos.” (Cuevas Gómez, 2020, p. 20)

### **5.5. Etapas de Producción Más Limpia**

El autor Cuevas Gómez describe el método para implementar el manual de Producción Más Limpia en una PYME e indica un conjunto ordenado de actividades realizadas en una secuencia de 19 pasos, que a su vez se agrupan en las siguientes cinco etapas:

**Etapas 1.** Creación de una Base de un manual de aplicación de PML.

**Etapas 2.** Preparación del diagnóstico de PML.

**Etapas 3.** Diagnóstico – Estudio detallado de las operaciones unitarias críticas.

**Etapas 4.** Diagnóstico – Evaluación técnica y económica.

**Etapas 5.** Implementación, seguimiento y evaluación final.

Un componente clave de este manual es el diagnóstico de Producción Más Limpia, que se realiza con base en un análisis de operaciones productivas, para identificar y seleccionar alternativas de Producción Más Limpia técnicamente y económicamente viables, que se implementan para aumentar la eficiencia productiva de la MYPE.

El análisis anterior se realiza con base en los resultados de un estudio detallado de producción, logística y operaciones auxiliares, que incluye la cuantificación y caracterización de entradas y salidas para cada operación de la unidad. El propósito de este estudio es identificar las causas de los flujos y pérdidas de desechos, proponer alternativas de Producción Más Limpia (PML), seleccionar e implementar alternativas factibles y monitorear los resultados de los mencionados anteriormente.

Las entradas y salidas mencionadas en el párrafo anterior incluyen el consumo y la pérdida de energía que ocurren en la unidad y las operaciones auxiliares.

Dado que existe una cierta correlación entre el consumo de energía y la cantidad de residuos generados, es ventajoso combinar los objetivos con la prevención de la contaminación y los objetivos para eficiencia energética en el mismo manual de PML, enfocado en aumentar la eficiencia de la operación del dispositivo.

Aunque el diagnóstico de PML es una herramienta técnica utilizada para evaluar y mejorar la eficiencia de las operaciones de una instalación, sus beneficios, debido a la intervención temporal, no son significativos sin el apoyo del manual de PML. La existencia de este manual implica un compromiso y una organización a largo plazo.

Dentro de la empresa la creación de dicho manual garantiza el suministro, por un lado, de la infraestructura y recursos técnicos, administrativos y financieros para implementar con éxito las recomendaciones de PML; y, por otro lado, la continuidad a largo plazo de las prácticas de PML en la empresa, con o sin la intervención de Apoyar recursos humanos externos.

Además, el manual de PML es una base sólida desde la cual la MYPE puede implementar y mantener un sistema de gestión ambiental, si aún no lo ha implementado.

Las 5 etapas mencionados anteriormente, así como cualquiera de los 19 pasos descritos a continuación, se pueden modificar y / o adaptar según las características de la MYPE y las iniciativas que cuenta con la gerencia y / o equipo para crear y desarrollar su propio manual de Producción Más Limpia.

### **Etapas 1: Crear Una Base De Un Manual de Aplicación de Producción Más Limpia.**

El autor Cuevas Gómez (2020) indica que el objetivo de esta etapa es crear instrumentos y condiciones necesarias para desarrollar el manual de Producción Más Limpia. Los pasos a seguir en esta etapa son (Cuevas Gómez, 2020, pág. 23):

**Paso 1. Asegurar el compromiso de la gerencia o dueño y mediante ésta, la colaboración de los empleados.**

Para iniciar el desarrollo del manual PML y garantizar su ejecución, calidad y continuidad, es necesario que existe un compromiso con el dueño o gerente de la MYPE. Si la iniciativa para

desarrollar este manual proviene de la propia administración, por lo que su compromiso, en principio, ya estaría garantizado. Si la iniciativa proviene del personal de la fábrica o de un promotor o consultor externo, el compromiso de gestión debe estar asegurado.

Se considera que el compromiso de la gerencia se ha garantizado cuando se alcanzan los siguientes objetivos:

- Tiene la aprobación de la gerencia o dueño para formar un Comité de PML, con ejecutivos y técnico de la MYPE, responsable de coordinar las actividades de desarrollo del manual.
- Se nombró al ejecutivo responsable del Comité.
- Se han definido los objetivos y metas del manual y los aspectos humanos, financieros y se necesitan otros.
- Los objetivos y metas del manual fueron comunicados y difundidos, así como la participación de los empleados.

El presente método para desarrollar el manual PML es una guía básica para el Comité de Gestión PML define sus objetivos y metas.

La gerencia debe estar plenamente convencida de la necesidad y los beneficios del manual PML representa para su propia MYPE.

A continuación, se describe los beneficios del manual de Producción Más Limpia:

**Beneficios económicos:** Por el uso más eficiente de materias primas, agua, energía y otros insumos en los procesos.

**Beneficios ambientales:** Por la eliminación de materias peligrosas, reducción de la carga de contaminantes de los efluentes de la planta, y la disminución de los requerimientos (infraestructura, gastos de inversión, y operación) para el tratamiento final y disposición de los desechos.

**Beneficios Externos:** Por mejoramiento de la imagen pública de la empresa y el cumplimiento de las normas vigentes.

**Rol del promotor o consultor externo:** Además del contacto y las actividades iniciales que necesita para desarrollar el promotor o consultor externo con la gerencia de la compañía, es importante mantener una estrecha relación con el personal de la MYPE y, en particular, con el gerente o dueño. La conciencia y el espíritu de colaboración del equipo de la MYPE es extremadamente importante para acceder a datos existentes e información útil sobre operaciones de producción.

## **Paso 2. Organizar el Comité de producción más limpia (PML)**

### **a. Creación del Comité de PML.**

La creación de un Comité de PML dentro de la empresa debe abordarse desde el principio, para que el comité tenga un órgano de toma de decisiones que le permita gestionar las actividades de la PML. Las principales funciones del Comité son:

- Desarrollar, coordinar y supervisar todas las actividades relacionadas con el manual PML.
- Identifique los obstáculos que pueden impedir el éxito del manual en la MYPE.
- Difundir regularmente los resultados y éxitos del manual PML para preservar, a largo plazo, el apoyo y entusiasmo de la gerencia y empleados de la compañía.

El Comité debe ser de naturaleza multidisciplinaria y comprender a los empleados de la MYPES, bajo la administración de una persona a cargo con suficiente autoridad para implementar cambios en la empresa y cumplir con las siguientes funciones:

- Coordinar las actividades del Comité.
- Actuar como enlace entre el Comité y los niveles ejecutivos y operativos de la empresa.
- Asumir la responsabilidad de garantizar el logro de los objetivos y metas del manual y de implementar recomendaciones de PML.

### **b) Creación de un equipo de diagnóstico temporal (ETD) para diagnosticar PML**

El Comité de PML debe formar un equipo de diagnóstico temporal (ETD), que debe estar formado por el personal interdisciplinario de la compañía y, si es necesario, con el apoyo de consultores externos. ETD debe alcanzar los siguientes objetivos relacionados con la

implementación del diagnóstico de PML (El Comité debe incorporar estos objetivos como parte de su manual de PML):

- Tener un sistema de información confiable que proporcione datos detallados sobre procesos y procesos unitarios la operación de la unidad de la planta, que incluye, entre otras cosas, el consumo diario de materias primas, agua, energía y otros bienes de entrada, datos de producción y producción de residuos.
- Haga una evaluación de las causas de la ineficiencia en la operación del dispositivo y que causar desperdicio de materias primas, agua, energía y / u otros materiales de entrada y en la producción de residuos.
- Ha identificado opciones de PML que se pueden implementar para aumentar el rendimiento productivo de la planta.
- Tener una evaluación técnica, económica y ambiental de las alternativas de PML identificadas.
- Deje que las recomendaciones de PML se basen en las opciones viables elegidas.

El Comité debe designar un jefe de ETD con la jerarquía necesaria para adoptar lo siguiente características:

- Coordinar las actividades para el diagnóstico de PML.
- Sé el portavoz, comunicador de ETD.
- Apoyar al Comité PML creado en la empresa.
- Asista a las reuniones del comité de PML.
- Prepare resúmenes de sus actividades con observaciones relevantes, incluidas sugerencias técnico y administrativo, previamente discutido y acordado con los miembros del ETD.

Para lograr los objetivos del diagnóstico de PML, el equipo de diagnóstico debe realizar lo siguiente ocupaciones:

- Actividades preparatorias para el diagnóstico de PML (ver etapa 2).

- Análisis de operaciones de unidades críticas (ver etapa 3).
- Estudios técnicos y económicos (ver etapa 4).

En caso de que el comité haya propuesto contratar un equipo de diagnóstico fuera de las instalaciones, o en el caso de que el promotor o consultor externo tenga su equipo técnico para realizar diagnóstico de PML, entonces la ETD de la planta necesariamente debe incorporarse como parte activa del grupo de diagnóstico contratado.

El equipo de diagnóstico debe estar formado por al menos las siguientes personas:

- Un técnico DPML con experiencia en prevención de la contaminación;
- Un técnico con experiencia DPML en eficiencia energética;
- Un técnico asignado por la empresa.

El número de técnicas por materia, así como el número de técnicas asignadas por la empresa, pueden aumentar según el tamaño y la complejidad de las operaciones de producción de la planta. Cuando la planta es compleja, es aconsejable considerar contratar a un especialista, además, que forma parte y apoya al equipo técnico en aspectos especializados o complejos.

***El papel del equipo de diagnóstico:*** Este equipo, ya sea empleado o no, debe estar preparado para apoyar comité. Se recomienda que el comité invite al gerente o dueño del ETD a sus reuniones, para que pueda ver un resumen de sus actividades, sus observaciones sobre lo que se ha encontrado en la MYPE hasta el momento y sus propuestas técnicas y administrativas para el Comité. Finalmente, el plan de la implementación que se desprende del diagnóstico de PML puede incorporarse como parte del plan de trabajo para el comité.

### **Paso 3. Identificar obstáculos al manual de PML y proponer soluciones**

Una de las primeras actividades, tanto en el comité como en el grupo de diagnóstico es identificar obstáculos que pueden dificultar el éxito del manual en la MYPE. Los ejemplos se muestran en la tabla 4 de los obstáculos que el comité y/o el equipo de diagnóstico pueden encontrar al comienzo de un manual de PML; así como algunas de las posibles soluciones a tales obstáculos.

**Tabla 4**

*Identificación de obstáculos y propuesta de soluciones*

<b>OBSTÁCULOS</b>	<b>EJEMPLO</b>	<b>SOLUCIÓN</b>
<b>De información</b>	Se desconocen los beneficios de la PML.	Mostrar beneficios en base a casos exitosos en otras empresas del mismo o de otros sectores.
<b>Institucionales</b>	Resistencia al cambio; falta de espíritu y/o práctica de trabajo en equipo.	Interesar al personal mostrándole beneficios laborales, etc.
<b>Tecnológicos</b>	Incapacidad de adecuar y/o apropiar tecnología.	Mostrar ejemplos de industrias que han adecuado o apropiado tecnología aun cuando no sean del mismo rubro.
<b>Financieros</b>	Falta de recursos financieros y/o baja capacidad de acceso a créditos.	Estimar las pérdidas económicas Ocasionadas por deficiencias existentes.  Mostrar que las inversiones en PML son atractivas debido a los cortos períodos de retorno.

*Nota.* La fuente es de CPT (2021).

Deben considerarse los obstáculos que no pueden superarse en esta etapa del manual, nuevamente en los pasos de evaluación de las opciones de PML identificadas durante el diagnóstico.

**Rol del Comité de Producción Más Limpia:** Es importante que el equipo de diagnóstico proporcione información objetiva, preferiblemente incluyendo estudios de casos, para apoyar soluciones diseñadas para eliminar obstáculos que podrían impedir el éxito del manual en la empresa. Sin embargo, es aconsejable que el equipo de diagnóstico deba actuar con discreción al levantar obstáculos y presentar posibles soluciones, ya que se puede desalentar a la Administración de desarrollar el manual PML. No obstante, la gestión abierta y comprometida con el proceso de PML facilitará la presentación de ideas por parte del equipo de diagnóstico.

### **Etapas 2: Preparación del Diagnóstico de Producción Más Limpia.**

El autor Cuevas (2020) indica que el objetivo de este paso es tener un diagnóstico preliminar, para identificar las actividades hacia las cuales se centrarán en las etapas 3 y 4 del manual PML. En el Anexo C presenta un cuestionario Producción Más Limpia utilizado por el CPTS para recopilar información antes de ejecutar el Diagnóstico de Producción Más Limpia. Este cuestionario puede ser usado como guía para MYPES. Los pasos para continuar en este punto son (Cuevas Gómez, 2020, pág. 29):

#### **Paso 4. Recopilar información sobre los procesos de producción**

El objetivo de este paso es familiarizar al equipo de diagnóstico con los procesos de producción de la MYPES, recopilar la información necesaria para facilitar el trabajo del equipo para poder identificar y dar opciones de PML, almacenar esta información en una base de datos. Para este fin, se debe realizar las siguientes actividades:

**a. Recopile una bibliografía e información general relacionada con el tipo de MYPE en cuestión:**

Procesos utilizados en este tipo de industria.

Equipos involucrados en estos procesos.

Evaluaciones ambientales en dicha MYPE.

Posibles fuentes: Ministerio de desarrollo Productivo y Economía Plural, PNUMA, ONUDI, EPA, CPTS, publicaciones industriales, universidades, bancos de información, proveedores de equipos y suministros, etc.

**b. Recopile información técnica de la MYPE sobre sus procesos de producción:**

Producción (datos de al menos los últimos doce meses).

Costo y uso de materias primas, energía, agua y otros recursos.

Tipo, origen y cantidad de los desechos, residuos y pérdidas.

Operación y costo anual de tratamiento y disposición de residuos.

Estudios de prevención de contaminación y eficiencia energética realizados en la MYPE.

**c. Inspección general de la planta para comprender los procesos involucrados y cómo funcionan sus interrelaciones.**

La inspección también debe incluir las instalaciones asociadas con las actividades auxiliares de las MYPES, cómo la administración, talleres, infraestructura y equipos utilizados para la entrada, almacenamiento y distribución de insumos, productos intermedios y finales.

Rol del Comité Producción Más Limpia. El equipo de diagnóstico debe realizar este trabajo en detalle porque el éxito del manual depende en gran medida de los resultados que logre. Los aspectos más importantes como la información deben estar contenida en una base de datos que se completará con más detalle a lo largo de la duración del diagnóstico.

Esta base de datos es fundamental dentro del manual PML ya que define el área de oportunidad donde los recursos y esfuerzos del equipo de diagnóstico se enfocarán, monitorearán y evaluarán el progreso en la implementación de las recomendaciones de PML.

**Paso 5. Evaluar los procesos de producción e identificar las operaciones unitarias (OU) críticas.**

Para evaluar los procesos de producción de la MYPE, el equipo de diagnóstico debe llevar a cabo siguientes actividades:

a. Divida el proceso de producción en operaciones unitarias.

Una operación unitaria (OU) es un componente de un proceso de producción, que cumple una función específica, sin la cual el proceso no podría cumplir su función mundial. Ejemplos de unidades organizativas que conforman el proceso general de una planta de azúcar, son: molienda, extracción, purificación de jugo, clarificación, evaporación, cristalización, centrifugación y secado. Ejemplos de unidades organizativas generales: molienda, tamizado, cocción, agitación, filtración, destilación, centrifugación y otros.

En cada operación unitaria, debe identificar:

Las entradas de cada operación unitaria (materias primas y otras entradas, incluida la energía disponible y utilizable).

Los resultados de cada operación unitaria (productos, subproductos y desechos, incluidas las pérdidas; los resultados finales de un proceso no necesariamente corresponden a los de la última operación unitaria).

Las relaciones de entrada / salida entre las operaciones unitarias.

b. Prepare diagramas de flujo del proceso que vinculen las operaciones unitarias.

Un diagrama de flujo es un diagrama lineal, con símbolos y flechas, que muestra la secuencia de las operaciones identificadas. El curso-grama incluye, preferiblemente datos cuantitativos, sobre las entradas, salidas y pérdidas de cada proceso productivos, incluidas sus relaciones (entradas / salidas), para representar la transformación de materias primas, energía y otros insumos, en productos, subproductos y residuos.

**c. Evaluar de antemano las entradas y salidas de las operaciones unitarias y estimar los costos derivados tanto de producción ineficiente como de producción y procesamiento de Residuos y / o disposición final de desechos residuales.**

Esta actividad requiere información sobre:

Cantidad y costo de insumos, incluido el diseño y la composición del producto (entre otros datos, como la cantidad de lotes y el cronograma de producción, existencias, mantenimiento,

facturas de agua, electricidad y gas, datos sobre descargas de aguas residuales, eliminación de residuos, etc.).

Saldo de masa y energía, incluidos los registros de retorno y pérdida.

Obligaciones o compromisos de la empresa derivados del cumplimiento de los requisitos medioambientales, inspección ambiental e informes de inventario, incluidos informes de análisis de residuos.

#### **d. Identificar operaciones unitarias críticas de la MYPE.**

Una operación de unidad crítica en el contexto actual, es el que tiene o puede tener impactos negativos significativos, ya sean ambientales, productivos o económicos.

La información desarrollada en las actividades anteriores es esencial para evaluar las operaciones unitarias e identificar aquellos que se consideran operaciones improductivas críticas para el diagnóstico de PML. La selección de las operaciones unitarias críticas puede basarse en la importancia relativa de los siguientes criterios:

Cantidad y costo equivalente de insumos de residuos sólidos, líquidos o gaseosos generados por las operaciones unitarias realizadas, incluido el calor de los flujos de residuos.

Tipos de residuos generados por las operaciones (por ejemplo, residuos tóxicos o peligrosos).

Costo de tratamiento o disposición de residuos.

Cantidad y costo de la energía consumida (electricidad, combustible, vapor, aire u otros).

Obligaciones legales relacionadas con los residuos.

#### **e. Planificar, si existen, medidas obvias de Producción Más Limpia.**

Estos incluyen, por ejemplo:

Elimina fugas de vapor, aire comprimido y agua;

Cumplir con los parámetros e instrucciones establecidas para la operación de equipos y actividades; y

Prevenir derrames de materias primas y otros insumos.

El impacto de las medidas obvias de Producción Más Limpia debe cuantificarse.

**Rol del Comité de Producción Más Limpia.** Es esencial que el equipo de diagnóstico desarrolle una relación abierta y cerrar con el personal técnico de la MYPE. Las actividades descritas se facilitan y enriquecen al ser acompañado por una persona de la MYPE que conoce todos los detalles de su proceso de producción.

**Paso 6. Definir el enfoque del diagnóstico en base a las operaciones unitarias críticas identificadas en la MYPE.**

El enfoque diagnóstico se refiere a cómo el equipo de diagnóstico abordará el estudio de las Operaciones unitarias críticas detalladas, destinadas a identificar las causas que producen deficiencias, pérdidas, cuellos de botella en producción, y para las cuales el diagnóstico los identificó como operaciones unitarias críticas en una MYPE.

Para definir el enfoque del diagnóstico, se deben tener en cuenta los siguientes elementos:

El origen, tipo, naturaleza, cantidad y costo de pérdidas o ineficiencias en el uso o procesamiento de materias primas, agua, energía y otros insumos.

El origen, tipo, naturaleza, cantidad y costo de pérdidas o ineficiencias en el manejo, empaque, almacenamiento y transporte, entre otras cosas, de los productos procesados.

El origen, tipo, naturaleza, cantidad y valor de los residuos, incluido el calor contenido en derroche.

Costo del tratamiento y eliminación de residuos.

Capacidad para aplicar medidas efectivas de PML.

Basado en el enfoque definido, el equipo de diagnóstico debe preparar un plan de trabajo para ejecutar el diagnóstico que se propondrá al comité de PML.

**Rol del Comité de Producción Más Limpia.** Al preparar el plan de trabajo mencionado, el equipo de diagnóstico debe lograr un equilibrio entre los deseos y las prioridades de la MYPE; entre el presupuesto de diagnóstico y posibilidades financieras de la MYPE; y entre las

experiencias y habilidades de los miembros del equipo de diagnóstico. Asimismo, debe enfrentar y resolver otras posibles limitaciones que no permitan el desarrollo de dicho plan objetivamente.

### **Etapas 3: Diagnóstico - Estudio Detallado de las Operaciones Unitarias Críticas.**

El autor Cuevas (2020) indica que los objetivos de esta etapa son (Cuevas Gómez, 2020, pág. 34):

#### **Paso 7. Elaborar balances de masa y energía para las operaciones unitarias críticas.**

Para preparar el balance de masa y energía de las operaciones críticas de la unidad, el equipo de diagnóstico debe realizar las siguientes actividades:

Establecer la función, mecanismo y parámetros (tiempo, temperatura, presión, pH y otros) de operación de cada unidad.

Observe, con el cuidado necesario, el funcionamiento de la unidad bajo parámetros en funcionamiento normal, para comprender el mecanismo operativo de las máquinas asociadas con el funcionamiento unitario y responsabilidades de los trabajadores. Entrevístelos para aclarar dudas y obtener información sobre modos de funcionamiento y otros aspectos específicos.

Mida las entradas para cada operación de la unidad. La medición de entrada incluye: consumo materias primas, agua, energía y otros insumos. Por ejemplo, en un embotellador de bebidas gaseosas, en la simple operación de preparar el jarabe, mide la cantidad de carbón activado y otras entradas utilizadas por m<sup>3</sup> de jarabe simple producido. Las mediciones de energía térmica incluyen mediciones de flujo y temperatura de agua, vapor u otros fluidos térmicos involucrados en la operación.

Las mediciones de energía eléctrica se realizan directamente en motores, resistencias o equipos relacionados con el funcionamiento de las operaciones unitarias.

Mida los resultados de cada operación de la unidad, incluidos los desperdicios y pérdidas cuantificables. La medida de los materiales de salida incluye: la cantidad y tipo de productos y subproductos; la cantidad y características de los residuos sólidos, líquidos y gaseosos (incluidos los flujos de residuos y la calidad); y los pérdida y merma accidental (debido a derrames y / o

fugas). Por ejemplo, en la operación de preparación de jarabe simple, mida el volumen de jarabe simple producido y la cantidad de carbón activado y otros, las entradas que salen de esta operación como parte de los residuos. Además, mida el flujo, vapor, los fluidos térmicos que salen de todas las operaciones que carecen de aislamiento térmico.

Combine datos de entrada y salida para cada operación de la unidad para lograr un equilibrio de masa preliminar y energía. Las diferencias o anomalías deben ser identificadas, verificadas y corregidas encontradas en las operaciones, y detallar cuidadosamente las operaciones relacionados con desperdicios peligrosos o de alto costo.

Determinar, por diferencia entre entradas y salidas, pérdidas no identificadas y, por lo tanto, cuantificado en el marco de resultados (ver más detalles en el paso 5).

**Rol del Comité de Producción Más Limpia:** El equipo de diagnóstico debe comprender el proceso de diferentes puntos de vista: teórico, práctico, empresarial, laboral, eficiencia y medio ambiente. La curiosidad técnica sobre el equipo de diagnóstico es esencial, en particular para detectar y medir pérdidas de gestión al igual que el control inadecuado de los parámetros operativos (por ejemplo, debido a cálculos y / o aplicación de recetas), incluidos derrames, fugas y otros.

**Paso 8. Identificar causas de ineficiencias en el uso de materia y energía; y/o las causas de flujos contaminantes.**

Además de describir las actividades de cada operación de la unidad y cuantificar sus entradas y salidas, es necesario identificar las causas de las ineficiencias y los flujos de contaminantes en las operaciones unitarias. Una ineficacia típica es, por ejemplo, la pérdida de entradas (como sucede cuando hay fuga de agua o cualquier otro asunto), que puede cuantificarse. Las causas detrás de estas pérdidas de agua pueden ser, por ejemplo: una llave de paso mal cerrada; embalaje que no cumple su función de bloquear el paso del agua; o la negligencia del operador que deja la llave abierta cuando no está siendo utilizada.

Un flujo de contaminantes puede originarse a partir de desperdicios de materias primas u otros insumos, o de pérdida de un producto intermedio o final. La causa de los desperdicios mencionados anteriormente podría ser, por ejemplo, el uso de una determinada entrada en cantidades superiores a las requeridas para lograr el objetivo deseado (en la operación de curtido de cuero, el uso de cantidades de sales de cromo y otros reactivos químicos pueden causar que este metal pesado desperdicie más de lo esperado, cuando se usan cantidades óptimas de estas sales de acuerdo con la receta).

Por otro lado, la diferencia de masa entre las entradas y las salidas representa una pérdida de material no cuantificado y por lo tanto no detectado. Identificar las causas de estas pérdidas es una tarea que requiere un mayor estudio de los flujos de material y energía utilizados para obtener equilibrio correspondiente de materia y energía.

Las principales causas de la ineficiencia y los flujos de contaminantes están normalmente vinculados a los siguientes factores:

La calidad o características de las materias primas y suministros.

La naturaleza del proceso (y / o el de sus operaciones unitarias).

Las características de los equipos de producción.

Parámetros y condiciones de operación del equipo.

Especificaciones del producto.

Controles y supervisión de operaciones.

Las habilidades y motivación de los trabajadores.

Para ayudar a identificar las causas de las ineficiencias y los flujos de contaminantes, puede proceder de la siguiente manera:

Para cada operación unitarias crítica, vincule las salidas de desechos y las pérdidas de energía con los flujos de entrada, utilizando los balances de masa y energía, y cuantificando detalladamente las entradas y salidas.

A menos que sea obvio, determine en qué factor de los 7 mencionados sería la causa para que tenga el efecto de cierta ineficiencia o un flujo contaminante.

Obtener parámetros de operación estándar o indicadores relacionados con el factor determinado.

Identificar causas específicas comparando estos indicadores con los indicadores obtenidos de los balances de masa y energía (por ejemplo, el cálculo del consumo específico de acuerdo con volúmenes producidos o insumos consumidos); o comparar parámetros estándar con parámetros medidos en el plan (ver paso 5).

Comunicar al personal de la MYPE las causas identificadas, para obtener su asesoramiento y / o aceptación.

**Rol del Comité de Producción Más Limpia:** El equipo de diagnóstico debe llevar a cabo las actividades mencionadas en consulta permanente con el personal de producción de la MYPE, para asegurar que las causas identificadas deben recibir críticas inmediatas y ser confirmadas y aceptadas por este personal. además, el equipo de diagnóstico puede desviar su atención de las causas reales de ineficacia y / o flujos de contaminantes por no haber consultado al personal de la MYPE; Hay que recordar que ellos son los que conocen los detalles operativos que a menudo son difíciles de identificar.

### **Paso 9. Plantear opciones de Producción Más Limpia (PML)**

Las causas identificadas de ineficiencia y los flujos de contaminantes forman la base sobre la cual las opciones de PML se pueden aumentar. Para este fin, se recomienda seguir la siguiente secuencia que utiliza los criterios enumerados en orden de prioridad en el que se enumeran:

Como prioridad, su objetivo es mejorar la eficiencia de cada operación de la unidad mediante optimización del uso de materias primas, agua y energía, entre otros insumos. Como parte de este mismo criterio, también tiene como objetivo reemplazar las materias primas u otros insumos cuyo uso es peligroso para la salud de los operadores o el medio ambiente, incluida, si

es necesario, la posibilidad de reformular el producto o alguna de sus características. La aplicación de este criterio reduce costos unitarios de producción y, al mismo tiempo, minimizar el peligro y la cantidad de flujo de contaminantes y / o pérdidas de energía en su fuente. Estos últimos aspectos, a su vez, permite reducir los costos operativos relacionados con el tratamiento final de residuos.

Como segunda prioridad, su objetivo es reciclar, reutilizar y / o recuperar los flujos de residuos, a fin de reducir pérdida de insumos y / o productos, lo que a su vez afecta la reducción de los costos unitarios, costos de producción y operación relacionados con el tratamiento final de residuos.

Debido a que las prácticas de producción más limpia no aseguran la eliminación completa de contaminantes, puede ser necesario considerar opciones de tratamiento "al final del proceso" para estos efluentes. Sin embargo, deben considerarse como una última opción, y solo después de haber agotado los dos recursos anteriores. Las medidas de procesamiento ya no son parte de las opciones de producción Más Limpia, pero puede ayudar a resolver problemas de contaminación. Sin embargo, se debe tomar en cuenta que cuanto mayor sea el volumen de residuos a tratar, mayores serán los costos en las MYPES, ya que ellos deben incurrir en aquellos tratamientos que no serán recuperables, lo que afecta los costos de producción, aumentando tiempos improductivos lo que hace que el producto sea más caro y menos competitivo.

**Rol del Comité de Producción Más Limpia:** Proponga opciones de PML, basadas en la primera prioridad, y sobre todo aquellos relacionados con cambios operativos, de entrada, tecnológicos u otros, se requiere un equipo de un amplio conocimiento del proceso y las operaciones, incluidas sus interrelaciones.

Esta comprensión se obtiene gracias a una buena preparación del diagnóstico, una investigación en el lugar de trabajo, mediciones y discusión con técnicos y operadores. La experiencia, así como los demás procesos idénticos o similares, bajo el mismo u otras facilidades; el análisis, identificación y planificación de dichas opciones. En apoyo a este trabajo, se

recomienda recurrir a información sobre culminación de medidas de PML, a partir de las siguientes fuentes:

Estudios de casos de PML publicados por el Ministerio De Desarrollo Productivo, CPTS, PNUMA, ONUDI, EPA y otros.

Intercambio de criterios e información entre los miembros del equipo de diagnóstico y los empleados relacionado con el funcionamiento de la unidad bajo investigación.

Publicaciones industriales y técnicas relacionadas con el funcionamiento de la unidad productiva en cuestión.

Fabricantes de equipos, proveedores de productos químicos y otros suministros.

La propia experiencia del equipo de diagnóstico e intercambio de experiencias con otras MYPES y técnicos en la materia.

**Paso 10. Seleccionar las opciones a ser evaluadas en términos técnicos y económicos.**

Habiendo considerado las opciones de PML para mejorar la eficiencia de las operaciones unitarias críticas, el diagnóstico debe proponer las alternativas más apropiadas para su implementación, a fin de tener información que facilite la selección de opciones viables y rechace aquellas cuya implementación no es posible.

En este sentido, entre todas las opciones planteadas en el paso anterior, solo debe seleccionar opciones cuya implementación no presenta obstáculos obvios (especialmente en términos técnicos), de acuerdo con el siguiente procedimiento:

Descarte las opciones que son imposibles de implementar o que obviamente no son respetuosos con el medio ambiente. La decisión de rechazar una opción se basará más en aspectos cualitativos (por ejemplo, la imposibilidad de acceder a un insumo propuesto) que cuantitativa (por ejemplo, bajo rendimiento, predecible en términos termodinámicos). A menos que sea muy obvio, es preferible dejar los aspectos cuantitativos para la evaluación técnica que se describe en la siguiente etapa

Para opciones no excluidas, cualquier impedimento interno o externo obstaculizarían o harían su implementación poco atractiva. Por ejemplo, la falta de espacio físico para la implementación de una determinada opción a considerarse, en primer lugar, como un obstáculo y, si no había una posible solución, solo considérela imposible.

Las opciones que no han sido rechazadas se pueden evaluar en el siguiente paso, tanto técnicamente (aspectos productivos y ambientales) así como económico.

**Rol del Comité de Producción Más Limpia:** El equipo de diagnóstico debe ser objetivo al seleccionar el enfoque de PML, porque las decisiones tomadas en esta selección tendrán un impacto económico y entorno para las MYPES. Por ejemplo, al seleccionar opciones, un juicio de valor no respaldado con la información incorrecta podría conducir a una excelente opción de PML que sea rechazada o adoptada inapropiadamente.

Por otro lado, sería una pérdida de tiempo para el equipo de diagnóstico, si realizan una evaluación técnica de una opción dada, sin considerar primero soluciones viables para obstáculos obvios que podrían existir para su implementación. Por ejemplo, instalar un tanque de GLP, destinado a reemplazar un combustible o energía en una MYPE que no tiene el espacio suficiente y no reúne los requisitos de normas técnicas para esta instalación.

#### **Etapas 4: Diagnóstico - Evaluación Técnica y Económica.**

El autor Cuevas (2020) indica que en general, se llevan a cabo cinco estudios específicos para evaluar un proyecto: factibilidad técnica, económica, legal, organizacional y financiera (Cuevas Gómez, 2020, pág. 41).

En términos generales, hay cinco estudios específicos que se llevan a cabo para evaluar un proyecto: viabilidad técnica, económico, legal, organizacional y financiero.

El objetivo de este paso es establecer la viabilidad de Opciones de PML seleccionadas en el paso anterior, solo en términos técnicos (aspectos productivos y ambientales) y económico. Evaluación de aspectos legales, organizativo y financiero se incluyen solo en este paso como

una forma de identificar obstáculos que podrían prevenir o limitar la implementación de una opción considerada.

En el paso 11 de esta etapa, se decide el tipo de evaluación que se realizará para establecer la viabilidad de la opción seleccionada, antes de plantear la recomendación de PML. En este mismo paso se puede especificar la profundidad con la que se realizará cada tipo de evaluación en función de las características de cada opción de Producción Más Limpia.

Los pasos 12 y 13 presentan pautas para la evaluación técnica de una opción de PML en términos productivos y ambientales, respectivamente. Esta evaluación consiste en analizar los bienes materiales, condiciones físicas, químicas y de funcionamiento, tanto para cumplir los objetivos perseguidos con las operaciones de la unidad productiva en el contexto del proceso de producción general, y para cumplir con los objetivos del entorno. Las opciones de PML deben ser viables antes de considerar la factibilidad económica, es decir antes de considerar su rentabilidad.

Durante la evaluación técnica, se deben realizar pruebas prácticas para determinar o, al menos, deduzca que las propuestas mejoran la eficiencia operativa de la unidad y / o no causan ningún efecto indeseable en ciertos aspectos de la salud productiva, ambiental, ocupacional o de otro tipo.

Los impactos negativos previsible, asociados con las opciones de PML seleccionadas, deben evaluarse y debe ser minimizado para garantizar que los beneficios de estas medidas sean más importantes o mayores que los daños, a menos que sea inaceptable, particularmente en términos ambientales; en cuyo caso la opción deben ser rechazado, independientemente de los beneficios económicos que puedan generar.

Por lo cual; se propone realizar una propuesta de Producción Más Limpia para la MYPE PROALCO S.R.L. de la ciudad de El Alto, la Producción Más Limpia puede ser una alternativa de solución para disminuir la contaminación ambiental. El estudio de viabilidad económica mide el retorno de la inversión, todo medido en unidades monetarias, es decir, en bolivianos (de

acuerdo al contexto en donde se aplica la PML). Esta evaluación determina en última instancia la aprobación o rechazo de la opción considerada.

Finalizando, en el paso 15 de esta etapa, se puntea las actividades que se pueden desarrollar para seleccionar y presentar las opciones factibles y viables de PML en las MYPES.

### **Paso 11. Definir el tipo de evaluación**

El propósito de este paso es definir, para cada opción PML seleccionada en el paso 3, los siguientes elementos:

- El tipo de evaluación (técnica y / o económica) necesaria para tomar una decisión sobre la viabilidad de la opción considerada
- La profundidad con la que se llevará a cabo una determinada evaluación que se considere necesaria.

Por ejemplo, una opción basada en la sustitución de entrada, modificación tecnológica o cambio de una operación de la unidad, posiblemente requiera una evaluación técnica en profundidad y un análisis económico detallado, mientras que una opción basada en la motivación del empleado que tal vez no sea necesario. Igualmente, una opción de bajo costo basada en buenas prácticas operativas, no requiera una evaluación económica, que sea suficiente para estimar los beneficios económicos y / o ambientales, como el período de recuperación de la inversión, en caso que no sea relevante (consulte el paso 14).

**Rol del Comité de Producción Más Limpia:** Si es deseable que cada opción de PML se evalúe en términos técnico y económico, por lo cual es importante que el equipo de diagnóstico sea objetivo al definir la profundidad y los detalle requeridos para realizar una determinada evaluación.

La objetividad del equipo de trabajo depende en gran medida del diagnóstico y de su capacidad para discernir entre los más relevante, y de calcular e informar sobre la implementación de la PML, y que es simplemente un ejercicio de cálculo que no es útil para tomar decisiones sobre esta implementación y / u operación posterior de la opción propuesta.

Otros factores importantes que pueden influir en esta definición del equipo de diagnóstico son:

- Las prioridades de la empresa y el presupuesto asignado para llevar a cabo el diagnóstico. En particular, si una opción de propuesta no es una de las prioridades de la empresa, pero en opinión del equipo de diagnóstico, es una opción que puede generar importantes beneficios económicos y ambientales, entonces es posible realizar una evaluación económica y técnica con mayor profundidad con el fin de demostrar los beneficios aplicados el enfoque de PML en las MYPES.

### **Paso 12. Evaluación técnica – Aspectos productivos**

El objetivo de esta evaluación es verificar la viabilidad técnica de implementar las modificaciones o cambios en la opción PML, y proyecte sus respectivos balances de masa y energía.

Las actividades a realizar son:

**a) Detalle las modificaciones técnicas necesarias para implementar cada opción de PML.** Este detalle de los cambios técnicos incluye:

- Describa el diseño (gráfico, texto y / o digital) de los cambios propuestos, incluido el tipo de equipos, organigramas, etc.
- Especifique la naturaleza, forma y cantidad de las entradas y salidas de la operación de la unidad, así como las nuevas condiciones de operación propuestas y sus posibles efectos y relaciones con el resto de operaciones unitarias que conforman el proceso de producción.

**b) Determine la viabilidad técnica de implementar las modificaciones requeridas por cada opción de PML.** La viabilidad técnica de los cambios se determina en términos de:

- La viabilidad de los fenómenos involucrados en las operaciones de la unidad:

- Naturaleza / termodinámica / desempeño de cambios físicos y / o transformaciones químicas cubiertas en cada opción de PML.
  - Dimensiones / resistencia de materiales.
  - Presión / temperatura / flujos / flujos manejables.
  - Otros.
- Disponibilidad o accesibilidad a:
- Tecnología (materiales, equipos, máquinas).
  - Materias primas / agua / energía / otros insumos.
  - Espacio físico / distribución física.
  - Servicios de logística.
  - Otros.
- Los factores determinantes que impedirían o limitarían la viabilidad técnica del cambio propuesto:
- Políticas / legislación vigente.
  - Social / organizacional / laboral.
  - Cultural.
  - Financiero.

**c) Proyecte balances de masa y energía basados en los cambios propuestos.**

La proyección de balances de masa y energía, consiste en rehacer los balances iniciales con los datos que se está proponiendo de las recomendaciones en el diagnóstico. Deberían reflejar la situación futura planificada.

**Rol del Comité de Producción Más Limpia:** La parte fundamental que el equipo de diagnóstico debe enfrentar durante la evaluación técnica vinculada a los aspectos productivos, es la viabilidad de los fenómenos involucrados en las opciones de PML propuestas y la disponibilidad o accesibilidad de tecnología y suministros, entre otros.

En la literatura universal, a diferencia de la evaluación económica, no hay material que describa procedimientos estándar para realizar esta parte de la evaluación técnica. Solo resultados de evaluaciones específicas de problemas técnicos específicos que, sin embargo, pueden ser útiles modelos para ser utilizados por el equipo de diagnóstico. En particular, ya hay publicaciones de estudios de casos sobre temas de PML, que, aunque no describen los procedimientos de evaluación técnica, los resultados expuestos pueden asimilarse para inferir la viabilidad de ciertas opciones, de modo que sea útil para facilitar el trabajo del equipo de diagnóstico.

La parte fundamental de este análisis no debe hacerse de forma aislada. En otras palabras, es aconsejable diseñar y realizar cálculos mientras intenta proyectar los efectos que la opción propuesta tendría en los factores condicionantes mencionados anteriormente, así como la sostenibilidad relacionada con aspectos ambientales y económico. Sin embargo, esta proyección no siempre es fácil de visualizar, por eso, incluso una vez que se completa la evaluación económica, el equipo de diagnóstico está obligado a revisar la parte de la evaluación técnica.

Por otro lado, una de las actividades más pesadas y que requieren más tiempo en la evaluación técnica es el acuerdo con fabricantes y vendedores de materiales, suministros y equipos para que se obtenga información sobre especificaciones técnicas y precios. En este sentido, el equipo de diagnóstico debe decidir si vale la pena solicitar especificaciones técnicas detalladas (como una cotización, u obtener información vía medio electrónico o vía celular, pero es más recomendable hablar personalmente y con muestras relevantes para poder negociar la materia prima).

Sin embargo, a través de la experiencia, se puede fortalecer la comunicación con los proveedores, así como desarrollar un banco de datos, incluyendo costos, de diferentes tipos de materiales, insumos y equipos, haciendo esta evaluación técnica cada vez más fácil.

Un caso particular que merece atención especial del equipo de diagnóstico es la condicionante financiera, la cual, y al margen de que la opción de PML pueda tener una alta rentabilidad, puede ser un obstáculo serio para su implementación, sobre todo cuando la MYPE no dispone de recursos propios y no tiene acceso a crédito. En este caso, si la naturaleza técnica de la opción planteada requiere de una inversión cuyo monto no es accesible (por ejemplo, para adquirir un equipo o tener acceso a un servicio básico), se debe analizar la posibilidad de modificar dicha opción, a fin de viabilizar en términos financieros antes de ser descartada.

### **Paso 13. Evaluación técnica – Aspectos ambientales**

El objetivo de esta evaluación es cuantificar la reducción en cantidad absoluta, concentración y peligrosidad tanto de los insumos utilizados, como de los residuos asociados a las salidas de las operaciones unitarias modificadas. Para cuantificar y presentar los resultados de dicha reducción, el equipo de diagnóstico debe realizar las siguientes actividades:

- Para cada operación unitaria y, si fuera el caso, para el proceso global, comparar los balances de masa y energía actuales (Paso 7) con los proyectados en base a las opciones de PML planteadas (Paso 12), a fin de cuantificar las reducciones mencionadas, halladas en términos de cantidades, concentraciones y peligrosidad.

Expresar estas reducciones en términos de indicadores de desempeño relacionados con:

- La eficiencia en el uso de materias primas, agua, energía y/u otros insumos. Los siguientes indicadores ilustran este concepto: la reducción en el uso de insumos por unidad de producto, expresado, por ejemplo, en [kg de insumo/kg producto] o [kWh de consumo/kg de producto]; y la reducción de residuos por unidad de producto, expresado, por ejemplo, en [kg de residuo/kg de producto].
- El reciclaje, reusó y/o recuperación de residuos, como tales o transformados, y para los cuales se les puede encontrar o se le encontró un uso interno o externo a la unidad de producción, o un mercado. Para expresar las cantidades recicladas, reusadas y/o recuperadas, se pueden utilizar indicadores similares por unidad de producto.

Las opciones ambientalmente viables pueden ser calificadas como técnicamente viables y pueden pasar a ser evaluadas en términos económicos. Aquellas opciones con impactos ambientales previstos como desfavorables, deben ser descartadas.

**Rol del Comité de Producción Más Limpia:** Es importante que el equipo de diagnóstico documente la información abordada sobre los beneficios ambientales proyectados por las opciones de PML que se evalúan.

Además, es importante que el equipo de diagnóstico elija los indicadores de rendimiento adecuados para que estos pueden ser útiles para monitorear las opciones implementadas y lograr futuras comparaciones. Esta información es útil para las MYPES y agencias ambientales quienes apoyan este tipo de diagnóstico.

#### **Paso 14. Evaluación económica**

El objetivo de esta evaluación es determinar la viabilidad económica de las opciones de PML calificadas en el paso anterior como sea técnicamente posible.

Para facilitar la evaluación económica, es necesario establecer ciertos criterios económicos que permitan analizar la ventaja económica que procedería de la inversión para implementar las opciones de PML. Los criterios económicos mencionados se pueden establecer sobre la base de la aplicación de cuatro conceptos financieros.

Técnicamente viable, ver adelante, párrafos a) y b), y sobre la base de los siguientes conceptos financieros.

- Período de recuperación de la inversión (PR)
- Retorno de la inversión (RI)

##### **a) Período de recuperación de la inversión (PR).**

Este concepto financiero se define como el número de períodos (PR) que se requerirían para recuperar la inversión Inicial ( $I_0$ ), suponiendo que para cada periodo se recupere la misma cantidad de dinero que es igual al valor estimado de los flujos de efectivo (FC) para el primer periodo.

Por lo tanto, el período de recuperación (PR) se expresa en términos de inversión inicial (I<sub>o</sub>) y el Flujo de Caja (FC) usando la siguiente ecuación:

$$PR = \frac{I_o}{FC} \quad (1)$$

El flujo de caja (FC) para cualquier período (normalmente cada período es de un año), se define como el ingreso neto obtenido durante ese período. El ingreso neto se calcula por la diferencia entre el ingreso bruto y costo correspondiente cargado a las operaciones de producción durante este período.

A los fines de esta guía, el concepto de flujo de caja (FC) también se expresa en términos de ingreso neto, pero solo de lo que resulta de la implementación de opciones de PML, y no en términos de ingresos netos totales de las actividades de producción global de la MYPE. El flujo de caja de una opción de PML está determinada tanto por el ingreso bruto como por el ahorro neto, ambos generados por su aplicación. En este contexto, se definen los siguientes términos:

**Y:** Ingresos brutos estimados para el primer período (solo para la opción PML bajo evaluación).

**AN:** Ahorro neto estimado para el primer período (solo para la opción PML bajo evaluación). Entonces el flujo de caja (FC) se define como el ingreso neto del primer período y viene dado por la suma de Ingresos brutos y ahorros netos calculados para este período:

$$FC = Y + AN \quad (2)$$

El ahorro neto no es más que la diferencia entre el ahorro bruto menos los costos operativos adicional que puede existir con la aplicación de la opción PML:

**A:** Ahorro bruto estimado para el primer período (solo para la opción PML en evaluación).

**C:** Costo operativo, para el mismo período (solo para operaciones asociadas con la opción PML en valoración).

$$AN = A - C \quad (3)$$

Reemplazando (3) en (2), se obtiene que:

$$FC = Y + A - C \quad (4)$$

Cabe señalar que al evaluar las opciones de PML generalmente no hay información sobre las condiciones de financiación para implementar la opción. Por esta razón, los cálculos de FC no toman en cuenta el costo de capital de inversión y, para calcular el PR no toma en cuenta el valor del dinero a lo largo del tiempo ya que no hay una tasa de descuento disponible.

Reemplazo FC en la ecuación PR, obtenemos que:

$$PR = \frac{I_0}{(Y+A-C)} \quad (5)$$

Las unidades de PR se dan en (períodos de tiempo), debido a que  $I_0$  se expresa en unidades monetarias y FC se expresa en unidades de (dinero / período de tiempo). Por ejemplo, si la inversión inicial  $I_0$  es de Bs 10,000 y flujo de caja es 2000 Bs / año (aquí se entiende que los periodos de tiempo son de un año cada uno).

Entonces el período de recuperación (PR) será:

$$PR = \frac{10,000 \text{ Bs}}{2000 \text{ Bs/año}} = 5 \text{ años}$$

Por lo tanto, en este ejemplo se representa el número de periodos que es de 5 años, y este es tiempo que tiene que transcurrir para que pueda recuperar su inversión inicial de 10,000 \$, a partir de su flujo de caja o llamado también flujo de efectivo que es de 2,000 \$/año.

Criterio para el periodo de recuperación de inversión:

- Si  $PR \leq 3$  años, la inversión es muy seductora en términos económicos.
- Si  $PR > 3$  y  $\leq 8$  años, la inversión es tolerable en términos económicos.
- Si  $PR \geq 8$  años, la inversión no es atractiva en términos económicos.

El número de años indicado en este criterio se llama indicador. Estos indicadores fueron definidos por el CPTS de acuerdo con su experiencia adquirida en la prestación de servicios de asistencia técnico en PML. Estos indicadores no son necesariamente aplicables a otros tipos de proyectos, en particular los de largo plazo, en los que deben tenerse en cuenta el costo del capital invertido y el valor del dinero en el tiempo.

El primer indicador que aparece en el criterio indicado (es decir, 3 años) establece la duración máxima deseable a recuperar la inversión realizada (según este criterio, menor o igual a 3 años) y, por lo tanto, dicho criterio muestra cuán seductora es el período de recuperación (PR) calculado para la opción PML en valoración; y es particularmente útil para analizar los tiempos de recuperación para las MYPES. Cuando las inversiones son relativamente grandes para criterios de evaluación económica más precisos, se tiene que recurrir a lo descrito en el Anexo E.

**b) Rendimiento sobre la inversión o retorno de inversión (RI).**

$$RI = \frac{\text{FLUJO DE CAJA DEL PRIMER PERIODO}}{\text{INVERSIÓN INICIAL}} * 100\% \quad (6)$$

$$RI = \frac{FC}{I_0} * 100 \%$$

Donde el flujo de caja (FC) está asociada con el periodo correspondiente al funcionamiento de la implementación de PML, y está dado por la ecuación (4). Por lo tanto:

$$PR = \frac{(Y + A - C)}{I_0} * 100 \quad (7)$$

En donde las unidades del (RI) se expresa en (%/periodo de tiempo), debido a que las unidades del (FC) se expresan en (unidades monetarias / periodo de tiempo), y la I<sub>0</sub> en unidades monetarias. Ejemplo, si el flujo de caja (FC) es de 2,000 Bs / Año, y la inversión inicial es de 10,000 Bs, entonces:

$$PR = \frac{2,000 \frac{\text{Bs}}{\text{año}}}{10,000 \text{ Bs}} * 100\% = 20\% \text{ anual}$$

Por lo tanto, según este ejemplo, el retorno de la inversión es del 20% anual. Basado en el concepto financiero del retorno de la inversión (RI), se toma en cuenta los siguientes criterios establecidos para evaluar el enfoque de PML en la MYPES en términos económicos.

Si **RI** ≥ 35% anual, la inversión es muy seductora en términos económicos.

Si **RI** ≥ 15 y < 35 % anual, la inversión es aceptable en términos económicos.

Si  $RI < 15\%$  anual, la inversión no es atractiva en términos económicos.

El valor de los porcentajes anuales que aparecen en este criterio está vinculado al indicador que mide el período de recuperación (PR), estos porcentajes, como los indicadores mencionados en el punto anterior. En este sentido, este criterio no es necesariamente aplicable a otros tipos de proyectos, especialmente a largo plazo, en los que se debe tener en cuenta el costo de capital invertido y relación calidad-precio a lo largo del tiempo. Además, cuando las inversiones son relativamente grandes, es necesario utilizar criterios de evaluación económica más precisos.

**Rol del Comité de Producción Más Limpia:** Es importante que el equipo de diagnóstico tenga en cuenta los siguientes elementos relacionados con la evaluación económica de la PML en las MYPES:

- Un primer aspecto está vinculado a la elección de criterios apropiados para evaluar las opciones para PML en términos económicos. Por ejemplo, para pequeñas inversiones (como aquellas buenas prácticas operativas) e incluso en la mayoría de los casos donde se requieren medianas inversiones (como las relacionadas con la adaptación y/ o modificación de tecnologías de uso) es suficiente que el equipo de diagnóstico utilice los criterios basados en el período simple de retorno (PR) y en la rentabilidad de la inversión (RI). Para inversiones relativamente grandes, el equipo de diagnóstico puede necesitar usar criterios de evaluación más sofisticados.
- Un segundo aspecto se refiere al uso por parte del equipo de diagnóstico de toda la información técnica disponible para estimar, por un lado, el monto de la inversión inicial requerida, y, por otro lado, el flujo de caja (FC) planificado para el primer período operativo de la opción PML (normalmente un año). Para realizar la evaluación económica, se requiere información sistematizada, expresado en términos monetarios (bolivianos), preparado sobre la base de información paso y pasos anteriores. Toda la información técnica distorsionada, incompleta, errónea y / o errónea utilizada, no solo llevará al equipo

de diagnóstico a proponer opciones económicas para PML equivocadas, pero también para desacreditar todos sus enfoques en general. En este punto de vista es muy importante que el equipo de diagnóstico tome medidas y utilice esta información coordinando directamente con el gerente de producción y/o el personal responsable de un funcionamiento de la unidad productiva, incluido el personal administrativo o el dueño que proporcionó toda la información financiera y económica.

- Un tercer aspecto corresponde a la capacidad del equipo de diagnóstico para proporcionar a la empresa información técnica y económica confiable para diversos fines. Por ejemplo, es importante que la MYPE pueda tomar decisiones basadas en su propia evaluación económica, utilizando la información técnica proporcionada por el equipo de diagnóstico. Este medio de información confiable se abre incluso a un plan de contingencia que tendrá la MYPE, en caso de objetivos ambientales prioritarios use otros criterios posibles, y no necesariamente económicos cuando se tome la decisión de implementar un enfoque de PML.

#### **Paso 15. Selección y presentación de opciones viables para una PML factible.**

Después de completar el estudio de viabilidad, el equipo de diagnóstico debe realizar las siguientes actividades:

- Organizar las iniciativas de PML factibles en orden de prioridad, de acuerdo con los resultados obtenidos en las evaluaciones técnicas (productivas y ambientales) y económicas.
- Haga una selección final de opciones factibles de PML según un orden de prioridad. Para ello, es necesario aplicar un procedimiento basado en criterios de prioridad, que están constituidos por los criterios utilizados en la evaluación económica, así como otros que surgen de las necesidades de la empresa, y que pueden incluso los aspectos operativos y ambientales prevalecer sobre los aspectos económicos en términos de prioridad.

- Una vez realizada la selección final de las opciones de PML, estas deben expresarse en forma de recomendaciones indicando de manera clara, concisa, veraz y precisa las medidas específicas a implementar por la empresa, la información básica que sustente las medidas propuestas, los beneficios económicos y ambientales que resultarían de la implementación de tales medidas y los cálculos necesarios que justifiquen lo anterior. Las acciones recomendadas deben ser presentadas en un informe de los resultados del diagnóstico de PML, que incluye, entre otros, indicadores productivos y desempeño ambiental.

**Rol del comité de producción más limpia:** La presentación del informe de diagnóstico de PML es la última actividad que realiza el equipo de diagnóstico, salvo que la empresa haya acordado con dicho equipo continuar colaborando con su comité de PML en la implementación de las recomendaciones, así como en el seguimiento y evaluación final (ver paso 5).

Después de completar el estudio de factibilidad, el equipo de diagnóstico debe realizar las siguientes tareas:

- Organizar las opciones viables de PML en orden de prioridad, de acuerdo con los resultados obtenidos en las evaluaciones técnicas productivas, ambientales y económicas.
- Realizar una guía técnica general para producción más limpia. Documento para consulta pública.
- Hacer una selección final de opciones de PML factibles en función de un orden de prioridad. Para este fin, debe aplicarse un procedimiento basado en criterios de prioridad que consiste en los criterios utilizados en la evaluación económica, así como otros que surgen de las necesidades manifiestas de la MYPE, y que incluso pueden conducir los aspectos operativos y ambientales relevantes sobre los aspectos económicos en términos de prioridad.
- Una vez que se ha realizado la selección final de las opciones de PML deben expresarse como recomendaciones, indicando de manera clara, concisa, precisa y exacta las medidas

específicas para la implementación a la MYPE, la información básica en apoyo de las medidas de propuestas, los beneficios económicos y ambientales que se obtendrán al implementar estas medidas y los beneficios calculados necesarios que justifican lo anterior. Las medidas recomendadas deben presentarse en un informe de los resultados del diagnóstico de PML que incluye indicadores productivos y desempeño ambiental, entre otros.

### **Etapas 5: Implementación, Seguimiento y Evaluación Final.**

El autor Cuevas (2020) indica que los objetivos de esta etapa son (Cuevas Gómez, 2020, pág. 54):

- hacer práctico el modelo de Producción Más Limpia;
- comprobar sus resultados; y
- promover la prolongación del modelo.

Con la transmisión del informe de diagnóstico, el manejo de las actividades del modelo de Producción Más Limpia se transfiere del equipo de diagnóstico al Comité de PML de la MYPE.

El Comité de Producción Más Limpia de la MYPE asume la responsabilidad de ejecutar los siguientes pasos:

#### **Paso 16. Establecer metas y preparar un plan de acción**

Las actividades a desarrollar por el comité de PML son:

- Establecer objetivos específicos para implementar las medidas recomendadas de Producción Más Limpia.

Los conceptos básicos para establecer objetivos son:

Los resultados del diagnóstico.

- Estándares internos de productividad y eficiencia. Estos indicadores, entre otros, pueden ser: m<sup>2</sup> cuero / m<sup>2</sup> piel; m<sup>3</sup> agua / m<sup>3</sup> bebida; kg de desinfectante / kg de pollo; kg NaOH / m<sup>3</sup> leche etc.

- Información histórica sobre tendencias en la producción o consumo de energía en procesos de negocio. Por ejemplo, kg DBO / tonelada de piel procesado.
- Estándares externos de eficiencia de referencia vinculados a los procesos de producción de otras MYPES. Por ejemplo, m<sup>2</sup> cuero / m<sup>2</sup> piel; m<sup>3</sup> agua / m<sup>3</sup> bebida; kg DBO / tonelada de piel de producto.

Es deseable que los objetivos tengan al menos las siguientes características:

- Deben formularse de manera factible, pero sin sacrificar su efectividad.
- Deben definirse con el tiempo (con fechas de inicio y finalización).
- Deben ser medibles, los indicadores deberían permitir evaluar el progreso del modelo.

Algunos ejemplos de objetivos:

- Reducir en un 15% el consumo de energía eléctrica (o combustible) por unidad de producto durante el primer año del modelo.
  - Aumentar la vida útil de los filtros de agua en un 20% durante el primer semestre del modelo; y en 50% en el segundo semestre.
  - Reducir las pérdidas de leche de 4 L de leche / m<sup>3</sup> (leche procesada) a 1 L de leche / m<sup>3</sup> (leche procesada) durante el primer trimestre del modelo de reducción de desperdicio de leche.
- Preparar el plan de acción.

Este plan debe incluir para cada medida de PML recomendada: los objetivos y sus actividades planificadas, los responsables de llevarlas a cabo y el presupuesto asignado. Todavía más: el plan debe definir los objetivos, actividades y responsable del seguimiento y evaluación final de las medidas de PML implementadas, incluidas las previsiones presupuestarias para este fin.

**Rol del Comité de Producción Más Limpia:** Al desarrollar el plan de acción es importante que el gerente de la MYPE estimule la participación del personal operativo, no solo para que se internalicen las medidas recomendadas de PML, sino también como una forma de

cumplir con su compromiso y tomar conciencia de las ventajas de tales medidas para el futuro de la MYPE.

### **Paso 17. Implementar las medidas de PML recomendadas**

Sobre la base del plan de acción, el comité de PML debe desarrollar las siguientes actividades prioritarias:

- Designar y/o contratar personal responsable de preparar un plan detallado para implementar las medidas de PML recomendado. Este plan puede incluir, entre otras cosas, la forma específica de implementar las medidas fáciles de ahorrar agua y energía; selección de equipos; el diseño de las modificaciones de las instalaciones; planificar el presupuesto aprobado para las inversiones requeridas; pronósticos de acciones respectivas en relación con un posible cierre temporal de la cadena de producción; el personal responsable de la instalación, la fuerza laboral involucrada; y otros.
- Ejecute el modelo de implementación de la medición de PML, incluidas las pruebas preliminares. Los resultados obtenidos de las pruebas realizadas deben registrarse y evaluarse y, sobre esta base, modificarse y optimizar las operaciones unitarias críticas relacionadas.
- Capacitar al personal operativo en seguridad industrial y salud ocupacional.
- Poner en práctica el enfoque de PML implementada.

**Rol del Comité de Producción Más Limpia:** Durante la ejecución del modelo de implementación de PML recomendada, el comité de PML debe aplicar controles efectivos para asegurar el logro de los objetivos pre-establecidos en el plan de acción.

Con respecto al equipo de diagnóstico, ella está disponible para proporcionar aclaraciones y consejos al Comité de PML de la MYPE solo con respecto a los resultados del diagnóstico.

## **Paso 18. Hacer seguimiento y evaluar los resultados de las medidas implementadas.**

El objetivo de este paso es corroborar al cabo de un tiempo pre-establecido en el plan de acción, y los beneficios que en ese tiempo proporciona cada una de las medidas de PML implementadas.

Las actividades que el Comité debe llevar a cabo para este fin son las siguientes:

- Utilizar indicadores simples y útiles para evaluar los resultados de la implementación de la PML. Aquí hay algunos ejemplos de indicadores útiles y simples:
  - Reducción porcentual en el consumo de materias primas, agua y/o energía, entre otros insumos, sobre el consumo histórico de la MYPE; y también, se pueden expresar en términos de cantidad de material y energía reducidos por unidad de producto.
  - Porcentaje de reducción en la producción de residuos en comparación con las cantidades de residuos históricos; y también se pueden expresar en términos de la cantidad de residuos que se han reducido en un año o por unidad de producto.
- Identificar y evaluar el posible efecto de las medidas de PML implementadas en las operaciones vinculadas a través de consultas con trabajadores, gerentes de producción, dueños de la MYPES, calidad, ventas etc.
- Presentar informes periódicos a la gerencia o dueño de la MYPE.

**Rol del Comité de Producción Más Limpia:** Se aconseja al comité de PML que designe y/o contrate personal de la MYPE o independiente de ella para la evaluación final de las medidas de PML implementadas; estableciendo los términos de referencia basado en los indicadores utilizados para definir la efectividad de las operaciones y la reducción de derroche. Además, y como parte de la disposición, es aconsejable definir los métodos para usar en mediciones.

En cuanto al equipo de diagnóstico, normalmente no tiene un papel directo en el monitoreo y evaluación final de las opciones de PML implementadas, a menos que se haya

establecido un contrato independiente con la MYPE para este fin. Sin embargo, como en el paso anterior, el diagnóstico está disponible para aclaraciones y consejos a la MYPE, solo con respecto a resultados de diagnóstico, y siempre que no requieran una gran carga de trabajo.

### **Paso 19. Asegurar la continuidad del manual de Producción Más Limpia**

El comité de PML debe usar los éxitos en la evaluación final de las medidas de PML implementado; para motivar y apoyar la gestión de la MYPE en la continuidad de PML. Del mismo modo; para continuar con el modelo PML, los problemas relacionados con implementación de acciones recomendadas que no se han resuelto o mejoras que podrían ser introducido en otras áreas de la MYPE, en este sentido, las actividades que uno puede enfrentar para la parte de la próxima fase del modelo PML incluirá:

- Operaciones de unidades que no han sido evaluadas en detalle.
- Las medidas de PML implementadas no dieron los resultados esperados.
- Otras actividades de planificación comercial y desarrollo técnico (mantenimiento, adquisiciones, estudios de nuevos productos y otros), que no formaban parte del diagnóstico de PML.

**Rol del Comité de Producción Más Limpia:** El Comité PML debería considerar desarrollar el modelo PML dentro del marco más amplio de la gestión ambiental de la MYPE. Para este fin, el comité tiene las siguientes responsabilidades:

- Motivar a la Gerencia o al dueño de la MYPE; para crear un sistema de gestión ambiental (SGA) dentro del marco del sistema de gestión general de la MYPE; para ampliar el alcance del modelo de PML y que permita su mejora continua.

El comité de PML puede asumir la responsabilidad de coordinar y gestionar el desarrollo del SGA.

El manual citado anteriormente es adaptable a cualquier tipo de MYPE y PYME como lo menciona el autor, por tanto; es aplicable a una MYPE de alimentos.

## **5.6. Estrategia Ambiental**

“La estrategia ambiental se refiere a los resultados de las acciones que adoptan las empresas para el cumplimiento de la regulación y las actuaciones que adoptan de forma voluntaria para reducir aún más los impactos medio ambientales de sus operaciones”. (Carmona Moreno & Magán Díaz, 2019, pág. 542).

### **5.6.1. Eco-eficiencia**

“La eco-eficiencia se obtiene por medio del suministro de bienes y servicios a precios competitivos, que satisfagan las necesidades humanas y proporcionen calidad de vida, mientras progresivamente reducen los impactos ecológicos y el consumo de recursos... La eco-eficiencia se refiere a “crear más valor con menos impacto” o “hacer más con menos. Las empresas que introducen el enfoque de la eco-eficiencia a través de estrategias de producción más limpia obtienen mayor competitividad en el mercado, beneficios económicos y ventajas como mejora en la productividad, ahorro de energía y materias primas, reducción de residuos y materiales peligrosos, ahorro en el control de la contaminación, reducción en los riesgos civiles ambientales y mejoramiento de la imagen pública aumentando la confianza de los consumidores.” (Garzón Ribera & Gutierrez Gonzalez, 2016, pág. 22)

“La eco-eficiencia está ligada al desarrollo sostenible dado que es un instrumento de optimización del crecimiento económico, la equidad social y el valor ecológico. A través de la eco-eficiencia, las empresas contribuyen al desarrollo sostenible y mejoran su competitividad.” (Garzón Ribera & Gutierrez Gonzalez, 2016, pág. 22)

Garzón y Gutiérrez siguen describiendo de la siguiente manera sobre los eco-balances: “Por un lado, los indicadores de eco-eficiencia son una herramienta de seguimiento del impacto ambiental de la empresa, comparación de puntos débiles y fuertes respecto a otras empresas y planteamiento de acciones futuras de mejoramiento; por otro lado la contabilidad ambiental es una herramienta que mide la eco-eficiencia en términos económicos dado que esta identifica costos ambientales y provee a los sistemas de gestión ambiental con información que facilita la

toma de decisiones que tienen que ver con las oportunidades de minimizar costos o invertir en tecnologías y materiales, la contabilidad ambiental refleja la eco-eficiencia en los procesos productivos, los impactos ambientales de los productos y su grado de aceptación en el mercado a través del análisis de costos”. (Garzón Ribera & Gutierrez Gonzalez, 2016, pág. 23).

### **5.6.2. Metodología de las 5S**

“El método de la 5s, es denominado por la primera letra del nombre que, en japonés, se designa cada una de las cinco etapas, es una técnica de Gestión Japonesa, basada en cinco principios simples. El movimiento de la 5s es una concepción ligada a la orientación hacia la Calidad Total, orientada por W.E. Deming, hace unos 40 años y está incluido dentro del Mejoramiento Continuo.” (Jara Riofrío, 2017, pág. 2)

“La metodología de las 5s ayuda a realizar las mejoras de las actividades a bajo costo, logrando mantener el lugar de trabajo con orden y limpieza. Se trata de mejorar las condiciones de trabajo, seguridad, clima laboral, motivación del personal, eficiencia, y en consecuencia lograr calidad, mejorar la productividad y aumentar la competitividad de la empresa.” (Jara Riofrío, 2017, pág. 4)

A continuación, se describe el problema al cual apunta resolver la metodología y los beneficios de aplicación de la misma según PRO-BOLIVIA (Laura Ayala, 2018):

#### **A. ORDEN Y LIMPIEZA**

Por lo general las MYPES tienen espacios reducidos, por ello tener herramientas, materiales y equipos se convierte en algo complicado de tener en el sitio de trabajo, por ello es muy importante ordenar y limpiar.

##### **a) PROBLEMA**

- Ausencia de hábitos o disciplina para mantener ordenado y limpio los ambientes, equipos, y almacenes.
- También existe una carencia de mantenimiento a equipos.

##### **b) CONSECUENCIAS DE LA FALTA DE LIMPIEZA**

- Posibles accidentes al personal y/o pérdidas de producción.
- Mucho tiempo empleado al producir.
- Pérdida de tiempo y dinero cuando no hay mantenimiento en el momento en que no funcionan los equipos.

**c) PARA SOLUCIONAR LOS PROBLEMAS SE APLICA LAS 5´S**

- Seiri: Clasificar los residuos en útiles y no útiles para el proceso productivo.
- Seiton: Priorizar su utilización.
- Seiso: Limpiar los ambientales e instalaciones para prevenir posibles accidentes.
- Seiketsu: Convertir estas acciones en un hábito.
- Shitsuke: Mejorar este proceso continuamente.

**d) BENEFICIOS DE REALIZAR ORDEN Y LIMPIEZA**

- Ambientes limpios y ordenados.
- Disciplina de trabajo que aumentará la Eficiencia productiva.
- Mejora de la productividad del proceso productivo y optimización de costos y tiempos de producción y mantenimiento.
- Ahorro de costos.
- Mejor planificación y ajuste del proceso productivo.

**e) ORGANIZACIÓN**

Organización en el área de trabajo. Para una buena organización se debe realizar una adecuada distribución de la MYPE que permita la producción en la cantidad deseada, en el menor tiempo posible, con mayor seguridad y con menor esfuerzo.

**f) ¿QUE ES NO TENER ORGANIZACIÓN EN EL TRABAJO?**

Fallas en el proceso productivo ocasionan maquinaria parada en espera de material para procesar.

**g) CONSECUENCIAS DE NO ORGANIZAR**

- Tiempo y costo elevados para procesar los productos
- Demora en los despachos de productos.

**h) BENEFICIOS**

- Aumento de la productividad.
- Reducción de tiempo en la producción.
- Alternativas de fluidez, ya sea para el ingreso de operadores, ingreso y espacio para almacenar materias primas e insumos y los productos finales, de tal manera que se reduzca el tiempo de fabricación, y con la calidad deseada.

**B. SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL**

La seguridad y salud ocupacional vela por las condiciones y factores que afectan el bienestar de los empleados, visitas y de cualquier otra persona en el lugar de trabajo, precautelando la ocurrencia de accidentes para un mejor desarrollo laboral.

**a) PROBLEMAS DE LA FALTA DE SEGURIDAD**

- Contactos eléctricos.
- Ausencia de extintores.
- Falta de señalización adecuada.
- Infraestructura precaria.

**b) RIESGOS POR FALTA DE SEGURIDAD**

- Electrocuci3n
- Quemaduras.
- Incendios.
- P3rdida de materiales.
- P3rdidas humanas.
- Carencia de informaci3n al trabajador.

- Accidentes laborales.
- Caídas de distinto nivel.
- Golpes.
- Fatiga postural.

#### **c) MEDIDAS PARA LOGRAR MAYOR SEGURIDAD**

- Verificar el estado de las conexiones antes de usarlos.
- Emplear conectores de cerámica.
- Utilizar sistemas de puesta a tierra.
- No utilizar aparatos eléctricos con manos húmedas.
- Evitar limpiar con líquidos a equipos conectados a la corriente eléctrica.
- El interruptor principal debe estar accesible y libre de obstáculos.
- El cuadro de control debe permanecer cerrado.

#### **d) EXTINTORES**

- Presupuestar al menos un extintor por piso.
- Colocar el extintor en un lugar visible seco y de fácil acceso, donde no le dé el sol.
- Hacer la revisión al equipo por lo menos una vez al año.

#### **e) SEÑALIZACIÓN ADECUADA**

- Contar con un plano de las áreas de la organización.
- Identificar riesgos y peligros por área en la empresa en el plano.
- Dotar de la señalización correspondiente en las áreas con riesgos identificados.
- Señalizar las vías de evacuación y de emergencia.

#### **f) INFRAESTRUCTURA**

- Realizar mantenimiento periódico a la infraestructura.
- Identificar los riesgos y peligros que se derivan de temas de infraestructura.
- Enseñar al equipo de trabajo a cuidar la infraestructura.

**g) BENEFICIOS**

- Contactos eléctricos seguros.
- Extintores disponibles.
- Uso de señalización.
- Mejora de infraestructura.

**C. HIGIENE****a) FALTA DE HIGIENE**

- Acumulación de residuos o basura.
- Ambientes poco ventilados
- Baños sucios.
- Falta de basureros para separar basura de origen doméstico y origen industrial.

**b) CONSECUENCIAS DE LA FALTA DE HIGIENE**

- Contaminación ambiental.
- Generación de focos de infección.
- Enfermedades de la piel.
- Enfermedades gástricas.
- Mala condición medio ambiental.
- Enfermedades respiratorias.
- Asfixia.
- Estrés laboral.
- Contaminación ambiental.
- Infecciones gástricas
- Mal ambiente de trabajo
- Pérdida de materia prima.
- Pérdida de insumos.

- Generación de malos hábitos.
- Incendios.

### c) SOLUCIONES

- Acumulación de residuo o basura.
  - Definir días específicos para el recojo de basura.
  - Contar con basureros donde corresponda.
  - Enseñar al equipo de trabajo la importancia de no acumular basura.
- Ambientes poco ventilados.
  - Abrir ventanas y puertas en los descansos del personal para que el aire circule.
- Baños sucios.
  - Enseñar al personal a cuidar y usar los baños.
  - Contar con horarios diarios de limpieza de baños.
- Separador de basura
  - Tener basurero para basura de origen doméstico y otro para la basura de origen industrial.
  - Enseñar al equipo sobre la separación de basura.
  - Contar con horarios de recojo de basura diarios.

### d) BENEFICIOS

- Motivación del personal al tener un adecuado espacio de trabajo.
- Personal activo en el desarrollo de las actividades.
- Seguridad del personal para permanecer en su puesto de trabajo.
- Concentración del personal en las actividades que desarrolla.
- Lugar de trabajo ordenado.
- Lugar de trabajo limpio.

**D. SALUD OCUPACIONAL****a) PROBLEMAS**

- Mala iluminación en los ambientes.
- Falta de elementos de protección personal.
- Ausencia de sistemas de ventilación o extracción de polvos.

**b) CONSECUENCIAS DE LA FALTA DE SALUD OCUPACIONAL**

- Errores de elaboración de sombreros.
- Fatigas oculares.
- Ocurrencia de accidentes laborales.
- Estrés laboral.
- Dolores.
- Cortes.
- Quemaduras.
- Enfermedades respiratorias
- Estrés laboral
- Existencia de olores molestos.

**c) SOLUCIONES EN ILUMINACIÓN**

- Asegurarse que todos los focos estén funcionando.
- Colocar luz en los lugares que sean más oscuros y no están cerca a la ventana.
- Limpiar periódicamente lámparas y luminarias para corregir la baja iluminación.
- Reparar las luminarias parpadeantes

**d) PROTECCIÓN PERSONAL**

- Enseñar la importancia de emplear los elementos de protección personal en el trabajo.
- Colocar letreros que comuniquen que elemento de protección personal se debe emplear y donde se lo debe hacer.

- Dotar de elementos de protección personal periódicamente.
- No usar elementos de protección personal defectuosos o caducados.

**e) SISTEMAS DE VENTILACIÓN O EXTRACCIÓN DE POLVO**

- Emplear ventiladores manuales.
- Abrir puertas y ventana periódicamente.

**f) BENEFICIOS DE IMPLEMENTAR SALUD OCUPACIONAL**

- Incremento de la productividad del personal
- Tranquilidad visual.
- Personal más ágil en sus funciones.
- Lugar agradable para trabajar.
- Ser responsables y volver a casa sin accidentes.
- Ahorro en los costos de producción pues no se paga por ocurrencia de accidentes.

**E. RESIDUOS**

**a) PROBLEMA**

- Desconocimiento del tema de residuos y como tratarlos.
- Pérdida económica por elevado consumo o gasto de energía y agua.

**b) CONSECUENCIAS**

- Residuos contaminantes y daño indirecto al medio ambiente.
- Pago de multas por incumplir la normativa ambiental.

**c) SOLUCIONES**

- Se debe realizar una evaluación de Beneficio / Costo ambiental a los tipos de residuos del proceso productivo, con los siguientes pasos:
  - i) Identificar los residuos generados en el proceso productivo.
  - ii) Valoración económica de los mismos.
  - iii) Disposición final de los residuos.

- Se debe realizar un estudio técnico, económico y ambiental del consumo de energía (eléctrica, gas natural) y agua realizando lo siguiente:
  - i) Determinación de los criterios técnicos para la compra de materiales adecuados de los equipos e instalaciones.
  - ii) Verificación de posibles fugas y excesivo consumo de energía y agua en los procesos productivos.
  - iii) Etiquetar y almacenar correctamente los residuos en la empresa.
  - iv) Acondicionar una zona en la empresa para el almacenamiento de los residuos hasta su disposición final.

#### **d) BENEFICIOS**

- Control oportuno de los residuos y su acopio de residuos según su tipo de obtención o tratamiento.
- Generación de ingresos adicionales por la utilización o venta de los residuos del proceso productivo.
- Consumo adecuado de energía y agua en el proceso productivo.
- Aprovechamiento de espacios físicos en la empresa.
- Cuidado del medio ambiente.
- Mejor planificación y ajuste del proceso productivo.

### **F. DOCUMENTACIÓN BÁSICA**

#### **a) PROBLEMA**

- Los dueños de las empresas familiares o pequeñas manejan sus recursos basándose en la experiencia y el sentido común.
- Creen que conocen su negocio a fondo y no cuentan con documentación actualizada.
- La venta, compra y ganancias no están registradas o solo se las conoce de memoria.
- No se lleva un control adecuado de los ingresos y egresos.

**b) CONSECUENCIAS DE NO TENER DOCUMENTACIÓN BÁSICA**

- No se sabe cuánto dinero entra y sale de la empresa.
- No se tiene información verdadera, exacta y clara.
- No se puede planear un crecimiento futuro.
- No se sabe si se gasta mucho en materias primas o en salarios.
- No se puede ahorrar.

**G. ERGONOMÍA****a) PROBLEMA**

- Posturas incorrectas.
- Ritmo de trabajo intensos.
- Repetitividad de movimientos.
- Ausencia de pausas y descansos.
- Sistemas de remuneración a destajo.

**b) CONSECUENCIAS**

- Lesiones o molestias musculoesqueléticas en la zona del cuello y los hombros
- Lesiones o molestias en los brazos, muñecas y manos (tendinitis, Tenosinovitis, síndrome de túnel carpiano).
- Dolores de espalda de distintas localizaciones (vertical, dorsal y lumbar).
- Problemas vasculares o circulatorios por la postura de trabajo estática.
- Dolores de cabeza y problemas oculares (irritación, lagrimeo) por las exigencias visuales de la tarea.

**c) SOLUCIONES**

- Llevar a cabo un correcto mantenimiento de los equipos.
- Mantener el orden y la limpieza.
- Mantener una buena postura.

- Adecuación de la carga y ritmo de trabajo a los trabajadores.
- Diversificación de tareas.

#### **d) BENEFICIOS**

- Personal motivado.
- Incremento en la cantidad producida.

### **6. MENCIÓN DE LOS PUNTOS DE VISTA DE OTROS INVESTIGADORES**

“Tanto para el Estado como para las organizaciones productivas y de servicios resulta menos costoso, prevenir la contaminación en la fuente, que mitigarla o eliminarla una vez que se ha producido; Aunque no se solucionan todos los problemas ambientales en una organización productiva decrece la necesidad de equipos de tratamiento de la contaminación, al generarse menores cantidades de emisiones atmosféricas, residuos ordinarios y peligrosos a tratar y disponer.” (Reales Angarita & Luquez Arias, 2018, pág. 25)

Según Reales Angarita y Luquez Arias la Producción Más Limpia tiene los siguientes beneficios:

- **Beneficios financieros:** Reducción de costos por optimización del uso de las materias primas. Ahorro por mejor uso de los recursos (energía, combustibles e insumos). Aumento de las ganancias.
- **Beneficios operacionales:** Aumenta la eficiencia de los procesos. Mejora las condiciones de seguridad y salud ocupacional. Reduce la generación de los desechos.
- **Beneficios comerciales:** Permite comercializar mejor los productos posicionados y diversificar nuevas líneas de productos. Mejora la imagen corporativa de la empresa. Logra el acceso a nuevos mercados. Aumento de ventas y margen de ganancias.

“La producción más limpia es una estrategia de prevención de la contaminación que tiene como objetivo principal el desarrollo sostenible, la reducción de riesgos para las personas y el medio ambiente y el aumento de la eficiencia en los procesos. La producción más limpia está

enfocada al manejo adecuado de recursos, el manejo social de los empleados y el desarrollo económico sostenible de la empresa, lo anterior se logra a través de la mejora continua y la garantía de un mayor valor agregado a las partes interesadas, lo cual se refleja en la sustentabilidad y el nivel de competitividad empresarial.” (Uribe Garcia & Guerrero Rodriguez, 2017, pág. 4)

“La Producción Más Limpia es una estrategia de producción eco-eficiente, que generalmente guía a las empresas por un camino necesario, pero no suficiente hacia una economía sostenible. La Producción Más Limpia (PML) es la aplicación continua a los procesos, productos y servicios, de una estrategia integrada y preventiva, con el fin de incrementar la eficiencia en todos los campos, y reducir los riesgos sobre los seres humanos y el medio ambiente. La Producción Más Limpia lleva al ahorro de costos y a mejorar la eficiencia de las operaciones, habilita a las organizaciones y a las empresas para alcanzar sus metas económicas mientras simultáneamente mejoran el medio ambiente.” (Marín Rico, 2019, pág. 27)

“La Producción Más Limpia según Marín (2019) es la aplicación continua de estrategias ambientales de prevención que se integran a los procesos productivos para aumentar la eficiencia y reducir los riesgos al medio ambiente y al hombre. La PML permite su aplicación en los procesos utilizados en cualquier industria, en los productos y los servicios que generan estos. La idea básica de la PML es reducir al mínimo o eliminar los residuos y emisiones en la fuente en vez de tratarlos después de que se hayan generado.” (Marín Rico, 2019, pág. 28)

“La Producción Más Limpia (PML), es la optimización de un proceso productivo en las etapas de ingresos, procesos y salidas logrando: consumir menos materia prima, insumos y energía, evitar el ingreso de materiales peligrosos, generar residuos sólidos, líquidos y gaseosos menos contaminantes y en menor cantidad; reducir, la huella hídrica y la huella de carbono, el índice de derrames, mermas y pérdidas de material; aplicar eco-diseño en los productos que los haga fácilmente reutilizables o reciclables y promuevan una vida útil más duradera o en su defecto sean fácilmente degradables. Este enfoque permitirá alcanzar un desarrollo sostenible

en el tiempo logrando una relación entre la industria y el medio ambiente, en la que ambos salen ganando. Una comparación entre los dos modelos de producción resalta los beneficios de manera clara.” (Valencia Vargas & Bracamonte Cuentas, 2019, pág. 17)

“CP es un signo de una producción más eficiente; que a su vez es más innovador y competitivo, y en principio más económicamente superior. Al implementar medidas de sostenibilidad como el PP, el sector manufacturero puede impulsar el desempeño económico y ambiental a través de la reducción de emisiones, la integración de subproductos en la cadena de valor de la producción, retornos sustanciales de la inversión e implicaciones positivas para el empleo a través de oportunidades en la producción secundaria (PNUMA, 2012). La implementación de estrategias de PP tiene como objetivo aumentar la competitividad y la eficiencia de las empresas, ya que ayudan en el ahorro de energía, la conservación del agua, control de la contaminación, seguridad de máquinas y trabajadores y también mejora la imagen de la empresa en el ámbito nacional e internacional.” (Gisaw Terefe, 2018, pág. 13)

“En la industria manufacturera, la preocupación por la sostenibilidad es mayor que nunca. Además de enfrentarse a una competencia de alta presión, los fabricantes deben prestar cada vez más atención al uso de recursos, el tratamiento de residuos, las emisiones atmosféricas, la contaminación del agua, el bienestar de los empleados, etc. No gestionar estos problemas de sostenibilidad puede dañar sustancialmente la imagen de la empresa y, por lo tanto, afectar su desempeño. Por ejemplo, se ha culpado a Apple Inc. de utilizar trabajo infantil en la producción de sus iPhones y computadoras Macintosh; la Compañía Coca-Cola ha sido difamada por dañar los recursos hídricos locales en la India; Dell Inc. ha sido criticada por deshacerse de los desechos electrónicos de una manera no amigable con el medio ambiente; los fabricantes de productos lácteos chinos han sufrido crisis medioambientales y de seguridad. Los malos comportamientos de estas empresas en su gestión ambiental y social han afectado el desempeño de su empresa y han destruido su reputación en algunos casos. Estos ejemplos indican la importancia de comprender la gestión de la sostenibilidad y su relación con la

reputación y el desempeño de la empresa. Los fabricantes deben hacer frente a los riesgos de contaminación durante los procesos de producción y diversas demandas de inversores, ONG, gobiernos, clientes y otras partes interesadas. Por lo tanto, es necesario realizar investigaciones en profundidad sobre la relación entre la sostenibilidad y el desempeño de la empresa en la industria manufacturera.” (Gisaw Terefe, 2018, pág. 14)

La aplicación de Producción Más Limpia a una empresa trae beneficios económicos, asimismo contribuye a la reducción de la contaminación como indican los autores anteriormente citados.

## **7. CORRIENTE O ENFOQUE ELEGIDO POR EL INVESTIGADOR**

La investigación parte del enfoque mixto por la recolección de datos con medición numérica y no numérica en una situación inicial.

La investigación en la parte de propuesta se adecua más en el enfoque cualitativo porque las investigaciones cuantitativas por ser objetivos no puede ser propositivos, pero en cuanto a la evaluación de la propuesta de Producción Más Limpia es cuantitativa por la utilización de datos numéricos para su validación. En cuanto a la propuesta de la estrategia de las 5's; la investigación es cualitativa porque no se puede medir con datos numéricos. Por lo descrito anteriormente, la presente investigación tiene un enfoque mixto.

“El paradigma cuantitativo busca explicar fenómenos por medio de herramientas numéricas apoyadas en las ciencias matemáticas y la estadística”. (Fuentes Doria, Toscano Hernández, Malvaceda Espinoza, Díaz Ballesteros, & Díaz Pertuz, 2020, pág. 18)

“En el enfoque cualitativo la realidad es subjetiva, se fundamenta en la apreciación y la interpretación del investigador, no es posible separar el conocimiento logrado del sujeto cognoscente”. (Ñaupas Paitán, Mejía Mejía, Novoa Ramírez, & Villagómez Paucar, 2014, pág. 351)

“Los métodos mixtos representan un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación e implican la recolección y el análisis de datos cuantitativos y cualitativos,

así como su integración y discusión conjunta, para realizar inferencias producto de toda la información recabada (meta inferencias) y lograr un mayor entendimiento del fenómeno bajo estudio.” (Hernández Sampieri, Fernandez Collado, & Baptista Lucio, 2014, pág. 534)

## **8. IDENTIFICACIÓN DE LAS FUENTES**

Se identificó para el presente trabajo de investigación fuentes primarias y secundarias.

Las principales fuentes en las que se basó fue:

- Guía para facilitadores en Producción Más Limpia del Ministerio de Desarrollo Productivo y Economía plural, publicada en el 2018.
- Guía de Producción Más Limpia (PML) y buenas prácticas en pequeñas unidades productivas, publicada en 2018.
- Modelo para la aplicación de la Producción Más Limpia en las PYMES del sector textil de la ciudad de El Alto, publicada en el 2020.

## CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO

### 9. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación de acuerdo con las variables en el problema, el objetivo general, y la hipótesis es descriptivo y correlacional. Es descriptivo porque en la investigación solo se interviene en una sola variable desde el punto de vista estadístico: Programa de Producción Más Limpia. Así también el tipo de investigación es correlacional porque el planteamiento del problema, los objetivos, y la hipótesis es una relación causa - efecto: Contaminación ambiental - Producción Más Limpia.

### 10. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación será guiada por el diseño no experimental, ya que no se manipulará la variable independiente, ni por separado, ni en conjunto para conocer sus efectos. Y dentro del diseño no experimental; la investigación será guiada por el diseño de investigación descriptiva y por el diseño de investigación correlacional. Diseño descriptivo porque se limita a recoger información de una situación ya establecida. Diseño correlacional porque tiene el objetivo de describir las relaciones entre dos variables en un momento determinado: la Producción Más Limpia y su efecto en la disminución de la Contaminación Ambiental en la MYPE PROALCO S.R.L. de la ciudad de El Alto.

### 11. VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN

#### 11.1. *Identificación de Variables*

La investigación tiene dos variables: Independiente y dependiente.

- Variable Independiente: Producción Más Limpia.

“La Producción Más Limpia se define como la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva integral a procesos, productos y servicios para aumentar la eficiencia general y reducir los riesgos para los seres humanos y el ambiente.” (ONUDI, 2020, pág. 3)

- Variable Dependiente: Contaminación Ambiental.

La contaminación ambiental es la “presencia de sustancias nocivas, perjudiciales o molestas en un recurso natural como el aire, el agua y los suelos, sin que el medio los pueda absorber o regenerar por sí mismo, y colocadas allí por la acción del hombre, o por procesos naturales temporales, en tal calidad y cantidad que pueden interferir la salud y el bienestar de los hombres, los animales y a las plantas”. (Fraume Restrepo, 2007, pág. 125)

## 11.2. Operacionalización de Variables

**Tabla 5**

Operacionalización de la variable independiente y dependiente.

Variable	Definición Conceptual	Dimensión	Indicador	Técnica	Instrumento
V.I.: Producción Más Limpia	La Producción Más Limpia se define como la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva integral.	Consumo de energía eléctrica	Costo de energía eléctrica	- Encuesta - Observación no participativa	- Cuestionario - Guía de observación sistemática
		Consumo del Recurso hídrico	Costo del recurso hídrico		
		Cuantificación de residuos	Costo de residuos		
V.D.: Contaminación Ambiental	La contaminación ambiental es la "presencia de sustancias nocivas, perjudiciales o molestas en un recurso natural como el aire, el agua y los suelos.	Nivel de contaminación en el aire	Costo de energía eléctrica	- Ahorro energético, hídrico y de residuos - Evaluación económica	- Hoja de Excel
		Nivel de contaminación al agua	Costo del recurso hídrico		
		Nivel de contaminación en el suelo	Costo de residuos		

Nota. El indicador es el mismo para la variable Independiente y Dependiente porque en necesario para realizar la comparación (2021).

## 12. POBLACIÓN Y MUESTRA

La población de estudio es toda la MYPE PROALCO S.R.L.; la cual está conformada por: obreros, administrativos, máquinas y equipos, herramientas y la instalación; ubicada en la Zona de ciudad Satélite de la ciudad de El Alto. La MYPE está conformada por 6 personas entre obreros y administrativos.

Por tanto, en la presente investigación no se trabaja con una muestra; sino con la población en general: PROALCO S.R.L.

## 13. AMBIENTE DE LA INVESTIGACIÓN

El estudio se realiza en la MYPE PROALCO S.R.L. de la ciudad de El Alto en las cuales se llena el cuestionario, y la guía de observación para su posterior análisis y realización de la propuesta.

## 14. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

Las técnicas que se emplea en la investigación para la recopilación de información son:

- Encuesta
- Observación no participativa

Las técnicas que se emplea en la investigación para la validación de la propuesta son:

- Ahorro energético, hídrico y de residuos
- Evaluación económica

Los instrumentos que se emplea en la investigación para la recopilación de información son:

- Cuestionario
- Guía de observación sistemática

Los instrumentos que se emplea en la investigación para la validación de la propuesta son:

- Hoja de Excel

## 15. PROCEDIMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

El procedimiento que siguió la investigación se describe en las siguientes fases:

Fase 1: Se visita a la MYPE PROALCO S.R.L. para dar a conocer sobre los objetivos de la investigación a los socios de la empresa, posteriormente a la parte operativa.

Fase 2: Se coordina con la MYPE PROALCO S.R.L. los días que visitará el investigador a la empresa para realizar el diagnóstico actual (recopilación de información para la investigación).

Fase 3: Se visita a la MYPE PROALCO S.R.L. en los días ya establecidos para que permita la recopilación de información con los instrumentos anteriormente descritos para posteriormente realizar la propuesta.

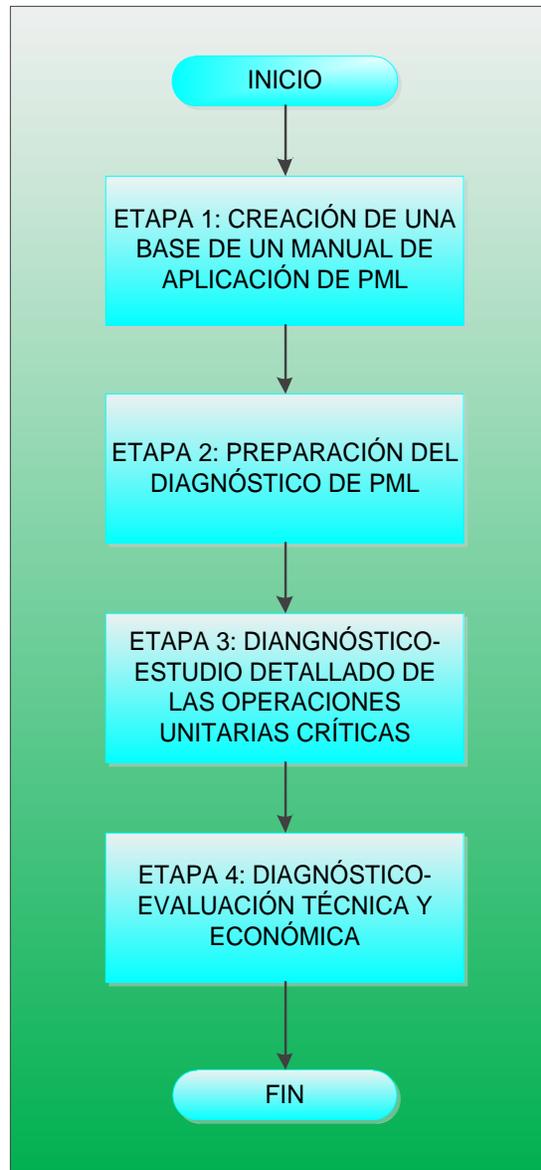
Fase 4: Se realiza la propuesta del programa de Producción Más Limpia a la MYPE PROALCO S.R.L. en base al diagnóstico.

Fase 5: Se valida la propuesta del programa de Producción Más Limpia mediante los indicadores.

La fase 1 y 2 y 3 está compuesto por cuatro etapas, y el procedimiento se muestra a continuación (está relacionado con Producción Más Limpia):

**Figura 2**

*Procedimiento para realizar el diagnóstico en Producción Más Limpia*

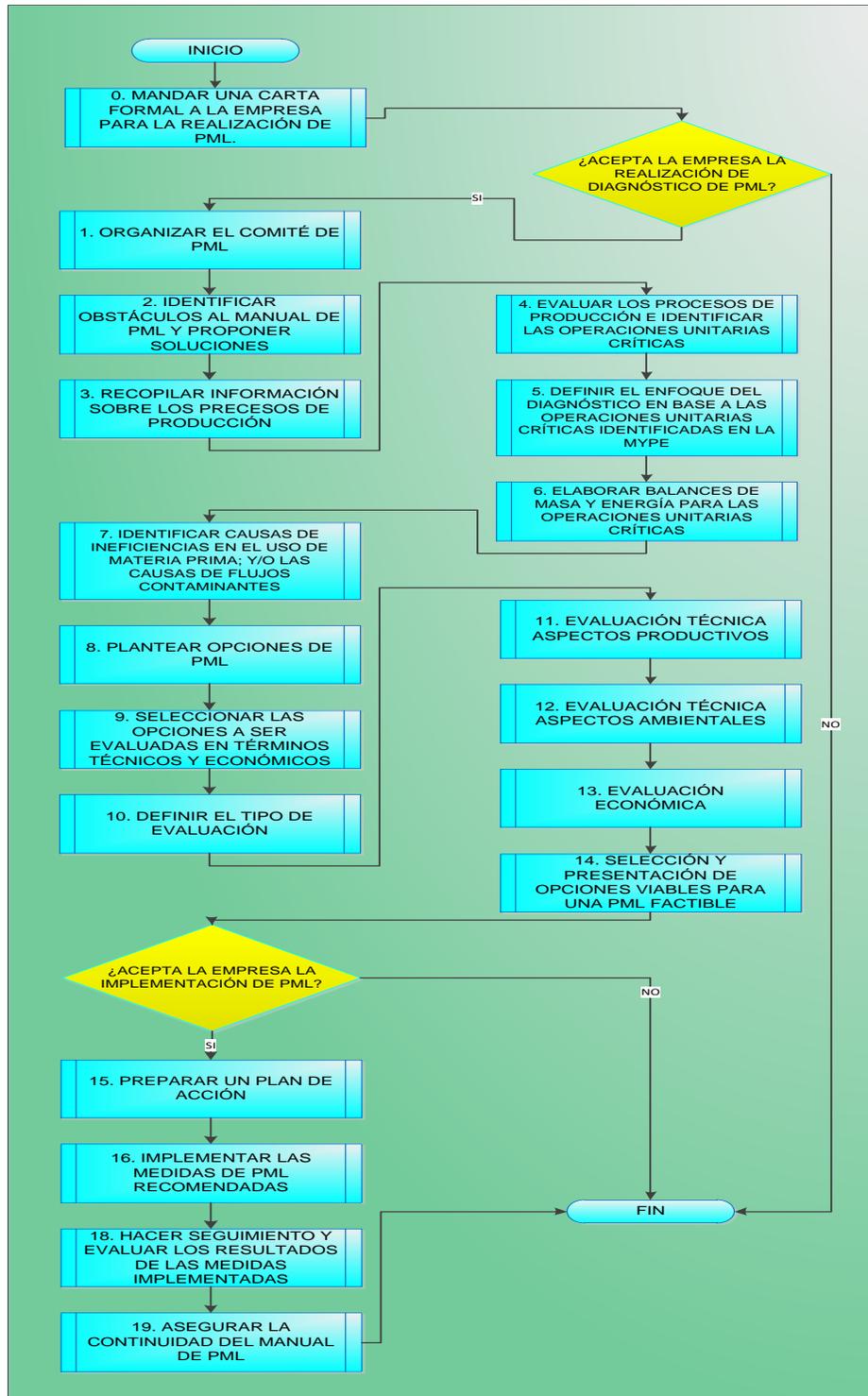


*Nota.* El procedimiento de diagnóstico está compuesto por cuatro etapas (2021).

Las etapas anteriormente descritas tienen pasos para su implementación, las cuales se muestran en el siguiente diagrama de flujo (en el presente trabajo de investigación no se aplicará los pasos 15, 16, 17, 18, y 19):

Figura 3

Procedimiento en pasos para realizar la propuesta de Producción Más Limpia



Nota. El procedimiento solo fue aplicado hasta el paso 14 (2021).

Considerando las cuatro etapas y los pasos de la Producción Más Limpia descrita en el diagrama de flujo, se inicia con el paso cero; que es:

**0. Buscar las MYPES.** El investigador de PML debe realizar lo siguiente:

- a) La unidad productiva se debe buscar en la base de datos de la alcaldía de la ciudad de El Alto las empresas (MYPES) que pertenecen al sector de alimentos, y averiguar en donde se encuentran geográficamente.
- a) Seleccionar las unidades productivas o la unidad productiva que más cercano este al área de trabajo del equipo de PML.
- b) Elaborar una carta dirigida al dueño de la empresa para realizar el diagnóstico, propuesta e implementación de PML; indicando los beneficios que tendrá la implementación.
- c) Ir a la empresa seleccionada y dejar la carta, y si es posible conversar con el dueño de la empresa; para hacer conocer los beneficios de la implementación.

Luego de realizar todo el proceso anterior se debe tomar en cuenta la decisión del dueño o gerente de la empresa de la implementación o no de está. Sí el dueño toma la decisión de que se realice el diagnóstico, propuesta e implementación, se debe coordinar con él las actividades y los días que se realizará este trabajo de PML.

**1. Asegurar el compromiso de la gerencia o dueño de la empresa, y mediante está la colaboración de los empleados.** Para ello; se debe realizar lo siguiente:

- a) Realizar un cronograma de actividades detallado desde la organización, planificación, diagnóstico, propuesta e implementación.
- b) Realizar una carta de compromiso con la empresa en donde se detalle el compromiso de la unidad de la unidad productiva como también del ejecutante de PML.
- c) Realizar la capacitación de PML a todos los integrantes de la empresa sobre la importancia de la PML, y asegurar su contribución y colaboración de ellos en todo el proceso.

**2. Organizar el comité de Producción Más Limpia.** Si bien el manual describe la importancia de formar el comité, pues en las MYPES esto no es posible, por tanto; el investigador debe hacerse cargo del proceso de ejecución de PML. El investigador debe encargarse de lo siguiente:

- a) Recopilar datos generales de la empresa; como su origen, sus productos, sus instalaciones, su maquinaria, los servicios básicos y su índice general de productividad.
- b) Actividades preparatorias para el diagnóstico de PML (ver etapa 2).
- c) Análisis de operaciones unitarias críticas (ver etapa 3).
- d) Estudios técnicos y económicos (ver etapa 4).

**3. Identificar obstáculos al manual de PML y proponer soluciones.** El que está a cargo de la identificación de obstáculos y la propuesta de soluciones es el investigador.

Así sucesivamente pasamos a la etapa 2, y por ende al paso 4. La etapa 2 consiste en la preparación del diagnóstico de PML, y esta etapa consta de 3 pasos que son la continuación de los pasos anteriores.

**4. Recopilar información sobre los procesos de producción.** El investigador en esta etapa debe realizar lo siguiente:

- a) Recopilar datos generales de la empresa como su origen, sus productos, sus instalaciones, su maquinaria, los servicios básicos, el proceso de producción y su índice general de productividad.
- b) Recopilar datos relacionados con la producción, costo y uso de materias primas, costo de energía eléctrica u otro tipo, costo de agua y otros recursos que sean necesarios.
- c) Inspeccionar toda la planta en relación con el almacenamiento de la materia prima, y el producto terminado.

**5. Evaluar los procesos de producción e identificar las operaciones unitarias críticas.**

El investigador debe realizar lo siguiente en la planta de producción (es trabajo de campo y la recopilación de información se debe realizar mediante observación directa y preguntas a los encargados de cada operación unitaria):

- a) Dividir el proceso de producción en operaciones unitarias (sí es aplicable).
- b) Evaluar las entradas de cada operación unitaria (materia prima, insumos, energía, y agua; sí es aplicable).
- c) Evaluar las salidas de cada operación unitaria (materia prima, insumos, energía, y agua; sí es aplicable).
- d) Observar y registrar como se trata los residuos sólidos, agua y energía.
- e) Preparar un diagrama de flujo de cada uno de los productos de la empresa, en donde se tenga descrita las entradas y salidas de cada uno de las operaciones unitarias y con un total de residuos de materia prima e insumos, energía y agua.
- f) Identificar las operaciones unitarias críticas del proceso de producción en base al diagrama de flujo.
- g) Describir los costos de los residuos, agua y energía eléctrica de todo el proceso en general, y también de la operación unitaria identificada.
- h) Describir los residuos peligrosos que genera cada operación unitaria (si existiera).
- i) Describir si previamente la empresa ya tenía algunos principios de PML.

**6. Definir el enfoque del diagnóstico en base a las operaciones unitarias críticas identificadas en la MYPE.** El investigador debe realizar las siguientes actividades:

- a) Identificar las causas que producen deficiencias, pérdidas, cuellos de botella en todo el proceso de producción.
- b) Describir el origen, el tipo, la naturaleza, y costo de pérdidas o ineficiencias en el uso o procesamiento de materias primas, agua, energía y otros insumos.

- c) Describir el costo de tratamiento y eliminación de residuos.

De esta manera se pasa a la etapa 3, y se sigue con el paso 5. La etapa 3 consiste en el diagnóstico-estudio detallado de las operaciones unitarias críticas. Y esta etapa consta de 4 pasos que se describen a continuación:

**7. Elaborar balances de masa y energía para las operaciones unitarias críticas.** El investigador debe realizar las siguientes actividades.

- a) Establecer parámetros para cada operación de cada unidad.
- b) Medir las entradas para cada operación de la unidad. Y la medición incluye: consumo de materias primas, agua, energía y otros insumos.
- c) Medir los resultados de cada operación de la unidad, incluidos los desperdicios y pérdidas cuantificables.
- d) Comparar los resultados entre las salidas y entradas.

**8. Identificar causas de ineficiencias en el uso de materia y energía; y/o las causas de flujos contaminantes.** El investigador debe hacer las siguientes actividades:

- a) Identificar las causas de las pérdidas por cada operación unitaria.
- b) Vincular las salidas de desechos y las pérdidas de energía con los flujos de entrada, utilizando los balances de masa y energía, realizando una cuantificación detallada.
- c) Contrastar datos numéricos de las entradas con las salidas de masa, energía y agua.
- d) Comunicar al personal de la MYPE las causas identificadas para obtener su asesoramiento y/o aceptación.

**9. Plantear opciones de Producción Más Limpia.** El investigador debe realizar las siguientes actividades:

- a) Proponer la mejora de la eficiencia de cada operación de la unidad mediante la optimización del uso de materias primas, agua, energía, e insumos para reducir los costos unitarios de producción y la cantidad de flujo de contaminantes, y/o pérdidas de energía en su fuente.

- b) Proponer el reciclaje, reutilización, y/o recuperación de los residuos, a fin de reducir la pérdida de insumos y/o productos.

NOTA: Para la obtención de datos claros y precisos, se debe aplicar un buen diagnóstico (mediante la observación directa, cuestionarios y preguntas a los operarios).

**10. Seleccionar las opciones a ser evaluadas en términos técnicos y económicos.** El investigador debe realizar las siguientes actividades.

- a) Descartar las opciones imposibles de implementar o aquellos que no son respetuosos con el medio ambiente.
- b) Seleccionar aquellas opciones de PML que sean posibles de implementar y que sean respetuosos con el medio ambiente, y que a futuro generen un impacto económico positivo.

Y siguiendo el procedimiento se pasa a la etapa 4, la cual consiste en: Diagnóstico-Evaluación Técnica y Económica, y esta etapa tiene 5 pasos, la cuales se detallan a continuación.

**11. Definir el tipo de evaluación.** El investigador debe realizar las siguientes actividades:

- a) Seleccionar el tipo de evaluación (técnica y/o económica) a realizar.

NOTA: La evaluación técnica y/o económica se aplica a aquellos procesos de sustitución, modificación tecnológica o cambio de una operación de la unidad, pero aquellos que tenga que ver con la motivación al empleado u otros de tipo cualitativo (buenas prácticas operativas), no requiere una evaluación cuantitativa económica-ambiental.

**12. Evaluación técnica – Aspectos productivos.** El investigador debe realizar lo siguiente:

- a) Detallar las modificaciones técnicas necesarias para implementar cada opción de PML (describir el diseño de los cambios propuestos).
- b) Determinar la viabilidad técnica de implementar las modificaciones requeridas por cada opción de PML.

- c) Proyectar balances de masa y energía basados en los cambios propuestos (describir la situación actual y el propuesto).

**13. Evaluación Técnica – Aspectos ambientales.** El investigador debe realizar lo siguiente:

- a) Comparar los balances de masa y energía actuales con los proyectados en base a las opciones de PML planteadas para cuantificar las reducciones.
- b) Describir los balances de masa, energía actual, y de agua, tanto de la situación actual y la proyectada.
- c) Describir el reciclaje, reusó y/o recuperación de residuos de cada operación unitaria o de forma general en cantidades por cada producto de la empresa.

NOTA: Las opciones ambientalmente viables deben ser calificadas como técnicamente viables y deben pasar a ser evaluadas en términos económicos.

**14. Evaluación económica.** El investigador debe realizar las siguientes actividades:

- a) Aplicar el periodo de recuperación de la inversión en la MYPE para conocer el grado de seducción en términos económicos.
- b) Aplicar el rendimiento sobre la inversión o retorno de la inversión para conocer si la inversión es aceptable en términos económicos.

**15. Selección y presentación de opciones viables para una PML factible.** El investigador debe realizar las siguientes actividades.

- a) Organizar las iniciativas de PML factibles en orden de prioridad de acuerdo a los indicadores.
- b) Seleccionar las opciones factibles de PML, y poner en orden de prioridad.
- c) Describir en forma de recomendaciones las opciones de PML considerando la información básica, y los beneficios económicos y ambientales (indicadores).

Y de esta forma pasamos a la etapa 5, la cual consiste en: Implementación, Seguimiento y Evaluación Final; y esta etapa tiene 4 pasos, los cuales son:

**16. Preparar un Plan de acción.** El investigador debe hacer las siguientes actividades:

- a) Establecer objetivos específicos para implementar las recomendaciones de PML.
- b) Preparar un cronograma de actividades que incluya los objetivos, responsables de llevar a cabo y el presupuesto asignado.

**17. Implementar las medidas de PML recomendadas.** El investigador debe hacer las siguientes actividades:

- a) Detallar de forma específica el plan para su implementación.
- b) Ejecutar el plan de acción detallado.
- c) Capacitar al personal sobre la importancia de poner en práctica constante la PML y la importancia sobre seguridad industrial y salud ocupacional.

**18. Hacer seguimiento y evaluar los resultados de las medidas implementadas.** El investigador debe realizar las siguientes actividades.

- a) Realizar seguimiento a cada una de las estrategias de PML implementadas.
- b) Evaluar los resultados de la implementación aun cuando está en proceso; para asegurar el cumplimiento de los objetivos específicos, todos ellos se deben realizar con indicadores; y se deben comparar con los indicadores históricos.
- c) Presentar informes periódicos de cómo se están logrando los objetivos inicialmente trazados.
- d) Evaluar los resultados finales de la implementación de PML, y presentar el informe final.

**19. Asegurar la continuidad del manual de PML.** El investigador debe asegurarse de la continuidad del manual de Producción Más Limpia.

Todo el procedimiento descrito anteriormente se hizo para la recopilación de datos y para la propuesta del presente trabajo de investigación, excepto la etapa 5 que está sujeto a la aprobación del dueño de la MYPE para su implementación, pero que tampoco es necesario para este proyecto.

## CAPÍTULO IV: RESULTADOS

### 16. DIAGNÓSTICO ACTUAL DE LA EMPRESA

#### I. INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA

##### A. HISTORIA DE LA EMPRESA

La empresa tiene su origen en el año 2020 en el mes de diciembre. El actual gerente general de la empresa antes de iniciar con su emprendimiento trabajaba con su familia en lo que es la venta de pollos, y existía mucha demanda del producto, por lo cual, tuvo la idea de hacer su propia empresa de vender pollos envasados al vacío debido a la demanda que existía en esa época, y es así como la empresa surgió con dos socios, posteriormente consiguió su certificado SENASAG (en el mes de febrero de 2021).

##### Tabla 6

*Descripción general de la MYPE PROALCO S.R.L.*

PROALCO S.R.L.	
Fundación:	2020
Gerente General:	Guillermo Miguel Flores Morales
Dirección:	Ciudad Satélite, Av. del Policía, N° 4023

*Nota.* En el cuadro se describe la fundación, al socio encargado y la dirección (2021).

##### B. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

###### a) MISIÓN Y VISIÓN DE LA EMPRESA

La misión de la empresa es la siguiente: “Ser una empresa líder en la distribución y preparación de comida, a través de la calidad de nuestros chefs, ya que el cliente es lo más importante para la empresa y por lo tanto debe tratarse de la mejor manera”.

La visión de la empresa es la siguiente: “Es ser la primera opción de los comensales actuales y futuros, satisfaciendo sus necesidades y su paladar”.

## b) CLASIFICACIÓN CIUU

**Tabla 7**

*Clasificación de la MYPE según CIUU y CAEB*

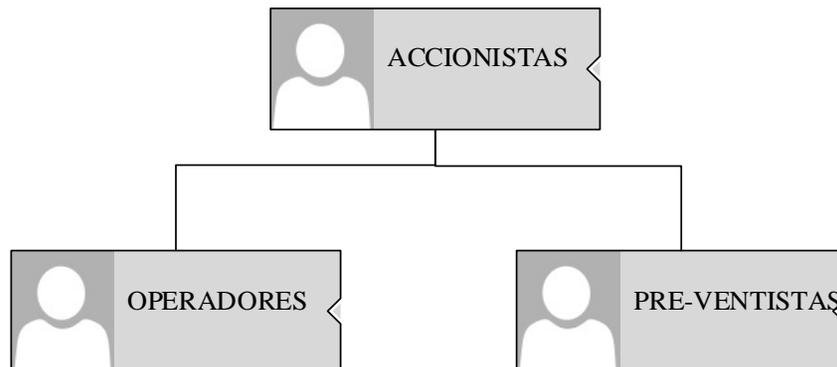
D. INDUSTRIAS MANUFACTURERAS	
CIUU-1511	Producción, procesamiento y conservación de carne y productos cárnicos.
CAEB-1511	Producción, procesamiento y conservación de carne y productos cárnicos.

*Nota.* El cuadro se realizó en base a la clasificación CIUU y CAEB (2021).

## c) ORGANIGRAMA

**Figura 4**

*Organigrama de la MYPE PROALCO S.R.L.*



*Nota.* El organigrama se realizó en base a la información de la MYPE (2021).

## d) NÚMERO DE PERSONAL

La empresa está conformada por dos socios, dos operadores, y dos vendedoras y el horario de trabajo es de 4 horas diarias, y se trabaja más horas cuando hay mayor demanda.

**Tabla 8**

Número de personal en la MYPE PROALCO S.R.L.

Nº DE ORDEN	PUESTOS ADMINISTRATIVOS	Nº DE PERSONAL
1	SOCIOS	2
2	OPERADORES	2
3	PRE-VENTISTAS	2
TOTAL		6

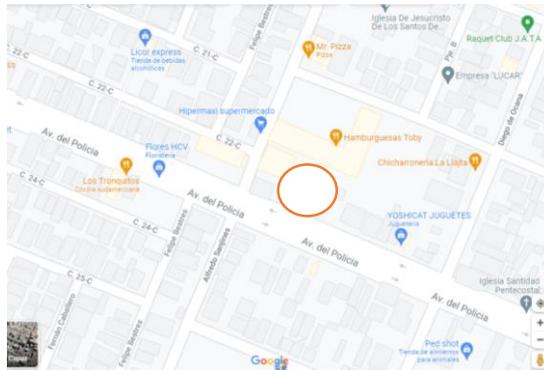
Nota. El cuadro se realizó en base a la información recopilada de la MYPE (2021).

### e) UBICACIÓN

La empresa se encuentra en Bolivia, en el departamento de La Paz, en la ciudad de El Alto, en la zona de ciudad de Satélite, en la Avenida del Policía, Nº 4023.

### Figura 5

Ubicación de la MYPE PROALCO S.R.L. - 2021



## C. ASPECTOS TÉCNICOS

### a) PRODUCTO

El producto de la empresa es solo de una línea de producción: Medio pollo despresado en 2 partes de  $\frac{1}{4}$  cada una, está cocido a la leña y sellado al vacío. Al tener estas características

tiene una duración como máximo dos semanas sin tener que congelar, y no lleva conservantes.

El producto cuenta con la aprobación de SENASAG, en la Figura 10, se muestra el producto.

### Figura 6

*Producto de la MYPE PROALCO S.R.L.*



*Nota.* La foto del producto se recuperó de la página web de la MYPE PROALCO S.R.T. (2021).

### b) DESCRIPCIÓN DE LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN

La empresa PROALCO S.R.L. solo tiene una línea de producción: Medio pollo envasado el vacío, sin conservantes. A continuación, se detalla el proceso de producción.

**Recepción de Materia Prima.** La recepción de materia prima se realiza en la misma planta de producción para posteriormente almacenarlo en la heladera frízer. La materia prima es el pollo que provee la empresa SOFIA. Y los insumos se adquieren del mercado de la ciudad satélite.

**Lavado.** Antes de condimentar el pollo, se realiza el lavado profundo del pollo, sin que quede ninguna suciedad.

**Condimentado.** Este proceso consiste en poner salsas y otras sustancias tanto al interior y exterior del pollo para que tenga ese sabor especial que es la fórmula secreta de la empresa.

**Macerado.** Este proceso consiste en poner un líquido aromático durante un tiempo determinado con el propósito de que esté más tierno, se aromatice y tenga mayor tiempo de vida.

**Cocción.** Este proceso consiste en hacer cocer el pollo a una cierta temperatura en el horno por un determinado tiempo. Inicialmente el horno industrial se calienta a 180°C, posteriormente se introduce el pollo para que este por un tiempo de 20 minutos, después se baja la temperatura a 170°C por un tiempo de 15 minutos.

**Enfriado.** Después de sacar el pollo del horno, se pone a enfriar hasta que llegue a una temperatura de 0°C.

**Despresado.** Este proceso consiste en despresar o partir el pollo en diferentes porciones, y un pollo en la MYPE se parte en ocho porciones.

**Envasado.** Consiste en introducir cuatro porciones de pollo en una bolsa transparente, para que posteriormente sea sellado al vacío.

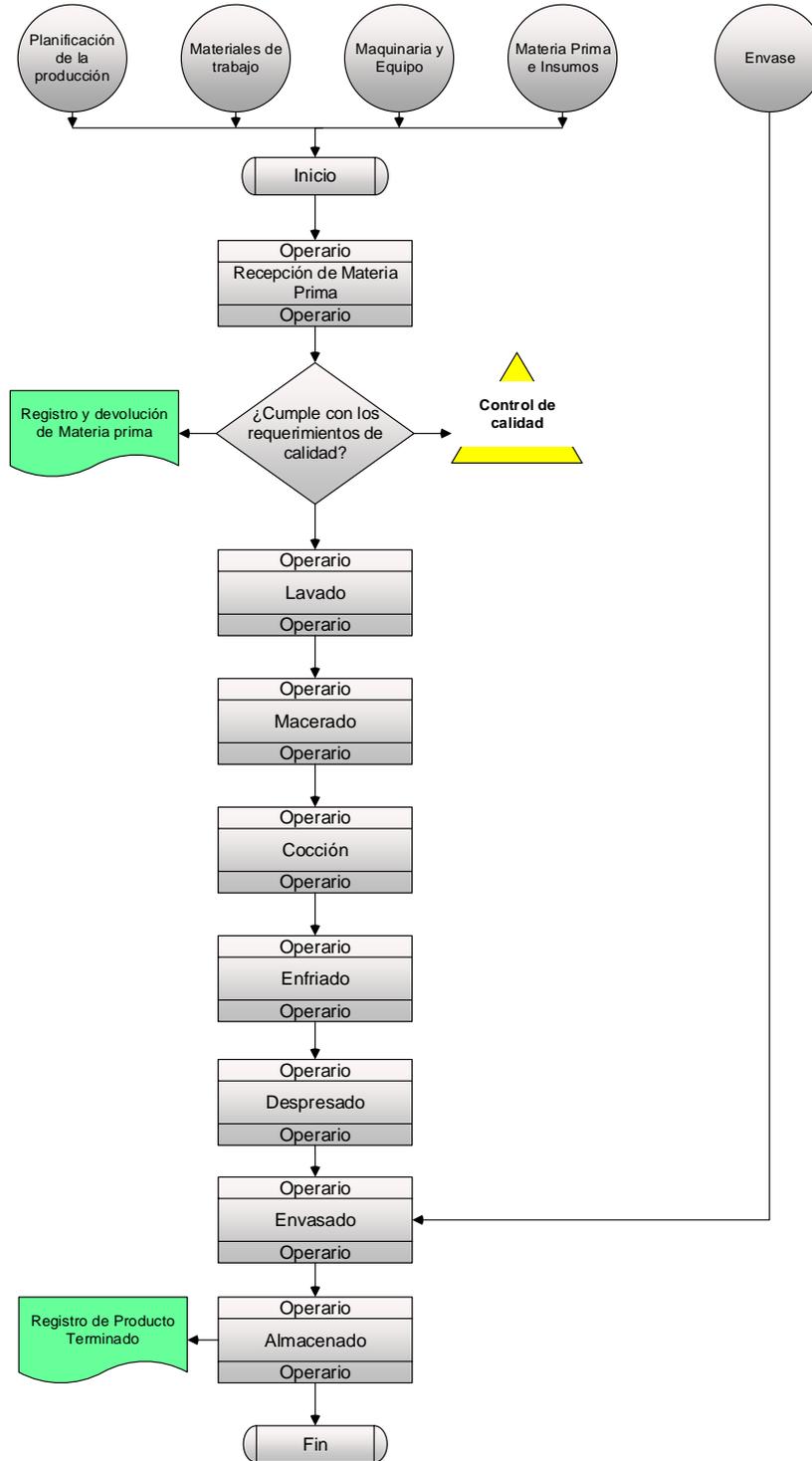
**Almacenado.** Consiste en introducir el pollo sellado al vacío en el frízer para alargar su tiempo de vida.

**Comercializado.** Consiste en distribuir el producto a los diferentes súper-mercados.

c) **DIAGRAMA DE FLUJO DEL PRODUCTO**

**Figura 7**

*Diagrama de flujo de proceso de producción del producto (Guichicken).*



**d) Materia prima, insumos y materiales de la línea de producto.**

La materia prima, los insumos y materiales de la línea de pollo envasado al vacío es la siguiente:

**Tabla 9**

*Lista de Materia Prima e Insumos*

<b>Materia Prima e Insumos</b>	
1	Pollo Sofía braza
2	Limón procesado
3	Sazonado 1
4	Sazonado 2
5	Vinagre
6	Sazonado 3
7	Leña
8	Bolsa externa
9	Bolsa interna

*Nota.* El cuadro se elaboró en base a los datos recopilados de la MYPE (2021).

**e) Maquinaria, equipo, y herramientas.**

La maquinaria, los equipos y las herramientas que se utilizan en todo el proceso de producción son las siguientes:

**Tabla 10**

*Lista de maquinaria, equipos, y herramientas.*

<b>Maquinaria, Equipos y Herramientas</b>	
1	Máquina de sellado al vacío
2	Cámara de Enfriado
3	Amperímetro
4	Horno de acero inoxidable
5	Frizzer
6	Ollas

7	Enseres y garrafas
8	Estantes
9	Rampas
10	Pallet
11	Mesas inox
12	Coches para espadas
13	Bolsas externas
14	Balanza

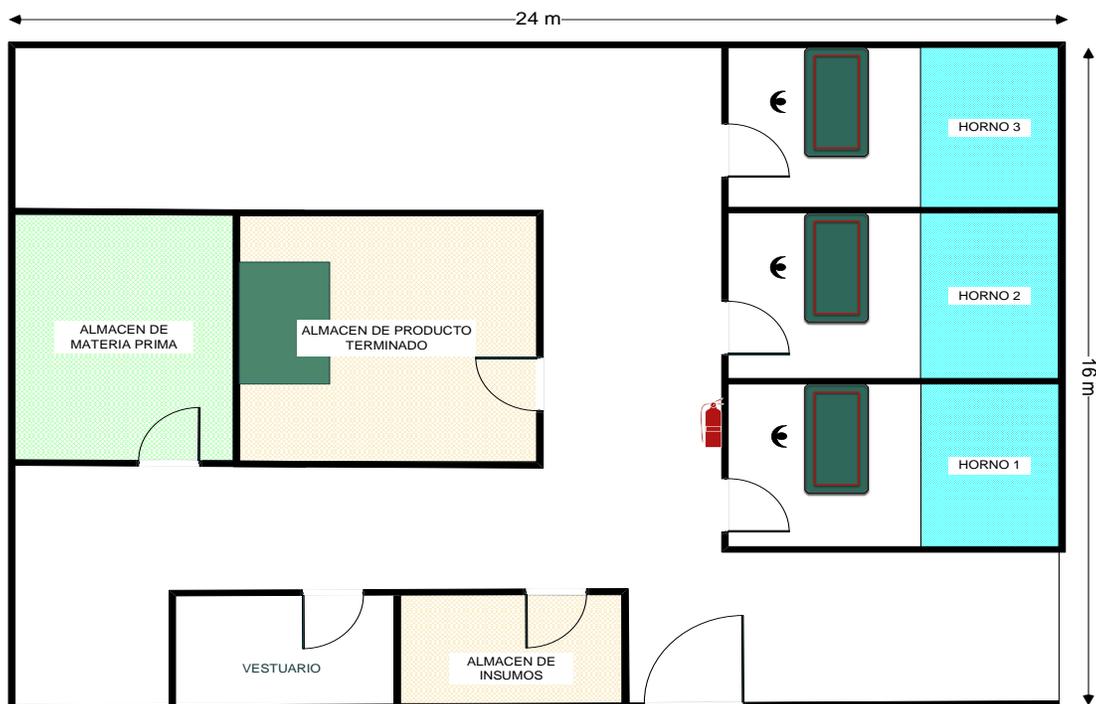
*Nota.* El cuadro se elaboró en base a los datos recopilados de la MYPE (2021).

#### f) Lay Out

El Lay Out de la empresa PROALCO S.R.L en donde se realiza el pollo cocido a la leña y envasado al vacío es como se ve en la figura 8.

#### Figura 8

*Lay Out de la MYPE PROALCO S.R.L.*



*Nota.* El gráfico se elaboró mediante observación directa (2021).

## D. Impacto Ambiental

### a) Identificar desechos y residuos generados por línea de producción

Después del proceso de lavado se corta los cuellos a los pollos, asimismo se sustraen los hígados de cada Materia Prima.

### b) Tratamiento de residuos sólidos o líquidos por línea de producción

En el proceso de lavado se gasta mucha agua para lavar los pollos, y este líquido se manda por el alcantarillado sin que se realice ningún tratamiento.

## E. SERVICIOS BÁSICOS

### a) Agua

La empresa PROALCO S.R.L. se provee del agua de EPSAS, y esta se usa en el proceso de lavado de la materia prima.

### b) Energía Eléctrica

La empresa PROALCO S.R.L. cuenta con energía eléctrica para las luces y también para la maquina selladora en donde se hace el envasado al vacío.

### c) Gas y/o vapor

La empresa PROALCO S.R.L. cuenta con gas para el horno, pero como los pollos son cocinados a la leña no la utiliza en cantidades enormes.

## F. ANÁLISIS DE PRODUCTIVIDAD

Para el cálculo de índice de productividad general se toma datos de adquisición de materia prima e insumos de meses (junio-2021) en donde la demanda es regular.

**Tabla 11**

*Costos para la producción Mensual del producto*

Nº	ITEM	DATOS NÚMERICOS
1	Materia Prima	Bs. 6236.44
2	Mano de Obra	Bs. 4600

3	Energía	Bs. 600
4	Capital	Bs. 171,537.47
TOTAL		Bs. 182,973.91

Nota. La información para realizar el cuadro la proporcionó la MYPE (2021).

**a) Cálculo del índice de productividad de materia prima.**

$$I_{MP} = \frac{M^{op}}{\text{Cantidad Producida}} = \frac{6236.44}{360}$$

$$I_{MP} = 17,32 \text{ Bs/Unidades}$$

Una unidad del producto terminado cuesta producir 17,32 Bs en materia prima.

**b) Cálculo del índice de productividad de Mano de obra**

$$I_{MP} = \frac{\text{Mano de Obra}}{\text{Cantidad Producida}} = \frac{4600}{360}$$

$$I_{MP} = 12,78 \text{ Bs/Unidades}$$

Por cada unidad del producto se invierte 12.78 Bs en Mano de obra.

**c) Cálculo del índice de productividad de Energía**

$$I_{MP} = \frac{\text{Energía}}{\text{Cantidad Producida}} = \frac{600}{360}$$

$$I_{MP} = 1,67 \text{ Bs/Unidades}$$

Por cada unidad del producto se invierte 1,67 Bs en Energía Eléctrica.

**d) Cálculo del índice de productividad de Capital**

$$I_{MP} = \frac{\text{Capital}}{\text{Cantidad Producida}} = \frac{171,537.47}{360}$$

$$I_{MP} = 476,5 \text{ Bs/Unidades}$$

Por cada unidad del producto se invirtió 476,5 Bs en capital.

**e) Cálculo Global de productividad**

$$I_{GP} = (6236.44 * 0.0341) + (4600 * 0.025) + (600 * 0.00327) + (171537.47 * 0.9375)$$

$$I_{MP} = 161,146.00 \text{ Bs/Unidades}$$

Un producto cuesta producir 161,146.00 Bs, por tanto, llegamos a la conclusión de que la empresa tiene que mejorar bajando su índice general de productividad por cada unidad de producto vendido.

## **II. ECO-BALANCES**

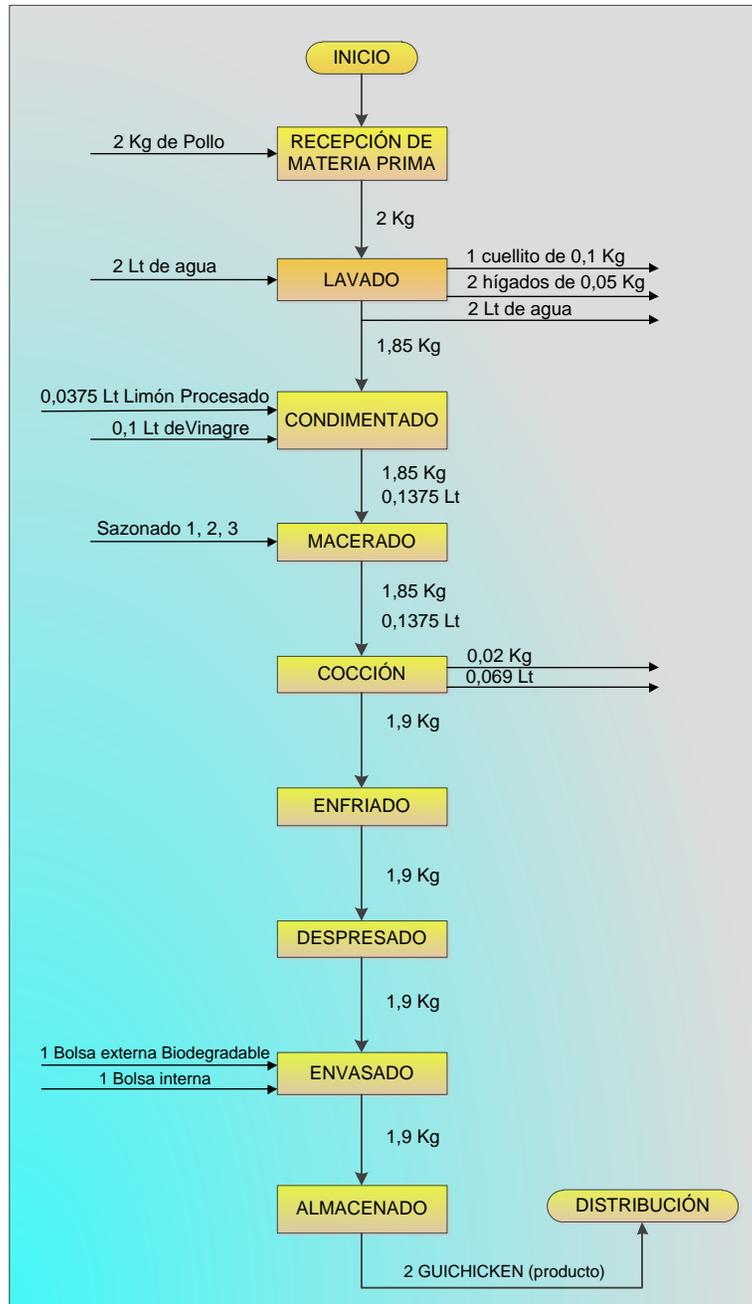
Es una herramienta de diagnóstico, orientada hacia procesos de producción de información cuantitativa, su función es recopilar y organizar datos para evaluar estrategias de PML, reducción de costos, administración ambiental y financiera, que se puedan implementar a los procesos que requieran intervención para mejorar el desempeño ambiental. (Secretaría Distrital de Ambiente, 2015).

### **A. Balance Másico**

Para la realización del balance másico se consideró una unidad de la Materia Prima importante de 2 Kg y otros insumos.

Figura 9

Balance másico de la línea Guichicken.



### B. Promedio de desperdicios sólidos

En la figura 9 se realizó el balance másico para una unidad, pero para el promedio de desperdicios sólidos se considera las 180 unidades de Materia Prima más los insumos que son

utilizados para la elaboración del producto al mes, de la cual se tiene 180 unidades de cuellitos como se muestra en la Tabla 12. Con respecto a los hígados se decidió donar a una fundación de rescate de perros.

**Tabla 12***Identificación de desperdicios sólidos*

ALIMENTOS	POLLOS ADQUIRIDOS (UNIDADES)	DESPERDICIO EN UNIDADES (CUELLITOS)	PROMEDIO DE PRODUCTOS EN UNIDADES/MES	TOTAL DE DESPERDICIO UNIDADES/MES
Medio pollo	180	180	360	180
<b>Total de desperdicio al mes en Kg.</b>				<b>360</b>

*Nota.* El cuadro se elaboró en base a los datos proporcionados por la MYPE (2021).

### C. Identificación del consumo de agua

**Tabla 13**
*Identificación del consumo de agua*

ZONA	DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	CANTIDAD	CONSUMO LITROS	CANTIDAD DE PERSONAS QUE DESCARGAN	PROMEDIO DE DESCARGAS DIARIAS	LITROS DE AGUA DIARIOS	LITROS DE AGUA BI-MENSUAL	M3 BI-MENSUAL
Administrativa	Sanitario de una descarga.	1	5	1	6	30	1500	1,5
Operativa	Sanitario de una descarga.	1	4	4	4	16	800	0,8
<b>TOTAL</b>				<b>5</b>	<b>10</b>	<b>46</b>	<b>2300</b>	<b>2,3</b>

*Nota.* El cuadro se hizo en base a los datos proporcionado por la MYPE PROALCO S.R.L. (2021).

Actualmente la empresa PROALCO S.R.L. consume en promedio 2,3 m<sup>3</sup> bimensualmente, este consumo es tanto de la parte administrativa y operativa. Los elementos instalados no contribuyen al ahorro de agua.

### D. Identificación del consumo de energía eléctrica (luminaria)

La energía eléctrica es uno de los elementos muy importante para todas las personas ya que gracias a ella podemos realizar muchas actividades, gracias a ella hay investigaciones y avances tecnológicos, pero debido al uso excesivo de este insumo se ha incrementado la contaminación ambiental.

En la industria en la cual se está aplicando la producción más limpia se están usando focos que gastan mucha energía, por lo cual se cambió los focos fluorescentes a focos led, que consume poca energía, ya que de esa manera ahorramos la energía y reducimos costos.

**Figura 10**

*Imagen de diferentes tipos de focos*



*Nota.* Cómo reemplazar tus bombillas por LEDs. Fuente:

<https://www.barcelonaed.com/blog/informacion-led/como-reemplazar-tus-bombillas-por-leds/>

(2021).

Tabla 14

Identificación del consumo de energía eléctrica (luminaria).

ÁREA	DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	KWATS	LUMENS	CANTIDAD BOMBILLAS	TIEMPO DE USO PROMEDIO (HORAS MENSUALES)	TOTAL DE USO PROMEDIO	KW/MES
Oficina Administrativa	Luminaria fluorescente	0,12	1800 Lm	2	160	320	38,4
Baño para uso exclusivo de administrativos	Luminaria fluorescente	0,12	1800 Lm	1	6	6	0,72
Planta de producción	Luminaria fluorescente	0,12	1800 Lm	14	160	2240	268,8
Baño de operarios	Luminaria fluorescente	0,12	1800 Lm	2	12	24	2,88
<b>TOTAL</b>		<b>0,6</b>		<b>19</b>	<b>338</b>	<b>2590</b>	<b>310,8</b>

Nota. Elaborado en base a la información de la MYPE PROALCO S.R.L. (2021).

Tabla 15

Identificación del consumo de energía maquinaria.

ÁREA	INSCRIPCIÓN DEL EQUIPO	POTENCIA KWATTS	CANTIDAD DE MAQUINAS	TIEMPO DE USO PROMEDIO (HORAS MENSUALES)	KW/MES
OPERATIVA	Selladora	0,04	1	40	1,6
ADMINISTRATIVA	Computadora	0,13	1	60	7,8
TOTAL		0,17	13	170	9,4
<b>TOTAL PROMEDIO MENSUAL</b>					
<b>CONSUMO KW</b>				<b>339,7</b>	

Nota. Elaborado en base a la información proporcionada de la MYPE (2021).

Actualmente la empresa PROALCO S.R.L. consume aproximadamente 339,7 KW mensuales. Este promedio corresponde al uso de maquinaria en el área de producción, luminaria y el equipo del área administrativa.

## 17. ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA

Al realizar el diagnóstico del consumo de energía, consumo hídrico y manejo de desechos dentro de los procesos productivos y administrativos de la empresa PROALCO S.R.L., y con el fin de generar una estrategia de Producción Más Limpia que mejore la calidad y buenas prácticas ambientales de la organización se realizan las siguientes propuestas:

### A. Estrategia de optimización de Residuos sólidos

El producto terminado no incluye el cuello del pollo, por tanto; estos deben ser cortados en el proceso del lavado, por tanto, se recomienda vender estos cuellitos a una cantidad menor a diferentes lugares para que tenga un costo elevado. Cada kilo de cuellitos tiene el precio de 7 Bs.

Por cada mes se tiene 18 kilos de cuellitos, la cual se puede vender a 6Bs por Kilo, por tanto; se tiene un ingreso de 108 Bs.

Dentro de las buenas prácticas ambientales que se proponen para la empresa PROALCO S.R.L., se propone utilizar hojas de papel por ambas caras en tinta negra en cuanto sea posible; esta estrategia es común en las grandes empresas pues disminuye en aproximadamente un 40% el desperdicio de papel.

**B. Estrategia de optimización de recursos hídricos.****Tabla 16***Estrategia de optimización de recursos hídricos.*

ZONA	DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	CANTIDAD	CONSUMO LTS.	CANTIDAD DE PERSONAS QUE DESCARGAN	PROMEDIO DESCARGAS DIARIAS	LTS DE AGUA DIARIOS	LTS DE AGUA BIMENSUAL	M3 BIMENSUAL
Área administrativa	Sanitario de doble descarga	2	5	2	5	10	400	0,4
Área operativa	Sanitario de doble descarga	2	5	2	4	8	320	0,32
<b>TOTAL</b>				<b>4</b>	<b>9</b>	<b>18</b>	<b>720</b>	<b>0,72</b>

*Nota.* El cuadro se elaboró en base a los datos de la MYPE PROALCO S.R.L. (2021).

### C. Estrategia de optimización de energía eléctrica (luminaria)

Esta propuesta consiste en cambiar las luminarias y bombillos por unos ahorradores que minimicen el consumo y costo de energía mensualmente en la empresa PROALCO S.R.L.

Al comparar el consumo de energía actual de las luminarias instaladas y la luminaria propuesta, el mercado ofrece productos con mayor tecnología que brindan un ahorro energético entre 75% y 80%.

Se propone instalar en la empresa led ahorradores con un consumo menor que la que se tiene como se puede ver en la siguiente tabla, teniendo solamente un consumo total mensual de 4,977 KW, reduciendo aproximadamente 47, 9 KW al consumo promedio que se tiene actualmente.

#### Figura 11

*Foco led para el ahorro de energía.*



*Nota.* Imagen recuperada de eerssaoficial (2021).

Tabla 17

Estrategia de optimización de Energía eléctrica-luminaria.

ZONA	DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	KW	LUMENS	CANTIDAD	TIEMPO DE USO PROMEDIO (HORAS MENSUAL)	TIEMPO DE USO PROMEDIO (HORAS MENSUAL)	KW/MES
Oficina Administrativa	Bombillo ahorrador	0,009	800 Lm	2	160	320	2,88
Sanitario Administrativo	Bombillo ahorrador	0,009	800 Lm	1	12	12	0,108
Planta de producción	Bombillo ahorrador	0,009	800 Lm	15	160	2400	21,6
Sanitario operarios	Bombillo ahorrador	0,009	800 Lm	1	12	12	0,108
<b>TOTAL</b>		<b>0,063</b>		<b>19</b>	<b>441</b>	<b>2744</b>	<b>24,7</b>

Nota. El cuadro describe el costo que generará el uso bombillo ahorrador (2021).

#### **D. Estrategia para capacitación del personal**

Se debe capacitar al personal, y esta la debe realizar el investigador de Producción Más Limpia. La capacitación debe constar de los siguientes puntos:

1. La importancia de los eco-indicadores.
2. Acompañamiento en el levantamiento de línea base en eco-indicadores.
3. Estrategias para la eficiencia de procesos.
4. La importancia de colaborar en el diagnóstico en recurso hídrico, energético y residuos.
5. Prácticas ambientales.
6. Integración en cadenas productivas.
7. Oportunidad para valorizar y aprovechar productos y subproductos.
8. El uso de equipos de protección personal.
9. La importancia de aplicar PML.
10. Beneficios de la PML.

#### **E. Estrategia de la Metodología de las 5´s**

Las 5`s son iniciales tomadas de las palabras japonesas: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, y Shitsuke. Para la aplicación de esta metodología se debe seguir el siguiente procedimiento general.

Procedimiento:

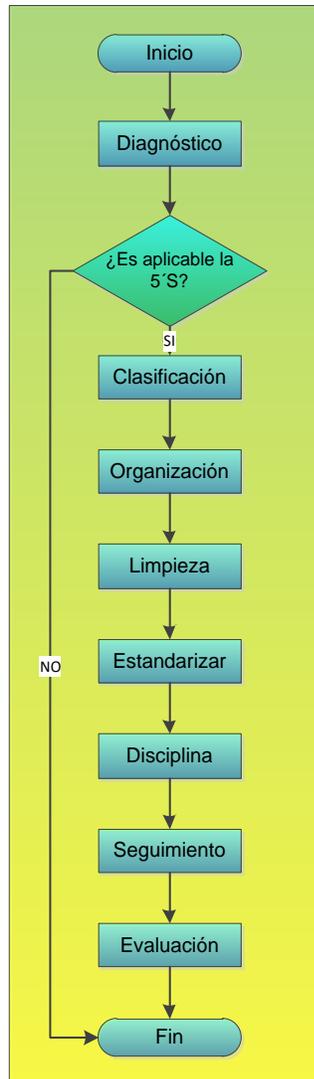
1. El diagnóstico de debe realizar por medio de la observación directa y encuestas para determinar si la MYPE necesita o no la aplicación de la Producción Más Limpia y se debe tener un conocimiento general de la MYPE.
2. En base al diagnóstico se determina para aplicar la metodología de las 5´s. Sí la MYPE no tiene aplicada esta metodología, pues la decisión es la de proponer e implementar esta técnica de mejora de productividad.

3. Lo primero que se debe realizar es la clasificación, la cual consiste en separar lo que es necesario de lo que no lo es y descartar lo que no aporta nada en el área de trabajo la cual se encuentra desarrollada de una forma mucho más clara en los siguientes puntos.
4. La organización consiste en poner lo necesario en un lugar de fácil acceso, es decir, que las herramientas de trabajo estén al alcance inmediato del trabajo. Este punto se encuentra mucho más detallado más adelante.
5. La limpieza consiste en limpiar todo el sitio de trabajo, incluyendo la máquina y los elementos de trabajo.
6. La estandarización es la implementación de normas claras y precisas de los métodos y formas de ejecutar un proceso concreto, la cual se encuentra mucho más detallado más adelante.
7. La disciplina es realizar actividades de forma constante en un tiempo determinado, en este caso es acostumbrarse a aplicar las 5`s.
8. Después de aplicar las 5`s se debe realizar el seguimiento correspondiente con evaluaciones trimestrales para ver las mejoras, y las evaluaciones se deben realizar durante toda la vida de la empresa. Las evaluaciones trimestrales permitirán tomar decisiones con respecto a la metodología.
9. La validación consiste simplemente en contrastar la parte teórica implementada con la parte práctica y evaluar la productividad, y las mejoras económicas y ambientales.

En el diagrama de flujo se puede ver el proceso que se debe seguir en la implementación de la metodología de las 5`s.

**Figura 12**

*Procedimiento para implementar la metodología de las 5's.*



*Nota.* El procedimiento se debe aplicar cuando la MYPE lo apruebe (2021).

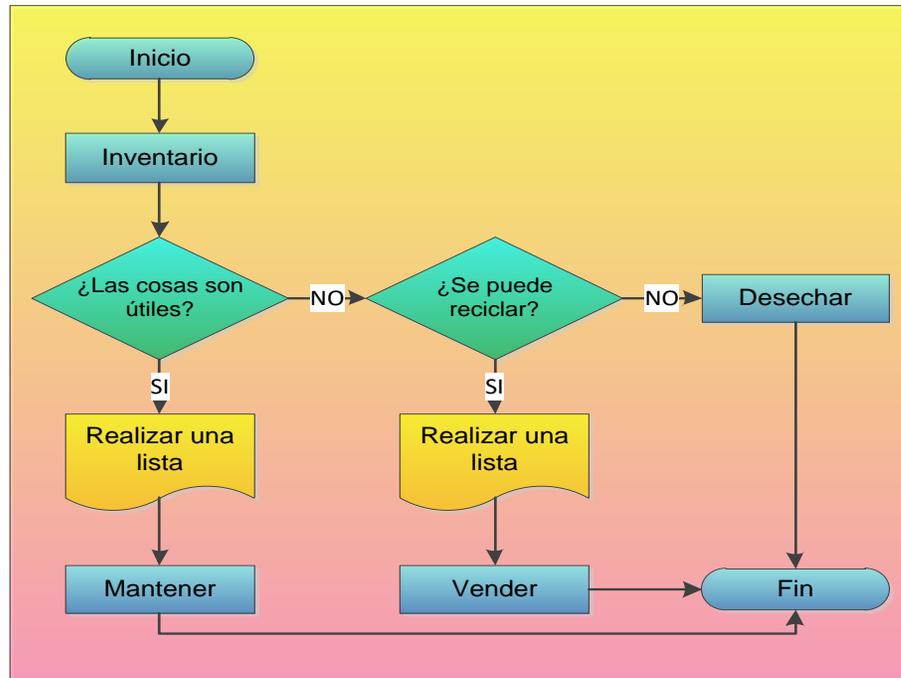
A continuación, se define de forma específica las 5's y su respectivo procedimiento:

**Seiri: "Clasificación".** Consiste en separar lo que es necesario de lo que no lo es y descartar lo que es inútil.

Para realizar la clasificación se debe seguir el seguimiento modelo de procedimiento:

**Figura 13**

*Procedimiento para realizar la clasificación.*



*Nota.* El procedimiento se debe aplicar cuando la MYPE lo apruebe (2021).

- Beneficios de la clasificación.
  1. Más espacio.
  2. Mejor control de inventario
  3. Eliminación de desperdicios
  4. Menos accidentalidad
  5. Productividad

**Seiton: Organización.** La organización consiste en colocar lo necesario en un lugar fácilmente accesible.

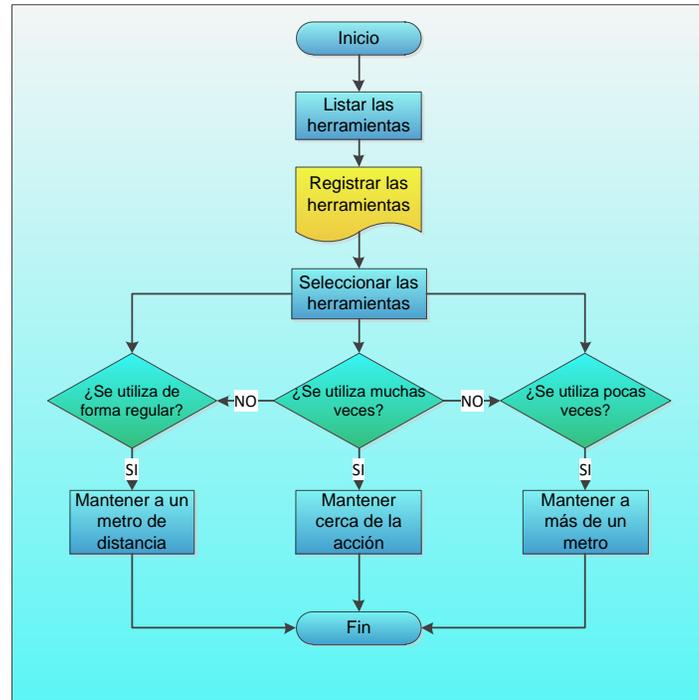
- Colocar las cosas útiles por orden según criterios de Seguridad, Calidad y Eficiencia.
- Seguridad: Que no se puedan caer, que no se puedan mover, que no perjudiquen.
- Calidad: Que no se malogren, que no se golpeen, que no se puedan mezclar, que no se deterioren.

- Eficiencia: Minimizar el tiempo perdido.

A continuación, se muestra el procedimiento que se debe seguir:

**Figura 14**

*Procedimiento para aplicar la organización*



*Nota.* El procedimiento se debe aplicar cuando la MYPE lo apruebe (2021).

- **Beneficios de la organización:**

1. Encontrar fácil los materiales, ahorrando tiempo y movimientos.
2. Facilita regresar los materiales a su lugar.
3. Facilita en la identificación cuando falta algo.
4. Mejor apariencia.

**Seiso: Limpieza.** La limpieza consiste en limpiar las áreas y partes sucias.

Para lo cual se debe realizar el siguiente procedimiento:

**Figura 15**

*Procedimiento para implementar la limpieza.*



*Nota.* El procedimiento se debe aplicar cuando la MYPE lo apruebe (2021).

La descripción detallada a continuación:

- Recoger los desperdicios
- Retirar lo que estorba.
- Limpiar con trapo las máquinas.
- Barrer el área de trabajo.
- Eliminar los focos de suciedad.

➤ **Beneficios de la Limpieza.**

1. Aumenta la vida útil de los materiales, equipos e instalaciones.
2. Menor probabilidad de contraer enfermedades.
3. Menos accidentes.
4. Mejor aspecto.

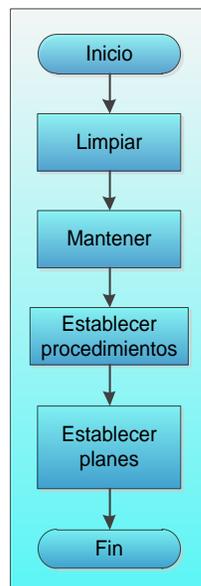
## 5. Menos daño al medio ambiente.

La limpieza del lugar de trabajo se debe realizar al finalizar la jornada de trabajo, es decir, al final de cada día.

**Seiketsu: Estandarizar.** Es mantener constantemente el estado de orden, limpieza e higiene de nuestro sitio de trabajo:

### Figura 16

*Procedimiento para implementar la estandarización*



- ✓ Limpiando con regularidad
- ✓ Manteniendo todo en su sitio y con orden.
- ✓ Estableciendo procedimientos.
- ✓ Establecer planes.

#### ➤ **Beneficios:**

- ❖ Se guarda el conocimiento producido durante años.
- ❖ Se mejora el bienestar del personal al crear un hábito de conservar impecable el sitio de trabajo de forma permanente.

- ❖ El personal aprende a conocer con profundidad los materiales, equipos y elementos de trabajo.
- ❖ Se evitan errores de limpieza que pueden conducir a accidentes o riesgos laborales innecesarios.

**Shitsuke: Disciplina.** Es acostumbrarse a aplicar las 5`s en nuestra área de trabajo y a respetar las normas establecidas con rigor. Y consiste en:

- ✓ Respetar a los demás.
- ✓ Respetando y hacer respetar las normas del sitio de trabajo.
- ✓ Llevando la ropa de trabajo y los equipos de protección personal.
- ✓ Tener el hábito de limpieza.

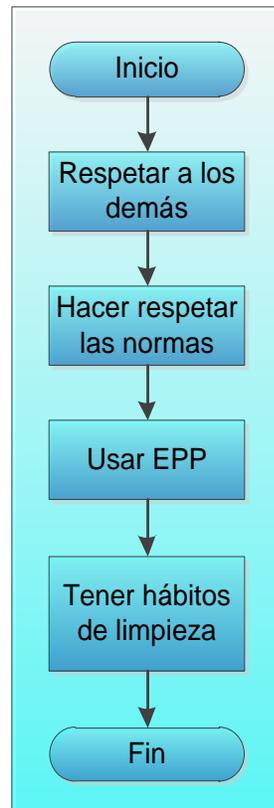
Para mantener una buena disciplina se debe realizar registros y evaluaciones periódicas.

➤ **Beneficios.**

- ❖ Se evitan sanciones y retrasos.
- ❖ Mejora nuestra eficiencia.
- ❖ El personal es más apreciado por su jefe y compañeros.
- ❖ Mejora nuestra imagen y la imagen de la empresa.

**Figura 17**

*Procedimiento para aplicar la disciplina.*



*Nota.* El procedimiento se debe aplicar cuando la MYPE lo apruebe (2021).

## 18. VIABILIDAD DE LAS ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA

### A. Ahorro energético, hídrico y de residuos

**Tabla 18**

*Ahorro energético, hídrico y de residuos.*

<b>INGRESOS DE AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA</b>			
KW mensual	Valor KW	Ahorro mensual	Vr. Ahorro anual
286,1	Bs0,73	Bs208,85	Bs2506,23
<b>AHORRO HÍDRICO</b>			
M3 bi-mensual	Valor m3	Ahorro bi- mensual	Vr. Ahorro anual
1,58	Bs2	Bs6,32	Bs37,92
<b>AHORRO DE REDUCCIÓN DE RESIDUOS</b>			
Kg	Valor Kg	Ahorro mensual	Vr. Ahorro anual
18	Bs7	Bs108	Bs1296
<b>TORAL DE AHORRO GENERADO</b>			Bs3840,15

*Nota.* Cuadro construido en base a las Estrategias (2021).

El ahorro generado total por la implementación de las estrategias será de 3840,15 Bs al año.

**B. Flujo de caja de Producción Más Limpia****Tabla 19***Flujo de Caja de la viabilidad de Producción Más Limpia*

<b>FLUJO DE CAJA – PROYECTO DE INVERSIÓN PML</b>					
	<b>AÑO 0</b>	<b>AÑO 1</b>	<b>AÑO 2</b>	<b>AÑO 3</b>	<b>AÑO 4</b>
EGRESO TOTAL	2980				
Inversión Inicial	2980				
Sanitario de doble descarga	2600				
Foco Led ahorrador	380				
<b>INGRESOS POR AHORRO GENERADO</b>		<b>3840,15</b>	<b>3840,15</b>	<b>3840,15</b>	<b>3840,15</b>
Ahorro generado por la reducción de residuos		2506,23	2506,23	2506,23	2506,23
Ahorro generado por reducción consumo de agua + alcantarillado		37,92	37,92	37,92	37,92
Ahorro generado por Reducción consumo de energía.		1296	1296	1296	1296
Ingresos en los años 1 y 2		7680,30			
Inversión inicial menos Ingresos en dos años		4700,30			
<b>VNA; 13,5%</b>				<b>Bs 284,45</b>	

*Nota.* La inversión se consideró para cuatro años. Elaborado en base a las estrategias de PML (2021).

La proyección de la recuperación es de 4 años, y a partir del año segundo se tendrá un ingreso extra por la aplicación de Producción Más Limpia de 3840,15 Bs.

### C. Periodo de la recuperación de la inversión

El periodo de la recuperación de la inversión (PR) se expresa en términos de inversión inicial  $I_0$ ; y el flujo de caja se expresa FC usando la siguiente ecuación:

$$PR = \frac{I_0}{FC}$$

Dado la ecuación se reemplaza los respectivos datos del flujo de caja para realizar los cálculos y determinar si la inversión es aceptable o no en términos económicos para el primer año.

$$PR = \frac{2980 \text{ Bs}}{860,15 \text{ Bs/año}}$$

$$PR = 3,46$$

Obtenido el resultado del periodo de recuperación de la inversión; se contrasta el resultado con lo siguiente:

Si  $PR \leq 3$  años, la inversión es muy seductora en términos económicos.

Si  $PR > 3$  y  $\leq 8$  años, la inversión es tolerable en términos económicos.

Si  $PR \geq 8$  años, la inversión no es atractiva en términos económicos

El periodo de recuperación de la inversión es de 3,46 años, y según los criterios tomados se encuentra entre los rangos:  $PR > 3$  y  $\leq 8$  años, por tanto; la inversión es tolerable en términos económicos.

### D. Rentabilidad de la inversión

Para el cálculo de la rentabilidad se utiliza la siguiente ecuación:

$$RI = \frac{\text{FLUJO DE CAJA DEL PRIMER PERIODO}}{\text{INVERSIÓN INICIAL}} * 100\%$$

$$RI = \frac{860,15 \text{ Bs}}{2980 \text{ Bs}} * 100\%$$

$$RI = 28,86 \%$$

Obtenido el resultado de la rentabilidad de la inversión; se contrasta el resultado con lo siguiente:

Si  $RI \geq 35\%$  anual, la inversión es muy seductora en términos económicos.

Si  $RI \geq 15$  y  $< 35 \%$  anual, la inversión es aceptable en términos económicos.

Si  $RI < 15\%$  anual, la inversión no es atractiva en términos económicos.

El retorno de inversión es de 28,86%, y se encuentra en el rango de  $RI \geq 15$  y  $< 35 \%$  anual, por tanto; la inversión del proyecto es aceptable en términos económicos.

## 19. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Dando respuesta a la formulación del problema: la aplicación de Producción Más Limpia es viable para disminuir la contaminación ambiental en la MYPE PROALCO S.R.L. de la ciudad de El Alto, porque al gastar menos energía eléctrica en luminarias, gastar menos agua, y vender los residuos para su reutilización; se reduce la contaminación por parte de esta MYPE. Por tanto; el proyecto no solo es viable en términos ambientales, sino también en términos económicos para la MYPE PROALCO S.R.L.

Dando respuesta a la hipótesis de la investigación: la disminución de la contaminación ambiental en la MYPE PROALCO S.R.L. de la ciudad de El Alto es viable de acuerdo a la propuesta de Producción Más Limpia en la gestión 2021; por tanto; la hipótesis se confirma.

## CAPITULO V: CONCLUSIONES

Se propuso la Producción Más Limpia para disminuir la contaminación ambiental en la MYPE PROALCO S.R.L. de la ciudad de El Alto en la gestión 2021.

Se realizó un diagnóstico actual de la empresa en base a las etapas de Producción Más Limpia.

Se planteó estrategias (eco-balances, y la metodología de las 5´S) de Producción Más Limpia en base al diagnóstico.

Se evaluó la viabilidad de las estrategias de Producción Más Limpia mediante indicadores cuantitativos; excepto las 5´S porque es cualitativo.

Los resultados indican que la aplicación de Producción Más Limpia es recomendable para la MYPE PROALCO S.R.L.; ya que genera ingresos extras, pero al mismo tiempo reduce la contaminación de dicha MYPE al medio ambiente.

Reducir la contaminación ambiental es posible mediante la aplicación de Producción Más Limpia en la MYPE PROALCO S.R.L. de la ciudad de El Alto en la gestión 2021.

## CAPITULO VI: RECOMENDACIONES

La MYPE PROALCO S.R.L. debe aplicar la Producción Más Limpia porque se demostró mediante este trabajo de investigación que le genera recursos económicos y al mismo tiempo reduce la contaminación ambiental.

Cualquier MYPE puede aplicar la Producción Más Limpia, y siempre debe considerar el procedimiento: Diagnóstico, propuesta, implementación, seguimiento y evaluación. La fase del diagnóstico es la más importante de todas; ya que a partir de esta etapa se realiza la propuesta.

Al momento de presentar a una MYPE la Producción Más Limpia, se debe siempre presentar los beneficios de la implementación.

Cuando se haya recabado toda la información necesaria en el diagnóstico de una MYPE, en la propuesta; considere estrategias que puedan medirse numéricamente para demostrar la viabilidad de aplicar la Producción Más Limpia, en las estrategias que no se puedan medir numéricamente; considere los beneficios de estas.

**BIBLIOGRAFÍA**

Carmona Moreno, E., & Magán Díaz, A. (2019). *La Estrategia ambiental: Definición y Tipologías*. Recuperado el Martes de Octubre de 2021

CONTRALORIA. (2019). *CONTRALORIA INFORMA*. La Paz: Gerencia de Comunicación Institucional. Recuperado el Martes de Octubre de 2021

Cuevas Gómez, R. (2020). *Modelo para la Aplicación de la Producción Más Limpia en las PYMES del sector textil de la ciudad de El Alto*. El Alto: Editorial Europa. Recuperado el Martes de Octubre de 2021

Equipo técnico del CPTS. (2018). *GUIA DE CAPACITACIÓN PARA FACILITADORES EN PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA*. La Paz: PRESENCIA S.R.L. Recuperado el Octubre de 2021

Fraume Restrepo, N. J. (2007). *Diccionario Ambiental*. Bogotá: ECOE EDICIONES. Recuperado el Octubre de 2021

Fuentes Doria, D. D., Toscano Hernández, A. E., Malvaceda Espinoza, E., Díaz Ballesteros, J. L., & Díaz Pertuz, L. (2020). *Metodología de la Investigación*. Medellín, Colombia: Editorial Universidad Pontificia Bolivariana. Recuperado el Octubre de 2021

Greening EU Coperation. (2020). *Perfil Ambiental País Bolivia*. Recuperado Octubre de 2021

Hernández Sampieri, R., Fernandez Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (Sexta edición ed.). Ciudad de México, México: INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. Recuperado el Octubre de 2021

Jara Riofrío, M. (27 de Febrero de 2017). El Método de las 5'S: Su Aplicación. 13. Recuperado el Martes de Octubre de 2021

Laura Ayala, F. (2018). Textiles y Confecciones. *Guía de Producción Más Limpia y buenas prácticas en pequeñas unidades productivas.*, 39. La Paz, Murillo: PRESENCIA S.R.L. Recuperado el Martes de Octubre de 2021

Mongabay, L., & Sierra Praeli, Y. (2021). *Los desafíos ambientales de Bolivia en el 2021*. Recuperado el Lunes de Octubre de 2021, de <https://www.laregion.bo/los-desafios-ambientales-de-bolivia-en-el-2021/>

Ñaupas Paitán, H., Mejía Mejía, E., Novoa Ramírez, E., & Villagómez Paucar, A. (2014). *Metodología de la investigación*. Bogotá, Colombia: Ediciones de la U. Recuperado el Octubre de 2021

ONU. (4 de Diciembre de 2017). *OBJETIVOS DEL DESARROLLO SOSTENIBLE*. Recuperado el Lunes de Octubre de 2020, de Nuestro objetivo colectivo debe ser un planeta libre de contaminación: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/2017/12/nuestro-objetivo-colectivo-debe-ser-un-planeta-libre-de-contaminacion/>

ONUDI. (2020). *Introducción a la Producción Más Limpia*. Organización de las Naciones Unidas. Recuperado el Octubre de 2021

Urvashi , N. (2 de Julio de 2020). *BANCO MUNDIAL*. Recuperado el Lunes de Octubre de 2021, de Contaminación Atmosférica: confinada pero no detenida por el COVID 19: <https://www.bancomundial.org/es/news/immersive-story/2020/07/01/air-pollution-locked-down-by-covid-19-but-not-arrested>

ANEXO A

# ANEXO A

## CARTA DE ACEPTACIÓN Y ACUERDO

**A-1: MODELO DE CARTA DE ACEPTACIÓN PARA LA REALIZACIÓN DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA**

El Alto, 7 de septiembre de 2021

Señor:

Guillermo M. Flores Morales

Gerente General de la empresa PROALCO S.R.L.

Presente:

**REF. SOLICITUD DE ACEPTACIÓN DE LA REALIZACIÓN DE DIAGNOSTICO E IMPLEMENTACIÓN DE PML**

Mediante la presente carta tengo el grato honor de dirigirme a su distinguida persona deseándole éxitos en la función que desempeña diariamente por el bien de su empresa.

La carrera de Ingeniería en Producción Empresarial; de la Universidad Pública de El Alto; del Instituto de Investigación realiza investigaciones y uno de ellos es: el diseño de un Manual de aplicación de las estrategias de Producción Más Limpia para las MYPES de alimentos de la ciudad de El Alto, por lo cual se solicita la aceptación de LA REALIZACIÓN DE DIAGNÓSTICO E IMPLEMENTACIÓN DE PML a su empresa (sujeto a su aceptación), ya que esto le traerá beneficios económicos, ambientales y sociales.

Con este particular motivo, hago propicia la ocasión para saludarle y desearle el mejor de los éxitos en su presente gestión.

Atentamente:

-----  
**Vladimir Huanca Choque****C.I. XX03125 LP.****R.U. XX000X141**

## **A-2: MODELO DE ACUERDO ENTRE LA MYPE Y EL INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN EMPRESARIAL (INVESTIGADORES)**

Conste por medio del presente acuerdo suscrito entre la unidad productiva (MYPE) y el Instituto de Investigación de la carrera de Ingeniería en Producción Empresarial (Equipo de PML) de acuerdo a las siguientes cláusulas:

### **Primero (antecedentes)**

El Instituto de Investigación de la carrera de Ingeniería en Producción Empresarial desarrolla proyectos de investigación; y una de estas es el DISEÑO DE UN MANUAL DE APLICACIÓN DE LAS ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA LAS MYPES DE ALIMENTOS DE LA CIUDAD DE EL ALTO; este proyecto se realiza con el fin de apoyar a la MYPES de alimentos de la ciudad de El Alto en la reducción de costos de materia prima, insumos, energía, agua, y la aplicación de seguridad industrial.

### **Segundo (partes intervinientes)**

Constituyen partes integrantes del presente acuerdo:

Unidad productiva, representada por Guillermo Miguel Flores Morales con Cedula de Identidad N XXXX544 expedida en La Paz, con domicilio en la calle Alfa N 15; Zona Auquisamaña.

El/la Estudiante Vladimir Huanca Choque de la carrera de Ingeniería en Producción Empresarial del Instituto de Investigación, con Cédula de Identidad N XX03125 expedido en La Paz, con domicilio en Villa Yunguyo, N 47 A; de la ciudad de El Alto - Rio Seco.

### **Tercero (objeto)**

El objeto del presente Acuerdo es establecer las condiciones y responsabilidades entre las partes integrantes en el diagnóstico e implementación de PML, mediante acciones compartidas que contribuyan al cumplimiento del mismo.

### **Cuarto (obligaciones de las partes)**

Las partes asumen las siguientes responsabilidades:

---

**“PROPUESTA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA DISMINUIR LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL EN LA MYPE PROALCO S.R.L. DE LA CIUDAD DE EL ALTO 2021”**

LA MYPE SE compromete a:

- ✓ Entregar toda la información necesaria al equipo de PML para el diagnóstico y la implementación de Producción Más Limpia.
- ✓ Dotar de una oficina temporal al equipo de PML a fin de optimizar su desempeño.
- ✓ Coordinar con el equipo de PML el horario de trabajo específico a desarrollar dentro de la MYPE.
- ✓ Aprobar mediante acta de conformidad las propuestas a implementarse por el equipo de PML.
- ✓ Asumir los gastos de implementación de PML.

EL EQUIPO DE PML se compromete a:

- ✓ Manejar toda la información proporcionada por la MYPE de forma confidencial (no compartir con terceros).
- ✓ Cumplir con el horario establecido con la MYPE a fin de hacer efectiva el diagnóstico y la implementación de Producción Más Limpia.
- ✓ Recabar toda la información necesaria para la realización del diagnóstico.
- ✓ Realizar la propuesta de Producción Más Limpia a la MYPE.
- ✓ Implementar las estrategias de Producción Más Limpia con la participación y aprobación del gerente o dueño de la MYPE (para ello se debe considerar los recursos con los que cuenta, y el contexto).

#### **Quinto (vínculo laboral)**

Se deja en expresa constancia, que entre la MYPE y el equipo de PML, no existe relación de trabajo ni dependencia laboral de ninguna naturaleza; mientras el equipo de PML esté trabajando con el Instituto de Investigación de la carrera de Ingeniería en Producción Empresarial, por tanto; el diagnóstico, la propuesta, la implementación y la evaluación se debe hacer en el transcurso de un año.

**Sexto (Cuidados de bioseguridad ante el COVID 19)**

La MYPE y el equipo de PML adoptaran las medidas de cuidado y el protocolo de bioseguridad para la prevención de COVID 19.

**Séptimo (Vigencia del Acta)**

El presente acuerdo tendrá vigencia durante el tiempo establecido con la MYPE y el equipo de PML, y para este caso solo será de un año; mientras el equipo de PML esté trabajando en el instituto de Investigaciones de la carrera de Ingeniería en Producción Empresarial.

**Octavo (conformidad)**

El/la Sr (a) Guillermo Miguel Flores Morales en representación de la MYPE, y el/la Sr (a) Vladimir Huanca Choque representante del equipo de PML; declaran su plena conformidad con todas las cláusulas que anteceden, comprometiéndose a su fiel y estricto cumplimiento, firmando dos ejemplares de idéntico tenor y valor legal, en la ciudad de El Alto, a los días del mes de septiembre del 2021.

Vladimir Huanca Choque

C.I.:

Correo:

Celular:

Guillermo M. Flores Morales

C.I.:

Correo:

Celular:

**ANEXO B**

# ANEXO B

## INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

**B-1: CUESTIONARIO DE DIAGNÓSTICO GENERAL**

1. ¿Cuál es la historia de la MYPE?

.....  
.....  
.....

2. ¿Cuál es la misión y visión de la MYPE?

.....  
.....  
.....

3. ¿Cómo está conformada la MYPE?

.....  
.....  
.....

4. ¿Cuántos conforman MYPE?

.....  
.....

5. ¿Cuántos productos tiene la MYPE?

.....  
.....

6. ¿Cuál es el proceso de producción de los productos que tiene la MYPE?

.....  
.....

7. ¿Cuál es la materia prima, insumos para realizar los productos?

.....  
.....  
.....

8. ¿Con que maquinarias y equipos cuenta la MYPE?

.....

.....

.....

9. ¿La MYPE cuenta con servicios básicos?

.....

.....

.....

10. ¿La MYPE tiene conocimiento de Producción Más Limpia?

.....

.....

## B-2: GUÍA DE OBSERVACIÓN SISTEMÁTICA

Nº	PRODUCCIÓN MAS LIMPIA	SI	NO
	<b>A. DATOS GENERALES</b>		
1	La MYPE utiliza estrategias de eco-balances.		x
2	La MYPE se preocupa realmente por el impacto negativo al medio ambiente.		x
3	La MYPE tiene implementada la estrategia de las 5´S.		x
4	La MYPE conoce cuál es el promedio de desperdicios sólidos.		x
5	LA MYPE tiene sanitarios de doble descarga para el ahorro del recurso Hídrico.		x
6	LA MYPE cuenta con focos led para reducir los costos.		x

**B-3: CUESTIONARIO ESPECÍFICO PARA PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA**

1. Describa el costo de consumo de energía eléctrica (considere las luminarias).

.....

.....

2. Describa el costo de consumo de recursos hídricos (considere los sanitarios).

.....

.....

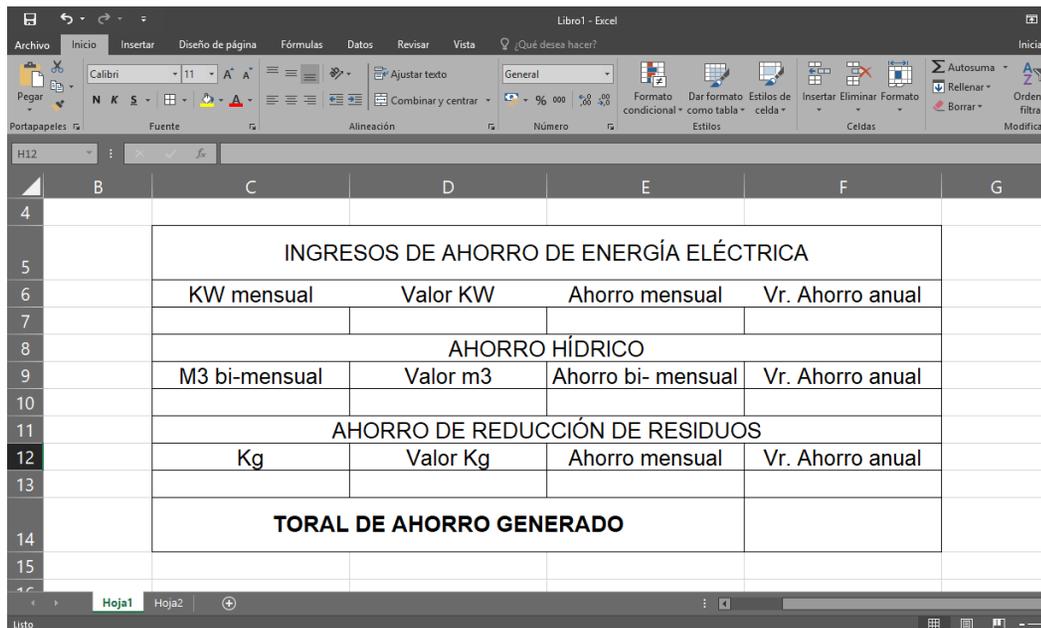
3. Describa el promedio de desperdicios sólidos.

.....

.....

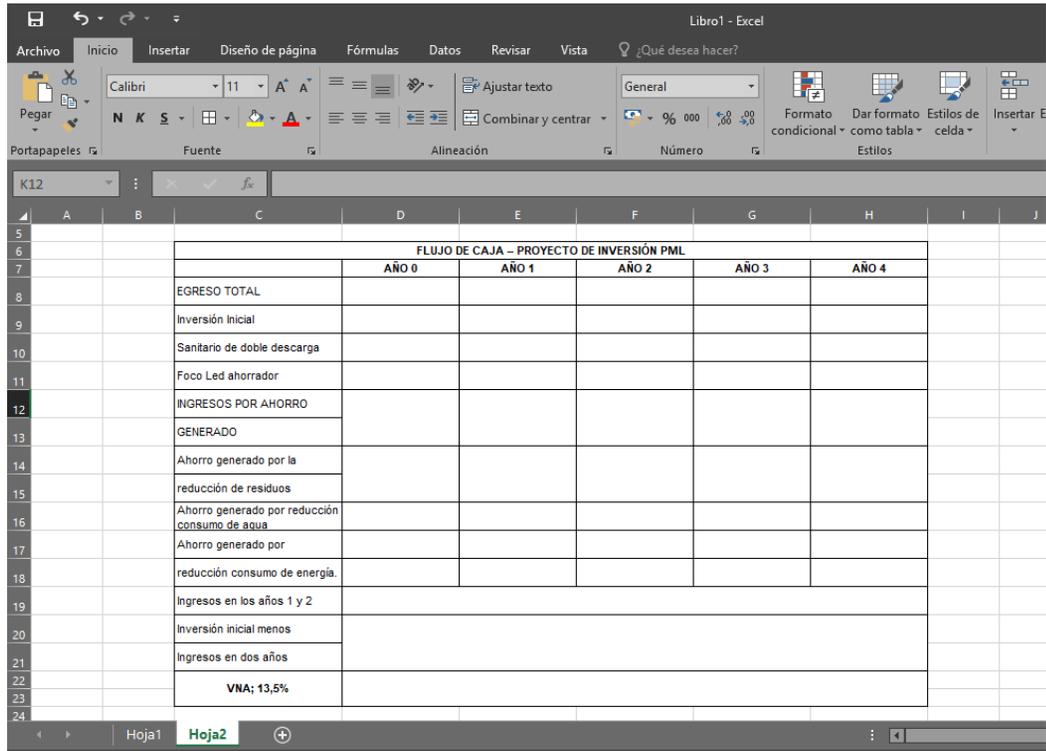
.....

**B-4: HOJA DE EXCEL PARA EL CALCULO DE AHORRO GENERADO**



	B	C	D	E	F	G
4						
5		<b>INGRESOS DE AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA</b>				
6		KW mensual	Valor KW	Ahorro mensual	Vr. Ahorro anual	
7						
8		<b>AHORRO HÍDRICO</b>				
9		M3 bi-mensual	Valor m3	Ahorro bi- mensual	Vr. Ahorro anual	
10						
11		<b>AHORRO DE REDUCCIÓN DE RESIDUOS</b>				
12		Kg	Valor Kg	Ahorro mensual	Vr. Ahorro anual	
13						
14		<b>TOTAL DE AHORRO GENERADO</b>				
15						

### B-5: HOJA DE EXCEL PARA EL CALCULO DE VIABILIDAD



The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following structure:

FLUJO DE CAJA - PROYECTO DE INVERSIÓN PML						
	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	
EGRESO TOTAL						
Inversión Inicial						
Sanitario de doble descarga						
Foco Led ahorrador						
INGRESOS POR AHORRO						
GENERADO						
Ahorro generado por la reducción de residuos						
Ahorro generado por reducción consumo de agua						
Ahorro generado por reducción consumo de energía						
Ingresos en los años 1 y 2						
Inversión inicial menos						
Ingresos en dos años						
<b>VNA: 13,5%</b>						

ANEXO C

# ANEXO C

## MARCO LEGAL

**C-1: REAL DECRETO LEGISLATIVO 1/2021, DE 20 DE JULIO, POR EL QUE SE APRUEBA EL TEXTO REFUNDIDO DE LA LEY DE AGUAS**

Artículo 103. Limitaciones a las actuaciones industriales contaminantes.

Las autorizaciones administrativas sobre establecimiento, modificación o traslado de instalaciones o industrias que originen o puedan originar vertidos, se otorgarán condicionadas a la obtención de la correspondiente autorización de vertido.

El Gobierno podrá prohibir, en zonas concretas, aquellas actividades y procesos industriales cuyos efluentes, a pesar del tratamiento a que sean sometidos, puedan constituir riesgo de contaminación grave para las aguas, bien sea en su funcionamiento normal o en caso de situaciones excepcionales previsibles.

**C-2: LEY 22/2011, DE 28 DE JULIO, DE RESIDUOS Y SUELOS CONTAMINADOS**

Artículo 12. Competencias administrativas.

c) Las Entidades Locales podrán:

1.º Elaborar programas de prevención y de gestión de los residuos de su competencia.

2.º Gestionar los residuos comerciales no peligrosos y los residuos domésticos generados en las industrias en los términos que establezcan sus respectivas ordenanzas, sin perjuicio de que los productores de estos residuos puedan gestionarlos por sí mismos en los términos previstos en el artículo 17.3. Cuando la entidad local establezca su propio sistema de gestión podrá imponer, de manera motivada y basándose en criterios de mayor eficiencia y eficacia en la gestión de los residuos, la incorporación obligatoria de los productores de residuos a dicho sistema en determinados supuestos.

3.º A través de sus ordenanzas, obligar al productor o a otro poseedor de residuos peligrosos domésticos o de residuos cuyas características dificultan su gestión a que adopten medidas para eliminar o reducir dichas características o a que los depositen en la forma y lugar adecuados.

4.º Realizar sus actividades de gestión de residuos directamente o mediante cualquier otra forma de gestión prevista en la legislación sobre régimen local. Estas actividades podrán llevarse a cabo por cada entidad local de forma independiente o mediante asociación de varias Entidades Locales.

### **C-3: LEY 1333 DE MEDIO AMBIENTE**

Artículo 85. Corresponde al Estado y a las Instituciones técnicas especializadas:

- b) Apoyar al rescate, uso y mejoramiento de las tecnologías tradicionales adecuadas.
- c) Controlar la introducción o generación de tecnologías que atenten contra el medio ambiente.

Artículo 90. El Estado a través de sus organismos competentes establecerá mecanismos de fomento e incentivo para todas aquellas actividades públicas y/o privadas de protección industrial, agropecuaria, minera, forestal y de otra índole, que incorporen tecnologías y procesos orientados a lograr la protección del medio ambiente y el desarrollo sostenible.

### **C-4: LEY 071 DE DERECHOS DE LA MADRE TIERRA**

Artículo 9 (Deberes de las personas). Son deberes de las personas naturales y jurídicas, públicas o privadas:

- e) Asumir prácticas de producción y hábitos de consumo en armonía con los derechos de la Madre Tierra.

### **C-5: LEY Nº 755 GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS**

Artículo 6 (Principios). La Ley Integral de Residuos se desarrolla conforme a los principios de la Ley Nº 300 de 15 de octubre de 2012, “Ley Marco de Madre Tierra y Desarrollo Integral para Vivir Bien”, y los siguientes principios:

- c) Producción más limpia. Es la aplicación continua de una estrategia ambiental, preventiva e integrada en los procesos productivos, se debe promover la transformación de los patrones de producción para reducir la generación de residuos en cantidad y peligrosidad, y facilitar el aprovechamiento de los mismos.

Artículo 44 Numeral I. (Participación de las actividades productivas y comerciales). El sector productivo y comercial, deberá implementar acciones de prevención y aprovechamiento de los residuos, a través de mecanismos de producción más limpia, sistemas de separación en origen, empleo de materias primas e insumos que provengan de materiales reciclables, biodegradables o sustancias no peligrosas, el reúso de empaques, envases o embalajes, según corresponda.

### **C-6: LEY Nº 300 – MARCO DE LA MADRE TIERRA Y DESARROLLO INTEGRAL PARA VIVIR BIEN**

Artículo 15 (Establecer procesos de producción no contaminantes y que respetan la capacidad de regeneración de la Madre Tierra en función del interés público). El Estado Plurinacional de Bolivia impulsa de forma progresiva y de acuerdo a las circunstancias locales, la creación y fortalecimiento de patrones de producción más sustentables, limpios y que contribuya a una mayor calidad ambiental, mediante:

6. Acciones para sustituir gradualmente y limitar el uso de tecnologías degradantes y compuestos químicos tóxicos que puedan ser reemplazados con otras alternativas equivalentes ecológica y socialmente adecuadas.

Artículo 31 (Gestión de Residuos). Las bases y orientaciones del Vivir Bien, a través del desarrollo integral en gestión de residuos son:

1. Promover la transformación de los patrones de producción y hábitos de consumo en el país y la recuperación y reúso de los materiales y energías contenidos en los residuos, bajo un enfoque de gestión cíclica de los mismos.

### **C-7: REGLAMENTO GENERAL DE LA LEY Nº 755 DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS, DECRETO SUPREMO Nº 2954**

El numeral II del Artículo 13 (Prevención de la generación de residuos de consumidores y actividades productivas). Toda persona natural o jurídica, pública o privada, que realice cualquier actividad productiva, debe priorizar la prevención de la generación de residuos en

cantidad o peligrosidad, mediante la aplicación de buenas prácticas de producción más limpia, así como el empleo de materias primas e insumos que provengan de materiales reciclables, biodegradables o sustancias no peligrosas.

### **C-8: REGLAMENTO AMBIENTAL PARA EL SECTOR INDUSTRIAL MANUFACTURERO – RASIM**

Artículo 13 (Producción más limpia). La industria será responsable de priorizar sus esfuerzos en la prevención de la generación de contaminantes a través de la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva e integral a procesos, productos y servicios, de manera que se aumente eco eficiencia y se reduzcan los riesgos para el ser humano y el medio ambiente.

Artículo 66 (Esfuerzos). La industria es responsable de la prevención y control de la contaminación que generen sus emisiones, debiendo realizar esfuerzos en: e) Agotar medidas de producción más limpia antes de incorporar sistemas correctivos de contaminación.

La normativa internacional y nacional indica que toda organización, en su proceso productivo, está obligada a implementar acciones preventivas para evitar daños al medio ambiente, disminuir en caso de que esté contaminando mucho. Y la disminución de la contaminación se puede lograr a través de la implementación de Producción Más Limpia a cualquier organización.

ANEXO D

# ANEXO D

## FOTOS

**D-1: POLLOS COCIENDO A LA LEÑA DE LA MYPE PROALCO S.R.L.**



*Nota.* Elaboración en base al trabajo de campo.

**D-2: ENVASADO AL VACÍO Y COMERCIALIZACIÓN DEL PRODUCTO DE LA MYPE**

**PROALCO S.R.L.**



*Nota.* Elaboración en base al trabajo de campo.



*Nota.* Elaboración en base al trabajo de campo.

**D-3: AMBIENTE DE LA MYPE PROALCO S.R.L.**



*Nota.* Elaboración en base al trabajo de campo.