

# **UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA**

**Facultad de Ingeniería Industrial**

**Escuela Profesional de Ingeniería Industrial**



**"MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA FABRICACIÓN DE  
PANELES DE POLIESTIRENO EXPANDIDO MEDIANTE LA  
ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO EN LA EMPRESA COPREFA  
S.A.C."**

**Presentada por:**

- Br. Victor Manuel Bernuy Bayona
- Br. Rosa Lila Ruiz Roa
- Br. Karola Isabel Velásquez Chero

**Asesor:**

- Dr. Néstor Javier Zapata Palacios

**PARA OPTAR POR EL TÍTULO PROFESIONAL  
DE INGENIERO INDUSTRIAL**

**Línea de Investigación:** Procesos Industriales

**Sub Línea:** Optimización y mejora de los procesos de producción de bienes y servicios

**Piura – Perú**

**2021**

# **UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA**

## **Facultad de Ingeniería Industrial**

### **Escuela Profesional de Ingeniería Industrial**

**“MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA FABRICACIÓN DE  
PANELES DE POLIESTIRENO EXPANDIDO MEDIANTE LA  
ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO EN LA EMPRESA COPREFA  
S.A.C.”**

**Línea de Investigación:** Procesos Industriales

Tesista : Br. Victor Manuel Bernuy Bayona

Firma : 

Tesista : Br. Rosa Lila Ruiz Roa

Firma : 

Tesista : Br. Karola Isabel Velásquez Chero

Firma : 

Asesor : Dr. Néstor Javier Zapata Palacios

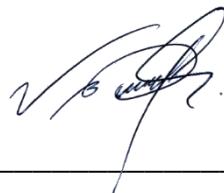
Firma : 

## **DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

Yo, Victor Manuel Bernuy Bayona identificado con DNI N° 44737878, en la condición de Graduado, de la Facultad de Ingeniería Industrial, Escuela de Ingeniería Industrial, y domiciliado en Calle Alava 284, Interior 201 del Distrito de San Luis, Provincia de Lima, Departamento de Lima, con Celular 962 350 902 y Email: [victor.bernuy@vibzup.com](mailto:victor.bernuy@vibzup.com).

**DECLARO BAJO JURAMENTO:** que el trabajo de investigación que presento a la Oficina Central de Investigación (OCIN), es original, no siendo copia parcial ni total de un trabajo de investigación desarrollado, y/o realizado en el Perú o en el Extranjero, en caso de resultar falsa la información que proporciono, me sujeto a los alcances de lo establecido en el Art. N° 411, del código Penal concordante con el Art. 32º de la Ley N° 27444, y Ley del Procedimiento Administrativo General y las Normas Legales de Protección a los Derechos de Autor. En fe de lo cual firmo la presente.

Piura, 16 de abril del 2021.



---

DNI N° 44737878

Artículo 411.- El que, en un procedimiento administrativo, hace una falsa declaración en relación con hechos o circunstancias que le corresponde probar, violando la presunción de veracidad establecida por ley, será reprimido con pena privativa de libertad no menor de uno ni mayor de cuatro años.

Art. 4. Inciso 4.12 del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales –RENATI Resolución de Consejo Directivo N° 033-2016-SUNEDU/CD

## **DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

Yo, Rosa Lila Ruiz Roa identificado con DNI N° 70275299, en la condición de Graduado, de la Facultad de Ingeniería Industrial, Escuela de Ingeniería Industrial, y domiciliado en Enace Manzana B Lote 8, I Etapa, del Distrito de 26 de Octubre, Provincia de Piura, Departamento de Piura, con Celular 974 898 882 y Email: rosiliaruizroa@gmail.com.

**DECLARO BAJO JURAMENTO:** que el trabajo de investigación que presento a la Oficina Central de Investigación (OCIN), es original, no siendo copia parcial ni total de un trabajo de investigación desarrollado, y/o realizado en el Perú o en el Extranjero, en caso de resultar falsa la información que proporciono, me sujeto a los alcances de lo establecido en el Art. N° 411, del código Penal concordante con el Art. 32º de la Ley N° 27444, y Ley del Procedimiento Administrativo General y las Normas Legales de Protección a los Derechos de Autor. En fe de lo cual firmo la presente.

Piura, 16 de abril del 2021.



---

DNI N° 70275299

Artículo 411.- El que, en un procedimiento administrativo, hace una falsa declaración en relación con hechos o circunstancias que le corresponde probar, violando la presunción de veracidad establecida por ley, será reprimido con pena privativa de libertad no menor de uno ni mayor de cuatro años.

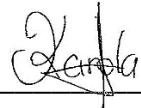
Art. 4. Inciso 4.12 del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales –RENATI Resolución de Consejo Directivo N° 033-2016-SUNEDU/CD

## **DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

Yo, Karola Isabel Velásquez Chero identificado con DNI N° 45251812, en la condición de Graduado, de la Facultad de Ingeniería Industrial, Escuela de Ingeniería Industrial, y domiciliado en Calle 2, Manzana L Lote 40, Urb. Santa Ana del Distrito de Los Olivos, Provincia de Lima, Departamento de Lima, con Celular 947 977 513 y Email: karola\_192002@hotmail.com.

**DECLARO BAJO JURAMENTO:** que el trabajo de investigación que presento a la Oficina Central de Investigación (OCIN), es original, no siendo copia parcial ni total de un trabajo de investigación desarrollado, y/o realizado en el Perú o en el Extranjero, en caso de resultar falsa la información que proporciono, me sujeto a los alcances de lo establecido en el Art. N° 411, del código Penal concordante con el Art. 32º de la Ley N° 27444, y Ley del Procedimiento Administrativo General y las Normas Legales de Protección a los Derechos de Autor. En fe de lo cual firmo la presente.

Piura, 16 de abril del 2021.



---

DNI N° 45251812

Artículo 411.- El que, en un procedimiento administrativo, hace una falsa declaración en relación con hechos o circunstancias que le corresponde probar, violando la presunción de veracidad establecida por ley, será reprimido con pena privativa de libertad no menor de uno ni mayor de cuatro años.

Art. 4. Inciso 4.12 del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales –RENATI Resolución de Consejo Directivo N° 033-2016-SUNEDU/CD

# **UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA**

**Facultad de Ingeniería Industrial**

**Escuela Profesional de Ingeniería Industrial**

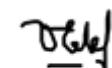
**“MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA FABRICACIÓN DE  
PANELES DE POLIESTIRENO EXPANDIDO MEDIANTE LA  
ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO EN LA EMPRESA COPREFA  
S.A.C.”**

**Línea de Investigación:** Procesos Industriales

Presidente : Dr. Víctor Hugo Ramírez Ordinola

Firma : 

Secretario : Ing. Víctor Crisanto Palacios

Firma : 

Vocal : Ing. Wilfredo Cruz Yarlequé

Firma : 



## **ACTA DE EVALUACIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

Los miembros del Jurado Calificador del Trabajo de Investigación denominado "**MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA FABRICACIÓN DE PANELES DE POLIESTIRENO EXPANDIDO MEDIANTE LA ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO EN LA EMPRESA COPREFA S.A.C.**", presentado por los Bachilleres: **VICTOR MANUEL BERNUY BAYONA, ROSA LILA RUIZ ROA Y KAROLA ISABEL VELASQUEZ CHERO**, participantes del Programa de Actualización para Titulación Profesional en la **ESPECIALIDAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**, Versión XXXV 2020-2; asesorados por el Dr. **NESTOR JAVIER ZAPATA PALACIOS**; habiendo revisado el trabajo de investigación y absueltas las interrogantes formuladas por el Jurado Calificador, lo declaran:



APROBADO

Con los calificativos:

- **VICTOR MANUEL BERNUY BAYONA 16**
- **ROSA LILA RUIZ ROA 15**
- **KAROLA ISABEL VELASQUEZ CHERO 16**

Piura, 18 de abril de 2021

Dr. VÍCTOR HUGO RAMÍREZ ORDINOLA  
Presidente del Jurado Calificador

MBA. VÍCTOR ENRIQUE CRISANTO PALACIOS  
Secretario del Jurado Calificador

Ing. WILFREDO CRUZ YARLEQUE  
Vocal del Jurado Calificador

## **DEDICATORIA**

Los autores dedican este trabajo de investigación a:

*A mi madre Alcira, a mi padre Arturo y a mis abuelitos, por apoyarme en todo momento, por la educación brindada, por los valores que me han inculcado, y por su amor y respaldo incondicional a lo largo de mi vida.*

*A mis hermanos, por sus consejos y apoyo para alcanzar mis objetivos.*

**Victor Bernuy**

*A Dios, por ser mi sustento y darme fuerzas para cumplir mis sueños.*

*A mis padres Pedro y Lila, por su amor, trabajo y sacrificio durante todos estos años.*

*A mis hermanos, Evelyn y Pedro, por ser mi ejemplo y brindarme su apoyo siempre.*

**Rosa Ruiz**

*A mi padre Darío y mi madre Isabel, por haber sido las personas que más confiaban en mí, por motivarme seguir adelante y no rendirme. Ellos son mi mayor ejemplo de superación y perseverancia de que todo se puede lograr, y a Dios por guiar mi camino.*

**Karola Velásquez**

## **AGRADECIMIENTOS**

Los autores agradecen este trabajo de investigación a:

*A Dios, por su amor infinito y misericordia.*

*A mis padres y abuelos, por sus consejos, apoyo y respaldo en las decisiones que tomo.*

*A mis hermanos, Alan, Brenda y Waldir, por sus consejos y afecto.*

*Al Ing. Néstor Zapata, por compartir sus conocimientos en el desarrollo de este trabajo de investigación.*

*A la Universidad Nacional de Piura, por brindarme la oportunidad de cumplir este anhelado sueño.*

**Victor Bernuy**

*A Dios, por cuidarme y guiar mi camino llenándome de su infinito amor.*

*A mis padres Pedro y Lila, por su amor y apoyo incondicional, por motivarme siempre a luchar por mis metas y por estar conmigo en cada etapa de mi vida.*

*A mis hermanos Evelyn y Pedro, por sus consejos y apoyo en cada decisión que tomo.*

*Al Ing. Néstor Zapata por el tiempo y esfuerzo dedicado en cada una de sus asesorías.*

*A la Universidad Nacional de Piura, por acogerme en su casa de estudios y permitirme el cumplimiento de una de mis metas personales.*

**Rosa Ruiz**

*Gracias a Dios, por guiar mi camino y cuidar a las personas que amo.*

*A mis padres por su apoyo incondicional, por todo el amor que me han brindado y su esfuerzo para que yo sea una mujer preparada.*

*Un agradecimiento especial, Ing. Néstor Zapata por haber sido nuestro asesor y brindarnos todo su apoyo y conocimientos.*

*A todos mis amigos quienes me alentaron a seguir y no rendirme hasta lograr mi propósito.*

*“Dios me los proteja a todos”.*

**Karola Velásquez**

# Índice General

RESUMEN.....	xv
ABSTRACT .....	xvi
INTRODUCCIÓN .....	1
I. ASPECTOS DE LA PROBLEMÁTICA .....	2
1.1. Descripción de la realidad problemática .....	2
1.1.1. Pregunta general.....	2
1.1.2. Preguntas específicas.....	2
1.2. Justificación e importancia de la investigación .....	3
1.2.1. Justificación.....	3
1.2.2. Importancia.....	3
1.3. Objetivos .....	3
1.3.1. Objetivo general .....	3
1.3.2. Objetivos específicos.....	3
1.4. Delimitación de la investigación .....	4
1.4.1. Delimitación espacial .....	4
1.4.2. Delimitación temporal.....	5
II. MARCO TEÓRICO .....	6
2.1. Antecedentes de la investigación .....	6
2.2. Bases teóricas .....	7
2.2.1. Proceso .....	7
2.2.2. Productividad .....	9
2.2.3. Estandarización .....	10
2.2.4. Control estadístico de procesos .....	11
2.3. Glosario de términos básicos.....	30
2.3.1. Construcción prefabricada.....	30
2.3.2. Costo directo de materiales .....	30
2.3.3. Formato .....	30
2.3.4. Panel de poliestireno expandido.....	30
2.3.5. Panel defectuoso.....	30
2.3.6. Procedimiento.....	30
2.3.7. Protocolo .....	30
2.3.8. Registro .....	30
2.4. Marco referencial .....	31
2.4.1. Situación de la empresa.....	31
2.4.2. Datos de la empresa.....	31

2.4.3.	Principales clientes .....	32
2.4.4.	Principales proveedores.....	33
2.4.5.	Mercado.....	33
2.4.6.	Visión .....	33
2.4.7.	Misión .....	33
2.4.8.	Organización de la empresa .....	34
2.5.	Hipótesis.....	35
2.5.1.	Hipótesis general .....	35
2.5.2.	Hipótesis específicas .....	35
2.5.3.	Variable independiente: Estandarización del proceso .....	35
2.5.4.	Variable dependiente: Productividad del proceso .....	35
<b>III.</b>	<b>MARCO METODOLÓGICO .....</b>	<b>37</b>
3.1.	Enfoque y diseño.....	37
3.2.	Sujetos de la investigación .....	38
3.2.1.	Población y muestra .....	38
3.2.2.	Unidad de análisis .....	38
3.3.	Métodos y procedimientos .....	38
3.3.1.	Métodos.....	38
3.3.2.	Procedimientos .....	38
3.4.	Técnicas e instrumentos .....	39
3.5.	Aspectos éticos .....	39
<b>IV.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>40</b>
4.1.	Diagnóstico de la situación actual del proceso de fabricación de paneles de poliestireno expandido .....	40
4.1.1.	Identificación de actividades del proceso.....	40
4.1.2.	Selección de las condiciones que necesitaban ser mejoradas.....	41
4.1.3.	Determinación de las causas potenciales.....	42
4.1.4.	Determinación de la estabilidad del proceso .....	43
4.1.5.	Determinación de la productividad .....	45
4.1.6.	Determinación de la eficiencia .....	46
4.1.7.	Determinación del impacto económico .....	46
4.2.	Estandarización del proceso de fabricación de paneles de poliestireno expandido .....	47
4.2.1.	Elaboración de procedimientos .....	47
4.2.2.	Elaboración de protocolos .....	49
4.2.3.	Elaboración de formatos de control.....	50
4.2.4.	Elaboración del plan de mantenimiento preventivo .....	50
4.2.5.	Capacitaciones al personal .....	51
4.3.	Evaluación del impacto en la productividad .....	51
4.3.1.	Determinación de la productividad .....	51
4.3.2.	Determinación de la eficiencia .....	53

4.3.3.	Determinación de la estabilidad del proceso .....	53
4.3.4.	Determinación del impacto económico .....	54
4.3.5.	Determinación del impacto en las actividades del proceso .....	55
4.3.6.	Selección de nuevas condiciones que necesitan ser mejoradas .....	57
	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>59</b>
	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>60</b>
	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>61</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>63</b>
	ANEXO 01: Formato N° 3 – Matriz básica de consistencia.....	64
	ANEXO 02: Formato N° 4 – Matriz de operacionalización de variables .....	65
	ANEXO 03: Registros de la producción de paneles antes de la estandarización del proceso .....	66
	ANEXO 04: Procedimiento de planificación de la producción de paneles.....	69
	ANEXO 05: Procedimiento de fabricación de paneles de poliestireno expandido .....	76
	ANEXO 06: Protocolo de prevención, control y detección frente al COVID-19 .....	81
	ANEXO 07: Formato de control – Orden de trabajo para fabricación de paneles .....	84
	ANEXO 08: Formato de control – Reporte diario de fabricación de paneles .....	85
	ANEXO 09: Formato de control – Reporte diario de producción de paneles no conformes .....	86
	ANEXO 10: Plan de mantenimiento preventivo para el área de fabricación de paneles .....	87
	ANEXO 11: Registros de capacitaciones al personal participante en la producción de paneles .	90
	ANEXO 12: Registros de la producción de paneles después de la estandarización del proceso .	93

## **Índice de Cuadros**

Cuadro II.1. Símbolos para diagramas de flujo de procesos administrativos.....	19
Cuadro II.2. Símbolos para diagramas de flujo de procesos operativos. ....	19
Cuadro II.3. Valores del coeficiente de correlación ( <i>r</i> ).....	21
Cuadro III.1.Diagrama de diseño cuasiexperimental con series de tiempo. ....	37
Cuadro IV.1. Producción defectuosa de paneles desde enero hasta noviembre del 2020.....	42
Cuadro IV.2. Producción de paneles desde enero hasta noviembre del 2020.....	44
Cuadro IV.3. Límites de Control y la variable <i>p</i> para la carta de control. ....	45
Cuadro IV.4. Capacitaciones al personal para la fabricación de paneles.....	51
Cuadro IV.5. Producción de paneles correspondientes al Proyecto 6.....	51
Cuadro IV.6. Límites de Control y la variable <i>p</i> para la carta de control. ....	53
Cuadro IV.7. Variación de tiempos de los diagramas del proceso después de la estandarización...	56
Cuadro IV.8. Producción defectuosa de paneles del Proyecto 6.....	57

## **Índice de Figuras**

Figura I.1.Planta industrial de COPREFA S.A.C. en Lima. ....	4
Figura I.2. Localización de planta industrial de COPREFA S.A.C. ....	4
Figura I.3. Vista aérea de planta industrial de COPREFA S.A.C. ....	5
Figura I.4. Cronograma de actividades de la investigación, realizado en Ms. Project 2016.....	5
Figura II.1. Representación general de un proceso industrial. ....	7
Figura II.2. Relación proveedor-proceso-cliente.....	9
Figura II.3. Formas comunes de distribución en histogramas.....	12
Figura II.4. Ejemplo de diagrama de Ishikawa según método 6M.....	13
Figura II.5. Ejemplo de diagrama de Ishikawa tipo flujo de proceso.....	13
Figura II.6. Ejemplo de diagrama de Ishikawa tipo enumeración de causas. ....	14
Figura II.7. Ejemplo de hoja de verificación.....	15
Figura II.8. Patrones de diagramas de dispersión.....	21
Figura II.9. Grados de correlación. ....	22
Figura II.10. Estructura de un diagrama de control.....	23
Figura II.11. Ejemplo de un proceso en control. ....	24
Figura II.12. Cambio en el promedio del proceso. ....	25
Figura II.13. Indicadores de cambios. ....	25
Figura II.14. Ciclos. ....	26
Figura II.15. Tendencia. ....	26
Figura II.16. Apiñamiento en la línea central.....	27

Figura II.17. Apiñamiento en los límites de control.....	28
Figura II.18. Zonas de prevención para gráficos de control.....	29
Figura II.19. Ficha de datos de COPREFA S.A.C. .....	31
Figura II.20. Principales clientes de COPREFA S.A.C. .....	32
Figura II.21. Principales proveedores de COPREFA S.A.C. .....	33
Figura II.22. Organigrama de COPREFA S.A.C. .....	34
Figura IV.1. Diagrama de operaciones del proceso. ....	40
Figura IV.2. Diagrama de análisis del proceso. ....	41
Figura IV.3. Diagrama de Pareto sobre defectos de paneles desde enero hasta noviembre 2020....	42
Figura IV.4. Diagrama de Ishikawa sobre paneles defectuosos.....	43
Figura IV.5. Carta de control <i>p</i> para fabricación de paneles.....	45
Figura IV.6. Flujograma sobre planificación de la producción de paneles.....	47
Figura IV.7. Flujograma sobre la producción de paneles de poliestireno expandido. ....	48
Figura IV.8. Carta de control <i>p</i> para fabricación de paneles.....	54
Figura IV.9. Diagrama de operaciones del proceso. ....	55
Figura IV.10. Diagrama de análisis del proceso. ....	56
Figura IV.11. Diagrama de Pareto sobre defectos de paneles del Proyecto 6.....	57

## **RESUMEN**

El presente trabajo de investigación abordó la mejora de la productividad en la fabricación de paneles mediante la estandarización del proceso productivo; la cual trajo consigo la disminución de la variabilidad no deseada del proceso, la reducción de desperdicios generados por la producción defectuosa y, por consiguiente, el aumento de la productividad.

En cuanto a la problemática, se detectó que en COPREFA S.A.C., la fabricación de paneles desde enero hasta noviembre del 2020, obtuvo un 6.41% de producción defectuosa, lo que representó una pérdida económica de, por lo menos, USD 9,094.80. Ante esta situación, surgió la necesidad de saber cuáles eran los defectos más comunes, para identificar sus causas y afrontarlas.

De acuerdo con la información recopilada del proceso, se elaboró el diagrama de Pareto, en el cual se pudo apreciar que la mayor cantidad de productos defectuosos se debía a deficiencias operativas: por despegados debido a pegamento deficiente (33.88%), y deformados por preparación de máquina (21.67%).

Identificados los defectos más representativos, se elaboró el diagrama de Ishikawa para conocer las causas problemáticas. Posteriormente, se utilizó la carta de control *p* para determinar la estabilidad del proceso, del cual se concluyó que éste estaba fuera de control. Esto explicó la elevada variabilidad no deseada durante la fabricación y, por consiguiente, la alta producción de paneles defectuosos. Ante esta situación, se decidió estandarizar el proceso con la finalidad de contrarrestar los resultados no deseados.

La estandarización redujo la proporción de artículos defectuosos a 2.75%, incrementó la productividad laboral en 12.67%, y aumentó la productividad multifactorial en 4.55%. Asimismo, se logró estabilizar el proceso y reducir la producción defectuosa, logrando evitar una pérdida económica a la empresa de, por lo menos, USD 3,155.40.

Palabras clave: control estadístico de procesos, estandarización de procesos, productividad.

## **ABSTRACT**

The present research work addressed the improvement of productivity in the manufacture of panels, the standardization of the production process; which brought with it the reduction of the unwanted variability of the process, the reduction of waste generated by defective production and, consequently, the increase of productivity.

Regarding the problem, it was detected that in COPREFA S.A.C., the manufacture of panels from January to November 2020, obtained 6.41% of defective production, which represented an economic loss of, at least, USD 9,094.80. Faced with this situation, the need arose to know what the most common defects were, to identify their causes and deal with them.

In accordance with the information collected from the process, the Pareto diagram was elaborated, in which it could be seen that the largest number of defective products were due to operational deficiencies: due to detachment due to poor glue (33.88%), and deformed by machine preparation (21.67%).

Once the most representative defects were identified, the Ishikawa diagram was elaborated to determine the problematic causes. Subsequently, the control chart p was used to determine the stability of the process, from which it was concluded that it was out of control. This accelerated unwanted high variability during manufacturing and consequently high production of defective panels. Faced with this situation, it was decided to standardize the process in order to counteract the unwanted results.

Standardization reduced the proportion of defective items to 2.75%, increased labor productivity by 12.67%, and increased multifactorial productivity by 4.55%. Likewise, it was possible to stabilize the process and reduce defective production, avoiding an economic loss to the company of at least USD 3,155.40.

Keywords: statistical process control, process standardization, productivity.

## **INTRODUCCIÓN**

Actualmente, las empresas necesitan ser más competitivas y, por ende, deben desarrollar una metodología que les permita hacer uso eficiente de sus recursos, realizando una mejor racionalización de estos, aprovechándolos de la mejor manera y evitando pérdidas.

En el caso de la empresa COPREFA S.A.C., se observó baja productividad en la fabricación de paneles de poliestireno expandido debido a que la producción se realizaba con métodos empíricos. Los escasos manuales, procedimientos y protocolos que existían no eran funcionales ni de conocimiento a todo el personal involucrado. Al no poseer claras instrucciones operativas, se generaba un desorden y alta variabilidad en el proceso, obteniéndose resultados no deseados, tales como mermas, reprocesos, pérdidas de horas hombre y horas máquina. Estos resultados se convirtieron en grandes pérdidas económicas para la empresa. Dada esta situación, surgió la pregunta de cómo mejorar la productividad de un proceso que presentaba alta variabilidad no deseada.

En la presente investigación se llevó a cabo la implementación de la estandarización como metodología para reducir dicha variabilidad, mejorar la productividad y maximizar su rentabilidad. Para poder aplicar todo el conocimiento referente al tema principal, fue necesario realizar un diagnóstico a la situación de la empresa, haciendo un exhaustivo análisis interno mediante la aplicación de herramientas de control estadístico de procesos, en la empresa COPREFA S.A.C. Una vez conocida la situación del proceso se procedió con la estandarización mediante la elaboración de procedimientos, protocolos, formatos de control, planes de mantenimiento y capacitaciones. Finalmente, se evaluó el impacto en la productividad, el cual resultó ser muy satisfactorio.

# I. ASPECTOS DE LA PROBLEMÁTICA

## 1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

Actualmente, debido a la coyuntura de la pandemia originada por la COVID-19, se han constituido nuevas empresas y muchas de las existentes han tenido que adaptarse y/o replantear sus actividades para poder subsistir, permanecer o crecer en el mercado. Las empresas necesitan ser más competitivas y, por ende, deben desarrollar una metodología que les permita hacer uso eficiente de sus recursos, realizando una mejor racionalización de estos, aprovechándolos de la mejor manera y evitando pérdidas; de lo contrario, pueden originarse diversos tipos de desperdicios en mano de obra, materiales, equipos, herramientas, entre otros, los cuales se traducen en pérdidas económicas, perjudicando así la productividad y sostenibilidad de la empresa.

La empresa COPREFA S.A.C., especializada en construcción prefabricada, mediante el diseño, fabricación e instalación de edificaciones modulares, las cuales están conformadas por diversos elementos prefabricados que utilizan el acero como material principal, tales como perfiles estructurales, y paneles de poliestireno expandido; siendo estos últimos los componentes más representativos de dichas construcciones, por lo que es importante el uso eficiente de recursos empleados en su fabricación. Sin embargo, en el proceso de fabricación de paneles de poliestireno expandido en la empresa COPREFA S.A.C. se observó baja productividad debido al excesivo desperdicio de recursos. Esto se presentaba debido a que la producción se realizaba con métodos empíricos, es decir no estandarizados. Los procedimientos, formatos y protocolos que existían no eran funcionales ni de conocimiento a todo el personal involucrado. Al no poseer claras instrucciones operativas, se generaba un desorden y alta variabilidad en el proceso, se obtenían resultados no deseados, tales como: mermas, reprocesos, pérdidas de horas hombre y horas máquina. Asimismo, los formatos no permitían el registro de información adecuada debido a que su estructura era muy compleja, generando así muchas dificultades al trabajador al momento de registrar su avance. La persistencia de tal situación ocasionó una serie de impactos negativos en la empresa, tales como baja productividad y elevados costos de fabricación.

Por lo expuesto anteriormente, fue necesario mejorar la productividad mediante la estandarización del proceso; para ello se analizó la situación del proceso mediante el uso de herramientas del control estadístico de procesos; se estandarizó el proceso productivo mediante la elaboración de procedimientos, protocolos, formatos de control, planes de mantenimiento y capacitaciones; y finalmente, se evaluaron los impactos en la productividad después de dicha estandarización.

En cuanto a la formulación y planteamiento del problema de investigación, se plantearon las siguientes interrogantes:

### 1.1.1. Pregunta general

¿Cómo se puede mejorar la productividad en la fabricación de paneles de poliestireno expandido en la empresa COPREFA S.A.C.?

### 1.1.2. Preguntas específicas

- ¿Cuál es la situación actual del proceso de fabricación de paneles de poliestireno expandido, en la empresa COPREFA S.A.C.?
- ¿Cómo estandarizar el proceso de fabricación de paneles de poliestireno expandido, en la empresa COPREFA S.A.C.?

- ¿Cuál es el impacto en la productividad después de la estandarización del proceso de fabricación de paneles de poliestireno expandido, en la empresa COPREFA S.A.C.?

## **1.2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.2.1. Justificación**

Según el Ministerio de Producción, en junio del 2020, la producción industrial manufacturera registró una leve caída del 6.8% con relación al similar mes del año anterior, afectando la productividad de muchas empresas, tal es el caso de COPREFA S.A.C. la cual también se vio perjudicada. En este sentido, el objeto de esta investigación es mejorar la productividad de la fabricación de paneles de poliestireno expandido mediante la estandarización del proceso, debido a que éste se desarrollaba de forma empírica, sin procedimientos, protocolos, formatos de control, planes de mantenimiento y capacitaciones, lo que ocasiona una alta variabilidad no deseada en la producción y excesivos desperdicios, tales como mermas, reprocesos, pérdidas de horas hombre y horas máquina, los cuales se traducían en pérdidas económicas. La estandarización del proceso mencionado permitió a la empresa COPREFA S.A.C. hacer uso eficiente de sus recursos, obteniendo productos de buena calidad y mejorar la rentabilidad del proceso. Posteriormente a la implementación, se pudo realizar un análisis y evaluación de la productividad en el proceso, medida en sus indicadores respectivos.

### **1.2.2. Importancia**

El desarrollo de esta investigación beneficia principalmente a la empresa COPREFA S.A.C. ya que, a partir del diagnóstico de la situación actual, se facilitó el implementar la estandarización del proceso, para permitir el uso eficiente de los recursos (mano de obra, materiales, equipos, herramientas, entre otros.); así como mejorar la productividad y maximizar su rentabilidad.

Esta investigación también servirá como guía para estandarizar procesos productivos en empresas afines a la investigación que se presenta, con la finalidad de mejorar la productividad y rentabilidad. Además, de contribuir a enriquecer los estudios realizados anteriormente, y a futuro ser útil como base para posteriores investigaciones.

## **1.3. OBJETIVOS**

### **1.3.1. Objetivo general**

Mejorar la productividad en la fabricación de paneles de poliestireno expandido mediante la estandarización del proceso en la empresa COPREFA S.A.C.

### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Diagnosticar la situación actual del proceso de fabricación de paneles de poliestireno expandido mediante la aplicación de herramientas de control estadístico de procesos, en la empresa COPREFA S.A.C.
- Estandarizar el proceso de fabricación de paneles de poliestireno expandido mediante la elaboración de procedimientos, protocolos, formatos de control, planes de mantenimiento y capacitaciones, en la empresa COPREFA S.A.C.
- Evaluar el impacto en la productividad después de la estandarización del proceso de fabricación de paneles de poliestireno expandido mediante la aplicación de herramientas del control estadístico de procesos, en la empresa COPREFA S.A.C.

## 1.4. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.4.1. Delimitación espacial

La investigación se desarrolló dentro de las instalaciones de la planta industrial de COPREFA S.A.C., tal como se muestra en la Figura I.1., la Figura I.2. y la Figura I.3., ubicada en Antigua Panamericana Sur km 153, del distrito de San Vicente de Cañete, Provincia de Cañete, Departamento de Lima, dentro del Área de Fabricación de Paneles de Poliestireno Expandido.



Figura I.1. Planta industrial de COPREFA S.A.C. en Lima.

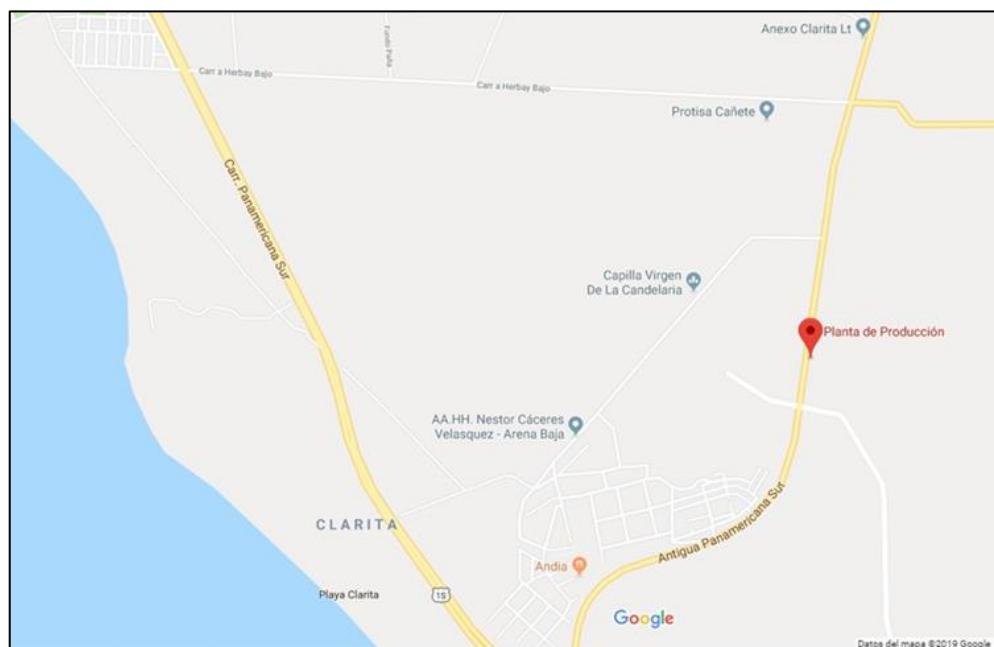


Figura I.2. Localización de planta industrial de COPREFA S.A.C.

Fuente: Google. (s.f). [Localización de Planta de COPREFA S.A.C. en San Vicente de Cañete, en Google Maps]. Recuperado el 03 de noviembre, 2020, de <https://goo.gl/maps/KDeABLVPUM2>



Figura I.3. Vista aérea de planta industrial de COPREFA S.A.C.

Fuente: Google. (s.f). [Vista Aérea de Planta Industrial de COPREFA S.A.C., en Google Maps]. Recuperado el 03 de noviembre, 2020, de [https://www.google.com/maps/d/embed?mid=17ViGcvk1U2jLMa\\_PMILSBobdNl0RFGw](https://www.google.com/maps/d/embed?mid=17ViGcvk1U2jLMa_PMILSBobdNl0RFGw)

#### 1.4.2. Delimitación temporal

La investigación se desarrolló en un período de cien (100) días calendarios, comprendidas entre el 11/12/20 al 20/03/21, tal como se muestra en la Figura I.4., correspondiente al cronograma de actividades de la investigación, en el cual se indica que la elaboración de la parte metodológica es la actividad que requiere mayor plazo para su ejecución.

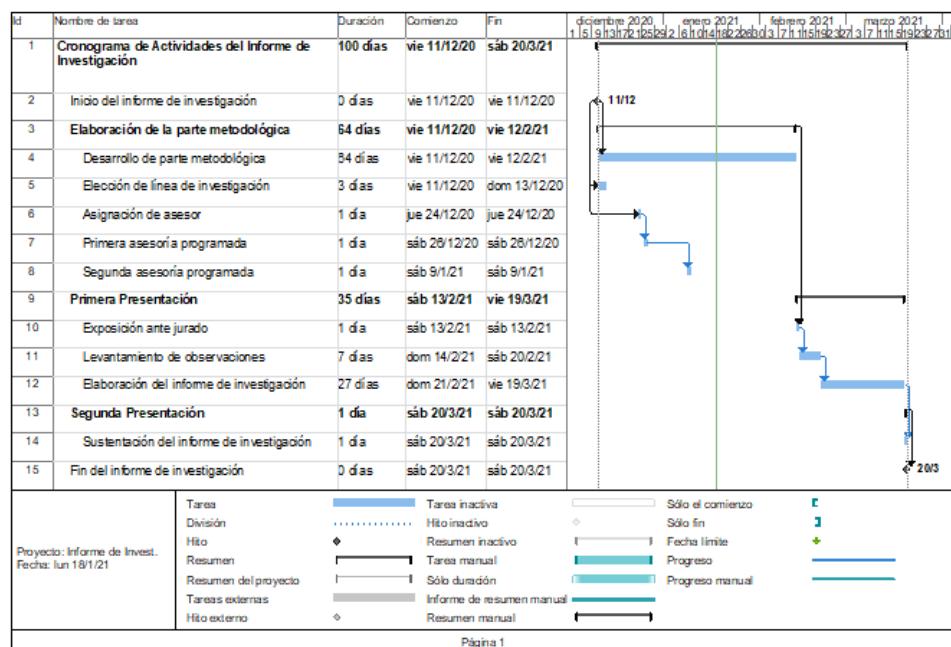


Figura I.4. Cronograma de actividades de la investigación, realizado en Ms. Project 2016.

## **II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

Escobar et al. (2014), en su trabajo de graduación titulada “Consultoría sobre Estandarización de los Procesos de Producción con Establecimiento de un Sistema de Costos, para la empresa Agroindustrias Buenavista, S.A. de C.V.” por la Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Económicas, de la maestría en Consultoría Empresarial, para obtener el grado de Maestro/a en Consultoría Empresarial; en el cual se establece como objetivo general: Elaborar y presentar una propuesta de estandarización de procesos a Agroindustrias Buenavista, S.A. de C.V. con el fin de diseñar el sistema de costos para facilitar la medición y control de los procesos de producción y mejorar la rentabilidad. En ese sentido, realizaron un diagnóstico de la situación actual para elaborar una estructura y una metodología para la estandarización de procesos de producción que permitan el ordenamiento y faciliten la creación de un sistema de costos. Asimismo, evaluar a nivel técnico, económico y cualitativo el sistema de costos. Este estudio concluye que el diseño de la propuesta de estandarización de proceso permitió establecer un modelo funcional, en el cual se documentaron los procesos, se establecieron sistemas de control que permitieron medir y dar seguimiento a los procedimientos y al personal involucrado, controlar los niveles de desperdicios y de la mano de obra directa de la fabricación de los diferentes productos, así como el establecimiento de indicadores de resultados, por lo que se demostró que es una herramienta esencial para la mejora de la productividad de la empresa. Esta investigación fue seleccionada debido a que propone la estandarización de procesos como mejora de la rentabilidad de la empresa tal como se plantea en el enfoque de nuestra investigación.

Chavez y Quiroz (2018) en su tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Empresarial por la Universidad Privada del Norte de Perú, Facultad de Ingeniería, en la Carrera de Ingeniería Empresarial; el trabajo de investigación titulado: “Estandarización de Procesos y su Impacto en la Productividad de la empresa Negociaciones Mineras Chávez S.A.C., año 2017”, planteó como objetivo general: determinar el impacto de la estandarización de procesos en la productividad de la empresa Negociaciones Minera Chávez para el año 2017. Planteó analizar la problemática actual de la empresa Negociaciones Minera Chávez, para identificar y estandarizar los procesos y evaluar el impacto en la productividad de dicha X estandarización. Se concluyó que la estandarización de procesos impactó positivamente en la productividad, reduciendo el tiempo del proceso de envase y selección en 50%. De igual manera, se incrementó en 75% la productividad de sacos por hora. Asimismo, producto de la evaluación del modelo de estandarización de procesos se determinaron los siguientes índices de rentabilidad: VAN = 98,453.60 soles, TIR = 141% y B/C = 3.65. Esta investigación fue seleccionada por estar relacionada con la estandarización de procesos y la determinación de su impacto, tal como está especificado en los objetivos de esta investigación.

Vera (2016) en su tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil por la Universidad Autónoma del Perú, Facultad de Ciencias de Gestión y Escuela Profesional de Contabilidad, presentó una investigación relacionada a la “Aplicación del Sistema Costos por Órdenes de Trabajo y su Incidencia en la Rentabilidad de la empresa Industrial de Poliestireno, Nexpol S.A.C.”, en la que planteó como objetivo general: determinar la aplicación de costos por órdenes de trabajo que inciden en la rentabilidad de la empresa industrial de poliestireno, NEXPOL S.A.C. Para ello, tuvo que definir en efecto en las ventas al aplicar el sistema de costos propuesto para evaluar si ayuda al margen operacional de dicha empresa. Esta investigación concluyó que la implementación del sistema de costeo ABC, le permitió a la empresa conocer una mejor asignación de costos indirectos, y a su vez contribuyó a la acertada toma de decisiones sobre participar en proyectos y evitar mayores pérdidas. Seleccionamos esta investigación debido a que se implementa una mejora en el sistema de gestión de costos que permite conocer el impacto económico en Nexpol S.A.C., la cual se encuentra en el mismo rubro de la empresa estudiada en nuestra investigación.

## 2.2. BASES TEÓRICAS

### 2.2.1. Proceso

#### 2.2.1.1. Concepto de proceso

Según Baca et al. (2014), un proceso se define como la aplicación de una serie de etapas lógicas y ordenadas que persigue un objetivo común. Si a este término se le agrega la palabra industrial, entonces se refiere a cualquier conjunto de actividades o serie de trabajos físicos y/o químicos que provoca un cambio físico o químico en la materia prima, con la finalidad de generar productos de valor comercial. La transformación de las materias primas se realiza por medio de una serie de etapas lógicas y ordenadas para obtener un producto de valor comercial. Al conjunto de dichos cambios que experimenta el producto final se le conoce como proceso industrial; como se explicó antes, todo proceso industrial se caracteriza por el uso de insumos y suministros que, sometidos a una transformación, generan productos, subproductos y residuos, como agua residual, emisión de gases o material peligroso. En la Figura II.1. se observa una representación general de un proceso industrial en forma de diagrama.

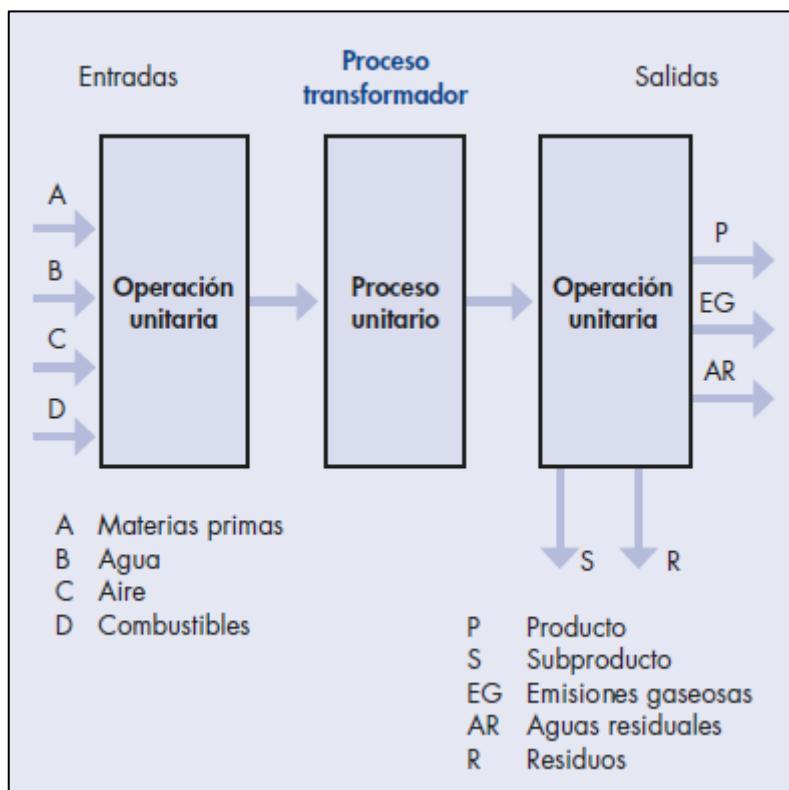


Figura II.1. Representación general de un proceso industrial.

Fuente: Adaptada de *Introducción a la Ingeniería Industrial* (p. 33), por Baca et al., 2014, Grupo Editorial Patria.

La norma ISO-9000 señala que un resultado deseado se alcanza más eficientemente cuando las actividades y los recursos relacionados se gestionan como un proceso.

Proceso se entiende aquí como un conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados. Por lo general, en una organización interactúan muchos procesos para al final producir o entregar un producto o servicio, de tal forma que los elementos de entrada para un proceso son generalmente resultado de otros procesos. Por ello es importante enfocarse en las actividades que producen los resultados, en lugar

de limitarse a los resultados finales. Esto implica identificar los diferentes procesos que interactúan para lograr un resultado y hacer que el trabajo y las interacciones entre los diferentes procesos fluyan en forma ágil y con la calidad adecuada. En suma, gestionar un sistema con un enfoque basado en procesos significa identificar y gestionar sistemáticamente los procesos empleados en la empresa y, en particular, las interacciones entre tales procesos. (Gutiérrez, 2010).

### 2.2.1.2. Elementos de un proceso

Durán (2007) sostiene que un proceso está constituido por elementos de actividades cuya integración da lugar al proceso en sí. Los elementos mayores que podemos imaginar para registrar y luego analizar un proceso son conocidos como los elementos de un proceso. Estos son lo de mayor utilización y los que producen mayor impacto económico en los países en desarrollo. Recordando que las actividades necesitan ser descritas primero, y luego, calificadas, los calificativos que se pueden asignar a las actividades registradas de un proceso son:

- **Operación:** Es aquella actividad que ocurre en una máquina o lugar de trabajo, durante la cual se altera una o varias de las características físicas o químicas de un objeto, o el estado de desarrollo de un servicio. Su símbolo es un círculo O. Ejemplos: coser sacos en una máquina, moldear material para conformar tableros de lana de madera, cortar perfiles de madera, etc. En aquellas actividades que no son de manufactura está representada por las actividades más representativas o importantes como: Facilitar y/o recibir información, planificar, tomar una decisión, confeccionar planos, tomar signos vitales, efectuar una cirugía.
- **Transporte:** Se denomina así a aquellas actividades que involucran movimientos de materiales u objetos de un lugar a otro; o a la simple manipulación de papeles, de materiales o de personas en el lugar de trabajo, sin contribuir a la evolución o terminación del servicio a proporcionarse. Se excluyen a los que forman parte de una operación o de una inspección. Los transportes ordinariamente ocurren entre dos operaciones, entre inspecciones, almacenamientos y demoras. Su símbolo es  $\Rightarrow$ . Ejemplos son el movimiento de los tableros de lana de madera entre las fases de moldeo y prensado, el movimiento de los materiales entre el almacén y los camiones repartidores, el manipular inoficiosamente papeles en un proceso de servicio como emitir un documento o cancelar una factura, buscar información o materiales.
- **Inspección:** Es la comparación de las características de un objeto o de un servicio con respecto a un standard de calidad o de cantidad. Su símbolo es  $\square$ . Hay inspección cuando verificamos el peso de salida de los sacos de cemento, cuando comprobamos el estado final de un producto terminado, evaluar a un paciente, etc.
- **Demora:** También conocida como espera o retardo, ocurre cuando al terminar una actividad cualquiera, la siguiente, pudiéndose, no se la realiza de inmediato, y el sujeto de la transformación es detenido en su avance. A estas actividades se las denomina también almacenamiento temporal. Su símbolo es la letra D. Ejemplos de demora son los amontonamientos de materiales en el suelo, las personas en una cola de espera, las solicitudes de servicio en un puesto de atención.
- **Almacenamiento:** Ocurre cuando el material es retenido en un estado y en un lugar, y del cual, para moverlo, se requiere de una orden u autorización. Su símbolo es  $\nabla$ . Se diferencia de la demora en que, para mover un material en espera, no se requiere de autorización alguna.
- **Actividades combinadas:** Cuando se desee calificar actividades cuya ejecución sea simultánea, se utilizan combinadamente los símbolos necesarios. La siguiente es la representación de una operación e inspección simultánea:  $\square\Rightarrow$ .

### 2.2.1.3. Características de un proceso

De acuerdo con Aldana et al. (2011), los procesos se caracterizan porque:

1. Deben ser identificados y documentados: deben ser comunicados, entendidos y seguidos consistentemente, y sus requerimientos y mediciones deben ser establecidos con claridad y en forma oportuna. Además, han de estar articulados a metas y fines.

2. Deben tener un nivel de estabilidad, que asegure el seguimiento para obtener los resultados programados.
3. Son consistentes; es decir, además de políticas y estrategias poseen objetivos, se enmarcan en límites, tienen dueño y responsables, poseen clientes y proveedores y responden a normatividades.
4. Se estandarizan mediante un compromiso escrito, hecho de mutuo acuerdo. La estandarización reduce las causas de variabilidad de los procesos.
5. Crean valor a partir de la relación cliente-proveedor, tal como se muestra en la Figura II.2.

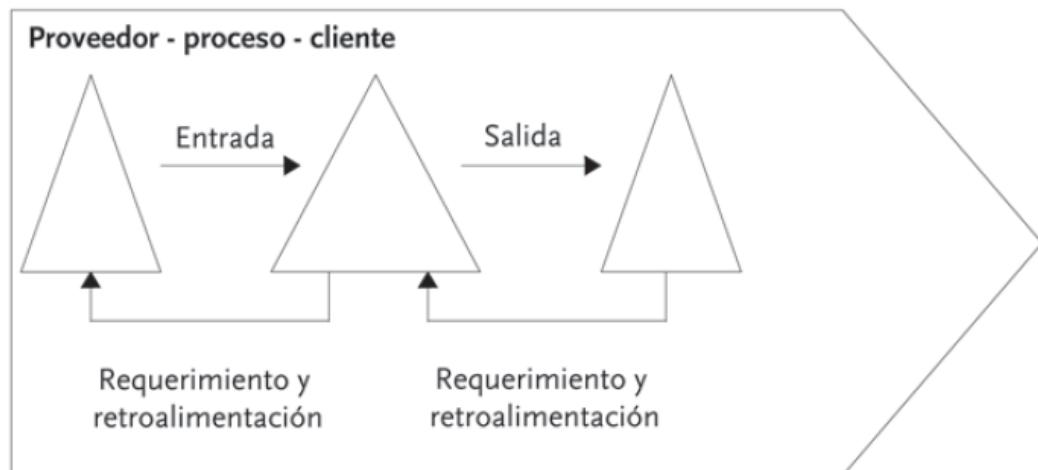


Figura II.2. Relación proveedor-proceso-cliente.

Fuente: Adaptada de *Gestión por Calidad Total en la Empresa Moderna*. (p. 56), por Canela, 1997, Editorial Alfaomega.

## 2.2.2. Productividad

### 2.2.2.1. Concepto de productividad

Cruelles (2013) afirma que productividad es una ratio o índice que mide la relación existente entre la producción realizada y la cantidad de factores o insumos empleados en conseguirla. Cuanto mayor sea la productividad de nuestra empresa, menor serán los costes de producción y, por lo tanto, aumentará nuestra competitividad dentro del mercado. Asimismo, sostiene que la formulación de la productividad puede plantearse de tres maneras:

- **Productividad total:** es el cociente entre la producción total y todos los factores empleados.
- **Productividad multifactorial:** relaciona la producción final con varios factores, normalmente trabajo y capital.
- **Productividad parcial:** es el cociente entre la producción final y un solo factor.

En estos cocientes, tanto numerador (producción) como denominador (factores) irán expresados en la misma unidad, generalmente en unidades monetarias.

De acuerdo con Socconini (2019), la mejora de la productividad es la obtención de mejores resultados de un proceso. En pocas palabras: «hacer más con menos». Esta definición se puede formular de la siguiente manera:

$$P = \frac{\text{Salidas}}{\text{Entradas}} = \frac{\text{Producción}}{\text{Factores}}$$

#### **2.2.2.2. Medición de la productividad**

De acuerdo con Baca et al. (2014), la medición de la productividad se realiza de forma inmediata y directa, si se tiene cuantificada la producción alcanzada en cada periodo, por ejemplo, considerando el volumen de piezas producidas por turno y el número de horas-hombre trabajadas en el periodo, el cálculo de la productividad será directo dividiendo las piezas sobre el número de horas. También resulta útil medir los niveles de variación de la productividad en función del porcentaje de variación con respecto al periodo anterior.

#### **2.2.2.3. Control de la productividad**

Según Cruelles (2013), un sistema de control de la productividad pretende ser algo mucho más amplio que un informe de la situación real frente a lo que debería ser. Mucho más que un gráfico que señale lo bien o lo mal que lo hemos hecho, se trata de identificar a cada uno de los causantes de retrasos en la ejecución del trabajo y cuantificar dicho retraso. Para realizar un control de productividad se debe disponer de la siguiente información:

- Cantidad de trabajo realizado, por ejemplo, el tipo de piezas y la cantidad producida.
- Tiempo dedicado para realizar ese trabajo, incidencias ocurridas y horas a no control.
- Tiempo estándar de la tarea, fruto del estudio de tiempos realizado.
- Información básica sobre el marco legal (Convenio, Estatuto de los trabajadores).

#### **2.2.2.4. Limitantes de la productividad**

Socconini (2019) menciona que en un proceso se utilizan materiales, personas, recursos naturales, tecnología y recursos financieros que dan como resultado un producto o servicio. Asimismo, afirma que la productividad no es infinita. Esta se ve afectada por una gama muy amplia de problemas que limitan los resultados que se pueden obtener a partir de los recursos disponibles. Los ingenieros japoneses han clasificado estos limitantes en tres grupos a los que llamaron las 3 «Mu», debido a que todas empiezan con la sílaba mu: *Muri* (sobrecarga), *Mura* (Variabilidad), y *Muda* (Desperdicios).

### **2.2.3. Estandarización**

#### **2.2.3.1. Concepto de estandarización**

De acuerdo con Hernández y Vizán (2013), la estandarización es una técnica que persigue la elaboración de instrucciones escritas o gráficas que muestren el mejor método para hacer las cosas. Asimismo, sostienen que los estándares son descripciones escritas y gráficas que nos ayudan a comprender las técnicas y técnicas más eficaces y fiables de una fábrica y nos proveen de los conocimientos precisos sobre personas máquinas, materiales, métodos, mediciones e información, con el objeto de hacer productos de calidad de modo fiable, seguro, barato y rápidamente. Por otro lado, sentencian que este concepto de “estándar” es diametralmente opuesto a los sistemas rígidos de aquellas empresas en donde la estandarización se traduce en documentos muertos que reposan en estantes o paneles, desfasados y poco o nada utilizados; incluso suelen tener errores en las descripciones de los métodos y en otras usan enfoques inapropiados para el usuario o situación particular.

#### **2.2.3.2. Características de una correcta estandarización**

Hernández y Vizán (2013) mencionan cuatro características que debe tener una correcta estandarización, las cuales son:

- Ser descripciones simples y claras de los mejores métodos para producir cosas.
- Proceder de mejoras hechas con las mejores técnicas y herramientas disponibles en cada caso.
- Garantizar su cumplimiento.
- Considerarlos siempre como puntos de partida para mejoras posteriores.

### **2.2.3.3. Estandarización desde un enfoque de calidad**

“Un enfoque de calidad requiere que los resultados de los procesos cumplan con los requisitos de sus clientes de manera sistemática; en esto radica la importancia de estandarizar o normalizar un proceso, definir y documentar los procedimientos necesarios para cumplir con los requisitos siempre que se diseñe, elabore y entregue un producto o un servicio.” (Aldana et al., 2011). Asimismo, afirma que la estandarización de procesos implica tener una orientación al cliente, una actitud profesional y actuar siempre con coherencia, responsabilidad y, sobre todo, con ética ante los clientes. Además, sostiene que un estándar es un nivel alcanzable y deseable del desempeño contra el cual puede ser comparado el desempeño actual; mientras que, la estandarización es un proceso sistemático y dinámico que permite diseñar e implementar estándares (procedimientos documentados, utilizados en común y varias veces por todas las personas involucradas en el desarrollo de un proceso). Los estándares son un instrumento básico para gerenciar los procesos y garantizar la calidad.

Según Aldana et al. (2011), las principales acciones que debe tener en cuenta el profesional que maneja la estandarización de procesos son las siguientes:

- Conocer los bienes tangibles e intangibles que ofrece la empresa y cómo agregan valor a quienes los solicitan.
- Tener siempre una actitud mental positiva y regirse por valores como la responsabilidad y la honestidad.
- Ser coherente con las promesas hechas a los clientes, y en el caso del servicio responsable, con cada momento de verdad que se presente en el proceso de prestación del servicio.
- Proyectar una buena imagen de la empresa en cada interacción que se dé en el proceso.
- Tomarse el tiempo necesario para hacer las observaciones de las etapas del proceso, de tal manera que el nivel que quede en el mismo esté muy bien calculado.
- Hacer partícipes de la estandarización a todos los miembros de la unidad en la que se estandarizan los procesos, desde el papel de dueño hasta el de beneficiario.
- Conocer en forma profunda, mediante la investigación, las necesidades de las partes interesadas.
- Manejar las herramientas de medición de la capacidad del proceso, como el control estadístico de proceso (CEP).
- Dar a conocer la información que se recoge en la medición a todas las personas afectadas en la cadena de valor del proceso.

### **2.2.4. Control estadístico de procesos**

#### **2.2.4.1. Concepto de Control Estadístico de Procesos**

De acuerdo con Evans y Lindsay (2014), el control estadístico de procesos (CEP) es una metodología con la que es posible dar seguimiento a un proceso a fin de identificar las causas especiales de variación y señalar la necesidad de emprender una acción correctiva. Muchos clientes exigen que sus proveedores muestren evidencias de que aplican el control estadístico de procesos. Por tanto, el CEP constituye un método por medio del cual una empresa puede demostrar su capacidad de calidad, una actividad necesaria para sobrevivir en los mercados tan competitivos de la actualidad. El CEP es eficaz, de manera particular, en el caso de las compañías que se encuentran en las primeras etapas del proceso de garantizar la calidad. Ayuda a los trabajadores a saber cuándo emprender una acción y, lo que es más importante, cuándo dejar solo un proceso.

#### **2.2.4.2. Herramientas Elementales del Control Estadístico de Procesos**

Entre las herramientas elementales del Control Estadístico de Procesos, tenemos las siguientes:

##### **A. Histograma**

Triola (2018) menciona que un histograma es una gráfica que consiste en barras adyacentes de igual anchura dibujadas (a menos que haya espacios en los datos). La escala horizontal

representa clases de valores cuantitativos, y la escala vertical representa sus frecuencias. Las alturas de las barras corresponden a los valores de frecuencia. Un histograma tiene diversos usos importantes, tales como:

- Despliega visualmente la forma de la distribución de los datos.
- Muestra la ubicación del centro de los datos.
- Muestra la dispersión de los datos.
- Identifica los valores atípicos.

En la Figura II.3. se muestran las formas más comunes de distribución en histogramas.

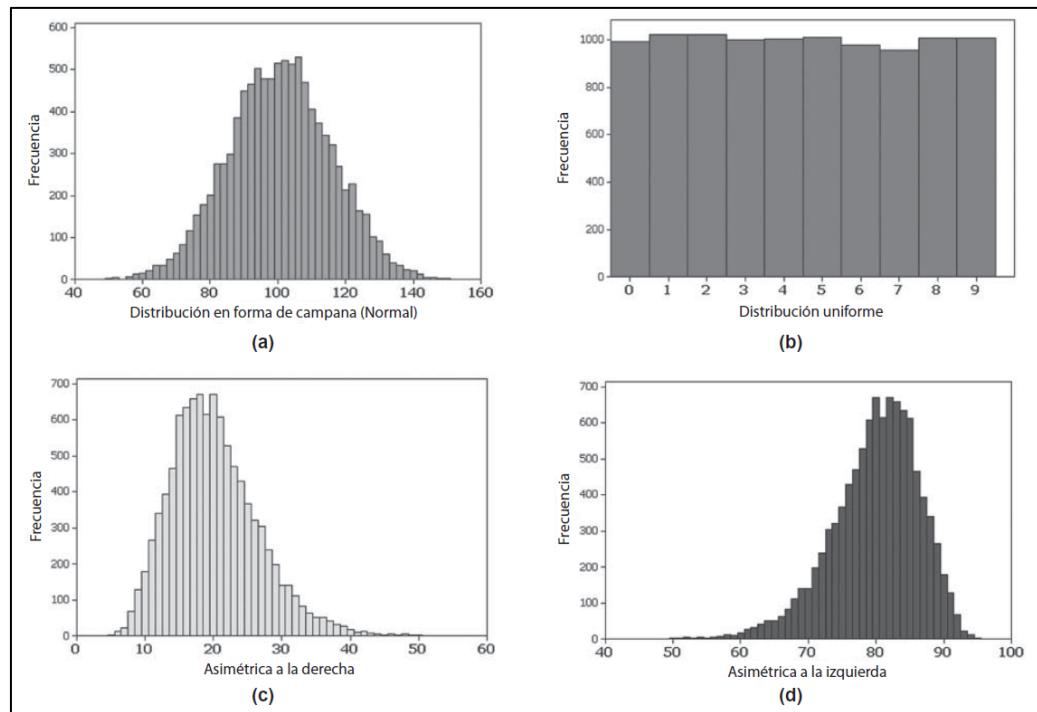


Figura II.3. Formas comunes de distribución en histogramas.

Fuente: Adaptada de *Estadística*. (p. 52), por Triola, 2018, Pearson Educación.

Para interpretar un histograma, Véliz (2011) recomienda lo siguiente:

- Observar las barras de mayor frecuencia, es decir, la “tendencia central” de los datos.
- Estudiar el punto en donde se “centran” los datos.
- Estudiar la variabilidad.
- Analizar la forma del histograma. Observar si el histograma es simétrico, sesgado, multimodal o presenta depresiones.
- Observar la existencia de “datos raros”, es decir, medidas muy extremas. Los datos raros reflejan a menudo situaciones especiales que es preciso investigar (datos incorrectos, mediciones realizadas sobre elementos que no pertenecen a la población o proceso en estudio).

En cuanto a las limitaciones de un histograma, Gutiérrez y De la Vara (2013) señalan las siguientes:

- No considera el tiempo en el que se obtuvieron los datos; por lo tanto, con el histograma es difícil detectar tendencias que ocurren a través del tiempo. Por tal razón, no ayuda a estudiar la estabilidad del proceso en el tiempo, lo cual se analiza por medio de cartas de control.

- No es la técnica más apropiada para comparar de manera práctica varios procesos o grupos de datos; en esos casos, el diagrama de caja o la gráfica de medias son más apropiados.
- La cantidad de clases o barras influye en la forma del histograma, por lo que una buena práctica es que a partir de la cantidad de clases que de manera inicial sugiere un software, se analice el histograma con un número de clases ligeramente menor y un poco más de clases, a fin de verificar si se observa algo diferente.

## B. Diagrama de Causa y Efecto

El diagrama de causa-efecto o de Ishikawa<sup>1</sup> es un método gráfico que relaciona un problema o efecto con los factores o causas que posiblemente lo generan. La importancia de este diagrama radica en que obliga a buscar las diferentes causas que afectan el problema bajo análisis y, de esta forma, se evita el error de buscar de manera directa las soluciones sin cuestionar cuáles son las verdaderas causas. (Gutiérrez y De la Vara, 2013). Asimismo, para realizar este tipo de diagrama mencionan los métodos siguientes:

- **Método de las 6 M:** se agrupan las causas potenciales de acuerdo con las 6M (Mano de obra, Métodos, Máquinas, Materiales, Mantenimiento, Medio ambiente).

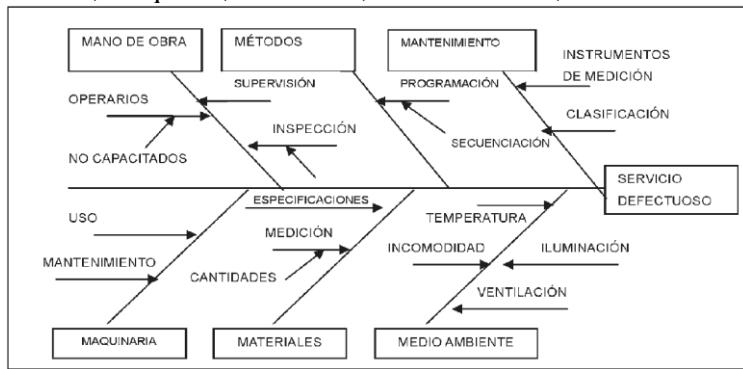


Figura II.4. Ejemplo de diagrama de Ishikawa según método 6M.

Fuente: Adaptada de *Ingeniería de Métodos, Movimientos y Tiempos*. (p. 104), por Palacios, 2009, Ecoe Ediciones.

- **Método flujo del proceso:** su línea principal sigue el flujo del proceso y en ese orden se agregan las causas.

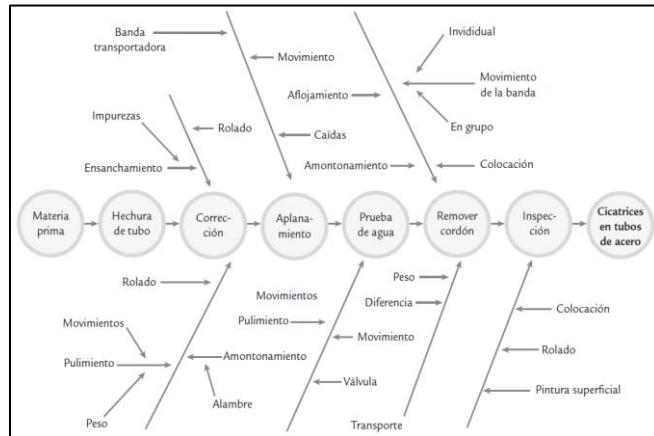


Figura II.5. Ejemplo de diagrama de Ishikawa tipo flujo de proceso.

Fuente: Adaptada de *Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma*. (p. 151), por Gutiérrez y De la Vara, 2013, Mc Graw Hill.

- **Método de estratificación:** considera directamente las causas potenciales y agrupándolas por similitud.

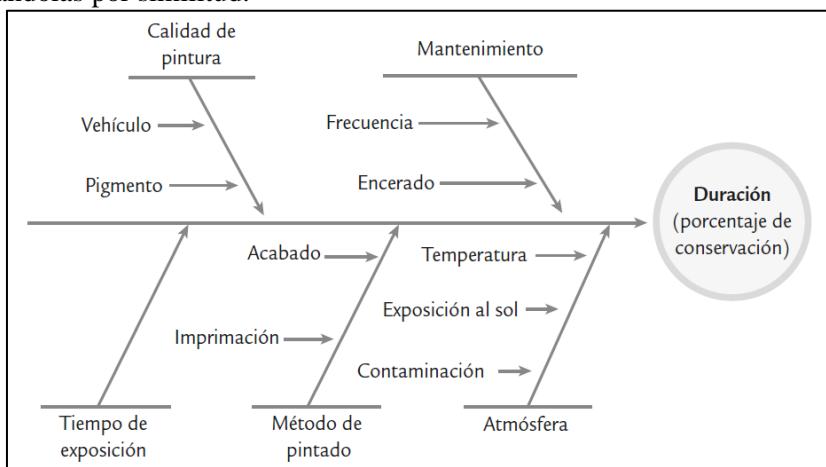


Figura II.6. Ejemplo de diagrama de Ishikawa tipo enumeración de causas.

Fuente: Adaptada de *Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma*. (p. 151), por Gutiérrez y De la Vara, 2013, Mc Graw Hill.

En cuanto a las aplicaciones del diagrama de Ishikawa, Maldonado (2018) menciona las siguientes utilidades:

- El elaborar un diagrama causa-efecto favorece el intercambio de técnicas y experiencias entre los miembros del grupo de trabajo, cada uno de los cuales ganará nuevo conocimiento ya sea al realizar el diagrama o al estudiar uno terminado.
- El diagrama puede ser utilizado para el análisis de cualquier problema, ya que sirve tanto para identificar los diversos factores que afectan un resultado, como para clasificarlos y relacionarlos entre sí.
- El análisis que supone la elaboración del diagrama ayuda también a determinar el tipo de datos a obtener con el fin de confirmar si los factores seleccionados fueron realmente las causas del problema.
- El diagrama se puede emplear, por otra parte, para prevenir problemas, pues proporciona una visión de conjunto, bien sea de los factores de una determinada característica de calidad, o bien, de las fases que integran el proceso. Cuando se detectan causas potenciales de un problema, éstas pueden prevenirse si se adoptan controles apropiados.
- El diagrama causa-efecto muestra la habilidad profesional que posee el personal encargado del proceso; entre más alto sea el nivel, mejor será el diagrama resultante.

Cantú (2011) propone cuatro pasos para la elaboración de un diagrama de Ishikawa, los cuales son:

- **Paso 1:** Decidir cuál es el problema por analizar o la característica de calidad por considerar, lo cual suele hacerse mediante el uso del diagrama de Pareto.
- **Paso 2:** Escribir la característica seleccionada en un recuadro en el lado derecho de una hoja y dibujar una flecha gruesa que comienza en el lado izquierdo y apunta hacia el recuadro.
- **Paso 3:** Escribir los factores principales que podrían causar el problema en cuestión de acuerdo con la clasificación mencionada de las seis M; puede incluir cualquier otra categoría que podría ayudar a entender mejor el problema.
- **Paso 4:** En cada rama, según la categoría de que se trate, se deben anotar con mayores detalles las causas que podrían dar lugar al problema. Cabe mencionar que

las categorías se podrán subdividir aún más si se piensa que ello ayudará a aclarar el origen del problema.

Los diagramas de pescado han tenido mucho éxito en los círculos de calidad japoneses, donde se espera la contribución de todos los niveles de trabajadores y gerentes. Se puede demostrar que dichos diagramas no han tenido tanto éxito en la industria de Estados Unidos, donde la cooperación entre el trabajo y la administración puede ser menos eficiente en la producción de las soluciones y resultados deseados (Cole, 1979).

### C. Hoja de Verificación

De acuerdo con Baca et al. (2014), las hojas de verificación, también conocidas como hojas de datos, son formatos que almacenan información relevante sobre un proceso o una actividad. Las hojas de verificación no tienen un formato único, ya que la información almacenada en ellas depende de la naturaleza del proceso a ser analizado y del diseño propio que cada persona establezca para sus registros. En la Figura II.7. se muestra un ejemplo de hoja de verificación.

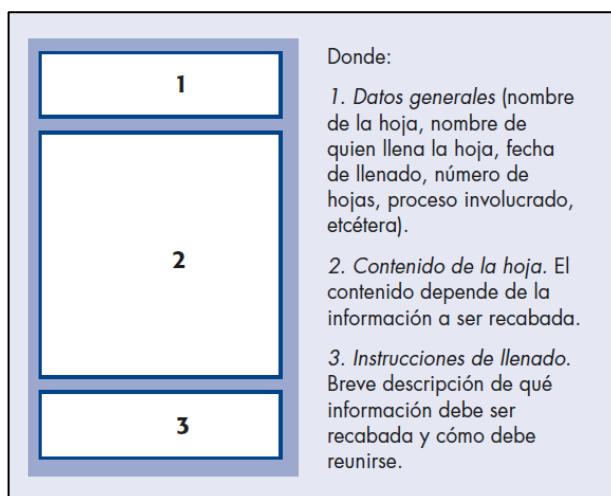


Figura II.7. Ejemplo de hoja de verificación.

Fuente: Adaptada de *Introducción a la Ingeniería Industrial*. (p. 120), por Baca et al., 2014, Grupo Editorial Patria.

Según Maldonado (2018), hay un número ilimitado de formatos para una Hoja, puesto que el usuario puede desarrollarlas basado en los datos requeridos para resolver un problema o actuar sobre un área de mejora. y puede ser creativo e inventar su propia Hoja si las existentes no se adecuan a sus necesidades. A continuación, se mencionan tres tipos de hojas de verificación:

- Registro de datos
- Localización
- Lista de verificación

En cuanto a los usos de las hojas de verificación en procesos productivos, Cantú (2011) menciona los siguientes:

- Verificar la distribución del proceso de producción y elaborar el histograma correspondiente.
- Registrar la ocurrencia de defectos y verificar las causas de estos.
- Representar la localización de los defectos sobre determinada pieza y asegurar que se han realizado las actividades programadas de cierta operación.

Gutiérrez y De la Vara (2013) señalan que algunas de las situaciones en las que resulta de utilidad obtener datos a través de las hojas de verificación son las siguientes:

- Describir el desempeño o los resultados de un proceso.
- Clasificar las fallas, quejas o defectos detectados, con el propósito de identificar sus magnitudes, razones, tipos de fallas, áreas de donde proceden, etcétera.
- Confirmar posibles causas de problemas de calidad.
- Analizar o verificar operaciones y evaluar el efecto de los planes de mejora.

Asimismo, mencionan que la finalidad de la hoja de verificación es fortalecer el análisis y la medición del desempeño de los diferentes procesos de la empresa, a fin de contar con información que permita orientar esfuerzos, actuar y decidir objetivamente.

La ventaja principal de usar este tipo de herramientas es que facilitan tanto la localización como el análisis de información, además de que permiten visualizar la distribución de un proceso de producción desde un punto de vista amplio y claro, con lo cual se pueden ubicar y verificar los defectos en él. (Cantú, 2011).

Para elaborar una hoja de verificación, Maldonado (2018) sugiere el siguiente procedimiento:

- **Paso 1:** Definir claramente el propósito de la recolección de los datos. Identificar los factores más significativos en el problema/área de mejora.
- **Paso 2:** Decidir cómo recolectar los datos. Utilizar el concepto 5W/1H (*what*: qué; *where*: dónde; *when*: cuándo; *who*: quién; *why*: porqué; *how*: cómo) y determinar el responsable, fecha y lugar de la recolección y el método de recolección.
- **Paso 3:** Estimar el total de datos que serán recolectados. Considerar si los datos pueden ser recolectados dentro del tiempo especificado.
- **Paso 4:** Decidir el formato de la Hoja. Hacer un borrador de la Hoja; debe procurarse que sea de fácil uso. Definir el arreglo de los elementos. Definir los símbolos que se van a utilizar. En caso de variables, definir la unidad de medición; para atributos, definir los símbolos a utilizar.
- **Paso 5:** Escribir los datos en la Hoja.
- **Paso 6:** Verificar y actualizar el formato de la Hoja en caso de que sea necesario. Uso: ¿Satisface los objetivos? ¿Es fácil de usar?

Gutiérrez y De la Vara (2013) brindan las siguientes recomendaciones para el uso de una hoja de verificación:

- Determinar qué situación es necesario evaluar, sus objetivos y el propósito que se persigue. A partir de lo anterior, definir qué tipo de datos o información se requiere.
- Establecer el periodo durante el cual se obtendrán los datos.
- Diseñar el formato apropiado. Cada hoja de verificación debe llevar la información completa sobre el origen de los datos: fecha, turno, máquina, proceso, quién toma los datos. Una vez obtenidos, se analizan e investigan las causas de su comportamiento. Para ello se deben utilizar gráficas. Es necesario buscar la mejora de los formatos de registro de datos para que cada día sean más claros y útiles.

#### D. Diagrama de Pareto

El análisis de Pareto es una técnica para llevar la cuenta del número de defectos de un producto o servicio. Su nombre le fue impuesto en honor de un científico italiano del siglo XIX, Wilfredo Pareto, quien observó que la mayor parte de la “actividad” de un proceso se debe a relativamente pocos “factores”. Su concepto, con frecuencia denominado regla 80-20, es que 80% de la actividad se debe a 20% de los factores. Al concentrarse en 20% de los factores, los gerentes pueden dedicarse a 80% del problema. (Lind et al. 2012).

De acuerdo con Maldonado (2018), elaborar un Diagrama de Pareto tiene los siguientes beneficios:

- Es el primer paso para la realización de mejoras.
- Canaliza los esfuerzos hacia los “pocos vitales”.
- Ayuda a priorizar y a señalar la importancia de cada una de las áreas de oportunidad.
- Se aplica en todas las situaciones en donde se pretende efectuar una mejora, en cualquiera de los componentes de la Calidad Total: la calidad del producto/servicio, costos, entrega, seguridad, y moral.
- Permite la comparación antes/después, ayudando a cuantificar el impacto de las acciones tomadas para lograr mejoras.
- Promueve el trabajo en equipo ya que se requiere la participación de todos los individuos relacionados con el área para analizar el problema, obtener información y llevar a cabo acciones para su solución.

Según Baca et al. (2014), para la construcción de un diagrama de Pareto se siguen estos pasos:

- **Paso 1:** Elegir un problema que se quiera resolver y detectar las causas más comunes que provocan dicho problema.
- **Paso 2:** Clasificar las causas detectadas de acuerdo con el número de veces que dichas causas ocasionaron el problema (frecuencia).
- **Paso 3:** Ordenar las frecuencias de mayor a menor y calcular los porcentajes para cada una. Después, calcular los porcentajes de frecuencias acumuladas.
- **Paso 4:** Graficar, en el eje de las x, las causas más comunes, iniciando, de izquierda a derecha, con la de mayor frecuencia. Terminar de graficar las causas y en seguida graficar los porcentajes que cada una de éstas representa, según su frecuencia acumulada.
- **Paso 5:** Analizar el diagrama para poder resolver las causas de los problemas que se consideren necesarios atacar.

Gutiérrez y De la Vara (2013) realizan las siguientes recomendaciones para la elaboración de un análisis de Pareto:

- En general, el diagrama de Pareto clasifica problemas en función de categorías o factores de interés; por ejemplo, por tipo de defecto o queja, modelo de producto, tamaño de la pieza, tipo de máquina, edad del obrero, turno de producción, tipo de cliente, tipo de accidente, proveedor, métodos de trabajo u operación. Cada clasificación genera un diagrama.
- El eje vertical izquierdo debe representar las unidades de medida que proporcionen una idea clara de la contribución de cada categoría a la problemática global. De esta forma, si la gravedad o costo de cada defecto o categoría es muy diferente, entonces el análisis debe hacerse sobre el resultado de multiplicar la frecuencia por la gravedad o costo unitario correspondiente.
- En un análisis, lo primero es hacer un Pareto de problemas (primer nivel) y después al problema dominante, si es que se encontró, se le hacen tantos Paretos de causas (segundo nivel) como se crea conveniente. Se recomienda no pasar al tercer nivel hasta agotar todas las opciones (factores de interés) de segundo nivel.
- Un criterio rápido para saber si la primera barra o categoría es significativamente más importante que las demás, no es que ésta represente 80% del total, sino que supere o predomine de manera clara sobre al resto de las barras.
- Cuando en un DP no predomina ninguna barra y tiene una apariencia plana o un descenso lento en forma de escalera, significa que se deben reanalizar los datos o el problema y su estrategia de clasificación. En estos casos y, en general, es conveniente ver el Pareto desde distintas perspectivas, siendo creativo y clasificando

el problema o los datos de distintas maneras, hasta localizar un componente importante. Por ejemplo, ver si algunas de las categorías son muy parecidas, de forma que se pudieran clasificar en una sola.

- El eje vertical derecho representa una escala en porcentajes de 0 a 100, para que con base en ésta sea posible evaluar la importancia de cada categoría con respecto a las demás, en términos porcentuales; en tanto, la línea acumulativa representa los porcentajes acumulados de las categorías.
- Para que no haya un número excesivo de categorías que dispersen el fenómeno se agrupan las categorías que tienen relativamente poca importancia en una sola y se le denomina la categoría “otras”, aunque no es conveniente que ésta represente un porcentaje de los más altos. Si esto ocurre, se debe revisar la clasificación y evaluar alternativas.

## E. Diagrama de Flujo

De acuerdo con García (2005), el diagrama de flujo es una representación gráfica de la secuencia de todas las operaciones, transportes, inspecciones, esperas y almacenamientos que ocurren durante un proceso. Incluye, además, la información que se considera deseable para el análisis; por ejemplo, el tiempo necesario y la distancia recorrida. Sirve para representar las secuencias de un producto, un operario, una pieza, etcétera. Asimismo, menciona que el propósito principal de los diagramas es proporcionar una imagen clara de toda la secuencia de acontecimientos del proceso y mejorar la distribución de los locales y el manejo de los materiales. También, sirve para disminuir las esperas, estudiar las operaciones y otras actividades interrelacionadas. Igualmente, ayuda a comparar métodos, eliminar el tiempo improductivo y escoger operaciones para su estudio detallado.

Camisón et al. (2006) menciona que un diagrama de flujo se aplica para:

- Realizar las descripciones formales de los procesos dentro de un sistema de gestión de la calidad.
- Identificar aspectos clave del proceso, a los que lógicamente se les deberá prestar mayor atención.
- Localizar posibles problemas, lo que permite llevar a cabo acciones de prevención.
- Buscar acciones o actividades omitidas, bien por error o bien por innecesarias.

Según Palacios (2009), un diagrama de flujo presenta las siguientes ventajas:

- Describe en forma sencilla el paso a paso de cada proceso y complementa la descripción literal, facilitando su consulta.
- Verifica el desarrollo del proceso y representa objetivamente aquello que ocurre en la rutina normal del trabajo.
- Facilita la visualización rápida e integrada de un proceso, la secuencia, el examen de los pasos y las responsabilidades de los ejecutantes.
- Identifica rápida y fácilmente los puntos débiles y fuertes del proceso.
- Describe cualquier proceso desde el más simple hasta el más complejo.
- Facilita la visualización de la distribución del trabajo en y entre dependencias.

En cuanto a la simbología de un diagrama de flujo, D'Alessio (2004) menciona que existen dos convenciones: simbología para diagramas de flujo de procesos administrativos y simbología para diagramas de procesos operativos, tal como se aprecia en el Cuadro II.1 y el Cuadro II.2.

Símbolo	Nombre	Explicación
→	ConeCTOR	Dirección y sentido del flujo.
□	Inicio, fin	Inicio o fin del flujo.
□	Actividad	Actividad durante un proceso.
○	ConeCTOR	Relacionar actividades del proceso.
□	Datos	Datos documentados.
◇	Decisión	Toma de decisiones sobre un proceso.
□	Documento	Generación de documentos.

Cuadro II.1. Símbolos para diagramas de flujo de procesos administrativos.

Símbolo	Nombre	Explicación
○	Operación	Acción que modifica un producto.
□	Inspección	Examinar o comprobar un producto.
⇒	Transporte	Trasladar un objeto a otro lugar.
□	Demora	Espera o almacenamiento temporal.
▽	Almacenamiento	Guardar y proteger un producto.

Cuadro II.2. Símbolos para diagramas de flujo de procesos operativos.

Para la elaboración de un diagrama de flujo, Gutiérrez y De la Vara (2013) describe los siguientes pasos:

- **Paso 1: Definir el objetivo del diagrama.** Establecer claramente, por escrito, el objetivo que se busca alcanzar con el diagrama a construir. Esto ayudará a definir el proceso sobre el que se hará el diagrama y el nivel de detalle que se requiere. Algunas razones típicas para hacer estos diagramas son: documentar el proceso, tener una idea general, resolver problemas de calidad o productividad, etc. En general entre más específico e importante sea el objetivo mayor detalle se requerirá. Por ejemplo, cuando se quiere entender mejor el proceso y eliminar ineficiencias, es usual clasificar las acciones o actividades.
- **Paso 2: Delimitar el proceso bajo estudio.** Un proceso es parte de un sistema, por lo que una tarea importante es delimitar las etapas, pasos o variantes que realmente es fundamental que se incluyan en el diagrama. Por ello será necesario expresar por escrito cuál es el proceso, dónde inicia, dónde termina y las grandes variantes que se incluirán en el diagrama.
- **Paso 3: Hacer un esquema general del proceso.** Para cumplir con esta actividad es necesario identificar las etapas o grupos de acciones más relevantes que constituyen el proceso bajo estudio, junto con la secuencia en la que se realizan. Aquí se puede recurrir a documentos del proceso y a la revisión de lo que realmente se hace en el proceso.
- **Paso 4: Profundizar en el nivel de detalle requerido,** hasta incluir lo que se requiere de las actividades que constituyen cada etapa principal.
- **Paso 5: Resaltar los puntos de decisión o bifurcación,** y de ser necesario identificar el tipo de actividades. Cuando se quiere mejorar un proceso es usual clasificar las acciones o actividades en seis categorías: operaciones, transportes, inspecciones, esperas, almacenamientos y actividades de retrabajo o reproceso.
- **Paso 6: Revisar el diagrama completo.** Comprobar que el diagrama del proceso tiene una secuencia clara y que ayuda a cumplir con el objetivo buscado, en caso contrario identificar faltantes o tareas por desarrollar.
- **Paso 7: Usar el diagrama para cumplir el objetivo planteado.** Si el diagrama no es suficiente para cumplir con el objetivo buscado, ver si lo que falta es incluir otros detalles o bien si es necesario recurrir a otra metodología.

García (2005) recomienda que previamente a la elaboración de un diagrama de flujo se debe obtener un plano del lugar en donde se efectúe el proceso seleccionado, en el cual debe estar representados todos los elementos permanentes, tales como: muros, columnas, escaleras, etcétera, así como semipermanentes como hacinamientos de material, bancos de servicios, etcétera. En el mismo plano debe estar localizado, de acuerdo con su posición actual, todo el equipo de manufactura, así como lugares de almacén, bancos de instrucción y, si se requiere, las instalaciones de energía. Igualmente, debe decidirse a quién se va a seguir: al hombre o al material, pero sólo a uno, que debe ser el mismo que se haya seguido en el diagrama del proceso. La simbología empleada se consigna en el Cuadro II.1. y el Cuadro II.2. También, puede suceder que, al mismo tiempo que ocurre una operación se ejecute una inspección, en cuyo caso se usan los dos símbolos combinados. Por ejemplo, retirar la pieza de una máquina e inspeccionarla simultáneamente, o al producir una pieza, verificar al mismo tiempo alguna de sus características.

#### F. Diagrama de Dispersión

De acuerdo con Maldonado (2018), el diagrama de dispersión es una herramienta utilizada con frecuencia cuando se desea realizar un análisis gráfico de datos bivariados, es decir los que se refieren a dos conjuntos de datos. El resultado del análisis puede mostrar que existe una relación entre una variable y la otra, y el estudio puede ampliarse para incluir una medida cuantitativa de tal relación. Asimismo, Cantú (2011) menciona que se trata de una técnica estadística utilizada para estudiar la relación entre dos variables; por ejemplo, entre una característica de calidad y un factor que le afecta, entre dos características de calidad relacionadas, o entre dos factores relacionados con una sola característica de calidad. La relación entre dos variables se representa mediante una gráfica de dos dimensiones en la que cada relación está dada por un par de puntos (uno para cada variable). La variable del eje horizontal ( $x$ ) normalmente es la variable causa, mientras que la variable del eje vertical ( $y$ ) es la variable efecto.

Según Maldonado (2018), un diagrama de dispersión sirve para lo siguiente:

- Proporciona la posibilidad de reconocer relaciones Causa/Efecto.
- Hace fácil el reconocimiento de correlaciones.
- Ayuda a determinar relaciones dinámicas o estáticas (de mediciones).
- Indica si dos variables (o factores o bien características de calidad) están relacionados.

Baca et al. (2014) señala que para conocer la relación existente entre dos variables, se utiliza el método de Pearson, que establece un valor llamado *coeficiente de correlación* ( $r$ ) de Pearson, el cual se calcula con la siguiente fórmula.

$$r = \frac{S(xy)}{\sqrt{S(xx)S(yy)}}$$

$$S(xx) = \sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{n};$$

$$S(yy) = \sum y_i^2 - \frac{(\sum y_i)^2}{n}$$

$$S(xy) = \sum x_i y_i - \frac{(\sum x_i)(\sum y_i)}{n}$$

Donde:

$x_i$  = Valores asignados al primer factor.

$y_i$  = Valores asignados al segundo factor.

$n$  = Número de parejas de datos.

Es importante hacer notar que:

$$-1 \leq r \leq 1$$

Esto significa que, si  $r = +1$  o  $r = -1$ , la correlación entre las características o variables analizadas es lineal. Mientras el valor absoluto de  $r$  se aproxime más a la unidad, la relación existente entre los datos analizados será mayor. Por el contrario, si  $r$  tiene un valor nulo ( $r = 0$ ), entonces no existe correlación alguna entre los datos. Según el Cuadro II.3., se indican los valores de  $r$  y su significado.

Coeficiente de Correlación	Relación
$0.80 \leq r \leq 1.00$	Fuerte, positiva
$0.30 \leq r \leq 0.80$	Débil, positiva
$-0.30 \leq r \leq 0.30$	No existe relación
$-0.80 \leq r \leq -0.30$	Débil, negativa
$-1.00 \leq r \leq -0.80$	Fuerte, negativa

Cuadro II.3. Valores del coeficiente de correlación ( $r$ ).

Fuente: Adaptada de *Introducción a la Ingeniería Industrial*. (p. 126), por Baca et al., 2014, Grupo Editorial Patria.

En ese sentido, para poder interpretar correctamente el cuadro anterior, es necesario mencionar que la relación de los datos es positiva cuando ambas variables aumentan (si  $x$  se incrementa,  $y$  también aumentará). En caso contrario, cuando una variable disminuye y la otra también, se dice que existe una correlación negativa.

En cuanto a la interpretación de un diagrama de dispersión, Triola (2018) explica cuatro diagramas de dispersión con diferentes características, tal como se indica en la Figura II.8.:

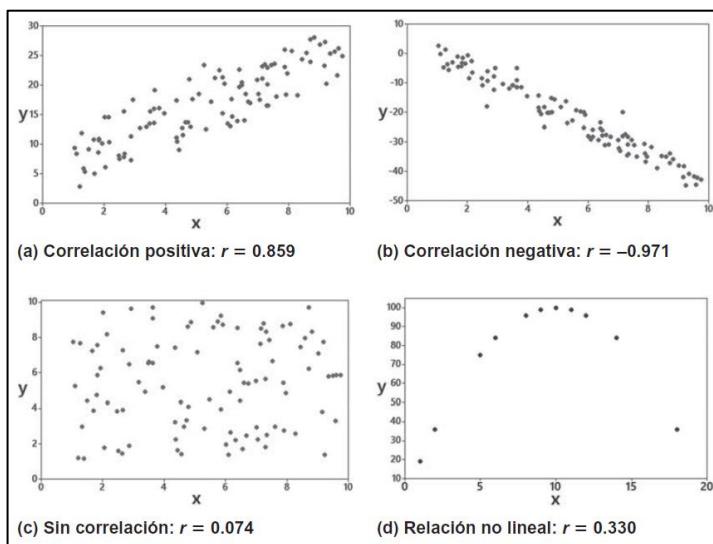


Figura II.8. Patrones de diagramas de dispersión.

Fuente: Adaptada de *Estadística*. (p. 471), por Triola, 2018, Pearson Educación.

- Figura II.8. (a): Línea recta definida o patrón lineal. Decimos que existe una correlación lineal positiva entre  $x$  y  $y$ , puesto que a medida que los valores de  $x$  aumentan, los valores correspondientes de  $y$  también aumentan.

- Figura II.8. (b): Línea recta definida o patrón lineal. Decimos que existe una correlación lineal negativa entre  $x$  y  $y$ , puesto que a medida que los valores  $x$  aumentan, los valores correspondientes de  $y$  disminuyen.
- Figura II.8. (c): Sin patrón definido, lo cual sugiere que no hay correlación entre  $x$  y  $y$ .
- Figura II.8. (d): Patrón definido que sugiere una correlación entre  $x$  y  $y$ . Pero el patrón no es el de una línea recta.

Existe también otra forma de interpretación respecto al grado de correlación, tal como lo indica Camisón et al. (2006) en la Figura II.9.

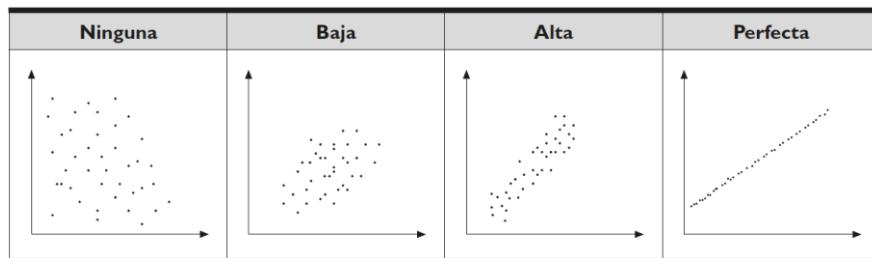


Figura II.9. Grados de correlación.

Fuente: Adaptada de *Gestión de la Calidad*. (p. 1242), por Camisón et al., 2006, Pearson Educación.

Los casos mostrados en la Figura II.9., se interpretan de la siguiente manera:

- **Ninguna correlación:** las variables no están correlacionadas; el efecto no está relacionado con la causa de ninguna forma.
- **Correlación Baja:** posible relación baja entre las variables; la causa puede afectar al efecto, pero levemente. Este caso puede resultar difícil de interpretar ya que puede existir o no relación entre las variables, por lo que será necesario calcular el coeficiente de correlación o cualquier otro soporte estadístico. Es conveniente encontrar otras causas que influyan en mayor medida, directamente y produzcan variación significativa en el efecto.
- **Correlación Alta:** es probable que la causa esté directamente relacionada con el efecto. De forma que un incremento de una variable provoca un aumento en la otra (correlación positiva), o una disminución de una variable provoca un incremento en la otra (correlación negativa). La relación entre variables también puede ser no lineal sino curvilínea.
- **Correlación perfecta:** dado un valor de la causa, el correspondiente valor del efecto puede ser estimado con absoluta certeza.

Para construir un diagrama de dispersión, Gutiérrez y De la Vara (2013) recomienda los siguientes pasos:

- **Paso 1: Obtención de datos.** Una vez que se han seleccionado las variables que se desea investigar, se colectan los valores de ambas sobre la misma pieza o unidad. Entre mayor sea el número de puntos con el que se construye un diagrama de dispersión es mejor. Por ello, siempre que sea posible se recomienda obtener más de 30 parejas de valores.
- **Paso 2: Elegir ejes.** Por lo general, si se trata de descubrir una relación causa-efecto, la posible causa se representa en el eje X y el probable efecto en el eje Y. Por ejemplo, X puede ser una variable de entrada y Y una de salida. Si lo que se está investigando es la relación entre dos variables cualesquiera, entonces en el eje X se

anota la que se puede controlar más, medir de manera más fácil o la que ocurre primero durante el proceso. Es necesario anotar en los ejes el título de cada variable.

- **Paso 3: Construir escalas.** Los ejes deben ser tan largos como sea posible, pero de longitud similar. Para construir la escala se sugiere encontrar el valor máximo y el mínimo de ambas variables. Es preciso escoger las unidades para ambos ejes de tal forma que los extremos de éstos coincidan de manera aproximada con el máximo y el mínimo de la correspondiente variable.
- **Paso 4: Graficar los datos.** Con base en las coordenadas en el eje X y en el eje Y, representar con un punto en el plano X-Y los valores de ambas variables. Cuando existen parejas de datos repetidos (con los mismos valores en ambos ejes), en el momento de estar graficando se detectará un punto que ya está graficado, y entonces se traza un círculo sobre el punto para indicar que está repetido una vez. Si se vuelve a repetir, se traza otro círculo concéntrico y así sucesivamente.
- **Paso 5: Documentar el diagrama.** Registrar en el diagrama toda la información que sea de utilidad para identificarlo, como son títulos, periodo que cubren los datos, unidades de cada eje, área o departamento, y persona responsable de colectar los datos.

El diagrama de dispersión es una forma muy sencilla y gráfica de visualizar la relación que existe entre dos variables, y ayuda a buscar soluciones que eliminan las causas reales de los problemas, mas no las que la intuición o una supuesta experiencia indiquen. (Cantú, 2011).

## G. Diagramas o Cartas de Control

El CEP depende de diagramas de control. Un diagrama de control es simplemente un diagrama de corrida al que se agregan dos líneas horizontales, llamadas límites de control: el límite de control superior (LCS) y el límite de control inferior (LCI), como se ilustra en la Figura II.10. El primero en proponer los diagramas de control fue Walter Shewhart en *Bell Telephone Laboratories*, en la década de 1920; y Deming los defendió de manera enérgica. Los límites de control se eligen estadísticamente para proporcionar una alta probabilidad (en general mayor que 0.99) de que los puntos queden entre estos límites si el proceso está en control. Los límites de control facilitan la interpretación de los patrones en un diagrama de corrida y la obtención de conclusiones sobre el estado de control. Si hay causas especiales el diagrama de control las indicará, y será posible emprender una acción correctiva con rapidez. Esto reducirá las probabilidades de fabricar un producto defectuoso.

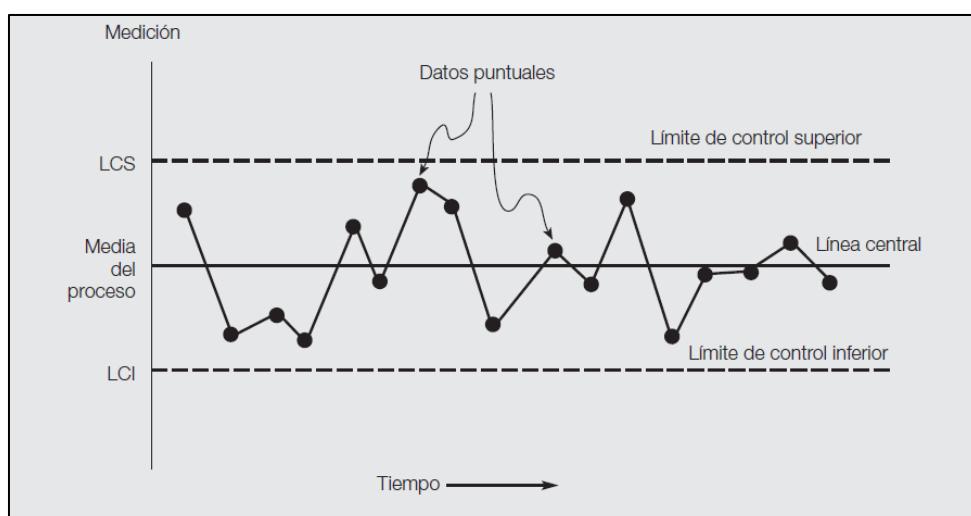


Figura II.10. Estructura de un diagrama de control.

Fuente: Adaptada de *Administración y Control de la Calidad*. (p. 404), por Evans y Lindsay, 2014, Editorial Cengage Learning.

Según Evans y Lindsay (2014), cuando un proceso está en control estadístico los puntos en el diagrama fluctúan en forma aleatoria entre los límites de control sin patrones reconocibles. La lista siguiente presenta un conjunto de reglas generales para examinar un diagrama de control a fin de establecer si el proceso está en control:

- No hay puntos fuera de los límites de control.
- La cantidad de puntos por encima y por debajo de la línea central es aproximadamente la misma.
- Los puntos al parecer caen aleatoriamente por encima y por debajo de la línea central.
- La mayoría de los puntos, pero no todos, están cerca de la línea central y sólo algunos están cerca de los límites de control.

El diagrama en la Figura II.11. ilustra un proceso en control. La premisa de base detrás de estas reglas es que la distribución de las medias de la muestra es normal. Esta premisa deriva del teorema del límite central de la estadística, el cual señala que la distribución de las medias de la muestra se aproxima a una distribución normal a medida que el tamaño de la muestra aumenta independientemente de la distribución original. Por supuesto, en el caso de muestras pequeñas, la distribución de los datos originales debe ser razonablemente normal para que esta premisa se mantenga. Se calcula que los límites de control superior e inferior sean de tres desviaciones estándar de la media general. Por tanto, la probabilidad de que cualquier media de la muestra quede fuera de los límites de control es pequeña. Esta probabilidad es el origen de la regla 1.

Dado que la distribución normal es simétrica, aproximadamente la misma cantidad de puntos quedan por encima y por debajo de la línea central. Además, como la media de la distribución normal es la mediana, cerca de la mitad de los puntos quedan en cada lado de la línea central. Por último, aproximadamente 68% de una distribución normal queda dentro de una desviación estándar de la media; por tanto, la mayoría de los puntos, aunque no todos, deben encontrarse cerca de la línea central. Estas características se mantendrán siempre que la media y la varianza de los datos originales no hayan cambiado durante el periodo en que se recopilaron los datos; esto quiere decir que el proceso es estable.

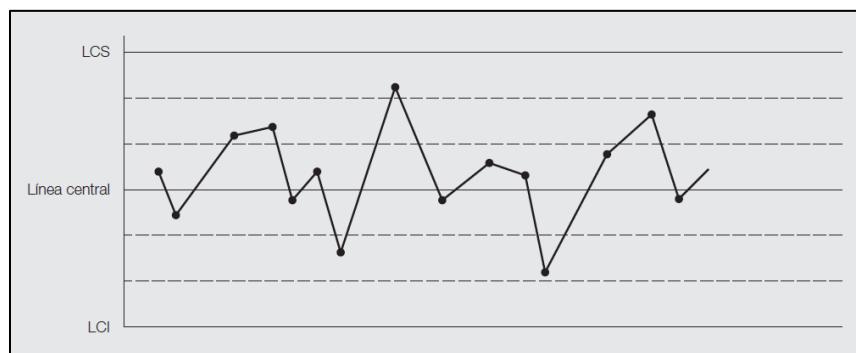


Figura II.11. Ejemplo de un proceso en control.

Fuente: Adaptada de *Administración y Control de la Calidad*. (p. 405), por Evans y Lindsay, 2014, Editorial Cengage Learning.

De acuerdo con Evans y Lindsay (2014), en los diagramas de control pueden surgir varios tipos de patrones poco comunes, tales como:

- **Un punto fuera de los límites de control:** Un punto aislado fuera de los límites de control con frecuencia se produce por una causa especial. Sin embargo, de vez en cuando esos puntos forman una parte normal del proceso y ocurren simplemente al azar. Una razón común para que un punto quede fuera del límite de control es algún

error en el cálculo de los límites de control. Usted siempre debe revisar sus cálculos cuando esto ocurra. Otras posibles causas son un aumento de tensión repentina, una herramienta rota, un error de medición o una operación incompleta que se ha omitido en el proceso.

- **Cambio súbito en el promedio del proceso:** Una cantidad poco común de puntos consecutivos que quedan de un lado de la línea central (véase la Figura II.12.) en general es un indicador de que el promedio del proceso ha cambiado de forma repentina. Las causas comunes podrían ser un nuevo operador o inspector, un ajuste reciente en una máquina o una modificación en la configuración o el método de producción.

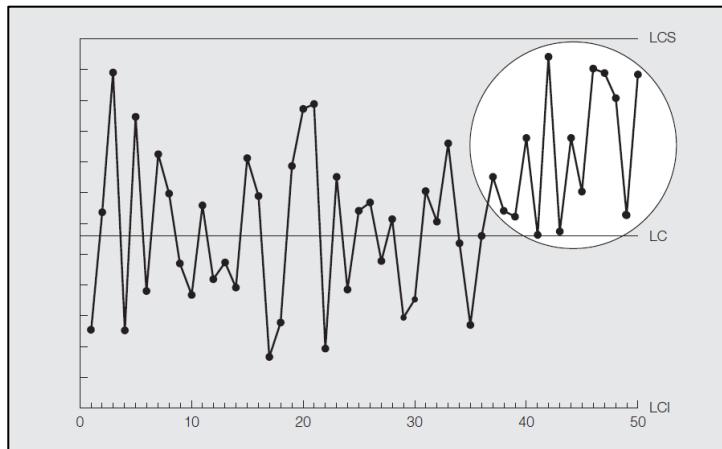


Figura II.12. Cambio en el promedio del proceso.

Fuente: Adaptada de *Administración y Control de la Calidad*. (p. 406), por Evans y Lindsay, 2014, Editorial Cengage Learning.

Para la detección oportuna de los cambios en el proceso se utilizan tres reglas generales. Una regla sencilla es que, si ocho puntos consecutivos quedan de un lado de la línea central, sería posible concluir que la media ha cambiado. En segundo lugar, la región entre la línea central y cada límite de control se divide en tres partes iguales. Luego, si 1) dos de tres puntos consecutivos quedan en la región del tercio externo entre la línea central y uno de los límites de control o 2) cuatro de cinco puntos consecutivos quedan dentro de la región de los dos tercios externos, también se concluiría que el proceso se ha salido de control. En la Figura II.13. se ilustran ejemplos de esto.

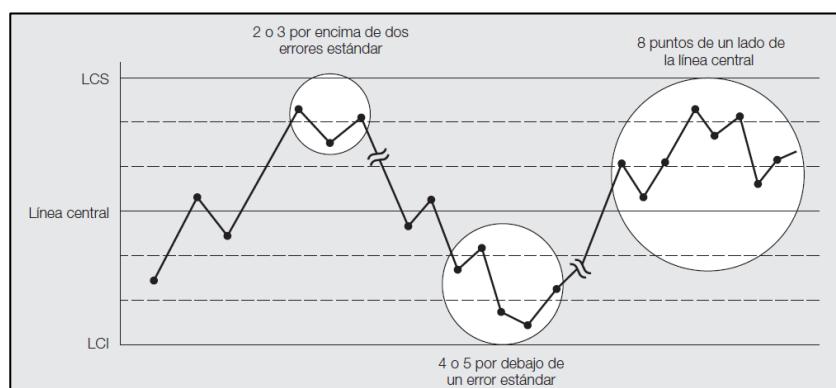


Figura II.13. Indicadores de cambios.

Fuente: Adaptada de *Administración y Control de la Calidad*. (p. 406), por Evans y Lindsay, 2014, Editorial Cengage Learning.

- **Ciclos:** Son patrones breves y repetidos en el diagrama que se alternan entre picos elevados y valles bajos (véase la Figura II.14.). Estos patrones son resultado de causas especiales que vienen y van en forma regular. Pueden ser consecuencia de la rotación o fatiga del operador al final de un turno, diferentes medidores que utilizan distintos inspectores, efectos estacionales como temperatura o humedad, o diferencias entre los turnos de día y de noche, además de los programas de mantenimiento.

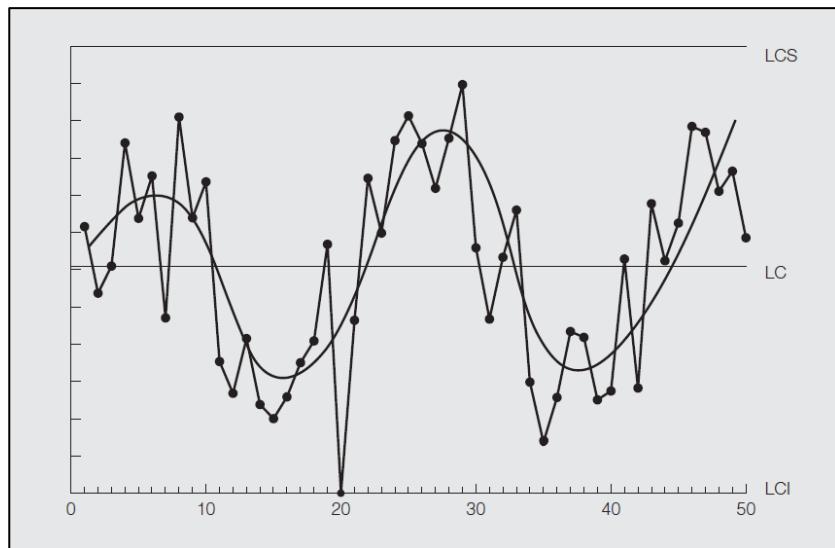


Figura II.14. Ciclos.

Fuente: Adaptada de *Administración y Control de la Calidad*. (p. 407), por Evans y Lindsay, 2014, Editorial Cengage Learning.

- **Tendencias:** Una tendencia es resultado de alguna causa que afecta gradualmente la medición y hace que los puntos en un diagrama de control se muevan en forma ascendente o descendente en relación con la línea central (véase la Figura II.15.). Pueden ser resultado del mejoramiento de las habilidades del operador o de la fatiga, la acumulación de suciedad o las esquirlas en las tuberías, el desgaste de la herramienta, los cambios en la temperatura o la humedad, y el deterioro del equipo.

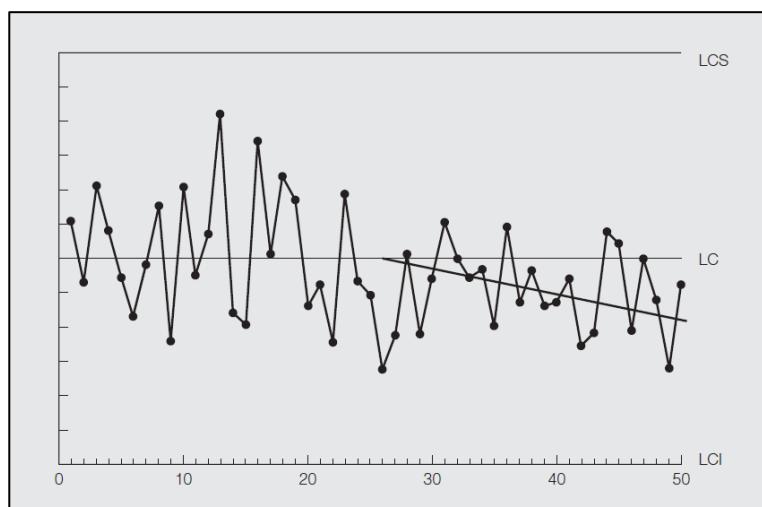


Figura II.15. Tendencia.

Fuente: Adaptada de *Administración y Control de la Calidad*. (p. 407), por Evans y Lindsay, 2014, Editorial Cengage Learning.

- **Apiñamiento en la línea central:** Ocurre cuando casi todos los puntos quedan cerca de dicha línea (véase la Figura II.16.). En el diagrama de control parece que los límites de control son demasiado amplios. Una causa de este patrón que a menudo se pasa por alto es el cálculo equivocado de los límites de control, tal vez por utilizar un factor erróneo del cuadro o por colocar de modo inadecuado el punto decimal en los cálculos. De lo contrario, sucede a menudo porque cada muestra comprende una mezcla de datos de dos o más procesos diferentes. Un histograma en general mostrará múltiples distribuciones superpuestas. Cuando esto ocurre es preciso elaborar un diagrama independiente para cada proceso.

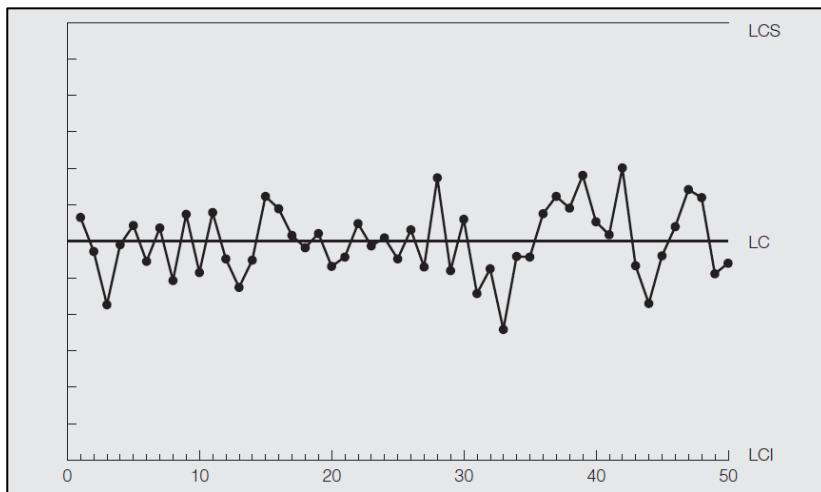


Figura II.16. Apiñamiento en la línea central.

Fuente: Adaptada de *Administración y Control de la Calidad*. (p. 408), por Evans y Lindsay, 2014, Editorial Cengage Learning.

- **Apiñamiento en los límites de control:** Este patrón aparece cuando muchos puntos se encuentran cerca de los límites de control y pocos en medio (véase la Figura II.17.). Puede ocurrir cuando todas las muestras que se toman provienen de diferentes procesos (pero no se mezclan) y se trazan en el mismo diagrama. Casi siempre es sencillo utilizar los diagramas de control. A continuación, aparece un resumen de las etapas necesarias para desarrollar y utilizar diagramas de control.
  1. Preparar
    - a) Elegir la medición de variable o el atributo.
    - b) Determinar la base, el tamaño y la frecuencia del muestreo.
  2. Recopilar los datos
    - a) Registrar las observaciones de la muestra.
    - b) Calcular las estadísticas pertinentes: promedios, rangos, proporciones, etcétera.
    - c) Trazar las estadísticas en el(s) diagrama(s).
  3. Determinar los límites de control iniciales.
    - a) Calcular los límites de control superior e inferior.
    - b) Trazar la línea central (promedio) y los límites de control en el diagrama.
  4. Analizar el diagrama
    - a) Determinar si está en control.
    - b) Identificar y eliminar los puntos fuera de control y recalcule los límites de control.
  5. Utilizar para el control continuo
    - a) Seguir recopilando datos y trazándolos en el diagrama o diagramas.
    - b) Detener el proceso cuando detecte una condición fuera de control y realice las correcciones o los ajustes necesarios.

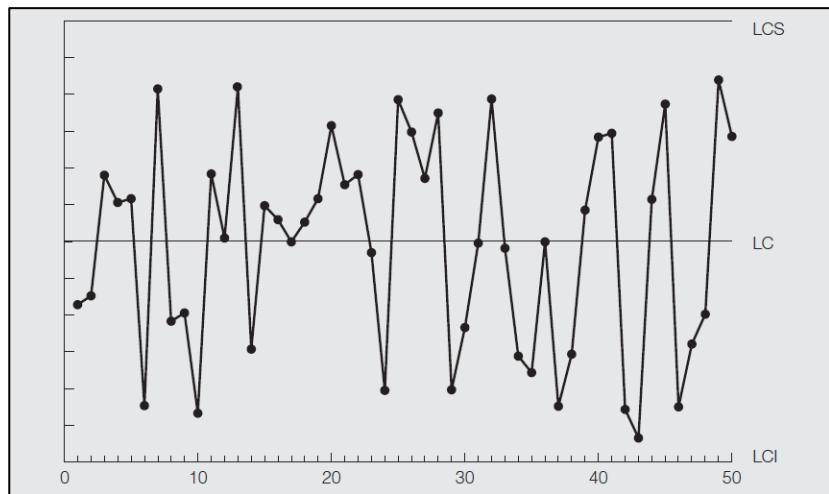


Figura II.17. Apiñamiento en los límites de control.

Fuente: Adaptada de *Administración y Control de la Calidad*. (p. 409), por Evans y Lindsay, 2014, Editorial Cengage Learning.

De acuerdo con Maldonado (2018), las gráficas de control ayudan a obtener un mejor producto. Las gráficas tienen tres aplicaciones principales:

- Determinar la capacidad real de un proceso de producción.
- Guiar las modificaciones para mejorar la calidad de la producción del proceso.
- Regular la producción. La función de regulación muestra el estado actual de la calidad de la producción y proporciona un aviso anticipado de las desviaciones con respecto a las metas de la calidad.

Además,

- Sirven como una herramienta de detección de problemas.
- Diagnóstican el comportamiento de un proceso en el tiempo.
- Permiten identificar las dos fuentes de variación de un proceso: causas comunes y causas especiales o asignables.
- Indican si un proceso ha mejorado o empeorado.
- Sirven para determinar el estado de control de un proceso.
- Promueven la participación directa de los empleados en el logro de la calidad.
- Los datos sacados de una gráfica de control pueden servir para calcular la estabilidad y habilidad del proceso.
- Es una herramienta de comunicación para explicar la salida de un proceso en términos de un lenguaje común.

En cuanto a la tipología, Gutiérrez y De la Vara (2013) mencionan que existen dos tipos generales de cartas de control: para variables y para atributos. Las cartas de control para variables se aplican a características de calidad de naturaleza continua, que intuitivamente son aquellas que entre cualquier par de sus valores siempre puede existir otro, al menos en teoría. El límite de esto lo pone la resolución de la escala de medición del instrumento que se utiliza para medirla.

Ejemplos de características continuas son: peso, volumen, ángulo, voltaje, longitud, resistencia, temperatura, humedad, tiempo, etc. Las cartas para variables tipo Shewhart más usuales son:

- $\bar{X}$ (de medias).

- $R$  (de rangos).
- $S$  (de desviaciones estándar).
- $X$  (de medidas individuales).

Asimismo, existen características de calidad de un producto que no son medidas con un instrumento de medición en una escala continua o al menos en una numérica. En estos casos, el producto se juzga como conforme o no conforme, dependiendo de si posee o no ciertos atributos; también, al producto se le puede contar el número de defectos o no conformidades que tiene. Este tipo de características de calidad son monitoreadas a través de las cartas de control para atributos:

- $p$  (proporción o fracción de artículos defectuosos).
- $np$  (número de unidades defectuosas).
- $c$  (número de defectos).
- $u$  (número de defectos por unidad).

Respecto a la interpretación de las gráficas de control, Véliz (2011) indica que, en general, las cartas de control se utilizan para detectar, con alta probabilidad, anomalías en los procesos. Una señal que indica que el proceso no está bajo control es cualquier observación que está fuera de los límites de control. Sin embargo, aun cuando esto no suceda, es posible que el proceso no esté bajo control cuando las observaciones forman patrones dentro de los límites establecidos. Algunos de estos patrones pueden ser:

- Catorce puntos alternados alrededor del límite central.
- Seis o más puntos consecutivos con tendencia creciente o decreciente.
- Siete u ocho puntos consecutivos al mismo lado del límite central.
- Ocho puntos sucesivos dentro de los límites de prevención que están a 1 desviación estándar del límite central (zona C) (Figura II.18.).
- Cuatro de cinco puntos sucesivos en la región comprendida entre los límites de prevención que están a 1 y 2 desviaciones estándar del límite central (zona B) (Figura II.18.).
- Dos de tres puntos consecutivos en la región comprendida entre los límites de prevención que están a 2 y 3 desviaciones estándar del límite central (zona A) (Figura II.18.).

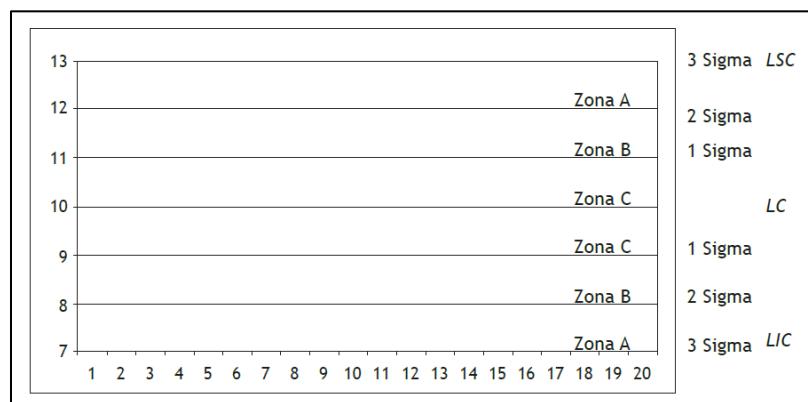


Figura II.18. Zonas de prevención para gráficos de control.

Fuente: Adaptada de *Estadística para la Administración y los Negocios*. (p. 382), por Véliz, 2011, Pearson Educación.

## **2.3. GLOSARIO DE TÉRMINOS BÁSICOS**

### **2.3.1. Construcción prefabricada**

Edificación cuyos componentes más representativos son fabricados previamente en planta u otro sitio cercano a obra.

### **2.3.2. Costo directo de materiales**

Inversión económica correspondiente a los materiales utilizados en la producción.

### **2.3.3. Formato**

Plantilla que se utiliza para la recopilación de datos producto de la ejecución de una o más actividades.

### **2.3.4. Panel de poliestireno expandido**

Panel constituido por láminas de acero, con núcleo aislante de poliestireno expandido de alta densidad (18 - 20 kg/m<sup>3</sup>, con tolerancia de 2 kg/m<sup>3</sup>).

### **2.3.5. Panel defectuoso**

Panel de poliestireno expandido que no cumple con las especificaciones técnicas requeridas por el cliente y/o establecidas por la empresa.

### **2.3.6. Procedimiento**

Conjunto de acciones a seguir para lograr los mismos resultados que los esperados o establecidos. Generalmente, los procedimientos son documentados con la finalidad de ser difundidos y utilizados en el presente y/o futuro.

### **2.3.7. Protocolo**

Conjunto de acciones a seguir de forma muy ordenada y detallada.

### **2.3.8. Registro**

Documento que contiene información recopilada correspondiente a la ejecución de una o más actividades productivas.

## **2.4. MARCO REFERENCIAL**

### **2.4.1. Situación de la empresa**

COPREFA S.A.C es una empresa especializada en brindar soluciones integrales en el ámbito de la construcción prefabricada; mediante el diseño, fabricación e instalación de edificaciones modulares, las cuales son utilizadas en diversas industrias, como la minera, petrolera, de construcción, salud, educación, entre otras. Esta empresa es reconocida como una de las empresas con mayor aceptación en el mercado por su amplia experiencia en el rubro, por la mejora continua de sus procesos y por la atención oportuna que ofrece a sus clientes, brindándoles productos y servicios de alta calidad a precios muy competitivos y dentro de los plazos de entrega establecidos.

Las edificaciones modulares desarrolladas son conformadas por diversos elementos prefabricados que utilizan el acero como material principal, tales como perfiles de acero estructural y paneles de EPS (Poliestireno Expandido).

### **2.4.2. Datos de la empresa**

<b>Datos de la empresa</b>	
Razón Social:	COPREFA S.A.C.
RUC:	20522396304
Domicilio:	Av. Alfredo Benavides N° 2150, Oficina 801, Miraflores, Lima.
Sitio Web:	<a href="http://www.campavan.com.pe">www.campavan.com.pe</a>
Teléfonos:	(01) 367 3032   962 382 976

Figura II.19. Ficha de datos de COPREFA S.A.C.

#### 2.4.3. Principales clientes



Figura II.20. Principales clientes de COPREFA S.A.C.

#### **2.4.4. Principales proveedores**



Figura II.21. Principales proveedores de COPREFA S.A.C.

#### **2.4.5. Mercado**

COPREFA S.A.C. ofrece sus productos y servicios a nivel nacional, atendiendo a diversas industrias como la minera, petrolera, de construcción, salud, educación, entre otras; siendo la industria minera la de mayor atención y/o participación, a la cual ofrece soluciones constructivas innovadoras, eficientes y de gran calidad, tales como campamentos y edificaciones para uso provisional o permanente.

Actualmente, COPREFA S.A.C. es considerada como una de las empresas con mayor aceptación en el mercado debido a que cuenta con una participación del 25% en el mercado minero, el cual posee los más altos estándares en cuanto a Calidad, Seguridad y Salud Ocupacional, y Medio Ambiente.

#### **2.4.6. Visión**

“En los próximos 5 años, ser reconocidos en el mercado nacional como la empresa líder en ofrecer soluciones integrales a necesidades en cuanto a construcciones prefabricadas se refiere.”.

#### **2.4.7. Misión**

“Satisfacer con creces las necesidades y expectativas del cliente mediante la construcción de edificaciones prefabricadas, usando tecnología de punta y personal altamente calificado.”.

#### 2.4.8. Organización de la empresa

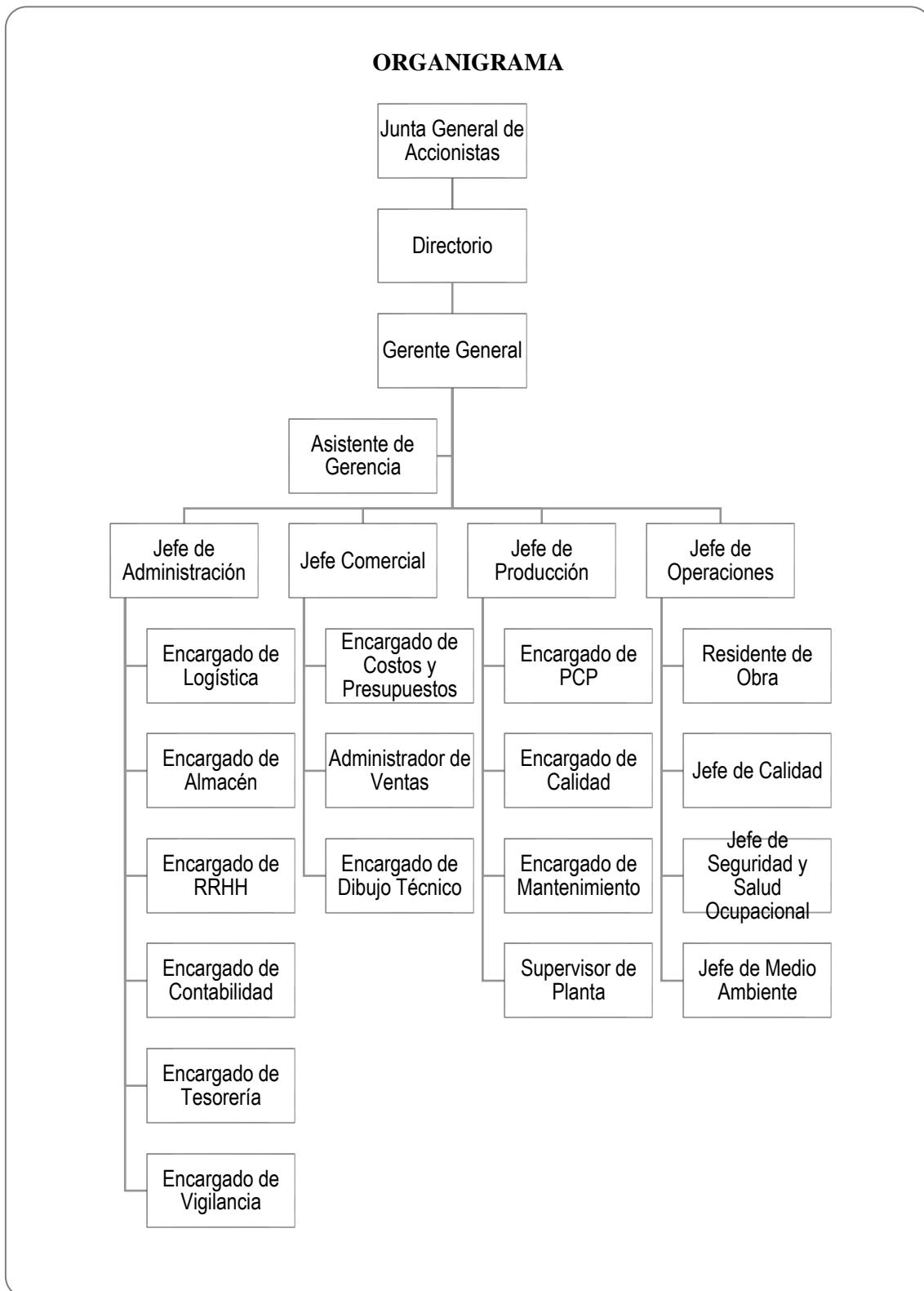


Figura II.22. Organigrama de COPREFA S.A.C.

## **2.5. HIPÓTESIS**

### **2.5.1. Hipótesis general**

La estandarización del proceso de fabricación de paneles de poliestireno expandido mejora la productividad en la empresa COPREFA SAC.

### **2.5.2. Hipótesis específicas**

- La aplicación de herramientas de control estadístico de procesos permite diagnosticar la situación actual del proceso de fabricación de paneles de poliestireno expandido, en la empresa COPREFA S.A.C.
- La elaboración de procedimientos, protocolos, formatos de control, planes de mantenimiento y capacitaciones permite estandarizar el proceso de fabricación de paneles de poliestireno expandido, en la empresa COPREFA S.A.C.
- La aplicación de herramientas de control estadístico de procesos permite evaluar el impacto en la productividad después de la estandarización del proceso de fabricación de paneles de poliestireno expandido, en la empresa COPREFA S.A.C.

Respecto a la definición y operacionalización de variables, se han considerado las siguientes:

### **2.5.3. Variable independiente: Estandarización del proceso**

#### **2.5.3.1. Definición**

Según Hernández y Vizán (2013), es una técnica que persigue la elaboración de instrucciones escritas o gráficas que muestren el mejor método para hacer las cosas. Asimismo, sostiene que los estándares son descripciones escritas y gráficas que nos ayudan a comprender las técnicas y técnicas más eficaces y fiables de una fábrica y nos proveen de los conocimientos precisos sobre personas, máquinas, materiales, métodos, mediciones e información, con el objeto de hacer productos de calidad de modo fiable, seguro, barato y rápidamente.

En la presente investigación se define como variable independiente a la estandarización del proceso productivo en la empresa COPREFA S.A.C.

#### **2.5.3.2. Operacionalización**

Se implementará la elaboración de procedimientos, protocolos, formatos de control, planes de mantenimiento y capacitaciones; con la finalidad de estandarizar el proceso de fabricación de paneles de poliestireno, y mejorar su productividad.

### **2.5.4. Variable dependiente: Productividad del proceso**

#### **2.5.4.1. Definición**

De acuerdo con Cruelles (2013), es una ratio o índice que mide la relación existente entre la producción realizada y la cantidad de factores o insumos empleados en conseguirla. Según Socconini (2019), la productividad es la relación entre los resultados y los insumos, y en los procesos los insumos se transforman en resultados.

Para el desarrollo de esta investigación se define a la productividad como variable dependiente.

#### 2.5.4.2. Operacionalización, indicadores y escalas de medición

- **Indicador: Tasa de paneles defectuosos**

Se mide estableciendo una relación entre la producción diaria de paneles defectuosos ( $m^2$ ) y la producción diaria total de paneles ( $m^2$ ). La información correspondiente a la producción se extrae del registro diario de fabricación de paneles. La fórmula de cálculo es:

$$TPD = \frac{A}{B} \times 100\%$$

Donde:

TPD: Tasa de paneles defectuosos (%).

A: Paneles defectuosos ( $m^2$ ).

B: Total de paneles ( $m^2$ ).

La escala de medición para este indicador es de tipo Razón.

- **Indicador: Productividad laboral**

Se calcula dividiendo la producción total de paneles producidos ( $m^2$ ) entre la cantidad total de horas hombre (hh) utilizadas en el proceso. Para ello, la información se obtiene por medio de los registros de producción. La fórmula de cálculo es:

$$PL = \frac{A}{B}$$

Donde:

PL: Productividad laboral ( $m^2/hh$ ).

A: Producción de paneles ( $m^2$ ).

B: Horas hombre utilizadas (hh).

La escala de medición para este indicador es de tipo Razón.

- **Indicador: Productividad multifactorial**

Se calcula dividiendo el precio de la producción entre el costo de la producción. Para ello, la información se obtiene por medio de los registros de producción. La fórmula de cálculo es:

$$PG = \frac{A}{B}$$

Donde:

PG: Productividad multifactorial ( $USD/m^2$ ).

A: Precio de la producción (USD).

B: Costo de la producción (USD).

La escala de medición para este indicador es de tipo Razón.

### **III. MARCO METODOLÓGICO**

#### **3.1. ENFOQUE Y DISEÑO**

Según el enfoque, la presente investigación es cuantitativa, debido a que los indicadores se midieron en forma numérica para su posterior interpretación. Toro y Parra (2006), en su obra *Método y Conocimiento*, sostienen que desde el punto de vista de la investigación cuantitativa se debe obtener medidas numéricas, bien sea mediante la transformación de los resultados cualitativos en información de tipo cuantitativo desde el inicio de la investigación, de tal forma que sus resultados sean objetivos y sean comprensibles para diferentes públicos.

Esta investigación se orientó a recolectar y analizar información del proceso productivo, específicamente los indicadores de productividad; además, se basó en la medición numérica, el conteo y el uso de la estadística para establecer patrones de comportamiento en dicho proceso.

La investigación desarrollada posee un diseño cuasiexperimental debido a que a pesar de trabajar con muestreos de paneles no se pudo escoger al azar los elementos de la muestra. De acuerdo con Balluerka y Vergara (2002), la metodología de investigación cuasiexperimental se utiliza para estudiar el posible efecto causal de las intervenciones o de los tratamientos en situaciones abiertas, es decir fuera del contexto del laboratorio, donde el control es escaso y la aleatorización en la asignación de las unidades no resulta posible.

En cuanto a la tipología de este diseño se trata de series cronológicas aplicada a un solo grupo, al cual se le realizaron varias prepruebas, se le aplicó el tratamiento experimental, y finalmente se le realizaron varias post pruebas. El diseño cuasiexperimental con sus dos elementos se muestra en el Cuadro III.1.

<b>DISEÑO CUASIEXPERIMENTAL</b>												
<b>TIPO</b>	<b>ESQUEMA</b>											
Series de tiempo	O <sub>1</sub> O <sub>2</sub> O <sub>3</sub> X O <sub>4</sub> O <sub>5</sub> O <sub>6</sub>											
<b>Donde:</b>												
O: Observación o resultado de la variable dependiente. X: Aplicación de la variable independiente												

Cuadro III.1. Diagrama de diseño cuasiexperimental con series de tiempo.

Fuente: Elaboración propia.

Según el nivel de desarrollo, la investigación es explicativa, debido a que se manipularon las variables para medir sus efectos. Asimismo, existía abundante bibliografía y estudios empíricos descriptivos y correlacionales con respecto a la investigación realizada. Además, usaron simulaciones, experimentos o cuasiexperimentos, así como el análisis de casos explicativos. Finalmente se realizaron análisis cuantitativos aplicando conceptos estadísticos.

De acuerdo con Vara (2015), el nivel explicativo se identifica con la contrastación de hipótesis causales, las cuales, como se sabe, involucran una relación de causalidad entre variables dependientes (los efectos) e independientes (las causas).

De acuerdo con la tipología de la investigación, se puede clasificar de la siguiente manera:

- Según la finalidad que se persigue, se trata de una investigación aplicada, denominada también activa o dinámica, la cual resuelve problemas concretos, en circunstancias y características concretas. Esta forma de investigación se dirige a una utilización inmediata y no al desarrollo de teorías. Los investigadores que cultivan la investigación aplicada lo utilizan cuando quieren hallar un nuevo producto que mejore las condiciones de vida, cuando

requieren mejorar sus tecnologías o bien cuando tienen incertidumbre en la forma de decisiones. (Rodríguez, 2005). En este sentido, el presente estudio contribuye a la mejora de la productividad en el proceso de fabricación.

- Desde el punto de vista de la temporalidad, corresponde a una investigación longitudinal, debido a que se estudian datos pasados y futuros a la implementación de la variable independiente, con el propósito de conocer la variabilidad del proceso en el tiempo. En los estudios longitudinales, la unidad de análisis es observada en varios puntos en el tiempo. (Flores, 2014).
- De acuerdo con el marco en que tiene lugar, la investigación es de campo o sobre el terreno, puesto que se realiza en una situación natural dentro de la planta de producción. En la ejecución de trabajos de este tipo, tanto el levantamiento de información como el análisis, comprobaciones, aplicaciones prácticas, conocimientos y métodos utilizados para obtener conclusiones, se realizan en el medio en el que se desenvuelve el fenómeno o hecho en estudio. (Muñoz, 1998).

## **3.2. SUJETOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **3.2.1. Población y muestra**

En el presente estudio, la población y muestra fueron iguales debido a que se trabajó con toda la información disponible correspondiente a los proyectos ejecutados en el año 2020, cuyo alcance consideraba la fabricación de paneles de poliestireno expandido.

### **3.2.2. Unidad de análisis**

Órdenes de trabajo diarias que contenían, de forma explícita o implícita, producción de paneles de poliestireno expresados en  $m^2$ , en la empresa COPREFA S.A.C.

## **3.3. MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS**

### **3.3.1. Métodos**

Para del desarrollo de la presente investigación, se utilizaron los métodos siguientes:

- Aplicación del Control Estadístico de Procesos y Diagramas del Proceso:
  - Histogramas.
  - Diagramas de Causa-Efecto (Ishikawa).
  - Gráfico de Pareto.
  - Hoja de Verificación o *checklist*.
  - Diagrama de Flujo:
  - Diagrama de dispersión.
  - Gráficos de Control.
- Estandarización del Proceso:
  - Elaboración de procedimientos, protocolos, formatos de control, planes de mantenimiento y capacitaciones.

### **3.3.2. Procedimientos**

El procedimiento del trabajo de investigación se llevó a cabo mediante el desarrollo de tres actividades previamente determinadas:

- Diagnóstico del proceso de fabricación de paneles de poliestireno expandido para conocer la situación de dicho proceso expresada en indicadores de productividad, para ello se realizaron las observaciones y mediciones correspondientes, además, se utilizaron las herramientas del control estadístico de procesos para el análisis respectivo.
- Estandarización del proceso de fabricación de paneles de poliestireno expandido mediante la elaboración de procedimientos, protocolos, formatos de control, planes de mantenimiento y capacitaciones, con el propósito de reducir la variabilidad no deseada del proceso productivo, y mejorar la productividad de este.
- Evaluación del impacto en la productividad después de haber estandarizado el proceso de fabricación de paneles de poliestireno expandido. Dicha evaluación se llevó a cabo mediante la utilización de herramientas del control estadístico de procesos.

### **3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS**

- Hojas de verificación, Diagramas de Pareto, Diagramas de Causa – Efecto, Diagramas de flujo y Diagrama de Control sobre la producción de paneles de poliestireno expandido, durante el año 2020.

### **3.5. ASPECTOS ÉTICOS**

En cuanto a los aspectos éticos de la investigación, se consideraron los siguientes:

- En cuanto a la propiedad intelectual de la investigación, los autores han sido citados y referenciados de forma adecuada teniendo en cuenta las normas de estilo establecidas por la Facultad, las cuales se basan en las últimas ediciones de la norma APA.
- Respecto a la originalidad de la investigación, los autores declararan bajo juramento, mediante el Formato N° 6, que el trabajo en referencia es original, el cual no es copia parcial ni total de otra investigación desarrollada en el ámbito nacional o extranjero. En ese sentido, los autores se sujetan a los alcances del Código Penal, específicamente a los indicados en el Art. N° 411, concordante con el Art. 32º de la Ley N° 27444, y Ley del Procedimiento Administrativo General y las Normas Legales de Protección a los Derechos de Autor.
- Con relación al tratamiento de los datos de la investigación, estos han sido recopilados y utilizados bajo un nivel estricto de confidencialidad, de tal manera que el uso de dicha información no afecte ni repercuta negativamente a la empresa.
- Con respecto a la preservación del medio ambiente, el desarrollo de la presente investigación contribuyó a un mejor impacto ambiental, debido a que la mejora de la productividad de la empresa conlleva al uso eficiente de recursos (mano de obra, materiales, equipos y herramientas).
- Respecto al trato correcto a seres humanos, esta investigación promovió mejores relaciones interpersonales entre el personal operativo y la supervisión, debido a que la mejora de la productividad trae consigo mutuos beneficios.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE PANELES DE POLIESTIRENO EXPANDIDO

De acuerdo con los registros sobre la producción de paneles (ver Anexo 03), desde enero hasta noviembre del 2020 se estimó una producción total de 10,640.99 m<sup>2</sup> de paneles para atender la necesidad de 5 proyectos de construcción; sin embargo, la producción total fue de 11,369.79 m<sup>2</sup>, debido a que 728.80 m<sup>2</sup> resultaron ser defectuosos, es decir, el 6.41% de dicha producción. Este porcentaje fue considerado muy alto, puesto que, en períodos anteriores, el porcentaje de la producción defectuosa no superaba el 4% de la producción requerida.

Ante dicha situación, se realizó el presente diagnóstico mediante el uso de herramientas de control estadístico.

#### 4.1.1. Identificación de actividades del proceso

El diagnóstico empezó con la elaboración del diagrama de operaciones del proceso (DOP) y del diagrama de análisis del proceso (DAP) de la fabricación de paneles de poliestireno expandido.

De acuerdo con la Figura IV.1., el diagrama de operaciones del proceso (DOP) permitió identificar las principales operaciones e inspecciones del proceso, así como su secuencia cronológica.

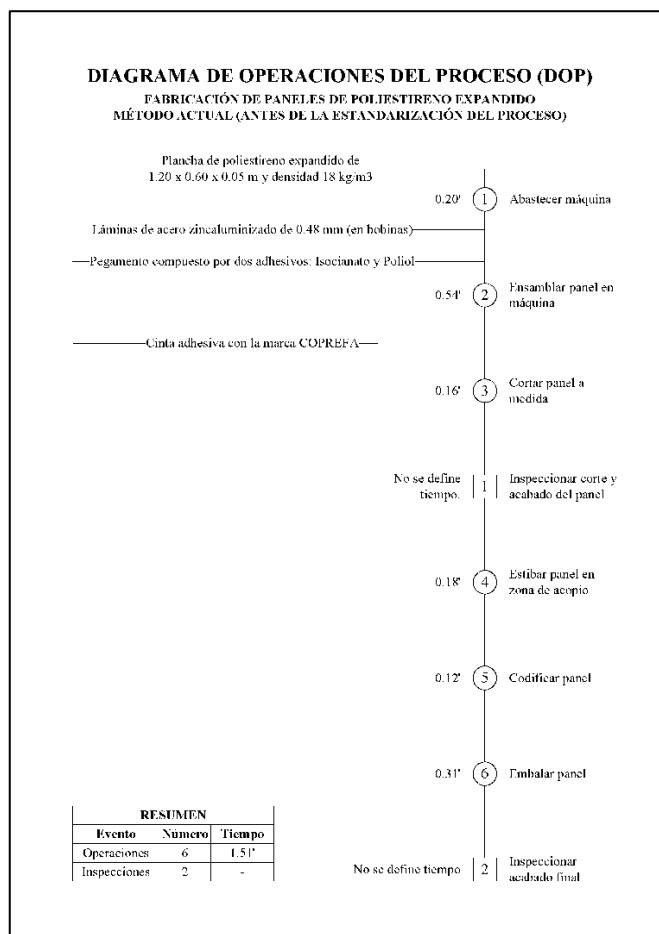


Figura IV.1. Diagrama de operaciones del proceso.

Por otro lado, según como se aprecia en la Figura IV.2., el diagrama de análisis del proceso (DAP), permitió identificar otras actividades, tales como: transporte, almacenamiento y retrasos, las cuales también formaban parte del proceso.

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO (DAP)					
LUGAR DE APLICACIÓN		RESUMEN			
EMPRESA: Coprefa S.A.C.		Evento	Actual	Propuesto	Ahorros
Ubicación: Planta Industrial en Cañete		Operación	6		
<b>PROCESO PRODUCTIVO</b>		Transporte	2		
Actividad: Fabricación de paneles de poliestireno expandido.		Demora	1		
<b>METODOLOGÍA</b>		Inspección	2		
Método: Actual (Antes de la estandarización del proceso).		Almacenamiento	2		
Tipo: Trabajador		Tiempo (min)	2.66'		
DESCRIPCIÓN		SÍMBOLO	TIEMPO (MIN)	RECOMENDACIONES	
Almacenar planchas de poliestireno expandido (EPS)		○ → □ □ △	0.00'	Almacenar cerca al área de fabricación de paneles.	
Trasladar planchas de EPS a la máquina		○ → □ □ △	0.15'	Colocar los paneles en el área disponible cercana a la máquina.	
Abastecer planchas de EPS a la máquina		○ → □ □ △	0.20'		
Ensamblar panel de EPS en máquina		○ → □ □ △	0.54'		
Cortar panel de EPS a medida		○ → □ □ △	0.16'		
Inspeccionar corte y acabado del panel		○ → □ □ △	0.35'		
Esperar a que el panel de EPS llegue al final de la línea		○ → □ □ △	0.50'		
Estivar panel de EPS a zona de acopio		○ → □ □ △	0.18'	Asignar una zona de acopio lo más cercano posible.	
Codificar panel de EPS		○ → □ □ △	0.12'		
Embalar panel de EPS		○ → □ □ △	0.31'		
Inspeccionar acabado final		○ → □ □ △	0.25'		
Trasladar panel de EPS a almacén		○ → □ □ △	0.15'	Asignar una zona de almacenamiento temporal cercana al área de trabajo.	
Almacenar panel de EPS		○ → □ □ △	0.00'		

Figura IV.2. Diagrama de análisis del proceso.

Como se pudo observar, los diagramas de procesos fueron muy útiles para identificar:

- Las actividades principales del proceso.
- La secuencia cronológica de las actividades.
- El tiempo promedio de las actividades y del proceso.
- Algunas recomendaciones de mejora para reducir los tiempos de cada actividad.

#### 4.1.2. Selección de las condiciones que necesitaban ser mejoradas

De acuerdo con la información recopilada en el Anexo 03 sobre la producción de paneles, se consolidaron los registros de la producción no conforme, según como se muestra en el Cuadro IV.1.; en el cual se identificaron los diversos tipos de defectos correspondientes a dicha producción.

Ítem	Defecto	m <sup>2</sup>	%	% Acumulado
1	Despegados por pegamento deficiente	246.91	33.88%	33.88%
2	Deformados por preparación de máquina	157.91	21.67%	55.55%
3	Con dobleces fuera de especificación	72.47	9.94%	65.49%
4	Desalineados entre las láminas de acero	53.87	7.39%	72.88%
5	Con huecos prominentes	45.77	6.28%	79.16%
6	Con cortes fuera de especificación	36.55	5.02%	84.18%
7	Arruinados por falla mecánica	36.14	4.96%	89.14%
8	Quebrados por mala maniobra	31.19	4.28%	93.42%
9	Retaceados por pare de máquina	28.99	3.98%	97.39%
10	Con abultamientos en sus superficies	19.00	2.61%	100.00%
<b>TOTAL</b>		<b>728.80</b>	<b>100%</b>	

Cuadro IV.1. Producción defectuosa de paneles desde enero hasta noviembre del 2020.

Con la data obtenida en el Cuadro IV.1. se pudo elaborar el Diagrama de Pareto, así como se aprecia en la Figura IV.3.

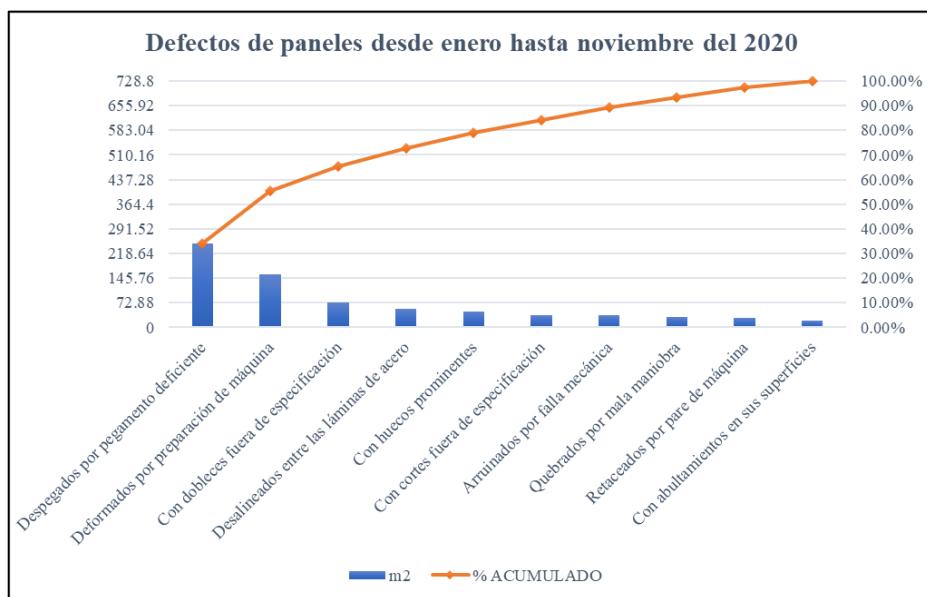


Figura IV.3. Diagrama de Pareto sobre defectos de paneles desde enero hasta noviembre 2020.

Según el Diagrama de Pareto, se identificó que la mayor cantidad de productos defectuosos correspondían a los defectos: despegados por pegamento deficiente, y deformados por preparación de máquina; por lo que, estas deficiencias fueron seleccionadas como las condiciones que necesitaban ser mejoradas.

#### 4.1.3. Determinación de las causas potenciales

Después de haber identificado a los defectos más representativos de la producción no conforme, se elaboró el Diagrama de Causa y Efecto, como se muestra en la Figura IV.4., con la finalidad de conocer cuáles eran las causas asociadas a la generación de dichos defectos.

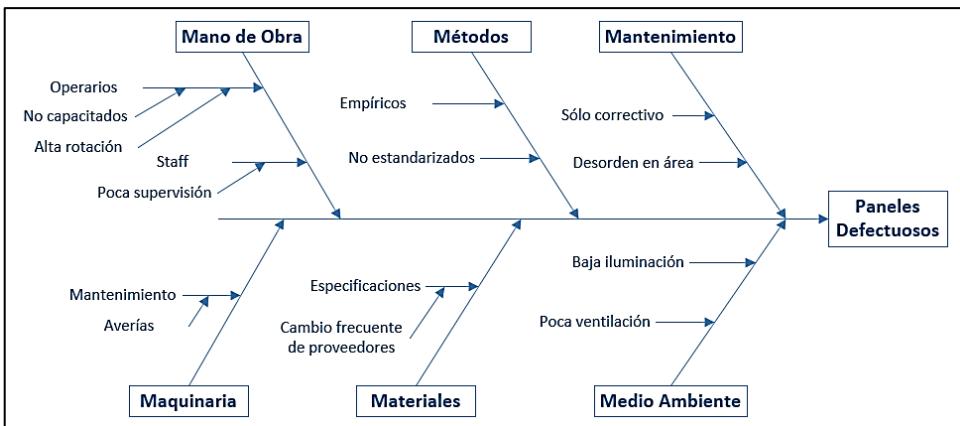


Figura IV.4. Diagrama de Ishikawa sobre paneles defectuosos.

El método utilizado para la elaboración de dicho diagrama fue el de las 6M (Mano de obra, Métodos, Máquinas, Materiales, Mantenimiento, Medio ambiente). Entre las principales causas, se reconocieron las siguientes:

#### 1. Mano de Obra:

- a. El personal no estaba capacitado adecuadamente, debido a que el proceso productivo no estaba estandarizado y bien documentado.
- b. Debido a la pandemia del COVID-19, hubo una alta rotación de personal, por lo que la experiencia del personal era nula o muy limitada.

#### 2. Métodos:

- a. Las actividades se realizaban con métodos empíricos, es decir a criterio del operario.
- b. No existían métodos estandarizados para la ejecución de actividades. El personal tenía conocimiento muy limitado sobre el proceso.

#### 3. Maquinaria:

- a. Se suscitaban continuas averías debido a escasos mantenimientos. Sólo se realizaban mantenimientos correctivos a la máquina cuando ésta fallaba. No existía un plan de mantenimiento preventivo.

#### 4. Materiales:

- a. Ocurrían cambios frecuentes de proveedores, por lo que se generaba una variabilidad no deseada en las especificaciones de los materiales. Algunos materiales de procedencia China no cumplían con las especificaciones requeridas.

#### 5. Mantenimiento:

- a. No existía un plan de mantenimiento preventivo dentro del área de fabricación.
- b. No había disciplina en cuanto a orden y limpieza.

#### 6. Medio Ambiente:

- a. El área de fabricación tenía baja iluminación por lo que la visibilidad del personal era limitada, la cual no permitía el desenvolvimiento adecuado de este.
- b. El área de fabricación tenía poca ventilación, la cual provocaba sofocación e incomodidad al personal.

#### 4.1.4. Determinación de la estabilidad del proceso

Los registros diarios de la producción de paneles no conformes, que se muestran en el Anexo 03, también sirvieron para determinar la estabilidad del proceso, es decir, para saber si el proceso se encontraba dentro o fuera de control. Para ello, se realizaron los siguientes pasos:

##### 4.1.4.1. Paso 1: Recopilación de la información

La información sobre la producción de paneles fue recopilada mediante registros de producción, similares a los que se muestran en el Anexo 03.

Dicha información correspondía a la producción de paneles para 5 proyectos del sector Construcción, los cuales se ejecutaron entre enero y noviembre del 2020. Sin embargo, la producción de paneles sólo se desarrolló en 11 días, tal como se aprecia en el Cuadro IV.2.

Descripción	2020											Total		
	27-Ene		28-Ene		28-May		29-May		22-Jun		23-Jun			
	Proyecto 1		Proyecto 2						Proyecto 3		Proyecto 4			
Producción Total (m <sup>2</sup> )	1,026.45	510.20	1,066.33	474.24	1,250.55	1,226.25	1,185.95	1,140.75	884.21	1,546.54	1,058.32	11,369.79		
Producción Defectuosa (m <sup>2</sup> )	62.67	28.25	94.50	27.35	65.18	97.65	56.81	102.60	46.08	78.59	69.12	728.80		
Producción Efectiva (m <sup>2</sup> )	963.78	481.95	971.83	446.89	1,185.37	1,128.60	1,129.14	1,038.15	838.13	1,467.95	989.20	10,640.99		
Horas Hombre de Producción (hh)	54	27	54	27	63	63	63	63	36	72	54	576		
% de Producción Defectuosa	6.11%	5.54%	8.86%	5.77%	5.21%	7.96%	4.79%	8.99%	5.21%	5.08%	6.53%	6.41%		

Cuadro IV.2. Producción de paneles desde enero hasta noviembre del 2020.

Consideraciones sobre la información recolectada:

- Producción Total (m<sup>2</sup>): correspondiente a la producción conforme y no conforme.
- Producción Defectuosa (m<sup>2</sup>): correspondiente sólo a la producción no conforme.
- Producción Efectiva (m<sup>2</sup>): correspondiente sólo a la producción conforme y/o requerida.
- Horas Hombre de Producción (hh): correspondiente a las horas hombre empleadas.
- % de Producción Defectuosa: correspondiente al porcentaje de producción defectuosa respecto a la producción total.

#### 4.1.4.2. Paso 2: Determinación de la carta de control

De acuerdo con la data recopilada en el Cuadro IV.2. se eligió la carta de control *p*, para atributos.

Según lo mencionado en la teoría, se eligió la carta *p* porque:

- Sirve para graficar la proporción de productos defectuosos.
- El tamaño del subgrupo es variable.

#### 4.1.4.3. Paso 3: Elaboración de la carta de control

Para la elaboración la carta de control *p*, se determinaron los límites de control, y para ello se calcularon la proporción promedio  $\bar{p}$  y el tamaño de subgrupo promedio  $\bar{n}$ , correspondientes al número promedio de paneles fabricados por día.

Según los datos obtenidos en el Cuadro IV.2, la producción total de paneles de poliestireno expandido durante 11 días de producción fue de 11,369.79 m<sup>2</sup>, y de los cuales, 728.80 m<sup>2</sup> resultaron ser defectuosos, por lo que, la proporción promedio de paneles defectuosos estuvo dada por:

$$\bar{p} = \frac{\text{Total de defectuosos}}{\text{Total producido}} = \frac{728.80}{11,369.79} = 0.0641 = LC$$

$$\bar{n} = \frac{\text{Total de producidos}}{\text{Total de subgrupos}} = \frac{11,369.79}{11} = 1,033.62$$

Entonces, los límites de control estuvieron dados por:

$$LCS = 0.0641 + 3 \times \sqrt{\frac{0.0641 \times (1 - 0.0641)}{1,033.62}} = 0.0870$$

$$LCI = 0.0641 - 3 \times \sqrt{\frac{0.0641 \times (1 - 0.0641)}{1,033.62}} = 0.0412$$

Calculados los límites de control, los datos se tabularon tal como se muestra en el Cuadro IV.3.

Subgrupo	LCI	LC	LCS	<i>p</i>
1	0.0412	0.0641	0.0870	0.0611
2	0.0412	0.0641	0.0870	0.0554
3	0.0412	0.0641	0.0870	0.0886
4	0.0412	0.0641	0.0870	0.0577
5	0.0412	0.0641	0.0870	0.0521
6	0.0412	0.0641	0.0870	0.0796
7	0.0412	0.0641	0.0870	0.0479
8	0.0412	0.0641	0.0870	0.0899
9	0.0412	0.0641	0.0870	0.0521
10	0.0412	0.0641	0.0870	0.0508
11	0.0412	0.0641	0.0870	0.0653

Cuadro IV.3. Límites de Control y la variable *p* para la carta de control.

Con la información registrada en el Cuadro IV.3 se construyó la carta de control, tal como se muestra en la Figura IV.5.

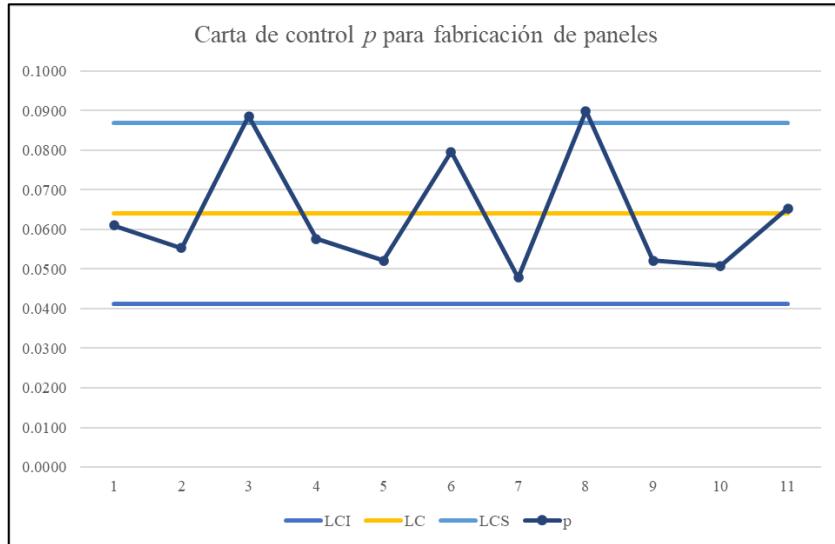


Figura IV.5. Carta de control *p* para fabricación de paneles.

#### 4.1.4.4. Paso 4: Interpretación de la carta de control

De acuerdo con la Figura IV.5. se tuvieron las siguientes observaciones:

- Existían dos puntos fuera del límite de control superior.
- Existían siete puntos debajo de la línea central de control y cuatro puntos por encima de esta.
- La mayoría de puntos estaban lejos de la línea central de control.

Por lo tanto, se concluyó que el proceso estaba fuera de control.

#### 4.1.5. Determinación de la productividad

##### 4.1.5.1. Cálculo de la productividad laboral o por hora trabajada

Con la información del Cuadro IV.2., la productividad laboral se calculó de la siguiente manera:

$$Productividad Laboral_0 = PL_0 = \frac{Producción (m^2)}{Horas Hombre (Hh)} = \frac{10,640.99 m^2}{576 hh}$$

$$PL_0 = 18.47 \text{ } m^2/hh$$

#### 4.1.5.2. Cálculo de la productividad multifactorial

Con la información del Cuadro IV.2. y considerando lo siguiente:

- Precio del panel: *USD 30/m<sup>2</sup>*
- Costo del panel (sólo materiales): *USD 18/m<sup>2</sup>*
- Costo de la mano de obra: *USD 3.5/hh*

La productividad multifactorial se calculó de la siguiente manera:

$$Productividad Multifactorial_0 = PM_0 = \frac{10,640.99 \times 30}{576 \times 3.5 + 11,369.79 \times 18}$$

$$PM_0 = 1.54$$

#### 4.1.6. Determinación de la eficiencia

De acuerdo con el Anexo 03, la producción requerida para atender la necesidad de 5 proyectos de construcción fue de 10,640.99 m<sup>2</sup> de paneles; sin embargo, la producción total fue de 11,369.79. Entonces, la eficiencia estuvo dada por:

$$Eficiencia(%) = \frac{10,640.99 m^2}{11,369.79 m^2} = 0.94 = 94\%$$

#### 4.1.7. Determinación del impacto económico

El porcentaje esperado para una producción defectuosa se estimó que no supere el 4% de la producción requerida.

En este caso, la producción requerida fue de 10,640.99 m<sup>2</sup>, entre enero y diciembre del 2020. Por lo que, el límite estimado de la producción defectuosa se calculó de la siguiente manera:

$$\text{Límite Estimado de Producción Defectuosa} = 10,640.99 m^2 \times 4\%$$

$$\text{Límite Estimado de Producción Defectuosa} = 425.64 m^2$$

Sin embargo, para dicho período se obtuvo una producción defectuosa equivalente a 728.80 m<sup>2</sup>.

Tal como aprecia, se generó un excedente, equivalente a:

$$\text{Excedente de Producción Defectuosa} = 728.80 m^2 - 425.64 m^2 = 303.16 m^2$$

Si el precio del panel era *USD 30/m<sup>2</sup>*, entonces la pérdida económica aproximada fue:

$$\text{Pérdida Económica} = 303.16 m^2 \times \frac{\text{USD } 30}{m^2} = \text{USD } 9,094.80$$

Dicho de otro modo, la producción defectuosa de paneles fabricados entre enero a noviembre del 2020, antes de la estandarización del proceso, generó una pérdida económica a la empresa de por lo menos USD 9,094.80.

## 4.2. ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE PANELES DE POLIESTIRENO EXPANDIDO

La estandarización del proceso de fabricación de paneles de poliestireno expandido se llevó a cabo mediante la elaboración e implementación de procedimientos, protocolos, formatos de control, planes de mantenimiento y capacitaciones, en la empresa COPREFA S.A.C.

### 4.2.1. Elaboración de procedimientos

#### 4.2.1.1. Procedimiento de planificación de la producción de paneles

Se describió el flujo de actividades implicadas en la planificación de la producción de paneles de poliestireno expandido, desde la emisión de la orden de fabricación por parte del Administrador de Ventas a la Jefatura de Producción hasta la notificación de la culminación de dicha orden.

Los colaboradores contemplados para este procedimiento fueron: Administrador de Ventas, Jefe de Producción, Encargado de Calidad, Encargado de Almacén, Encargado de Recursos Humanos, Encargado de Mantenimiento y Supervisor de Planta. La Figura IV.6. muestra la interacción de dichos colaboradores.

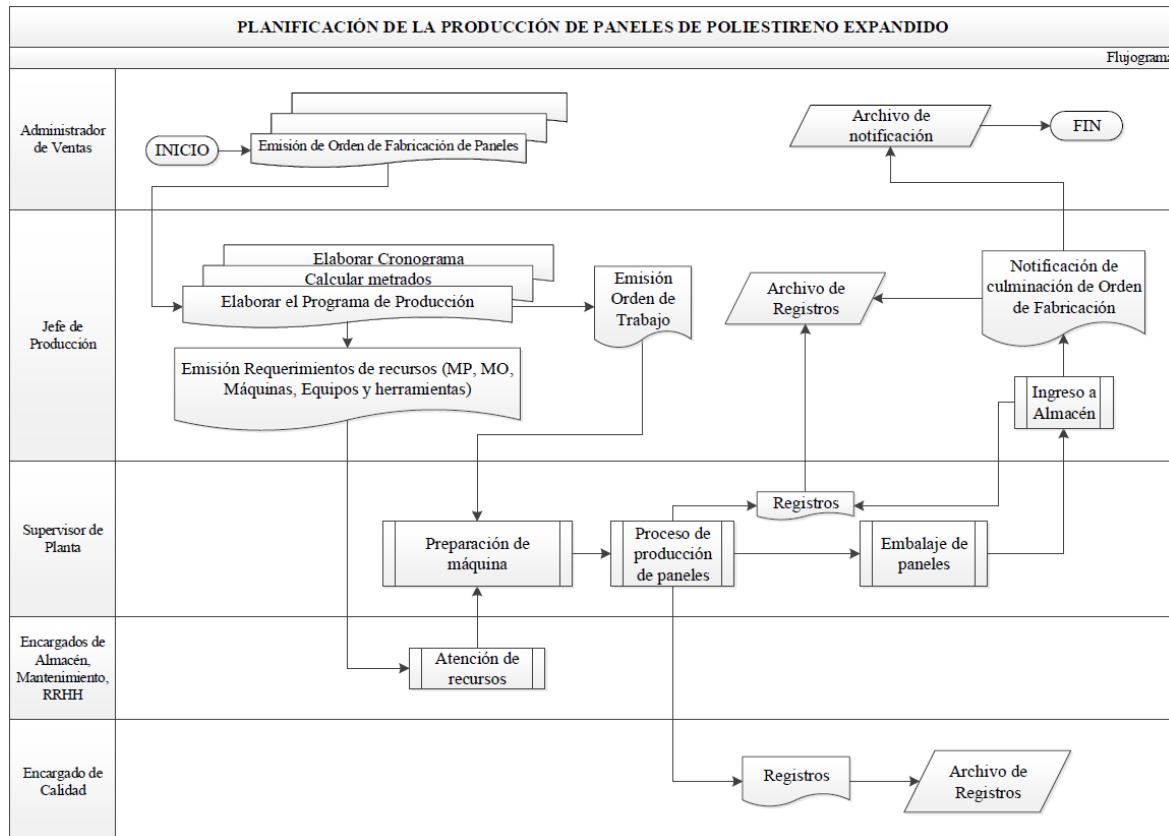


Figura IV.6. Flujograma sobre planificación de la producción de paneles.

La planificación de la realización de paneles termoacústicos contempló los siguientes procesos:

1. Recepción del pedido.
2. Elaboración del programa de producción.
  - a. Determinación de la prioridad de la ejecución de pedidos.
  - b. Cálculo de la cantidad de recursos para la ejecución del pedido.
  - c. Elaboración del cronograma de actividades.

3. Gestión de atención de recursos.
  - a. Gestión de materiales.
  - b. Gestión de mano de obra.
  - c. Gestión de equipos y herramientas.
4. Ejecución del pedido.
  - a. Producción del pedido.
  - b. Conformidad del pedido.
5. Entrega del pedido.
  - a. Ingreso del pedido a almacén.
  - b. Notificación de cumplimiento del pedido.

Este procedimiento se puede apreciar detalladamente en el Anexo 04: Procedimiento de planificación de la producción de paneles.

#### 4.2.1.2. Procedimiento de fabricación de paneles

Este documento estableció el procedimiento para la fabricación de paneles de poliestireno expandido garantizando el cumplimiento de los aspectos de producción, calidad, seguridad y medio ambiente.

Los colaboradores contemplados para este procedimiento fueron: Jefe de Producción, Supervisor de Planta, Operarios, Encargado de Calidad y Encargado de Almacén. La Figura IV.7. muestra la interacción de dichos colaboradores.

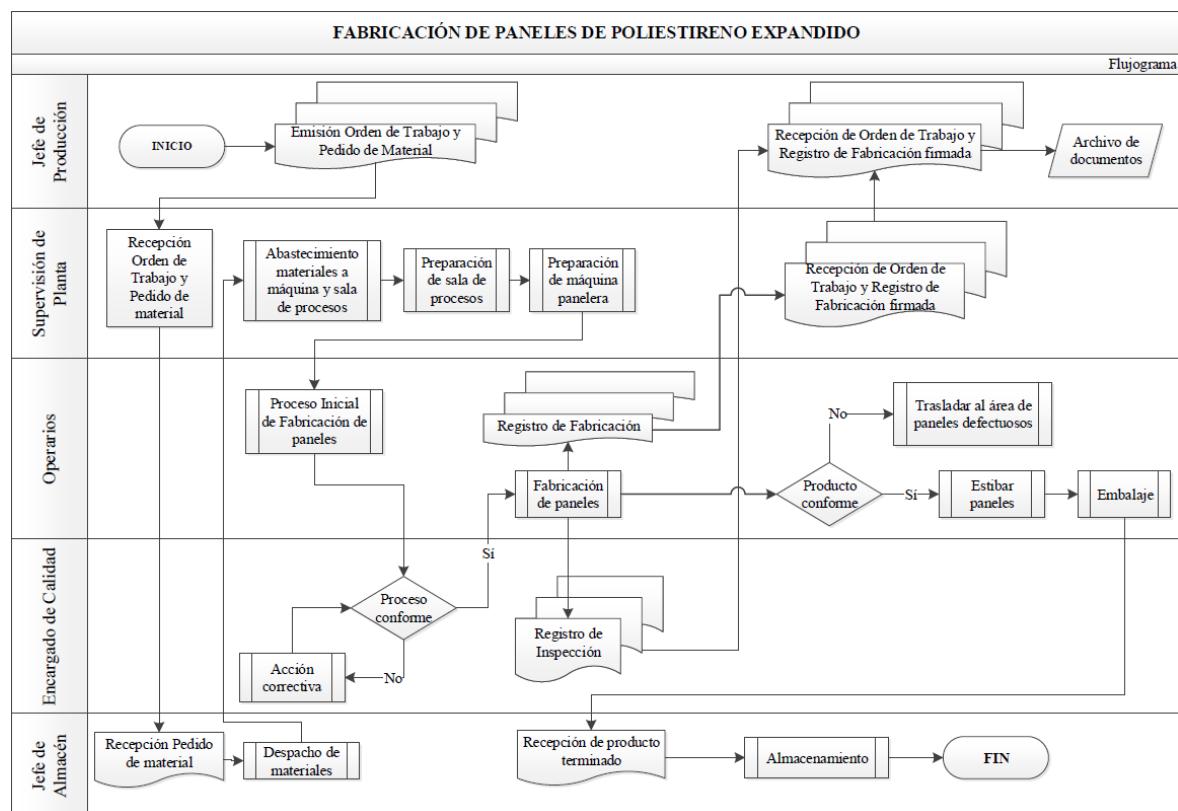


Figura IV.7. Flujograma sobre la producción de paneles de poliestireno expandido.

La fabricación de paneles de poliestireno quedó definida en dos etapas:

1. Actividades preliminares
  - a. Precalentar el pegamento Isocianato por un intervalo de dos horas antes de iniciar el proceso de fabricación de paneles.

- b. Acondicionar la temperatura de la sala de procesos mediante el uso de estufas. La temperatura de la sala de procesos debe estar por encima de los 20° C. Asimismo, utilizar el higrómetro para verificar el grado de humedad y temperatura del aire.
- c. Abastecer el material a la máquina (pegamento y bobinas de acero) y a la sala de procesos (planchas de poliestireno) según corresponda.
- d. Verificar la disponibilidad de personal calificado para la fabricación de paneles.
- e. Verificar el estado del sistema de pegamento. Si el sistema no se encuentra en buen estado se realiza el mantenimiento respectivo.
- f. Verificar la posición de las láminas de acero en la parte superior e inferior de la máquina.
- g. Verificar el estado de las cuchillas para el proceso de corte y el sistema eléctrico del cautín.
- h. Calibrar la medida de corte del panel al iniciar.
- i. Verificar el estado de las dobladoras del machihembrado.
- j. Disponer del espacio suficiente para almacén de tránsito.
- k. Alinear las láminas superior e inferior para el arranque del proceso utilizando planchas de poliestireno de segundo uso.

## 2. Fabricación de paneles

- a. Iniciar la dosificación de pegamentos, y esperar unos segundos hasta que se uniformice la distribución.
- b. Encender el sistema de rodillos laminadores y la batidora. Asimismo, retirar las bandejas de pegamento y abastecer planchas de poliestireno de acuerdo con la velocidad de la máquina. El abastecimiento de las planchas de poliestireno se realiza en forma manual entre las láminas superior e inferior que avanzan en la misma dirección de giro de los rodillos laminadores, en la que las cuales son pegadas a la plancha de poliestireno por la presión que ejercen los rodillos laminadores sobre ellas. Del mismo modo, conforme avanza el laminado, los rodillos acanaladores ejercen presión sobre las láminas dejando huellas de 2 mm de profundidad para otorgar mayor rigidez al panel. Asimismo, el sistema de machihembrado realiza el doblez de pestañas en los extremos laterales del panel para aumentar la rigidez del panel. Sólo en la fabricación de paneles tipo techo, un extremo lateral del panel se dobla en máquina, y el otro extremo lateral se dobla de forma manual.
- c. Señalar el lugar de corte según la medida requerida, ejercer presión sobre la zona de corte mediante pistones neumáticos para posicionar las cuchillas de corte a la altura del lugar señalizado. Finalmente, ejecutar el corte de panel con el sistema de cuchillas.
- d. Codificar el panel cortado. El código contiene la siguiente estructura: Orden de Trabajo, tipo de módulo al que pertenece, medida del panel en metros y número correlativo de panel.
- e. Trasladar el panel cortado desde la mesa transportadora hasta el almacén transitorio de la línea de fabricación de paneles. Realizar el estibado de paneles en función al tipo de módulo al que pertenece y a la misma medida del panel para facilitar la operación de despacho.

Este procedimiento se puede apreciar detalladamente en el Anexo 05: Procedimiento de fabricación de paneles de poliestireno expandido.

### 4.2.2. Elaboración de protocolos

#### 4.2.2.1. Protocolo de prevención, control y detección frente al COVID-19

Este documento definió los protocolos establecidos por el Ministerio de Salud – MINSA para evitar la transmisión del COVID-19, así como el procedimiento a seguir durante la fabricación de paneles, a fin de evitar que el personal se infecte.

Se estableció que el personal que participa directa o indirectamente en la fabricación de paneles, debe cumplir con los siguientes protocolos de seguridad:

1. Protocolos preventivos:
  - a. El personal que transita fuera y dentro del área de fabricación de paneles deberá utilizar durante todo el trayecto su mascarilla quirúrgica o de tela según la RM N° 135-2020-MINSA. Asimismo, deberá portar su careta facial.
  - b. El personal, antes de ingresar al área de trabajo, debe haber pasado por el control de temperatura y saturación de oxígeno. Posteriormente, al área de fabricación debe desinfectar su calzado en el pediluvio, lavarse las manos y desinfectarse con alcohol en gel.
  - c. El personal debe esterilizar, antes y después del uso, sus equipos y herramientas. Asimismo, debe desinfectar su área de trabajo.
  - d. El personal debe evitar el contacto físico con sus compañeros.
  - e. El personal debe mantener un distanciamiento mínimo de 1.5 metros.
  - f. El personal debe desechar su mascarilla todos los días al finalizar sus labores.
2. Plan de acción ante posible caso:
  - a. Si el personal presenta síntomas de gripe o resfriados, debe abandonar el área de trabajo y comunicarse con tópico para las acciones correspondientes. El personal debe ausentarse del trabajo hasta recuperar su salud.
  - b. Se procede con la desinfección del área donde pudo tener contacto físico el personal.

El desarrollo del presente protocolo puede apreciarse en el Anexo 06: Protocolo de prevención, control y detección frente al COVID-19.

#### **4.2.3. Elaboración de formatos de control**

##### **4.2.3.1. Orden de trabajo para fabricación de paneles**

Este documento contempló información detallada del pedido, las cantidades y especificaciones técnicas requeridas, tal como se muestra en el Anexo 07: Orden de trabajo para fabricación de paneles.

Se estableció que la orden de trabajo debe ser emitida por el supervisor, de acuerdo con el plan de producción, y recibida por el operario encargado de llevar el control de avance.

##### **4.2.3.2. Reporte diario de fabricación de paneles**

En este reporte se contempló el registro de las cantidades y especificaciones técnicas de los paneles producidos, las cuales deben ser congruentes con las definidas en la orden de trabajo. Asimismo, estableció que se debe registrar el uso total de recursos, incluyendo las mermas, tal como se indica en el Anexo 08: Reporte diario de fabricación de paneles.

##### **4.2.3.3. Reporte diario de producción de paneles no conformes**

Se estableció que en este reporte debe registrarse la producción defectuosa de paneles, según el tipo de defecto al que pertenece, así como se aprecia en el Anexo 09: Reporte diario de fabricación de paneles no conformes.

#### **4.2.4. Elaboración del plan de mantenimiento preventivo**

Se elaboró un plan de mantenimiento preventivo (ver Anexo 10) para la máquina, los equipos y las instalaciones del área de fabricación de paneles de poliestireno expandido.

En dicho plan se establecieron las actividades a realizar, los responsables para llevarlas a cabo y el período de ejecución de dichas actividades.

#### 4.2.5. Capacitaciones al personal

Se llevaron a cabo capacitaciones (ver Anexo 11) para el personal administrativo y operativo, quienes participan directa o indirectamente en la fabricación de paneles de poliestireno expandido. Dichas capacitaciones fueron teóricas-prácticas y se desarrollaron en las instalaciones de la planta de Cañete, desde el 02/12/2020 al 16/12/2020, según como se aprecia en Cuadro IV.4.

Nº	Tema de Capacitación	Participantes	Horario	Fecha
1	Planificación de la producción de paneles de poliestireno expandido.	Jefe de Producción, Administrador de Ventas, Encargado de Calidad, Encargado de Almacén, Encargado de Mantenimiento, Encargado de RRHH, Supervisor de Planta.	8:00 am a 11:00 am	02/12/20
2	Fabricación de paneles de poliestireno expandido. Parte 1.	Jefe de Producción, Supervisor de Planta, Encargado de Calidad, Encargado de Almacén, Operarios.	8:00 am a 11:00 am	09/12/20
3	Fabricación de paneles de poliestireno expandido. Parte 2.	Jefe de Producción, Supervisor de Planta, Encargado de Calidad, Encargado de Almacén, Operarios.	8:00 am a 11:00 am	16/12/20

Cuadro IV.4. Capacitaciones al personal para la fabricación de paneles.

#### 4.3. EVALUACIÓN DEL IMPACTO EN LA PRODUCTIVIDAD

Después de la estandarización del proceso de fabricación de paneles, COPREFA S.A.C. ejecutó el Proyecto 6 que, de acuerdo con la información obtenida en el Anexo 12, se llevó a cabo en 8 días hábiles, tal como se aprecia en el Cuadro IV.5.

Descripción	2021								Total
	6-Ene	7-Ene	8-Ene	11-Ene	12-Ene	13-Ene	14-Ene	15-Ene	
Proyecto 6									
Producción Total (m <sup>2</sup> )	1,168.16	1,184.43	1,133.35	1,148.59	1,177.45	1,142.17	1,132.87	1,155.24	9,242.26
Producción Defectuosa (m <sup>2</sup> )	29.15	36.04	32.19	28.44	34.19	28.13	34.18	32.02	254.34
Producción Efectiva (m <sup>2</sup> )	1,139.01	1,148.39	1,101.16	1,120.15	1,143.26	1,114.04	1,098.69	1,123.22	8,987.92
Horas Hombre de Producción (hh)	54	54	54	54	54	54	54	54	432
% de Producción Defectuosa	2.50%	3.04%	2.84%	2.48%	2.90%	2.46%	3.02%	2.77%	2.75%

Cuadro IV.5. Producción de paneles correspondientes al Proyecto 6.

En dicho cuadro, también se consolidó la información correspondiente a la producción conforme y no conforme, así como de las horas hombre empleadas, y el porcentaje de la producción defectuosa.

Con toda la información recopilada en el Cuadro IV.5., se procedió a determinar la productividad, y evaluar el impacto obtenido después de la estandarización del proceso.

##### 4.3.1. Determinación de la productividad

###### 4.3.1.1. Cálculo de la productividad laboral o por hora trabajada

La productividad laboral después de la estandarización se calculó de la siguiente manera:

$$\text{Productividad Laboral}_1 = PL_1 = \frac{\text{Producción (m}^2\text{)}}{\text{Horas Hombre (hh)}} = \frac{8,987.92 \text{ m}^2}{432 \text{ hh}}$$

$$\text{PL}_1 = 20.81 \text{ m}^2/\text{hh}$$

#### **4.3.1.2. Cálculo de la variación de la productividad laboral**

Antes de la estandarización, la productividad laboral fue:

$$PL_0 = 18.47 \text{ m}^2/\text{hh}$$

Después de la estandarización, la productividad laboral logró ser:

$$PL_1 = 20.81 \text{ m}^2/\text{hh}$$

Por lo que, el cálculo de dicha variación se realizó de la siguiente manera:

$$\text{Variación de la Productividad Laboral (\%)} = \frac{PL_1 - PL_0}{PL_0} \times 100\%$$

$$\text{Variación de la Productividad Laboral (\%)} = \frac{20.81 - 18.47}{18.47} \times 100\%$$

$$\text{Variación de la Productividad Laboral (\%)} = 12.67\%$$

De acuerdo con este resultado, se concluyó que la productividad laboral se incrementó en un 12.67% después de la estandarización del proceso.

#### **4.3.1.3. Cálculo de la productividad multifactorial**

Según la información del Cuadro IV.5.y tomando en cuenta las siguientes consideraciones:

- Precio del panel: *USD 30/m<sup>2</sup>*
- Costo del panel (sólo materiales): *USD 18/m<sup>2</sup>*
- Costo de la mano de obra: *USD 3.5/hh*

La productividad multifactorial se calculó de la siguiente manera:

$$\text{Productividad Multifactorial}_1 = PM_1 = \frac{8,987.92 \times 30}{432 \times 3.5 + 9,242.26 \times 18}$$

$$PM_1 = 1.61$$

#### **4.3.1.4. Cálculo de la variación de la productividad multifactorial y de la eficiencia**

Antes de la estandarización, la productividad multifactorial fue:

$$PM_0 = 1.54$$

Después de la estandarización, la productividad multifactorial logró ser:

$$PM_1 = 1.61$$

Por lo que, el cálculo de dicha variación se realizó de la siguiente manera:

$$\text{Variación de la Productividad Multifactorial (\%)} = \frac{PM_1 - PM_0}{PM_0} \times 100\%$$

$$\text{Variación de la Productividad Multifactorial (\%)} = \frac{1.61 - 1.54}{1.54} \times 100\%$$

$$\text{Variación de la Productividad Multifactorial (\%)} = 4.55\%$$

De acuerdo con este resultado, se concluyó que la productividad multifactorial se incrementó en un 4.55% después de la estandarización del proceso.

### 4.3.2. Determinación de la eficiencia

De acuerdo con el Anexo 12, la producción requerida para atender la necesidad de 5 proyectos de construcción fue de 8,987.92 m<sup>2</sup> de paneles; sin embargo, la producción total fue de 9,242.26. Entonces, la eficiencia estuvo dada por:

$$Eficiencia(\%) = \frac{8,987.92m^2}{9,242.26m^2} = 0.97 = 97\%$$

Dado que la variación de la productividad fue positiva, se pudo afirmar que la eficiencia también se incrementó, pasando de un 94% a un 97%, dado que utilizando la misma fuerza laboral y materiales se obtuvieron mejores resultados, disminuyendo, además, la producción defectuosa.

### 4.3.3. Determinación de la estabilidad del proceso

Como se pudo apreciar anteriormente, la estandarización logró mejorar la productividad, tanto la laboral como la multifactorial. En este sentido, para saber si esta mejora podría ser sostenible en el tiempo se procedió a determinar la estabilidad del proceso.

De acuerdo con la información recopilada en el Cuadro IV.5., y la naturaleza de la misma, se volvió a escoger la carta de control *p* para determinar si el proceso se encontraba dentro o fuera de control.

En primera instancia se calcularon los parámetros  $\bar{p}$  y  $\bar{n}$ , para determinar los límites de control.

$$\bar{p} = \frac{\text{Total de defectuosos}}{\text{Total producido}} = \frac{254.34}{9,242.26} = 0.0275 = LC$$

$$\bar{n} = \frac{\text{Total de producidos}}{\text{Total de subgrupos}} = \frac{9,242.26}{8} = 1,155.28$$

Por lo que, los límites de control se calcularon de la siguiente manera:

$$LCS = 0.0275 + 3 \times \sqrt{\frac{0.0275 \times (1 - 0.0275)}{1,155.28}} = 0.0420$$

$$LCI = 0.0275 - 3 \times \sqrt{\frac{0.0275 \times (1 - 0.0275)}{1,155.28}} = 0.0131$$

Después de dichos cálculos, los datos se tabularon según como se muestra en el Cuadro IV.6.

Subgrupo	LCI	LC	LCS	<i>p</i>
1	0.0131	0.0275	0.0420	0.0250
2	0.0131	0.0275	0.0420	0.0304
3	0.0131	0.0275	0.0420	0.0284
4	0.0131	0.0275	0.0420	0.0248
5	0.0131	0.0275	0.0420	0.0290
6	0.0131	0.0275	0.0420	0.0246
7	0.0131	0.0275	0.0420	0.0302
8	0.0131	0.0275	0.0420	0.0277

Cuadro IV.6. Límites de Control y la variable *p* para la carta de control.

Con la información obtenida en el Cuadro IV.6. se construyó la carta de control  $p$ , tal como se aprecia en la Figura IV.5.

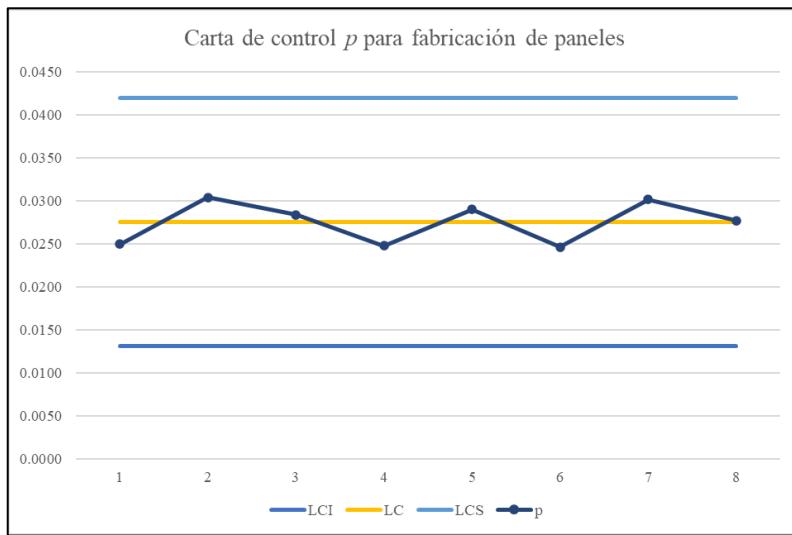


Figura IV.8. Carta de control  $p$  para fabricación de paneles.

De acuerdo con lo observado en dicha figura, se notó que:

- No existían puntos fuera de los límites de control, tanto inferior como superior.
- La cantidad de puntos por encima y debajo de la línea central era aproximadamente la misma.
- Todos los puntos estaban cerca de la línea central de control.
- No existían patrones de tendencias crecientes o decrecientes en puntos consecutivos.

Por lo tanto, se concluyó que el proceso estaba bajo control, lo que también quiere decir, que la estandarización logró reducir la variabilidad no deseada del proceso.

#### 4.3.4. Determinación del impacto económico

El porcentaje esperado para una producción defectuosa se estimó que no supere el 4% de la producción requerida.

En este caso, la producción requerida fue de  $8,987.92 \text{ m}^2$ . Por lo que, el límite estimado de la producción defectuosa se calculó de la siguiente manera:

$$\text{Límite Estimado de Producción Defectuosa} = 8,987.92 \text{ m}^2 \times 4\%$$

$$\text{Límite Estimado de Producción Defectuosa} = 359.52 \text{ m}^2$$

Sin embargo, para dicho período se obtuvo una producción defectuosa equivalente a  $254.34 \text{ m}^2$ .

Tal como aprecia, se generó una diferencia a favor de la empresa, equivalente a:

$$\text{Diferencia de Producción Defectuosa} = 254.34 \text{ m}^2 - 359.52 \text{ m}^2 = -105.18 \text{ m}^2$$

Si el precio del panel era  $\text{USD } 30/\text{m}^2$ , entonces se evitó una pérdida económica equivalente a:

$$\text{Pérdida Económica Evitada} = 105.18 \text{ m}^2 \times \frac{\text{USD } 30}{\text{m}^2} = \text{USD } 3,155.40$$

Dicho de otro modo, la producción defectuosa de paneles fabricados, después de la estandarización del proceso, evitó una pérdida económica a la empresa de por lo menos  $\text{USD } 3,155.40$ .

#### 4.3.5. Determinación del impacto en las actividades del proceso

Después de la estandarización del proceso, se actualizaron: el diagrama de operaciones del proceso, y el diagrama de análisis del proceso; tal como se muestran en la Figura IV.9. y la Figura IV.10.

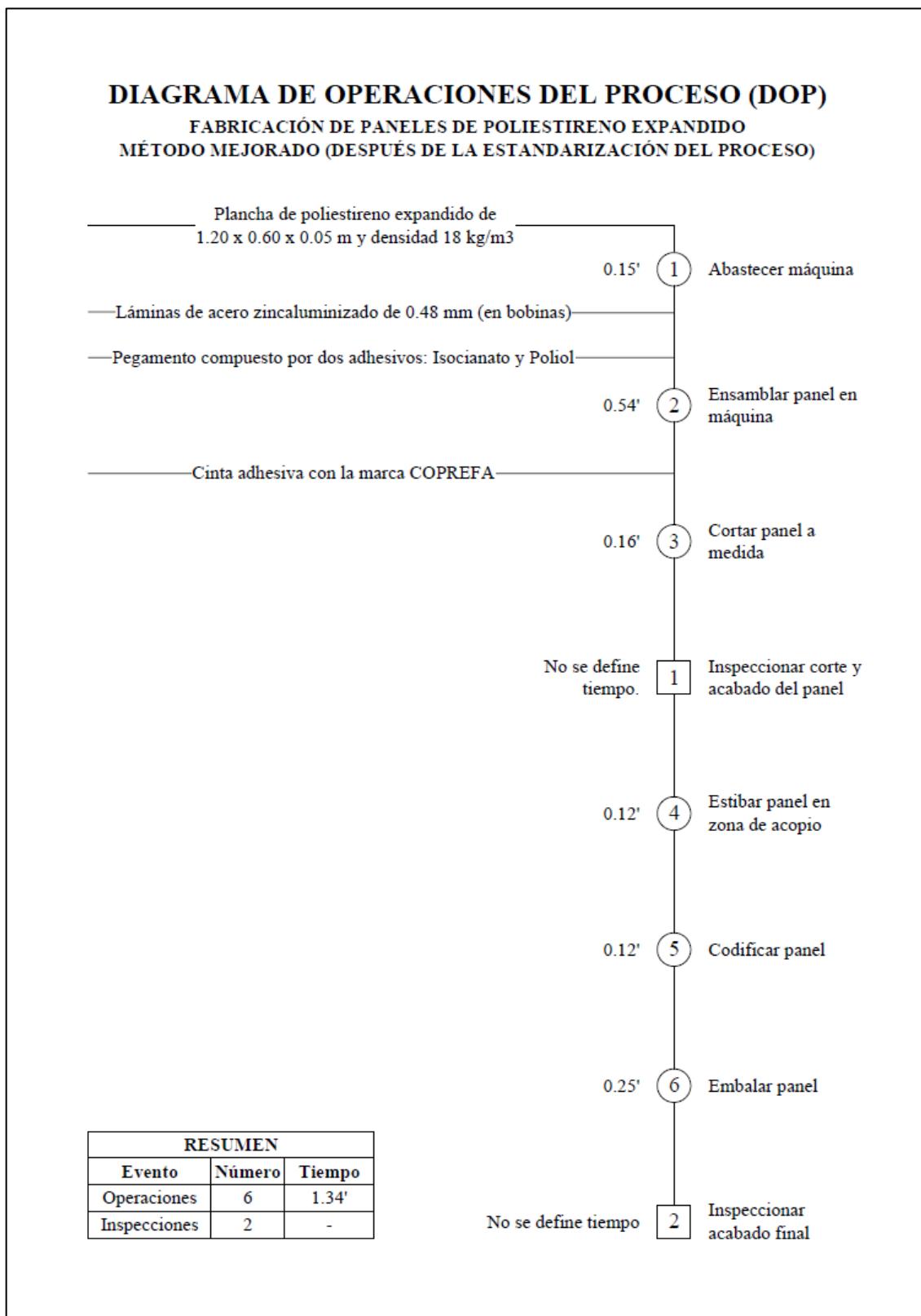


Figura IV.9. Diagrama de operaciones del proceso.

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO (DAP)					
LUGAR DE APLICACIÓN		RESUMEN			
Empresa: Coprefa S.A.C.		Evento	Actual	Propuesto	Ahorros
Ubicación: Planta Industrial en Cañete		Operación	6		
<b>PROCESO PRODUCTIVO</b>		Transporte	2		
Actividad: Fabricación de paneles de poliestireno expandido.		Demora	1		
<b>METODOLOGÍA</b>		Inspección	2		
Método: Mejorado (Después de la estandarización del proceso).		Almacenamiento	2		
Tipo: Trabajador		Tiempo (min)	2.44'		
DESCRIPCIÓN		SÍMBOLO	TIEMPO (MIN)	OBSERVACIONES	
Almacenar planchas de poliestireno expandido (EPS)		○ → □ □ □ ▽	0.00'	Se asignó una zona de abastecimiento más cercana al área de trabajo.	
Trasladar planchas de EPS a la máquina		○ → □ □ □ ▽	0.10'	Se redujo el recorrido debido a lo anterior.	
Abastecer planchas de EPS a la máquina		○ → □ □ □ ▽	0.15'	Se capacitaron a los operarios sobre un método más rápido y efectivo.	
Ensamblar panel de EPS en máquina		○ → □ □ □ ▽	0.54'		
Cortar panel de EPS a medida		○ → □ □ □ ▽	0.16'		
Inspeccionar corte y acabado del panel		○ → □ □ □ ▽	0.35'		
Esperar a que el panel de EPS llegue al final de la línea		○ → □ □ □ ▽	0.50'		
Estibar panel de EPS a zona de acopio		○ → □ □ □ ▽	0.12'	Se asignó una zona de acopio más cercana, por lo que el tiempo disminuyó.	
Codificar panel de EPS		○ → □ □ □ ▽	0.12'		
Embalar panel de EPS		○ → □ □ □ ▽	0.25'	Se adquirieron mejores herramientas, cuyo uso fue explicado en las capacitaciones.	
Inspeccionar acabado final		○ → □ □ □ ▽	0.25'		
Trasladar panel de EPS a almacén		○ → □ □ □ ▽	0.15'	Se asignó una zona de almacenamiento más cercana al área de fabricación.	
Almacenar panel de EPS		○ → □ □ □ ▽	0.00'		

Figura IV.10. Diagrama de análisis del proceso.

Como se pudo observar, los tiempos mejoraron, tal como se indica en el Cuadro IV.7.

Descripción	Antes de la estandarización	Después de la estandarización	Variación
Tiempo del DOP (en minutos)	1.51'	1.34'	0.17'
Tiempo del DAP (en minutos)	2.66'	2.44'	0.22'

Cuadro IV.7. Variación de tiempos de los diagramas del proceso después de la estandarización.

Dichas variaciones se obtuvieron debido a lo siguiente:

- Se asignó una zona de abastecimiento más cercana al área de trabajo.
- Se redujo el recorrido debido a lo anterior.
- Se capacitaron a los operarios sobre un método más rápido y efectivo.
- Se asignó una zona de acopio más cercana, por lo que el tiempo disminuyó.
- Se adquirieron mejores herramientas, cuyo uso fue explicado en las capacitaciones.
- Se asignó una zona de almacenamiento más cercana al área de fabricación.

#### 4.3.6. Selección de nuevas condiciones que necesitan ser mejoradas

De acuerdo con la información recopilada en el Anexo 12 sobre la producción de paneles, se consolidaron los registros de la producción no conforme, según como se muestra en el Cuadro IV.8.; en el cual se identificaron los diversos tipos de defectos correspondientes a dicha producción.

Ítem	Defecto	m <sup>2</sup>	%	% Acumulado
1	Con dobleces fuera de especificación	85.02	33.43%	33.43%
2	Desalineados entre las láminas de acero	55.81	21.94%	55.37%
3	Despegados por pegamento deficiente	29.07	11.43%	66.80%
4	Deformados por preparación de máquina	17.81	7.00%	73.80%
5	Con cortes fuera de especificación	15.46	6.08%	79.88%
6	Arruinados por falla mecánica	12.31	4.84%	84.72%
7	Con huecos prominentes	11.04	4.34%	89.06%
8	Con abultamientos en sus superficies	10.66	4.19%	93.25%
9	Retaceados por pare de máquina	8.82	3.47%	96.72%
10	Quebrados por mala maniobra	8.34	3.28%	100.00%
<b>TOTAL</b>		<b>254.34</b>	<b>100%</b>	

Cuadro IV.8. Producción defectuosa de paneles del Proyecto 6.

Con la data obtenida en el Cuadro IV.8., se pudo elaborar un nuevo Diagrama de Pareto, así como se muestra en la Figura IV.11.

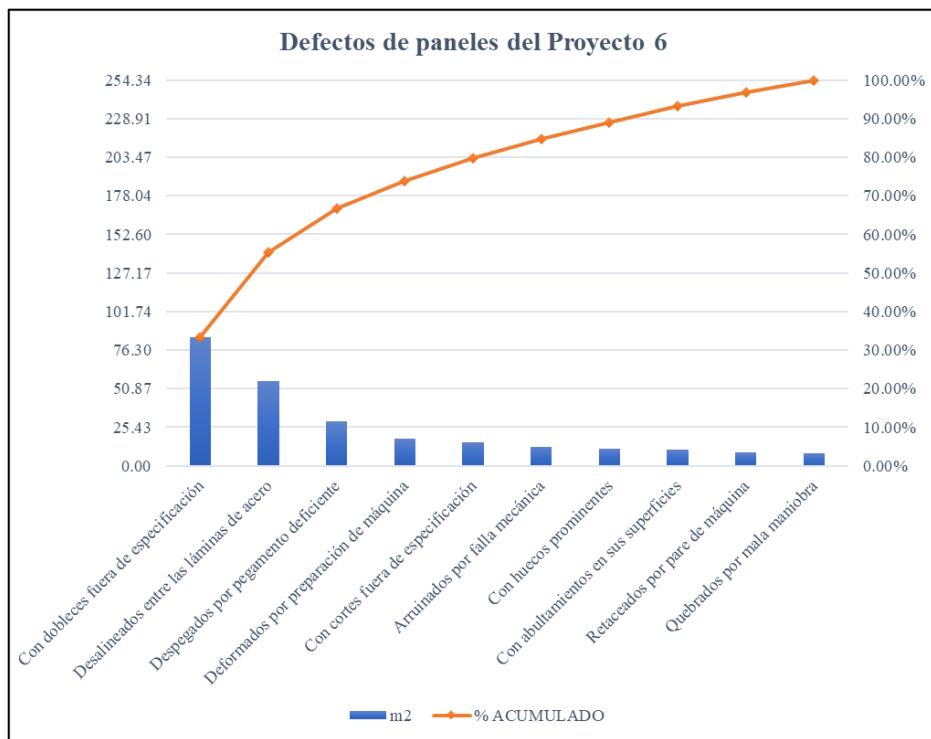


Figura IV.11. Diagrama de Pareto sobre defectos de paneles del Proyecto 6.

Como se puede apreciar en la Figura IV.11., los defectos: despegados por pegamento deficiente, y deformados por preparación de máquina se redujeron significativamente. Antes de la estandarización del proceso, dichos defectos representaban el 55.55% de la producción total defectuosa. Después de la estandarización, se redujeron a 18.43%. Sin embargo, a pesar de que dichos defectos disminuyeron

y la producción defectuosa también, es necesario observar el Cuadro IV.8., y poner atención en los “nuevos” defectos más representativos:

- Con dobleces fuera de especificación (33.43%).
- Desalineados entre láminas de acero (21.94%).

Ambas deficiencias, conjuntamente representan el 55.37% de la producción defectuosa, por lo que, como parte de la mejora continua del proceso, o en un futuro trabajo de investigación, se recomienda seleccionarlas como las nuevas condiciones que necesitan ser mejoradas.

## CONCLUSIONES

1. La estandarización del proceso de fabricación de paneles mejoró su productividad, pasando de una productividad laboral de 18.47 m<sup>2</sup>/hh a 20.81 m<sup>2</sup>/hh, es decir se incrementó un 12.67%. En cuanto a la productividad multifactorial, pasó de 1.54 a 1.61, es decir se incrementó un 4.55%. Dado que la variación de la productividad fue positiva, se pudo afirmar que la eficiencia también se incrementó, pasando de un 94% a un 97%, dado que utilizando la misma fuerza laboral y materiales por panel producido se obtuvieron mejores resultados, disminuyendo, además, la producción defectuosa.
2. El diagnóstico determinó un alto porcentaje de producción defectuosa, equivalente al 6.41% de la producción total, el cual sobrepasaba el valor máximo admitido del 4% de dicha producción. Asimismo, se detectó que el proceso estaba fuera de control, y que su productividad laboral y multifactorial eran 18.47 m<sup>2</sup>/hh y 1.54, respectivamente.
3. La elaboración de procedimientos, protocolos, formatos de control, planes de mantenimiento y capacitaciones permitió estandarizar el proceso. Se desarrollaron procedimientos muy didácticos para que el personal pueda entender y aplicar las actividades que le corresponden. Asimismo, se establecieron protocolos de prevención, control y detección frente al COVID-19. En cuanto a los formatos de control, se desarrollaron de forma más clara y precisa para el registro adecuado de la información. Asimismo, se diseñó un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria, equipos e instalaciones del área de fabricación de paneles. Finalmente, se brindaron capacitaciones teórico-prácticas para poner en práctica lo aprendido y realizar con mayor precisión y destreza las actividades.
4. La estandarización del proceso de fabricación de paneles incrementó la productividad laboral y multifactorial en un 12.67% y 4.55%, respectivamente. Asimismo, se determinó que el proceso se encontraba bajo control. Finalmente, se determinó el impacto económico que tuvo la estandarización en la productividad, logrando reducir la producción defectuosa, evitando una pérdida económica de por lo menos USD 3,155.40.

## **RECOMENDACIONES**

1. Para diagnosticar adecuadamente la situación del proceso de fabricación de paneles u otro proceso productivo, se recomienda recolectar la mayor información posible del proceso, utilizando las herramientas de control estadístico de procesos, incluyendo las que no se aplicaron en este trabajo de investigación, tales como histogramas y diagramas de dispersión, entre otras.
2. Para garantizar la estabilidad del proceso de fabricación de paneles u otro proceso productivo, se propone capacitar adecuada y permanentemente al personal, para que haga uso eficiente de los recursos. Las capacitaciones deben ser teórico-prácticas, sobre todo, muy didácticas.
3. Como parte de la mejora continua del proceso de fabricación de paneles, y de acuerdo con la información obtenida en el presente trabajo, se recomienda continuar el estudio de los defectos más representativos, que aparecieron después de la estandarización del proceso, con la finalidad de reducirlos al mínimo posible.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aldana de Vega, L. Á., Álvarez Builes, M. P., Bernal Torres, C. A., Díaz Becerra, M. I., González Soler, C. E., Galindo Uribe, Ó. D., & Villegas Cortés, A. (2011). *Administración por Calidad* (Primera Edición ed.). Bogotá: Alfaomega.
- Baca U., G., Cruz V., M., Cristóbal V., M. A., Baca C., G., Gutiérrez M., J. C., Pacheco E., A. A., . . Obregón S., M. G. (2014). *Introducción a la Ingeniería Industrial* (Segunda Edición ed.). México D.F., México: Grupo Editorial Patria.
- Balluerka Lasa, N., & Vergara Iraeta, A. I. (2002). *Diseños de Investigación Experimental en Psicología*. Madrid, España: Prentice Hall.
- Camisón, C., Cruz, S., & González, T. (2006). *Gestión de la Calidad: Conceptos, Enfoques, Modelos*. Madrid, España: Pearson Educación, S.A.
- Cantú Delgado, H. (2011). *Desarrollo de una Cultura de Calidad* (Cuarta Edición ed.). México D.F., México: Mc Graw Hill.
- Chavez Chavez, Z. A., & Quiroz Mercado, G. (2018). *Estandarización de Procesos y su Impacto en la Productividad de la Empresa Negociaciones Minera Chavez S.A.C., año 2017*. Trujillo.
- Cole, R. E. (1979). *Work, Mobility and Participation: A Comparative Study of American and Japanese Industry*. Berkeley, CA: University of California Press.
- Cruelles, J. A. (2013). *Productividad e Incentivos: Cómo hacer que los tiempos de fabricación se cumplan*. México D.F.: Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V.
- D'Alessio Ipinza, F. (2004). *Administración y Dirección de la Producción* (Segunda Edición ed.). Naucalpan de Juárez, México: Pearson Educación.
- Durán Domínguez, F. A. (2007). *Ingeniería de Métodos. Globalización: Técnicas para el manejo eficiente de recursos en organizaciones fabriles, de servicios y hospitalarias*. Guayaquil, Ecuador.
- Escobar Orellana, R. A., Guardado Cardoza, M. d., & Núñez, M. L. (2014). *Consultoría sobre Estandarización de los Procesos de Producción con Establecimiento de un Sistema de Costos, para la empresa Agroindustrias Buenavista, S.A. de C.V.* San Salvador.
- Evans, J. R., & Lindsay, W. M. (2014). *Administración y Control de la Calidad* (Novena Edición ed.). México D.F.: Cengage Learning.
- Flores Rodríguez, R. M. (2014). *Fundamentos de la Metodología de la Investigación* (Primera Edición ed.). Madrid, España: Editorial Lulú.
- García Criollo, R. (2005). *Estudio del Trabajo. Ingeniería de Métodos y Medición del Trabajo*. (Segunda Edición ed.). Puebla, México: Mc Graw Hill.
- Gutiérrez Pulido, H. (2010). *Calidad Total y Productividad* (Tercera Edición ed.). México D.F.: Mc Graw Hill.
- Gutiérrez Pulido, H., & De la Vara Salazar, R. (2013). *Control Estadístico de la Calidad y Seis Sigma* (Tercera Edición ed.). Guanajuato, México: Mc Graw Hill.
- Hernández Matías, J. C., & Vizán Idoipe, A. (2013). *Lean Manufacturing: Conceptos, Técnicas e Implementación*. Madrid: Fundación EOI.

- Lind, D. L., Marchal, W. C., & Wathen, S. A. (2012). *Estadística Aplicada a los Negocios y la Economía* (Décimoquinta Edición ed.). México D.F., México: Mc Graw Hill.
- Maldonado, J. Á. (2018). *Fundamentos de Calidad Total*. Tegucigalpa, Honduras.
- Muñoz Razo, C. (1998). *Cómo Elaborar y Asesorar una Investigación de Tesis*. Naucalpan de Juárez, México: Prentice Hall Hispanoamericana, S.A.
- Palacios Acero, L. C. (2009). *Ingeniería de Métodos, Movimientos y Tiempos*. (Primera Edición ed.). Bogotá, Colombia: Ecoe Ediciones.
- Rodríguez Moguel, E. A. (2005). *Metodología de la Investigación*. Tabasco, México.
- Socconini Pérez Gómez, L. V. (2019). *Lean Manufacturing: Paso a Paso* (Primera Edición ed.). Barcelona, España: Marge Books.
- Toro Jaramillo, I. D., & Parra Ramírez, R. D. (2006). *Metodología de la Investigación: Método y Conocimiento*. Medellín, Colombia: Fondo Editorial Universidad EAFIT.
- Triola, M. F. (2018). *Estadística* (Decimosegunda edición ed.). México: Pearson Educación.
- Vara Horna, A. A. (2015). *Los 7 Pasos para Elaborar una Tesis* (Primera Edición ed.). Lima, Perú: Empresa Editora Macro EIRL.
- Véliz Capuñay, C. (2011). *Estadística para la Administración y los Negocios* (Primera Edición ed.). México: Pearson Educación.
- Vera Castro, J. J. (2016). *Aplicación del Sistema de Costos por Órdenes de Trabajo y su Incidencia en la Rentabilidad de la Empresa Industrial de Poliestireno, Nexpol S.A.C.* Lima.

## **ANEXOS**

- ANEXO 01: Formato N° 3 – Matriz básica de consistencia.
- ANEXO 02: Formato N° 4 – Matriz de operacionalización de las variables.
- ANEXO 03: Registros de la producción de paneles antes de la estandarización del proceso.
- ANEXO 04: Procedimiento de planificación de la producción de paneles.
- ANEXO 05: Procedimiento de fabricación de paneles de poliestireno expandido.
- ANEXO 06: Protocolo de prevención, control y detección frente al COVID-19.
- ANEXO 07: Formato de control – Orden de trabajo para fabricación de paneles.
- ANEXO 08: Formato de control – Reporte diario de fabricación de paneles.
- ANEXO 09: Formato de control – Reporte diario de producción de paneles no conformes.
- ANEXO 10: Plan de mantenimiento preventivo para el área de fabricación de paneles.
- ANEXO 11: Registros de capacitaciones al personal participante en la producción de paneles.
- ANEXO 12: Registros de la producción de paneles después de la estandarización del proceso.

## ANEXO 01: FORMATO N° 3 – MATRIZ BÁSICA DE CONSISTENCIA

**Título del Proyecto:**

MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA FABRICACIÓN DE PANELES DE POLIESTIRENO EXPANDIDO MEDIANTE LA ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO EN LA EMPRESA COPREFA S.A.C.

**Tesistas:**

- Br. Victor Manuel Bernuy Bayona.
- Br. Rosa Lila Ruiz Roa.
- Br. Karola Isabel Velásquez Chero.

	<b>Preguntas</b>	<b>Hipótesis</b>	<b>Objetivos</b>
G	¿Cómo se puede mejorar la productividad en la fabricación de paneles de poliestireno expandido en la empresa COPREFA S.A.C.?	La estandarización del proceso de fabricación de paneles de poliestireno expandido mejora la productividad en la empresa COPREFA SAC.	Mejorar la productividad en la fabricación de paneles de poliestireno expandido mediante la estandarización del proceso en la empresa COPREFA S.A.C.
E1	¿Cuál es la situación actual del proceso de fabricación de paneles de poliestireno expandido, en la empresa COPREFA S.A.C.?	La aplicación de herramientas de control estadístico de procesos permite diagnosticar la situación actual del proceso de fabricación de paneles de poliestireno expandido, en la empresa COPREFA S.A.C.	Diagnosticar la situación actual del proceso de fabricación de paneles de poliestireno expandido mediante la aplicación de herramientas de control estadístico de procesos, en la empresa COPREFA S.A.C.
E2	¿Cómo estandarizar el proceso de fabricación de paneles de poliestireno expandido, en la empresa COPREFA S.A.C.?	La elaboración de procedimientos, protocolos, formatos de control, planes de mantenimiento y capacitaciones permite estandarizar el proceso de fabricación de paneles de poliestireno expandido, en la empresa COPREFA S.A.C.	Estandarizar el proceso de fabricación de paneles de poliestireno expandido mediante la elaboración de procedimientos, protocolos, formatos de control, planes de mantenimiento y capacitaciones, en la empresa COPREFA S.A.C.
E3	¿Cuál es el impacto en la productividad después de la estandarización del proceso de fabricación de paneles de poliestireno expandido, en la empresa COPREFA S.A.C.?	La aplicación de herramientas de control estadístico de procesos permite evaluar el impacto en la productividad después de la estandarización del proceso de fabricación de paneles de poliestireno expandido, en la empresa COPREFA S.A.C.	Evaluar el impacto en la productividad después de la estandarización del proceso de fabricación de paneles de poliestireno expandido mediante la aplicación de herramientas del control estadístico de procesos, en la empresa COPREFA S.A.C.

## ANEXO 02: FORMATO N° 4 – MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicadores	Escala
<p><b>Variable Independiente:</b> Estandarización “(...) es una técnica que persigue la elaboración de instrucciones escritas o gráficas que muestren el mejor método para hacer las cosas (...)” (Hernández y Vizán, 2013); para la empresa COPREFA S.A.C.</p>	<p>Se implementa la elaboración de procedimientos, protocolos, formatos de control, planes de mantenimiento y capacitaciones; con la finalidad de estandarizar el proceso de fabricación de paneles de poliestireno, y mejorar su productividad.</p>	Sí / No	-
<p><b>Variable Dependiente:</b> Productividad “(...) es una ratio o índice que mide la relación existente entre la producción realizada y la cantidad de factores o insumos empleados en conseguirla (...)” (Cruelles, 2016). “(...) es la relación entre los resultados y los insumos, y en los procesos los insumos se transforman en resultados (...)” (Pérez, 2019); para la empresa COPREFA S.A.C.</p>	<p>La tasa de paneles defectuosos se mide estableciendo una relación entre la producción diaria de paneles defectuosos (<math>m^2</math>) y la producción diaria total de paneles (<math>m^2</math>). La información correspondiente a la producción se extrae del registro diario de fabricación de paneles.</p> $TPD = \frac{A}{B} \times 100\%$ <p>Donde: TPD: Proporción de paneles defectuosos (%). A: Paneles defectuosos (<math>m^2</math>). B: Total de paneles (<math>m^2</math>).</p> <p>La productividad laboral se calcula dividiendo la producción total de paneles producidos (<math>m^2</math>) entre la cantidad total de horas hombre (hh) utilizadas en el proceso. Para ello, la información se obtiene por medio de los registros de producción.</p> $PL = \frac{A}{B}$ <p>Donde: PL: Productividad laboral (<math>m^2/hh</math>). A: Producción de paneles (<math>m^2</math>). B: Horas hombre utilizadas (hh).</p> <p>La productividad multifactorial se calcula dividiendo el precio de la producción entre el costo de la producción. Para ello, la información se obtiene por medio de los registros de producción.</p> $PG = \frac{A}{B}$ <p>Donde: PM: Productividad multifactorial. A: Precio de la producción (USD). B: Costo de la producción (USD).</p>	<p>Proporción de paneles defectuosos</p> <p>Productividad laboral</p> <p>Productividad multifactorial</p>	Razón

**ANEXO 03: REGISTROS DE LA PRODUCCIÓN DE PANELES ANTES DE LA ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO**

ORDEN DE TRABAJO PARA FABRICACIÓN  
DE PANELES (Inmaculada).

Nº ORDEN DE TRABAJO : OT 005 - 2020

FECHA DE EMISIÓN : 24/01/2020

Nº ORDEN DE FABRICACIÓN : OF 001 - 2020

ITEM	DESCRIPCIÓN	UM	CANT	LARGO(mm)	ANCHO(mm)	ÁREA (m <sup>2</sup> )
1	Panel de EPS de 50mm	m <sup>2</sup>	81	5000	1190	481.95
2	Panel de EPS de 50mm	m <sup>2</sup>	2	5700	1190	13.57
3	Panel de EPS de 50mm	m <sup>2</sup>	4	5600	1190	26.66
4	Panel de EPS de 50mm	m <sup>2</sup>	4	5300	1190	25.23
5	Panel de EPS de 50mm	m <sup>2</sup>	2	5150	1190	12.26
6	Panel de EPS de 50mm	m <sup>2</sup>	81	2400	1190	231.34
7	Panel de EPS de 50mm	m <sup>2</sup>	60	2400	1190	171.36
8	Panel de EPS de 50mm	m <sup>2</sup>	79	3000	1190	282.03
9	Panel de EPS de 50mm	m <sup>2</sup>	24	2950	1190	84.25
10	Panel de EPS de 50mm	m <sup>2</sup>	24	2700	1190	77.11
11	Panel de EPS de 50mm	m <sup>2</sup>	14	2400	1190	39.98
12						
13						
14						
15						
16						

\* RESUMEN DE LA PRODOC.

PANELES DE EPS DE 50 mm : CANT : 1445.73 m<sup>2</sup>

PESO : 12 693.52 Kg

  
24-01-2020

REPORTE DIARIO DE FABRICACIÓN DE PANELES (Inmaculada)

FECHA : 27/01/2020

Nº OF : OF - 001 - 2020

Nº OT : OT - 005 - 2020

Nº	Tipo de Panel	Largo Panel (m)	Ancho Panel (m)	Cant (Pieza)	Largo Total (m)	Área Total (m <sup>2</sup> )	Observaciones
1	Pared	5.70	1.19	2	11.4	13.57	Conforme
2	Pared	5.60	1.19	4	22.4	26.66	Conforme
3	Pared	5.30	1.19	4	21.2	25.23	Conforme
4	Pared	5.15	1.19	2	10.3	12.26	Conforme
5	Pared	2.40	1.19	81	194.4	231.34	Conforme
6	Pared	2.40	1.19	60	144	171.36	Conforme
7	Pared	3.00	1.19	79	237	282.03	Conforme
8	Pared	2.95	1.19	24	70.8	84.25	Conforme
9	Pared	2.30	1.19	24	64.8	77.11	Conforme
10	Pared	2.40	1.19	14	33.6	39.98	Conforme
11	Pared	VARIADO	1.19	VARIADA	VARIADO	62.67	No Conforme
12							

DESCRIPCIÓN	REQUERIDO		MERMA		TOTAL	
	CANT. (M <sup>2</sup> )	PESO TOTAL (KG)	CANT. (M <sup>2</sup> )	PESO TOTAL (KG)	CANT.(M <sup>2</sup> )	PESO TOTAL (KG)
PANELES DEEPS 50 mm ESPESOR COLOR RAL 9003	963.78	8,462.00	62.67	550.24	1,026.45	9,012.24

*Bruno Muñoz*  
27/01/2020

REPORTE DIARIO DE PRODUCCIÓN DE PANELES NOCONFORMES (Inconformes)

FECHA : 27/01/2020

Nº OF : OF 001 - 2020

Nº OT : OT - 005 - 2020

Nº	TIPO DE DEFECTO	MEDIDAS DE PANELES DEFECTUOSOS (m <sup>2</sup> )	TOTAL (m <sup>2</sup> )
1	Arruinados por falla mecánica	1.50 + 1.61	3.11
2	Con rebultamientos en sus superficies	0.85 + 0.78	1.63
3	Con cortes fuera de especificación	0.95 + 1.18 + 0.99	3.12
4	Con dobleces fuera de especificación	1.17 + 1.13 + 0.68 + 1.33 + 1.62	6.23
5	Con huecos prominentes	1.46 + 1.37 + 1.11	3.94
6	Deformados por preparación de máquina	4.26 + 3.95 + 5.37	13.58
7	Deslineados entre láminas de acero	1.46 + 1.83 + 1.37	4.66
8	Despegados por pegamento defectuoso	2+2.40 + 5x2.70 + 1x2.90	21.20
9	Quebrados por mala maniobra	2.70	2.70
10	Retorcidos por parte de máquina.	1.30 + 1.20	2.50
TOTAL DE PANELES DEFECTUOSOS.			62.67



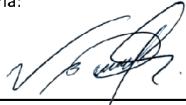
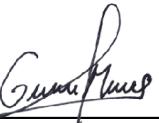
27/01/2020.

ITEM	PROYECTO	RESUMEN		
		PRODUCCIÓN DE PANELES (M <sup>2</sup> )		
		TOTAL	MERMA	REQUERIDO
1	OF 001-2020	1536.65	90.92	1,445.73
2	OF 002-2020	1540.57	121.85	1,418.72
3	OF 003-2020	5687.71	368.32	5,319.39
4	OF 005-2020	1546.54	78.59	1,467.95
5	OF 006-2020	1058.32	69.12	989.20
<b>TOTAL</b>		<b>11,369.79</b>	<b>728.80</b>	<b>10,640.99</b>

## ANEXO 04: PROCEDIMIENTO DE PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE PANELES

 coprefa Construcciones Prefabricadas S.R.L.	<b>PROCEDIMIENTO</b>	CÓDIGO: <b>PRD.PAN.P.01</b>	VERSIÓN: <b>1</b>
FECHA DE EMISIÓN: <b>25/11/2020</b>	<b>PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE PANELES</b>		
			PÁGINA: <b>1 DE 7</b>

# PROCEDIMIENTO DE PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE PANELES

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Firma: 	Firma: 	Firma: 
Nombre: Victor M. Bermuy Bayona	Nombre: Julián Gonzales M.	Nombre: Raúl Oviedo Meza
Fecha: 25/11/2020	Fecha: 25/11/2020	Fecha: 25/11/2020

Prohibida la reproducción parcial o total de este procedimiento sin el consentimiento escrito de COPREFA S.A.C.

	<b>PROCEDIMIENTO</b>	CÓDIGO: <b>PRD.PAN.P.01</b>	VERSIÓN: <b>1</b>
FECHA DE EMISIÓN: <b>25/11/2020</b>	<b>PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE PANELES</b>		PÁGINA: <b>2 DE 7</b>

## OBJETIVO

Establecer el procedimiento para la planificación de la producción de paneles de poliestireno expandido.

## ALCANCE

Este procedimiento describe el flujo de actividades implicadas en la planificación de la producción de paneles de poliestireno expandido, desde la emisión de la orden de fabricación por parte del Administrador de Ventas a la Jefatura de Producción hasta la notificación de la culminación de dicha orden.

## DEFINICION

- **Cronograma de Producción:** Representación gráfica y ordenada de un conjunto de funciones y tareas llevadas a cabo en un tiempo estipulado y bajo unas condiciones que garanticen la optimización del tiempo.
- **EPS (Expanded Polystyrene):** Acrónimo referente al poliestireno expandido. Es un material plástico espumado derivado del poliestireno y utilizado en el sector del envase y la construcción. En Perú es conocido como Tecnopor.
- **Orden de Fabricación:** Documento que contiene información general del cliente y requisitos para la realización del producto que se desea fabricar. El documento es emitido por el Departamento Comercial, aprobado por Gerencia General y recibido por el Departamento de Producción. Asimismo, se remiten copias de la Orden de Fabricación a las áreas involucradas en la realización del producto.
- **Orden de Trabajo:** Documento interno que contiene requisitos técnicos del producto que se desea fabricar.
- **Panel de poliestireno expandido:** Plancha prefabricada conformada por coberturas laminadas de acero y núcleo de poliestireno expandido.
- **Pedido:** Solicitud de Ventas a Producción sustentada por una Orden de Fabricación.
- **Plancha de EPS:** Poliestireno expandido en forma de plancha, con dimensiones de largo, ancho y espesor, que se utiliza para la fabricación de paneles.
- **Programa de Producción:** Gestión y distribución de recursos, eventos y procesos para crear bienes y servicios, basándose en la disponibilidad de recursos, órdenes de clientes y eficiencias.

## RESPONSABILIDADES

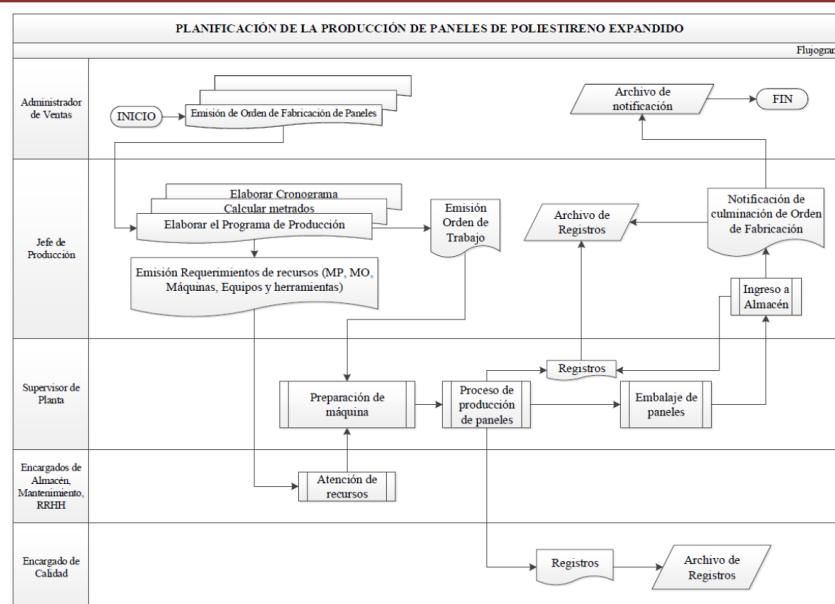
- **Administrador de Ventas:** Cumplir este procedimiento.
- **Jefe de Producción:** Cumplir este procedimiento.
- **Supervisor de Planta:** Cumplir este procedimiento.
- **Encargado de Almacén, Mantenimiento y RRHH:** Cumplir este procedimiento.
- **Encargado de Calidad:** Cumplir este procedimiento.

---

Prohibida la reproducción parcial o total de este procedimiento sin el consentimiento escrito de COPREFA S.A.C.

 coprefa Construcciones Pre-fabricados S.R.L.	<b>PROCEDIMIENTO</b>	CÓDIGO: <b>PRD.PAN.P.01</b>	VERSIÓN: <b>1</b>
FECHA DE EMISIÓN: <b>25/11/2020</b>	<b>PÁGINA:</b> <b>3 DE 7</b>		
<b>PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE PANELES</b>			

## FLUJOGRAMA DEL PROCESO



## DESCRIPCION DEL PROCESO

La planificación de la realización de paneles comprende los procesos siguientes:

### 1. RECEPCIÓN DEL PEDIDO

El Administrador de Ventas emite la Orden de Fabricación al Jefe de Producción mediante el formato **F-11-01 ORDEN DE FABRICACION**, el cual contiene información relacionada a la Orden de Fabricación, datos del cliente, especificaciones técnicas y tipo de embalaje para los productos.

### 2. ELABORACIÓN DEL PROGRAMA DE PRODUCCIÓN

El Jefe de Producción elabora el formato **F-12-01 PROGRAMA DE PRODUCCIÓN** según lo indicado en el presente procedimiento. Asimismo, lo distribuye a las áreas de soporte para la gestión, ejecución y seguimiento respectivo que serán registrados en el formato **F-12-02 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES**.

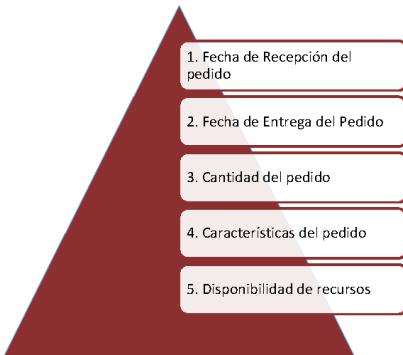
El tiempo de asociado a la elaboración del formato **F-12-01 PROGRAMA DE PRODUCCIÓN** debe ser inmediato como sea posible, considerando que no exceda las 24 horas laborales después de la recepción de la Orden de Fabricación.

Prohibida la reproducción parcial o total de este procedimiento sin el consentimiento escrito de COPREFA S.A.C.

 <b>coprefa</b> Construcciones Pre-fabricadas S.R.L.	<h2>PROCEDIMIENTO</h2>	CÓDIGO: <b>PRD.PAN.P.01</b>
		VERSIÓN: <b>1</b>  PÁGINA: <b>4 DE 7</b>
FECHA DE EMISIÓN:	<b>PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE PANELES</b>	
25/11/2020		

### 2.1. DETERMINAR LA PRIORIDAD DE PRODUCCIÓN DE PEDIDOS

Debido a que la frecuencia entre pedidos es variable, se recomienda priorizar la ejecución en el orden siguiente:



### 2.2. CALCULAR LA CANTIDAD DE RECURSOS PARA LA EJECUCIÓN DEL PEDIDO

La Jefatura de Producción realiza el cálculo de recursos a utilizar en la ejecución del pedido, según la última versión del **A-12-01 MEMORIA DE CÁLCULO DE RECURSOS Y RATIOS PARA LA PRODUCCIÓN DE PANELES** del presente procedimiento.

### 2.3. ELABORACIÓN DEL CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Para la elaboración del Cronograma de Actividades se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- El Cronograma de Actividades es elaborado en el formato **F-12-02 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES**, y debe ser distribuido a las áreas de soporte antes de su ejecución.
- El Cronograma de Actividades debe ser graficado mediante un Diagrama de Gantt, y realizado preferentemente con el software Ms Project o Ms Excel.
- El Cronograma de Actividades comprende el listado de actividades, tanto de gestión como de ejecución, involucradas en la producción de paneles.
- El Cronograma de Actividades contiene las fechas asociadas a cada actividad, tanto del inicio como del fin. Es decir, el plazo por cada actividad.

## 3. GESTIÓN DE ATENCIÓN DE RECURSOS

Posterior a la elaboración del Programa de Producción, el Jefe de Producción gestiona con las áreas encargadas, la atención de recursos necesarios para la ejecución del pedido.

### 3.1. GESTIÓN DE MATERIALES

La gestión de materiales se efectúa previamente a la ejecución del pedido; para ello, la Jefatura de Producción utiliza la siguiente documentación:

---

Prohibida la reproducción parcial o total de este procedimiento sin el consentimiento escrito de COPREFA S.A.C.

 <b>coprefa</b> Construcciones Pre-fabricados S.R.L.	<h2>PROCEDIMIENTO</h2>	<b>CÓDIGO:</b> <b>PRD.PAN.P.01</b>	<b>VERSIÓN:</b> <b>1</b>
<b>FECHA DE EMISIÓN:</b> <b>25/11/2020</b>	<b>PÁGINA:</b> <b>5 DE 7</b>		
		<b>PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE PANELES</b>	

Ítem	Formato Operativo	Descripción	Emite	Recibe
1	F-14-07	Requerimiento	Producción	Almacén
2	F-14-08	Solicitud de despacho	Producción	Almacén
3	F-14-09	Parte diario de Devoluciones	Producción	Almacén

• **Gestión del requerimiento de materiales:**

- El Jefe de Producción elabora el requerimiento de materiales mediante el formato **F-14-07 REQUERIMIENTO**, registrando en él, el número de requerimiento, el número de Orden de Fabricación, la fecha del requerimiento y la cantidad total de materiales con las fechas de atención respectivas.
- El Jefe de Producción emite la solicitud de despacho mediante el formato **F-14-08 SOLICITUD DE DESPACHO** al Encargado de Almacén para su atención respectiva.
- El Jefe de Producción y el Encargado de Almacén culminan este proceso de gestión con sus firmas respectivas en el documento, generándose las copias necesarias del documento para el control y archivo respectivo.
- El tiempo asociado a la elaboración y emisión del requerimiento de materiales debe ser tan inmediato como sea posible para que el Encargado de Almacén inicie la gestión de materiales. Un mayor tiempo en la elaboración y emisión del requerimiento aplazará el tiempo de atención de este. En ese sentido, el tiempo de elaboración y emisión del requerimiento no debe exceder las 24 horas después de la recepción de la Orden de Fabricación.

• **Gestión de salidas de Almacén:**

- El Jefe de Producción coordina con el Encargado de Almacén la recepción parcial o total de los materiales requeridos a través del formato **F-14-08 SOLICITUD DE DESPACHO**.
- El Supervisor de Planta será quien coordine con el encargado de almacén el despacho de materiales, según la solicitud asociada. La salida del material será registrada en el formato **F-14-04 EGRESO DE MATERIALES** Y adjuntada al formato **F-14-08 SOLICITUD DE DESPACHO** para su seguimiento.
- El Encargado de Almacén, el Jefe de Producción y el Supervisor de Planta culminan este proceso de gestión con sus firmas respectivas en el documento, generándose las copias necesarias del documento para el control y archivo respectivo.
- El tiempo asociado a la gestión de salidas de materiales desde Almacén no se considera para la elaboración del cronograma de actividades, puesto que forma parte del proceso operativo para el cual es gestionado.

• **Gestión de devoluciones:**

- El Jefe de Producción coordina con el Encargado de Almacén la devolución parcial o total de los materiales despachados mediante el formato **F-12-09 PARTE DIARIO DE DEVOLUCION**. Es considerado una devolución todo material que pertenezca a un saldo de producción o si presenta una falla durante su uso, siempre y cuando sea parte de alguna salida del almacén.

---

Prohibida la reproducción parcial o total de este procedimiento sin el consentimiento escrito de COPREFA S.A.C.

	<b>PROCEDIMIENTO</b>	CÓDIGO: <b>PRD.PAN.P.01</b>	VERSIÓN: <b>1</b>
FECHA DE EMISIÓN: <b>25/11/2020</b>	<b>PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE PANELES</b>		
			PÁGINA: <b>6 DE 7</b>

- El Encargado de Almacén y el Jefe de Producción culminan este proceso de gestión con sus firmas respectivas en el documento, generándose las copias necesarias del documento para el control y archivo respectivo.
- El tiempo asociado a la gestión de devoluciones no se considera para la elaboración del cronograma de actividades, puesto que forma parte del proceso operativo para el cual es gestionado.

### 3.2. GESTIÓN DE MANO DE OBRA

La gestión de mano de obra por parte de Producción se efectúa antes de la ejecución de las etapas de producción.

- En el caso de que se disponga de personal capacitado en Producción de Paneles no se considera el tiempo de contratación de nuevo personal en la elaboración del cronograma de actividades.
- En el caso de que no se disponga de personal capacitado en Producción de paneles, el Jefe de Producción debe coordinar con el Encargado de Recursos Humanos la contratación de personal capacitado.

Asimismo, el Jefe de Producción debe coordinar con el Encargado de Recursos Humanos el requerimiento de personal para que sea considerado en la elaboración del cronograma de actividades.

El control de personal generada dentro de la planificación se llevará en el formato **F-21-02 REPORTE SEMANAL DE MANO DE OBRA**.

### 3.3. GESTIÓN DE MÁQUINAS, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

La gestión de máquinas, equipos y herramientas por parte de Producción se efectúa antes de la ejecución de las etapas de producción.

- El Encargado de Mantenimiento se encarga de asegurar la disponibilidad operativa de las máquinas, equipos y herramientas, para que el Jefe de Producción realice la ejecución de pedidos previa programación.
- El Encargado de Mantenimiento distribuye el Programa de Mantenimiento sobre las máquinas, equipos y herramientas, para que dicho plan sea considerado en la realización del Programa de Producción y cronograma de actividades.
- El Jefe de Producción elabora el programa de Producción considerando que las máquinas, equipos y herramientas están operativas.

## 4. EJECUCIÓN DEL PEDIDO

### 4.1. PRODUCCIÓN DEL PEDIDO

El Jefe de Producción emite una copia del formato **PRD.PAN.F.01B ORDEN DE TRABAJO** al Encargado de Calidad para la programación de las inspecciones necesarias durante el proceso productivo. En ese sentido, este se encarga de llevar los registros de calidad en el formato **PRD.PAN.F.03A REPORTE DIARIO DE PRODUCCIÓN DE PANELES NO CONFORMES**.

El Encargado de Calidad programa las inspecciones que considere necesarias para examinar la calidad de los paneles.

---

Prohibida la reproducción parcial o total de este procedimiento sin el consentimiento escrito de COPREFA S.A.C.

	<b>PROCEDIMIENTO</b>	CÓDIGO: <b>PRD.PAN.P.01</b>	VERSIÓN: <b>1</b>
FECHA DE EMISIÓN: <b>25/11/2020</b>	<b>PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE PANELES</b>		
			PÁGINA: <b>7 DE 7</b>

#### **4.2. CONFORMIDAD DEL PEDIDO**

De acuerdo con los resultados de las inspecciones de Calidad, el Encargado de Calidad define la conformidad del producto antes de proceder con la gestión del almacenamiento. Si el producto es conforme, se gestiona con el Jefe de Producción y el Encargado de Almacén el ingreso del producto al Almacén de Producto Terminado, caso contrario, al Almacén de Producto No Conforme.

#### **5. ENTREGA DEL PEDIDO**

##### **5.1. INGRESO DEL PEDIDO A ALMACÉN**

El Jefe de Producción coordina con Almacén el traslado de los paneles. Asimismo, documenta el ingreso de productos terminados al Almacén mediante el formato **PRD.PAN.F.02B REPORTE DIARIO DE FABRICACIÓN DE PANELES**.

##### **5.2. NOTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL PEDIDO**

El Jefe de Producción notifica al Administrador de Ventas el cumplimiento del pedido mediante el envío de una copia del formato **PRD.PAN.F.02B REPORTE DIARIO DE FABRICACIÓN DE PANELES**.

#### **ARCHIVO**

---

El Jefe de Producción es el responsable de archivar los registros generados con el presente procedimiento.

#### **DOCUMENTOS ASOCIADOS**

---

- **F-11-01 ORDEN DE FABRICACION.**
- **F-12-01 PROGRAMA DE PRODUCCION**
- **F-12-02 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES**
- **PRD.PAN.F.02B REPORTE DIARIO DE FABRICACIÓN DE PANELES**
- **F-14-04 EGRESO DE MATERIALES**
- **F-14-07 REQUERIMIENTO.**
- **F-14-08 SOLICITUD DE DESPACHO.**
- **F-14-09 PARTE DIARIO DE DEVOLUCIONES.**
- **F-21-01 REQUERIMIENTO DE PERSONAL**
- **F-21-02 REPORTE SEMANAL DE MANO DE OBRA**

#### **ANEXOS**

---

- **A-12-01 MEMORIA DE CÁLCULO DE RECURSOS Y RATIOS PARA LA PRODUCCIÓN DE PANELES**

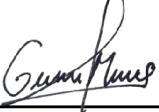
---

Prohibida la reproducción parcial o total de este procedimiento sin el consentimiento escrito de COPREFA S.A.C.

## ANEXO 05: PROCEDIMIENTO DE FABRICACIÓN DE PANELES DE POLIESTIRENO EXPANDIDO

 coprefa Construcciones Prefabricadas S.R.L.	<b>PROCEDIMIENTO</b>	CÓDIGO: PRD.PAN.P.02	VERSIÓN: 1
FECHA DE EMISIÓN: 25/11/2020	<b>FABRICACIÓN DE PANELES DE POLIESTIRENO EXPANDIDO</b>		
			PÁGINA: 1 DE 5

# FABRICACIÓN DE PANELES DE POLIESTIRENO EXPANDIDO

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Firma: 	Firma: 	Firma: 
Nombre: Victor M. Bermuy Bayona.	Nombre: Julián J. Gonzales M.	Nombre: Raúl Oviedo Meza
Fecha: 25/11/2020	Fecha: 25/11/2020	Fecha: 25/11/2020

Prohibida la reproducción parcial o total de este procedimiento sin el consentimiento escrito de COPREFA S.A.C.

 <b>coprefa</b> Construcciones Pre-fabricados S.R.L.	<h2 style="text-align: center;">PROCEDIMIENTO</h2>	<p style="text-align: right;">CÓDIGO: PRD.PAN.P.02</p> <p style="text-align: right;">VERSIÓN: 1</p>
FECHA DE EMISIÓN: 25/11/2020	<p style="text-align: center;"><b>FABRICACIÓN DE PANELES DE POLIESTIRENO EXPANDIDO</b></p>	
		PÁGINA: 2 DE 5

### OBJETIVO

Establecer el procedimiento para la fabricación de paneles de poliestireno expandido garantizando el cumplimiento de los aspectos de producción, calidad, seguridad y medio ambiente.

### ALCANCE

Actividades que incluyen y están asociadas a la fabricación de paneles termoacústicos en COPREFA S.A.C., comprende los procesos de recepción de planchas de poliestireno cortadas en mitades, fabricación y almacenaje de paneles termoacústicos.

### DEFINICION

- **Bloque de Poliestireno:** Poliestireno expandido en forma de bloque rectangular, con dimensiones de largo, ancho y espesor.
- **EPS (Expanded Polystyrene):** Acrónimo referente al poliestireno expandido. Es un material plástico espumado derivado del poliestireno y utilizado en el sector del envase y la construcción. En Perú es conocido como Tecnopor.
- **Orden de Fabricación (Pedido):** Documento que contiene información general del cliente y del producto que se requiere fabricar.
- **Orden de Trabajo:** Documento interno que contiene información técnica del producto que se desea fabricar dentro de un plazo programado.
- **Panel de Poliestireno Expandido:** Plancha prefabricada conformada por coberturas laminadas de acero y núcleo de EPS; presenta propiedades de aislamiento térmico y acústico. Se emplean en construcción de módulos, sistemas de refrigeración y otros.

### RESPONSABILIDADES

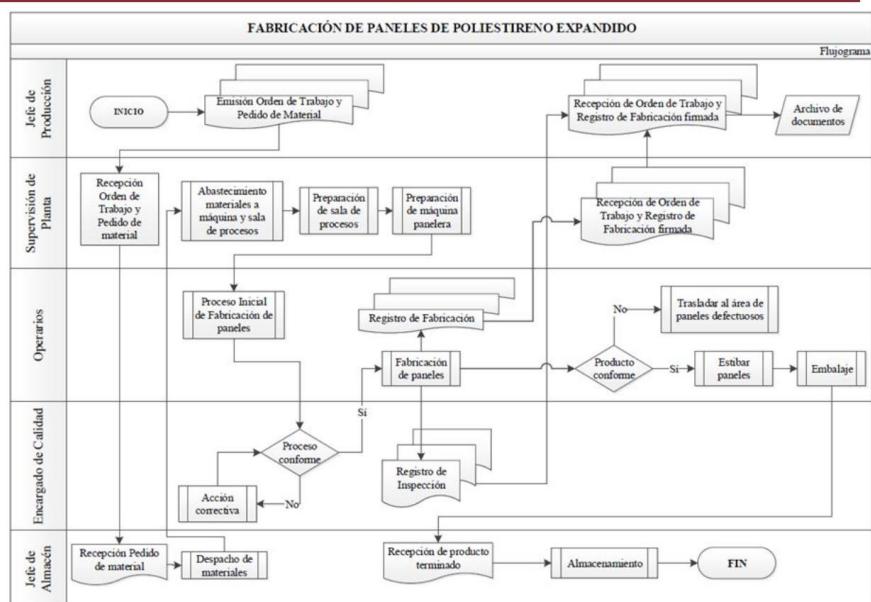
- **Jefe de Producción:** Cumplir este procedimiento.
- **Supervisor de Planta:** Cumplir este procedimiento.
- **Encargado de Calidad:** Cumplir este procedimiento.
- **Encargado de Almacén:** Cumplir este procedimiento.
- **Operarios:** Cumplir este procedimiento.

---

Prohibida la reproducción parcial o total de este procedimiento sin el consentimiento escrito de COPREFA S.A.C.

	<b>PROCEDIMIENTO</b>	CÓDIGO: <b>PRD.PAN.P.02</b>	VERSIÓN: <b>1</b>
FECHA DE EMISIÓN: <b>25/11/2020</b>	PÁGINA: <b>3 DE 5</b>		
<b>FABRICACIÓN DE PANELES DE POLIESTIRENO EXPANDIDO</b>			

### FLUJOGRAMA DEL PROCESO



### DESCRIPCION DEL PROCESO

La Orden de Trabajo es el punto de partida y requisito principal para el inicio de actividades relacionadas a la producción de paneles de poliestireno expandido.

Las actividades para fabricación de paneles se realizan bajo la coordinación del Supervisor de la línea productiva con el Departamento de Producción.

La ejecución de las actividades tiene como propósito obtener paneles tipo pared y/o techo de acuerdo a lo requerido por el cliente y lo especificado en el Formato **PRD.PAN.F.01B ORDEN DE TRABAJO**. Por tal motivo, se toma en cuenta el presente procedimiento operativo para garantizar la calidad y seguridad en todas las operaciones. Para ello, se ejecutan una serie de actividades por cada etapa definida en el presente procedimiento.

#### 1. ETAPA 1: ACTIVIDADES PRELIMINARES

- Precalentar el pegamento Isocianato por un intervalo de dos horas antes de iniciar el proceso de fabricación de paneles.
- Acondicionar la temperatura de la sala de procesos mediante el uso de estufas. La temperatura de la sala de procesos debe estar por encima de los 20° C. Asimismo, utilizar el higrómetro para verificar el grado de humedad y temperatura del aire.

Prohibida la reproducción parcial o total de este procedimiento sin el consentimiento escrito de COPREFA S.A.C.

 <b>coprefa</b> Construcciones Pre-fabricadas S.R.L.	<h2 style="text-align: center;">PROCEDIMIENTO</h2>	<p style="text-align: right;">CÓDIGO: <b>PRD.PAN.P.02</b></p> <p style="text-align: right;">VERSIÓN: <b>1</b></p>
<b>FECHA DE EMISIÓN:</b> <b>25/11/2020</b>		<b>FABRICACIÓN DE PANELES DE POLIESTIRENO EXPANDIDO</b>
		<b>PÁGINA:</b> <b>4 DE 5</b>

- Abastecer el material a la máquina (pegamento y bobinas de acero) y a la sala de procesos (planchas de poliestireno) según corresponda.
- Verificar la disponibilidad de personal calificado para la fabricación de paneles.
- Verificar el estado del sistema de pegamiento. Si el sistema no se encuentra en buen estado se realiza el mantenimiento respectivo.
- Verificar la posición de las láminas de acero en la parte superior e inferior de la máquina.
- Verificar el estado de las cuchillas para el proceso de corte y el sistema eléctrico del cañón.
- Calibrar la medida de corte del panel al iniciar.
- Verificar el estado de las dobladoras del machihembrado.
- Disponer del espacio suficiente para almacén de tránsito.
- Alinear las láminas superior e inferior para el arranque del proceso utilizando planchas de poliestireno de segundo uso.

## 2. ETAPA 2: FABRICACIÓN DE PANELES

- Iniciar la dosificación de pegamentos, y esperar unos segundos hasta que se uniformice la distribución.
- Encender el sistema de rodillos laminadores y la batidora. Asimismo, retirar las bandejas de pegamento y abastecer planchas de poliestireno de acuerdo con la velocidad de la máquina. El abastecimiento de las planchas de poliestireno se realiza en forma manual entre las láminas superior e inferior que avanzan en la misma dirección de giro de los rodillos laminadores, en la que las cuales son pegadas a la plancha de poliestireno por la presión que ejercen los rodillos laminadores sobre ellas. Del mismo modo, conforme avanza el laminado, los rodillos acanaladores ejercen presión sobre las láminas dejando huellas de 2 mm de profundidad para otorgar mayor rigidez al panel. Asimismo, el sistema de machihembrado realiza el doblez de pestanas en los extremos laterales del panel para aumentar la rigidez del panel. Sólo en la fabricación de paneles tipo techo, un extremo lateral del panel se dobla en máquina, y el otro extremo lateral se dobla de forma manual.
- Señalar el lugar de corte según la medida requerida, ejercer presión sobre la zona de corte mediante pistones neumáticos para posicionar las cuchillas de corte a la altura del lugar señalizado. Finalmente, ejecutar el corte de panel con el sistema de cuchillas.
- Codificar el panel cortado. El código contiene la siguiente estructura: Orden de Trabajo, tipo de módulo al que pertenece, medida del panel en metros y número correlativo de panel.
- Trasladar el panel cortado desde la mesa transportadora hasta el almacén transitorio de la línea de fabricación de paneles. Realizar el estibado de paneles en función al tipo de módulo al que pertenece y a la misma medida del panel para facilitar la operación de despacho.
- Registrar el avance de la producción en el formato **PRD.PAN.F.02B REPORTE DIARIO DE FABRICACIÓN DE PANELES**.

En cuanto al control de calidad, el supervisor encargado inspecciona, por muestreo, la proporcionalidad en las dimensiones del panel fabricado, la calidad del pegado de la lámina en la plancha de poliestireno, la calidad de acabado en la superficie del panel, la calidad del doblez hembra y macho del panel, y el estado de otros parámetros que crea conveniente según los criterios de Calidad Total.

Si durante el proceso de fabricación de paneles se presentan anomalías como desalineado de láminas, avería en el sistema de pegamento u otra anomalía imprevista que no pueda ser corregida al instante, el operador de la máquina panelera debe detener el proceso

---

Prohibida la reproducción parcial o total de este procedimiento sin el consentimiento escrito de COPREFA S.A.C.

 <b>coprefa</b> Construcciones Pre-fabricados S.R.L.	<h2 style="text-align: center;">PROCEDIMIENTO</h2>	<p style="text-align: right;">CÓDIGO: <b>PRD.PAN.P.02</b></p> <p style="text-align: right;">VERSIÓN: <b>1</b></p>
FECHA DE EMISIÓN: <b>25/11/2020</b>	<p style="text-align: center;"><b>FABRICACIÓN DE PANELES DE POLIESTIRENO EXPANDIDO</b></p>	
		<p style="text-align: right;">PÁGINA: <b>5 DE 5</b></p>

inmediatamente, asimismo comunicar el hecho al jefe inmediato superior o al supervisor encargado de la producción.

Los paneles que no cumplan con los estándares de calidad establecidos son derivados al área de producto no conforme para las investigaciones y tratamiento respectivo. Asimismo, el registro de la no conformidad se efectúa en el formato **PRD.PAN.F.03A REPORTE DIARIO DE PRODUCCIÓN DE PANELES NO CONFORMES**.

### ARCHIVO

---

El Jefe de Producción es el responsable de archivar los registros generados con el presente procedimiento.

### DOCUMENTOS ASOCIADOS

---

- **PRD.PAN.F.01B ORDEN DE TRABAJO.**
- **PRD.PAN.F.02B REPORTE DIARIO DE FABRICACIÓN DE PANELES.**
- **PRD.PAN.F.03A REPORTE DIARIO DE PRODUCCIÓN DE PANELES NO CONFORMES.**

### ANEXOS

---

- Ninguno.

---

Prohibida la reproducción parcial o total de este procedimiento sin el consentimiento escrito de COPREFA S.A.C.

**ANEXO 06: PROTOCOLO DE PREVENCIÓN, CONTROL Y DETECCIÓN  
FRENTE AL COVID-19**

 <b>coprefa</b> Construcciones Pre-fabricadas S.R.L.	<b>PROTOCOLO</b>	CÓDIGO: <b>CPF.SEG.P.15</b>	VERSIÓN: <b>1</b>
FECHA DE EMISIÓN: <b>26/11/2020</b>	PÁGINA: <b>1 DE 3</b>	<b>PREVENCION, CONTROL Y DETECCION FRENTE AL COVID-19</b>	

**PREVENCION, CONTROL Y  
DETECCION FRENTE AL  
COVID - 19**

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Firma: 	Firma: 	Firma: 
Nombre: Narda Magallanes Mesias	Nombre: Raul M. Oviedo Meza	Nombre: Miguel A. Gonzales Castro
Fecha: 26/11/2020	Fecha: 26/11/2020	Fecha: 26/11/2020

Prohibida la reproducción parcial o total de este procedimiento sin el consentimiento escrito de COPREFA S.A.C.

	<b>PROTOCOLO</b>	CÓDIGO: CPF.SEG.P.15	VERSIÓN: 1
FECHA DE EMISIÓN: 26/11/2020	PÁGINA: 2 DE 3		
<b>PREVENCION, CONTROL Y DETECCION FRENTE AL COVID-19</b>			

## OBJETIVO

Este documento permite cumplir con los protocolos establecidos por el Ministerio de Salud – MINSA para evitar la transmisión del COVID-19, así como el procedimiento a seguir durante la fabricación de paneles al fin de evitar que un personal se infecte.

## ALCANCE

Este documento será aplicado por todo el personal de la empresa COPREFA SAC durante sus labores dentro de la planta.

## REFERENCIAS

Las Siguientes leyes, normas, protocolos o documentos contienen las disposiciones aplicables para la prevención y detección de casos de coronavirus:

- RM N° 448-2020-MINSA: Lineamientos para la vigilancia, prevención y control de la salud de los trabajadores con riesgos a exposición del COVI-19.
- RM N° 135-2020-MINSA: Especificación Técnica para la confección de mascarillas faciales textiles de uso comunitario.
- RS N° 193-2020-MINSA: Prevención, Diagnóstico y Tratamiento de personas afectadas por COVID-19 en el Perú y su modificadoria y sus modificatorias RM N°240-2020-MINSA/RM N°270-2020-MINSA
- RD N° 003-2020-INACAL/DN: Guía para la limpieza y desinfección de manos y superficies.

## RESPONSABILIDADES

- **Gerente General:** Aprueba y evalúa la aplicación de este procedimiento.
- **Ing. De Seguridad:** Difundir este procedimiento.
- **Trabajadores:** Cumplir este procedimiento.

## DEFINICIONES

- **Aislamiento COVID-19:** Procedimiento por el cual una persona caso sospechoso, reactivo en la prueba rápida o positivo en la prueba PCR para COVID-19, se le restringe el desplazamiento en su vivienda o en hospitalización, por un periodo indefinido, hasta recibir la alta clínica.
- **COVID-19:** es un nuevo tipo de coronavirus que proviene de una amplia familia de virus que pueden causar diversas afecciones, como ocurre con el coronavirus

---

Prohibida la reproducción parcial o total de este procedimiento sin el consentimiento escrito de COPREFA S.A.C.

	<b>PROTOCOLO</b>	CÓDIGO: CPF.SEG.P.15  PÁGINA: 3 DE 3	VERSIÓN: 1
FECHA DE EMISIÓN: 26/11/2020	<b>PREVENCION, CONTROL Y DETECCION FRENTE AL COVID-19</b>		

causante del Síndrome Respiratorio de Oriente Medio (MERS-CoV) y el que ocasiona el Síndrome Respiratorio Agudo Severo (SRAS-CoV).

- **Caso Sospechoso:** Persona con infección respiratoria aguda y que ha estado en contacto estrecho con un caso confirmado de infección por COVID-19 (en el trabajo o en un centro de salud), así como los otros supuestos contemplados en la normativa sanitaria correspondiente.
- **Caso Probable:** Caso sospechoso en el que los resultados de las pruebas de infección por el COVID-19 son indeterminados o no confirmatorios.
- **Caso Confirmado:** Una persona con confirmación de laboratorio de la infección COVID-19, independientemente de los signos y síntomas clínicos.
- **Distanciamiento Social:** Práctica de aumentar el espacio que separa a las personas y reducir la frecuencia de contacto, con el fin de reducir la transmisión de una enfermedad.
- **Higiene Respiratoria:** Práctica que consiste en taparse la boca o nariz con la mano al toser o estornudar con ayuda de una tapa boca y, de no ser posible, con la manga del antebrazo o la flexura interna del codo. Los pañuelos deben arrojarse inmediatamente después de su uso, en el depósito/tacho implementado para tal fin.
- **Higiene de Manos:** Práctica que consiste en lavarse las manos a menudo con agua y jabón (o solución recomendada) para evitar la transmisión o el contacto con los virus, sobre todo después de toser, estornudar y sonarse.

## DESCRIPCION DEL PROTOCOLO

El personal que participa directa o indirectamente en la fabricación de paneles, debe cumplir con los siguientes protocolos de seguridad:

1. Protocolos preventivos:
  - a. El personal que transita fuera y dentro del área de fabricación de paneles deberá utilizar durante todo el trayecto su mascarilla quirúrgica o de tela según la RM N° 135-2020-MINSA. Asimismo, deberá portar su careta facial.
  - b. El personal, antes de ingresar al área de trabajo, debe haber pasado por el control de temperatura y saturación de oxígeno. Posteriormente, al área de fabricación debe desinfectar su calzado en el pediluvio, lavarse las manos y desinfectarse con alcohol en gel.
  - c. El personal debe esterilizar, antes y después del uso, sus equipos y herramientas. Asimismo, debe desinfectar su área de trabajo.
  - d. El personal debe evitar el contacto físico con sus compañeros.
  - e. El personal debe mantener un distanciamiento mínimo de 1.5 metros.
  - f. El personal debe desechar su mascarilla todos los días al finalizar sus labores.
2. Plan de acción ante posible caso:
  - a. Si el personal presenta síntomas de gripe o resfriados, debe abandonar el área de trabajo y comunicarse con tópico para las acciones correspondientes. El personal debe ausentarse del trabajo hasta recuperar su salud.

Se procede con la desinfección del área donde pudo tener contacto físico el personal.

---

Prohibida la reproducción parcial o total de este procedimiento sin el consentimiento escrito de COPREFA S.A.C.

**ANEXO 07: FORMATO DE CONTROL – ORDEN DE TRABAJO PARA  
FABRICACIÓN DE PANELES**

 <p><b>coprefa</b> Construcciones Pre-fabricados S.R.L.</p>	<b>FORMATO DE CONTROL</b>	CÓDIGO: PRD PAN.F.01B	VERSIÓN: 1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
<b>ORDEN DE TRABAJO PARA FABRICACIÓN DE PANELES</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
<b>Nº ORDEN DE TRABAJO:</b> _____		<b>FECHA DE EMISIÓN:</b> _____	<b>INICIO:</b> _____	<b>FIN:</b> _____																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
<b>PLAZO MÁXIMO (EN DÍAS):</b> _____		<b>Nº ORDEN FABRICACIÓN:</b> _____	<b>PROYECTO:</b> _____	<b>REFERENCIA:</b> _____																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 5%;">ITEM</th> <th style="width: 10%;">TIPO</th> <th style="width: 35%;">DESCRIPCIÓN</th> <th style="width: 10%;">UM</th> <th style="width: 10%;">CANTID AD</th> <th style="width: 10%;">LARGO (mm)</th> <th style="width: 10%;">ANCHO (mm)</th> <th style="width: 10%;">ESPESOR (mm)</th> <th style="width: 10%;">ESPESOR LÁMINA (mm)</th> <th style="width: 10%;">COLOR (RAL)</th> <th style="width: 10%;">ÁREA (m<sup>2</sup>)</th> <th style="width: 10%;">PESO (Kg)</th> <th style="width: 10%;">OBSERVAC IONES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>7</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>9</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>10</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>11</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>12</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>13</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>14</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>15</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>16</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>17</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>18</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>19</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>20</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>21</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>22</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>23</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>24</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>25</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>26</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>27</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>28</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>29</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>30</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>31</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>32</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>33</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>34</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>35</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>36</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>37</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>38</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>39</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>40</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>					ITEM	TIPO	DESCRIPCIÓN	UM	CANTID AD	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ESPESOR (mm)	ESPESOR LÁMINA (mm)	COLOR (RAL)	ÁREA (m <sup>2</sup> )	PESO (Kg)	OBSERVAC IONES	1													2													3													4													5													6													7													8													9													10													11													12													13													14													15													16													17													18													19													20													21													22													23													24													25													26													27													28													29													30													31													32													33													34													35													36													37													38													39													40												
ITEM	TIPO	DESCRIPCIÓN	UM	CANTID AD	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ESPESOR (mm)	ESPESOR LÁMINA (mm)	COLOR (RAL)	ÁREA (m <sup>2</sup> )	PESO (Kg)	OBSERVAC IONES																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
7																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
9																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
11																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
12																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
13																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
14																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
15																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
16																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
17																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
19																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
20																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
21																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
22																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
23																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
24																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
25																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
27																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
28																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
29																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
30																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
31																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
32																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
33																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
34																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
35																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
36																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
37																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
38																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
39																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
40																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
<b>OBSERVACIONES:</b> _____																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
<b>RESUMEN DE LA PRODUCCIÓN TOTAL REQUERIDA</b> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">ITEM</th> <th style="width: 50%;">DESCRIPCIÓN</th> <th style="width: 15%;">CANTIDAD (M<sup>2</sup>)</th> <th style="width: 15%;">PESO TOTAL (KG)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>A</td><td>Paneles de poliestireno expandido de 50 mm de espesor</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>B</td><td>Paneles de poliestireno expandido de 75 mm de espesor</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>C</td><td>Paneles de poliestireno expandido de 100 mm de espesor</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>D</td><td>Paneles de poliestireno expandido de 150 mm de espesor</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>					ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (M <sup>2</sup> )	PESO TOTAL (KG)	A	Paneles de poliestireno expandido de 50 mm de espesor			B	Paneles de poliestireno expandido de 75 mm de espesor			C	Paneles de poliestireno expandido de 100 mm de espesor			D	Paneles de poliestireno expandido de 150 mm de espesor																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (M <sup>2</sup> )	PESO TOTAL (KG)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
A	Paneles de poliestireno expandido de 50 mm de espesor																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
B	Paneles de poliestireno expandido de 75 mm de espesor																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
C	Paneles de poliestireno expandido de 100 mm de espesor																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
D	Paneles de poliestireno expandido de 150 mm de espesor																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
<b>ASISTENTE DE PRODUCCIÓN</b> Firma: _____		<b>JEFE DE PRODUCCIÓN</b> Firma: _____		<b>SUPERVISOR DE PLANTA</b> Firma: _____																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
Nombre: _____      Fecha: _____		Nombre: _____      Fecha: _____		Nombre: _____      Fecha: _____																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					

**ANEXO 08: FORMATO DE CONTROL – REPORTE DIARIO DE FABRICACIÓN DE PANELES**

	<b>FORMATO DE CONTROL</b>	CÓDIGO: PRD.PAN.F.02B	VERSIÓN: 1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
<b>REPORTE DIARIO DE FABRICACIÓN DE PANELES</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
FECHA:	Nº OF:	Nº OT:	PROYECTO:																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
MÓDULO:	HORARIO:	HORA TERMINO:	HOJA:																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>ÍTEM</th> <th>TIPO DE PANEL</th> <th>COLOR DE LÁMINA (RAL)</th> <th>ESPESOR DE LÁMINA (mm)</th> <th>LARGO PANEL (m)</th> <th>ANCHO PANEL (m)</th> <th>ESPESOR PANEL (mm)</th> <th>CANTIDAD (Pieza)</th> <th>LONGITUD TOTAL (m)</th> <th>ÁREA TOTAL (m<sup>2</sup>)</th> <th>OBSERVACIONES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>7</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>9</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>10</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>11</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>12</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>13</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>14</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>15</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>16</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>17</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>18</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>19</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>20</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>21</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>22</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>23</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>24</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>25</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>26</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>27</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>28</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>29</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>30</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>31</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>32</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>33</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>34</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>35</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>										ÍTEM	TIPO DE PANEL	COLOR DE LÁMINA (RAL)	ESPESOR DE LÁMINA (mm)	LARGO PANEL (m)	ANCHO PANEL (m)	ESPESOR PANEL (mm)	CANTIDAD (Pieza)	LONGITUD TOTAL (m)	ÁREA TOTAL (m <sup>2</sup> )	OBSERVACIONES	1											2											3											4											5											6											7											8											9											10											11											12											13											14											15											16											17											18											19											20											21											22											23											24											25											26											27											28											29											30											31											32											33											34											35										
ÍTEM	TIPO DE PANEL	COLOR DE LÁMINA (RAL)	ESPESOR DE LÁMINA (mm)	LARGO PANEL (m)	ANCHO PANEL (m)	ESPESOR PANEL (mm)	CANTIDAD (Pieza)	LONGITUD TOTAL (m)	ÁREA TOTAL (m <sup>2</sup> )	OBSERVACIONES																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
7																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
9																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
11																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
12																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
13																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
14																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
15																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
16																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
17																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
19																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
20																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
21																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
22																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
23																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
24																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
25																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
27																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
28																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
29																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
30																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
31																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
32																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
33																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
34																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
35																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
<b>RESUMEN DE LA PRODUCCIÓN TOTAL</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	REQUERIDO		MERMA		TOTAL																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
		CANTIDAD (M <sup>2</sup> )	PESO TOTAL (KG)	CANTIDAD (M <sup>2</sup> )	PESO TOTAL (KG)	CANTIDAD (M <sup>2</sup> )	PESO TOTAL (KG)	HORAS HOMBRE (HH)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
A	Paneles de poliestireno expandido de 50 mm de espesor																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
B	Paneles de poliestireno expandido de 75 mm de espesor																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
C	Paneles de poliestireno expandido de 100 mm de espesor																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
D	Paneles de poliestireno expandido de 150 mm de espesor																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
JEFÉ DE PRODUCCIÓN		SUPERVISOR DE PLANTA		OPERARIO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Firma:		Firma:		Firma:																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Nombre:	Fecha:	Nombre:	Fecha:	Nombre:	Fecha:																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																

**ANEXO 09: FORMATO DE CONTROL – REPORTE DIARIO DE PRODUCCIÓN  
DE PANELES NO CONFORMES**

 <b>FORMATO DE CONTROL</b>	CÓDIGO: PRD.PAN.F.03A	VERSIÓN: 1																																																	
<b>REPORTE DIARIO DE PRODUCCIÓN DE PANELES NO CONFORMES</b>																																																			
FECHA:	Nº OF:	Nº OT:	PROYECTO:																																																
MÓDULO:	HORA INICIO:	HORA TERMINO:	HOJA:																																																
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">ITEM</th> <th style="width: 30%;">TIPO DE DEFECTO</th> <th style="width: 50%;">MEDIDAS DE PANELES NO CONFORMES (m<sup>2</sup>)</th> <th style="width: 10%;">TOTAL (m<sup>2</sup>)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>Arruinados por falla mecánica</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td>Con abultamientos en sus superficies</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td>Con cortes fuera de especificación</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td>Con dobleces fuera de especificación</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td>Con huecos prominentes</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td>Deformados por preparación de máquina</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>7</td><td>Desalineados entre las láminas de acero</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>8</td><td>Despegados por pegamento deficiente</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>9</td><td>Quebrados por mala maniobra</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>10</td><td>Relaceados por paré de máquina</td><td></td><td></td></tr> <tr> <td align="right" colspan="3" style="padding-top: 5px;">TOTAL DE PANELES NO CONFORMES (m<sup>2</sup>)</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				ITEM	TIPO DE DEFECTO	MEDIDAS DE PANELES NO CONFORMES (m <sup>2</sup> )	TOTAL (m <sup>2</sup> )	1	Arruinados por falla mecánica			2	Con abultamientos en sus superficies			3	Con cortes fuera de especificación			4	Con dobleces fuera de especificación			5	Con huecos prominentes			6	Deformados por preparación de máquina			7	Desalineados entre las láminas de acero			8	Despegados por pegamento deficiente			9	Quebrados por mala maniobra			10	Relaceados por paré de máquina			TOTAL DE PANELES NO CONFORMES (m <sup>2</sup> )			
ITEM	TIPO DE DEFECTO	MEDIDAS DE PANELES NO CONFORMES (m <sup>2</sup> )	TOTAL (m <sup>2</sup> )																																																
1	Arruinados por falla mecánica																																																		
2	Con abultamientos en sus superficies																																																		
3	Con cortes fuera de especificación																																																		
4	Con dobleces fuera de especificación																																																		
5	Con huecos prominentes																																																		
6	Deformados por preparación de máquina																																																		
7	Desalineados entre las láminas de acero																																																		
8	Despegados por pegamento deficiente																																																		
9	Quebrados por mala maniobra																																																		
10	Relaceados por paré de máquina																																																		
TOTAL DE PANELES NO CONFORMES (m <sup>2</sup> )																																																			
<b>JEFÉ DE PRODUCCIÓN</b> Firma:		<b>SUPERVISOR DE CALIDAD</b> Firma:																																																	
Nombre:	Fecha:	Nombre:	Fecha:																																																
Nombre:	Fecha:	Nombre:	Fecha:																																																

**ANEXO 10: PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EL ÁREA DE  
FABRICACIÓN DE PANELES**

 <b>coprefa</b> Construcciones Prefabricadas S.R.L.	<b>PROCEDIMIENTO</b>	CÓDIGO: <b>CPF.MNT.P.01</b>	VERSIÓN: <b>1</b>
FECHA DE EMISIÓN: <b>25/11/2020</b>	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EL ÁREA DE FABRICACIÓN DE PANELES		
			PÁGINA: <b>1 DE 3</b>

**PLAN DE MANTENIMIENTO  
PREVENTIVO PARA EL ÁREA  
DE FABRICACIÓN DE  
PANELES**

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Firma: 	Firma: 	Firma: 
Nombre: Linder Zelada Bobadilla	Nombre: Luis Ramos Pantaleón	Nombre: Julián Gonzales M.
Fecha: 25/11/2020	Fecha: 25/11/2020	Fecha: 25/11/2020

Prohibida la reproducción parcial o total de este procedimiento sin el consentimiento escrito de COPREFA S.A.C.

	<b>PROCEDIMIENTO</b>	CÓDIGO: <b>CPF.MNT.P.01</b>	VERSIÓN: <b>1</b>
FECHA DE EMISIÓN: <b>25/11/2020</b>	PÁGINA: <b>2 DE 3</b>		
PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EL ÁREA DE FABRICACIÓN DE PANELES			

## OBJETIVO

El objetivo del presente procedimiento es establecer las actividades necesarias y los responsables de las mismas para realizar el mantenimiento preventivo a la maquinaria, equipos e instalaciones del área de fabricación de paneles de poliestireno expandido.

## ALCANCE

Este procedimiento da a conocer a los responsables del mantenimiento, una serie de actividades que permita garantizar el buen y adecuado funcionamiento de la maquinaria, equipos e instalaciones.

## DEFINICION

- **Mantenimiento:** Conjunto de actividades realizadas a un equipo o instalación para que éstos sean conservados o restaurados y tienen como fin incrementar su tiempo de vida útil, además de asegurar su correcta operación, funcionalidad y eficiencia energética.
- **Mantenimiento Preventivo:** Conjunto de actividades de realizadas a una máquina, equipo o instalación con el fin de prevenir, detectar y corregir fallas, evitando así descomposturas o daños mayores, tomando en cuenta las recomendaciones del fabricante y la experiencia del personal responsable.

## RESPONSABILIDADES Y AUTORIDAD

Este procedimiento es de aplicación para el área de Mantenimiento y personal asignado que tenga bajo su responsabilidad el mantenimiento de los equipos e instalaciones. El supervisor de cada área será responsable de verificar que se ejecuten las actividades solicitadas en las órdenes de trabajo y registrar el cierre de esta.

## CONSIDERACIONES PARA ELABORAR EL PLAN DE MANTENIMIENTO

1. Definir de forma detallada y concisa las actividades a que se desean realizar.
2. Clasificar las actividades según el sistema o subproceso al que pertenezcan.
3. Definir al personal encargado de la ejecución de las actividades.
4. Definir frecuencia o periodicidad en que se llevará a cabo dicho procedimiento.

---

Prohibida la reproducción parcial o total de este procedimiento sin el consentimiento escrito de COPREFA S.A.C.

	<b>PROCEDIMIENTO</b>	CÓDIGO: <b>CPF.MNT.P.01</b>	VERSIÓN: <b>1</b>
FECHA DE EMISIÓN: <b>25/11/2020</b>	PÁGINA: <b>3 DE 3</b>		
<b>PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EL ÁREA DE FABRICACIÓN DE PANELES</b>			

## PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

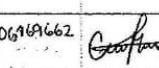
ÍTEM	ACTIVIDAD	ENCARGADO	FRECUENCIA
1	<b>Sistema General</b>		
1.1.	Orden y limpieza del área de trabajo.	Todos los operarios	Antes, durante y después de la producción.
1.2.	Cambio (si lo requiere) de luminarias para brindar iluminación adecuada en la sala de procesos.	Operario electricista	Trimestral y/o tres días antes de iniciar la producción. Lo que ocurra primero.
1.3.	Pintado (si lo requiere) de las estructuras de la máquina, enfatizando la señalética.	Operario de estructuras	Semestral y/o cinco días antes de iniciar la producción. Lo que ocurra primero.
2	<b>Sistema de Bobinas</b>		
2.1.	Revisión del teclé para izaje de bobinas de acero.	Operario electromecánico	Mensual y/o cinco días antes de iniciar la producción. Lo que ocurra primero.
2.2.	Calibración (si lo requiere) del teclé para izaje de bobinas de acero.	Operario electromecánico	Mensual y/o cinco días antes de iniciar la producción. Lo que ocurra primero.
2.3.	Revisión de las portabobinas, tanto de la superior como de la inferior.	Operario de estructuras	Mensual y/o tres días antes de iniciar la producción. Lo que ocurra primero.
3	<b>Sistema del Pegamento</b>		
3.1.	Calibración (si lo requiere) de balanza para el control de peso de los pegamentos.	Operario de pegamento	Mensual y/o tres días antes de iniciar la producción. Lo que ocurra primero.
3.2.	Limpieza del sistema de pegamentos, tanto de los dosificadores como de la batidora.	Operario de pegamento	Mensual y/o tres días antes de iniciar la producción. Lo que ocurra primero.
3.3.	Cambio (si lo requiere) de mangueras, reemplazar las utilizadas por nuevas.	Operario de pegamento	Mensual y/o tres días antes de iniciar la producción. Lo que ocurra primero.
3.4.	Cambio (si lo requiere) de válvulas encargadas de regular el flujo del pegamento.	Operario de pegamento	Mensual y/o tres días antes de iniciar la producción. Lo que ocurra primero.
4	<b>Sistema de Rodillos</b>		
4.1.	Limpieza del sistema de rodillos.	Operario mecánico	Bimestral y/o tres días antes de iniciar la producción. Lo que ocurra primero.
4.2.	Alineamiento y nivelación (si lo requiere) de rodillos.	Operario mecánico	Bimestral y/o tres días antes de iniciar la producción. Lo que ocurra primero.
4.3.	Cambio (si lo requiere) de rodillos.	Operario mecánico	Semestral y/o cinco días antes de iniciar la producción. Lo que ocurra primero.
5	<b>Sistema Central</b>		
5.1.	Revisión de la central de mando, específicamente del tablero de control.	Operario electromecánico	Mensual y/o cinco días antes de iniciar la producción. Lo que ocurra primero.
6	<b>Sistema de Doblés de Pestañas</b>		
6.1.	Revisión del sistema de doblez de pestañas para machihembrado.	Operario mecánico	Mensual y/o tres días antes de iniciar la producción. Lo que ocurra primero.
7	<b>Sistema de Corte</b>		
7.1.	Revisión del sistema de electromecánico (guías, pistones, etc.) del sistema de corte.	Operario electromecánico	Bimestral y/o cinco días antes de iniciar la producción. Lo que ocurra primero.
7.2.	Cambio (si lo requiere) de cuchillas.	Operario electromecánico	Semestral y/o cinco días antes de iniciar la producción. Lo que ocurra primero.

## ARCHIVO

El Jefe de Mantenimiento es el responsable de dar seguimiento al cumplimiento del plan de mantenimiento preventivo, y para ello también deberá archivar los registros generados.

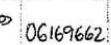
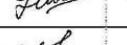
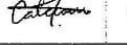
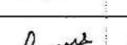
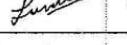
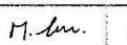
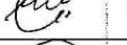
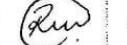
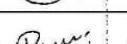
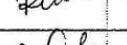
Prohibida la reproducción parcial o total de este procedimiento sin el consentimiento escrito de COPREFA S.A.C.

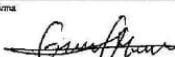
**ANEXO 11: REGISTROS DE CAPACITACIONES AL PERSONAL  
PARTICIPANTE EN LA PRODUCCIÓN DE PANELES**

	FORMATO DE CONTROL	CÓDIGO: CPF.ADM.CAP01	VERSIÓN: 1				
INDUCCIÓN, CAPACITACIÓN, ENTRENAMIENTO Y SIMULACROS DE EMERGENCIA							
<b>DIRIGIDO POR:</b> GONZALES MONTESINOS JULIAN JESÚS <b>TEMA:</b> PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE PANELES DE POLIESTIRENO EXPANDIDO <b>FECHA:</b> 02 / 12 / 2020 <b>HORA DE INICIO:</b> 08:00 am <b>HORA FINAL:</b> 11 am <b>Nº DE HORAS:</b> 3							
<b>DATOS DE LOS PARTICIPANTES</b>							
ITEM	APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	FIRMA	ITEM	APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	FIRMA
1	González Montesinos Julián	06169662		16			
2	Cáceda Gayoso María Fernanda	25696968		17			
3	García León Juan Carlos	73611683		18			
4	Calagua Chávez Gregorio	08360633		19			
5	Hilario Rafael Arnela Isabel	09288066		20			
6	Ramos Pontañón Luis Enrique	25711355		21			
7	Zebada Bobadilla Sinder Ivonne	41875042		22			
8				23			
9				24			
10				25			
11				26			
12				27			
13				28			
14				29			
15				30			
<b>DIRIGIDO POR:</b> Firma:  Nombre: González Julian    Fecha: 02/12/2020							

 Coprefa Construccións Peñalveras S.A.C.	FORMATO DE CONTROL	CÓDIGO: CPEADM.CAP01	VERSIÓN: 1
INDUCCIÓN, CAPACITACIÓN, ENTRENAMIENTO Y SIMULACROS DE EMERGENCIA			

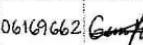
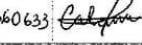
DIRIGIDO POR: GONZALES MONTESINOS JULIAN JESUS  
 TEMA: FABRICACIÓN DE PANELES DE POLIESTIRENO EXPANDIDO - PARTE 1  
 FECHA: 09/12/2020 HORA DE INICIO: 08:00 am HORA FINAL: 11:00 am N° DE HORAS: 3

DATOS DE LOS PARTICIPANTES							
ITEM	APPELLIDOS Y NOMBRES	DNI	FIRMA	ITEM	APPELLIDOS Y NOMBRES	DNI	FIRMA
1	Gonzales Montesinos Julian Jesus	06169662		15	De la Cruz Salazar Manuel	08327604	
2	Zelodar Bobadilla Linder Ivan	41875042		17	Lestarrow Cuchula Hector David	74996075	
3	Garcia Leon Jean Carlos	73611638		18	Quiroga Agreda太极龙 Asisito	77672773	
4	Calaguas Chavez Gregorio Alberto	08360633		19	Gonzales Huacho Ronald	43858189	
5	Chavez Ora Victor Manuel	41212866		20			
6	Gonzalo Lopez Gina Julian	45887125		21			
7	Inga Oyan Juan Carlos	47137409		22			
8	Martinez Ayllon Richard Antonio	46129359		23			
9	Morales Saenz Tupac William Elbio	41534789		24			
10	Ramos Arizaga Cesar Corbo	41575365		25			
11	Pachon Mendez Frasio Cesar	41205790		26			
12	Bobadilla Medrano Eduardo	09733821		27			
13	Valencia Alvarez Jose Gregorio	03709698		28			
14	Villan Escalona Yerry Alberto	03154724		29			
15	Ayllon Arias Aron	27041875		30			

DIRIGIDO POR:	
Firma:	
Nombre:	GONZALES JULIAN
Fecha:	09/12/2020

 Coprefa - Comisión Permanente de Capacitación y Simulacros de Emergencia	FORMATO DE CONTROL	CÓDIGO: CPFADM.CAP01	VERSIÓN: 1
INDUCCIÓN, CAPACITACIÓN, ENTRENAMIENTO Y SIMULACROS DE EMERGENCIA			

DIRIGIDO POR: GONZALES MONTESINOS JULIAN JESUS  
 TEMA: FABRICACION DE PANELES DE POLIESTIRENO EXPANDIDO - PARTE 2  
 FECHA: 16/12/2020 HORA DE INICIO: 08:00 am HORA FINAL: 11:00 am N° DE HORAS: 3

DATOS DE LOS PARTICIPANTES							
ITEM	APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	FIRMA	ITEM	APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	FIRMA
1	Gonzales Montesinos Julian Jesus	06169662		16	De la Cruz Atuyauri Manuel	0327604	
2	Zelada Bobadilla Linda Ivan	41875042		17	Lestaurau Cuchula Hector David	71996075	
3	Garcia Leon Jon Carlos	73611678		18	Olivaga Aguado Zocino Asisola	77672933	
4	Calogua Chevez Grigorio Alberto	08360633		19	Gonzales Huacho Rond	43858189	
5	Chavez Ori Victor Manuel	41212866		20			
6	Gonzalo Lopez Gino Julian	45887125		21			
7	Inga Oyan Juan Carlos	47137409		22			
8	Martinez Arguello Richard Antonio	46129359		23			
9	Morales Sainzupoc William Elbio	41534739		24			
10	Ramos Arizaga Cesar Carlos	41575365		25			
11	Prado Mendoza Julio Cesar	41205790		26			
12	Bobadilla Nediano Eduardo	09733221		27			
13	Velera Alvarez Jose Gregorio	03299698		28			
14	Villa Escalona Yerry Alberto	03854724		29			
15	Ayllon Arias Beron	77041875		30			

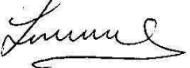
DIRIGIDO POR:	
Firma:	
Nombre	Gonzales Julian
Fecha	16/12/2020

## ANEXO 12: REGISTROS DE LA PRODUCCIÓN DE PANELES DESPUÉS DE LA ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO

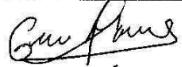
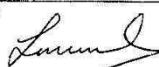
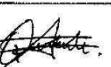
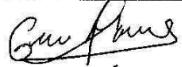
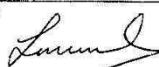
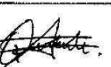
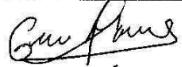
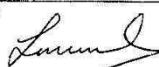
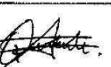
 <b>FORMATO DE CONTROL</b>	<b>CÓDIGO:</b> PRD.PAN.F.018	<b>VERSIÓN:</b> 1										
<b>ORDEN DE TRABAJO PARA FABRICACIÓN DE PANELES</b>												
N° ORDEN DE TRABAJO: OT 024-2020 FECHA DE EMISIÓN: 30/12/2020 INICIO: 06/01/21 FIN: 15/01/21 PLAZO MÁXIMO (EN DIAS): 8 N° ORDEN FABRICACIÓN: 06 008-2020 PROYECTO: Poderosa REFERENCIA: 4 módulos de 3 plazas												
ÍTEM	TIPO	DESCRIPCIÓN	UMS	CANTID.	LARGO	ANCHO	ESPESOR	ESPESOR LÁMINA	COLOR	ÁREA (M <sup>2</sup> )	PESO (KG)	OBSERVACIONES
1	Pared	Panel de EPS de 50 mm	m <sup>2</sup>	16	8580	1190	50	0.48	9003	168.36	1937.83	Ninguna
2	Pared	Panel de EPS de 50 mm	m <sup>2</sup>	16	8340	1190	50	0.48	9003	158.91	1391.21	Ninguna
3	Pared	Panel de EPS de 50 mm	m <sup>2</sup>	8	8100	1190	50	0.48	9003	72.11	639.04	Ninguna
4	Pared	Panel de EPS de 50 mm	m <sup>2</sup>	210	8000	1190	50	0.48	9003	1999.20	19381.48	Ninguna
5	Pared	Panel de EPS de 50mm	m <sup>2</sup>	8	5400	1190	50	0.48	9003	51.41	471.36	Ninguna
6	Pared	Panel de EPS de 50 mm	m <sup>2</sup>	220	3980	1190	50	0.48	9003	1091.96	1148.74	Ninguna
7	Pared	Panel de EPS de 50 mm	m <sup>2</sup>	220	2950	1190	50	0.48	9003	772.31	6780.88	Ninguna
8	Pared	Panel de EPS de 50mm	m <sup>2</sup>	90	2930	1190	50	0.48	9003	313.80	2955.19	Ninguna
9	Pared	Panel de EPS de 50 mm	m <sup>2</sup>	10	2700	1190	50	0.48	9003	289.17	2537.91	Ninguna
10	Pared	Panel de EPS de 50 mm	m <sup>2</sup>	80	2690	1190	50	0.48	9003	256.09	2248.16	Ninguna
11	Pared	Panel de EPS de 50 mm	m <sup>2</sup>	95	2650	1190	50	0.48	9003	299.50	2630.33	Ninguna
12	Vared	Panel de EPS de 50 mm	m <sup>2</sup>	166	2450	1190	50	0.48	9003	3399.17	29593.31	Ninguna
13	Pared	Panel de EPS de 50 mm	m <sup>2</sup>	16	2400	1190	50	0.48	9003	45.70	40.21	Ninguna
14	Pared	Panel de EPS de 50mm	m <sup>2</sup>	48	2100	1190	50	0.48	9003	119.95	1033.18	Ninguna
15												
16												
17												
18												
19												
20												
21												
22												
23												
24												
25												
26												
27												
28												
29												
30												
31												
32												
33												
34												
35												
36												
37												
38												
39												
40												

OBSERVACIONES: Utilizar lámina de acero zincaluminizado de procedencia coreana.

<b>RESUMEN DE LA PRODUCCIÓN TOTAL REQUERIDA</b>			
<b>ÍTEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD (M<sup>2</sup>)</b>	<b>PESO TOTAL (KG)</b>
A	Paneles de poliestireno expandido de 50 mm de espesor	8187.92	73913.90
B	Paneles de poliestireno expandido de 75 mm de espesor	0.00	0.00
C	Paneles de poliestireno expandido de 100 mm de espesor	0.00	0.00
D	Paneles de poliestireno expandido de 150 mm de espesor	0.00	0.00

<b>ASISTENTE DE PRODUCCIÓN</b>	<b>JEFE DE PRODUCCIÓN</b>	<b>SUPERVISOR DE PLANTA</b>
Firma:		
Nombre: Jean Carlos Leon Gax.	Nombre: Julian J. Benitez M.	Nombre: Linda Ivan Zelada B.
Fecha: 30/12/2020	Fecha: 30/12/2020	Fecha: 30/12/2020

 Coprefa Fábrica de Panel S.A.C.	FORMATO DE CONTROL	CÓDIGO: PRO.PAN.F02B	VERSIÓN: 1							
Reporte Diario de Fabricación de Paneles										
FECHA: 06/01/2021	Nº OF: OF 008-2020	Nº OT: OT 024-2020	PROYECTO: Poderosa							
MÓDULO: 4 módulos de 3 pisos	HORARIO: 10:00 AM - 05:00 PM	HORA TERMINO: 05:00 PM	HOJA: 1 de 1							
ITEM	TIPO DE PANEL	COLOR DE LÁMINA (RAL)	ESPESOR DE LÁMINA (mm)	LARGO PANEL (m)	ANCHO PANEL (m)	ESPESOR PANEL (mm)	CANTIDAD (Pieza)	LARGITUD TOTAL (m)	ÁREA TOTAL (m <sup>2</sup> )	OBSERVACIONES
1	Pared	RAL 9003	0.48	8.10	1.19	50	8	64.8	77.11	Conforme
2	Pared	RAL 9003	0.48	5.40	1.19	50	8	43.2	51.41	Conforme
3	Pared	RAL 9003	0.48	2.70	1.19	50	90	213	239.17	Conforme
4	Pared	RAL 9003	0.48	2.69	1.19	50	80	211.2	236.01	Conforme
5	Pared	RAL 9003	0.48	2.65	1.19	50	95	251.75	299.58	Conforme
6	Pared	RAL 9003	0.48	2.40	1.19	50	16	38.4	41.30	Conforme
7	Pared	RAL 9003	0.48	2.10	1.19	50	48	100.8	119.95	Conforme
8	Pared	RAL 9003	0.48	VARIADO	1.19	50	VARIADA	VARIADA	29.15	No Conforme
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
21										
22										
23										
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										
31										
32										
33										
34										
35										
RESUMEN DE LA PRODUCCIÓN TOTAL										
ITEM	DESCRIPCIÓN	REQUERIDO		MERMA		TOTAL				
		CANTIDAD (M)	PESO TOTAL (KG)	CANTIDAD (M)	PESO TOTAL (KG)	CANTIDAD (M)	PESO TOTAL (KG)	HORAS HOMBRE (H)		
A	Paneles de poliestireno expandido de 50 mm de espesor	1139.01	10 000.49	29.15	255.94	1 168.16	10 256.43	54.00		
B	Paneles de poliestireno expandido de 75 mm de espesor									
C	Paneles de poliestireno expandido de 100 mm de espesor									
D	Paneles de poliestireno expandido de 150 mm de espesor									
JEFE DE PRODUCCIÓN			SUPERVISOR DE PLANTA			OPERARIO				
Firma:		Firma:		Firma:						
Nombre: Julian Gonzalo		Nombre: Under Zelada		Nombre: Percy Quicano A.		Fecha: 06/01/21				

 <b>FORMATO DE CONTROL</b>	CÓDIGO: PRD.PAN.F03A	VERSIÓN: 1																																																			
<b>REPORTE DIARIO DE PRODUCCIÓN DE PANELES NO CONFORMES</b>																																																					
FECHA: 06/01/2021 N° OF: OF 008-2020 N° OT: OT 024-2020		PROYECTO: Poderosa																																																			
MODULO: 4 módulos después HORA INICIO: 10:00 AM		HORA TERMINO: 05:00 PM HOJA: 1 de 1																																																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">ITEM</th> <th style="width: 40%;">TIPO DE DEFECTO</th> <th style="width: 40%;">MEDIDAS DE PANELES NO CONFORMES (m<sup>2</sup>)</th> <th style="width: 20%;">TOTAL (m<sup>2</sup>)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>Arruinados por falla mecánica</td><td>1.41</td><td>1.41</td></tr> <tr><td>2</td><td>Con abultamientos en sus superficies</td><td>0.96</td><td>0.96</td></tr> <tr><td>3</td><td>Con cortes fuera de especificación</td><td>1.20 + 0.54</td><td>1.74</td></tr> <tr><td>4</td><td>Con dobleces fuera de especificación</td><td>2.58 + 2.19 + 2.96 + 2.06</td><td>9.79</td></tr> <tr><td>5</td><td>Con huecos prominentes</td><td>0.57 + 0.70</td><td>1.27</td></tr> <tr><td>6</td><td>Deformados por preparación de máquina</td><td>1.99</td><td>1.99</td></tr> <tr><td>7</td><td>Desalineados entre las láminas de acero</td><td>1.29 + 2.16 + 2.95</td><td>6.40</td></tr> <tr><td>8</td><td>Despegados por pegamento deficiente</td><td>1.22 + 2.11</td><td>3.33</td></tr> <tr><td>9</td><td>Quebrados por mala maniobra</td><td>1.04</td><td>1.04</td></tr> <tr><td>10</td><td>Retocados por pata de máquina</td><td>1.22</td><td>1.22</td></tr> <tr> <td align="right" colspan="3" style="padding: 5px;">TOTAL DE PANELES NO CONFORMES (m<sup>2</sup>)</td> <td style="padding: 5px;">29.15</td> </tr> <tr> <td style="width: 33%; padding: 5px;"> <b>JEFE DE PRODUCCIÓN</b>  Firma:   Nombre: Julian Bonz. Fecha: 06/01/21 </td> <td style="width: 33%; padding: 5px;"> <b>SUPERVISOR DE CALIDAD</b>  Firma:   Nombre: Jean C. Leon Fecha: 06/01/21 </td> <td style="width: 33%; padding: 5px;"> <b>OPERARIO</b>  Firma:   Nombre: Percy Quiñónez Fecha: 06/01/21 </td> </tr> </tbody> </table>			ITEM	TIPO DE DEFECTO	MEDIDAS DE PANELES NO CONFORMES (m <sup>2</sup> )	TOTAL (m <sup>2</sup> )	1	Arruinados por falla mecánica	1.41	1.41	2	Con abultamientos en sus superficies	0.96	0.96	3	Con cortes fuera de especificación	1.20 + 0.54	1.74	4	Con dobleces fuera de especificación	2.58 + 2.19 + 2.96 + 2.06	9.79	5	Con huecos prominentes	0.57 + 0.70	1.27	6	Deformados por preparación de máquina	1.99	1.99	7	Desalineados entre las láminas de acero	1.29 + 2.16 + 2.95	6.40	8	Despegados por pegamento deficiente	1.22 + 2.11	3.33	9	Quebrados por mala maniobra	1.04	1.04	10	Retocados por pata de máquina	1.22	1.22	TOTAL DE PANELES NO CONFORMES (m <sup>2</sup> )			29.15	<b>JEFE DE PRODUCCIÓN</b> Firma:  Nombre: Julian Bonz. Fecha: 06/01/21	<b>SUPERVISOR DE CALIDAD</b> Firma:  Nombre: Jean C. Leon Fecha: 06/01/21	<b>OPERARIO</b> Firma:  Nombre: Percy Quiñónez Fecha: 06/01/21
ITEM	TIPO DE DEFECTO	MEDIDAS DE PANELES NO CONFORMES (m <sup>2</sup> )	TOTAL (m <sup>2</sup> )																																																		
1	Arruinados por falla mecánica	1.41	1.41																																																		
2	Con abultamientos en sus superficies	0.96	0.96																																																		
3	Con cortes fuera de especificación	1.20 + 0.54	1.74																																																		
4	Con dobleces fuera de especificación	2.58 + 2.19 + 2.96 + 2.06	9.79																																																		
5	Con huecos prominentes	0.57 + 0.70	1.27																																																		
6	Deformados por preparación de máquina	1.99	1.99																																																		
7	Desalineados entre las láminas de acero	1.29 + 2.16 + 2.95	6.40																																																		
8	Despegados por pegamento deficiente	1.22 + 2.11	3.33																																																		
9	Quebrados por mala maniobra	1.04	1.04																																																		
10	Retocados por pata de máquina	1.22	1.22																																																		
TOTAL DE PANELES NO CONFORMES (m <sup>2</sup> )			29.15																																																		
<b>JEFE DE PRODUCCIÓN</b> Firma:  Nombre: Julian Bonz. Fecha: 06/01/21	<b>SUPERVISOR DE CALIDAD</b> Firma:  Nombre: Jean C. Leon Fecha: 06/01/21	<b>OPERARIO</b> Firma:  Nombre: Percy Quiñónez Fecha: 06/01/21																																																			