

Propuesta de mejora de producción en una empresa elaboradora de bolsas y láminas de polietileno en Mar del Plata

Proposal for production improvement in a polyethylene bag and film manufacturing company in Mar del Plata

Fernández, Selene

fernandezmselene@gmail.com

Departamento de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Mar del Plata

Laville, Daniel (Director)

dlaville@fi.mdp.edu.ar

Universidad Nacional de Mar del Plata (Argentina).

RESUMEN

El presente Trabajo Final tiene como objetivo identificar y analizar las causas que generan *scrap* (desperdicio) en el proceso de extrusión de una empresa elaboradora de bolsas y láminas de polietileno de Mar del Plata, y proponer mejoras para su reducción. La organización registra niveles de desperdicio superiores al 4% mensual, por encima del límite interno establecido, lo que afecta la eficiencia productiva y eleva los costos operativos.

El estudio se basó en el análisis de los registros históricos de producción, observaciones en planta y entrevistas al personal de Producción, Calidad y Recursos Humanos. Con el uso de herramientas de gestión de la calidad, como los diagramas de Pareto e Ishikawa, se identificaron las causas principales de *scrap* y se jerarquizaron según su incidencia.

A partir de este análisis, se elaboraron propuestas de mejora orientadas a la estandarización de los registros operativos y de los procedimientos asociados a la puesta en marcha y la puesta a punto de las extrusoras, así como a la reducción de fallas en los equipos. Además, se analizó el perfil del personal operativo, lo que permitió detectar necesidades de capacitación y proponer un plan destinado a fortalecer las competencias técnicas y conductuales.

En conjunto, las acciones propuestas buscan reducir la variabilidad del proceso y optimizar la gestión del área de extrusión.

Palabras Clave: desperdicio; extrusión, estandarización.

ABSTRACT

This Final Project aims to identify and analyze the main causes of scrap (production waste) in the extrusion process of a polyethylene film and bag manufacturing company based in Mar del Plata, and to propose improvement actions for its reduction. The organization reports waste levels exceeding 4% per month, above its internal target, which affects production efficiency and increases operating costs.

The study was based on the analysis of historical production data, on-site observations, and interviews with staff from the Production, Quality, and Human Resources departments. Using quality management tools such as Pareto and Ishikawa diagrams, the main sources of scrap were identified and prioritized according to their impact.

Based on this analysis, a set of improvement proposals were developed, focused on standardizing operational records and procedures related to the start-up and adjustment of extrusion lines, as well as on reducing equipment failures. Additionally, an analysis of the operational staff was carried out to identify training needs and design a plan aimed at strengthening the technical and behavioral competencies.

Overall, the proposed actions seek to minimize process variability and optimize the management performance of the extrusion area.

Keywords: waste; extrusion, standardisation.

1. INTRODUCCIÓN

El presente Trabajo Final se desarrolla en una empresa del rubro del plástico ubicada en la ciudad de Mar del Plata, dedicada a la elaboración de bolsas y láminas de polietileno mediante el proceso de extrusión. Con más de cuatro décadas de trayectoria en el mercado nacional, la organización cuenta con tres unidades de negocio. Este trabajo se centra en aquella que abastece a productores y distribuidores del sector agropecuario con distintos tipos de films de polietileno de uso agrícola, que representa aproximadamente el 67% de las ventas totales.

Actualmente, la empresa enfrenta dificultades asociadas al nivel de *scrap* generado, que supera el 4% mensual establecido como límite interno, impactando negativamente en la eficiencia del proceso y los costos operativos. El *scrap* se define como material procesado que no cumple con las especificaciones de calidad y debe descartarse o reprocesarse, lo que genera pérdidas de materia prima, tiempo y energía.

La magnitud del problema motivó la necesidad de estudiar el área de extrusión, con el fin de identificar sus causas y definir acciones concretas orientadas a reducir el desperdicio. El trabajo se apoya en el análisis de los registros históricos de producción y en entrevistas realizadas al personal de Producción, Calidad y Recursos Humanos, complementadas con observaciones directas en planta y la aplicación de herramientas de gestión de la calidad.

El objetivo general del Trabajo Final consiste en analizar las causas que originan el aumento de *scrap* en el proceso de extrusión y desarrollar propuestas de mejora orientadas a su reducción. Los objetivos específicos incluyen analizar las problemáticas de producción, identificar las causas de desperdicio a partir de los registros históricos, evaluar su criticidad, diseñar propuestas de mejora, y analizar los perfiles de los recursos humanos y proponer una capacitación.

El desarrollo del trabajo se organiza en cuatro apartados. En primer lugar, se expone el diagnóstico de la situación actual del proceso de extrusión. Luego, se presenta el análisis de los registros de *scrap* y la evaluación de las causas. En la tercera parte, se describen las propuestas de mejora técnica, y por último se aborda el análisis de los perfiles del personal junto con la propuesta de capacitación.

2. DESARROLLO

Diagnóstico de la situación actual

La nave productiva en estudio cuenta con dos extrusoras, denominadas Extrusora 5 y Extrusora 6, que operan en paralelo para la producción de films. El proceso se desarrolla bajo un régimen continuo de tres turnos diarios de ocho horas cada uno, integrados por cinco personas. Los turnos, identificados como A, B y C, rotan de manera grupal cada dos semanas, de modo que cada equipo trabaja sucesivamente en los horarios de mañana, tarde y noche.

En junio de 2024 la empresa implementó un nuevo software de gestión de producción que centraliza la información y facilita el acceso a los datos. Este sistema reemplazó las planillas compartidas en Google Drive utilizadas previamente.

En abril de 2025 se realizaron entrevistas con personal responsable de Producción y de Calidad, quienes manifestaron su preocupación por la elevada cantidad de *scrap* generada mensualmente. Esta situación motivó la necesidad de analizar la evolución de los desperdicios en el área de extrusión y de revisar las posibles causas asociadas.

Con ese propósito, se examinaron los registros de producción del período comprendido entre el 3 de junio de 2024 (fecha de implementación del software) y el 15 de mayo de 2025. El análisis incluyó 34.998 observaciones, de las cuales el 81,4% corresponde a la Extrusora 5 y el 18,6% restante a la Extrusora 6. Como se observa en la Figura 1, los valores mensuales de *scrap* superan de forma sostenida el límite del 4%.

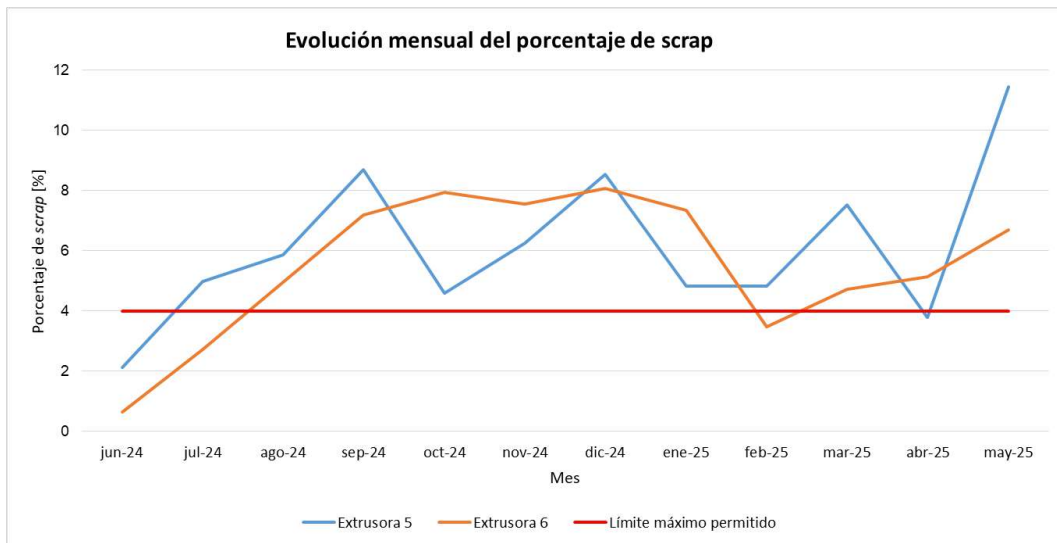


Figura 1: Variación mensual del porcentaje de scrap en las extrusoras 5 y 6
Fuente: Elaboración propia con información de la empresa

Para contextualizar el análisis, resulta necesario describir brevemente el proceso de extrusión y las características de la maquinaria utilizada.

Descripción del proceso de extrusión y maquinaria existente

La planta cuenta con dos extrusoras de película soplada de tres capas, ambas con tornillo único (monotornillo). Este proceso es el más utilizado para la obtención de películas plásticas y se emplea principalmente en la fabricación de bolsas de polietileno. La Figura 2 presenta un esquema general del proceso de extrusión de películas sopladas, donde se observan sus principales componentes.

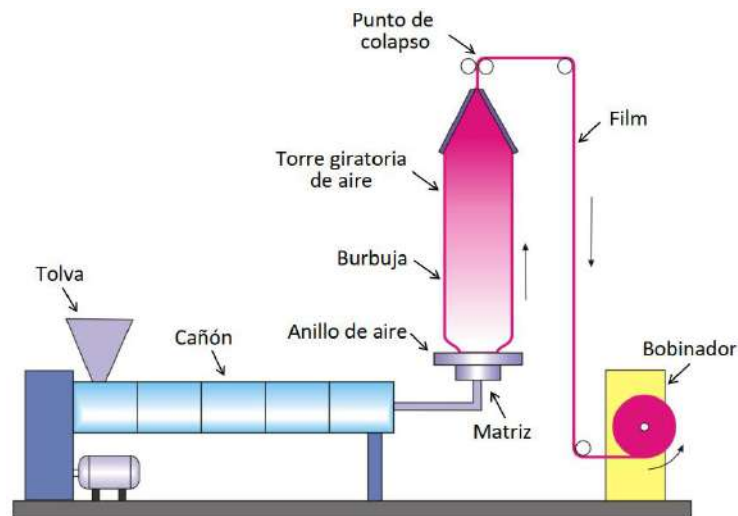


Figura 2: Esquema general del proceso de extrusión de películas sopladas
Fuente: Adaptado de Beltrán, M. y Marcilla, A. (2012)

El proceso comienza con la dosificación de la materia prima a través de tres tolvas gravimétricas que alimentan la extrusora. Luego, el polímero se funde y homogeneiza dentro de los cañones calefactores y es impulsado hacia la matriz, donde se forma la burbuja. El sistema *Internal Bubble Cooling*¹ (IBC) regula la presión y la temperatura del aire interno, mientras que un anillo de aire externo proporciona el enfriamiento necesario para estabilizar la película.

A continuación, la burbuja asciende por la torre giratoria, compuesta por rodillos que guían y estabilizan su desplazamiento hasta el punto de colapso, donde se aplanan para conformar el film. El material pasa luego por equipos auxiliares según las especificaciones del producto final: una impresora y una tratadora corona. Finalmente, el film se enrolla en el bobinador, donde se conforman las bobinas que constituyen el producto terminado.

Una vez caracterizado el proceso productivo, se procedió al estudio de los registros históricos de producción con el fin de identificar las principales causas de generación de *scrap*.

Análisis de los registros históricos de *scrap*

Con el objetivo de identificar las causas que generan *scrap* en cada extrusora, se analizaron los registros históricos de producción correspondientes al período de estudio, considerando únicamente los casos clasificados como "Desperdicio". Se recopilaron 1.547 registros en total, de los cuales 1.047 pertenecen a la Extrusora 5 y 500 a la Extrusora 6.

Los registros presentaban una alta dispersión en la denominación de causas, lo que dificultaba su interpretación. Por tal motivo, se realizó un proceso de estandarización de los registros que incluyó la unificación de sinónimos y expresiones equivalentes, la agrupación de causas afines en categorías comunes, la separación de registros con múltiples causas y la validación con personal de la empresa.

Como resultado, se identificaron 31 causas distintas, y para facilitar el análisis, se agruparon en siete categorías según su naturaleza: Inherentes al proceso, Falla de equipos, Problemas de extrusión, Factores externos, Error de operación, Materiales e insumos, y Mantenimiento correctivo.

A partir de estas causas depuradas, se evaluó su criticidad mediante la construcción del diagrama de Pareto. El análisis se realizó en dos etapas: en la primera se consideraron todas las categorías y, en la segunda, se excluyeron las causas inherentes al proceso para focalizar el estudio en aquellas de carácter evitable.

En la Tabla 1 se presenta la distribución porcentual de las causas de *scrap* agrupadas por categoría para ambas máquinas. Se puede apreciar que las tres primeras categorías concentran más del 90% de las ocurrencias totales, tanto en la Extrusora 5 como en la 6.

*Tabla 1: Distribución porcentual de causas de *scrap* por categoría*
Fuente: Elaboración propia en base a los registros de producción

Categoría	Porcentaje Individual – Extrusora 5	Porcentaje Individual – Extrusora 6
Inherentes al proceso	58,20	44,55
Fallas de equipos	19,09	27,26
Problemas de extrusión	16,13	23,50
Factores externos	2,69	1,88

¹ *Internal Bubble Cooling*: Enfriamiento interno de burbuja

Categoría	Porcentaje Individual – Extrusora 5	Porcentaje Individual – Extrusora 6
Errores de operación	2,04	1,88
Materiales e insumos	1,48	0,75
Mantenimiento correctivo	0,37	0,19

Para complementar estos resultados, se elaboró un diagrama de Ishikawa unificado para ambas extrusoras, dado que comparten la misma tecnología base y presentan causas coincidentes. Esta herramienta permitió profundizar en la identificación de las causas raíz asociadas a la generación de *scrap*.

El análisis conjunto de ambos diagramas permitió reconocer tres factores predominantes: la ausencia de procedimientos estandarizados, que genera variabilidad entre turnos; las fallas recurrentes en equipos, vinculadas a deficiencias en la planificación del mantenimiento; y la necesidad de fortalecer la capacitación del personal operativo. Estos resultados constituyen la base sobre la cual se definieron las propuestas de mejora en el apartado siguiente.

Diseño de propuestas de mejora

A partir del análisis de criticidad se identificaron tres ejes prioritarios orientados a reducir la generación de *scrap*: la estandarización de los registros, la normalización de algunos procedimientos operativos y la implementación de un plan de mantenimiento planificado.

En primer lugar, se detectó que los registros de *scrap* presentaban inconsistencias y falta de uniformidad en los criterios de carga, lo que dificultaba su análisis. Para mejorar la calidad de la información, se diseñó una planilla modelo en Excel, propuesta como rediseño del módulo de registro dentro del software de gestión actual. La estructura incorpora listas desplegables dependientes que guían al operario durante la carga y limitan las opciones disponibles según la causa seleccionada, lo que favorece la consistencia de la información y minimiza la posibilidad de errores.

El sistema establece una secuencia de selección: en primer lugar, el operario elige el tipo de *scrap* (AJUSTE_MÁQUINA o FALLA), tras lo cual se habilitan automáticamente las causas específicas asociadas. Las incluidas bajo AJUSTE_MÁQUINA agrupan los desperdicios inherentes al proceso, como la puesta en marcha o el cambio de filtros. Las comprendidas dentro de FALLA abarcan el resto de los motivos detectados en el análisis del registro histórico. En ambos casos se incorpora la opción OTRO para registrar causas no contempladas.

La Figura 3 ilustra el funcionamiento de las listas desplegables dependientes cuando el tipo de *scrap* seleccionado es AJUSTE_MÁQUINA. La estandarización de registros permitirá disponer de una base de datos más clara y homogénea, lo que facilitará el seguimiento de tendencias y la realización de nuevos análisis.

Máquina	N° Orden	Operario	Artículo	Estado	Tipo de scrap	Causa	Observaciones	Kg. Brutos	Ancho	Micras	Metros	Kg. Netos
EXTR. 5	O34	TURNO B	PRODUCTO 2	DESPERDICIO	AJUSTE_MÁQUINA	<ul style="list-style-type: none"> CAMBIO DE FILTROS LIMPIEZA PUESTA A PUNTO PUESTA EN MARCHA REBLE OTRO 						

Figura 3: Ejemplo de lista desplegable dependiente – Ajuste de máquina
Fuente: Elaboración propia

En segundo lugar, el análisis evidenció que una proporción considerable del *scrap* se origina durante las etapas de puesta en marcha y puesta a punto de las extrusoras, consideradas actividades inherentes al proceso. Aunque estos desperdicios no pueden eliminarse por completo, se propone desarrollar procedimientos estandarizados para ambas actividades con el fin de minimizar errores operativos y reducir la variabilidad entre turnos.

Cada procedimiento incluirá la definición detallada de las verificaciones previas, los ajustes de parámetros y los criterios de aceptación del producto. El desarrollo se basará en la observación directa de las operaciones, el relevamiento de las mejores prácticas y la validación técnica con personal especializado. Los documentos resultantes constituirán una referencia formal para la ejecución uniforme de las tareas y servirán además como material de apoyo para la capacitación del nuevo personal.

Por último, el tercer eje de mejora se orienta a la reducción de fallas de equipos. El análisis de Pareto permitió identificar los componentes más afectados, entre ellos los dosificadores y los bobinadores. Para mitigar esta problemática se propone la implementación de un plan de mantenimiento planificado que incremente la disponibilidad de las máquinas y disminuya la frecuencia de paradas. En la actualidad, las tareas de mantenimiento se realizan de manera reactiva, una vez producida la falla, lo que genera interrupciones imprevistas y reduce la eficiencia del proceso.

El plan propuesto comprende la elaboración de un inventario de activos, la identificación de equipos críticos, la definición de estrategias de mantenimiento adecuadas a cada caso, la planificación de actividades con su frecuencia e instructivos, y la evaluación periódica del plan.

Análisis de perfiles de RRHH y propuesta de capacitación

El área de extrusión está conformada por tres turnos de trabajo integrados por un Líder de turno, un Maquinista y tres Operarios. A partir de entrevistas realizadas al personal operativo y a la responsable de Recursos Humanos se elaboraron los descriptivos de puestos y se detectaron aspectos susceptibles de mejora relacionados con la comunicación entre turnos, la organización interna y la distribución de tareas.

A partir de esta información y del análisis realizado en los apartados anteriores, se identificó la necesidad de fortalecer la formación técnica y operativa del personal, particularmente en lo referido al proceso de extrusión, la aplicación de procedimientos estandarizados y el registro de datos productivos.

La propuesta de capacitación se estructura a partir del modelo planteado por Chiavenato (2009), que comprende las etapas de diagnóstico, diseño, implementación y evaluación. El propósito general consiste en fortalecer las competencias técnicas y conductuales del personal del área de extrusión, con el fin de reducir la variabilidad del proceso, mejorar la coordinación entre turnos y asegurar la aplicación uniforme de los procedimientos definidos.

Los destinatarios son los Líderes de turno, Maquinistas y Operarios de extrusión.

Los módulos propuestos se detallan a continuación:

- Módulo 1. Comunicación y organización del trabajo. Enfocado en mejorar la coordinación entre turnos y la distribución de tareas dentro de un equipo.

Propuesta de mejora de producción en una empresa elaboradora de bolsas y láminas de polietileno en Mar del Plata
Fernández, S.

- Módulo 2. Introducción al proceso de extrusión. Busca reforzar los conocimientos técnicos sobre el funcionamiento de la extrusora, las variables críticas del proceso y las problemáticas que pueden generar *scrap*.
- Módulo 3. Procedimientos estandarizados: puesta en marcha y puesta a punto. Su objetivo es asegurar la comprensión y correcta aplicación de las etapas que componen ambos procedimientos.
- Módulo 4. Registro y control de *scrap*. Dirigido a capacitar al personal en el uso de la planilla estandarizada propuesta y en la correcta clasificación de causas.
- Módulo 5. Buenas prácticas y mantenimiento básico. Centrado en fomentar el mantenimiento preventivo, la limpieza de equipos y la detección temprana de fallas.

La implementación del plan deberá adaptarse a la disponibilidad productiva para evitar interrupciones de la planta.

La capacitación constituye una herramienta clave para sostener en el tiempo las mejoras implementadas y fomentar la mejora continua en el desempeño del equipo.

3. CONCLUSIONES

El análisis realizado permitió confirmar que los niveles de *scrap* en el proceso de extrusión superan de forma sostenida el valor objetivo definido por la empresa. Mediante la aplicación de herramientas de calidad fue posible identificar las causas más significativas de desperdicio y se formularon propuestas de mejora tanto en el plano técnico-operativo como en la gestión de la información.

Entre los principales resultados se destaca la necesidad de estandarizar los registros de producción, ya que la ausencia de criterios uniformes dificulta la obtención de datos consistentes y comparables. Asimismo, se verificó que una parte considerable de los desperdicios se origina durante las etapas de puesta en marcha y puesta a punto, lo que resalta la importancia de formalizar y documentar estos procedimientos, además de fortalecer la capacitación del personal involucrado.

Las acciones propuestas (la estandarización de registros, la documentación de procedimientos operativos y la implementación de un plan de mantenimiento) constituyen una base para mejorar el control del proceso y reducir la ocurrencia de fallas. Una vez implementadas las mejoras y capacitado el personal operativo, se recomienda realizar un nuevo análisis de causas mediante el sistema de registro unificado, con el fin de verificar la efectividad de las acciones aplicadas y detectar nuevas oportunidades de mejora.

En este sentido, el presente trabajo representa un punto de partida hacia la mejora continua y una gestión más eficiente del área de extrusión.

4. REFERENCIAS

Beltrán, M. y Marcilla, A. (2012). Tecnología de polímeros. Universidad de Alicante. Recuperado el 19 de agosto de https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/16897/1/TEMA_4_extrusion.pdf

Chiavenato, I. (2009). Administración de Recursos Humanos: El capital humano de las organizaciones. (9a. ed.). McGraw-Hill. Recuperado el 15 de abril de 2025 de <http://bibliotecas.uasb.edu.bo:8080/bitstream/20.500.14624/1145/1/Chiavenato-Recursos%20humanos%20na%20ed.pdf>

Evans, J y Lindsay, W. (2008). Administración y control de calidad (7a. ed.). Cengage Learning Recuperado el 15 de abril de 2025 de <https://repositorio.uvm.edu.ve/items/b1b1644b-076c-4fd3-aeb2-8f1ebe3d8119>

Propuesta de mejora de producción en una empresa elaboradora de bolsas y láminas de polietileno en Mar del Plata
Fernández, S.

Krajewski, L; Malhotra, M. y Ritzman, L. (2008). Administración de operaciones. (8a. ed.). Pearson Educación. Recuperado el 15 de abril de 2025 de [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/566458/Administracion_De_Operaciones - LEE J. K-comprimido.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/566458/Administracion_De_Operaciones_-_LEE_J._K-comprimido.pdf)

Summers, D. (2006). *Administración de la calidad*. (1a. ed.). Pearson Educación