

IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS EN EL DOSIFICADO DE BIOCIDA, FUNGICIDA Y SANITIZANTE EN LA FABRICACIÓN DE REVESTIMIENTOS LÍQUIDOS EN BASE AGUA

TRABAJO FINAL DE LA CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL

ZIMMERMANN, IGNACIO

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

FACULTAD DE INGENIERÍA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MAR DEL PLATA

NOVIEMBRE, 2022



RINFI se desarrolla en forma conjunta entre el INTEMA y la Biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata.

Tiene como objetivo recopilar, organizar, gestionar, difundir y preservar documentos digitales en Ingeniería, Ciencia y Tecnología de Materiales y Ciencias Afines.

A través del Acceso Abierto, se pretende aumentar la visibilidad y el impacto de los resultados de la investigación, asumiendo las políticas y cumpliendo con los protocolos y estándares internacionales para la interoperabilidad entre repositorios



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-
NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS EN EL DOSIFICADO DE BIOCIDAS, FUNGICIDA Y SANITIZANTE EN LA FABRICACIÓN DE REVESTIMIENTOS LÍQUIDOS EN BASE AGUA

TRABAJO FINAL DE LA CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL

ZIMMERMANN, IGNACIO

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

FACULTAD DE INGENIERÍA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MAR DEL PLATA

NOVIEMBRE, 2022



Implementación de mejoras en el dosificado de biocida, fungicida y sanitizante en la fabricación de revestimientos líquidos en base agua

Zimmermann, Ignacio

Evaluadores:

Mg. Ing. D´Onofrio, María Victoria

Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Mar del Plata

Mg. Ing. Morcela, Antonio

Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Mar del Plata

Director:

Esp. Ing. Berardi, María Betina

Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Mar del Plata

Codirector:

Dr. Ing. Onaine, Adolfo Eduardo

Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Mar del Plata

INDICE

INDICE	iii
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	vi
TABLA DE SIGLAS	vi
RESUMEN.....	vii
PALABRAS CLAVES.....	vii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivos	2
1.2. Metodología	2
2. MARCO TEÓRICO	3
2.1. Excelencia organizacional	3
2.1.1. Identificar Área de Mejora	4
2.1.2. Detección de causas de un problema	4
2.1.3. Herramientas para detectar y corregir un problema	5
2.1.3.1. Diagrama de flujo	5
2.1.3.2. Diagrama de Pareto	6
2.1.3.3. Diagrama causa-efecto de Ishikawa o de “espina de pescado”	7
2.1.3.4. Tormenta de ideas	7
2.1.3.5. Entrevistas	8
2.1.4. Formular el objetivo	8
2.1.5. Seleccionar las acciones de mejora.....	9
2.1.6. Realizar una planificación	9
2.2. Pliego Técnico.....	9
2.2.1. Estructura y contenido	10
2.2.1.1. Presentación	10
2.2.1.2. Especificaciones técnicas.....	10
2.2.1.3. Presupuesto	11

Implementación de mejoras en el dosificado de biocida, fungicida y sanitizante en la fabricación de revestimientos líquidos en base agua

2.3. Matriz de ponderación	11
2.4. Procesos Industriales	11
2.5. Recubrimientos / Pinturas	13
2.5.1. Generalidades	14
2.5.2. Componentes	14
2.5.2.1 Biocida/Fungicida/Sanitizante. Generalidades.....	15
3. DESARROLLO	16
3.1. Situación actual empresa	16
3.1.1. Unidades de negocio	16
3.1.1.1. Hogar y Obra.....	16
3.1.1.2. Industria	16
3.1.1.3. Repintado automotor	17
3.1.2. Metodología de fabricación	17
3.1.1.1. Dispersión	18
3.1.1.2. Molienda.....	19
3.1.1.3. Completado.....	19
3.1.1.4. Envasado	20
3.2. Análisis de problemática.....	20
3.3. Sistema dosificado actual.....	25
3.4. Materias primas involucradas	27
3.4.1. Biocida.....	27
3.4.2. Fungicida	28
3.4.3. Sanitizante	28
3.5. Oportunidad de mejora.....	29
3.5.1. Cambio de aditivos	29
3.5.2. Modificación de proceso de fabricación. Agregado de aditivos.	29
3.5.3. Modificación del sistema de dosificado de aditivos	30
3.5.4. Selección de alternativa de mejora	31
3.6. Desarrollo de pliego nueva propuesta	33

Implementación de mejoras en el dosificado de biocida, fungicida y sanitizante en la fabricación de revestimientos líquidos en base agua

3.6.1. Objetivo	34
3.6.2. Alcance.....	34
3.6.3. Ubicación.....	34
3.6.4. Antecedentes.....	34
3.6.5. Premisas y limitaciones	34
3.6.6. Planificación	35
3.6.7. Organización propuesta.....	36
3.6.8. Reuniones de información	36
3.6.9. Seguridad industrial.....	36
3.6.10. Actividades y entregables	37
3.6.11. Anexo I	38
3.6.12. Anexo II	38
3.7. Selección de propuesta.....	38
4. CONCLUSIONES	42
5. BIBLIOGRAFÍA.....	43

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. El ciclo de Deming - PDCA.....	4
Ilustración 2. Ejemplo de diagrama de flujo.	6
Ilustración 3. Ejemplo gráfico del diagrama de Pareto.....	6
Ilustración 4. Ejemplo diagrama de espina de pescado.....	7
Ilustración 5. Plano de la disposición de los tanques de aditivos, batea de presurtido, y tanques de fabricación.....	25
Ilustración 6. Ubicación de la zona de reabastecimiento de aditivos.....	26
Ilustración 7. Situación actual de zona de reabastecimiento de aditivos.....	27

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Matriz Producto-Proceso para Procesos de Producción.....	12
Figura 2. Diagrama de flujo simplificado del proceso de fabricación.....	17
Figura 3. Diagrama de flujo del proceso de fabricación.	18

Implementación de mejoras en el dosificado de biocida, fungicida y sanitizante en la fabricación de revestimientos líquidos en base agua

Figura 4. Diagrama de Pareto por cantidad de repeticiones por evento en un año.....	21
Figura 5. Diagrama de causa-efecto de los derrames.	22
Figura 7. Diagrama de Pareto asociado a los costos por problemática en un año.....	¡Error!
Marcador no definido.	
Figura 6. Diagrama de causa-efecto de los Distress batch.....	23
Figura 8. Formato del documento a entregar con indicación de secciones.....	33

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Recuento de evento por problemática en un año.....	21
Tabla 2. Costo asociado a cada evento en un año.	22
Tabla 3. Evaluación de criterios.....	39
Tabla 4. Ponderación de los criterios.....	40
Tabla 5. Calificación de cada proveedor por criterio.	40
Tabla 6. Matriz de evaluación para selección de proveedor.	41

TABLA DE SIGLAS

ANECA: Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación.

HSD: por sus siglas en inglés significa Dispensores de Alta Velocidad.

IBC: por sus siglas en inglés significa Gran Recipiente a Granel.

PDCA: por las siglas en inglés significa Planificar, Hacer, Estudiar/Verificar, Actuar.

PFD: Diagrama de Flujo de Proceso.

SCADA: por sus siglas en inglés significa Supervisión, Control y Adquisición de Datos.

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es poder plasmar en un proyecto real de optimización y mejora del sistema de dosificado de aditivos a los tanques de elaboración en una planta de fabricación de revestimientos líquidos en base agua. Este sistema tiene una relevancia considerable, ya que forma parte del proceso de producción de cada uno de los productos que son realizados en la fábrica. A partir de la identificación de varias problemáticas, se plantea como objetivo identificar los motivos de su origen y proponer soluciones para obtener un proceso más eficiente y seguro. Para ello, se opta por realizar un análisis detallado de la situación actual, entendiendo en que consiste el proceso completo de fabricación y realizando un análisis y estudio de las problemáticas más recurrentes y de mayor impacto a la organización. Para lograr realizar este trabajo, se utilizan herramientas de distintas áreas de la Ingeniería Industrial, entre las cuales se pueden destacar el diagrama de flujo, diagrama de Pareto y diagrama de Ishikawa. Partiendo de este estudio, se identifica la causa raíz de la problemática e identifican distintas oportunidades de mejora de las cuales, después de un análisis extenso se selecciona una para su implementación, desplegando el desarrollo de un pliego técnico para enviar a proveedores para presentar propuestas del proyecto para implementar. Para finalizar, queda presentada una matriz para selección la propuesta recibida más conveniente y facilitar la toma de decisiones.

PALABRAS CLAVES

Fabricación, aditivos, mejora de procesos, causa raíz.

1. INTRODUCCIÓN

La mejora de los procesos productivos es una práctica en la que toda empresa debe trabajar constantemente. Esta permite hacer más eficientes los procedimientos técnicos de la organización para reducir costos, optimizar el funcionamiento de algunas áreas y reducir al máximo los errores que puedan derivar de tales ineficiencias. Algunos de los beneficios de aplicar una mejora son reducir ineficiencias técnicas y productivas presentes en la compañía. Así como los posibles errores que puedan derivarse de ellas, como son disminuir el tiempo de ciclo y reducir los recursos necesarios para realizar la actividad. Esto impacta en una mejora tanto de la productividad como de la calidad del producto y en una reducción de los costos de producción.

La empresa a analizar se dedica al desarrollo, fabricación y venta de pinturas y recubrimientos, principalmente a base de agua, así como en comercialización de productos relacionados. Tiene participación principalmente en tres segmentos de recubrimientos en Argentina:

- Hogar y Obra: es la línea destinada a la fabricación y comercialización de productos decorativos, empleados en el recubrimiento de construcciones civiles.
- Industria: productos relacionados con el mantenimiento de distintos sectores tales como Petroquímicas, Estructuras, Minería, Alimentos y Bebidas, Marina, entre otros, y también productos terminados: Maquinaria Agrícola, Terminaciones metálicas, Transporte, entre otras.
- Repintado Automotor: dedicado a la reparación de automóviles.

La fabricación de pintura es un proceso *batch* de baja complejidad. Consiste, en aspectos generales, en la mezcla de distintas materias primas en un tanque/olla de tamaño variable a temperatura ambiente y presión atmosférica.

En el contexto de este trabajo se analizará la situación del sistema de dosificado de aditivos en el proceso de fabricación de pinturas a base de agua. Actualmente se cuenta con un sistema en el cual se recibe la mezcla de hasta siete (7) aditivos, entre ellos el biocida, fungicida y sanitizante.

La propuesta surge de la necesidad de la empresa de mejorar el proceso productivo en lo concerniente al dosificado de biocida, fungicida y sanitizante en los tanques de fabricación de distintos productos a base de agua.

En virtud de lo expuesto se plantean objetivos y la metodología para su abordaje.

Implementación de mejoras en el dosificado de biocida, fungicida y sanitizante en la fabricación de revestimientos líquidos en base agua

1.1. Objetivos

Teniendo en cuenta la problemática y oportunidad presentada, el objetivo general del proyecto es establecer un lineamiento de carácter técnico que se deberá cumplir en las tareas de construcción y montaje para la mejora en el dosificado de biocida, fungicida y sanitizante en el proceso de fabricación de todos productos a base de agua.

Para alcanzar el objetivo general se plantean los siguientes objetivos específicos:

1. Realizar un análisis de situación del proceso actual de dosificación de las materias primas involucradas.
2. Proponer oportunidades de mejora.
3. Desarrollar un pliego con los requerimientos mínimos a cubrir por el nuevo sistema de dosificado para su cotización por parte de empresas de ingeniería.
4. Establecer un criterio para la selección técnica de las propuestas.

1.2. Metodología

La elaboración del proyecto involucra una serie de lineamientos interrelacionados y distribuidos de manera tal que siga un orden específico. La estructura del proyecto se establecerá de la siguiente manera:

- Para el objetivo 1, estudio de la situación actual. Se realizarán entrevistas con las partes involucradas para identificar las distintas materias primas y sus características, las condiciones técnicas del proceso y las fallas que se detectan. Se recogerán registros y se utilizarán para su análisis herramientas como los diagramas de flujo, de Pareto, y de Ishikawa.

- Para el objetivo 2, oportunidades de mejora. Se partirá de los resultados del diagrama de Ishikawa y podrá utilizarse la tormenta de ideas, entre otros.

- Para el objetivo 3, desarrollo del pliego. A partir de las oportunidades de mejora, se indicará mediante un plano en AutoCAD el *lay-out* actual y un croquis para la intervención de la mejora propuesta.

- Para el objetivo 4, criterio para la selección técnica de las propuestas. Se realizará una matriz de ponderación para analizar los distintos puntos a evaluar de cada propuesta.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Excelencia organizacional

Como bien expone la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación de España (ANECA)¹, la excelencia de una organización viene marcada por su capacidad de crecer en la mejora continua de todos y cada uno de los procesos que rigen su actividad diaria. La mejora se produce cuando dicha organización aprende de sí misma, y de otras, es decir, cuando planifica su futuro teniendo en cuenta el entorno cambiante que la envuelve y el conjunto de fortalezas y debilidades que la determinan. (ANECA, 2021)

La planificación de su estrategia es el principal modo de conseguir un salto cualitativo en el producto o servicio que presta. Para ello es necesario realizar un diagnóstico de la situación en la que se encuentra. Una vez realizado, se determina la estrategia que debe seguirse para que el cliente perciba la mejora implantada. Apoyarse en las fortalezas para superar las debilidades es, sin duda, la mejor opción de cambio.

El plan de mejoras se constituye en un objetivo del proceso de mejora continua, y, por tanto, en una de las principales fases a desarrollar dentro del mismo. La elaboración de dicho plan requiere el respaldo e involucramiento de todos los responsables que, de una u otra forma, tengan relación con la unidad.

El plan de mejoras integra la decisión estratégica sobre cuáles son los cambios que deben incorporarse a los diferentes procesos de la organización, para que sean traducidos en un mejor producto o servicio percibido. Dicho plan, además de servir de base para la detección de mejoras, debe permitir el control y seguimiento de las diferentes acciones a desarrollar, así como la incorporación de acciones correctoras ante posibles contingencias no previstas.

Para su elaboración será necesario establecer los objetivos que se proponen alcanzar y diseñar la planificación de las tareas para conseguirlos.

Según el ANECA, un plan de mejoras permite:

- Identificar las causas que provocan las debilidades detectadas.
- Identificar las acciones de mejora a aplicar.
- Analizar su viabilidad.
- Establecer prioridades en las líneas de actuación.

¹ Órgano encargado de realizar actividades de evaluación, certificación y acreditación del sistema universitario español con el fin de su mejora continua y adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES).

Implementación de mejoras en el dosificado de biocida, fungicida y sanitizante en la fabricación de revestimientos líquidos en base agua

- Disponer de un plan de las acciones a desarrollar en un futuro y de un sistema de seguimiento y control de las mismas.
- Negociar la estrategia a seguir.
- Incrementar la eficacia y eficiencia de la gestión.
- Motivar a la organización a mejorar el nivel de calidad.

2.1.1. Identificar Área de Mejora

Una vez realizado el diagnóstico, la unidad evaluada conoce las principales fortalezas y debilidades en relación al entorno que la envuelve. La clave reside en la identificación de las áreas de mejora teniendo en cuenta que, para ello se deben superar las debilidades apoyándose en las principales fortalezas.

2.1.2. Detección de causas de un problema

Los problemas que se presentan en una organización pueden evitarse al aislar y eliminar las causas raíz de la variación del proceso. Cuando nos enfrentamos a la mejora de procesos, es importante poder determinar fehacientemente la causa raíz del inconveniente. Deming (1989) recomienda utilizar el ciclo Planificar-Hacer-Estudiar-Actuar (conocido como ciclo PDCA, por las siglas en inglés de Planificar [*Plan*], Hacer [*Do*], Estudiar [*Check*], Actuar [*Act*]) (Ilustración 1), que consiste en un método sistemático y continuo para la resolución de problemas de cuatro (4) pasos que se utiliza como guía para la resolución de problemas.

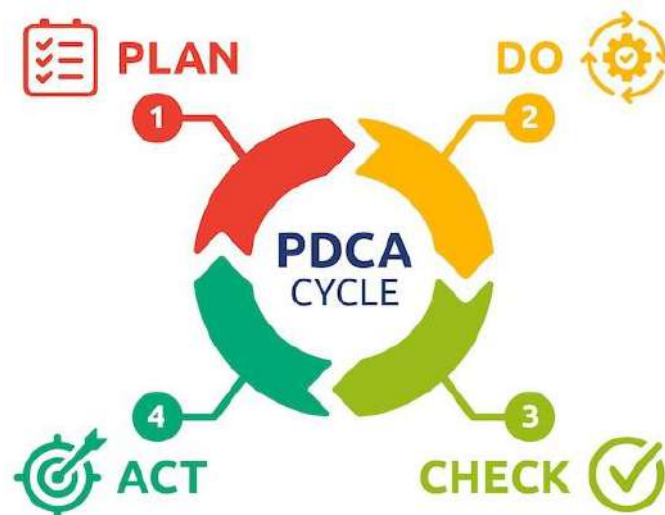


Ilustración 1. El ciclo de Deming - PDCA.
Fuente: Freepik

Implementación de mejoras en el dosificado de biocida, fungicida y sanitizante en la fabricación de revestimientos líquidos en base agua

La solución de un problema comienza cuando se conoce la causa que lo originó. Por tal motivo, se debe poner gran énfasis en determinar las condiciones actuales para poder identificar efectivamente y abordar de manera correcta el problema en cuestión.

Durante la fase Planificación, se analiza un problema y planifican su solución. Durante esta etapa del ciclo se debe prestar la mayor atención, ya que el correcto aislamiento y análisis de un problema, es una parte integral de la mejora de procesos en una organización eficiente y el desarrollo de una solución permanente. Las organizaciones emplean herramientas y técnicas de resolución de problemas para generar valor por medio de la mejora de procesos. Dichas herramientas y técnicas son esenciales para lograr mejoras de procesos efectivas porque ayudan a los equipos a descubrir las causas raíz de los problemas y a desarrollar soluciones para eliminarlos. Los proyectos de resolución de problemas deben ser objetivos y enfocarse en buscar las causas raíz.

2.1.3. Herramientas para detectar y corregir un problema

Existen múltiples herramientas metodológicas para su identificación (Summers, 2006). Entre otras cabe destacar:

- Diagrama de flujo
- Diagrama de Pareto
- Diagrama de espina (causa-efecto)
- Tormenta de ideas

La utilización de alguna de las anteriores o de otras similares ayudará a analizar en mayor profundidad el problema y preparar el camino a la hora de definir las acciones de mejora.

2.1.3.1. Diagrama de flujo

Un diagrama de flujo es un gráfico en el que se representa de forma estructurada la secuencia de todos los pasos que constituyen un proceso. Nos dice cómo, cuándo y quién lo realiza, y dónde se produce cada paso específico. Sirve para identificar puntos conflictivos y oportunidades de mejora.

Es una de las herramientas más útiles en la mejora de procesos, ya que aporta una visión al detalle de cada uno de los pasos y/o acciones que los forman.

Implementación de mejoras en el dosificado de biocida, fungicida y sanitizante en la fabricación de revestimientos líquidos en base agua

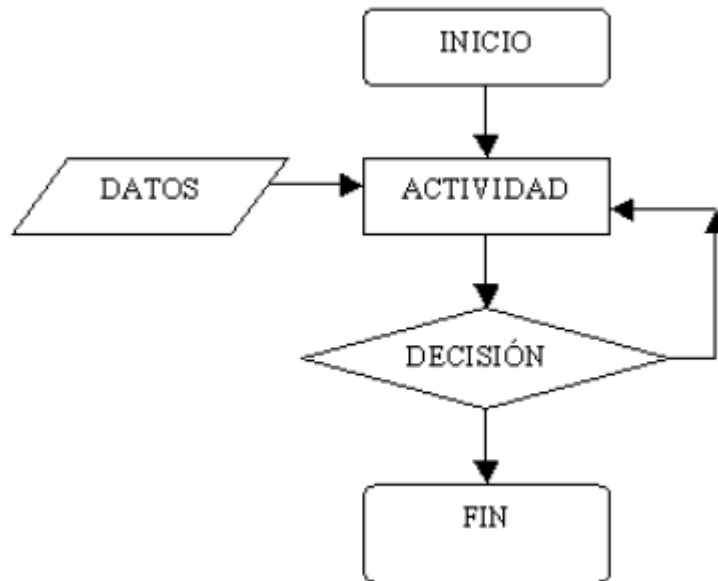


Ilustración 2. Ejemplo de diagrama de flujo.

2.1.3.2. Diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto se basa en el principio de Pareto: "Aunque un gran número de factores individuales contribuye a un efecto, relativamente pocos de ellos ocasionan la mayor parte del efecto". Este pequeño grupo de causas responsables de la mayor parte del efecto se denomina "pocos vitales", para diferenciarlos del resto, los "muchos útiles". Se conoce como la ley del 20-80: "el 20% de las causas originan el 80% de los problemas". Es

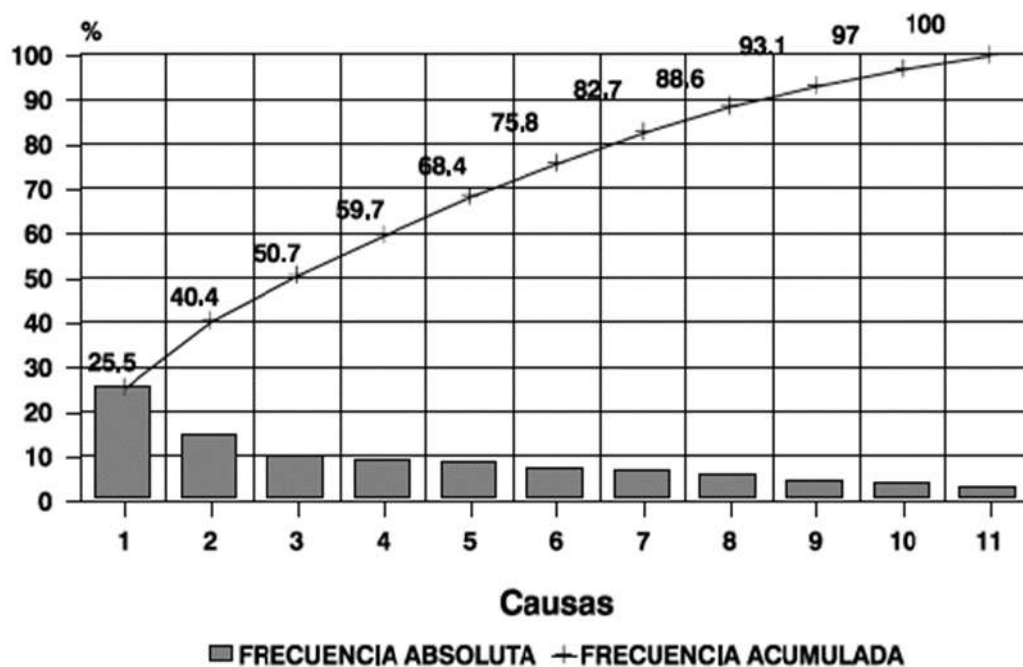


Ilustración 3. Ejemplo gráfico del diagrama de Pareto.

Implementación de mejoras en el dosificado de biocida, fungicida y sanitizante en la fabricación de revestimientos líquidos en base agua

decir, si solucionamos este pequeño porcentaje, habremos resuelto la mayor parte de los problemas, rentabilizando al máximo los recursos disponibles.

Es un método gráfico para priorizar desde un punto de vista cuantitativo, pero requiere datos (tiempo para recogerlos).

2.1.3.3. Diagrama causa-efecto de Ishikawa o de “espina de pescado”

El diagrama causa-efecto de Ishikawa (también conocido como diagrama de espina de pescado debido a su representación gráfica) sirve para desplegar una gran cantidad de información sobre un problema de forma condensada y organizada e identificar las causas o factores que contribuyen a él agrupándolos en categorías o clases.

Entre sus ventajas destaca el que ayuda al trabajo de equipo, los puntos de vista de unos pueden sugerir otros a los demás, profundizando en el conocimiento del proceso al ser estudiado de forma global. El diagrama de causa-efecto ayuda a generar de forma estructurada las teorías acerca de las causas de error en el proceso. El principal inconveniente es que no cuantifica, es subjetivo.

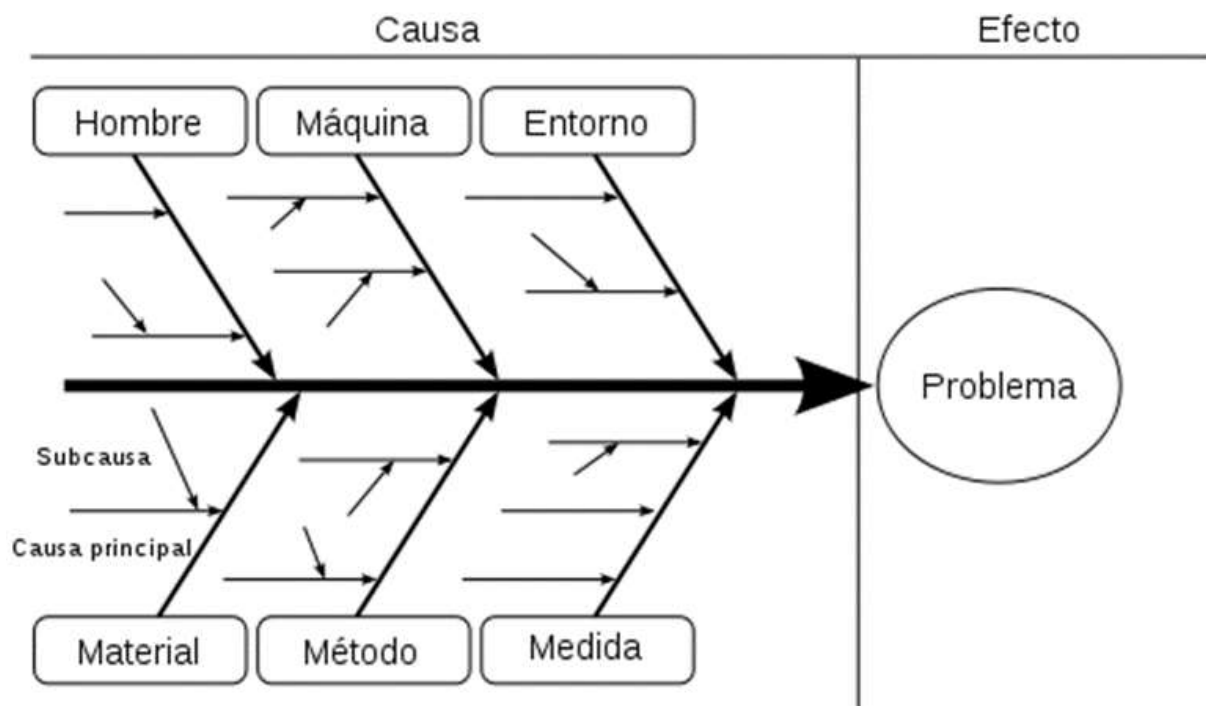


Ilustración 4. Ejemplo diagrama de espina de pescado.

2.1.3.4. Tormenta de ideas

La estrategia lluvia de ideas o *brainstorming* es una herramienta de planeamiento que se puede utilizar para obtener ideas respecto a un tema determinado o, también se puede

Implementación de mejoras en el dosificado de biocida, fungicida y sanitizante en la fabricación de revestimientos líquidos en base agua

utilizar para obtener ideas a partir de la creatividad de un grupo y con ello resolver un problema.

Esta herramienta fue creada por Alex Osborn, quién basándose en la estructura física y mental del cerebro (la cual tiene dos partes: la razonadora y la creativa) consideró que la búsqueda de ideas creativas resultó en un proceso interactivo de grupo, no estructurado, que generaba más y mejores ideas que las que los individuos podían producir trabajando de forma independiente, dando oportunidad de sugerir sobre un determinado asunto y aprovechando la capacidad creativa de los participantes.

2.1.3.5. Entrevistas

El concepto de entrevista hace referencia a la comunicación que se constituye entre el investigador y el entrevistado, pudiendo ser “el entrevistado” una sola persona o un conjunto. Proveen una producción discursiva que involucran aspectos comunes y otros diferenciadores, posibilitando ahondar en la temática abordada. Durante el desarrollo de este tipo de técnica, lo más importante es lograr un buen clima de trabajo y afinidad entre el entrevistador y entrevistado, que permita al segundo poder expresarse libremente y al primero poder captar la esencia del discurso de los participantes de estudio. Es necesario tener en cuenta en este punto la importancia fundamental que implica la reflexividad considerando los sesgos, valores, formación y experiencias de todos los participantes del proceso de investigación en el contexto de la situación analizada. (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2010).

2.1.4. Formular el objetivo

Una vez se han identificado las principales áreas de mejora y se conocen las causas del problema, se han de formular los objetivos y fijar el período de tiempo para su consecución.

Por lo tanto, al redactarlos se debe tener en cuenta que han de:

- Expresar de manera inequívoca el resultado que se pretende lograr
- Ser concretos
- Estar redactados con claridad

Así mismo deben cumplir las siguientes características:

- Ser realistas: posibilidad de cumplimiento,
- Acotados: en tiempo y grado de cumplimiento,
- Flexibles: susceptibles de modificación ante contingencias no previstas sin apartarse del enfoque inicial,

Implementación de mejoras en el dosificado de biocida, fungicida y sanitizante en la fabricación de revestimientos líquidos en base agua

- Comprensibles: cualquier agente implicado debe poder entender qué es lo que se pretende conseguir,
- Obligatorios: existir voluntad de alcanzarlos, haciendo lo necesario para su consecución.

2.1.5. Seleccionar las acciones de mejora

El paso siguiente será seleccionar las posibles alternativas de mejora para, posteriormente, priorizar las más adecuadas. Se propone la utilización de una serie de técnicas (tormenta de ideas, entrevista, técnica del grupo nominal, etcétera) que facilitarán la determinación de las acciones de mejora a llevar a cabo para superar las debilidades. Se trata de disponer de un listado de las principales actuaciones que deberán realizarse para cumplir los objetivos prefijados.

2.1.6. Realizar una planificación

El listado obtenido es el resultado del ejercicio realizado, sin haber aplicado ningún orden de prioridad. Sin embargo, algunas restricciones inherentes a las acciones elegidas pueden condicionar su puesta en marcha, o aconsejar la postergación o exclusión del plan de mejoras. Es, por lo tanto, imprescindible conocer el conjunto de restricciones que condicionan su viabilidad. Establecer el mejor orden de prioridad no es tan sencillo como proponer, en primer lugar, la realización de aquellas acciones asociadas a los factores más urgentes, sino que se deben tener en cuenta otros criterios en la decisión. Entre los principales podemos encontrar:

2.2. Pliego Técnico

El pliego técnico tiene un papel central en cualquier contrato de obras y servicios a la hora de especificar qué, cómo y en qué plazos se han de llevar a cabo un proyecto. Redactado por el cliente o usuario y con carácter contractual, el pliego recoge los derechos, obligaciones y responsabilidades entre ellos y es a partir de esta descripción que las empresas candidatas presentan sus ofertas, especificando cuánto tiempo necesitarán y el precio. La empresa encargada de su ejecución (o contratista) deberá cumplir con la mayor precisión posible los requerimientos del contratante. Asimismo, el contratista podrá por medio de él, comprobar en qué medida son realizables sus expectativas.

El pliego de condiciones fija las especificaciones que regulan la ejecución de un proyecto y suele redactarlo el promotor a través del proyectista contratado por él para dirigir el proyecto. Todos los requisitos de un proyecto se detallan en el pliego técnico, por lo que se

Implementación de mejoras en el dosificado de biocida, fungicida y sanitizante en la fabricación de revestimientos líquidos en base agua

trata de un documento exhaustivo y extenso cuya redacción requiere a menudo mucho tiempo.

2.2.1. Estructura y contenido

Los pliegos técnicos suelen dividirse normalmente en varias partes.

2.2.1.1. Presentación

Además de los datos del promotor y del contratista, en este apartado debe aparecer también una breve descripción general del proyecto indicando su contenido, cuáles son los objetivos y cuál será el resultado final. El objetivo es que una persona que no sabe nada del encargo pueda entender de qué va después de leer este apartado.

2.2.1.2. Especificaciones técnicas

Describe el encargo. Enlaza con la descripción de la introducción y profundiza con explicaciones, detalla los objetivos de cada fase y las condiciones generales y, dado el caso, especifica las peculiaridades del proyecto.

2.2.1.2.1. Requisitos

En este punto se detallan las características del producto final: ¿qué se ha de implementar? Es el punto más importante del pliego de condiciones porque sin una enumeración exacta y precisa de los atributos del sistema, el producto final podría alejarse del proyecto.

2.2.1.2.2. Perfiles de usuario (“personas”)

Estos perfiles imaginarios contribuyen a estimar mejor las necesidades de los usuarios y mejora así el conocimiento del producto

2.2.1.2.3. Prototipos de las páginas

Suelen realizarlos los desarrolladores y sirven de base para desarrollar la idea.

2.2.1.2.4. Especificaciones de diseño

Puede ser útil indicar las dimensiones para su correcta visualización.

2.2.1.2.5. Tecnologías externas

Herramientas de terceros que van a ser necesarias para funcionar.

2.2.1.3. Presupuesto

El cliente especifica cuánto está dispuesto a dedicar al proyecto, pero no es así en todos los casos. Muchas veces el cliente espera que las empresas candidatas hagan su oferta.

Esta lista es solo un ejemplo de pliego de condiciones. Existe una gran cantidad de proyectos distintos que requerirán más o menos puntos y apartados. Asimismo, también es posible que durante la ejecución del proyecto surjan imprevistos o el cliente quiera introducir variaciones no previstas en la redacción del pliego de condiciones. Dado que se trata de un documento con carácter contractual que firman ambas partes y al que tienen que sujetarse, es conveniente tener esto en cuenta y elaborar un contrato que, si bien ha de ser lo más preciso posible, sin dejar preguntas abiertas o cuestiones por aclarar, permita una cierta flexibilidad para evitar cargas de trabajo innecesarias o incumplimiento de fechas de entrega.

2.3. Matriz de ponderación

La matriz de ponderación es una herramienta que busca establecer una valoración diferencial de los factores a evaluar desde una perspectiva integradora. La jerarquización de los criterios debe hacerse antes de realizar la evaluación y la importancia relativa de cada uno define su incidencia en la valoración de las causas a evaluar. (Krajewski, L., & Ritzman, L. y Malhotra, M.,2008)

Los pasos para llevar adelante esta herramienta consisten en:

1. Generación de los criterios a utilizar.
2. Ponderar Los criterios.
3. Evaluar las opciones con respecto a los criterios en la matriz.
4. Valorar cada opción.
5. Seleccionar la opción con la mejor valoración.

2.4. Procesos Industriales

Los procesos industriales son una serie sistemática de operaciones mecánicas, físicas, eléctricas o químicas. Estos pasos ayudan a fabricar un artículo que se lleva, generalmente, a gran escala. Dicho de otra manera, se encargan de utilizar materia prima obtenida de distintos recursos naturales y emplearla para fabricar un producto en masa. Cuando una empresa empieza a fabricar un producto, el proceso está determinado por ciertos factores.

Implementación de mejoras en el dosificado de biocida, fungicida y sanitizante en la fabricación de revestimientos líquidos en base agua

La matriz producto-proceso (Figura 1), une tres elementos: volumen, personalización de producto y características del proceso. Sincroniza el producto a ser fabricado con el proceso de producción en sí.

Una buena estrategia para un proceso de producción depende primero y sobre todo del volumen. Para muchos procesos, una alta personalización de producto significa bajos volúmenes de producción para las diferentes etapas del mismo.

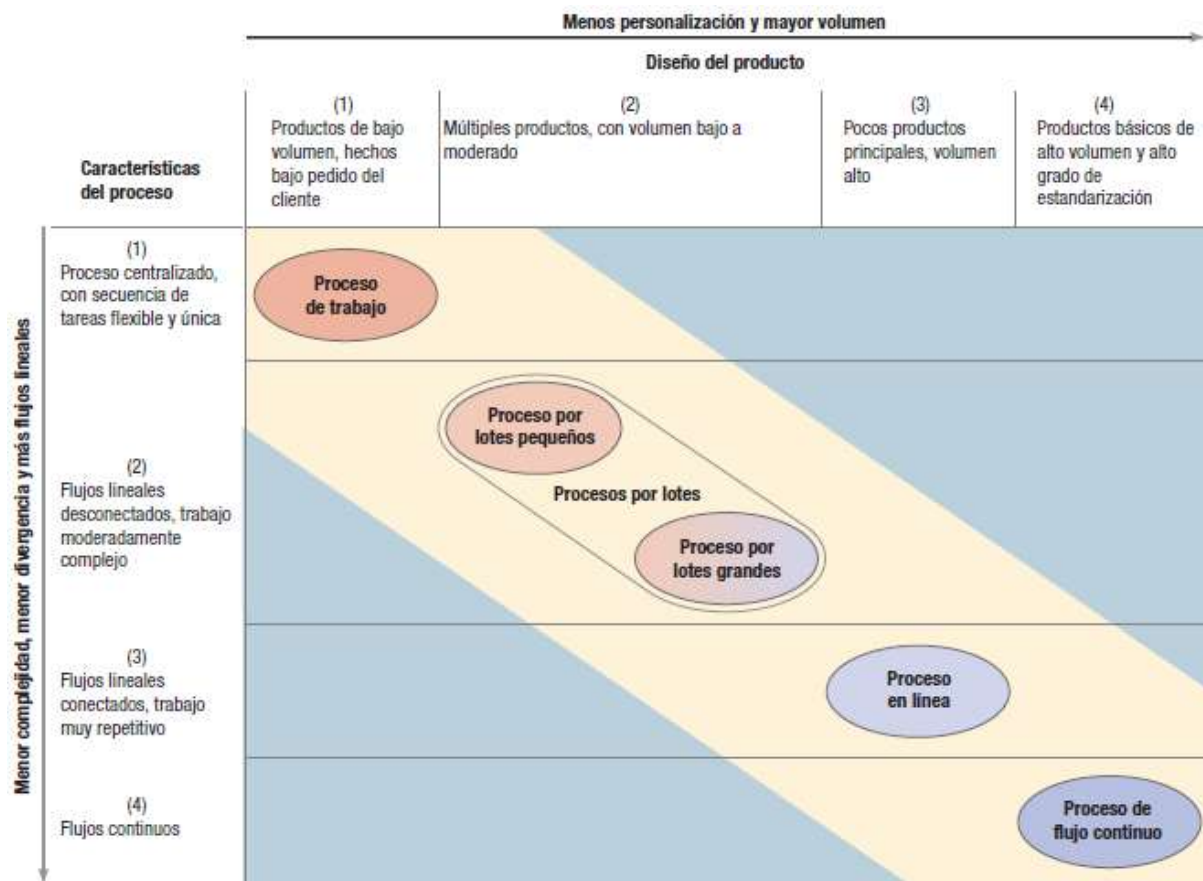


Figura 1. Matriz Producto-Proceso para Procesos de Producción.
Fuente: Krajewski, L., & Ritzman, L. Administración de Operaciones, 2008.

En la Figura 1 se visualizan varias posiciones deseables en la matriz de producto-proceso que conecta de manera efectiva al producto a producir con el proceso. A partir de la posición del tipo de proceso nos indicará la manera de estructurar los procesos a partir de la organizando los recursos alrededor del proceso o enfocados en el producto. Desde este punto de vista se presentan cuatro tipos de procesos: proceso de trabajo, proceso por lote (*batch*), proceso en línea y proceso continuo. Observando la matriz, no es probable que un proceso de manufactura se desarrolle bien si su posición se ubica demasiado lejos de la franja diagonal.

Implementación de mejoras en el dosificado de biocida, fungicida y sanitizante en la fabricación de revestimientos líquidos en base agua

Un proceso de trabajo crea la flexibilidad necesaria para producir una amplia variedad de productos en cantidades significativas, con un grado de personalización alto y en volúmenes de cada producto bajo.

El proceso por lotes o *batch* es la opción de proceso más común que se encuentra en la práctica, lo que da pie al uso de términos como lotes pequeños o lotes grandes para distinguir aún más una opción de proceso de otra. Un proceso por lotes se distingue de un proceso de trabajo por sus características de volumen, variedad y cantidad. La diferencia principal es que los volúmenes son más altos porque los mismos productos o partes que los forman, u otros similares, se producen repetidamente. Algunos de los componentes que se usan en la fabricación del producto final pueden ser procesados con anticipación. Otra diferencia es que se provee una gama más estrecha de productos. La tercera diferencia es que las partidas de producción se manejan en cantidades (o lotes) mayores que en los procesos de trabajo. Se procesa un lote de un producto (o una parte que lo compone o quizá se usa en otros productos), y en seguida la producción se ajusta al siguiente lote. A la larga, el primer producto se vuelve a producir. Un proceso por lotes tiene volúmenes promedio o moderados, pero la divergencia del proceso es aún demasiado grande como para justificar el hecho de dedicar un proceso distinto a cada producto. El flujo del proceso es flexible, sin que exista una secuencia estándar de pasos a través de toda la instalación. Sin embargo, se perfilan rutas más dominantes que en un proceso de trabajo, y algunos segmentos de los procesos tienen flujo en línea.

Un proceso en línea se sitúa en el continuo entre el proceso por lotes y el proceso de flujo continuo; los volúmenes son altos y los productos están estandarizados, lo que permite organizar los recursos en torno a productos particulares.

Un proceso de flujo continuo representa el extremo de la producción estandarizada de alto volumen y flujos en línea rígidos. La divergencia del proceso es insignificante. Un proceso de flujo continuo difiere de un proceso en línea en un aspecto importante: los materiales (sean indiferenciados o discretos) fluyen a través del proceso sin detenerse hasta que se termina todo el lote.

2.5. Recubrimientos / Pinturas

Los recubrimientos/pinturas constituyen el método más adecuado para la protección de los materiales empleados en la construcción y en la industria.

2.5.1. Generalidades

Un recubrimiento consiste, esencialmente, en un pigmento suspendido en un líquido adecuado, denominado vehículo. El vehículo puede ser un aceite secante, un barniz o una disolución o suspensión de resinas naturales o sintéticas en un disolvente orgánico o acuoso.

Al aplicar la pintura en forma de película delgada los componentes volátiles se evaporan, dejando una mezcla de pigmento y ligante en forma de revestimiento sólido continuo, adherente y delgado que es a la vez decorativo y protector. Estos son los principales objetivos de las pinturas: protección y decoración.

La decoración es un buen motivo para pintar, pero la protección frente a agentes atmosféricos, productos químicos y daños mecánicos es con frecuencia el objetivo más importante.

2.5.2. Componentes

Los revestimientos cuentan con tres componentes básicos:

1. Pigmento: su objetivo, desde el punto de vista decorativo, es obliterar² la superficie sobre la que se aplica el producto y proporcionarle color. Desde la perspectiva de protección, el pigmento sirve para proteger la superficie pintada de la degradación por radiación ultravioleta, etc.
2. Vehículo no volátil (ligante): está constituido en la mayor parte de los casos por aceites secantes, resinas o combinaciones de los dos. Hay algún tipo de pinturas en el que el ligante es de naturaleza inorgánica. El objetivo del ligante es proporcionar adhesión a la superficie, actuar como una barrera ante la humedad y mantener el pigmento en su lugar.
3. Vehículo volátil: consiste normalmente en disolventes hidrocarbonados o agua, se utiliza para disminuir la viscosidad de la composición para facilitar la aplicación.

Los dos componentes, pigmento y ligante, secan juntos para formar una película continua sólida. El tiempo requerido para este cambio depende principalmente de la naturaleza del ligante. La proporción de pigmento y las condiciones atmosféricas también afectan al tiempo de secado.

En recubrimientos se utilizan numerosos aditivos, la mayoría formando parte integral de la fórmula, pero algunas veces con objetivos correctivos. Algunos ejemplos de aditivos son:

² Obstruir o cerrar un conducto o una cavidad de un cuerpo organizado

Implementación de mejoras en el dosificado de biocida, fungicida y sanitizante en la fabricación de revestimientos líquidos en base agua

- Agentes dispersantes de los pigmentos.
- Compuestos antiflotación.
- Agentes antisedimentación.
- Agentes que impiden la formación de escamas.
- Agentes gelificantes para pinturas que no chorreen.
- Agentes que eviten la formación de moho y fungicidas.
- Estabilizantes de viscosidad.
- Desodorantes.
- Absorbentes de radiación ultravioleta.
- Estabilizantes.

2.5.2.1 Biocida/Fungicida/Sanitizante. Generalidades.

Como se mencionó anteriormente, los recubrimientos tienen dos funciones principales. Por un lado, contribuyen a la estética de la superficie cubierta, y por otro, dan protección contras las influencias externas tales como la humedad, luz solar, daños mecánicos o químicos.

El envejecimiento del recubrimiento exterior depende de la calidad del sustrato y del imprimante, así como de los actores ambientales como la luz, calor (frío), humedad y oxígeno que en conjunto generan un efecto sinérgico. En recubrimientos de interiores, la decoración es la principal función y su envejecimiento se debe frecuentemente a la humedad.

Es común que un recubrimiento arquitectónico lleve entre 10 y 20 ingredientes diferentes. Los biocidas pueden ser específicos para controlar el crecimiento de algas (alguicidas, hongos (fungicidas), o bacterias (bactericidas). Solo se aplica en formulaciones de pinturas base aguas donde las resinas empleadas son fuente de carbón para los microorganismos.

Es importante aclarar que un biocida es una sustancia que inhibe el crecimiento microbiano y que se utiliza en los recubrimientos arquitectónicos para proteger a la pintura en envase y también para evitar el ataque microbiano cuando el recubrimiento ya está aplicado en un sustrato. El desarrollo microbiano incluye bacterias aerobias y anaerobias, hongos, levaduras y algas que se adaptan a vivir en estos ambientes y generan graves daños en el producto final, en el envase o en los equipos e instalaciones.

Implementación de mejoras en el dosificado de biocida, fungicida y sanitizante en la fabricación de revestimientos líquidos en base agua

3. DESARROLLO

3.1. Situación actual empresa

La compañía en cuestión se dedica al desarrollo, fabricación y venta de pinturas y recubrimientos, así como en la comercialización de productos relacionados.

Es uno de los líderes mundiales en el rubro y está comprometida con productos de alta calidad, en búsqueda de la excelencia y de los más altos estándares en la industria.

Por lo tanto, la satisfacción del cliente la asume a través del compromiso, propósito y deber, elevando el nivel de servicio, y en constante búsqueda de mejorar la tecnología, la gama de productos y los métodos de comunicación con ellos.

3.1.1. Unidades de negocio

En el mercado argentino, la empresa tiene participación principalmente en tres (3) segmentos:

- Hogar y Obra
- Industria
- Repintado Automotor

3.1.1.1. Hogar y Obra

La línea de hogar y obra corresponde a la principal unidad de negocio de la compañía, tanto mundial como localmente. Es la línea destinada a la fabricación y comercialización de productos decorativos, destinados principalmente al recubrimiento de construcciones civiles.

Es un mercado de consumo masivo y estacional. La temporada alta se da en los meses de primavera y verano. En el modelo de negocio de Argentina, la venta directa al consumidor final es casi nula. Los grandes clientes son los distribuidores (pinturerías).

3.1.1.2. Industria

Trabaja en el mantenimiento de los principales segmentos de mercado tales como Petroquímicas, Fabricantes de Estructuras, Aplicadores, Minería, Alimentos y Bebidas, Generación de Energía, Marina, Pulpa y Papel, y Puentes y Carreteras.

Implementación de mejoras en el dosificado de biocida, fungicida y sanitizante en la fabricación de revestimientos líquidos en base agua

A su vez, atiende al mercado de productos terminados donde se destacan segmentos como Maquinaria Agrícola, Terminaciones en maderas, Terminaciones metálicas y Transporte.

Durante los últimos años se han incorporado diferentes tecnologías y productos, lo que lleva a la División Industrial a tener un excelente portfolio que abarca todos los segmentos de la industria.

3.1.1.3. Repintado automotor

La unidad de negocio de Repintado automotor atiende la demanda de pintura automotriz destinada al arreglo de automóviles. De esta forma, sus clientes son los consumidores finales, distribuidores y talleres.

La empresa posee la más completa cartera de productos, atendiendo a todos los tipos de necesidades del mercado, desde productos de alta productividad y tecnologías de punta hasta productos económicos.

También comercializa productos asociados al proceso de repintura (pistolas, pulidores, etc.).

3.1.2. Metodología de fabricación

La fabricación de pintura es un proceso *batch* de baja complejidad, como se muestra en la Figura 2. Consiste, en aspectos generales, en la mezcla de materias primas en un tanque/olla de tamaño variable a temperatura ambiente y presión atmosférica.



Figura 2. Diagrama de flujo simplificado del proceso de fabricación
Fuente: Elaboración propia.

Algunas de las operaciones no son inherentes al proceso, dependiendo del lote del producto a fabricar, se presentan 3 alternativas posibles, cuya esquematización se muestra en la figura 3:

Implementación de mejoras en el dosificado de biocida, fungicida y sanitizante en la fabricación de revestimientos líquidos en base agua

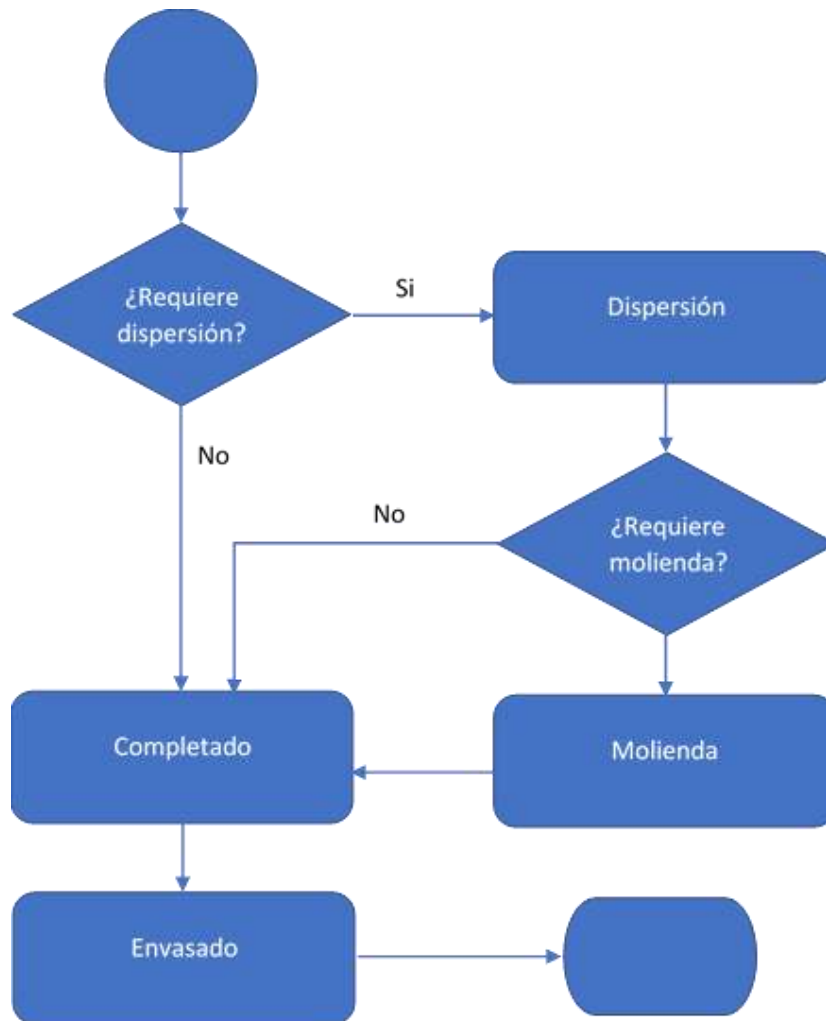


Figura 3. Diagrama de flujo del proceso de fabricación.
Fuente: Elaboración propia

Con el objetivo de comprender el proceso, se describirán a continuación las operaciones mencionadas anteriormente.

3.1.1.1. Dispersión

El objetivo de la dispersión es incorporar partículas sólidas al vehículo (mezcla líquida) con el fin de obtener una suspensión coloidal y evitar que los sólidos se sedimenten.

El proceso se puede dividir en tres etapas:

- I. Humectación de las partículas sólidas
- II. Ruptura de partículas sólidas (aglomerados y agregados)
- III. Estabilización de la dispersión impidiendo la floculación de las partículas sólidas.

Implementación de mejoras en el dosificado de biocida, fungicida y sanitizante en la fabricación de revestimientos líquidos en base agua

El proceso es llevado a cabo en dispersores de alta velocidad (HSD, por sus siglas en inglés, *high speed dispersor*). Dependiendo del tamaño de las pastas, se pueden utilizar ollas móviles que se acercan al dispersor o tanques fijos con su dispersor incorporado. El equipo cuenta con un motor de altas revoluciones que acciona el giro de un eje que tiene un disco dentado en su extremo inferior. De esta forma, los dientes del disco son los encargados de romper las partículas.

En primer lugar, los sólidos son incorporados lentamente y a una velocidad de dispersión moderada. A continuación, se aumenta la velocidad angular hasta conseguir un vórtice adecuado. Es importante dimensionar el equipo y el motor para obtener un flujo laminar. Existen algunos lineamientos constructivos que deben ser respetados con el fin de garantizar el éxito de la operación.

Los parámetros de la operación son velocidad angular, diámetro de disco, altura del disco, velocidad de agregado de partículas sólidas, entre otros.

3.1.1.2. Molienda

Dependiendo de la tecnología y finalidad del producto a fabricar, las especificaciones de fineza varían. La operación de molienda húmeda consiste en disminuir el tamaño de las partículas. Los equipos utilizados son molinos de perlas, verticales u horizontales.

La cuba del molino se llena de material abrasivo (perlas) y la pasta obtenida de la dispersión se hace pasar por la misma. El material ya molido, sale de la cuba por una "luz" de tamaño determinado con el fin de asegurar que las perlas no se escapen de la cuba. La pasta y las perlas son movidas dentro de la cuba por la rotación del eje. Este movimiento ocasiona el choque y rozamiento de las perlas con las partículas sólidas, disminuyendo de esta forma su tamaño.

Los parámetros a considerar son los siguientes: viscosidad de pasta, temperatura máxima de operación, presión de trabajo máxima dentro del molino, tamaño de perlas, material de perlas, volumen de llenado de cuba, velocidad angular, caudal de salida, temperatura y caudal de agua de refrigeración.

3.1.1.3. Completado

La operación de completado consiste en la incorporación de materias primas líquidas a la olla o tanque de proceso. Suponiendo una fabricación que integre todas las operaciones, el vehículo es cargado en la dispersora donde se incorpora la materia prima sólida. La pasta obtenida en el dispersor es bombeada a través del molino. Finalmente, el producto molido se

Implementación de mejoras en el dosificado de biocida, fungicida y sanitizante en la fabricación de revestimientos líquidos en base agua

debe completar con el resto de las materias primas líquidas (aditivos, resinas, pigmentos líquidos, solvente, entre otros).

Para lotes chicos todas las operaciones se realizan en ollas móviles. Pero al momento de fabricar lotes de mayor tamaño se utilizan tanques fijos de volumen variable (2.500 litros - 15.000 litros). En el caso de los tanques fijos, las pasta, luego de ser dispersadas y molidas, son bombeadas a los tanques fijos en la operación de completado.

Dependiendo del producto a fabricar, los tanques pueden tener o no un agitador de paletas. La función en esta operación es homogeneizar la mezcla. Por lo tanto, no precisas de altas revoluciones.

3.1.1.4. Envasado

Una vez obtenido el producto final, es necesario envasarlo en el tamaño de comercialización. En el caso de la pintura industrial, se utilizan medidas desde 0,5 a 200 litros. El envasado puede ser manual, semiautomático o automático. Dependiendo del formato del envase, existen distintos equipos.

3.2. Análisis de problemática

Luego de entrevistar a varios miembros de los equipos operativos, se logró confeccionar un listado con algunas problemáticas recurrentes:

- *Distress batch*³
- Derrames en general
- Hongos detectados en control de calidad
- Diferencias de inventario
- Disconformidades en controles semanales de materias primas (Disconformidades C MMPP)

A partir de este listado, se realizó un análisis de la frecuencia con que dichos inconvenientes se presentaron a lo largo del año dando el siguiente resultado:

³ Lote de producción que debe ser descartado debido a que no supera los controles de calidad y no puede ser ajustado correctamente para aprobarlo.

Implementación de mejoras en el dosificado de biocida, fungicida y sanitizante en la fabricación de revestimientos líquidos en base agua

	CANTIDAD EVENTOS
DERRAMES	43
DIFERENCIAS DE INVENTARIO	11
DISCONFORMIDADES C MMPP	8
<i>DISTRESS BATCH</i>	5
HONGOS	2

Tabla 1. Recuento de evento por problemática en un año.
Fuente: Elaboración propia.

De los registros indicados en la Tabla 1 se desprende el siguiente diagrama de Pareto:

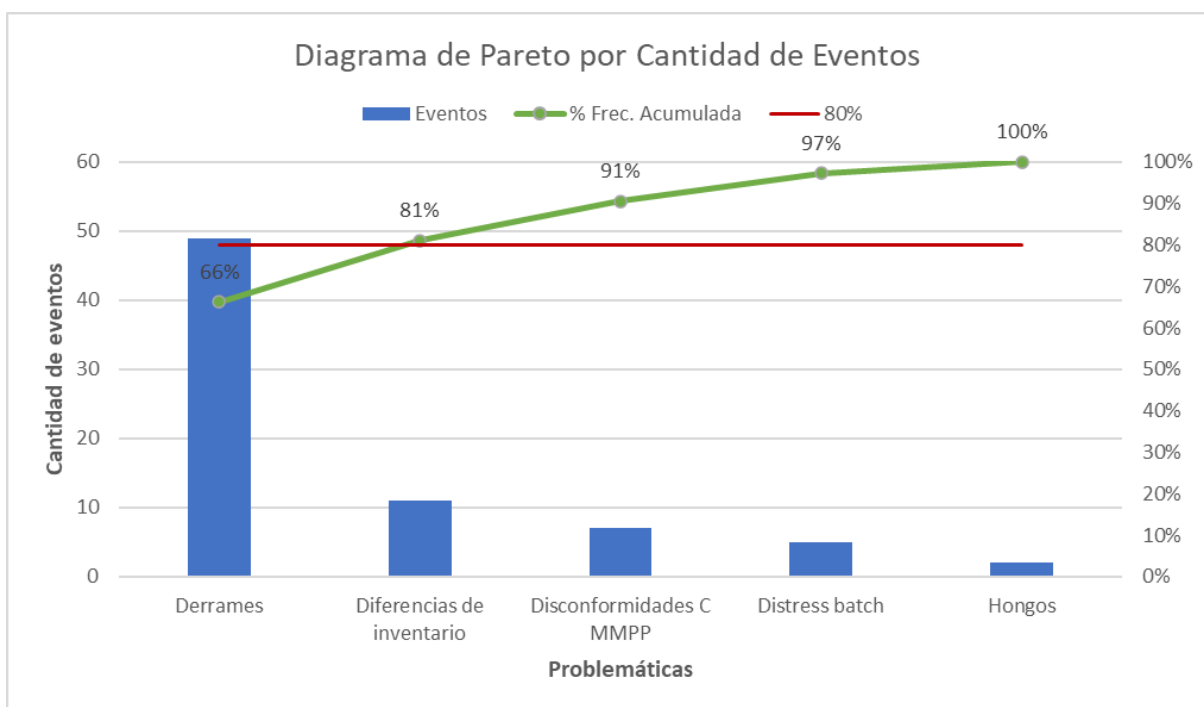


Figura 4. Diagrama de Pareto por cantidad de repeticiones por evento en un año.
Fuente: Elaboración propia.

Analizando la Figura 3, podemos concluir que el 80% de las problemáticas por repetición son generadas por los derrames y las diferencias de inventario. Debido a la repetitividad de los derrames, se realizó un análisis a partir del uso del diagrama de causa-efecto como se muestra a continuación:

Implementación de mejoras en el dosificado de biocida, fungicida y sanitizante en la fabricación de revestimientos líquidos en base agua

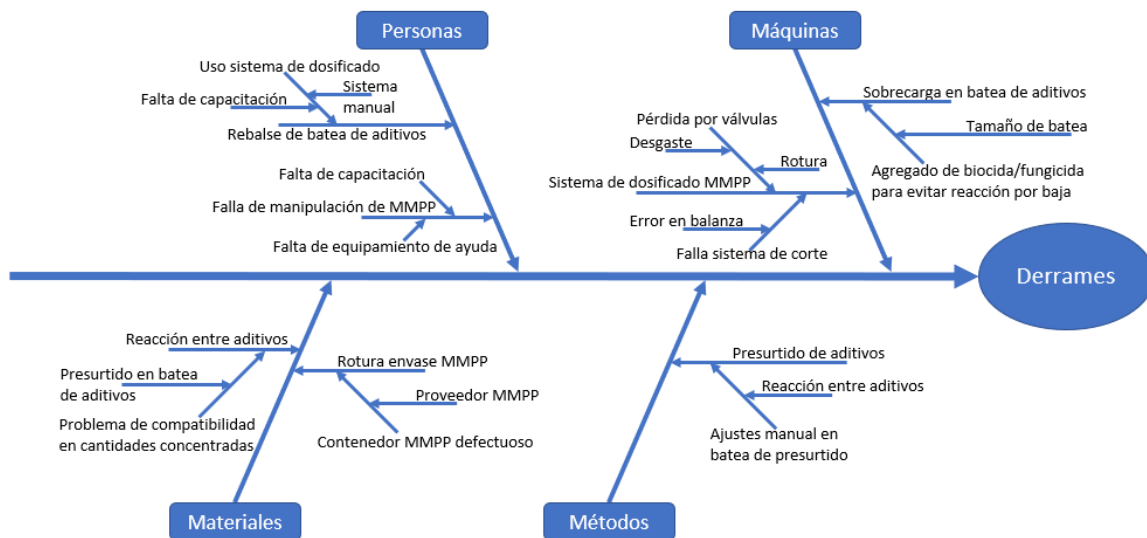


Figura 5. Diagrama de causa-efecto de los derrames.
Fuente: Elaboración propia.

Si bien, como se puede visualizar en la Figura 3, los derrames son los eventos que más veces ocurren, el valor monetario asociados a los mismos son, por ejemplo, considerablemente menores al de un *distress batch*. En la Tabla 2, se detalla el costo en USD asociado a cada problemática:

	COSTO
<i>DISTRESS BATCH</i>	USD 93,033.41
DERRAMES	USD 21,717.70
DISCONFORMIDADES C MMPP	USD 19,040.17
DIFERENCIAS DE INVENTARIO	USD 11,251.50
HONGOS	USD 4,760.04

Tabla 2. Costo asociado a cada evento en un año.
Fuente: Elaboración propia.

Por lo expuesto, si consideramos los valores monetarios que implican las problemáticas se desprende el diagrama de Pareto que se presenta en la Figura 5.

Implementación de mejoras en el dosificado de biocida, fungicida y sanitizante en la fabricación de revestimientos líquidos en base agua

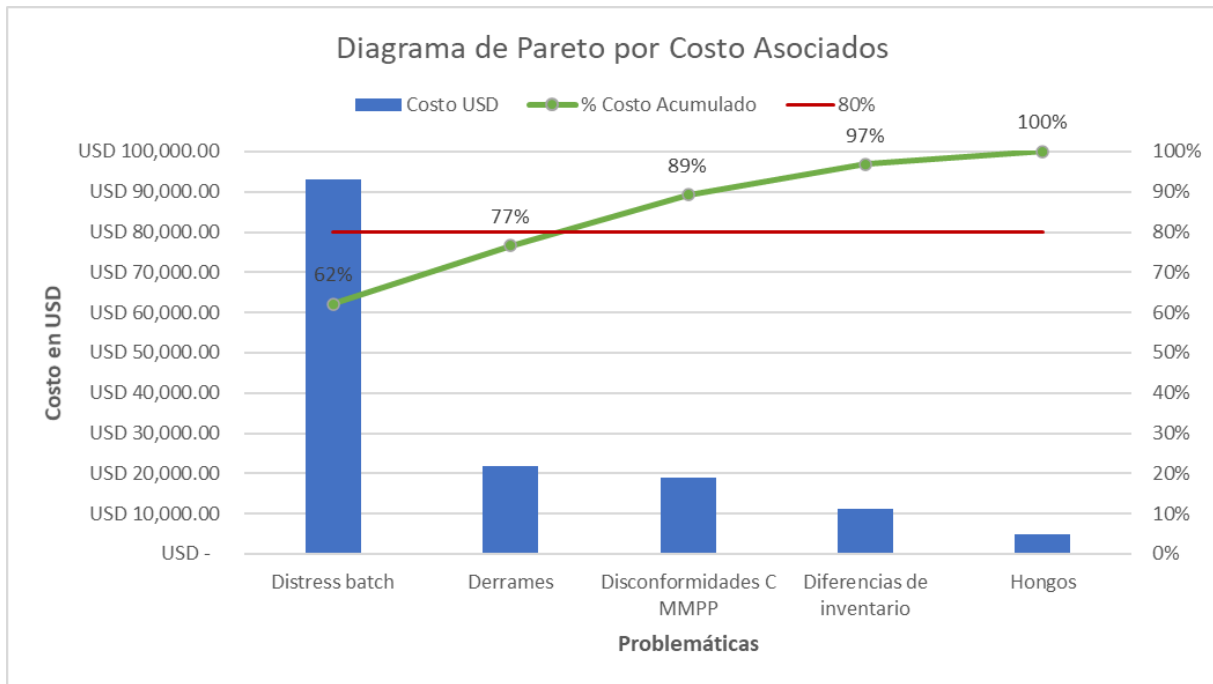


Figura 6. Diagrama de Pareto asociado a los costos por problemática en un año.
Fuente: Elaboración propia

De la misma manera que se analizó la Figura 3, a partir de la Figura 5 podemos concluir que el 80% de las problemáticas siguiendo el análisis de los costos asociados son generados por los *distress batch* (que representan el más del 60%) y los derrames. Por este motivo se realiza un análisis a partir del uso del diagrama de causa-efecto para los *distress batch* como se muestra en la Figura 6:

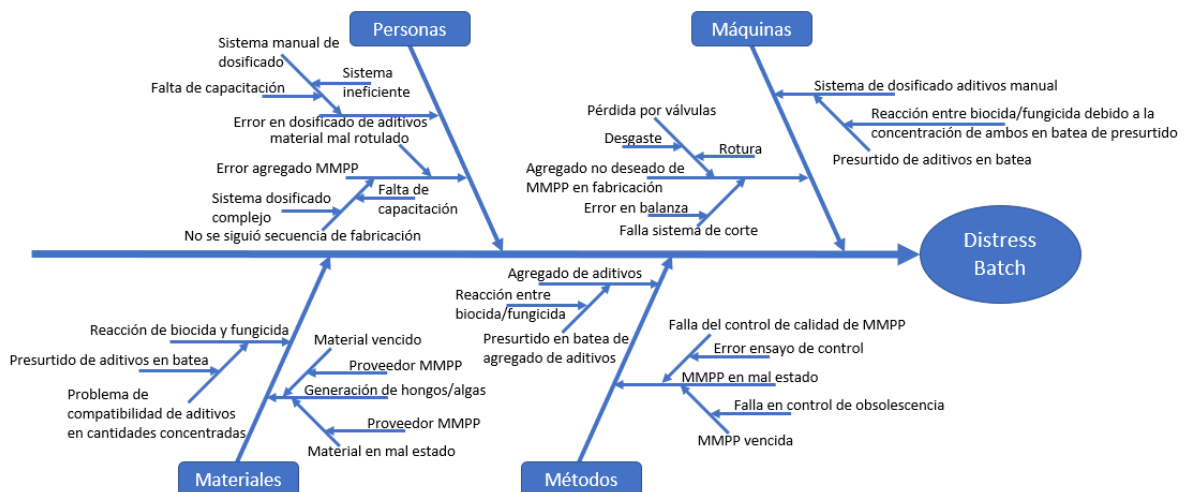


Figura 7. Diagrama de causa-efecto de los Distress batch.
Fuente: Elaboración propia.

Implementación de mejoras en el dosificado de biocida, fungicida y sanitizante en la fabricación de revestimientos líquidos en base agua

Del análisis de las problemáticas de derrames (Figura 4) y de generación de *distress batch* (Figura 6), se identificaron diferentes causas a ambas problemáticas. Entre ellas, se puede identificar la falta de capacitación, fallas por desgaste y rotura, errores en balanzas, materias primas en mal estado, problemas con proveedores y con los aditivos.

Del diálogo con operarios y jefes de distintos sectores involucrados se logró concluir que la mano de obra se encuentra capacitada para realizar las tareas y están al tanto de los procedimientos para llevar adelante la actividad. En cuanto a los proveedores, cumplen con los estándares establecidos para la entrega de las materias primas necesarias. En el caso de que no se alcancen dichos parámetros en los controles de calidad, la entrega es rechazada, devuelta a origen y se genera una No Conformidad⁴ por el incumplimiento, generando una nueva entrega y, en el caso que genere complicaciones mayores, la posibilidad de una multa.

En cuanto a las roturas y fallas por desgaste, se cuenta con un plan de mantenimiento preventivo con rotación y cambio de los elementos de acuerdo con su vida útil, estipulada y recomendada por el fabricante. Esta es una tarea complicada debido a la gran cantidad de válvulas y bombas que se encuentran en planta. Adicionalmente, se requiere que la sección a recibir el mantenimiento debe estar fuera de servicio por un tiempo considerable por lo que se pueden dificultar las tareas en temporada alta debido a los altos requerimientos de demanda.

Por el lado de las balanzas, las celdas de carga y el sistema de control son verificados y calibrados de acuerdo con un plan de calibración que está delegada a un proveedor certificado para realizar las tareas. Esta tarea cuenta con dos complicaciones. En primer lugar, al igual que con los mantenimientos preventivos, en temporada alta se dificulta contar con la disponibilidad de los tanques para realizar las calibraciones y ajustes necesarios, teniendo en cuenta que, adicionalmente, el mismo se debe limpiar a chapa (es decir, una limpieza profunda) para lograr la precisión necesaria. En segundo lugar, se depende de la disponibilidad del proveedor para enviar el personal y equipamiento para realizar las tareas.

Por último, los aditivos presentan varias complicaciones, desde problemas de compatibilidad entre ellos en bajas concentraciones a un sistema de presurtido semi-manual. Que se realice un pre surtido, implica la agrupación de todos los aditivos necesarios a una fabricación en una batea antes de ser dosificados al tanque de fabricación. Debido a su naturaleza, algunos de ellos reaccionan en dicha batea debido a su concentración para lo que debe adicionar más contenido para diluir la solución y frenar la reacción que puede traer

⁴ No Conformidad: Incumplimiento de cualquier requisito especificado en los procedimientos de nuestro sistema de gestión de la calidad referente a los productos o servicios que suministra una organización.

Implementación de mejoras en el dosificado de biocida, fungicida y sanitizante en la fabricación de revestimientos líquidos en base agua

problemas en el producto a corto y largo plazo. Debido a que es un sistema semi-manual y el tamaño de la batea puede pasar dos cosas: que no se logre apaciguar la reacción o que la solución rebalse la batea por el material adicional.

3.3. Sistema dosificado actual

El proceso de dosificado de aditivos actualmente inicia con siete (7) aditivos recibidos en planta en contenedores plásticos de 1 m³ (IBC⁵). Los contenedores de almacenamiento de aditivos, identificados como Tanques de Aditivos, se encuentran en una planta superior, mientras que la zona de transferencia (Carga de Aditivos) que abastece a los Tanques de Aditivos se encuentra ubicada en planta baja.

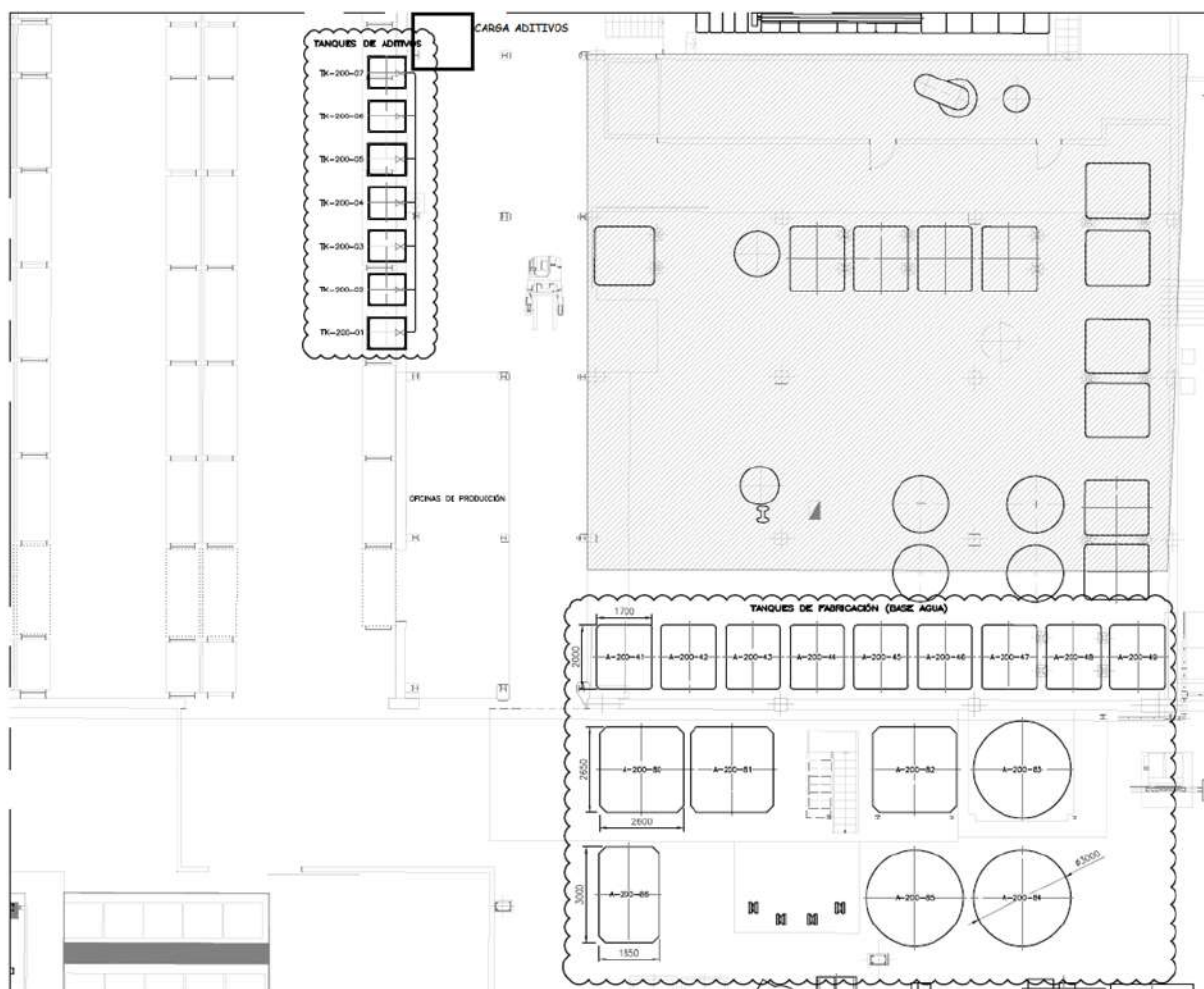


Ilustración 5. Plano de la disposición de los tanques de aditivos, batea de presurtido, y tanques de fabricación.
Fuente: Elaboración propia.

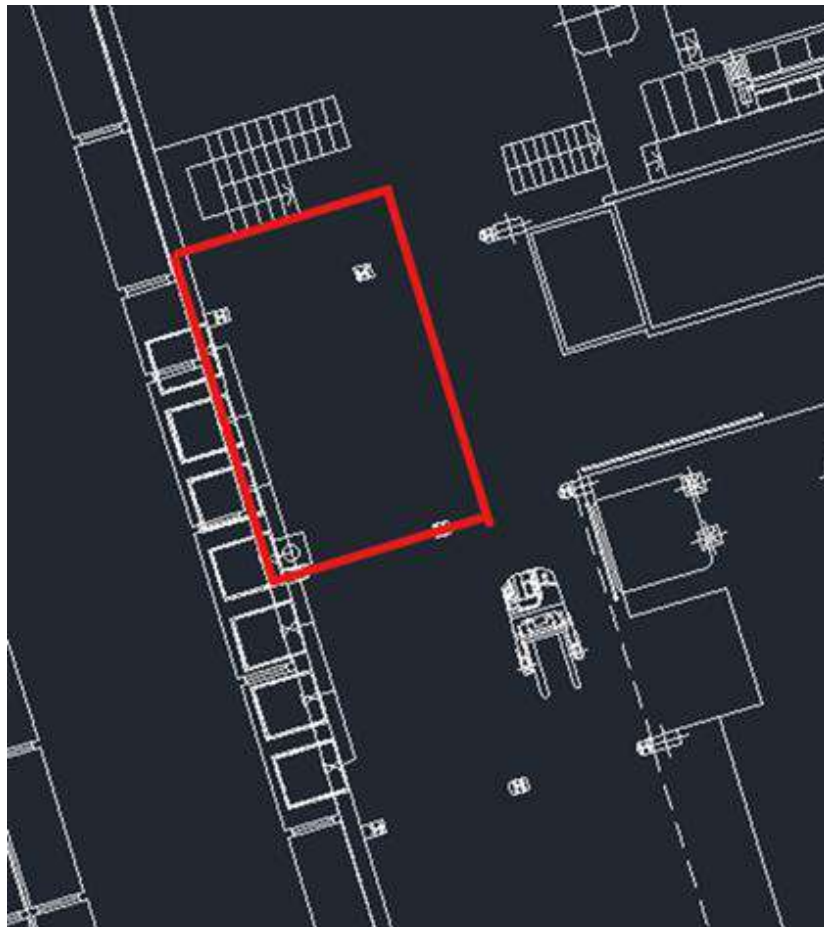
⁵ Las siglas **IBC** provienen de **Intermediate Bulk Container** y se los puede denominar también GRG o Gran Recipiente a Granel. Con un diseño pensado a partir del espacio que se desea aprovechar, son apilables y su formato facilita tanto la carga como el almacenaje.

Implementación de mejoras en el dosificado de biocida, fungicida y sanitizante en la fabricación de revestimientos líquidos en base agua

Los contenedores recibidos del proveedor, almacenados en el depósito de materias primas, son transportados hasta zona Carga de Aditivos dentro de planta (Ilustraciones 6 y 7) donde son bombeados mediante una bomba neumática de tipo diafragma a otros contenedores IBC fijos en la zona Tanques de aditivos. Desde allí, se descargan por gravedad a una estación de pre-mezcla compuesta por otro contenedor batea de aditivos. El orden y las cantidades son controlados por el operador desde un sistema SCADA en piso de planta, controladas por medio de celdas de cargas y válvulas esféricas ON/OFF con actuador neumático a la descarga de cada IBC elevado.

Una vez completada la mezcla de aditivos, esta se distribuye mediante una bomba neumática de diafragma a través de cañerías hasta un cabezal de distribución con puntos de descarga para cada tanque de fabricación, nueve (9) de 4 m³ y cinco (5) de 15 m³.

La Ilustración 5 se puede visualizar el plano de la zona de fabricación donde se indica dónde están ubicados actualmente los tanques de almacenamiento de aditivos, la batea de premezclado de los aditivos y los tanques de fabricación donde se dosifican para la producción de los distintos lotes de productos.



*Ilustración 6. Ubicación de la zona de reabastecimiento de aditivos.
Fuente: Elaboración propia*

Implementación de mejoras en el dosificado de biocida, fungicida y sanitizante en la fabricación de revestimientos líquidos en base agua



Ilustración 7. Situación actual de zona de reabastecimiento de aditivos.

3.4. Materias primas involucradas

Las materias primas implicadas que constituyen a los aditivos son el biocida, fungicida y sanitizante, como se ha mencionado anteriormente.

3.4.1. Biocida

Está compuesto por una mezcla de isotiazolinonas y hemiacetal, con solubilidad y la eficacia necesaria para dar protección contra bacterias anaerobias y aerobias, hongos y levaduras en estado húmedo (preservación *in-can*).

Es un microbicida de amplio espectro, especialmente desarrollado para la protección en estado húmedo de pinturas decorativas, con base de polímeros estireno-acrílicos, estireno-butadieno, vinílicos, alquídicos, epoxídicos y carga mineral. La composición sinérgica garantiza protección integral de las pinturas en el envase. Las dispersiones de pigmentos tienen como característica la sedimentación a lo largo del tiempo. En este proceso se forman varios “ambientes” diferentes en el corazón del líquido que propician el crecimiento de microorganismos de características diferentes. En el fondo del envase, por ejemplo, por la menor concentración de oxígeno libre, predomina el crecimiento de bacterias anaeróbicas. Estas bacterias se reproducen rápidamente, metabolizando oxígeno libre abundante en las

Implementación de mejoras en el dosificado de biocida, fungicida y sanitizante en la fabricación de revestimientos líquidos en base agua

cámaras próximas a la superficie. En la zona superior del líquido ocurre, con frecuencia, el crecimiento de bacterias aeróbicas y levaduras. El espacio entre la tapa y la superficie del líquido es propicio para el crecimiento de hongos. En este espacio, las salpicaduras de materiales ocurridos durante el envasado o por el transporte, forman una película de materia orgánica altamente susceptible al crecimiento microbiológico. El biocida es muy eficiente en cada una de estas fases.

3.4.2. Fungicida

Es un fungoalguicida altamente eficaz, que posee en su formulación tres moléculas activas en relación tal, que se establece una sinergia de sus componentes para la adecuada protección de pinturas y revestimientos contra el ataque de hongos y algas en el film seco.

Está diseñado para la protección a largo plazo de distintas formulaciones, resguardándose del deterioro estético propuesto por hongos y algas, que tienden a formar pátina saprofita sobre el material aplicado.

Posee un tamaño de partícula adecuado para la inserción de los activos entre los pigmentos y cargas de pintura y revestimientos. De esta manera se logra una adecuada distribución en la totalidad de la formulación.

3.4.3. Sanitizante

Es un microbicida de acción rápida especialmente desarrollado para sanitización, higienización y asepsia de equipos, tuberías, filtros en general, columnas de resinas de intercambio iónico, membranas de ósmosis inversa, entre otros. Garantiza un control efectivo de los microorganismos presentes en estos medios, incluyendo acción sobre las esporas.

Tiene un excelente poder penetrante, actuando tanto sobre los microorganismos planctónicos como sobre los sésiles, posee poco potencial reactivo y una gran compatibilidad de materiales, con sistemas catiónicos y aniónicos, amplio espectro de actuación, baja toxicidad, fácil manipulación, siendo inodoro.

También, es miscible en agua, facilitando su dilución antes del uso y su eliminación durante el enjuague.

Implementación de mejoras en el dosificado de biocida, fungicida y sanitizante en la fabricación de revestimientos líquidos en base agua

Ayuda a la eliminación de la contaminación del sistema y de la formación de *biofilms*⁶, *fouling*⁷ y *biofouling*⁸, disminución de la biocorrosión, aumento de la vida útil del microbicida y de los equipos.

3.5. Oportunidad de mejora

A partir del análisis de las problemáticas, se propondrán tres distintas posibles soluciones para poder atacarlas: cambiar uno o más aditivos que son utilizados en la actualidad, modificar el procedimiento de surtido de aditivos a los tanques de fabricación y rediseñar la instalación actual del sistema de dosificado de aditivos.

3.5.1. Cambio de aditivos

Una de las propuestas sugiere cambiar algunos de los aditivos para evitar la reacción en la batea de pre-*batch*. Surgen dos posibilidades para esta opción: realizar un cambio en la composición actual (modificación de proporciones de químicos, cambio de algún componente, entre otros) de alguno de los aditivos, sin comprometer la aplicación de este, o modificarlo por otros productos que cumplan la misma función.

La primera de estas opciones presenta algunas complicaciones. Primero, consultando con el proveedor actual la posibilidad de alguna modificación de alguno de los productos sin comprometer la funcionalidad, implica una gran dificultad de lograrlo, ya que el cambio en las proporciones implica que la conservación del producto final se vea comprometida fuertemente. Por otro lado, actualmente no existe en el mercado otro producto, tanto del proveedor actual o de otro, que tenga las mismas funcionalidades sin comprometer su integridad con los otros productos.

3.5.2. Modificación de proceso de fabricación. Agregado de aditivos.

Otra propuesta es modificar el proceso de producción, más específicamente el método de agregado de aditivos a los tanques de fabricación, sin modificar las instalaciones actuales. Esto sugiere, que en lugar de surtir los aditivos a la batea de pre-*batch* y luego agregar a la fabricación la solución con todos los aditivos, se agregue de a turnos cada aditivo. Los pasos a seguir son:

⁶ *Biofilm*: comunidad de microorganismos que crecen embebidos en una matriz y adheridos a una superficie.

⁷ *Fouling*: acumulación de material no deseado en una superficie.

⁸ *Biofouling*: acumulación de organismos vivos sobre una superficie artificial sumergida o en contacto con agua.

Implementación de mejoras en el dosificado de biocida, fungicida y sanitizante en la fabricación de revestimientos líquidos en base agua

1. Agregar el primer aditivo en la batea de presurtido (para controlar la cantidad a agregar correspondiente con la necesaria).
2. Una vez alcanzada la cantidad correcta se agrega en el tanque de fabricación.
3. Cuando se finaliza el surtido del aditivo, se realiza una limpieza de la batea.
4. Cuando la batea se encuentra limpia, se continúa con el siguiente aditivo.

Así, sucesivamente hasta cumplir con todas las solicitudes de aditivos correspondientes a la orden de fabricación que se está elaborando.

Si bien la propuesta es aplicable, en primer lugar, incrementa considerablemente los tiempos para la realización de una fabricación. Esto se debe, por un lado, a que se deben realizar tantas descargas en el tanque de fabricación de la batea de presurtido como cantidad de aditivos sea necesaria. Por otro, a que adicionalmente a cada descarga, se debe realizar la misma cantidad de limpiezas de la batea, que por un lado llevan un tiempo considerable y además generan mucha agua con residuo de limpieza que debe ser destruida, agregando un costo adicional. Adicionalmente, se expone a los operarios múltiples veces a la presencia de gases que pueden ser nocivos para la salud.

3.5.3. Modificación del sistema de dosificado de aditivos

Luego del análisis, se propone volver a diagramar el sistema de dosificado actual, no solo modificando el proceso sino el equipamiento con el que se cuenta. Esta mejora propone eliminar la batea de presurtido de aditivos, y realizar el dosificado de estos directamente sobre el tanque de fabricación. En cuanto a instalaciones, se debe montar una línea de tuberías, con sus válvulas, bombas y controladores correspondientes, que vayan desde los bins de almacenamiento de aditivos, a todos los tanques de fabricación presentes en planta.

Si bien esta propuesta requiere de una gran inversión trae varios beneficios tanto para la operación como para los operarios. En primer lugar, se reduce casi a cero el contacto de los operarios con los aditivos que tienen características nocivas para la salud de las personas. En segundo lugar, se agiliza y reduce los tiempos del proceso ya que se elimina el paso de control de cantidad de aditivos en la batea de presurtido y se controla directamente por balanza en el tanque de fabricación. En tercer lugar, se elimina la posibilidad de reacción entre aditivos ya que al ser surtidos directamente en el tanque de fabricación la concentración de ambos es muy reducida para reaccionar. También, se eliminan desperdicios al no tener aguas residuales por lavado de la batea de presurtido y merma de los aditivos en la batea y eliminando la posibilidad de derrames debido a las dimensiones de dicha batea.

3.5.4. Selección de alternativa de mejora

La empresa cuenta con varios pilares mediante los cuales regula y mantiene la integridad de sus operaciones. Estas son: la seguridad de las personas, la productividad de la operación, la calidad del producto, los costos de las actividades. Entre otros aspectos para la implementación de un proyecto se analiza la probabilidad de que este se lleve a cabo, así como el costo asociado para su desarrollo. A partir de estos aspectos, se analizará cuál será la mejor alternativa a implementar.

En primer lugar, constituye un factor de gran importancia para la empresa la seguridad de las personas, por lo cual se busca reducir el riesgo al que se encuentran expuestas. Por este motivo, es necesario identificar qué aditivos podrían ser reemplazados para que resulten menos nocivos para el ambiente de trabajo. Sin embargo, como se comentó en el punto anterior, en la actualidad no existen alternativas en el mercado que garanticen la misma calidad de los productos. Tampoco es posible una modificación por parte del proveedor actual para generar una alternativa acorde. Por lo expuesto, la mejor opción en este caso sería la de modificar el sistema actual de dosificado, de tal manera que los puntos de exposición a dichos materiales se reduzcan casi a cero. Para esta cuestión, modificar el proceso es la alternativa menos deseada, ya que se aumentan los tiempos de exposición a cada material.

En segundo lugar, pasaremos a analizar cómo afecta productivamente cada una de las modificaciones. Desde esta perspectiva, modificar el proceso actual del dosificado de aditivos es la que tiene un mayor impacto negativo sobre la actividad que se realiza hoy en día, extendiendo de manera considerable los tiempos de fabricación y por tal motivo disminuyendo la capacidad diaria de producción. Por otro lado, si bien un nuevo sistema implica un menor tiempo de fabricación, el beneficio no es considerablemente mayor a mantener el proceso actual y modificar los aditivos.

En cuanto al impacto en la calidad del producto y riesgo de generación de *distress batch*, las tres alternativas tienen una muy similar performance, anulando las disconformidades a causa de los aditivos en los procesos de fabricación, de tal manera que no se ve afectado la satisfacción del cliente ante los productos de la compañía.

Otro punto muy importante para cualquier operación es la reducción de costos a la hora de producir. Considerando esto, un nuevo sistema de dosificado sería la mejor alternativa, ya que se reduciría al mínimo el desperdicio del proceso, en primer lugar, al eliminar una batea de presurtido en el que se pierde material por no agregarlo directamente en el tanque de fabricación debido a una merma normal de distribución del material y en

Implementación de mejoras en el dosificado de biocida, fungicida y sanitizante en la fabricación de revestimientos líquidos en base agua

segundo lugar eliminado las tareas de limpieza de dicha batea, teniendo que disponer el agua y aditivos utilizados para tal tarea. Por esos mismos motivos, modificar el proceso del agregado de aditivos sería la opción menos recomendable ya que el desperdicio para la limpieza de la batea se estaría maximizando. Al igual que en el caso anterior, la implementación de nuevos materiales sería muy caro por el desarrollo necesario para nuevas materias primas por partes del proveedor que se adecuen al proceso actual sin inconveniente.

También hay que tener en cuenta la factibilidad de implementación de estas alternativas. Como se comentó en el punto anterior, si bien es posible aplicar nuevos aditivos, el desarrollo por parte de proveedores puede ser largo, siendo necesarias pruebas y aprobaciones por parte varios involucrados. De manera similar, instalar un nuevo sistema de dosificado también representa un tiempo considerable para su desarrollo, armado, prueba y puesta en marcha a un valor considerable. Por tales motivos, modificar el proceso sería la alternativa de mayor facilidad para su aplicación.

Como se mencionó en la perspectiva de la factibilidad, las diferentes alternativas tienen un tiempo asociado para el desarrollo e implementación de las mismas, siendo aplicar un nuevo proceso la de mayor inmediatez. Por otro lado, un nuevo sistema podría llevar un tiempo desde aceptable a considerable dependiendo de la extensión y complejidad del mismo. Por último, el desarrollo de nuevos aditivos es la que presenta mayor incertidumbre ya que al depender de proveedores es difícil determinar los tiempos, pero es de conocimiento que el desarrollo de nuevas materias primas para cumplir con las implicaciones deseadas puede comprender un largo periodo de tiempo.

Por último, pero no menos importante, está la inversión necesaria: cuánto dinero es necesario invertir para implementar cada alternativa. Suele ser un punto de gran relevancia ya que depende de los recursos con los que cuenta disponible cada empresa y está dispuesta a disponerla para utilizarla en la resolución de la problemática. Considerando este factor, la modificación del proceso actual sería la más económica ya que no requiere ningún tipo de inversión o una cantidad de dinero muy pequeña para hacer adecuaciones. El costo asociado de nuevos aditivos depende del precio que los proveedores den a estos, pero debido a la complejidad que podría tener serían elevados. Por último, un nuevo sistema de dosificado implicaría una inversión considerable, que dependiendo de la extensión, materiales utilizados y tecnologías aplicadas podría ir variando.

Luego de analizar varios factores, hay 4 factores que son sumamente importantes para la empresa en la implementación de cualquier mejora y proyecto. Estos son: seguridad, productividad, desperdicios (costos) e inversión. Para el caso de análisis de esta situación, la empresa cuenta con recursos monetarios a disposición para su implementación,

Implementación de mejoras en el dosificado de biocida, fungicida y sanitizante en la fabricación de revestimientos líquidos en base agua

determinando de esta manera que el valor de la inversión (dentro de rangos aceptables) no es un factor determinante para descartar una de las alternativas. Bajo el marco de este contexto, la alternativa seleccionada para su aplicación es el desarrollo de un nuevo sistema de dosificado por parte de un tercero, respetando lineamientos con requerimientos necesarios, que les será presentado en un pliego técnico a distintos proveedores para que estos envíen sus propuestas.

3.6. Desarrollo de pliego nueva propuesta

El pliego corresponde al documento que será entregado a distintos proveedores para presentar su propuesta y a partir de estas seleccionar la que más se adecue a las necesidades de la empresa.

El contenido del pliego técnico será presentado en forma de documento de confidencialidad y cumplirá con las características (Figura 7).

LOGO EMPRESA	NOMBRE EMPRESA			
	NOMBRE PROYECTO			
	ÁREA INVOLUCRADA	VERSIÓN DOCUMENTO	FECHA PRESENTACIÓN	PÁGINA
CONTENIDO				
NOMBRE QUIEN ELABORÓ	NOMBRE QUIEN REVISÓ		NOMBRE QUIEN APROBÓ	
CARGO	CARGO		CARGO	

Figura 8. Formato del documento a entregar con indicación de secciones.
Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se detalla, por sección, del contenido correspondiente al pliego técnico. Cabe aclarar que la sección correspondiente a la seguridad industrial es una cláusula determinada por el área de Seguridad e Higiene Industrial de la empresa, sobre la cual desde las áreas operativas no se tiene injerencia.

Implementación de mejoras en el dosificado de biocida, fungicida y sanitizante en la fabricación de revestimientos líquidos en base agua

3.6.1. Objetivo

Presentar los requerimientos generales que deben ser cumplidos por el CONTRATISTA/PROVEEDOR, como parte del desarrollo de la ingeniería de detalle “Sistema de dosificación de biocida, fungicida y sanitizante”, a ser ejecutado en la planta.

3.6.2. Alcance

Comprende el desarrollo de la ingeniería de detalle en las disciplinas de procesos, civil, mecánica e instrumentación y control; necesaria para la futura implementación del “Sistema de dosificación de biocida, fungicida y sanitizante” dentro de planta.

3.6.3. Ubicación

El proyecto será implantado dentro del sector de fabricación de la planta en la zona donde actualmente están ubicados los tanques de elaboración.

En Anexo I se presenta bosquejo de las instalaciones actuales y en el Anexo II se presenta la información de las materias primas a dosificar.

3.6.4. Antecedentes

El proceso de dosificación de aditivos actualmente inicia con siete (7) aditivos recibidos en planta en contenedores plásticos de 1 m³ (IBC), donde alguno de estos aditivos son el biocida, fungicida y sanitizante.

Estos contenedores son transportados desde el depósito de materias primas hasta una estación de transferencia dentro de planta donde son bombeados mediante una bomba neumática de tipo diafragma a otros contenedores IBC ubicados en altura. Desde allí se descargan por gravedad a una estación de pre-mezcla compuesta por un contenedor IBC, el orden y las cantidades son controladas por el operador desde el SCADA de planta conectado a las celdas de carga y a las válvulas esféricas *ON/OFF* con actuador neumático a la descarga de cada IBC elevado.

Una vez completada la mezcla de aditivos esta se bombea mediante una bomba neumática de diafragma a través de cañería hasta un cabezal de distribución con puntos de descarga para cada tanque de fabricación, nueve (9) de 4 m³ y cinco (5) de 15 m³.

3.6.5. Premisas y limitaciones

Para el nuevo sistema de dosificación se deberán contemplar las siguientes premisas:

Implementación de mejoras en el dosificado de biocida, fungicida y sanitizante en la fabricación de revestimientos líquidos en base agua

- Un sistema independiente de dosificación para cada materia prima. Es decir, uno para el biocida, uno para el fungicida y otro para el sanitizante.
- Los volúmenes por cada materia prima a dosificar están en el rango de 0,05 m³ – 0,1 m³.
- En el peor de los casos se consideran cuatro (4) de los catorce (14) tanques fabricados de forma simultánea.
- Sistema de extracción de vapores.
- Cambio rápido y sin derrames del contenedor IBC una vez agotado.
- Hojas de datos de materias primas.

La CONTRATISTA/PROVEEDOR deberá verificar que exista la capacidad suficiente y los servicios necesarios para el perfecto funcionamiento de los equipos y conjuntos que formarán parte del nuevo sistema.

Para el desarrollo del proyecto la CONTRATISTA/PROVEEDOR suministrará la información técnica correspondiente a las instalaciones/equipos nuevos.

Se permitirá el acceso oportuno del personal de la CONTRATISTA/PROVEEDOR, para relevamiento de información en sitio.

La CONTRATISTA/PROVEEDOR deberá elaborar una cotización y debe esperar la aprobación de la EMPRESA CONTRATANTE para comenzar los trabajos.

No se aceptarán aumentos de la cotización aprobada para el proyecto o actividad, a menos que exista un cambio en el alcance original.

Antes del inicio de los trabajos, se realizará un contrato entre la CONTRATISTA/PROVEEDOR y la EMPRESA CONTRATANTE describiendo las condiciones que regirán el alcance del trabajo.

3.6.6. Planificación

La CONTRATISTA deberá preparar y presentar un cronograma de ejecución indicando el plazo de ejecución de las actividades asignadas.

El cronograma podrá ser revisado y ajustado, previo acuerdo entre la CONTRATISTA y la EMPRESA CONTRATANTE para dar entera satisfacción a las necesidades de la EMPRESA CONTRATANTE.

Las prioridades del proyecto serán aclaradas con la EMPRESA CONTRATANTE al inicio de la ejecución de los trabajos, a fin de que la CONTRATISTA planifique sus recursos adecuadamente.

Implementación de mejoras en el dosificado de biocida, fungicida y sanitizante en la fabricación de revestimientos líquidos en base agua

3.6.7. Organización propuesta

Para la ejecución de los trabajos, la CONTRATISTA/PROVEEDOR deberá estructurar un equipo de trabajo el cual estará a cargo de la ejecución y control de las diferentes actividades del proyecto, haciendo énfasis en su descripción/función (organización propuesta).

La EMPRESA CONTRATANTE se reserva el derecho de aceptar o no los trabajos realizados por el CONTRATISTA/PROVEEDOR.

3.6.8. Reuniones de información

La CONTRATISTA/PROVEEDOR deberá prever reuniones con el equipo de la EMPRESA CONTRATANTE durante el desarrollo proyecto.

De ser necesario, la CONTRATISTA/PROVEEDOR preparará y realizará una presentación del proyecto, a fin de facilitar el entendimiento y establecer los acuerdos.

3.6.9. Seguridad industrial

Durante los trabajos de relevamiento de información en campo, ejecución o inspección de obra en la planta, la CONTRATISTA/PROVEEDOR es responsable por la seguridad de sus trabajadores, a tal efecto debe velar en todo momento por la implementación de las normas de seguridad aplicables y la prevención de accidentes durante el desarrollo de los trabajos.

La CONTRATISTA/PROVEEDOR se encargará de suministrar todos los materiales de consumo y equipos de protección, necesarios para la cabal ejecución de los trabajos (cascos, botas, protectores auditivos, lentes, entre otros). Así como cualquier otro previsto en la normativa y disposiciones en materia de seguridad e higiene.

La CONTRATISTA/PROVEEDOR está obligada a respetar todas las normas de seguridad de la EMPRESA CONTRATANTE, considerando que las obras y actividades de relevamiento se realizarán dentro de las instalaciones de la compañía con diferentes tipos de riesgos. En caso de existir duda con respecto a los riesgos presentes o al equipo de protección personal a utilizar, la CONTRATISTA/PROVEEDOR deberá comunicarse con la coordinación de seguridad de la compañía donde se le asesorará debidamente.

La CONTRATISTA/PROVEEDOR deberá disponer y presentar la documentación solicitada por el departamento de EHS.

Implementación de mejoras en el dosificado de biocida, fungicida y sanitizante en la fabricación de revestimientos líquidos en base agua

En caso de accidentes con lesiones personales dentro de las instalaciones, la CONTRATISTA/PROVEEDOR está en la obligación de informar a la EMPRESA CONTRATANTE y cumplir con todos los procedimientos legales correspondientes al caso.

El cumplimiento de los requerimientos de seguridad por parte de la CONTRATISTA/PROVEEDOR, no les eximirá de su responsabilidad por posibles accidentes que ocurran a su personal durante el trabajo que realice. Tampoco significa en ningún caso, transferencia de dicha responsabilidad a la EMPRESA CONTRATANTE.

Igualmente, y de carácter obligatorio, la CONTRATISTA/PROVEEDOR deberá suministrar a la máxima brevedad posible a todo su personal, cursos de adiestramiento básico de seguridad, para todo aquel que no disponga de los mismos. Los equipos de seguridad deberán suministrarse al inicio de la actividad de campo que involucre a este contrato.

3.6.10. Actividades y entregables

Al finalizar el desarrollo de la ingeniería, la EMPRESA CONTRATANTE espera recibir del CONTRATISTA/PROVEEDOR, sin limitarse a ello, la información correspondiente a cada disciplina de acuerdo con lo siguiente:

Procesos:

- Cálculos y dimensionamiento del sistema de dosificación.
- Cálculos y dimensionamiento del sistema de extracción.
- Diagramas de flujo de proceso (PFDs).
- Diagramas de tuberías e instrumentación (P&IDs⁹)
- Memoria descriptiva de operación.

Mecánica:

- Especificación técnica de cañerías y válvulas.
- Especificación técnica sistema de extracción.
- Hojas de datos de equipos.
- Lista de equipos.
- Lista de líneas.
- Lista de materiales.
- Planos de ubicación general.
- Planos de equipos.

⁹ Diagrama de tuberías e instrumentación (DTI), conocido del idioma inglés como *Piping and Instrumentation Diagram/Drawing*

Implementación de mejoras en el dosificado de biocida, fungicida y sanitizante en la fabricación de revestimientos líquidos en base agua

- Planos de ruta de cañerías.
- Planos de ruta sistema de extracción.
- Planos de soportes.
- Planos de soportes sistema de extracción.
- Planos de vistas, cortes y detalles.
- Isométricos.
- Especificaciones técnicas de construcción.
- Especificación de prueba a presión y ensayos no destructivos.

Electricidad:

- Diagramas unifilares del sistema de dosificación.
- Diagramas unifilares del sistema de extracción.
- Planos de canalizaciones.
- Lista de materiales.
- Especificaciones técnicas de construcción.

Instrumentación:

- Hoja de datos de instrumentos.
- Planos de detalles de instalación.
- Lista de instrumentos.
- Diagramas de lazos.
- Diagramas I/O PCL
- Especificaciones técnicas de construcción.

3.6.11. Anexo I

En esta sección se anexa el plano detallado de la planta completa y de la zona específica de aditivos.

3.6.12. Anexo II

En esta sección se anexa las fichas técnicas, de seguridad y los certificados de análisis de los aditivos involucrados: fungicida, biocida y sanitizante.

3.7. Selección de propuesta

A partir de la entrega de los pliegos técnicos, las distintas empresas contactadas enviarán sus propuestas siguiendo los lineamientos. Luego de su verificación y aprobación por el departamento de ingeniería, se procederá a la selección de la alternativa más

Implementación de mejoras en el dosificado de biocida, fungicida y sanitizante en la fabricación de revestimientos líquidos en base agua

conveniente. Para dicha tarde se hará uso de una matriz de ponderación donde se pondrán distintos factores que determinarán cuál de las alternativas es la mejor opción a llevar a cabo. En dicha matriz se tendrán en cuenta los siguientes factores:

- Costo: el valor monetario asociado a cada propuesta.
- Materiales: insumos utilizados en la aplicación del proyecto.
- Demora: tiempo que se requiere para la puesta en marcha de la implementación del proyecto.
- Tiempos: tiempo estimado de duración de la implementación del proyecto hasta su finalización.
- Tecnología e infraestructura: métodos y capacidad que dispone el proveedor.
- Experiencias anteriores: relacionada con el conocimiento que se tiene del proveedor por experiencias anteriores o comentarios de colegas.

Para evaluar el orden de importancia de los criterios antes mencionados, se armó un comité con 3 gerentes para que designen por nivel de importancia del 1 al 7 los factores de selección, siendo 7 el de mayor importancia y 1 el de menor. Los criterios quedaron evaluados de la siguiente forma:

CRITERIO	EVALUADOR			TOTAL
	GERENTE 1	GERENTE 2	GERENTE 3	
Costo	10	9	10	29
Materiales	3	4	4	11
Demora	4	1	3	8
Tiempos	8	9	6	23
Tecnología e infraestructura	5	6	8	19
Experiencias anteriores	2	3	1	6
SUMA TOTAL				96

*Tabla 3. Evaluación de criterios.
Fuente: Elaboración propia.*

A partir de la valoración obtenida en la Tabla 3, obtenemos la ponderación de los criterios al dividir los puntos de cada una por la suma total, obteniendo la ponderación que se muestra en la Tabla 4.

Implementación de mejoras en el dosificado de biocida, fungicida y sanitizante en la fabricación de revestimientos líquidos en base agua

CRITERIO	PONDERACIÓN
Costo	0.302
Tiempos	0.240
Tecnología e infraestructura	0.198
Materiales	0.115
Demora	0.083
Experiencias anteriores	0.063
	1.000

Tabla 4. Ponderación de los criterios.
Fuente: Elaboración propia.

De la Tabla 4 se desprende que los factores de mayor importancia son el costo del proyecto y tiempo total de la ejecución del proyecto.

A partir de la definición de la ponderación de los distintos criterios se procede a la formulación de la matriz mediante la cual se evaluarán las propuestas de los distintos proveedores. (Anaya Tejero, 2011)

En primer lugar, los evaluadores realizarán una valoración de 1 a 5, siendo 5 la mejor puntuación, de conformidad por cada uno de los criterios de selección de cada propuesta, obteniéndose para cada criterio de selección una valoración promedio de cada propuesta, como a modo de ejemplo se muestra en la Tabla 5. con el análisis realizado para el factor correspondiente al Costo del proyecto.

CRITERIO				
Costo				
PROPUESTAS	EVALUADOR			PROMEDIO
	GERENTE 1	GERENTE 2	GERENTE 3	
PROVEEDOR 1	5	5	4	4.67
PROVEEDOR 2	2	3	3	2.67
PROVEEDOR 3	2	4	4	3.33
PROVEEDOR 4	1	2	2	1.67

Tabla 5. Calificación de cada proveedor por criterio.
Fuente: Elaboración propia.

Una vez que se evalúan todos los criterios, se obtiene un resultado promedio de cada uno que se introducirá en la Tabla 6 para de esta manera al multiplicarlo por la ponderación correspondiente y sumarle la totalidad, obtenemos una puntuación que corresponde a la evaluación total de la propuesta. De tal manera, que la propuesta con la evolución más alta será la elegida.

Implementación de mejoras en el dosificado de biocida, fungicida y sanitizante en la fabricación de revestimientos líquidos en base agua

PONDERACIÓN	CRITERIOS						EVALUACIÓN
	0.302	0.240	0.198	0.115	0.083	0.063	
PROPUESTAS	Costo	Tiempo	Tecnología e infraestructura	Materiales	Demora	Experiencia	
PROVEEDOR 1	4.7						
PROVEEDOR 2	2.7						
PROVEEDOR 3	3.3						
PROVEEDOR 4	1.7						

Tabla 6. Matriz de evaluación para selección de proveedor.
Fuente: Elaboración propia.

4. CONCLUSIONES

Partiendo del análisis de la situación de las problemáticas actuales, se logra alcanzar el objetivo principal de proponer oportunidades de mejora y seleccionar una a implementarse, para que el sistema de dosificado de los aditivos permita realizar el proceso de una manera más segura, productiva y a un menor costo.

En primer lugar, se buscó el entendimiento de la empresa y a partir del diagnóstico, surgen dos problemáticas principales: los derrames y los *distress batch*. Al realizar un análisis crítico de ambas cuestiones se concluye que debe actuarse sobre el sistema de dosificado de aditivos.

Las propuestas de mejora que surgen para modificar el sistema de aditivos son: cambiar una o más de las materias primas utilizadas, modificar el proceso de agregado de aditivos a la fabricación o rediseñar todo el sistema de agregado de aditivos que se utiliza. Después de estudiar varios factores, se considera que la mejor alternativa a llevar a cabo es el rediseño del sistema de dosificado, teniendo un gran impacto en cuanto a seguridad y productividad, y también, un menor costo en el largo plazo a pesar de requerir una inversión considerable para su implementación.

Además, queda planteada la herramienta para la selección del proveedor para llevar adelante la implementación del proyecto, a partir de la evaluación de varios factores de las diferentes propuestas presentadas.

Finalmente, se puede decir que los objetivos propuestos se cumplen satisfactoriamente, siendo fundamentales los conceptos incorporados a lo largo de la carrera, los cuales resultan de suma utilidad para comprender el proceso y realizar el correspondiente análisis y las propuestas de mejora desarrolladas.

5. BIBLIOGRAFÍA

Abarca García, Juan (2003). Manual para el mantenimiento industrial: pinturas y revestimientos (4ª ed.). Editorama.

Anaya Tejero, Julio Juan (2011). Logística integral La gestión operativa de la empresa. Cap. IV. 5ª ed. ESIC Editorial

ANECA (2021). Guía Para la elaboración de un Plan de Mejoras. División de Evaluación de Enseñanzas e Instituciones. V. 1.0 Febrero.

Chase, Richard, Aquilano, Nicholas y Jacobs, F. Robert (2009). Administración de Operaciones. Producción y cadena de suministros (12ª ed.). McGraw-Hill Interamericana Editores.

Deming, E. (1989). Calidad, productividad y competitividad: la salida de la crisis. Ed. Diaz de Santos.

Giudice, Carlos A. y Pereyra, Andrea M. (2009). Tecnología de pinturas y recubrimientos: componentes, formulación, manufactura y calidad (1ª ed.). Edutecne.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2010). Metodología de la Investigación (5º ed.). México: McGRRAW-HILL.

Kanawaty, G. (1996). Introducción al estudio del trabajo (4ª ed.). OIT.

Krajewski, L., & Ritzman, L. y Malhotra, M. (2008). Administración de Operaciones (8ª ed.). Pearson Educación, Inc.

Machuca, D. J. A. (1995). Dirección de Operaciones: Aspectos Estratégicos en la Producción y los Servicios (1ª ed.). McGraw-Hill Companies.

Meyers, F., & Stephens, M. (2006). Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales (3ª ed.). Prentice Hall.

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