



TESIS DE MAESTRIA

**MODERNIZACIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE
BASES TINTOMÉTRICAS EN PLANTA DE PINTURAS DECORATIVAS**

por

Gabriela Vergani

Ingeniera Química
2002 Instituto Tecnológico de Buenos Aires

Presentado a la Escuela de Posgrado del ITBA y de la EOI de España
en cumplimiento parcial
de los requerimientos para la obtención del título de

Magister en Dirección Estratégica y Tecnológica (Argentina)
Master Executive en Dirección Estratégica y Tecnológica (España)

En el Instituto Tecnológico de Buenos Aires

Septiembre de 2010

Firma del Autor _____
Instituto Tecnológico de Buenos Aires
6 de septiembre de 2010

Certificado por _____
Jorge Horita, Profesor de Dirección y Gestión de las Organizaciones
Instituto Tecnológico de Buenos Aires
Tutor de la Tesis

Aceptado por _____
Diego Luzuriaga, Director del Programa
Instituto Tecnológico de Buenos Aires

Miembros del Jurado

Agradecimientos

Agradezco la confianza depositada por la empresa en la realización del presente proyecto y su apoyo para el alcance de los objetivos.

Aprecio y agradezco los comentarios y orientación del tutor.

Quisiera expresar también mi gratitud a colegas y amigos que me han ayudado directa e indirectamente a través de discusiones.

Observación

Debido a que el presente trabajo contiene información confidencial de la empresa en la que se realizó el proyecto, su publicación se encuentra supeditada a la autorización explícita de la autora.

Índice

Abstract.....	1
Introducción.....	2
Las pinturas	3
Tendencias en la producción	4
Tendencias en el producto	4
Tendencias en la sociedad	4
Propuesta	5
Desarrollo del trabajo	5
Descripción del problema.....	6
Capítulo 1 – Contexto industrial.....	7
1.1 Evolución de la industria	7
1.2 Comparación de procesos	9
Capítulo 2 – Demanda	11
2.1 Elasticidad de la demanda	11
2.2 Productos sustitutos	12
Capítulo 3 – Definición del alcance	14
3.1 Tiempos de ciclo.....	14
3.2 Reclamos por color	15
3.3 Contenido de materias primas objetadas	15
Capítulo 4 – Medición	17
4.1 Tiempos de ciclo.....	17
4.2 Reclamos de clientes	19
4.3 Contenido de materias primas objetadas	20
Capítulo 5 – Análisis	21
5.1 Análisis de la composición del tiempo de ciclo	21
5.2 Análisis de los tiempos de ciclo	22
5.3 Causas de reclamos de clientes.....	24
5.4 Funcionalidad de la materia prima objetada.....	26
Alternativas.....	27
Solución al problema	29
Capítulo 6 – Implementación	31
6.1 Ensayos de compatibilidad en laboratorio.....	31
6.2 Reformulación en laboratorio.....	35
6.3 Lotes piloto	38
6.4 Primeras fabricaciones.....	40
6.5 El cambio de cultura	40
Resultados obtenidos	45
Capítulo 7 – Control	46
7.1 Producción	46
7.2 Reclamos de clientes	48
7.3 Seguridad y sustentabilidad.....	49
Capítulo 8 – Evaluación económico-financiera.....	51
8.1 Consideraciones generales.....	51

8.2 Costos del proyecto	51
8.3 Beneficios cuantitativos.....	52
8.4 Beneficios cualitativos.....	54
8.5 Flujo de fondos / Tasa Interna de Retorno	54
8.6 Análisis de sensibilidad	56
8.7 Beneficios potenciales	56
Próxima etapa	59
Descripción.....	60
Costos	60
Beneficios cuantitativos.....	61
Beneficios cualitativos.....	61
Evaluación económico-financiera	62
Conclusiones.....	65
Bibliografía.....	68
Apéndices	71
Apéndice 1 – Proceso de fabricación	72
Apéndice 2 – Espectrofotometría de color	74
Apéndice 3 – Datos obtenidos de seguimientos en planta.....	79
Apéndice 4 – Datos obtenidos de la Base de Reclamos	81
Apéndice 5 – Conceptos básicos de estadística.....	84
Apéndice 6 – La distribución normal	84
Apéndice 7 – Análisis de sensibilidad.....	85
Glosario	88

Índice de figuras

Figura 1 – Muestrario de colores.....	3
Figura 2 – Máquina dosificadora Caparol ColorExpress.....	12
Figura 3 – Mapa de proceso.....	17
Figura 4 – Formación de micelas.....	26
Figura 5 – Seguimiento de tanques.....	43
Figura 6 – High Speed Disperser de Multimix.....	72
Figura 7 – Disco tipo 1S de Blade Depot.....	72
Figura 8 – Regla del pulgar para dispersiones.....	73
Figura 9 – Molino a bolas de Henan Zhongke.....	73
Figura 10 – Molino de arena de SF Engineering.....	73
Figura 11 – Radiación electromagnética.....	75
Figura 12 – Espectro visible.....	75
Figura 13 – Absorbancia y reflectancia.....	76
Figura 14 – Esfera de medición de espectrofotómetro.....	77
Figura 15 – Diagrama de cromaticidad CIE para el observador estándar de 1931.....	78
Figura 16 – Saturación, tono y luminosidad.....	78
Figura 17 – CIELab – coordenadas esféricas.....	79
Figura 18 – CIELCh – coordenadas cilíndricas.....	79

Índice de tablas

Tabla 1 – Identificación de requerimientos.....	14
Tabla 2 – BCT del proceso por dispersión directa.....	18
Tabla 3 – BCT del proceso vía intermediarios.....	18
Tabla 4 – Motivos de reclamos de clientes.....	19
Tabla 5 – Incidencia de reclamos de clientes.....	20
Tabla 6 – Reclamos de clientes por gama de color.....	25
Tabla 7 – Participación de las bases tinting en reclamos y en volumen.....	25
Tabla 8 – Respuesta a los requerimientos.....	30
Tabla 9 – Ensayos de Bases Satinadas	32
Tabla 10 – Resultados de ensayos de Bases Satinadas	33
Tabla 11 – Ensayos de Bases Mate	34
Tabla 12 – Resultados de ensayos de Bases Mate	35
Tabla 13 – Criterios de formulación para Base P Satinada.....	36
Tabla 14 – Criterios de formulación para Base P Mate	38
Tabla 15 – BCT de primeras fabricaciones.....	40
Tabla 16 – Incidencia de reclamos de clientes después del proyecto.....	48
Tabla 17 – Reclamos por diferencia de color antes y después del proyecto.....	49
Tabla 18 – Flujo de fondos y TIR.....	55
Tabla 19 – Liberación de equipos para Base P Satinada.....	57
Tabla 20 – Resumen de horas liberadas de equipos.....	58
Tabla 21 – Gastos para la modificación de instalaciones.....	61
Tabla 22 – Flujo de fondos y TIR del proyecto extendido.....	63
Tabla 23 – Seguimiento en planta de lotes por dispersión directa.....	80
Tabla 24 – BCT antes del proyecto.....	80
Tabla 25 – BCT después del proyecto.....	81
Tabla 26 – Reclamos previos a la implementación del proyecto.....	81
Tabla 27 – Reclamos posteriores a la implementación del proyecto.....	83
Tabla 28 – Datos de sensibilidad del proyecto.....	86
Tabla 29 – Datos de sensibilidad del proyecto extendido.....	87

Índice de gráficos

Gráfico 1 – FODA del proceso por dispersión directa.....	9
Gráfico 2 – FODA del proceso vía intermediarios.....	9
Gráfico 3 – BCT antes del proyecto.....	19
Gráfico 4 – Pareto de la composición del BCT.....	21
Gráfico 5 – Probability Plot del BCT antes del proyecto	22
Gráfico 6 – Summary para BCT antes del proyecto.....	23
Gráfico 7 – Run Chart para BCT antes del proyecto.....	23

Gráfico 8 – Pareto de causas de reclamos de clientes	24
Gráfico 9 – Chart para BCT antes y después del proyecto	46
Gráfico 10 – Summary para BCT después del proyecto	47
Gráfico 11 – Boxplot para BCT antes y después del proyecto.....	48
Gráfico 12 – Análisis de sensibilidad.....	56
Gráfico 13 – Análisis de sensibilidad del proyecto extendido.....	64

Abstract

En la línea de producción de pinturas tintométricas en base solvente se detectaron tres problemas:

- **excesivo tiempo de ciclo de fabricación,**
- **reclamos de clientes por problemas de color, y**
- **contenido de materia prima objetable por razones medioambientales.**

Mediante el cambio en el proceso de fabricación y la reformulación de los productos, se extendió el concepto de fabricación vía intermediarios líquidos, utilizando aquellos ya disponibles en planta.

Se obtuvieron los siguientes beneficios:

- **disminución de reclamos desde 35 reclamos cada 100.000 litros, a un nuevo valor de 8 cada 100.000 litros.**
- **reducción del tiempo de ciclo de 20 horas a 5 horas, y la liberación de 1165 horas anuales de equipo.**
- **resultado económico positivo de US\$ 46.000 para su implementación de primera etapa y de US\$ 95.000 para la segunda etapa.**
- **eliminación de la materia prima objetada.**

Introducción

Las pinturas

El rubro de la fabricación y comercialización de pinturas puede dividirse en dos tipos de negocios:

- las pinturas decorativas, aquellas utilizadas para la protección y decoración de viviendas, oficinas y edificios en general.
 - Los clientes pueden ser tanto pintores profesionales como consumidores legos y sus requerimientos difícilmente se encuentran especificados formalmente sino que deben ser descubiertos a través de encuestas, focus groups, análisis de reclamos.
 - La comercialización de estos productos se realiza principalmente a través de pinturerías (tanto redes propias como de terceros) y centros de comercialización de grandes superficies como, por ejemplo, Easy.
- las pinturas industriales, utilizadas para fines específicos debiendo satisfacer necesidades especiales. Se pueden nombrar, entre otras, las pinturas marinas, de mantenimiento industrial, pintado de automotores.
 - Los clientes son a su vez industrias, siendo el contacto de carácter profesional y donde los requerimientos tienen especificaciones definidas.
 - La comercialización es habitualmente directa y acompañada de un importante asesoramiento técnico.

En el presente trabajo se hace foco en el negocio de las pinturas decorativas y particularmente en las bases tintométricas que participan del sistema Tinting in Store. Éste consiste de la oferta de colores expuestos en un stand en la pinturería de manera que el cliente pueda optar entre más de 1.000 colores (Figura 1). Una vez realizada la elección, el color es preparado en el tipo de pintura deseada: esmalte brillante, satinado, pintura al agua, etc.

Los sistemas disponibles en el mercado argentino son Language of Colors de ALBA, Matisse's de Sherwin Williams, Sistema de Color Sintoplast 2000 de Sintoplast.



Figura 1 – Muestrario de colores (fuente: http://www.impulsepop.co.uk/case_studies.php)

En la fabricación y comercialización de pinturas decorativas se pueden identificar tendencias en distintas áreas del negocio.

Tendencias en la producción

El desarrollo de la tecnología ha permitido que la fabricación de pinturas migre de procesos tradicionales como la molienda a otros más modernos de dispersión. Esto se debe principalmente a las modificaciones físicas y químicas que los proveedores de materias primas sólidas han realizado a sus productos, permitiendo que la desagregación de aglomerados pueda lograrse con menores esfuerzos de corte. Muchas de esas tecnologías se han popularizado al punto tal de ser económicamente viables para todas las líneas de productos¹.

Al mismo tiempo, es cada vez mayor el reemplazo de materias primas sólidas por equivalentes en pasta o líquidas. En el caso en que persistan las materias primas en polvo, es habitual que las mismas se traten en un sector destinado a tal fin, transformándolos en intermediarios líquidos. En esta nueva condición es que ingresan al cuerpo principal de la planta.

El impacto en las plantas de fabricación de pinturas ha sido significativo: los tiempos de ciclo o Batch Cycle Time (BCT) de productos terminados son notoriamente más cortos que los tradicionales. Esto facilita una planificación de la producción con un criterio Just In Time (JIT) y una operación más limpia, silenciosa y con menores mermas.

Tendencias en el producto

La tendencia al aumento de la demanda de color es notable en la evolución de su oferta.

Tradicionalmente existen:

- los colores preparados, que fueron aumentando la variedad hasta alcanzar gamas que generalmente no exceden 35 colores para un línea determinada, y
- los entonadores, en general compatibles con todas las líneas, y para los cuales es habitual contar con cartas de colores sugeridos.

Si bien esta oferta fue satisfactoria por más de cuarenta años, a fines de la década del 90 se incorporó el sistema tintométrico atendiendo a los deseos del cliente:

- se amplió notablemente la oferta por medio de cartas que cuentan con más de mil colores, y
- se disminuyó el esfuerzo que el cliente debe realizar para obtener el color deseado dado que se prepara en el momento en el punto de venta, la pinturería.

Tendencias en la sociedad

La sustentabilidad es un concepto que está cobrando importancia en la sociedad aunque sin alcanzar todavía la fuerte conciencia que impera en otras regiones.

¹ Como ejemplo, dióxido de titanio (pigmento blanco) con recubrimientos que facilitan su dispersión y mejoran su compatibilidad con otros componentes de la pintura.

Sin embargo, es habitual que en empresas multinacionales se establezcan normas internas conformes a legislaciones europeas o de los Estados Unidos de América, las cuales resultan más estrictas que las vigentes en países en vías de desarrollo. Al mismo tiempo que puede ser aprovechado como una diferenciación en el mercado local, también puede resultar en importantes desafíos para mantener el margen de rentabilidad, al verse en situación de competir con productores locales o más pequeños que no aplican las mismas prácticas. Mayor concientización respecto de la limitación de recursos resultará en una mayor eficiencia en el uso de los mismos pero la prohibición de uso de ciertas materias primas habitualmente se traduce en su reemplazo por otras de mayor costo.

Propuesta

Se propone modernizar las bases tintométricas de acuerdo a las tendencias identificadas:

- desde lo productivo, migrando a una fabricación vía intermediarios líquidos, unificando materias primas y mejorando los tiempos de ciclo de manera de mejorar los costos de conversión pero sin aumentar los correspondientes a las materias primas.
- en lo referente al producto, mejorando la calidad de reproducción de colores y, en consecuencia, la satisfacción de los clientes.
- en cuanto al cumplimiento de normativas de seguridad y medio ambiente, adaptando las fórmulas a las restricciones vigentes de utilización de materias primas objetadas, mejorando la utilización de recursos, haciendo el proceso más seguro en su operación, y ofreciendo al público un producto más amigable al medio ambiente.

El proyecto presenta principalmente dos desafíos:

- el desafío técnico de reformular los productos de manera de cumplir con los objetivos planteados, dado que es habitual que algunos de ellos resulten contrapuestos. Por ejemplo, mejorar la calidad del producto sin aumentar su costo.
- el desafío de liderar el proyecto, coordinando sectores y compatibilizando intereses para llevarlo a buen término en tiempo y forma, especialmente por la cantidad de sectores involucrados: atención al cliente, laboratorio de desarrollo, producción, abastecimiento, planificación, ingeniería y cuidado responsable del producto.

Desarrollo del trabajo

El proceso de desarrollo se basará en el esquema de tareas definido para los proyectos bajo metodología Six Sigma:

1. Definir
2. Medir
3. Analizar
4. Implementar
5. Controlar

Descripción del problema

Capítulo 1 – Contexto industrial

1.1 Evolución de la industria

Pinturas orgánicas

Se registran pinturas rupestres de hasta 40.000 años de antigüedad². Algunas de las más famosas son las de las Cuevas de Altamira, en España, y las de la Cueva de Lascaux, en Francia, del período 15.000 a 12.000 A.C.

Sin embargo, recién alrededor del año 400 A.C. se identifica el primer uso de pinturas con un fin distinto al decorativo: la impermeabilización de barcos de madera con mezclas de aceites no secantes y resinas de madera.

Hacia el fin de la Edad Media (siglos V al XV), se preparaban barnices a base de aceite de lino y ámbar fundido. Esta formulación se mantuvo durante 300 años, luego de los cuales se reemplazó el ámbar, debido a su escasez, por goma de copal y goma arábica.

Con la Revolución Industrial (mediados del siglo XVIII), aumentó la demanda de pinturas, especialmente de fondos anticorrosivos. Se utilizaron pinturas basadas en plomo y cinc, junto con aceite de lino.

Pinturas sintéticas

Si bien los primeros descubrimientos de polimerización fueron realizados por Berzelius en 1847, no fue hasta 1912 que se comenzaron a utilizar resinas de formaldehído para aislamientos eléctricos (Bakelita, de Union Carbide).

Con el avance de las investigaciones, se fueron desarrollando distintos tipos de recubrimientos:

- 1923, síntesis de resinas alquídicas y maleicas.
- 1945, síntesis de resinas epoxi.
- 1948, emulsiones acrílicas para pintura al látex.
- 1966, desarrollo de sistemas por curado UV.
- 1975, aparición del sistema bicapa, utilizado principalmente en la industria automotriz.

Componentes de las pinturas

Las pinturas consisten de tres componentes mayoritarios:

- una resina o polímero, que formará la película,
- pigmentos que dan color, y

² Dependiendo las fuentes, se datan las primeras pinturas entre el 40.000 y 30.000 A.C. Estas diferencias se deben a que los métodos empleados para la determinación, como Carbono-14, son afectados por los residuos correspondientes a distintas épocas.

- el solvente que provee el medio líquido y que se evaporará una vez que la pintura se haya aplicado. Si el solvente es hidrocarbonado, se trata de una pintura base solvente; si el solvente es agua, se trata de una pintura base acuosa o látex.

Otros posibles componentes pueden ser: las cargas, como carbonato de calcio y talco, para otorgar brillos satinados y mate; y los aditivos que modifican características de la pintura: reología³, resistencia al rayado, resistencia a la luz, etc.

Proceso productivo tradicional

La producción de pinturas consiste principalmente en la incorporación de los componentes de manera de obtener la pintura líquida.

En la obtención del producto se identifican los siguientes procesos⁴:

- dispersión.
- molienda: en función del equipo disponible, se define un tamaño de batch óptimo.
- adelgazado.
- filtración.
- envasado.

En una típica Orden de Proceso, el batch tendrá el tamaño óptimo en función de los equipos que se utilicen.

Proceso productivo moderno

Una fábrica de pinturas moderna se diferencia principalmente en dos aspectos:

- la eliminación del proceso de molienda, facilitada por la evolución de la tecnología en la fabricación de pigmentos que, gracias a recubrimientos especiales que tienen las partículas, permite que muchos de ellos puedan ser simplemente dispersados, y la compra de concentrados de color a proveedores especialistas.
- la preparación de intermediarios líquidos, almacenados en tanques.

La primera característica afecta principalmente a los tiempos de ciclo, disminuyéndolos dado que el proceso de molienda es el que más tiempo insume. La segunda, apunta a mejorar el tiempo de respuesta de producción. Al disponer de los intermediarios, el producto final se obtiene por una simple mezcla de los mismos con resina y solvente.

De esta forma, el producto se obtiene a través de:

- adelgazado
- filtración: esta etapa puede ser eliminada por medio del control de los componentes que se utilizan en el adelgazado.
- envasado

³ Reología es estudio de los principios físicos que regulan el movimiento de los fluidos.

⁴ Una descripción de los procesos se encuentra en el Apéndice 1.

En este proceso, el tamaño de batch puede adaptarse a las necesidades de Planificación.

1.2 Comparación de procesos

Dado que en el presente trabajo la propuesta es transformar la fabricación tradicional de la línea de bases tinting al solvente a un proceso moderno vía intermediarios líquidos, se presenta el análisis por FODA para dos procesos productivos:

- Dispersión directa, utilizado previo a la implementación del proyecto, y
- Vía intermediarios líquidos.

Proceso por dispersión directa	
Fortalezas	Oportunidades
Posibilidad de reformulación de cada línea en forma independiente.	No se identifican oportunidades.
Debilidades	Amenazas
Alto BCT. Amplia cartera de Materias Primas (MPs). Tamaño de batch óptimo. Manipulación de polvos.	Baja capacidad de negociación con el proveedor.

Gráfico 1 – FODA del proceso por dispersión directa (fuente: elaboración propia)

Proceso vía intermediarios líquidos	
Fortalezas	Oportunidades
Bajo tiempo de respuesta. Reducción de stocks (menor cartera de MPs). Flexibilidad en el tamaño de batch.	Capacidad de negociación con proveedores por mayor volumen.
Debilidades	Amenazas
Mayor dificultad en la implementación de mejoras por reemplazo de materias primas (tienen que satisfacer las necesidades de todas las líneas).	Crítico si no se tiene proveedor alternativo para alguna de las materias primas.

Gráfico 2 – FODA del proceso vía intermediarios (fuente: elaboración propia)

Es importante destacar que el proceso vía intermediarios implica una cuidadosa formulación de los mismos para que puedan ser utilizados en distintos productos, y así evitar la propagación de intermediarios específicos para productos especiales y los consecuentes costos por multiplicación de tanques de almacenamiento, bombas y cañerías.

Dicha racionalización de intermediarios es la misma que puede ocasionar dificultades en la disminución de costos por reemplazo de materias primas: debe verificarse que la

modificación no tenga efectos adversos en ninguna de las fórmulas en que interviene el intermediario.

A cambio, mejora la capacidad de negociación con proveedores al concentrar volumen en menor cantidad de materias primas, simplificando la cartera y pudiendo reducir stocks. También como fortalezas se identifica el bajo tiempo de repuesta y la flexibilidad en el tamaño de batch de producto terminado.

Una amenaza a tener en cuenta es que, ante la falta de un proveedor alternativo para alguna materia prima, una falla en la provisión de la misma afectará a tantos productos como en los que participe el intermediario demandante de la misma.

Capítulo 2 – Demanda

Debido a que el presente trabajo consiste en una mejora industrial, la demanda está dada por el Plan de Producción y es conocida.

Sin embargo, a continuación se presentan algunas características del mercado:

- la elasticidad de la demanda, y
- la existencia de productos sustitutos.

Es importante asegurar la satisfacción de cliente, tanto a través de la calidad del producto como con la disponibilidad del mismo.

2.1 Elasticidad de la demanda

La elasticidad de la demanda de productos tintométricos tiene comportamiento diferenciados dentro del universo de las pinturas decorativas:

Precio

La demanda es poco elástica respecto al precio. La línea de productos tinting está posicionada como un producto Premium, ofreciendo una diferenciación respecto de los productos ReadyMix y otros productos. El mercado objetivo no repara, dentro de ciertos límites, en el precio.

Esto también se traduce en que, aún en épocas de crisis económica, el volumen de ventas de la línea de productos tinting no se ve tan afectada como la de las demás pinturas.

Calidad

La demanda es muy elástica frente a falencias en la calidad. Ante un desabastecimiento de producto o una falla en la calidad, el consumidor fácilmente puede optar por un sistema tintométrico de la competencia o cambiar de tipo de producto.

En cuanto a la disponibilidad, debe tenerse en cuenta que es necesario que estén a disposición todos los elementos del sistema para que el mismo sea operativo. Dichos elementos son:

- el kit completo de concentrados,
- las bases en todas sus concentraciones y presentaciones,
- el equipo dosificador, y
- el equipo agitador.



Figura 2 – Máquina dosificadora Caparol ColorExpress (fuente: http://www.caparol.com/site/lang_en/589/DosingSystems.aspx)

El sistema tintométrico consiste en una máquina dosificadora (Figura 2) y una máquina agitadora. La primera cuenta con los concentrados de color y el programa con la base de datos para la preparación de cada uno de las opciones de la carta de colores.

Una vez seleccionado el color deseado, se coloca sobre la repisa la lata de base tintométrica que corresponda de acuerdo a:

- la intensidad de color: en general el sistema cuenta con cuatro bases, una transparente y tres bases con contenidos crecientes de pigmentación blanca.
- el tipo de pintura: base acuosa o solvente; tipo de brillo.

Se dosifican los concentrados y luego se homogeniza en la máquina agitadora.

En cuanto a las fallas de calidad, éstas pueden ser:

- dosificación de concentrados errónea.
- agitación ineficiente.
- capa de pintura seca: al dosificarse los concentrados sobre pintura con capa, los mismos no se incorporarán adecuadamente durante la agitación y además la capa se romperá, provocando heterogeneidad en la pintura.
- fórmula de color errónea.
- problemas de compatibilidad entre la base y algún concentrado.
- viscosidad muy baja o muy alta: en el primer caso, la pintura salpica y se chorrea al aplicarla; en el segundo, se dificulta la aplicación y no nivela.
- brillo inadecuado.
- problemas de envase: roturas, abolladuras, diferencia de volumen, rótulo erróneo.

2.2 Productos sustitutos

En el mercado de las terminaciones para el hogar, siempre han existido productos sustitutos a la pintura como el empapelado, el uso de terminaciones en melaminas, machimbrado, azulejados. Todos ellos son de costo más alto que la aplicación de pintura y ésta sigue siendo la principal ventaja.

Sin embargo, se distingue la tendencia en las construcciones de utilizar materiales alternativos que restringen el mercado tradicional de la pintura: cerramientos de aluminio, cortinas de enrollar plásticas, hormigón a la vista, vidriados.

Esto se está traduciendo en desarrollos de productos para los nuevos sustratos que otorguen propiedades estéticas y funcionales.

Capítulo 3 – Definición del alcance

Al inicio del proyecto, se definió el mismo en función de los requerimientos de los clientes, que en el presente caso son todos internos. Para ello se realizaron entrevistas con los sectores involucrados en el proceso de planificación, producción, ventas, atención al cliente y cuidado responsable del producto.

Una síntesis de las problemáticas encontradas y su traducción a métricos y valores esperados se presenta en la siguiente tabla:

Cliente	Declaración	Métrico	Actual	Requerimiento
Producción	Largos tiempos de fabricación de bases tintométricas sintéticas.	Tiempo de ciclo.	25 horas	Menos a 5 horas
Atención al cliente	Problemas de color, especialmente en bases satinadas en la gama de azules y violáceos.	Cantidad de reclamos/100.000 litros vendidos.	35	Menor a 10
Cuidado responsable del producto	Ampliación de lista de materias primas objetadas.	Contenido de materias primas objetadas en fórmulas.	1%	0%

Tabla 1 – Identificación de requerimientos (fuente: elaboración propia)

A continuación se desarrollan los tres principales problemas identificados.

3.1 Tiempos de ciclo

El proceso por dispersión directa implica que, para cada fabricación, debe realizarse la dispersión del pigmento blanco y cargas. Dado que el tamaño de batch óptimo para la etapa de dispersión es menor que el batch estipulado para maximizar la eficiencia en la etapa de envasado, un lote de base tinting demanda habitualmente dos batches de dispersión, realizadas en forma secuencial. Esto significa que, durante todo el tiempo de preparación de dispersiones, también se compromete al tanque de adelgazado dado que es en él que se vuelcan las preparaciones a medida que se obtienen.

El tiempo de ciclo por dispersión directa para un lote de 5000 litros tiene un promedio de 25 horas, mientras que la fabricación de un esmalte, fabricado por mezcla de intermediarios líquidos, tiene un tiempo de ciclo promedio de 4,5 horas. Por lo tanto, el requerimiento de Producción para esta variable se definió en 5 horas.

3.2 Reclamos por color

A través de distintas herramientas, se busca detectar las necesidades y deseos de los clientes respecto del producto:

- Encuestas y focus groups, que permiten conocer la opinión de los clientes y sus deseos respecto de los productos. Con esta información, se puede buscar satisfacerlos con productos que se adapten lo más ajustadamente a sus gustos
- Base de reclamos, en la que se registra los motivos específicos por los que se realiza cada reclamo. Su análisis permite identificar y tomar acciones sobre las razones de insatisfacción de los clientes.

En la actual oferta del sistema tintométrico, tanto a través de la Base de Reclamos de Clientes como de las observaciones realizadas por el Centro de Información al Cliente, se detectó una oportunidad de mejora en la calidad de reproducción de color en los productos sintéticos, especialmente en la gama de los azules y violáceos.

3.3 Contenido de materias primas objetadas

La empresa cuenta con una política interna global respecto a la sustentabilidad y seguridad, diseñada para cumplir con las legislaciones más estrictas vigentes en algunos países, especialmente europeos. Está alineada con los objetivos específicos de sustentabilidad, que son:

- permanecer entre los tres primeros del Índice Dow Jones de Sustentabilidad⁵.
- reducir el índice de accidentes reportables a 2 por cada millón de horas trabajadas para el 2015, equivalente a los mejores cinco del sector.
- lograr un cambio importante en el desarrollo de la gente, en parte a través de la mejora sustancial de la diversidad dentro de la empresa.

Esto se traduce, entre otras cosas, en la existencia de un departamento de Cuidado Responsable del Producto (Product Stewardship en inglés) además del departamento de Seguridad, Medio Ambiente, Salud y Seguridad Patrimonial. También en la organización de la Semana de la Seguridad y Sustentabilidad una vez al año, para el refuerzo en la concientización sobre dichos temas. Además, competencias internas de proyectos o programas de reconocimiento de aportes personales hacen hincapié en la componente sustentable del proyecto o acción.

⁵ El Índice Dow Jones de Sustentabilidad (Dow Jones Sustainability Indexes, DJSI), fue lanzado en 1999 y es la variante de la bolsa de Nueva York para empresas que cumplan los requisitos de sustentabilidad demandados. Los criterios se dividen en tres dimensiones:

- económica (código de conducta, gobierno corporativo, gestión de crisis y riesgos y criterios específicos del sector).
- relación con el entorno (respeto al medio ambiente -eficiencia-, análisis medioambiental y criterios específicos relacionados con el sector).
- social (ciudadanía corporativa y filantropía, indicadores laborales, desarrollo de capital humano, análisis social, atracción y detección del talento y criterios específicos del sector).

Otra faceta de la política interna es que habitualmente la misma es más exigente que la legislación nacional debido a retrasos respecto de las de otros países. Como ejemplo puede citarse la regulación del contenido de plomo en pinturas.

En Argentina:

- en octubre de 2004 se sancionó la Resolución Nro: 1088/2004 del Ministerio de Salud y Ambiente de la Nación que establecía los límites de contenido de plomo en pinturas al látex. Sin embargo, fue una tibia respuesta a las tendencias globales al tener en cuenta que la problemática del plomo en pinturas prácticamente se limita a las pinturas al solvente⁶.
- en enero de 2009 se sancionó la Resolución Nro. 7/2009 según la cual se establece un límite al contenido de plomo en las pinturas, lacas y barnices. Se prohíbe la fabricación de pinturas decorativas con más de 0,06 gramos de plomo por cada cien gramos de masa no volátil a partir del 1 de noviembre de 2009.

En Estados Unidos de América:

- en 1978 se prohibió la venta de pinturas decorativas con más de 600 ppm de plomo (equivalente a 0,06 gramos plomo cada 100 gramos de pintura).
- a partir de agosto de 2009, el límite permitido disminuyó a 90 ppm de plomo.

En la Unión Europea:

- desde 1921 está prohibido el uso de plomo en pinturas decorativas. En el caso particular de Inglaterra, esta resolución se puso en vigencia hasta 1992.

La política interna de sustentabilidad estipula listas de sustancias prohibidas, restricción en la dosificación de ciertas materias primas, minimización del componente volátil de pinturas base solvente, reemplazo de pinturas base solvente por pinturas base acuosa, preferencia por el uso de materias primas locales o regionales frente a aquellas importadas de lugares remotos. El impacto en la formulación de pinturas es fuerte, al tener que compatibilizar las políticas internas con las características del mercado local.

En el caso particular de este proyecto, a fines de 2010 se agregará a la lista de sustancias prohibidas aquellas que contengan alquil fenol etoxilados (APE - Alkyl Phenol Ethoxylate) por tratarse de disruptores endócrinos⁷.

⁶ Las principales materias primas aún en uso con contenido de plomo involucradas en la fabricación de pinturas son los secantes de plomo utilizados en pinturas al solvente (las pinturas látex no llevan secantes) y los pigmentos amarillos de plomo, típicos en la elaboración de esmaltes base solvente de color amarillo limpio. En cuanto al carbonato básico de plomo $(\text{PbCO}_3)_2 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$ o albayalde, dejó de ser utilizado como pigmento blanco en todo tipo de pinturas desde principios del siglo XIX al descubrirse el sulfuro de zinc y el dióxido de titanio como reemplazos al mismo costo y sin problemas de toxicidad.

⁷ Un disruptor endócrino es una sustancia química exógena capaz de alterar el equilibrio hormonal de los organismos de una especie, pudiendo afectar algunos procesos fisiológicos controlados por hormonas.

Capítulo 4 – Medición

4.1 Tiempos de ciclo

Como resultado de la observación del proceso en planta, se realizó el mapa de proceso de la fabricación por dispersión directa. En la Figura 3 se presenta un esquema:

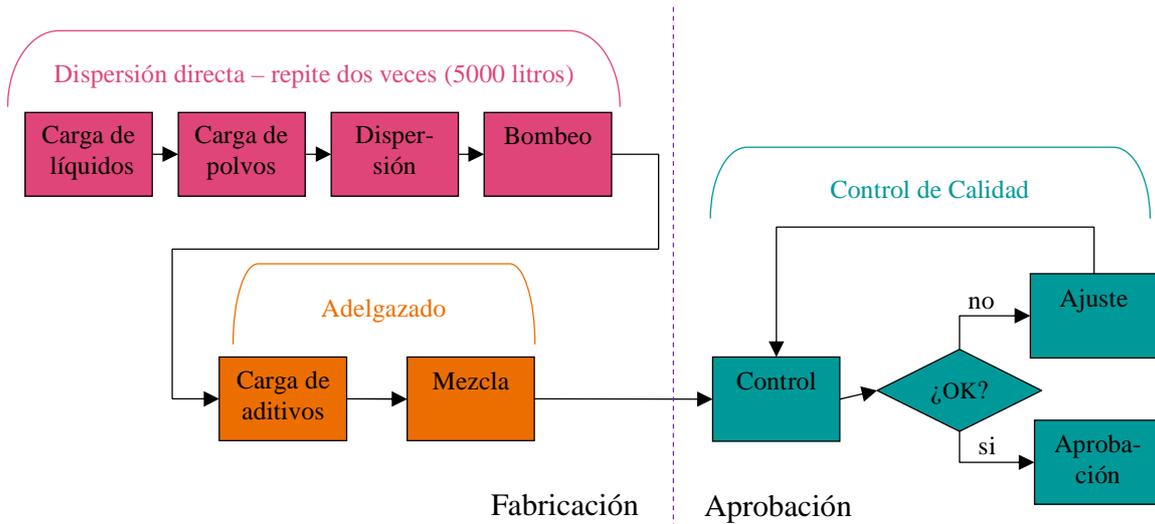


Figura 3 - Mapa de proceso (fuente: elaboración propia)

El proceso comienza con la carga de líquidos en el recipiente donde se realizará la dispersión: resina y solvente bombeados a través de cañerías. Esta etapa insume un tiempo prolongado debido a las características de la resina y la ausencia de heat tracing⁸.

Una vez completada la carga de líquidos bajo agitación lenta, se agregan los polvos en forma manual: dióxido de titanio y cargas, como carbonato de calcio y talco. Completado el agregado, se adecúa la posición del dispersor y se aumenta la velocidad para alcanzar las condiciones de dispersión. Para finalizar con la etapa de dispersión directa, se bombea el material al tanque de adelgazado, en el cual se mantendrá una suave agitación.

En el caso que el lote sea por 5.000 litros, este proceso se repite dos veces, mientras que si se fabrica un lote por 10.000 litros, se lo realizará por cuádruplicado. El tanque de adelgazado se verá comprometido desde el bombeo de la primera dispersión hasta el envasado del producto final.

Una vez que en el tanque de adelgazado se han recibido todas las dispersiones, se procede con el adelgazado. La carga de aditivos es extensa debido a que uno de ellos es una resina

⁸ Electric Heat Tracing es un sistema que mantiene y/o aumenta la temperatura de cañerías y tanques. Consiste de un elemento calefactor eléctrico que corre a lo largo de la cañería y un recubrimiento aislante para evitar la pérdida de calor.

minoritaria de alta viscosidad y que, al igual que la resina específica, no cuenta con heat tracing. Luego se realiza la mezcla y se incluye el ajuste de viscosidad del producto mediante el agregado de un pequeño porcentaje de solvente.

A lo largo del proceso se registran tiempos muertos, mayormente asignables a los cambios de turno (un lote de 5.000 litros puede involucrar hasta cuatro turnos) y a la coordinación para el uso de las cañerías de bombeo del sector de dispersión al sector de tanques de adelgazado.

Una vez realizada la mezcla, se extrae una muestra para su análisis en el Laboratorio de Control. El resultado puede ser la aprobación del producto o la indicación de un ajuste de propiedades mediante el agregado de alguna de las materias primas. Dado que la modificación en el proceso de fabricación no modificará la etapa de control, ésta no fue considerada en el estudio de tiempos.

Del seguimiento de seis lotes de bases tinting de las líneas satinada y mate, se obtuvieron los siguientes valores promedio de tiempo para cada etapa:

Etapa	BCT (h)	
	Etapa	Total
Dispersión	19	25
Adelgazado	6	

Tabla 2 – BCT de proceso por dispersión directa
(fuente: elaboración propia en base a datos obtenidos de seguimientos en planta)

El desglose de los tiempos medidos es:

Etapa		BCT (h)	
Etapa	Subetapa	Subetapa	Total
Dispersión	Carga de líquidos	3,70	7,40
	Carga de polvos	1,00	2,00
	Mezcla	0,20	0,40
	Dispersión	0,80	1,60
	Tiempos muertos	1,80	3,60
	Bombeo a tanque de adelgazado	2,00	4,00
	Subtotal Dispersión		
Adelgazado	Carga de aditivos		3,95
	Mezcla		0,85
	Tiempos muertos		1,20
	Subtotal Adelgazado		
TOTAL			25

Tabla 3 – BCT de proceso por dispersión directa desglosado
(fuente: elaboración propia en base a datos obtenidos de seguimientos en planta)

En forma complementaria, se obtuvieron del sistema de gestión los tiempos globales (desde el inicio del proceso de fabricación hasta su ingreso al Laboratorio de Control) para los cuarenta y siete lotes con batch de 5.000 litros correspondientes al año 2009. Se los representa en el Gráfico 3:

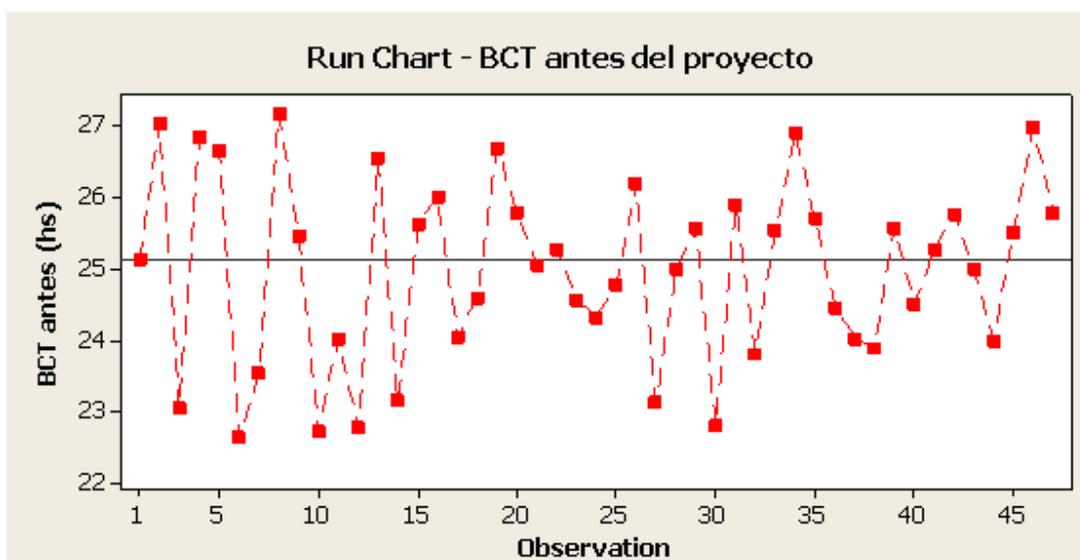


Gráfico 3 – BCT antes del proyecto
(fuente: elaboración propia en base a datos obtenidos del sistema de gestión)

4.2 Reclamos de clientes

De la Base de Reclamos de Clientes se obtuvieron los reclamos correspondientes a las bases tinting satinadas y mate para un período de doce meses:

Base tinting	Motivo								Total
	Diferencia color	Capa	Sedimentación	Envase	Viscosidad	Fórmula	Grumos	Otros	
Mate Base P	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Mate Base M	7	2	0	0	0	0	0	0	9
Mate Base F	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Mate Base T	2	1	1	0	2	1	1	0	8
Satinada Base P	29	11	0	3	2	1	0	0	46
Satinada Base M	7	3	1	1	0	1	0	1	14
Satinada Base F	8	2	1	2	1	1	0	3	18
Satinada Base T	4	1	0	1	0	2	0	1	9
Total	59	20	3	7	5	6	1	5	106

Tabla 4 – Motivos de reclamos de clientes
(fuente: elaboración propia en base a datos obtenidos de la Base de Reclamos)

Los motivos de reclamos indicados en la Tabla 4 se describen a continuación:

- Diferencia de color: cuando el color obtenido no es el deseado por problemas de compatibilidad entre la base y los tinters.
- Capa: si la lata de base tiene capa, al agitar la base una vez agregados los tinters, ésta se rompe y la pintura no es utilizable.
- Sedimentación: si la base presenta sedimentación, la pintura no tendrá las propiedades deseadas. Por ejemplo, si el sedimento es de cargas, la pintura será más brillante de lo esperado.
- Envase: problemas relacionados con el envase como abolladuras, diferencia de volumen, mal rotulado o sin rótulo.
- Viscosidad: si es demasiado alta, la aplicación de la pintura es dificultosa. En el caso que fuera muy baja, habrá salpicado y chorreado durante la aplicación.
- Fórmula: cuando el color obtenido no corresponde al deseado debido a un error en la fórmula cargada en el equipo dosificador.
- Grumos: en algunas ocasiones pueden encontrarse grumos, si bien es un problema más habitual en pinturas en base acuosa.
- Otros: problemas menos habituales, como olor fuerte o mal olor, brillo inadecuado (alto o bajo), amarilleo de la pintura una vez aplicada, bajo poder cubriente, secado lento, etc.

En ese mismo período, los reclamos totales fueron 799. Los litros de pintura vendida para las bases en estudio fueron 305.000 litros mientras que las ventas totales fueron de veintinueve millones de litros de pintura.

	Reclamos	Litros	Índice reclamos / 100.000 l
Bases tinting	106	305.000	35
Deco	799	29.000.000	2,76

Tabla 5 – Incidencia de reclamos de clientes
(fuente: elaboración propia en base a datos obtenidos de la Base de Reclamos y Ventas)

4.3 Contenido de materias primas objetadas

Las fórmulas para las bases tinting satinadas por dispersión directa contienen 1% de nonil fenol etoxilado.

Esta materia prima pertenece a la familia de los alquil fenol etoxilados, la cual está incluida en la lista de materias primas objetadas por la política interna de Cuidado Responsable del Producto y que deben ser eliminadas de fórmula antes de diciembre de 2010.

Capítulo 5 – Análisis

5.1 Análisis de la composición del tiempo de ciclo

Con los datos obtenidos a través del seguimiento de fabricaciones en planta, se realizó un análisis de los motivos que conforman el tiempo de ciclo por medio de un gráfico de Pareto:

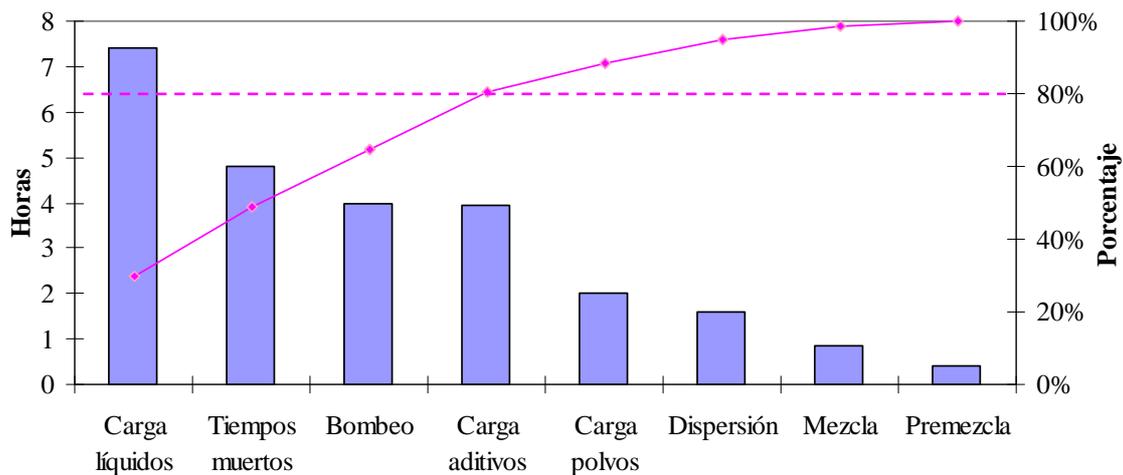


Gráfico 4 – Pareto de la composición del BCT
(fuente: elaboración propia en base a datos obtenidos de la Base de Reclamos)

Del mismo se desprende que el tiempo correspondiente a la carga de líquidos, los tiempos muertos, el bombeo y la carga de aditivos constituyen el 80% del BCT.

A través de entrevistas con personal de planta y mediante el análisis de las fórmulas y de las características de las materias primas involucradas, se descubrió que:

- el extenso tiempo de carga de líquidos se debe a la alta viscosidad de la resina específica que se utiliza en esta línea de productos. Como además no se trata de la resina de mayor utilización, sus cañerías no cuentan con heat tracing. Habitualmente la bomba entra en reparación dos o tres veces al año.
- los tiempos muertos se asignan principalmente a dos motivos: la longitud del proceso involucra habitualmente a cuatro cambios de turno; y la coordinación en la utilización de las cañerías para transportar la dispersión al tanque de adelgazado, debido a que se comparten con las utilizadas para el transporte de los intermediarios líquidos.
- el tiempo de bombeo es alto debido a la viscosidad de la base dispersada y a los tiempos de purga de las cañerías, que se repite dos veces para lotes de 5.000 litros y cuatro veces en el caso de lotes de 10.000 litros.
- la carga de aditivos representa un tiempo importante en el proceso debido a que, entre ellos, se considera la carga de una resina minoritaria que presenta una alta viscosidad y que, al igual que la resina principal, no cuenta con heat tracing.

5.2 Análisis de los tiempos de ciclo

Los datos de tiempos de ciclo para los lotes de 5.000 litros fabricados durante 2009 fueron tratados con el programa de análisis estadístico Minitab 15.

En primer lugar, se sometió la población al test de normalidad, siendo la hipótesis nula que la población es normal, considerando un intervalo de confianza del 95%. Como el valor P obtenido 0,29 es mayor a 0,05, no se rechaza la hipótesis nula.

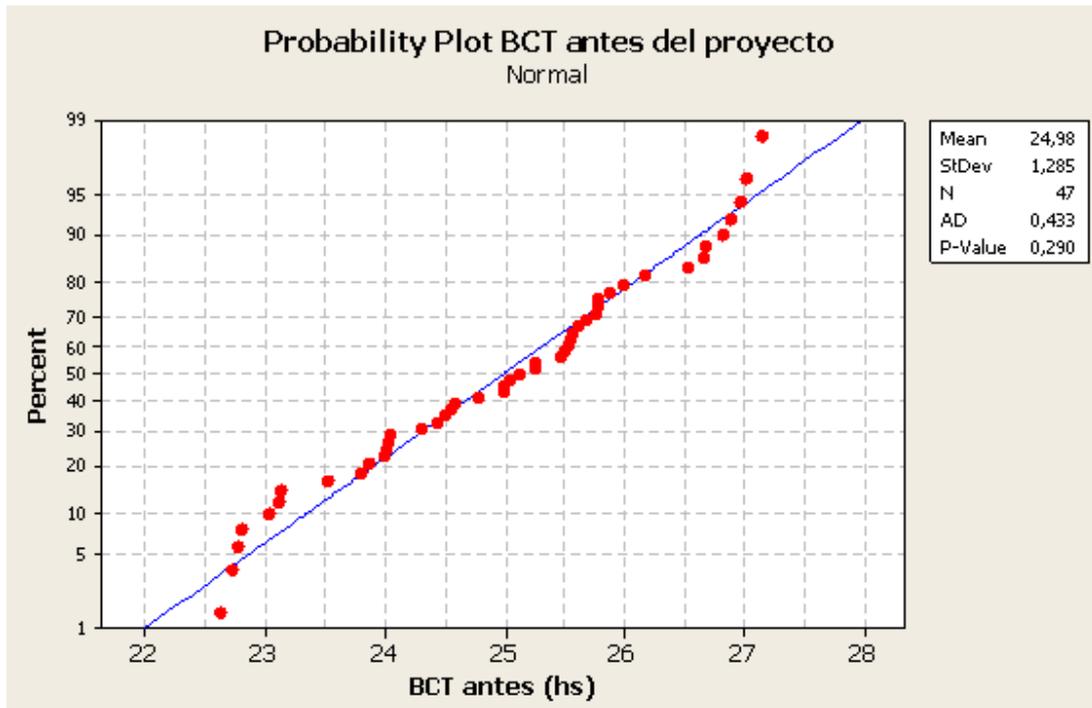


Gráfico 5 – Probability Plot del BCT antes del proyecto
(fuente: elaboración propia en base a datos obtenidos del sistema de gestión)

Además, se obtiene que la media para la población es 24,99 horas y la mediana, 25,12. Estos valores son coherentes el promedio de 25 horas que se obtuvo en el seguimiento en planta de seis lotes.

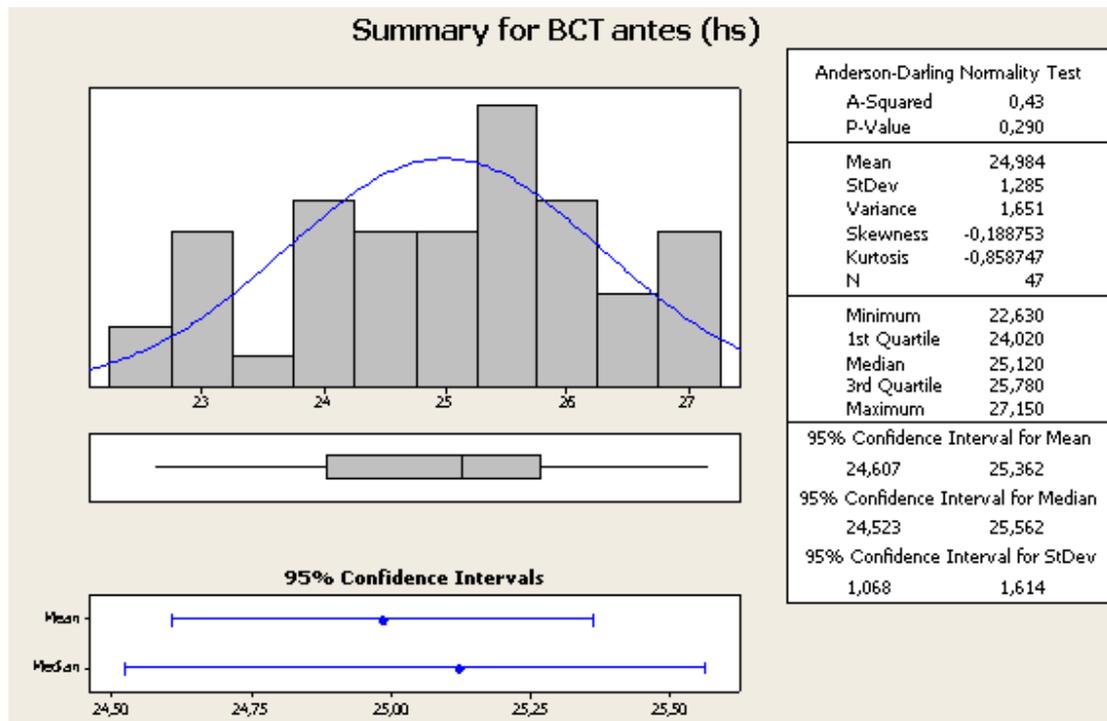


Gráfico 6 – Summary para BCT antes del proyecto
(fuente: elaboración propia en base a datos obtenidos del sistema de gestión)

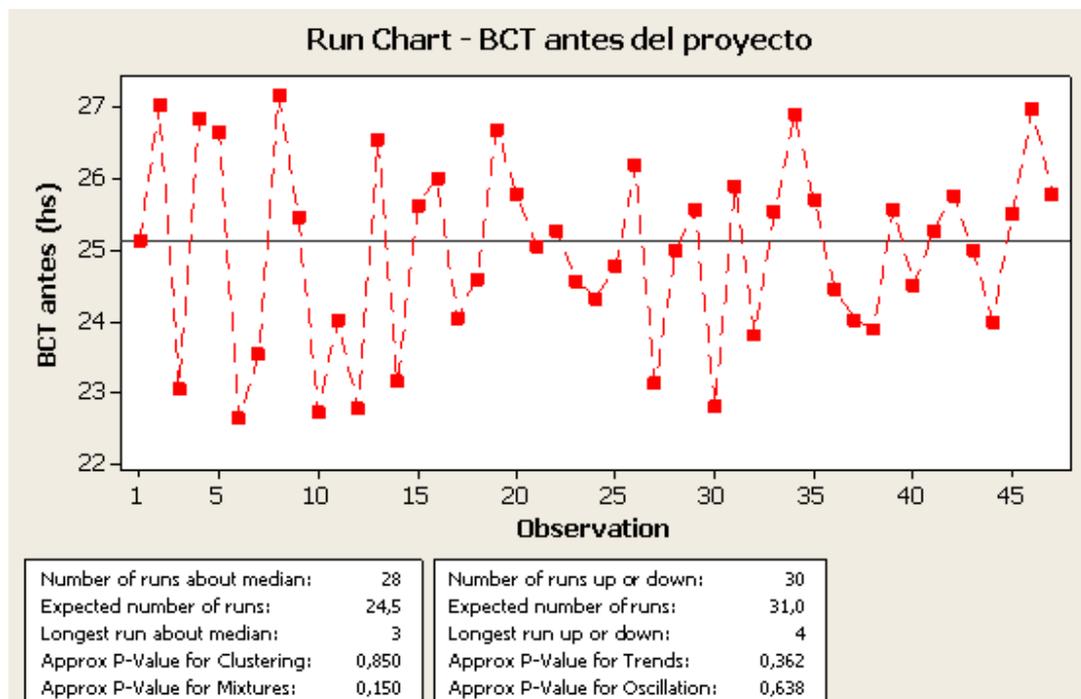


Gráfico 7 – Run Chart para BCT antes del proyecto
(fuente: elaboración propia en base a datos obtenidos del sistema de gestión)

En el Gráfico 7 se obtuvieron los valores P para las pruebas de existencia de agrupamiento (clustering), mezclas (mixtures), tendencias (trends) y oscilación (oscillation), todas con un intervalo de confianza del 95%.

En los cuatro casos, la hipótesis nula plantea la no existencia del fenómeno en estudio. Como todos los valores P son mayores a 0,05, no se rechaza la hipótesis nula y puede considerarse que no hay dichos efectos en la muestra.

5.3 Causas de reclamos de clientes

El análisis de las causas de reclamos en la línea de bases tinting satinadas y mate se realizó a través del siguiente diagrama de Pareto:

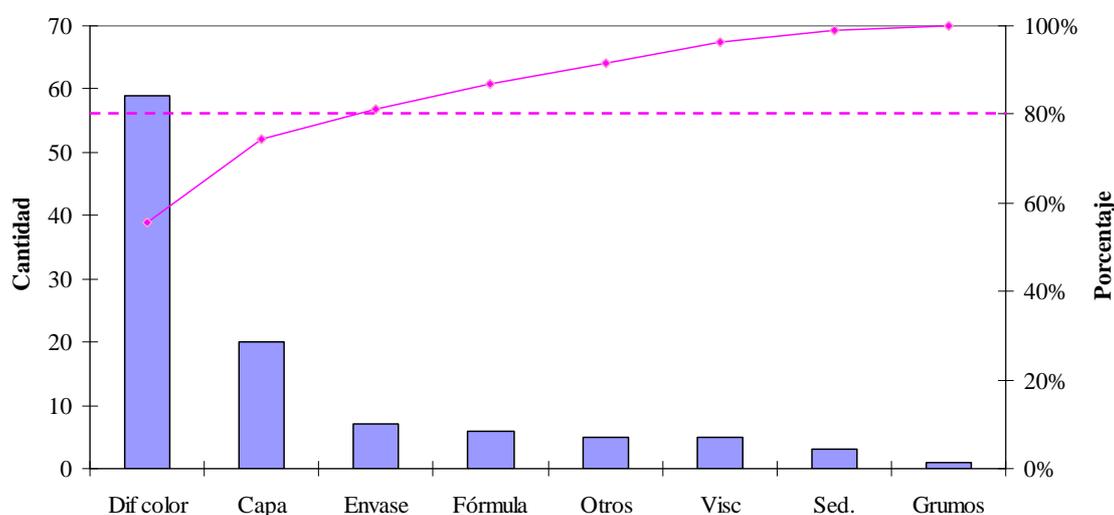


Gráfico 8 – Pareto de causas de reclamos de clientes
(fuente: elaboración propia en base a datos obtenidos de la Base de Reclamos)

Se observó que el principal motivo de reclamos es por Diferencia de Color y se profundizó el análisis de esta causa. Para ello se segregaron los reclamos por gama de color, con los siguientes resultados:

Base tinting	Diferencia color	Azules / Violetas	Otros colores
Mate Base P	1	1	0
Mate Base M	7	5	2
Mate Base F	1	1	0
Mate Base T	2	2	0
Satinada Base P	29	25	4
Satinada Base M	7	6	1
Satinada Base F	8	6	2
Satinada Base T	4	2	2
Total	59	48	11
Porcentaje		81%	19%

Tabla 6 – Reclamos de clientes por gama de color
(fuente: elaboración propia en base a datos obtenidos de la Base de Reclamos)

Mediante ensayos en laboratorio, se verificó la deficiencia de compatibilidad de los tinters azul y magenta en las bases tinting satinadas. De la reproducción de colores de distintas gamas, la mayor cantidad de problemas de color se detectaron en aquellos en los que participaban estos dos tinters, especialmente si estaban combinados entre sí⁹.

En cuanto a la distribución de reclamos por producto, se encuentra principalmente relacionada con el volumen de venta de cada una. Por ej.: el volumen de venta de Base P Satinada fue de 137.000 litros, dando un índice de 21 reclamos/100.000 litros, mientras que los ocho reclamos para su volumen de venta de 37.000 litros resulta en un índice de 22 reclamos/ 100.000 litros.

Del análisis de la cantidad de reclamos para la línea de productos en estudio y de los reclamos en general, se midió el impacto de los reclamos de la línea en el índice general. Con un valor de 2,76 reclamos cada 100.000 litros de pintura vendida para Decorativa, el 13,3% está aportado por las bases tinting satinadas y mates cuando sólo aporta el 1,1% del volumen vendido.

	Decorativa	Bases Tinting	Bases Tinting (%)
Reclamos	799	106	13,3%
Volumen	29.000.000	305.000	1,1%

Tabla 7 – Participación de las Bases Tinting en reclamos y en volumen
(fuente: elaboración propia en base a datos obtenidos de la Base de Reclamos y Ventas)

⁹ Para más detalles, ver Capítulo 6 – Implementación.

5.4 Funcionalidad de la materia prima objetada

Las bases tinting satinadas contienen 1% de alquil fenol etoxilado mientras que las bases tinting mate están libres de esta materia prima.

El nonilfenol etoxilado es un surfactante que tiene por finalidad de mejorar la compatibilidad entre la base y los tinters: la primera es un compuesto orgánico y los segundos tienen características hidrofílicas y, por lo tanto, insolubles en medios orgánicos.

Los surfactantes son sustancias químicas en las que se pueden identificar dos partes con características diferenciadas: una cola formada por una cadena carbonada, no polar, afín a medios orgánicos; y una cabeza hidrofílica, polar, de alta compatibilidad con medios acuosos. Los surfactantes permiten la estabilización de sustancias polares en medios no polares y viceversa al generar micelas.

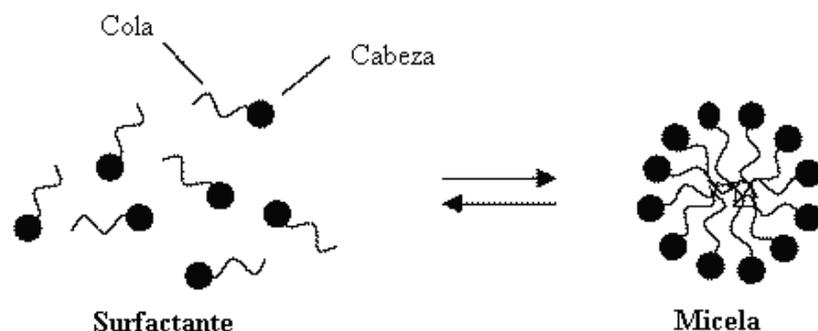


Figura 4 – Formación de micelas

(fuente: [http://www.ualberta.ca/~csps/JPPS8\(2\)/C.Rangel-Yagui/solubilization.pdf](http://www.ualberta.ca/~csps/JPPS8(2)/C.Rangel-Yagui/solubilization.pdf))

En la Figura 4 se muestra el caso de una sustancia orgánica inmersa en un medio polar (por ejemplo, acuoso). Las moléculas de surfactante rodean la sustancia orgánica con sus colas carbonadas, exponiendo sus cabezas hidrofílicas.

El avance de la tecnología ha permitido que los proveedores de estas materias primas puedan realizar modificaciones químicas en las sustancias haciéndolas más amigables con el medio ambiente o hayan encontrado sustancias químicas alternativas que tengan la funcionalidad deseada.

Alternativas

Luego de la identificación de las causas de las problemáticas expresadas por los distintos clientes internos, se buscaron soluciones a cada una de ellas con el fin de encontrar una propuesta que responda en forma integral.

La viscosidad de las resinas en fórmula presenta dificultades en las distintas etapas de bombeo, afectando al BCT. Las posibles soluciones son:

- calefaccionar el sistema de distribución, implicando una inversión,
- modificar propiedades de la resina, o
- reemplazar la resina por otra de propiedades más convenientes para su bombeo o que ya cuente con heat tracing.

El BCT también se alarga por la incidencia de los tiempos muertos. Estos podrían reducirse si se simplifica el proceso mediante la disminución de etapas y utilización de intermediarios líquidos, preferentemente aquellos ya existentes.

En cuanto a los Reclamos de Clientes, el principal motivo (representando el 56% de los reclamos) es la deficiencia en la compatibilidad entre bases y tinters. Esto se resuelve mediante:

- la reformulación de tinters, opción prácticamente inviable debido a que el suministro es regional y otros consumidores no presentan los problemas identificados en Argentina, o
- la reformulación de bases tinting, sea por modificación o reemplazo de las resinas, así como de los aditivos.

Por último, para responder a las políticas de Cuidado Responsable del Producto, es necesario eliminar el nonil fenol etoxilado de las fórmulas. Esto deberá ser compensado por:

- su reemplazo con otro surfactante que mejore la compatibilidad de las bases con los tinters, o
- la reformulación del producto, utilizando una nueva resina que intrínsecamente tenga una mejor compatibilidad con los tinters.

Solución al problema

La propuesta realizada fue:

Reformular la línea de bases tinting satinadas y mate para su fabricación vía intermediarios líquidos existentes.

La misma puede desglosarse en los siguientes puntos:

1. estudio de la compatibilidad de la resina de uso mayoritario con los tinters. Esta resina cuenta con un sistema de distribución por cañerías con heat tracing.
2. análisis de la necesidad de incorporación de aditivos, limitando el uso a aquellos permitidos.
3. simplificación del proceso al eliminar la molienda y utilizar intermediarios.
4. utilización de intermediarios líquidos existentes en planta de producción de pinturas sintéticas.

En la siguiente tabla se contrastaron los problemas identificados en el Capítulo 3 con los puntos anteriores:

Cliente	Métrico	Actual	Requerimiento	Puntos
Producción	Tiempo de ciclo.	25 horas	Menos a 5 horas	1, 2, y 4
Atención al cliente	Cantidad de reclamos/100.000 litros vendidos.	35	Menor a 10	1 y 2
Cuidado responsable del producto	Contenido de materias primas objetadas en fórmulas.	1%	0%	2

Tabla 8 – Respuesta a los requerimientos (fuente: elaboración propia)

Pudo verificarse que la propuesta respondía en forma integral a los requerimientos de los tres Clientes.

Capítulo 6 – Implementación

Esta etapa constó principalmente de cuatro partes:

- ensayos de compatibilidad en laboratorio.
- reformulación en laboratorio.
- lotes piloto en planta.
- primeras fabricaciones.

Para asegurar el éxito de la implementación, la misma debió ser acompañada de la gestión de un cambio en el paradigma de fabricación de línea: pasar de un proceso diferenciado, de carácter artesanal, a un proceso estandarizado y repetible.

6.1 Ensayos de compatibilidad en laboratorio

En primer lugar se verificaron los resultados obtenidos del análisis de las causas de los reclamos de clientes (punto 5.3). Para ello se seleccionaron tres lotes de Base P Satinada fabricados en los doce meses anteriores. Con cada uno se prepararon 10 colores que cubrieran toda la gama de opciones y considerando que:

- un color fuera por combinación exclusiva de concentrados azul y magenta,
- otro tuviera como componente mayoritario el concentrado azul, y
- un tercero tuviera como componente mayoritario el concentrado magenta.

Para los tres lotes, se observó que los tres colores enumerados anteriormente fueron los que presentaron problemas de compatibilidad de color.

Luego, fue necesario determinar si la resina de mayor uso en Producción era compatible con el sistema de concentrados de color.

El interés de esta definición residía en las oportunidades que ofrecería:

- reemplazar y eliminar el uso de la resina específica, con sus dificultades de bombeo, por la de uso general que cuenta con distribución con cañerías con heat tracing.
- permitir el uso de los intermediarios líquidos disponibles en fábrica, dado que todos ellos están formulados con la resina de uso mayoritario.

Para realizar los ensayos de compatibilidad se tuvo en cuenta que las bases tintométricas complementan la oferta de productos ReadyMix de las líneas brillante, satinada y mate, y que estos son fabricados utilizando la resina de uso mayoritario.

Como se comentó en el Capítulo 2, el sistema tintométrico consiste de cuatro bases de concentraciones crecientes de pigmento blanco. Éstas son:

- Base T o Transparente: sin dióxido de titanio, se utiliza para colores plenos.
- Base F o Fuerte: con baja concentración de dióxido de titanio, para colores fuertes.
- Base M o Media: concentración intermedia de dióxido de titanio.
- Base P o Pastel: la de mayor pigmentación blanca, utilizada para colores pasteles.

La Base P de cada línea tiene un porcentaje de dióxido de titanio cercana a la de su correspondiente pintura blanca ReadyMix. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que las líneas ReadyMix utilizan un dióxido de titanio con mayor capacidad cubriente.

Bases Tinting Satinadas

Se planteó el siguiente esquema de ensayos:

- Ensayo A: Base P Satinada, fabricada en planta.
- Ensayo B: Base P Satinada, preparada en laboratorio.
- Ensayo C: ReadyMix Satinado, fabricado en planta.
- Ensayo D: ReadyMix Satinado, preparado en laboratorio con resina específica y pigmento blanco utilizados en línea tintométrica.
- Ensayo E: Base P Satinada fabricada en planta, con un aditivo que mejora la compatibilidad entre base y concentrados de color.

Ensayo	Fórmula	Componentes	Lugar de fabricación	Breve descripción
A	Base P Satinada	Específicos tinting	Planta	Base P actual
B	Base P Satinada	Específicos tinting	Laboratorio	Base P estándar de laboratorio
C	ReadyMix Satinado	Propios de ReadyMix	Planta	ReadyMix actual
D	ReadyMix Satinado	Específicos tinting	Laboratorio	ReadyMix con resina y pigmento de Base P
E	Base P Satinada + aditivo	Específicos tinting	Planta; aditivo agregado en lab.	Base P aditivada

Tabla 9 – Ensayos de Bases Satinadas (fuente: elaboración propia)

Se seleccionó un color por combinación de los concentrados azul y magenta para preparar con cada ensayo, dado que fueron confirmados como los que mayor sensibilidad presentan ante problemas de compatibilidad.

Luego, se siguió el procedimiento para el control de color: se realizó un extendido de 150 µm húmedo de los productos entintados sobre papel barnizado blanco y se los secó en forma acelerada mediante un oreo de treinta minutos al aire y luego media hora dentro de una estufa a 70°C.

A los cinco minutos de oreo, se realizó el ensayo de rub out. Éste consiste en frotar la pintura en forma circular, ejerciendo un esfuerzo de corte, en una zona pequeña del extendido. En el caso que surja un tono o intensidad diferenciada en la zona de frote, se está ante un defecto de flooding o separación horizontal debido a la floculación de la pigmentación, ocasionando que se “hunda” en el espesor de la capa de pintura.

A continuación, se realizó la medición de color con un espectrofotómetro DataColor SF600¹⁰. Como referencia de color, se cargó en el equipo la lectura del color del muestrario.

Los resultados obtenidos fueron:

Ensayo	Rub out	PT (%)	DE	DL	Da	Db	DC	Dh
A	mucho	73,81	5,98	3,26	1,93	4,63	-4,80	1,44
B	bastante	90,71	3,43	1,16	1,16	3,01	-3,13	0,77
C	apenas	94,49	1,22	0,56	-0,71	0,81	-0,67	-0,85
D	apenas	110,40	1,45	-1,11	-0,94	0,05	0,12	-0,93
E	poco	99,95	1,03	-0,09	-0,64	0,80	-0,67	-0,77

Tabla 10 – Resultados de ensayos de Bases Satinadas (fuente: elaboración propia)

La interpretación de las variables es:

- PT es el poder de teñido y es una medición de la intensidad del color. El valor ideal es 100%.
- DE es la variación de color. Es la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de DL, Da y Db. El valor ideal para esta variable, al igual que para todas las siguientes, es cero.
- DL es la variación en la claridad. Un valor positivo de DL significa que el color medido es más claro que el de referencia.
- Da es la variación rojo-verde del color. Un valor positivo en Da significa que la muestra es más rojiza (o menos verdosa) que el color de referencia.
- Db es la variación amarillo-azul del color. Un valor positivo en Db significa que el color medido es más amarillento (o menos azulado) que el de referencia.
- DC es la variación de la saturación del color. Un valor positivo significa que el color está más saturado que el muestra de referencia.
- Dh es la variación en el tono y es la coordenada angular.

De los resultados obtenidos se pudo deducir que:

- Ensayo A: era el ensayo que reflejaba la situación actual de la línea. El importante rub out se reflejó en un bajo poder de teñido y altos valores de variación de color.
- Ensayo B: se verificó que los problemas de compatibilidad de color son propios de la fórmula y no generados por el proceso de fabricación. Tanto este ensayo como el A presentaron severos problemas de rub out, si bien parecen menos exagerados en la reproducción en laboratorio.
- Ensayo C: se destacó que la reproducción del color presenta un rub out mínimo, dando indicios de que los componentes de este producto tienen buena compatibilidad con los concentrados de color. En cuanto al poder de teñido y variaciones de color, no se les otorgó especial importancia dado que la concentración de pigmentación blanca no había sido ajustada.

¹⁰ Para una descripción más amplia, ver Apéndice 2 – Espectrofotometría de color.

- Ensayo D: llamaron la atención los resultados de este ensayo: el mínimo rub out y el alto poder de teñido. El primero indica que el problema actual de la Base P no se debe a la resina específica y al pigmento blanco utilizado sino a alguno de los otros componentes (o combinación de ellos) de la fórmula. El resultado respecto del poder de teñido confirmó que el pigmento utilizado en la Base P tiene menor poder cubritivo que al de uso mayoritario: un mayor poder de teñido del ensayo significa que el color es más intenso porque la pigmentación blanca es menos eficiente.
- Ensayo E: el agregado de un aditivo específico para la mejora de compatibilidad resultó efectivo. El rub out siguió presente pero en menor medida que en el ensayo A, el poder de teñido se aproximó a 100% y las variaciones de color disminuyeron. El uso exclusivo de este aditivo sólo respondería a la falencia en la reproducción de color, por lo tanto no se lo tomó como solución al proyecto. Sin embargo, se identifica a este aditivo como una posible herramienta para alcanzar los objetivos.

Por lo tanto, se determinó que la resina de uso mayoritario era compatible con los tinters y que la mezcla de aditivos de la fórmula actual no era adecuada. La segunda conclusión resultó crucial para encarar la eliminación del uso de nonilfenol etoxilado debido a que el Ensayo C no contaba con este aditivo y resultó en uno de los menores rub outs.

Bases Tinting Mate

En forma equivalente a la Bases Satinadas, se realizaron ensayos comparando la Base P Mate y el ReadyMix Mate. Estos ensayos tienen carácter comprobatorio de los resultados obtenidos para los productos satinados dado que las materias primas involucradas en ambos casos son prácticamente las mismas.

Debido a una repentina escasez de recursos a esta altura del proyecto, y teniendo en cuenta las consideraciones recién descriptas, se racionalizaron los ensayos a aquellos más representativos y que, además, requerían menor tiempo de preparación.

Los ensayos realizados fueron:

Ensayo	Fórmula	Componentes	Lugar de fabricación	Breve descripción
F	Base P Mate	Específicos tinting	Planta	Base P actual
G	ReadyMix Mate	Propios de ReadyMix	Planta	ReadyMix actual
H	Base P Mate + aditivo	Específicos tinting	Planta; aditivo agregado en lab.	Base P aditivada

Tabla 11 – Ensayos de Bases Mate (fuente: elaboración propia)

Ensayo	Rub out	PT (%)	DE
F	mucho	75,67	5,78
G	nada	93,43	1,32
H	poco	98,35	0,94

Tabla 12 – Resultados de ensayos de Bases Mate (fuente: elaboración propia)

Los resultados avalaron los obtenidos anteriormente:

- Ensayo F: la Base P Mate presenta problemas de compatibilidad a través de un marcado rub out y sus consecuencias en un bajo poder de teñido y alta variación de color.
- Ensayo G: el ReadyMix Mate no presenta problemas de compatibilidad con los tinters, evidenciado por la ausencia de rub out. El bajo poder de teñido se debe a que el contenido de dióxido de titanio no fue ajustado.
- Ensayo H: el aditivo es efectivo también en la línea mate.

6.2 Reformulación en laboratorio

Una vez que se determinó que la resina de uso mayoritario era adecuada para la línea de productos tintométricos, se comenzó la reformulación con la condición de utilizar los intermediarios o bases líquidas disponibles.

Las bases tienen la característica de estar todas formuladas con la resina de uso mayoritario, utilizando aguarrás como único solvente, y sin contenido de secantes para favorecer su estabilidad. Las bases disponibles son:

- base blanca: un concentrado al 60% de dióxido de titanio con mayor poder cubriente que el utilizado en la línea tintométrica.
- base de carbonato de calcio al 60%. Disminuye el brillo de la película al generar irregularidad en la superficie.
- base de talco al 60%. Otorga efecto mateante y también efecto barrera dado que las partículas son de forma alargada y se interponen en el camino de la migración de humedad dentro de la película.
- base al 35% de diatomita. La diatomita o tierra de diatomeas es una roca sedimentaria de origen orgánico, resultado de la acumulación de algas fósiles. Tiene la capacidad de actuar como agente mateante, extendedor de pigmento¹¹, otorgar tenacidad a la película de pintura y dar propiedades de lijabilidad.
- base de agente mateante al 18%. Se trata de un dióxido de silicio sintético y amorfo, de tamaño de partícula muy pequeño y alta porosidad. Los agentes mateantes se diferencian de las cargas en que migran a la superficie, permitiendo que menores dosificaciones logren el mismo efecto mateante.

Todas estas bases cuentan con un plan de inspección para su aprobación, debiéndose realizar los ajustes que correspondan para que las fabricaciones queden dentro de los rangos especificados.

¹¹ Extendedor de pigmento es aquel material que, con un costo marcadamente inferior, tiene algunas características que “alargan” o “extienden” al pigmento.

En el caso particular de la base blanca, si el valor de poder de teñido se encuentra dentro del rango 90-110%, se le otorga un factor en lugar de continuar con su ajuste. El factor se calcula como:

$$\text{Factor} = \frac{\text{Poder de teñido (\%)}}{100}$$

Al seguir una Orden de Proceso en que se utiliza esta base, la cantidad demandada de la misma es corregida por el factor: si la base tiene un poder de teñido de 90% significa que cubre un 10% más que la base estándar y por lo tanto debe utilizarse 10% menos de base, que se corresponde con un factor de 0,9.

Bases Tinting Satinadas

Se comenzaron los trabajos de reformulación con la Base P Satinada, para extenderlos al resto de la línea Satinada y luego trabajar sobre la línea Mate.

Como punto de partida se utilizaron las siguientes fórmulas:

- ReadyMix Satinado, a partir de intermediarios líquidos.
- la Base P Satinada, por dispersión directa.

Se formuló un primer ensayo utilizando intermediarios líquidos, manteniendo la concentración de cargas de la Base P y reduciendo el contenido de dióxido de titanio en aproximadamente un 15% debido al mayor poder cubriente del pigmento blanco de uso mayoritario. Además, se eliminaron todos los aditivos de las líneas tintométricas y sólo se mantuvieron los secantes, dispersante y anticapa.

Base P Satinada	
Por dispersión directa	Ensayo vía intermediarios
Resina	
Específica	Uso mayoritario
Dióxido de titanio	
Específico, 17% en fórmula.	Uso mayoritario, 14% en fórmula (reducción del 15%), utilizando 23,3% en fórmula de base blanca al 60%
Cargas	
Carbonato de calcio, 35% en fórmula.	Carbonato de calcio micronizado, 35% en fórmula, utilizando 58,3% en fórmula de base de CaCO ₃ al 60%.

Tabla 13 – Criterios de formulación para Base P Satinada (fuente: elaboración propia)

Los resultados obtenidos fueron:

- sin rub out al incorporar pigmento azul, indicando que no presenta incompatibilidad con este concentrado.

- poder de teñido del 109%. Esto significó que la reducción de dióxido de titanio fue excesiva y debía ser ajustada.
- otros parámetros fueron medidos: peso específico (p.e.), viscosidad, brillo, secado, nivelación antes y después de la dosificación de concentrado.

Con dichos resultados, se prepararon nuevos ensayos ajustando los parámetros. A medida que los mismos eran realizados y al alcanzar la fórmula final, se observó que:

- se mantuvo la ausencia de rub out al realizar el control con concentrado azul.
- el peso específico (p.e.) de la nueva formulación era más bajo que el de la formulación vía dispersión. Esto tiene un efecto positivo en el cálculo de costos debido a que la fabricación de pinturas se realiza en masa pero la venta es por volumen. Para un mismo costo por kg, un menor peso específico resulta en un menor costo por litro:

$$\text{costo/volumen} = \text{costo/masa} \cdot \text{p.e.}$$
- para lograr alcanzar el brillo deseado, fue necesario incorporar la base de agente mateante debido a características de la nueva resina. No se pudo alcanzar el brillo deseado utilizando sólo carbonato de calcio porque, junto con sus propiedades mateantes, también otorga características de permeabilidad que, superado un límite, disminuye la capacidad protectora de la pintura.
- la nivelación previa a la dosificación de concentrados no sufrió cambios de una formulación a la otra. Sin embargo, se notó una mejora importante en la nivelación luego de la incorporación de concentrado.

Cuando se obtuvo la fórmula para la Base P Satinada, se preparó un piloto en laboratorio de 10 litros para la preparación de ocho opciones de la carta de colores que cubrieran lo mejor posible la oferta completa. Como referencia, se prepararon en paralelo los mismos colores utilizando Base P vía dispersión fabricada en planta.

Los resultados fueron que en todos los casos, la reproducción de color era más exacta con la nueva formulación. En la gama problemática de azules y violáceos, persistía un ligero rub out que difícilmente representarían un reclamo de cliente.

Una vez definida la fórmula para la Base P, la reformulación de las otras tres bases fue allanada por la extrapolación de los criterios de formulación de la primera base.

Bases Tinting Mate

El estudio de las Bases Tinting Mate fue equivalente al realizado anteriormente. Se comenzó por la reformulación de la Base P y se consideraron los criterios establecidos durante la reformulación de las Bases Satinadas.

En el caso de las Bases Mate, las cargas involucradas son otras debido al menor brillo que debe alcanzarse. La generación del primer ensayo de la serie se definió con los siguientes criterios:

Base P Mate	
Por dispersión directa	Ensayo vía intermediarios
Resina	
Específica	Uso mayoritario
Dióxido de titanio	
Específico, 15% en fórmula.	Uso mayoritario, 13,8% en fórmula (reducción del 8% según lo resultante en bases satinadas), utilizando 23% en fórmula de base blanca al 60%
Cargas	
Carbonato de calcio, 32% en fórmula.	Carbonato de calcio malla 325, 32% en fórmula, utilizando 45,7% en fórmula de base de CaCO ₃ al 70%.
Talco, 6% en fórmula.	Talco, 6% en fórmula, Utilizando 10% en fórmula de base de talco al 60%.
Diatomita, 2,5% en fórmula.	Diatomita, 2,5% en fórmula, utilizando 7% en fórmula de base de diatomita al 35%.

Tabla 14 – Criterios de formulación para Base P Mate (fuente: elaboración propia)

Una vez caracterizado el ensayo en todas sus propiedades, se procedió a realizar el ajuste de la fórmula. Aquí se observaron las mismas mejoras que en el caso de las Satinadas en lo referido a la compatibilidad con los tinters, nivelación luego del agregado de de los mismos y la disminución del peso específico.

Luego, se realizó la reformulación del resto de la línea tintométrica mate.

6.3 Lotes piloto

Se realizaron ocho lotes pilotos, uno por producto. En todos los casos, se utilizó una tanqueta de 1.000 litros y se emitió una orden de fabricación por 800 litros. La finalidad de estos lotes era preparar las fórmulas en una escala intermedia con tres objetivos:

- transmitir al personal de Planta las modificaciones,
- identificar posibles obstáculos, y
- verificar las fórmulas, realizando los ajustes necesarios.

El personal involucrado en la fabricación de esta línea tomó los cambios en forma positiva, dado que facilita la fabricación principalmente al dejar de tener que trabajar con la resina específica y la resina minoritaria agregada como aditivo, que implica serios inconvenientes en sus bombeos.

En cuanto a los obstáculos, en el trabajo en tanqueta no se pudieron identificar aquellos que puedan surgir en las fabricaciones en de 5.000 y 10.000 litros debido a que el sistema de dosificación de bases utilizado fue el correspondiente a pequeños volúmenes. Éste consiste en una estación con picos dosificadores de las distintas bases. Se ubica la tanqueta en la estación y por medio de un controlador lógico programable (PLC) se realiza la carga. Luego la tanqueta se traslada con un motoelevador hasta un agitador y se realiza la homogenización.

Sin embargo, pudo detectarse una oportunidad de mejora respecto a la base de agente mateante. Previo al presente trabajo, la base mateante se utilizaba sólo para la fabricación de un barniz satinado y por lo tanto se la fabricaba por demanda, su utilización era inmediata y era dosificada en caliente¹². Para la realización de los lotes experimentales, en cambio, se fabricó un lote de esta base y se la almacenó. Al hacer uso de ella, se observó que la viscosidad de la base aumentaba significativamente al enfriarse. Si bien los lotes experimentales pudieron ser completados al someter la base a una nueva agitación para que tomara temperatura y bajara su viscosidad, surgió la necesidad de reformularla para asegurar que la misma pueda ser bombeada cuando se la almacene en un tanque destinado a tal fin.

La reformulación consistió sencillamente en disminuir el contenido de agente mateante de 18 a 16% mediante el agregado de resina. Con ensayos en laboratorio se confirmó que esta disminución de concentración era suficiente para modificar la reología de la base y que a temperatura ambiente tuviera una viscosidad adecuada para su bombeo.

Esto implicó la reformulación del barniz satinado en que se utilizaba previo a este trabajo y también la reformulación de las cuatro bases tinting satinadas. En todos los casos, se disminuyó la resina de adelgazado en la proporción adecuada en función de la participación de la base mateante.

Por último, la verificación de fórmulas consistió en ampliar los ensayos funcionales realizados en la etapa de reformulación en laboratorio. Para ello, se solicitó que se envasara el producto en la capacidad de un litro y se separaron veinticinco latas de cada base. También se separó la misma cantidad de latas de producto fabricado según la fórmula vía dispersión directa.

Se tomaron los ocho colores seleccionados en la etapa anterior y se agregaron otros doce colores y se los realizó con ambas bases. En todos los casos se observó que la reproducción de colores era más exacta con la nueva base. Se detectó que se mantenía una leve incompatibilidad en la gama de los azules / violáceos en las bases satinadas, especialmente cuando la concentración de dichos concentrados era elevada. Sin embargo, estos desvíos no representarían reclamos de clientes por ser lo suficientemente pequeños.

De todas formas, se utilizaron las cinco latas restantes de cada base satinada para probar el efecto del agregado del aditivo utilizado en los Ensayos E y H de compatibilidad. Se

¹² El proceso de dispersión habitualmente va acompañado de un aumento de la temperatura generado por el rozamiento entre las partículas.

observó que prácticamente eliminó el desvío. La utilización de este aditivo quedará supeditada al efecto en los costos de materias primas, a analizar en el Capítulo 8.

6.4 Primeras fabricaciones

Una vez completados los lotes experimentales de las bases tinting satinadas, y al mismo tiempo que se continuaba con lotes piloto de las bases mate, se comenzaron las primeras fabricaciones de base satinadas en el volumen normal de fabricación: 5.000 y 10.000 litros.

En esta etapa se realizó la medición de los BCT de la primera fabricación de cada producto:

Tinting Satinado	BCT (horas)
Base P	4,15
Base M	4,54
Base F	4,22
Base T	3,98
Promedio	4,22

Tabla 15 – BCT de primeras fabricaciones (fuente: elaboración propia)

En el seguimiento se realizaron las siguientes observaciones:

- los valores obtenidos de BCT sugerían que se alcanzó el objetivo establecido en 5 horas para las nuevas fórmulas.
- es crítica la utilización del factor de la base blanca para lograr que el producto se obtenga Right First Time (RFT).
- la base de agente mateante no cuenta con un tanque para su almacenamiento y bombeo, por lo tanto debe ser manejada por medio de tanquetas. Si la misma pudiera ser almacenada en un tanque, el BCT se reduciría aproximadamente media hora.

6.5 El cambio de cultura

La implementación exitosa del proyecto implicó un cambio en el paradigma de fabricación de las bases tintométricas.

Tradicionalmente, la producción de productos tintométricos era de carácter artesanal, aún dentro de una planta altamente automatizada: personal especializado, correcciones y ajustes de fórmula sin registro de las mismas, metodología de trabajo no explicitada (ni por Procedimientos ni como Instrucciones en la Orden de Proceso).

El nuevo proceso significó la alineación de los criterios de fabricación a los vigentes para el resto de los productos: homogenización de materias primas, utilización de intermediarios líquidos de uso general, procesos estandarizados y registro de ajustes.

La situación encontrada

En el Capítulo 3 se identificaron los problemas de los distintos Clientes y sus requerimientos, y en el Capítulo 6 se realizó una propuesta que respondía a todos ellos. Siendo que todos los sectores involucrados se veían beneficiados por el proyecto, se estimó que no se encontrarían mayores resistencias.

De todas formas, teniendo presente que la desinformación es una importante causa para la incomprensión de los objetivos, desconocimiento del estado de avance, desmotivación y falta de colaboración, se buscó asegurar una buena comunicación entre todas las partes.

Para ello se realizaron reuniones mensuales con los responsables de todos los sectores involucrados con el fin generar un espacio para la discusión y alcance de consenso en aspectos específicos del proyecto. En ocasiones se invitaron otros sectores para que asesoraran en aspectos específicos, como por ejemplo Ingeniería, Planificación, Compras.

Dichas reuniones fueron complementadas con reuniones informativas a personal de Planta, en las cuales se explicaron las modificaciones realizadas y los beneficios que se esperaban.

Sin embargo, pudieron identificarse dos tipos de obstáculos:

- la inercia, y
- la resistencia.

La inercia

La inercia se hizo evidente al considerar que:

- la tecnología para realizar estas mejoras estaba disponible desde hacía varios años.
- la fabricación vía intermediarios de bases tinting se encontraba implementada en las plantas de la empresa de Uruguay y Brasil desde hace al menos cinco años.
- si bien desde 2006 se planteaba la necesidad de resolver algunos de los problemas identificados, el proyecto siempre quedaba postergado.

La resistencia

En forma inesperada, se encontró resistencia a nivel de supervisión de planta al comenzar con los lotes piloto. Ésta se evidenció a través del descontento generado por la necesidad de contar con el factor de la Base Blanca para permitir que las fabricaciones resulten RFT y el BCT total sea el menor posible (al no haber necesidad de realizar ajustes).

En cambio, no se detectaron resistencias entre los operarios, aún en aquellos que perderían su status informal de operarios especializados. Se lo atribuyó a las reuniones informativas específicas para personal de planta, que fueron muy bien recibidas y plantearon una dinámica muy colaborativa al momento de realizar los lotes experimentales y primeras fabricaciones.

Análisis de la situación

Si bien la supervisión valoró las ventajas del proyecto, el nuevo proceso reveló que el factor de la Base Blanca habitualmente no era considerado, exponiendo un incumplimiento de procedimiento.

Previo a la implementación de este proyecto, la Base Blanca participaba en productos cuyo control de poder de teñido era indirecto, a través del color o el poder cubritivo, resultando bastante estable ante variaciones en el factor. Por este motivo es que la falta de determinación de factor de la Base Blanca pasaba desapercibido.

En el caso de las bases tintométricas, se realiza el control de poder de teñido y con un rango angosto de aprobación, haciéndolo muy sensible a las variaciones en el factor de la Base Blanca. Considerando que el factor de la Base Blanca tiene valores habituales entre 0,9 y 1,1 (que se corresponden con poderes de teñido de 90 y 110%) y que el rango de aprobación de las bases tintométricas es de 98-102%, queda claro que es crítica la determinación del factor.

Los supervisores explicaron que se cuenta con dos tanques de almacenamiento, en los cuales se pueden almacenar hasta tres lotes de Base Blanca. Para que el factor sea representativo, el mismo debe obtenerse homogenizando los tanques y extrayendo una muestra para la determinación del factor en laboratorio. Esto implica tener una secuencia de llenado y uso de los tanques cuando en realidad se los utiliza en forma indiscriminada, tanto para el llenado como para el uso.

Acciones

En primer lugar se realizó una reunión exclusivamente con los supervisores para explicar detalladamente la criticidad de contar con el factor de la Base Blanca y cómo la falta de determinación del mismo resultaría en un probable ajuste de poder de teñido.

Se planteó que un BCT estimado de 5 horas y su control de calidad resultaban en un lote disponible para envasado en menos de un turno. En cambio, ante el uso de la Base Blanca sin factor, el lote probablemente llevaría un ajuste llevando el BCT total a un valor cercano a las 16 horas debido a los recontroles, los ajustes y los tiempos muertos.

En una reunión de trabajo posterior, con representantes de distintos sectores, surgió la propuesta de llevar un seguimiento de la carga de los tanques de almacenamiento de la Base Blanca. La misma consistía en disponer de un sector del pizarrón de novedades en la Oficina de Supervisores con información sobre los tanques de almacenamiento de Base Blanca en forma gráfica: dos tanques con su identificación, indicando cuál está en proceso de llenado y cuál en uso, con su factor. En la Figura 5 se presenta un esquema:

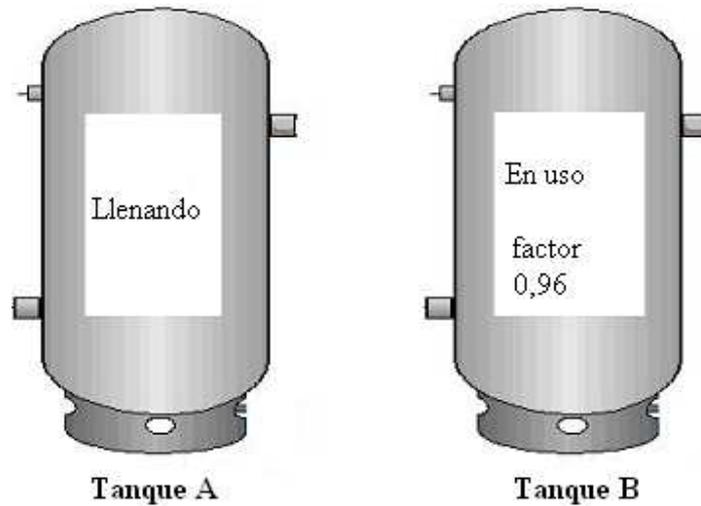


Figura 5 – Seguimiento de tanques (fuente: elaboración propia)

También surgió la necesidad de rápida respuesta por parte el Laboratorio de Control de Producto Terminado ante el ingreso de una muestra de Base Blanca para determinación de factor.

Además se propuso agregar en la Orden de Proceso una instrucción específica respecto de la obligatoriedad de uso del factor.

Los propios supervisores tomaron la responsabilidad de comunicar la nueva metodología a los operarios involucrados en la fabricación y uso de la Base Blanca.

Efectividad

Las acciones propuestas fueron implementadas:

- se modificaron las Órdenes de Proceso,
- se dispuso del gráfico de seguimiento en la pizarra de Supervisión,
- se clasificó como prioritario el ensayo de determinación de factor de Base Blanca al ingresar al Laboratorio de Control.

La efectividad de las acciones fue medida a través del índice RFT. El valor de referencia era 54%, correspondiente al RFT promedio para la línea de productos tintométricos antes de la implementación del proyecto.

Luego de la implementación del proyecto y las acciones enumeradas, el RFT para las primeras diez fabricaciones resultó del 90%, y el valor inicial de poder de teñido para el lote con ajuste fue de 96% (frente al rango de aprobación de 98-102%).

Sin embargo, las quince fabricaciones siguientes tuvieron un RFT promedio de 67%. Además, los valores iniciales de los lotes fuera de especificación fueron más alejados del objetivo.

Esto demuestra que la efectividad de las acciones no es la que podría alcanzar y ha imperado el hábito de no medir el factor. El Químico Formulador actualmente a cargo de la línea ha comenzado un seguimiento en planta para detectar las causas raíz por las cuales no han sido exitosas las acciones. Sin la información objetiva de este análisis no es procedente aventurar acciones correctivas o de mejora.

Resultados obtenidos

Capítulo 7 – Control

Implementado el proyecto en marzo de 2010, se registraron datos de las fabricaciones realizadas hasta julio del mismo año con el objetivo de estudiar la evolución de los métricos definidos en el Capítulo 3 y verificar el cumplimiento de los objetivos planteados.

7.1 Producción

Los datos obtenidos para el tiempo de ciclo de las líneas de bases tintométricas satinadas y mate se representan en el Gráfico 9, en el que puede observarse que se pasó de un tiempo de ciclo promedio de 24,98 horas a un nuevo tiempo de ciclo promedio de 4,32 horas.

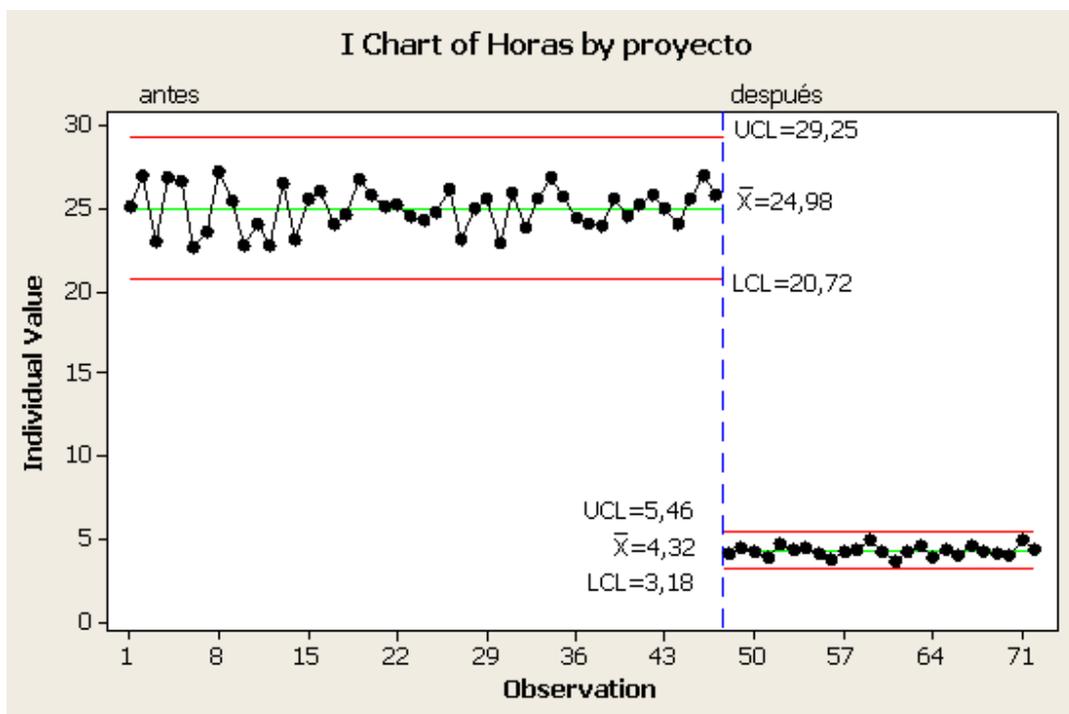


Gráfico 9 – Chart para BCT antes y después del proyecto
(fuente: elaboración propia en base a datos obtenidos del sistema de gestión)

Para analizar si se cumplió con el objetivo propuesto de bajar de 25 horas a un nuevo valor menor a 5 horas para el tiempo de ciclo, se utilizó el two sample t-test que permite evaluar si la media de dos poblaciones es diferente por una cantidad específica.

Para la aplicación de esta prueba, las muestras cumplen las condiciones de responder a distribuciones normales y ser independientes entre sí:

- en el punto 5.2 se analizó la situación previa a la implementación, no rechazándose la hipótesis nula de distribución normal.

- en el caso de los datos correspondientes a la situación posterior, en el Gráfico 8 puede observarse el histograma correspondiente y el valor P de 0,936 que permite no rechazar la hipótesis nula que propone que la distribución es normal.

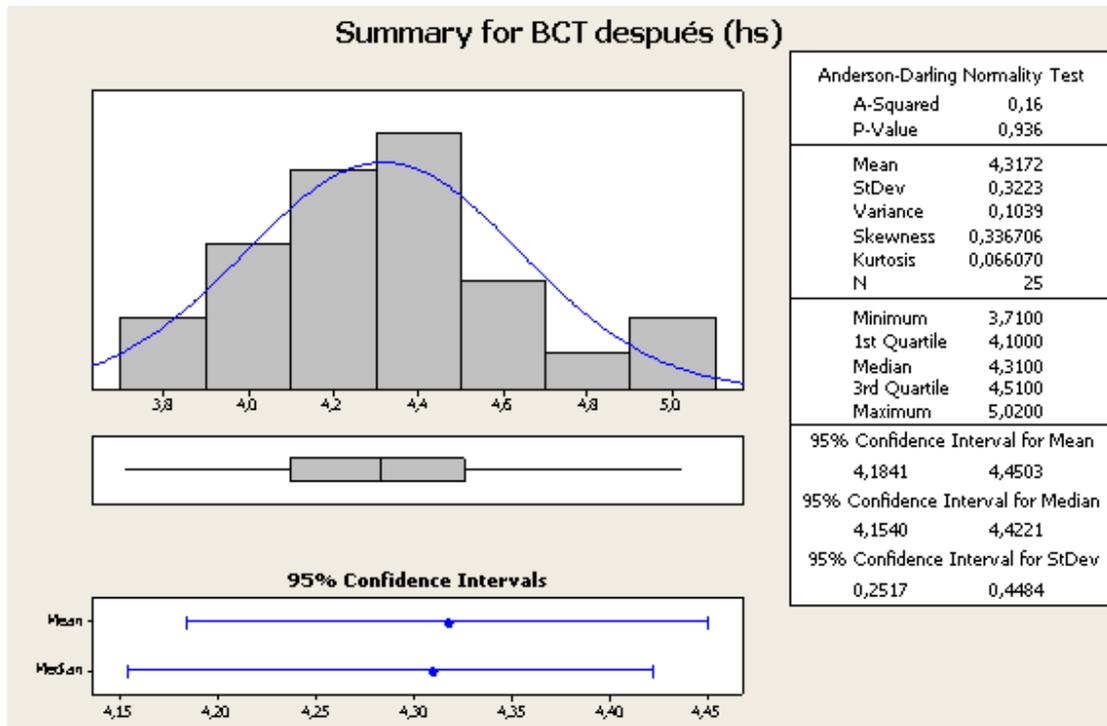


Gráfico 10 – Summary para BCT después del proyecto
(fuente: elaboración propia en base a datos obtenidos del sistema de gestión)

Verificadas las condiciones de aplicación de la prueba, se utilizó el two-sample t-test¹³. A continuación se presentan los datos entregados por el programa Minitab 15:

Two-sample T for BCT antes (hs) vs BCT después (hs)

	N	Mean	StDev	SE Mean
BCT antes (hs)	47	24,98	1,28	0,19
BCT después (hs)	25	4,317	0,322	0,064

Difference = mu (BCT antes (hs)) - mu (BCT después (hs))

Estimate for difference: 20,667

95% lower bound for difference: 20,336

T-Test of difference = 20 (vs >): T-Value = 3,37 P-Value = 0,001 DF = 56

Se puede considerar que el objetivo fue alcanzado dado que se estima que la diferencia entre de media entre las muestras es de 20,336 horas.

¹³ La prueba two-sample t-test toma las muestras de dos poblaciones y plantea la hipótesis nula de que las dos muestras pertenecen a la misma población. Tomando un intervalo de confianza del 95%, cualquier valor P por encima de 0,05 implica rechazar la H_0 y, por lo tanto, las muestras corresponden a distintas poblaciones.

Una representación gráfica del resultado puede observarse en el Gráfico 11.

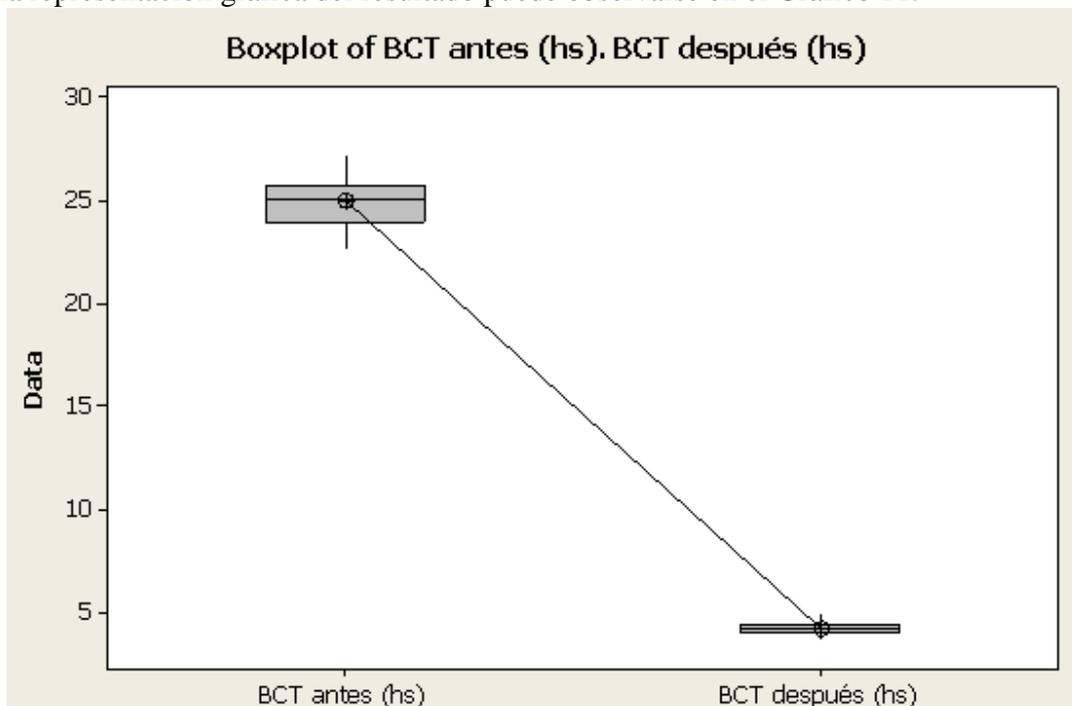


Gráfico 11 – Boxplot para BCT antes y después del proyecto
(fuente: elaboración propia en base a datos obtenidos del sistema de gestión)

7.2 Reclamos de clientes

Se analizaron los reclamos posteriores a la implementación del proyecto. Dado que el cambio de fórmula fue implementado en marzo de 2010, al analizar la Base de Reclamos, se consideraron aquellos correspondientes a lotes posteriores a la implementación. En forma equivalente, el volumen considerado es aquel fabricado con las nuevas fórmulas.

Los resultados son:

	Reclamos	Litros	Índice reclamos / 100.000 l
Bases tinting	12	146.000	8
Deco	445	14.500.000	3

Tabla 16 – Incidencia de reclamos de clientes después del proyecto
(fuente: elaboración propia en base a datos obtenidos de la Base de Reclamos y Ventas)

Los reclamos para la línea de bases tinting satinada y mate disminuyeron de 35 a 8 reclamos cada 100.000 litros vendidos, mientras que los reclamos correspondientes a la línea Decorativa aumentaron de 2,76 a 3,07 reclamos cada 100.000 litros vendidos¹⁴.

La mejora en el valor del índice se debe principalmente a la disminución de reclamos por problemas de diferencia de color. Como puede verse en la Tabla 17, previo a la implementación del proyecto, los reclamos por diferencia de color representaban 19 reclamos cada 100.000 litros vendidos o el 56% de los reclamos. Luego de la implementación, sólo 2 reclamos cada 100.000 litros se deben a problemas en color.

	Motivo de Reclamos	Reclamos (unidades)	Volumen (litros)	Índice (reclamos/10 ⁵ litros)	Porcentaje
Antes del proyecto	Diferencia de color	59	305000	19	56%
	Otros motivos	47		16	44%
Después del proyecto	Diferencia de color	3	146000	2	25%
	Otros motivos	9		6	75%

Tabla 17 – Reclamos por diferencia de color antes y después del proyecto
(fuente: elaboración propia en base a datos obtenidos de la Base de Reclamos y Ventas)

El índice para las bases satinadas tinting satinadas y mate disminuye de 35 a 8 reclamos cada 100.000 litros debido a que la reformulación tuvo impacto positivo también en otros aspectos como:

- viscosidad: los reclamos por alta viscosidad se debían a un aumento de la misma luego del agregado de los tinters, consecuencia de la incompatibilidad.
- capa: se debía una práctica no estandarizada en la incorporación del agente anticapa. A partir de la reformulación, el mismo es siempre agregado previo al envasado, disminuyendo su pérdida por evaporación.

7.3 Seguridad y sustentabilidad

El proyecto se encuentra alineado con la política de Seguridad y Sustentabilidad al realizar los siguientes aportes:

- las nuevas formulaciones no cuentan con nonil fenol etoxilado, la materia prima objetada por sus efectos contraproducentes como disruptor endócrino. La buena compatibilidad inherente de la resina de uso mayoritario con los tinters permitió la eliminación de aditivos, entre ellos el nonil fenol etoxilado.
- las mermas se vieron reducidas de 2,5 a 1% del volumen fabricado. Esta reducción está asociada a la disminución de la generación de residuos dado que mayormente se debe a purgas de cañerías.

¹⁴ El aumento del índice general para el negocio se debió a problemas en la línea de envasado en los productos al látex.

- el reemplazo del dióxido de titanio específico por el de uso mayoritario aporta a la seguridad porque el primero implicaba la carga manual de bolsas de 25 kg mientras que el segundo pigmento es provisto en bolsones de 1.000 kg que son cargados a través de guinche y tolva.

Capítulo 8 – Evaluación económico-financiera

El análisis financiero de este proyecto se encara desde el punto de vista incremental o marginal: no implica inversiones en activos fijos ya que utiliza los equipos disponibles en planta. Pero exige erogaciones de mano de obra especializada para el diagnóstico, diseño, implementación y control del nuevo proceso.

Los beneficios del proyecto son de distinta índole:

- cualitativos: mejoras en aspectos de Seguridad y Sustentabilidad y de la Calidad percibida por el cliente.
- cuantitativos: ahorros por reducción de costos de materias primas, disminución de mermas y menor frecuencia en paradas no programadas para reparación de equipos.

Además, se genera una liberación de horas de equipo, las cuales serán valuadas según el beneficio económico potencial que representa.

8.1 Consideraciones generales

Para la evaluación del proyecto, se tomaron las siguientes premisas:

- se omitió ponderar la incidencia impositiva: se trata de una mejora en un proceso que alimenta a una línea de venta existente.
- por análoga razón no se ahondó en el pronóstico de Ventas, ya que las mismas vienen dadas en el presupuesto de la empresa, y se las considera dato a los fines de este proyecto, radicado en el área industrial.
- dentro de la filosofía JIT y la política de stocks, se asumió volumen de fabricación idéntico al plan de ventas.
- en cuanto a los costos de producción, se computaron solamente los cambios incrementales en los mismos.

El criterio de evaluación de proyectos en la empresa es que el mismo se repague en un período de dos años desde su implementación. En el caso de tratarse de un proyecto en etapas, se contempla que extiende el horizonte de evaluación hasta dos años desde la última etapa de implementación.

8.2 Costos del proyecto

Los costos del proyecto se desglosan a continuación:

Inversiones en bienes de uso

El proyecto no requirió inversiones en bienes de uso.

Inversiones en capital de trabajo

La implementación del proyecto implicó un cambio en la composición de la cartera de materias primas pero sin afectar su valor neto. Por lo tanto, esta inversión resultó nula.

Costos de Investigación y Desarrollo

Los mismos fueron abiertos en los siguientes conceptos:

Investigación

Estos costos se consideraron nulos dado que se trata de un proceso conceptualmente bien comprendido.

Desarrollo

El trabajo descrito en los Capítulos 5 y 6 requirió de mano de obra (MdO) de tres tipos:

- Químico Formulador, profesional, abocado a la reformulación, análisis de resultados en calidad y costos.
- Técnico Químico, técnico secundario, dedicado a la reproducción de fórmulas en laboratorio y seguimiento de producciones en planta.
- Operario, secundario o técnico secundario.

Además implicó el consumo de materiales para la reproducción de ensayos en laboratorio. No fueron computados los costos de utilización de equipos de laboratorio y de planta según las prácticas de la empresa.

Costos de puesta en marcha

Se contemplaron los inevitables costos iniciales, no deseados, asociados a la puesta en marcha de un proceso productivo distinto al anterior. Tratándose de metodologías básicas bien entendidas y equipo productivo existente, tales costos se reducen rápidamente y se extinguen en cuestión de un par de trimestres.

8.3 Beneficios cuantitativos

Los ahorros en el proyecto se originan en reducción de costos en concepto de:

- materias primas.
- mermas.
- reparaciones.

A continuación se detalla cada uno de ellos.

Reducción de costos de materias primas

Por parte de las materias primas, se logró una disminución de costos debido a que:

- la resina de uso mayoritario es 19%, que ahora se emplea, es más económica que la resina específica de uso anterior.

- el dióxido de titanio, tanto el específico como el de uso general, tienen precios similares. Sin embargo, el segundo tiene mayor poder cubritivo y se requiere 8% menos de concentración para alcanzar el mismo poder de teñido.
- el costo promedio de los aditivos propuestos en la nueva formulación es 25% menor que los utilizados en la fórmula vía dispersión directa.
- los pesos específicos de las nuevas fórmulas resultaron entre 3 y 10% más bajos que los pesos específicos originales: se fabrica (se costea) masa pero se venden (se facturan) litros.

Se determinó el factor en 33,44 US\$/1.000 litros en función de los cálculos para el año 2009: una disminución de costos de US\$ 10.200 para un volumen de 305.000 litros.

Se analizó entonces la incorporación del aditivo que elimina la leve incompatibilidad todavía presente en las bases tintométricas satinadas cuando son combinadas con concentrado azul.

De acuerdo a la dosificación necesaria del aditivo y el volumen fabricado, el consumo del mismo sería de 2.400 kg anuales, equivalentes a 60.000 US\$/año dado que su costo ronda los 25 US\$/kg.

Dado que el uso del aditivo transformaría un ahorro de US\$ 10.200 a un sobrecosto de US\$ 49800, se decidió no utilizarlo y asumir los reclamos que pudieran derivar de la incompatibilidad persistente.

Reducción de mermas

Las mermas disminuyeron de un 2,5 a 1,5% debido al cambio en el proceso de fabricación. Para un lote de 5.000 litros por dispersión directa se realizaban dos bombeos de dispersión (cuatro en el caso que el volumen fuera de 10.000). Como los mismos estaban separados por un lapso de varias horas, las cañerías debían ser purgadas para su utilización entre bombeos. Al utilizar intermediarios líquidos, se evitan dichas purgas.

Las mermas se valúan al precio de venta del producto, establecido en 6 US\$/litro.

Reducción de reparaciones

Los costos de mantenimiento se redujeron debido a la brusca disminución del volumen de bombeo de la resina de uso específico (sólo se continúa su uso en la línea tinting brillante). Los arreglos promedio que por año se realizaban de la empaquetadura de la bomba eran tres y se proyecta que se reducirá a sólo uno. El costo unitario de los arreglos es de US\$300.

Además, se consideró un costo de US\$ 1.000 por cada arreglo debido a los costos de parada y reinicio. Esto resultó en un costo anual de US\$ 2600. Por lo tanto, se calculó el factor en 8,5 US\$/1.000 litros al considerar el volumen para 2009.

8.4 Beneficios cualitativos

Seguridad y Sustentabilidad

Respecto de la Seguridad, el proyecto aportó en la mejora ergonómica del trabajo realizado por los operarios de la etapa de dispersión al reemplazar una carga manual de bolsas de 25 kg de dióxido de titanio por la carga mediante guinche y tolva de bolsones de 1.000 kg.

En cuanto a la Sustentabilidad, presentó dos beneficios: el alineamiento de los productos a la política interna de Sustentabilidad, haciendo que los mismos sean más amigables con el medio ambiente; y una reducción de generación de residuos como consecuencia de la disminución de mermas.

Calidad

A los fines del proyecto, se consideraron cualitativos los beneficios resultantes de la mejora en la calidad de los productos tintométricos satinados y mate.

Una mejor calidad percibida por el cliente puede generar un aumento en el market share, mientras que una mejora percibida por el expendedor puede favorecer la recomendación del producto.

8.5 Flujo de fondos / Tasa Interna de Retorno

Se realizó el flujo de fondos para el proyecto en períodos trimestrales y con un horizonte de dos años desde la implementación del proyecto en marzo de 2010. Teniendo en cuenta que el desarrollo del mismo se inició en diciembre de 2008, el flujo de fondos se extiende a lo largo de 13 períodos, teniendo lugar la implementación en el sexto período.

Se obtuvo un flujo neto nominal de US\$ 49.558, con una tasa interna de retorno (TIR) trimestral de 23%, equivalente a una TIR anual del 129%.

Periodo	Valor unitario	Unidades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Fecha			dic/feb-09	mar/may-09	jun/ago-09	sept/nov-09	dic/feb-10	mar/may-10	jun/ago-10	sept/nov-10	dic/feb-11	mar/may-11	jun/ago-11	sept/nov-11	dic/feb-12
Costos															
MdO - Químico Formulador		h	120	90	90	60	150								
	20	US\$/h	\$ -2.400	\$ -1.800	\$ -1.800	\$ -1.200	\$ -3.000								
MdO - Técnico Químico		h	60	150	150	225									
	10	US\$/h	\$ -600	\$ -1.500	\$ -1.500	\$ -1.500	\$ -2.250								
MdO - Operario		h				90	90								
	10	US\$/h	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -900	\$ -900								
Total Mano de Obra		US\$	\$ -3.000	\$ -3.300	\$ -3.300	\$ -3.600	\$ -6.150								
Materiales			\$ -50	\$ -100	\$ -100	\$ -200	\$ -100								
Costo de puesta en marcha								\$ -1.000	\$ -600	\$ -300					
Beneficios															
Volumen de producción		1000 litros	0	0	0	0	0	75	85	100	90	75	85	100	90
Reducción de costos de materias primas	33,44	US\$/1000l	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 2.508	\$ 2.842	\$ 3.344	\$ 3.010	\$ 2.508	\$ 2.842	\$ 3.344	\$ 3.010
Reducción de costos de mermas	60,00	US\$/1000l	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 4.500	\$ 5.100	\$ 6.000	\$ 5.400	\$ 4.500	\$ 5.100	\$ 6.000	\$ 5.400
Reducción de costos de reparaciones	8,5	US\$/1000l	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 638	\$ 723	\$ 850	\$ 765	\$ 638	\$ 723	\$ 850	\$ 765
Flujo neto de fondos del periodo			\$ -3.050	\$ -3.400	\$ -3.400	\$ -3.800	\$ -6.250	\$ 6.646	\$ 8.065	\$ 9.894	\$ 9.175	\$ 7.646	\$ 8.665	\$ 10.194	\$ 9.175
Flujo neto total nominal			\$ 49.558												
TIR bimestral			23%												
TIR anual			129%												

Tabla 18 – Flujo de fondos y TIR (fuente: elaboración propia)

8.6 Análisis de sensibilidad

Se realizó un análisis de sensibilidad ante los dos factores que más inciden en el resultado:

- +/- 10% de variación en los ahorros en materias primas con saltos de 1%, y
- +/- 20% de variación en la reducción de mermas, con saltos de 2%.

Se generaron, por lo tanto, 441 instancias de distribución uniforme y se obtuvieron los siguientes extremos y valor medio para el flujo neto de fondos:

- Valor medio: US\$ 46.171
- Valor mínimo: US\$ 38.817
- Valor máximo: US\$ 60.299

Una representación gráfica puede observarse a continuación:

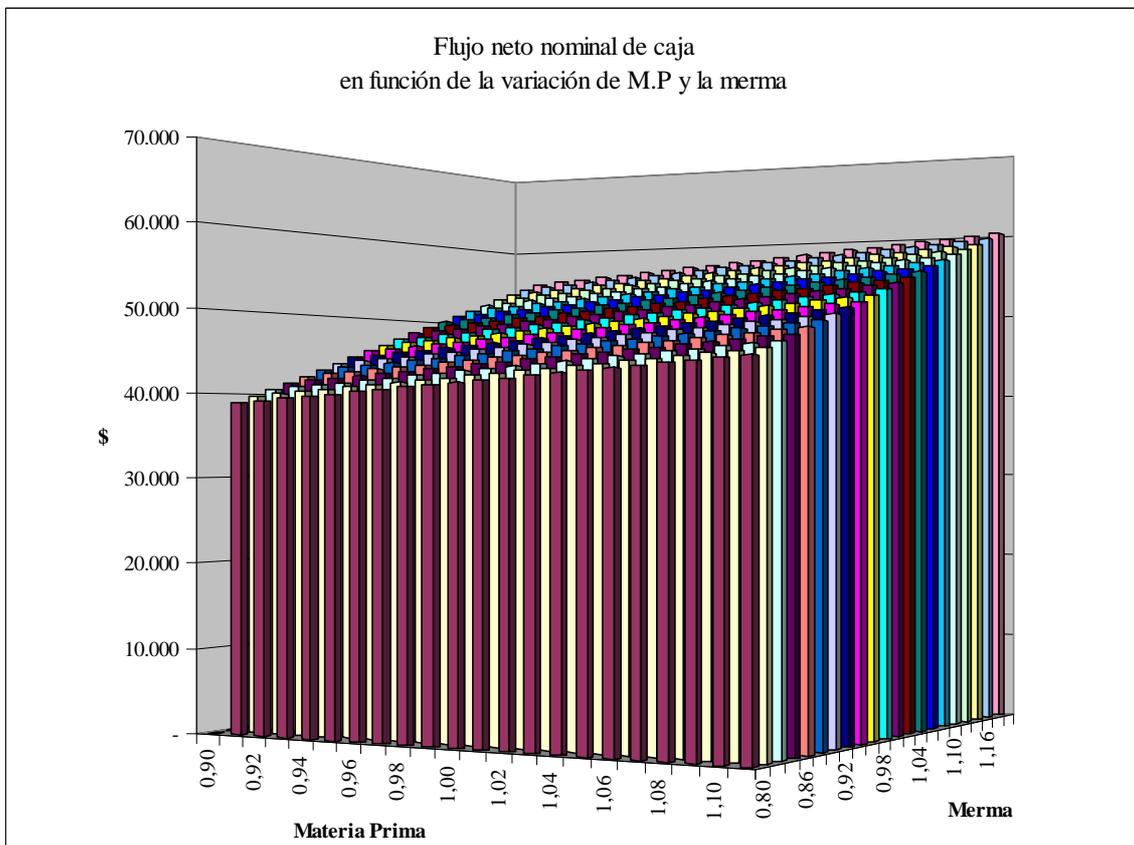


Gráfico 12 – Análisis de sensibilidad (fuente: elaboración propia)

8.7 Beneficios potenciales

Hay ciertos beneficios potenciales de este proyecto cuyo impacto económico es adicional al cálculo de rentabilidad antes presentado.

Se vinculan a liberación de ocupación de equipos, que redundarán o no en beneficio adicional, dependiendo de que exista demanda para los productos que puedan ser fabricados con los mismos.

Liberación de equipos

Como se presentó en la Tabla 3 en el Capítulo 4, el BCT promedio para una fabricación de 5.000 litros de una base tintométrica era de 25 horas, conformadas por:

- dos dispersiones consecutivas de 9,5 horas cada una, y
- el adelgazado de 6 horas.

Por lo tanto, el equipo de dispersión se ocupaba 19 horas, mientras que el tanque de adelgazado se ocupaba 15,5 horas debido a que recibía la primera dispersión y luego quedaba a la espera de la segunda para poder seguir adelante con el adelgazado.

Luego de la implementación del proyecto, el BCT se redujo a 4,32 horas promedio según lo obtenido del Gráfico 7 en el Capítulo 7. En este caso, el BCT coincide con la ocupación del tanque de adelgazado debido a que el proceso consiste en la mezcla de intermediarios líquidos.

Para el cálculo de la ocupación de dispersores, se tomó el batch estándar de fabricación de los intermediarios y sus respectivos BCT. Luego se prorrateó el BCT en función del consumo de los mismos. Por ejemplo:

	Intermediario		Base P Satinada	
	Batch (kg)	BCT (hs)	Consumo (kg)	Ocupación de dispersores (hs)
Base Blanca	5000	7	1800	2,5
Base de carbonato de calcio	4000	7	2800	4,9
Base de agente mateante	1000	5	800	4,0
				11,4

Tabla 19 – Liberación de equipos para Base P Satinada
(fuente: elaboración propia)

Al realizar este cálculo para todas las bases, se obtuvo un valor promedio de ocupación de dispersores de 11,1 horas.

Resumiendo, por lote de 5.000 litros de base tinting:

Proyecto	BCT (hs)	Ocupación Dispensor (hs)	Ocupación Tanque (hs)
Antes	25	19	15,5
Después	4,3	11,1	4,3
Liberación de equipos		7,9	11,2

Tabla 20 – Resumen de horas liberadas de equipos (fuente: elaboración propia)

Para un volumen anual de 305.000 litros de las bases tinting en estudio, o su equivalente de 61 lotes, la liberación equipos resulta:

- 482 hs/año de dispersores, y
- 683 hs/año de tanque de adelgazado.

Valuación de las horas liberadas de equipos

Las horas liberadas podrían utilizarse para la fabricación de esmaltes sintéticos, tanto ReadyMix como Tinting.

Los productos satinados y mate implican una ocupación promedio de: 16 horas de dispersores y 8 horas de adelgazado para un lote de 5.000 litros. En cuanto a los productos brillantes, sólo requieren 8 horas de ocupación de un tanque de adelgazado para un lote del mismo tamaño.

Las horas liberadas permitirían fabricar:

- productos satinados o mate: 30 lotes de 5.000 litros ocupando 480 horas de dispersores y 240 horas de tanques de adelgazado.
- productos brillantes: 55 lotes de 5.000 litros, utilizando 440 horas de tanques de adelgazado.

Por lo tanto, se podría aumentar la capacidad de la fábrica en 425.000 litros anuales. Considerando un margen bruto promedio de 3 US\$/litro, el proyecto podría generar 1.275.000 US\$/año.

Próxima etapa

Descripción

La línea de bases tintométricas tiene tres presentaciones de brillo: mate, satinada y brillante. El proyecto originalmente abarcaba a todas ellas pero se definió que la primera etapa se concentraría en las bases tintométricas satinadas y mate, las cuales presentaban altos reclamos de clientes, tenían largo BCT y contenían una materia prima objetada por la política interna de sustentabilidad.

Las bases brillantes fueron postergadas a una segunda etapa porque:

- su fabricación ya era vía intermediarios líquidos, aunque específicos, con un BCT promedio de cinco horas,
- los reclamos de clientes se encontraban en el valor promedio de reclamos de productos decorativos, y
- no contenían materias primas objetadas, dado que habían sido reformuladas eliminando el nonilfenol etoxilado.

Sin embargo, incluir en el proyecto a estas bases se traduciría en beneficios para Laboratorio, Abastecimiento y Producción, implicando al mismo tiempo una erogación en mano de obra especializada y un gasto en la modificación de equipos disponibles en planta.

A continuación se plantea la evaluación económica de dicha segunda etapa.

Costos

Costos de Investigación y Desarrollo

La mano de obra necesaria para extender el alcance del proyecto será menor que para la primera etapa, principalmente por dos motivos:

- hay una curva de aprendizaje ya transitada a lo largo de la reformulación de las bases satinadas y tinting, y
- las fórmulas brillantes son más simples al no contener ningún tipo de cargas ni requerir ajuste de brillo.

Del esquema de trabajo desarrollado para ellas, se comenzaría directamente por la etapa de reformulación en laboratorio considerando la relación de uso de dióxido de titanio ya probados.

Gastos para la modificación de instalaciones

La modificación de las instalaciones se refiere a:

- la puesta a punto del tanque liberado, y
- la automatización de la dosificación.

En la siguiente tabla se detalla el gasto:

Concepto	US\$
Puesta a punto del tanque	
Limpieza del tanque	1.000
Materiales (válvulas, flexibles, etc.)	3.000
Subtotal	4.000
Automatización de la dosificación	
2 válvulas manuales	600
Automatismo	2.000
Válvula automática en dosificadora	600
Subtotal	3.200
Total	7.200

Tabla 21 – Gastos para la modificación de instalaciones (fuente: datos de Ingeniería)

Beneficios cuantitativos

Abastecimiento

Para el sector de compras, sería ventajosa la ampliación del alcance dado que se mantiene el volumen de compra pero concentrado en menos materias primas. Esto permitiría:

- aumentar el poder de negociación con los proveedores, y
- disminuir el capital de trabajo operativo mediante una reducción de inventarios.

Si bien la empresa tiene por política contar un inventario de 45 días, en el caso del dióxido de titanio específico y los aditivos que serían eliminados, el stock promedio se encuentra en 120 días. Esto se debe a que dichas materias primas son importadas y su volumen mínimo de comercialización excede el consumo que se realiza de las mismas en 45 días.

Se valúa la reducción de almacén de materias primas en US\$ 50.000.

Producción

Los beneficios anteriormente planteados para el proyecto base se extenderían al volumen de bases tintométricas brillantes: las reducciones de costos por materias primas, mermas y reparaciones.

Beneficios cualitativos

Laboratorio

La gerencia técnica cuenta con un indicador que consiste en la relación entre la cantidad de materias primas y cantidad de graneles¹⁵ de productos terminados. Para ello, las fórmulas son periódicamente revisadas y analizadas en búsqueda de oportunidades de racionalización de materias primas.

¹⁵ Los cantidad de graneles coinciden con la cantidad de fórmulas activas en el Sistema de Gestión. A partir de un mismo granel pueden envasarse distintas marcas y capacidades.

Extender el alcance del proyecto a las bases tinting brillantes, con el mismo criterio utilizado en las satinadas y mate, aportaría al cumplimiento del objetivo: permite la eliminación de cinco materias primas de un total de 362 para la línea de productos de Decorativa:

- la resina específica,
- el dióxido de titanio específico, y
- tres aditivos, utilizados exclusivamente en estas líneas.

Producción

El interés del sector productivo reside en que se liberaría el actual tanque de almacenamiento del intermediario específico para bases tinting brillantes. Este tanque podría ser destinado a la base de agente mateante que actualmente se manipula en tanquetas.

Esto facilitaría la planificación de la producción porque se evitaría la dependencia de tanqueta y mejoraría el proceso productivo al contar con dosificación automática por cañerías en lugar del traslado de tanquetas y descarga por gravedad.

Evaluación económico-financiera

Flujo de fondos y TIR

Manteniendo el criterio utilizado en la evaluación de la primera etapa del proyecto, se realizó el flujo de fondos para el proyecto en períodos trimestrales y extendiendo el horizonte dos años luego de la implementación de la segunda etapa en junio de 2011.

De esta forma, se obtuvo un flujo de fondos para 18 períodos, en el cual se implementó la primera etapa en el sexto período y se proyecta la implementación de la segunda etapa en el período 11.

El resultado fue un flujo neto nominal de US\$ 94.853, con una tasa interna de retorno (TIR) trimestral de 30%, equivalente a una TIR anual del 186%.

Periodo	Fecha	Valor unitario	Unidades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
				dic/08-09	mar/may-09	jun/ago-09	sept/nov-09	dic/08-10	mar/may-10	jun/ago-10	sept/nov-10	dic/08-11	mar/may-11	jun/ago-11	sept/nov-11	dic/08-12	mar/may-12	jun/ago-12	sept/nov-12	dic/08-13	mar/may-13	
Costos																						
MdO - Químico Formulador			h	120	90	90	60	150				60	90									
		20	US\$/h	\$ -2.400	\$ -1.800	\$ -1.800	\$ -1.200	\$ -3.000				-1.200	-1.800									
MdO - Férreo Químico			h	60	150	150	150	225				120	150									
		10	US\$/h	\$ -600	\$ -1.500	\$ -1.500	\$ -1.500	\$ -2.250				-1.200	-1.500									
MdO - Operario			h				90	90					90									
		10	US\$/h	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -900	\$ -900				0	-900									
Total Mano de Oeas			US\$	\$ -3.000	\$ -3.300	\$ -3.300	\$ -3.600	\$ -6.150				-2.400	-4.200									
Materiales																						
Costo de puesta en marcha									\$ -1.000	\$ -600	\$ -500			\$ -600	\$ -500							
Modificación de instalaciones																						
Beneficios																						
Volumen de producción			1000 litros	0	0	0	0	0	75	85	100	90	75	110,5	130	117	75	110,5	130	117		75
Reducción de costos de materias primas		33,44	US\$/1000l	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 2.508	\$ 2.842	\$ 3.344	\$ 3.010	\$ 2.508	\$ 3.695	\$ 4.347	\$ 3.912	\$ 2.508	\$ 3.695	\$ 4.347	\$ 3.912	\$ 2.508	
Reducción de costos de mermas		60,00	US\$/1000l	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 4.500	\$ 5.100	\$ 6.000	\$ 5.400	\$ 4.500	\$ 6.630	\$ 7.800	\$ 7.020	\$ 4.500	\$ 6.630	\$ 7.800	\$ 7.020	\$ 4.500	
Reducción de costos de reparaciones		8,5	US\$/1000l	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 638	\$ 723	\$ 850	\$ 765	\$ 638	\$ 939	\$ 1.105	\$ 995	\$ 638	\$ 939	\$ 1.105	\$ 995	\$ 638	
Reducción de almacén de M.P.														\$ 50.000								
Flujo neto de fondos del periodo				\$ -3.050	\$ -3.400	\$ -3.400	\$ -3.800	\$ -6.250	\$ 6.646	\$ 8.065	\$ 9.894	\$ 6.725	\$ -3.865	\$ 60.664	\$ 12.952	\$ 11.927	\$ 7.646	\$ 11.264	\$ 13.252	\$ 11.927	\$ -42.365	
Flujo neto total nominal				\$ 94.853																		
TIR trimestral				20%																		
TIR anual				186%																		

Tabla 22 – Flujo de fondos y TIR del proyecto extendido (fuente: elaboración propia)

Análisis de sensibilidad

Se realizó el análisis con los mismos criterios utilizados en la evaluación de la primera etapa:

- +/- 10% de variación en los ahorros en materias primas, y
- +/- 20% de variación en la reducción de mermas.

Los valores extremos y medio para el flujo neto de fondos resultaron:

- Valor medio: US\$ 98.853
- Valor mínimo: US\$ 75.059
- Valor máximo: US\$ 114.646

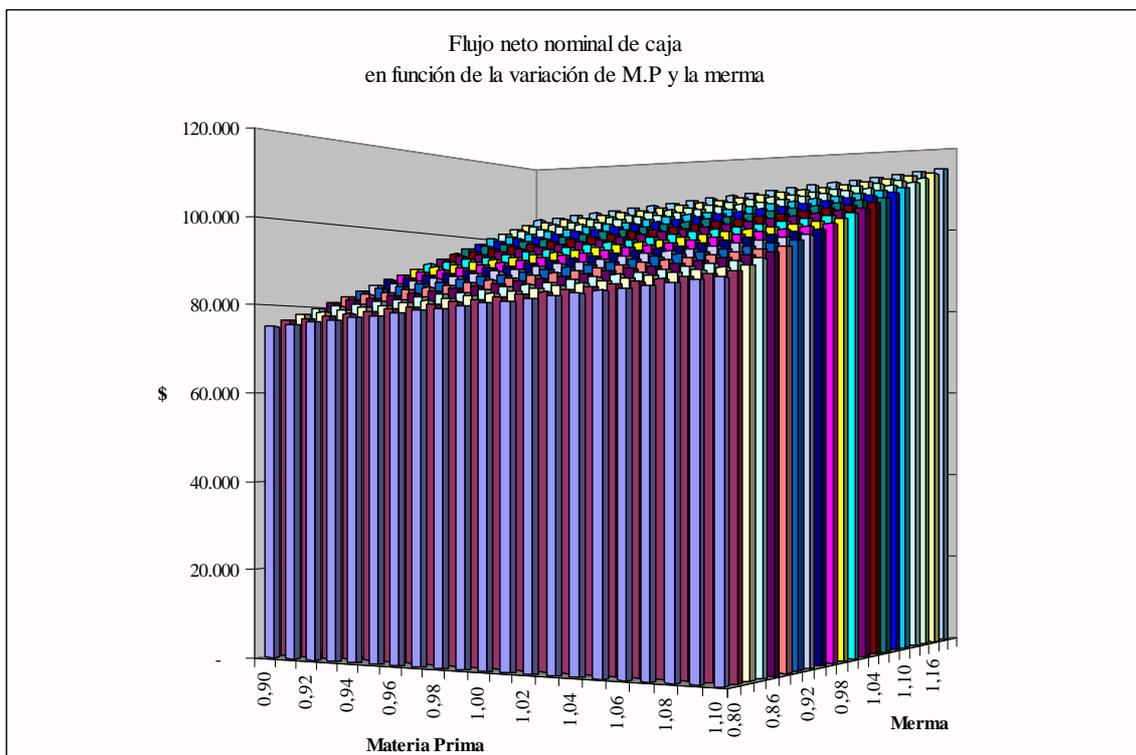


Gráfico 13 – Análisis de sensibilidad del proyecto extendido (fuente: elaboración propia)

Conclusiones

En este trabajo se ha encarado un problema industrial de la producción de pinturas decorativas de base solvente.

Dentro de ellas ocupan un lugar cada vez más relevante en el mercado las denominadas tintométricas, que se caracterizan por su preparación en tiempo real en el punto de venta: el cliente selecciona un tipo de pintura y un color de una paleta de miles de variantes, y una máquina prepara en el acto su pedido.

Para la planta industrial, la producción de estas pinturas tintométricas presentaba varias dificultades que ameritaban un cambio en el proceso de fabricación:

- excesivo tiempo de ciclo de fabricación,
- reclamos de clientes por problemas de color, y
- contenido de materia prima objetable por razones medioambientales.

Tratándose de una mejora que, en principio, no generará mayores ingresos significativos, surge la necesidad de implementar el cambio incurriendo en costos mínimos.

En la planta ya se dispone de equipamiento para implementar el nuevo proceso deseado, ya que se lo utiliza para otras líneas de producción, y además, se da la circunstancia que dicho equipo no está ocupado al máximo.

Se evaluaron alternativas y se lanzó un proyecto para implementar el cambio. Dicho proyecto se enfocó en varios frentes simultáneos:

- la formulación y especificación de los parámetros productivos.
- la gestión de cambio necesaria, habida cuenta de la participación de varias áreas involucradas: planificación, abastecimiento, ingeniería, calidad, producción, costos, atención al cliente, seguridad y medio ambiente.
- cumplimiento de la política interna de sustentabilidad emanada de la casa matriz.

La ejecución del proyecto insumió recursos humanos y la implementación de ciertos cambios a las instalaciones productivas. En total, el costo monetario total no fue significativo, esencialmente porque no fue necesaria la compra de nueva maquinaria.

El proyecto se dividió en dos etapas:

1. la fabricación de productos de brillo satinado y mate;
2. extensión a productos brillantes, no implementada a la fecha de redacción.

La primera etapa del proyecto se cumplió dentro de los parámetros planificados de plazo, calidad y costo. Sus beneficios fueron:

- disminución de reclamos desde 35 reclamos cada 100.000 litros, a un nuevo valor de 8 cada 100.000 litros.
- reducción del tiempo de ciclo de 20 horas a 5 horas, y la liberación de 1165 horas anuales de equipo.
- resultado económico positivo de US\$ 46.000.
- eliminación de la materia prima objetada.

La primera etapa del proyecto ha sido evaluada positivamente por la empresa, que incluyó esta iniciativa dentro de la competencia interna de proyectos de mejora, la cual está a su vez enmarcada en el programa Six Sigma y en la certificación como Green Belt de su líder de proyecto.

Para la implementación de la segunda etapa se tendrá en cuenta la necesidad de mejora de un paso clave del proceso que evidenció ciertas falencias: la utilización del factor de la base blanca. A tal fin se prevén un conjunto de medidas coordinadas de análisis, documentación, capacitación, control y concientización de los involucrados.

Bibliografía

- CANAVOS, G.C., *Probabilidad y estadística. Aplicaciones y métodos*, Ed. McGraw-Hill, España, 1988.
- CARBONELL, J.C.: *Pinturas y recubrimientos. Introducción a su tecnología*, Ed. Díaz de Santos, España, 2009.
- GOLDSCHMIDT, A. y STREITBERGER, H.J.: *BASF Handbook on Basics of Coating Technology*, Ed. BASF Coatings AG, Münster, 2003.
- LELIC, R., *Lecciones de ingeniería económica y finanzas*, Ed. Nueva Librería, Argentina, 2008.
- SATER (Sociedad Argentina de Tecnólogos en Recubrimientos), *Módulo 1 – Generalidades, Química Básica y Solventes*, Argentina, 2006.
- SATER (Sociedad Argentina de Tecnólogos en Recubrimientos), *Módulo 6 – Producción*, Argentina, 2004.
- MUTTAYANE, A.: *Towards Colour Imaging with the Image Ranger*, The University of Waikato, Nueva Zelanda, 2006. URL: <http://researchcommons.waikato.ac.nz/bitstream/10289/2388/1/thesis.pdf>
- DÍAZ GARCÍA, C.: *MINITAB – Manual de entrenamiento*, 2006. URL: <http://www.monografias.com/trabajos35/manual-minitab/manual-minitab.shtml>
- *Meet Minitab 15 para Windows*, Minitab Inc., USA, 2006. URL: http://www.minitab.com/uploadedFiles/Shared_Resources/Documents/MeetMinitab/MeetMinitabES.pdf
- NERVION PINTURAS, *Historia de las pinturas*, México. URL: http://www.nervion.com.mx/web/conocimientos/historia_pinturas.php
- Special Chemistry for Coatings. URL: <http://www.specialchem4coatings.com>
- Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. URL: <http://www.ambiente.gov.ar>

- United States Environmental Protection Agency. URL: <http://www.epa.gov>
- European Chemicals Agency. URL: <http://www.echa.europa.eu>
- Dow Jones Sustainability Indexes. URL: <http://www.sustainability-index.com/>

Apéndices

El proceso de dispersión ocurre por esfuerzo de corte al generarse un régimen laminar¹⁶ entre el disco y el fondo del tanque. Esto implica respetar una configuración que involucra la relación entre el diámetro del disco, el diámetro del tanque, la distancia del disco respecto del fondo y la altura de material dentro del recipiente (Figura 8).

Esto resulta en un tamaño de batch óptimo a dispersar una vez definido el equipo.

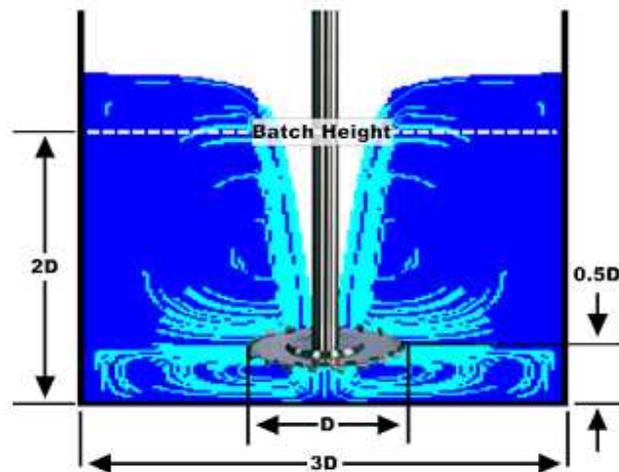


Figura 8 – Regla del pulgar para dispersiones (fuente: <http://www.dispersetech.com/cms/index.php?page=dispersion-rules-of-thumb>)

Molienda

En primer lugar, debe aclararse que en el rubro de la pintura se utiliza el término molienda para referirse a una desaglomeración de partículas con mayor esfuerzo de corte que el logrado en una dispersión. Estrictamente, en un proceso de fabricación de pinturas, no ocurre ninguna molienda.

En este proceso, la dispersión ocurre por impacto (en lugar de esfuerzo de corte). Se pueden identificar dos tipos principales de molinos:

- molino a bolas (Figura 9), de gran tamaño, ruidoso, de difícil limpieza. Fueron los primeros molinos que se utilizaron en el rubro.
- molino de arena (Figura 10), más compactos, de limpieza más sencilla. Pueden ser tanto horizontales como verticales.



Figura 9 – Molino a bolas de Henan Zhongke Engineering & Technology Co (fuente: http://www.bridgat.com/ball_mill_energy_saving_ball_mill_china_ball_mill-o45620.html)



Figura 10 – Molino de arena de SF Engineering (fuente: <http://www.indiamart.com/sfengg/industrial-machines.html>)

¹⁶ Régimen laminar es cuando un fluido se desplaza en forma estratificada, en láminas paralelas sin entremezclarse.

El molino a bolas funciona con un batch óptimo, mientras que el molino de arena es de funcionamiento continuo.

Adelgazado

Es el completado de la fórmula, en la que habitualmente se agregan:

- solventes para adecuar la viscosidad del producto,
- aditivos para otorgar características deseadas.

Generalmente se utiliza un agitador de gran diámetro a baja velocidad. También puede utilizarse un dispersor a baja velocidad.

Diseño de la planta

Para un proceso de producción tradicional, el diseño habitual para la planta es vertical o de plano inclinado. Mientras que para un proceso moderno, el diseño elegido es el horizontal.

Vertical

El diseño estándar para este tipo de planta consiste en distribuir los equipos en cuatro plantas. En el piso más alto, se ubican los equipos de dispersión para cumplir las etapas de mezcla y empastado. En el segundo piso, se dispone de los equipos de molienda y adelgazado. En el piso inferior, se realiza el filtrado y envasado. Por último, en la planta baja, se almacenan las materias primas y los productos terminados.

Las ventajas de este diseño son que: requiere poca superficie, aísla el polvillo en el tercer piso, minimizando la contaminación del producto terminado, y aprovecha la gravedad para el transporte de materiales. A cambio, tiene alta dependencia del montacargas.

Plano inclinado

Es una variante del diseño vertical cuando la geografía lo permite. En el caso de un desnivel en el terreno, se ubican los equipos con el mismo criterio que en el diseño anterior y se elimina la dependencia del montacargas al prever que el ingreso de materias primas se realice por la parte más alta de la planta.

Horizontal

Éste es el diseño que se utiliza en procesos de fabricación modernos debido a la eliminación de etapas. En un mismo plano se ubican todos los equipos.

Apéndice 2 – Espectrofotometría de color

El color depende de tres cosas:

- la fuente de luz,
- el objeto, y
- el observador.

La fuente de luz

La luz es radiación electromagnética: a menor longitud de onda, la frecuencia es mayor y también la energía. La radiación electromagnética de mayor energía son los rayos cósmicos, luego los rayos X, la radiación ultravioleta, el espectro visible, la radiación infrarroja (calor), microondas y ondas de radio.

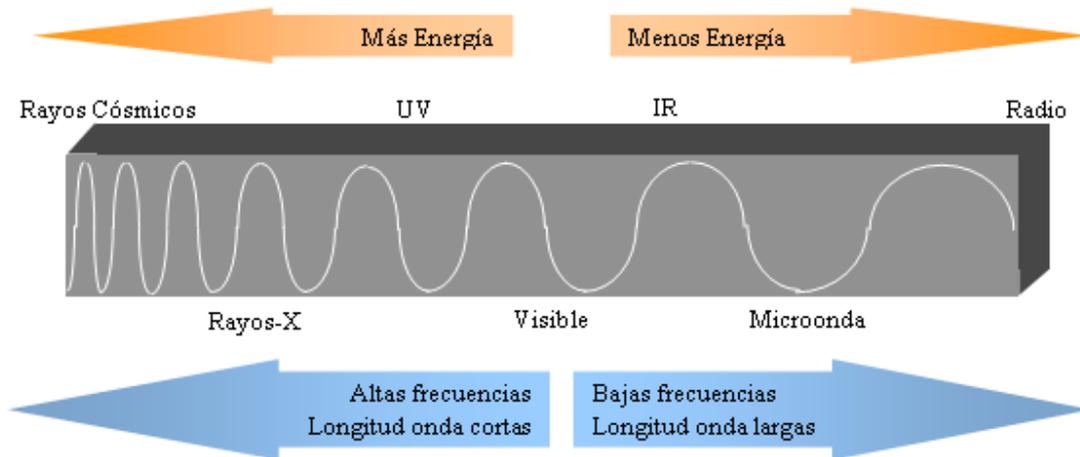


Figura 11 – Radiación electromagnética
(fuente: THOMAS, K.: *Color a través de números*, Datacolor)

El espectro visible es sólo una pequeña fracción de la radiación electromagnética. Alrededor de los 400 nanómetros se detecta el azul y se extiende hasta los 700 nanómetros, donde se observa el rojo.

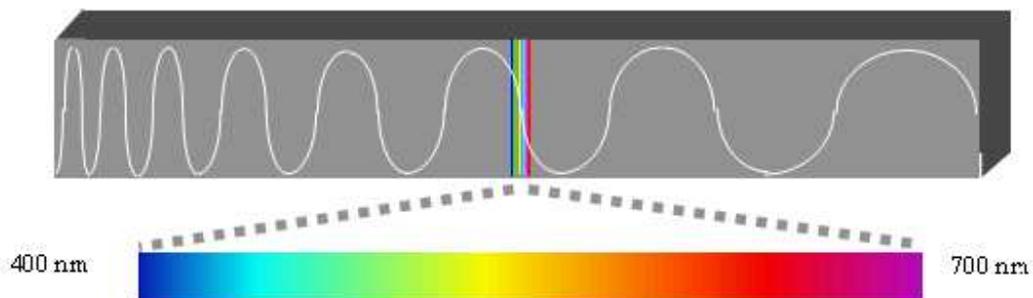


Figura 12 – Espectro visible
(fuente: THOMAS, K.: *Color a través de números*, Datacolor)

La mayor parte de las fuentes de luz contienen diferentes cantidades de luz de las distintas longitudes de onda. Las luces incandescentes emiten más longitudes de onda larga (o roja); los tubos fluorescentes emiten fuertemente en pocas longitudes de onda; y la luz solar es la más uniforme.

El mismo objeto tendrá colores diferentes dependiendo de la fuente de luz.

El objeto

Los materiales modifican la luz de las siguientes formas:

- **Trasmisión:** los objetos que sólo transmiten la luz, no la modifican. La transmisión puede ser regular o difusa.
- **Absorción:** los objetos que absorben energía lumínica, usualmente re-emiten esa energía a longitudes de onda más largas en forma de calor.
- **Reflexión:** ocurre en la superficie del material, no cambian las características espectrales de la luz. Puede ser regular o difusa.
- **Dispersión:** es cuando la energía luminosa se dispersa en muchos ángulos diferentes. Puede ocurrir durante la reflexión o la transmisión.
- **Refracción:** al pasar de un medio a otro, la dirección de la luz cambia y también su velocidad. Cada material tiene su Índice de Refracción, que es igual a la velocidad de la luz en el vacío dividida por la velocidad de la luz en el material.

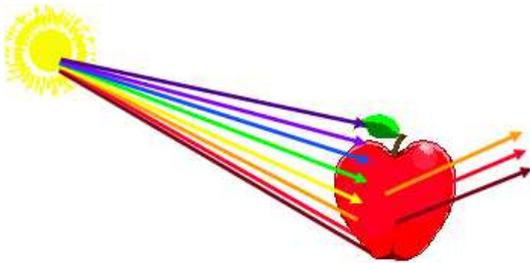


Figura 13 – Absorbancia y reflectancia
(fuente: THOMAS, K.: *Color a través de números*,
Datacolor)

Cuando un objeto se lo ve de un determinado color, significa que absorbe la luz, sólo reflejando la longitud de onda del color en cuestión. Ésta es la curva espectral reflejada o reflectancia.

Por ejemplo, una manzana se ve roja porque absorbe las longitudes de onda de todo el espectro, reflejando sólo las correspondientes a la gama de los rojos. Pero si la manzana fuera iluminada por una fuente de luz amarilla, la manzana absorbería dicha longitud de onda y se vería negra.

El observador

La observación puede ser visual o realizada con un equipo de medición de color o espectrofotómetro.

Evaluación visual

La evaluación dependerá de la persona, su entrenamiento para la evaluación de colores y su estado de ánimo.

Para buscar la estandarización de la evaluación, se utilizan cámaras de iluminación. Éstas consisten de una caja pintada por dentro de gris mate y con un lado abierto. La iluminación es desde arriba y las fuentes de luz están estandarizadas.

Se define con qué luz y a qué ángulo (puede ser más de una combinación) se hará la evaluación.

Evaluación con espectrofotómetro

El espectrofotómetro realiza la medición de la curva espectral reflejada por el objeto, cuando se lo ilumina con un iluminante determinado.

La luz generada por una fuente pasa por un filtro para que tome la curva espectral del iluminante deseado. La luz se refleja dentro de la esfera, iluminando la muestra. Habitualmente se realiza la lectura a 8° respecto de la normal a la muestra.

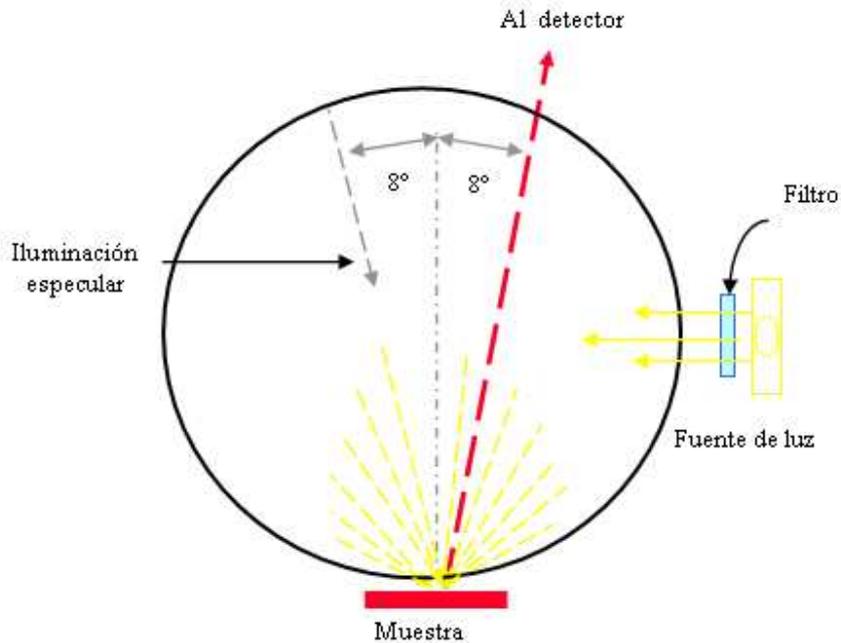


Figura 14 – Esfera de medición de espectrofotómetro
(fuente: THOMAS, K.: *Color a través de números*, Datacolor)

Diagrama de cromaticidad 1931

En 1931, la CIE (Commission International de L'Eclairage) propuso una transformación de los valores triestímulo tradicionales RGB (Red, Green, Blue) utilizando los valores XYZ que combinan los efectos de luz, objeto y observador en un modelo numérico de la percepción del color.

Para obtener un gráfico en dos dimensiones del color, se propusieron las siguientes coordenadas:

- $x = X / (X + Y + Z)$
- $y = Y / (X + Y + Z)$

Y el diagrama obtenido fue:

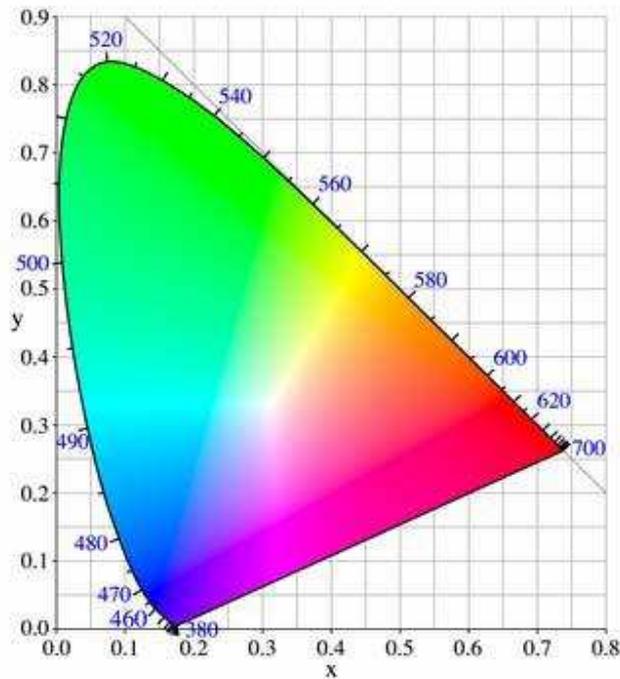


Figura 15 – Diagrama de cromaticidad CIE para el observador estándar de 1931
 (fuente: http://en.wikipedia.org/wiki/File:CIE1931xy_blank.svg)

Este diagrama con forma de herradura muestra el espacio de colores posibles. Los colores se vuelven más intensos a medida que se acercan a la periferia. Este gráfico no incluye atributos como claridad, saturación y tono.

Espacio de color CIELab 1976

Utiliza tres dimensiones, usando el concepto de tono, saturación y luminosidad.

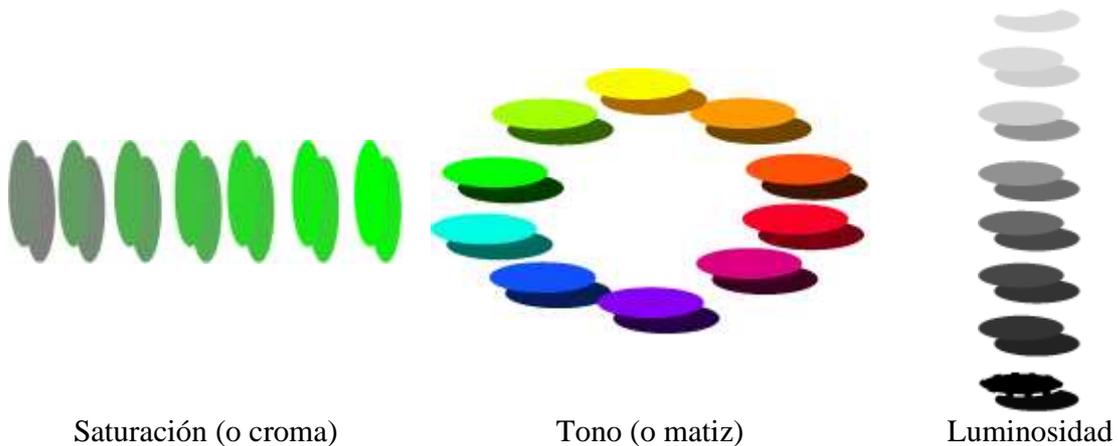


Figura 16 – Saturación, tono y luminosidad
 (fuente: THOMAS, K.: *Color a través de números*, Datacolor)

Estas tres variables se combinan en un sistema de coordenadas en tres dimensiones, pudiéndose utilizar con coordenadas esféricas (CIELab) o con coordenadas cilíndricas (CIELCh)

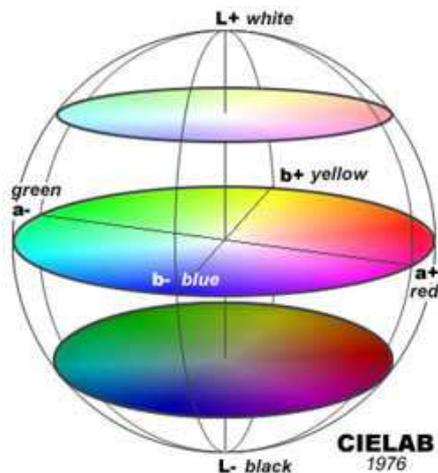


Figura 17 - CIELab – coordenadas esféricas (fuente: <http://planetadan.blogspot.com>)

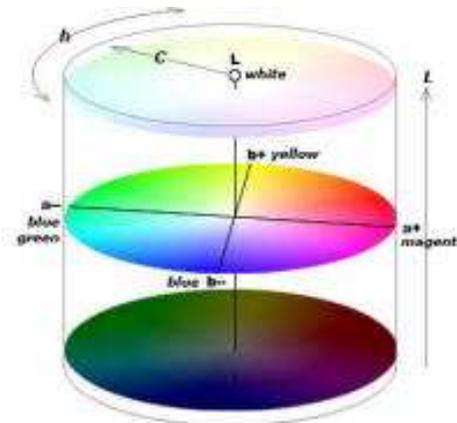


Figura 18 - CIELCh – coordenadas cilíndricas (fuente: <http://www.colourcoil.com/enewsvol3issue2/enews.htm>)

CIELab

La interpretación de las variables es:

- DL es la variación en la claridad. Un valor positivo de DL significa que el color medido es más claro que el de referencia.
- Da es la variación rojo-verde del color. Un valor positivo en Da significa que la muestra es más rojiza (o menos verdosa) que el color de referencia.
- Db es la variación amarillo-azul del color. Un valor positivo en Db significa que el color medido es más amarillento (o menos azulado) que el de referencia.

El cálculo de DE se obtiene de la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de DL, Da y Db.

CIELCh

En este caso, la interpretación de las variables es:

- DL es la variación en la claridad, igual que en CIELab.
- DC es la variación de la saturación del color. Un valor positivo significa que el color está más saturado que el muestra de referencia.
- Dh es la variación en el tono y es la coordenada angular.

Apéndice 3 – Datos obtenidos de seguimientos en planta

Seguimientos en planta

Datos del seguimiento del tiempo de ciclo de seis lotes en planta, en horas.

Proceso		Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4	Lote 5	Lote 6
Etapa	Subetapa						
Dispersión directa	Carga de líquidos	7,50	7,70	7,10	7,40	7,30	7,40
	Carga polvos	1,90	2,00	1,90	2,20	2,00	2,00
	Mezcla	0,40	0,40	0,40	0,45	0,40	0,35
	Dispersión	1,60	1,65	1,60	1,60	1,50	1,65
	Tiempos muertos	2,90	3,00	4,40	4,45	2,80	4,05
	Bombeo a tq adelgazado	4,50	4,50	4,00	3,00	4,00	4,00
Adelgazado	Carga aditivos	3,85	4,00	4,00	3,90	4,00	3,95
	Mezcla	0,85	0,90	0,95	0,80	0,75	0,85
	Tiempos muertos	1,00	1,10	1,40	1,20	1,25	1,25
BCT Total (h)		24,50	25,25	25,75	25,00	24,00	25,50

Tabla 23 – Seguimiento en planta de lotes por dispersión directa
(fuente: elaboración propia en base a datos obtenidos de seguimientos en planta)

BCT previo a la implementación del proyecto

Datos de tiempos de ciclo obtenidos del sistema de gestión, correspondientes al período enero a diciembre de 2009, expresado en horas.

Tiempo de ciclo (horas)				
25,12	24,02	25,04	25,87	25,25
27,01	22,78	25,25	23,81	25,75
23,04	26,52	24,56	25,53	25
26,82	23,14	24,31	26,89	24
26,65	25,61	24,78	25,68	25,5
22,63	25,98	26,17	24,44	26,96
23,52	24,04	23,12	24,03	25,78
27,15	24,59	24,99	23,87	
25,46	26,67	25,55	25,57	
22,72	25,78	22,81	24,5	

Tabla 24 – BCT antes del proyecto (fuente: Sistema de Gestión)

BCT posterior a la implementación del proyecto

Datos de tiempos de ciclo obtenidos del sistema de gestión, correspondientes al período marzo a julio de 2009.

Tiempo de ciclo (horas)				
4,15	4,43	4,38	4,68	4,32
4,54	4,48	4,93	3,92	4,17
4,22	4,12	4,28	4,39	4,08
3,98	3,81	3,71	4,06	5,02
4,77	4,25	4,31	4,57	4,36

Tabla 25 – BCT después del proyecto (fuente: Sistema de Gestión)

Apéndice 4 – Datos obtenidos de la Base de Reclamos

Reclamos previos a la implementación de proyecto

Datos obtenidos de la Base de Reclamos para las líneas de productos tinting sintéticos satinados y mate para el período enero a diciembre de 2009.

Producto	Fecha	Motivo	Cant (u)	Vol (l)	Descripción
Satinada Base M	Ene-09	Capa	2	17,4	
Satinada Base P	Ene-09	Capa	2	17,4	
Satinada Base P	Ene-09	Capa	1	17,4	
Satinada Base P	Ene-09	Capa	2	17,4	
Satinada Base P	Ene-09	Capa	1	17,4	
Satinada Base P	Ene-09	Dif de color	1	0,9	Color azulado.
Mate Base T	Ene-09	Dif de color	1	0,9	Violeta.
Satinada Base P	Ene-09	Gelificación	2	17,4	
Satinada Base M	Ene-09	Sedimentación	1	17,4	
Satinada Base P	Feb-09	Capa	1	17,4	
Satinada Base P	Feb-09	Capa	2	0,9	
Mate Base T	Feb-09	Capa	1	0,9	
Satinada Base M	Feb-09	Dif de color	2	0,9	Azulado.
Satinada Base P	Feb-09	Dif de color	1	0,9	Celeste claro.
Satinada Base P	Feb-09	Dif de color	1	0,9	Color azulado.
Satinada Base F	Feb-09	Sedimentación	1	17,4	
Mate Base T	Feb-09	Viscosidad	9	0,9	Aumento de viscosidad luego de dos horas
Satinada Base P	Mar-09	Capa	1	17,4	
Satinada Base P	Mar-09	Capa	1	0,9	
Satinada Base P	Mar-09	Capa	1	0,9	
Satinada Base P	Mar-09	Capa	3	0,9	
Satinada Base P	Mar-09	Dif de color	1	3,6	No incorpora conc magenta.
Satinada Base P	Mar-09	Dif de color	1	0,9	No incorpora conc azul.
Mate Base T	Mar-09	Fórmula	1	3,6	
Satinada Base P	Abr-09	Capa	4	0,9	
Mate Base M	Abr-09	Capa	6	0,9	
Mate Base M	Abr-09	Capa	6	0,9	
Satinada Base P	Abr-09	Dif de color	1	17,4	No incorpora conc azul.
Satinada Base P	Abr-09	Dif de color	1	3,6	Incorporación deficiente de conc azul.

Producto	Fecha	Motivo	Cant (u)	Vol (l)	Descripción
Satinada Base T	Abr-09	Dif de color	1	3,6	Problemas incorporación conc azul
Mate Base P	Abr-09	Dif de color	1	3,6	No incorpora concentrado azul.
Satinada Base M	Abr-09	Fórmula	1	0,9	
Satinada Base P	Abr-09	Fórmula	1	0,9	
Satinada Base M	Abr-09	Otros	1	0,9	Brillo alto
Mate Base T	Abr-09	Viscosidad	6	0,9	Aumento de viscosidad al poco tiempo
Satinada Base P	May-09	Dif de color	4	17,4	No incorpora conc azul.
Satinada Base P	May-09	Dif de color	1	3,6	Verdoso.
Satinada Base P	May-09	Dif de color	1	0,9	No incorpora conc azul.
Satinada Base P	May-09	Dif de color	1	0,9	No incorpora conc azul.
Satinada Base P	May-09	Dif de color	1	0,9	No incorpora conc azul.
Satinada Base F	Jun-09	Dif de color	1	0,9	Azulado.
Satinada Base M	Jun-09	Dif de color	1	3,6	No incorpora conc azul.
Satinada Base M	Jun-09	Dif de color	1	0,9	Ocre.
Satinada Base M	Jun-09	Dif de color	1	0,9	No incorpora conc azul.
Satinada Base P	Jun-09	Dif de color	2	3,6	Color azulado.
Satinada Base P	Jun-09	Dif de color	1	0,9	No incorpora conc azul.
Mate Base M	Jun-09	Dif de color	1	3,6	No incorpora concentrado azul.
Mate Base M	Jun-09	Dif de color	1	3,6	No incorpora concentrado magenta
Mate Base M	Jun-09	Dif de color	6	0,9	Lila claro.
Mate Base M	Jun-09	Dif de color	4	0,9	Gama terracota.
Satinada Base M	Jun-09	Envase	1	0,9	Sin identificación
Satinada Base F	Jun-09	Gelificación	1	17,4	
Satinada Base F	Jul-09	Dif de color	1	0,9	No incorpora conc azul
Satinada Base M	Jul-09	Dif de color	1	0,9	Celeste.
Satinada Base P	Jul-09	Dif de color	1	17,4	Incorporación deficiente de conc azul.
Satinada Base P	Jul-09	Dif de color	1	3,6	No incorpora conc azul.
Satinada Base P	Jul-09	Dif de color	4	0,9	No incorpora conc azul.
Mate Base M	Jul-09	Dif de color	5	0,9	Color azulado.
Satinada Base P	Jul-09	Envase	2	3,6	Envases abollados y manchados por derrame.
Satinada Base T	Jul-09	Fórmula	1	3,6	
Satinada Base P	Jul-09	Gelificación	3	17,4	
Satinada Base M	Ago-09	Dif de color	1	0,9	Incorporación deficiente de conc azul.
Mate Base M	Ago-09	Dif de color	7	0,9	No incorpora concentrado azul.
Satinada Base P	Ago-09	Envase	1	3,6	Sin identificación
Satinada Base F	Sep-09	Capa	1	17,4	
Satinada Base T	Sep-09	Capa	1	0,9	
Satinada Base F	Sep-09	Dif de color	2	0,9	No incorpora conc azul ni magenta.
Satinada Base P	Sep-09	Dif de color	2	17,4	Violáceo.
Satinada Base P	Sep-09	Dif de color	1	17,4	Gama naranja.
Satinada Base P	Sep-09	Dif de color	1	0,9	Celeste.
Satinada Base T	Sep-09	Dif de color	1	3,6	No incorpora conc azul ni magenta.
Satinada Base T	Sep-09	Dif de color	2	3,6	Verde
Mate Base M	Sep-09	Dif de color	4	0,9	Verdoso.
Satinada Base F	Sep-09	Envase	1	3,6	Sin identificación
Satinada Base P	Sep-09	Envase	1	0,9	Sin identificación

Producto	Fecha	Motivo	Cant (u)	Vol (l)	Descripción
Satinada Base F	Sep-09	Fórmula	2	0,9	
Satinada Base F	Oct-09	Capa	1	17,4	
Satinada Base M	Oct-09	Capa	4	17,4	
Satinada Base F	Oct-09	Dif de color	1	17,4	Incorporación deficiente de conc azul.
Satinada Base F	Oct-09	Dif de color	5	3,6	Naranja.
Satinada Base F	Oct-09	Dif de color	3	0,9	Verdoso.
Satinada Base F	Oct-09	Dif de color	1	0,9	No incorpora conc azul
Satinada Base P	Oct-09	Dif de color	1	17,4	Color azulado.
Satinada Base P	Oct-09	Dif de color	1	0,9	No incorpora conc azul.
Satinada Base P	Oct-09	Dif de color	1	0,9	Problemas incorporación conc azul y magenta
Mate Base F	Oct-09	Dif de color	2	0,9	Azulado.
Mate Base T	Oct-09	Dif de color	1	3,6	Incorporación deficiente de conc azul.
Satinada Base F	Oct-09	Envase	1	3,6	Menor contenido
Mate Base T	Oct-09	Grumos	1	3,6	
Satinada Base T	Oct-09	Otros	2	0,9	Secado
Satinada Base F	Oct-09	Otros	1	0,9	Rotura por mal funcionamiento del agitador
Satinada Base M	Nov-09	Capa	1	17,4	
Satinada Base F	Nov-09	Dif de color	2	0,9	Problemas incorporación conc azul y magenta
Satinada Base P	Nov-09	Dif de color	2	17,4	No incorpora conc azul.
Satinada Base P	Nov-09	Dif de color	1	17,4	Color azulado.
Satinada Base P	Nov-09	Dif de color	2	3,6	Celeste.
Satinada Base P	Nov-09	Dif de color	1	3,6	Verde claro.
Satinada Base T	Nov-09	Envase	1	3,6	Pérdida de producto
Satinada Base T	Nov-09	Fórmula	1	0,9	
Satinada Base M	Dic-09	Dif de color	1	0,9	No incorpora conc azul.
Satinada Base P	Dic-09	Dif de color	1	17,4	Rosado.
Satinada Base P	Dic-09	Dif de color	2	17,4	No incorpora conc azul.
Satinada Base T	Dic-09	Dif de color	2	0,9	Terracota
Mate Base T	Dic-09	Sedimentación	1	3,6	Sedimento no incorporable

Tabla 26 – Reclamos previos a la implementación del proyecto (fuente: Base de Reclamos)

Reclamos posteriores a la implementación de proyecto

Datos obtenidos de la Base de Reclamos para las líneas de productos tinting sintéticos satinados y mate en el período marzo a julio de 2009 para los lotes fabricados a partir de marzo de 2010, cuando se implementó el cambio de fórmulas y proceso.

Producto	Fecha	Motivo	Cant (u)	Vol (l)	Descripción
Mate Base M	May-10	Envase	1	0,9	Menor volumen.
Mate Base T	Jun-10	Dif de color	1	3,6	Incorporación deficiente de conc azul.
Satinada Base P	Abr-10	Envase	1	3,6	Diferencia de contenido.
Satinada Base P	Abr-10	Fórmula	2	0,9	
Satinada Base P	May-10	Fórmula	1	0,9	
Satinada Base P	Jun-10	Dif de color	1	3,6	No incorpora conc azul.

Producto	Fecha	Motivo	Cant (u)	Vol (l)	Descripción
Satinada Base P	Jul-10	Capa	1	0,9	
Satinada Base M	Abr-10	Envase	1	0,9	Sin identificación
Satinada Base M	May-10	Capa	2	17,4	
Satinada Base F	Jun-10	Dif de color	1	0,9	No incorpora conc azul
Satinada Base F	Jul-10	Otros	1	3,6	Brillo alto
Satinada Base T	Mar-10	Envase	1	0,9	Pérdida de producto

Tabla 27 – Reclamos posteriores a la implementación del proyecto (fuente: Base de Reclamos)

Apéndice 5 – Conceptos básicos de estadística

Media, media aritmética o promedio: dado un conjunto de datos, es la suma de todos los valores dividida la cantidad de datos.

Mediana: una vez ordenado un conjunto de datos en forma creciente o decreciente, es el valor de la variable que deja la misma cantidad de datos antes y después de ella.

Moda: el valor más frecuente en un conjunto de datos.

Varianza: es la media de los cuadrados de las diferencias de cada dato respecto de la media.
 $\sigma^2 = \sum (xi-xmedia) / i$.

Desviación estándar: medida de la dispersión de la población en torno a la media.

Asimetría estadística (skewness): tomando como eje la media de la distribución, es la medición de los valores a un lado y otro. Una asimetría positiva (o a la derecha) significa que hay valores más separados de la media a la derecha. La asimetría negativa o a la izquierda será cuando hay valores más separados de la media a la izquierda. Para una distribución simétrica, la asimetría es nula.

Kurtosis: es una medida de la forma. Tomando la distribución normal como referencia, otorgándole un valor nulo. Si el valor es positivo, la forma es más puntiaguda que la distribución normal; si es negativo, la forma es más aplanada que la normal.

Apéndice 6 – La distribución normal

Propiedades

Las propiedades de una distribución normal son:

- La media, mediana y moda coinciden, son iguales y se localizan en el pico.
- El área bajo la curva o probabilidad de menos infinito a más infinito vale 1.
- La distribución normal es simétrica, la mitad de curva tiene un área de 0,5.
- La forma y la posición de una distribución normal dependen de los parámetros μ , σ , por lo que hay un número infinito de distribuciones normales.
- Existe una relación del porcentaje de probabilidad o área bajo la curva normal a la desviación estándar. El área bajo la curva para $\pm 1\sigma$ tiene un porcentaje de 68,26%, $\pm 2\sigma = 95,46\%$ y $\pm 3\sigma = 99,73\%$.

Cuando una distribución es normal, puede estudiarse con herramientas de la estadística clásica: test de hipótesis, correlación lineal. Si no, deben utilizarse herramientas gráficas como Box Plot o estadística no paramétrica.

Prueba de hipótesis y errores

En estas pruebas, se propone una hipótesis, la que se la llama nula, y también una alternativa:

- H_0 =la hipótesis nula.
- H_A =la hipótesis alternativa.

Se define un porcentaje de confianza. En el caso de definirse en 95%, la H_0 se rechazará si valor P es menor o igual a 0,05.

Los errores que pueden cometerse en una prueba estadística son:

	H_0 es cierta	H_0 es falsa
No rechazo H_0	No hay error	Error tipo II
Rechazo H_0	Error tipo I	No hay error

Error tipo I: positivo falso. Por ejemplo: un hombre inocente va a prisión.

Error de tipo II: negativo falso. Por ejemplo: un hombre culpable no va a prisión.

Apéndice 7 – Análisis de sensibilidad

Datos del análisis de sensibilidad para el proyecto base y para el proyecto con alcance extendido.

Materia Prima vs. el planificado nominal

	0.90	0.91	0.92	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.99	1.00	1.01	1.02	1.03	1.04	1.05	1.06
35																	
0.80	38.817	39.051	39.285	39.519	39.754	39.988	40.222	40.456	40.690	40.924	41.158	41.392	41.626	41.860	42.094	42.328	42.562
0.82	39.657	39.891	40.125	40.359	40.594	40.828	41.062	41.296	41.530	41.764	41.998	42.232	42.466	42.700	42.934	43.168	43.402
0.84	40.497	40.731	40.965	41.199	41.434	41.668	41.902	42.136	42.370	42.604	42.838	43.072	43.306	43.540	43.774	44.008	44.242
0.86	41.337	41.571	41.805	42.039	42.274	42.508	42.742	42.976	43.210	43.444	43.678	43.912	44.146	44.380	44.614	44.848	45.082
0.88	42.177	42.411	42.645	42.879	43.114	43.348	43.582	43.816	44.050	44.284	44.518	44.752	44.986	45.220	45.454	45.688	45.922
0.90	43.017	43.251	43.485	43.719	43.954	44.188	44.422	44.656	44.890	45.124	45.358	45.592	45.826	46.060	46.294	46.528	46.762
0.92	43.857	44.091	44.325	44.559	44.794	45.028	45.262	45.496	45.730	45.964	46.198	46.432	46.666	46.900	47.134	47.368	47.602
0.94	44.697	44.931	45.165	45.399	45.634	45.868	46.102	46.336	46.570	46.804	47.038	47.272	47.506	47.740	47.974	48.208	48.442
0.96	45.537	45.771	46.005	46.239	46.474	46.708	46.942	47.176	47.410	47.644	47.878	48.112	48.346	48.580	48.814	49.048	49.282
0.98	46.377	46.611	46.845	47.079	47.314	47.548	47.782	48.016	48.250	48.484	48.718	48.952	49.186	49.420	49.654	49.888	50.122
1.00	47.217	47.451	47.685	47.919	48.154	48.388	48.622	48.856	49.090	49.324	49.558	49.792	50.026	50.260	50.494	50.728	50.962
1.02	48.057	48.291	48.525	48.759	48.994	49.228	49.462	49.696	49.930	50.164	50.398	50.632	50.866	51.100	51.334	51.568	51.802
1.04	48.897	49.131	49.365	49.599	49.834	50.068	50.302	50.536	50.770	51.004	51.238	51.472	51.706	51.940	52.174	52.408	52.642
1.06	49.737	49.971	50.205	50.439	50.674	50.908	51.142	51.376	51.610	51.844	52.078	52.312	52.546	52.780	53.014	53.248	53.482
1.08	50.577	50.811	51.045	51.279	51.514	51.748	51.982	52.216	52.450	52.684	52.918	53.152	53.386	53.620	53.854	54.088	54.322
1.10	51.417	51.651	51.885	52.119	52.354	52.588	52.822	53.056	53.290	53.524	53.758	53.992	54.226	54.460	54.694	54.928	55.162
1.12	52.257	52.491	52.725	52.959	53.194	53.428	53.662	53.896	54.130	54.364	54.598	54.832	55.066	55.300	55.534	55.768	56.002
1.14	53.097	53.331	53.565	53.799	54.034	54.268	54.502	54.736	54.970	55.204	55.438	55.672	55.906	56.140	56.374	56.608	56.842
1.16	53.937	54.171	54.405	54.639	54.874	55.108	55.342	55.576	55.810	56.044	56.278	56.512	56.746	56.980	57.214	57.448	57.682
1.18	54.777	55.011	55.245	55.479	55.714	55.948	56.182	56.416	56.650	56.884	57.118	57.352	57.586	57.820	58.054	58.288	58.522
1.20	55.617	55.851	56.085	56.319	56.554	56.788	57.022	57.256	57.490	57.724	57.958	58.192	58.426	58.660	58.894	59.128	59.362

Tabla 28 – Datos de sensibilidad del proyecto (fuente: Base de Reclamos)

Materia Prima vs. el planificado nominal

	0.90	0.91	0.92	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.99	1.00	1.01	1.02	1.03	1.04	1.05	1.06
45.771	75.059	77.038	77.470	76.353	76.784	77.216	77.647	78.078	78.510	78.941	79.373	79.804	80.235	80.667	81.098	81.529	81.961
0.82	76.607	77.038	77.470	77.901	78.332	78.764	79.195	79.626	80.058	80.489	80.921	81.352	81.783	82.215	82.646	83.077	83.509
0.84	78.155	78.586	79.018	79.449	79.880	80.312	80.743	81.174	81.606	82.037	82.469	82.900	83.331	83.763	84.194	84.625	85.057
0.86	79.703	80.134	80.566	80.997	81.428	81.860	82.291	82.722	83.154	83.585	84.017	84.448	84.879	85.311	85.742	86.173	86.605
0.88	81.251	81.682	82.114	82.545	82.976	83.408	83.839	84.270	84.702	85.133	85.565	85.996	86.427	86.859	87.290	87.721	88.153
0.90	82.799	83.230	83.662	84.093	84.524	84.956	85.387	85.818	86.250	86.681	87.113	87.544	87.975	88.407	88.838	89.269	89.701
0.92	84.347	84.778	85.210	85.641	86.072	86.504	86.935	87.366	87.798	88.229	88.661	89.092	89.523	89.955	90.386	90.817	91.249
0.94	85.895	86.326	86.758	87.189	87.620	88.052	88.483	88.914	89.346	89.777	90.209	90.640	91.071	91.503	91.934	92.365	92.797
0.96	87.443	87.874	88.306	88.737	89.168	89.600	90.031	90.462	90.894	91.325	91.757	92.188	92.619	93.051	93.482	93.913	94.345
0.98	88.991	89.422	89.854	90.285	90.716	91.148	91.579	92.010	92.442	92.873	93.305	93.736	94.167	94.599	95.030	95.461	95.893
1.00	90.539	90.970	91.402	91.833	92.264	92.696	93.127	93.558	93.990	94.421	94.853	95.284	95.715	96.147	96.578	97.009	97.441
1.02	92.087	92.518	92.950	93.381	93.812	94.244	94.675	95.106	95.538	95.969	96.401	96.832	97.263	97.695	98.126	98.557	98.989
1.04	93.635	94.066	94.498	94.929	95.360	95.792	96.223	96.654	97.086	97.517	97.949	98.380	98.811	99.243	99.674	100.105	100.537
1.06	95.183	95.614	96.046	96.477	96.908	97.340	97.771	98.202	98.634	99.065	99.497	99.928	100.359	100.791	101.222	101.653	102.085
1.08	96.731	97.162	97.594	98.025	98.456	98.888	99.319	99.750	100.182	100.613	101.045	101.476	101.907	102.339	102.770	103.201	103.633
1.10	98.279	98.710	99.142	99.573	100.004	100.436	100.867	101.298	101.730	102.161	102.593	103.024	103.455	103.887	104.318	104.749	105.181
1.12	99.827	100.258	100.690	101.121	101.552	101.984	102.415	102.846	103.278	103.709	104.141	104.572	105.003	105.435	105.866	106.297	106.729
1.14	101.375	101.806	102.238	102.669	103.100	103.532	103.963	104.394	104.826	105.257	105.689	106.120	106.551	106.983	107.414	107.845	108.277
1.16	102.923	103.354	103.786	104.217	104.648	105.080	105.511	105.942	106.374	106.805	107.237	107.668	108.099	108.531	108.962	109.393	109.825
1.18	104.471	104.902	105.334	105.765	106.196	106.628	107.059	107.490	107.922	108.353	108.785	109.216	109.647	110.079	110.510	110.941	111.373
1.20	106.019	106.450	106.882	107.313	107.744	108.176	108.607	109.038	109.470	109.901	110.333	110.764	111.195	111.627	112.058	112.489	112.921

Tabla 29 – Datos de sensibilidad del proyecto extendido (fuente: Base de Reclamos)

Glosario

Agente mateante: es un dióxido de silicio sintético y amorfo, de tamaño de partícula muy pequeño y alta porosidad. Los agentes mateantes se diferencian de las cargas en que migran a la superficie, permitiendo que menores dosificaciones logren el mismo efecto mateante.

APE: Alkyl Phenol Ethoxylate o alquil fenol etoxilados.

Bases Tinting o Tintométricas: bases con pigmentación blanca creciente para preparar colores en el sistema tintométrico.

Batch: lote.

BCT: Batch Cycle Time o Tiempo de Ciclo del Lote.

Carbonato de calcio: es una carga que otorga efecto mateante al generar irregularidad en la superficie de la película de pintura. Puede tener distintos tamaños, siendo el efecto mayor cuanto más grande es la partícula.

Curva de aprendizaje: describe el grado de éxito del aprendizaje con el tiempo.

Habitualmente se comenten más errores al comienzo de una tarea y luego se comenten menos y se aprovecha lo ya aprendido.

Diatomita o tierra de diatomeas: es una roca sedimentaria de origen orgánico, resultado de la acumulación de algas fósiles. Tiene la capacidad de actuar como agente mateante, extendedor de pigmento, otorgar tenacidad a la película de pintura y dar propiedades de lijabilidad.

Disruptor endócrino: es una sustancia química exógena capaz de alterar el equilibrio hormonal de los organismos de una especie, pudiendo afectar algunos procesos fisiológicos controlados por hormonas.

Efecto barrera: dado por las cargas de forma alargada o laminar, que se interponen en el camino de la migración de humedad a través de la película de pintura aplicada.

Emulsión acrílica: es una dispersión de polímero acrílico en agua que se utiliza en la preparación de pintura al látex. Su secado es rápido y es resistente al agua una vez seca.

Extendedor de pigmento: es un material que, con un costo marcadamente inferior, tiene algunas características que “alargan” o “extienden” al pigmento

Flooding o separación horizontal: defecto de la pintura aplicada, en que el color es uniforme en la superficie pero no en el grosor de la capa.

FODA: matriz de análisis de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas.

Granel: se refiere a un producto a partir del cual pueden envasarse más de una marca de producto terminado.

Heat Tracing: es un sistema que mantiene y/o aumenta la temperatura de cañerías y tanques. Consiste de un elemento calefactor eléctrico que corre a lo largo de la cañería y un recubrimiento aislante para evitar la pérdida de calor.

Índice Dow Jones de Sustentabilidad (Dow Jones Sustainability Indexes, DJSI):

variante de la bolsa de Nueva York para empresas que cumplan los requisitos de sustentabilidad demandados.

JIT: Just in Time o Justo a Tiempo.

Machimbrado: piezas de madera moldurada cuyos laterales tienen un perfecto encastre. Su principal uso es en aplicaciones de cielorrasos, entrepisos y revestimientos.

MdO: Mano de Obra.

Melamina: es un tablero aglomerado de partícula o MDF, recubierto por ambas caras con películas decorativas impregnadas con resinas melamínicas, lo que le otorga una superficie totalmente cerrada, libre de poros, impermeable, dura y resistente al desgaste superficial

Micela: es un conglomerado de moléculas surfactantes que se acomodan de forma de rodear una sustancia inmiscible en un medio. Habitualmente toman forma esférica o tubular.

Minitab 15: es un software para el análisis estadístico de datos.

µm: micrometro o 10^{-6} metro.

MPs: Materias Primas

nm: nanómetro o 10^{-9} metro.

p/p: peso en peso

PLC: Programmable Logic Controller o controlador lógico programable

Poder de tñido (PT): es una medición de la intensidad del color.

ppm: partes por millón.

ReadyMix: línea de pinturas en una gama de colores.

Régimen laminar: cuando un fluido se desplaza en forma estratificada, en láminas paralelas sin entremezclarse

Reología: es estudio de los principios físicos que regulan el movimiento de los fluidos

Resina alquídica: es un poliéster cuya cadena principal está modificada con moléculas de ácido graso, dándole distintas propiedades de flexibilidad, secado, etc. Son de extenso uso en las pinturas decorativas.

Resina epoxi: es un polímero termoestable que se endurece cuando se mezcla con un agente catalizador o "endurecedor". Sus principales usos son: proteger de la corrosión, mejorar la adherencia de capas posteriores de pintura, recubrimiento interno de latas para alimentos, y protección de suelos con alta resistencia.

Resina maleica: está formada por un grupo de sustancias orgánicas, siendo la principal la brea. Normalmente tiende a endurecerse por la acción del aire, convirtiéndose en un sólido de aspecto amorfo y brillante. Se utiliza habitualmente para modificar otras resinas.

RFT: Right First Time o Correcto al Primer Intento. Se considera RFT cualquier producto que no genere un movimiento de material no previsto durante su fabricación.

Rub out: ensayo de frotación de la pintura a los pocos minutos de aplicación. Permite identificar problemas de compatibilidad.

Sistema bicapa: consiste en la aplicación de dos capas diferentes de pintura.

Habitualmente la primera otorga características estéticas de color mientras que la segunda capa, transparente, otorga propiedades funcionales de dureza, resistencia, etc.

Sistemas por curado UV: son sin solvente que se aplican líquidas y curan al ser expuestas a radiación ultravioleta (por medio de lámparas UV)

Sistema tintométrico: ver Bases Tinting.

Surfactante: son sustancias químicas en las que se pueden identificar dos partes con características diferenciadas: una cola formada por una cadena carbonada, no polar, afín a medios orgánicos; y una cabeza hidrofílica, polar, de alta compatibilidad con medios acuosos. Los surfactantes permiten la estabilización de sustancias polares en medios no polares y viceversa al generar micelas.

Talco: es una carga cuyas partículas son de forma alargada. Otorga efecto mateante al generar irregularidad en la superficie de la película de pintura y también otorga efecto barrera.

Tinters: concentrados de color del sistema tintométrico.

Tasa Interna de Retorno (TIR): la tasa de descuento que hace que el Valor Actual Neto (V.A.N.) de una inversión sea igual a cero. Es una herramienta de toma de decisiones entre diferentes opciones de inversión. El criterio general es que si la TIR es mayor o igual a la

tasa de corte, se acepta el proyecto porque su rentabilidad es mayor que la mínima requerida.

Two-sample t-test: toma las muestras de dos poblaciones, a condición que ambas muestras puedan ser consideradas normales, y plantea la hipótesis nula de que las dos muestras pertenecen a la misma población. Tomando un intervalo de confianza del 95%, cualquier valor P por encima de 0,05 implica rechazar la H_0 y, por lo tanto, las muestras corresponden a distintas poblaciones

UV: ultravioleta