

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA



**“DIMENSIONAMIENTO DE UN AGITADOR DE 55 GALONES PARA
BARNICES DE RECUBRIMIENTO DE HOJALATA ELECTROLÍTICA.
EMPRESA INTRADEVCO INDUSTRIAL S.A.”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL TÍTULO
PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO**


MARTIN YABAR

MARTIN ENRIQUE YABAR CALDERON


Mg. Vladimir Contreras Tito

Callao, 2021

PERÚ

(Resolución N°156-2021-D-FIME)

ACTA N° 78 DE EXPOSICIÓN DEL INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL DEL III CICLO TALLER PARA LA OBTENCIÓN DE TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO E INGENIERO EN ENERGÍA

LIBRO 001 FOLIO No. 126 ACTA N° 078 DE EXPOSICIÓN DEL INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO

A los 13 días del mes noviembre, del año 2021, siendo las 15.43 horas, se reunieron, en la sala meet: <https://meet.google.com/ktd-ynee-ofn>, el **JURADO DE EXPOSICIÓN DEL INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL** para la obtención del título profesional de **Ingeniero Mecánico** de la **Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía**, conformado por los siguientes docentes ordinarios de la **Universidad Nacional del Callao**:

Mg.	ARTURO PERCEY GAMARRA CHINCHAY	: Presidente
Mg.	JUAN CARLOS HUAMÁN ALFARO	: Secretario
Mg.	ADOLFO ORLANDO BLAS ZARZOSA	: Miembro
Mg.	RENZO IVAN VILA ARCE	: Suplente

Se dio inicio al acto de exposición del informe de trabajo de suficiencia profesional del Bachiller **YÁBAR CÁLDERON, MARTÍN ENRIQUE**, quien habiendo cumplido con los requisitos para optar el Título Profesional de Ingeniero **MECÁNICO**, sustenta el informe titulado "**DIMENSIONAMIENTO DE UN AGITADOR DE 55 GALONES PARA BARNICES DE RECUBRIMIENTO DE HOJALATA ELECTROLÍTICA. EMPRESA INTRADEVCO INDUSTRIAL S.A.**", cumpliendo con la sustentación en acto público, de manera no presencial a través de la Plataforma Virtual, en cumplimiento de la declaración de emergencia adoptada por el Poder Ejecutivo para afrontar la pandemia del Covid-19, a través del D.S. N° 044-2020-PCM y lo dispuesto en el DU N° 026-2020 y en concordancia con la Resolución del Consejo Directivo N°039-2020-SUNEDU-CD y la Resolución Viceministerial N° 085-2020-MINEDU, que aprueba las "Orientaciones para la continuidad del servicio educativo superior universitario".

Con el quórum reglamentario de ley, se dio inicio a la exposición de conformidad con lo establecido por el Reglamento de Grados y Títulos vigente. Luego de la exposición, y la absolución de las preguntas formuladas por el Jurado y efectuadas las deliberaciones pertinentes, acordó: Dar por **APROBADO** con la escala de calificación cualitativa **BUENO** y calificación cuantitativa **14 (CATORCE)**, la presente exposición, conforme a lo dispuesto en el Art. 27 del Reglamento de Grados y Títulos de la UNAC, aprobado por Resolución de Consejo Universitario N° 245-2018- CU del 30 de Octubre del 2018

Se dio por cerrada la Sesión a las 16:18 horas del día 13 del mes de noviembre y año en curso.


Mg. **ARTURO PERCEY GAMARRA CHINCHAY**
PRESIDENTE


Mg. **JUAN CARLOS HUAMAN ALFARO**
SECRETARIO


Mg. **ADOLFO ORLANDO BLAS ZARZOSA**
MIEMBRO


Mg. **RENZO IVAN VILA ARCE**
SUPLENTE


Mg. **VLADIMIRO CONTRERAS TITO**
ASESOR

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y DE ENERGÍA
III Ciclo Taller de Informe de Trabajo de Suficiencia Profesional 2021

Jurado de Exposición

I N F O R M E

Visto el Informe de Trabajo de Suficiencia Profesional titulado: **DIMENSIONAMIENTO DE UN AGITADOR DE 55 GALONES PARA BARNICES DE RECUBRIMIENTO DE HOJALATA ELECTROLÍTICA. EMPRESA INTRADEVCO INDUSTRIAL S.A.**”, presentado por el señor Bachiller en Ingeniería Mecánica **YÁBAR CÁLDERON, MARTÍN ENRIQUE**

A QUIEN CORRESPONDA:

El Presidente del Jurado del señor bachiller en Ingeniería Mecánica **YÁBAR CÁLDERON, MARTÍN ENRIQUE**, manifiesta que la Exposición de su Informe de Trabajo de Suficiencia Profesional, se realizó en forma virtual, mediante la sala [://meet.google.com/ktd-ynee-ofn](https://meet.google.com/ktd-ynee-ofn) el día sábado 13 de Noviembre del 2021 a las 15.43 horas, no encontrándose observación alguna, ni correcciones que incluir, el mismo que en su oportunidad fue cuidadosamente evaluado por cada uno de los miembros del Jurado, no presentando ninguna observación en su estructura metodológica y contenido temático.

En tal sentido, en mi calidad de Presidente de Jurado, emito el presente informe favorable para los fines pertinentes.

Bellavista, 13 de Noviembre del 2021



Mg. ARTURO PERCEY GAMARRA CHINCHAY
Presidente de Jurado de Exposición

**“DIMENSIONAMIENTO DE UN AGITADOR DE 55 GALONES PARA
BARNICES DE RECUBRIMIENTO DE HOJALATA ELECTROLÍTICA.
EMPRESA INTRADEVCO INDUSTRIAL S.A.”**

DEDICATORIA

A mi madre Doris Calderón quien a lo largo de mi etapa escolar tomo mi mano y me condujo por el camino que derivo en mi orientación hacia la ingeniería y a mi padre Martín Yábar, quien me enseñó que con actitud y pasión se ve la vida de una manera hermosamente distinta.

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento a la Universidad Nacional del Callao, en especial a la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía a todos los docentes y personal administrativo que me brindaron distintos servicios en la FIME haciendo de esta forma que mi etapa universitaria sea alegremente recordada. A mi asesor Mg. Vladimiro Contreras Tito por su dedicación y motivación brindada para cumplir con éxito mi objetivo.

INTRODUCCIÓN

La empresa Intradevco Industrial S.A., líder en la fabricación de insumos de limpieza para el hogar y cuidado personal cuenta con distintas unidades de negocio como son las de detergentes, pasta dental, lejía, aerosoles, entre otros. El informe se desarrolla en la unidad de Aerosoles, exactamente en la planta de fabricación de envases de hojalata.

Dentro del proceso de fabricación de envases de hojalata existe la etapa de barnizado de la hojalata. Esta etapa consiste en aplicar una película de barniz por medio de una máquina conocida como barnizadora, esta película otorga un recubrimiento superficial interior y exterior para brindar la protección física y química que el envase requiere.

Si por algún error el barniz no llegara a cubrir toda el área asignada en la operación, dejaría zonas de metal expuesto. Las condiciones ambientales o la agresividad del contenido serían los medios para el inicio y propagación de la oxidación, deteriorando estas zonas expuestas causando el envejecimiento prematuro de la hojalata ocasionando así la contaminación del producto interno o el fallo por fisura en el envase.

Revisando las principales causas que nos llevan a generar un producto barnizado fuera de especificación en las operaciones de Intradevco, se ha determinado que el tratamiento del barniz, etapa previa al ingreso del insumo a la línea de producción, es la principal causa de la aparición de estos defectos (reconocidas en la industria como ojillos y aberturas de barniz). Adicionalmente a esto, un incorrecto tratamiento de barniz evidencia significativas pérdidas de eficiencias, elevando así los costos de manufactura.

Para atacar todos estos problemas de la industria, se tuvo la necesidad de implementar un sistema de homogenización para lo cual se dimensionó un agitador de 55 galones de capacidad para la homogenización de barnices utilizados para el recubrimiento de la hojalata. Este sistema de homogenización consta de una estructura fija y unos componentes que permiten realizar la agitación del fluido. El agitador es uno de estos componentes mecánicos. Este, por medio de un accionamiento eléctrico, genera un flujo turbulento que permite que partículas de distintas densidades se encuentren en proporciones similares en cada punto del depósito uniformizando relativamente la densidad y viscosidad del sistema en control.

En la primera sección revisaremos los aspectos generales del presente informe: los objetivos que se plantearon al inicio de esta implementación técnica con la

intención de eliminar los defectos de aplicación incompleta por incorrecto tratamiento de barniz. También se hablará de la historia de Intradevco Industrial S.A., la adopción de las políticas del grupo Alicorp y la reestructuración organizacional después de su reciente adquisición.

En la segunda sección se darán a conocer las bases teóricas de la mecánica de fluidos que nos permitieron caracterizar al barniz como un fluido a homogenizar. Definiremos los conceptos de mezcla, homogenización y agitación con el fin de definir técnicamente el proceso que buscamos aplicar y por último detallaremos los conceptos relativos a los agitadores y sus aplicaciones industriales.

En la tercera sección se mostrará principalmente los aportes en el diseño del sistema de homogenización: los cálculos del dimensionamiento del eje, el motor eléctrico y la selección del tipo de impulsor. Todo esto sustenta la aplicación de los conocimientos de la carrera de ingeniería mecánica en la industria principalmente en la rama de fluidos. Por otro lado, se muestra el paso a paso del proceso de implementación con una estructura basada en la metodología del PMI "Project Management Institute" dando un enfoque adecuado a los grupos de procesos y áreas de conocimiento desde la concepción de la idea hasta la ejecución del proyecto.

Como última sección se muestran las conclusiones y recomendaciones. Veremos el cumplimiento de los objetivos y la interpretación de la variación de viscosidad obtenida como una mención a una posible etapa de desarrollo y optimización de los tiempos para lograr un adecuado grado de homogenización.

ÍNDICE

I. ASPECTOS GENERALES.....	4
1.1 Objetivos	5
1.1.1 Objetivo General	5
1.1.2 Objetivos específicos	5
1.2 Organización de la Empresa o Institución.	5
1.2.1 Antecedentes históricos	5
1.2.2 Filosofía empresarial	8
1.2.3 Estructura organizacional.....	9
II. FUNDAMENTACIÓN DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL.....	15
2.1 Marco Teórico	15
2.1.1 Bases teóricas.....	15
2.1.2 Aspectos normativos	29
2.1.3 Simbología técnica	30
2.2 Descripción de las actividades desarrolladas	30
2.2.1 Etapas de las actividades.....	30
2.2.2 Diagrama de Flujo:.....	34
Figura 2.8. Diagrama de Flujo de Etapas y Actividades.....	34
2.2.3 Cronograma de actividades	35
III. APORTES REALIZADOS	36
3.1 Inicio, planificación, ejecución y control.....	36
3.2 Evaluación técnica – económica.....	49
3.3 Análisis de resultados	49
IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	51
4.1 Discusión	51
4.2 Conclusiones	51
4.3 RECOMENDACIONES	52
V. BIBLIOGRAFÍA.....	54
ANEXOS.....	55

TABLAS

Tabla 2.1	Constantes a y b del factor “m”	29
Tabla 2.2	Estructura de los Procesos de Dirección de Proyectos	33
Tabla 3.1	Resumen de Recubrimientos de Trabajo	42

FIGURAS

Figura 1.1	Industrias de aplicación de sistemas de agitación	4
Figura 1.2	Propaganda pulidor marca Sapolio 1992	6
Figura 1.3	Productos de Intradevco en presentación Alicorp	7
Figura 1.4	Estructura Organizacional Corporativa	10
Figura 1.5	Estructura Organizacional Cadena de VP Supply Chain	11
Figura 2.1	Composición de barnices	17
Figura 2.2	Viscosímetro	20
Figura 2.3	Funcionalidad del envase	21
Figura 2.4	Agitadores Industriales	25
Figura 2.5	Impulsores	26
Figura 2.6	Características geométricas del sistema	27
Figura 2.7	Correlación de potencia turbina de 6 palas líquidos NN	28
Figura 2.8	Diagrama de flujo área de etapas y actividades	34
Figura 2.9	Cronograma de actividades del proyecto	35
Figura 3.1	Soluciones alternativas de agitación de fluidos	37
Figura 3.2	Esquema de niveles por paletas	43
Figura 3.3	Impulsor de hélice	44
Figura 3.4	Motor Reductor serie KF37	46
Figura 3.5	Impulsores recomendados para barnices	47
Figura 3.6	Comportamiento del barniz con copa Visco Jet	48
Figura 3.7	Comportamiento del barniz con agitador Visco Jet	48
Figura 3.8	Sistema de Homogenización de Barnices	50

I. ASPECTOS GENERALES

Una de las operaciones más comunes y antiguas utilizadas en el campo de la ingeniería es la agitación. Esta operación se lleva a cabo casi siempre por un agitador industrial y su importancia radica en las funciones que cumple. Por un lado, los agitadores sirven para homogenizar ciertas variables de estado como la temperatura o la concentración de una especie química, mientras que por otro lado son sumamente útiles para mantener sólidos en suspensión al interior de un tanque. El éxito de muchas operaciones industriales (farmacéutica, lácteos y bebidas, cosméticos, pinturas y barnices, etc.) depende de la eficacia de este proceso, por lo que el dimensionamiento de un agitador industrial que se ajuste a las necesidades específicas del usuario es fundamental.

Figura 1.1. Industrias de Aplicación de Sistemas de Agitación



Fuente: Catálogo de Inotec: Trending agitator technology

La eficiencia de las operaciones de agitado tiene un impacto tanto en los costos como en la calidad del proceso, factores clave para poder mantener la competitividad en el mercado. Un agitador mal implementado demandará demasiado consumo de potencia, puede averiarse rápidamente o hasta simplemente puede no servir desde el arranque, disparando así los costos de operación, volviendo menos rentable un proceso o inutilizando la inversión realizada. Por eso, para tomar una buena decisión en cuanto a que agitador industrial implementar, es importante en primer lugar conocer que fluidos queremos mezclar, considerar su viscosidad, su comportamiento reológico, su densidad y el volumen a tratar.

Las opciones en agitadores industriales son extensas, por lo cual tomaremos relativa importancia a la caracterización del barniz como un fluido a homogenizar. Con esto y en el presente informe, realizaremos un adecuado dimensionamiento de un agitador de 55 galones para la homogenización de barnices de recubrimiento de hojalata considerando las condiciones preestablecidas: facilidad para generar espuma durante el movimiento del fluido y volatilización del solvente en el tiempo.

1.1 Objetivos

El presente informe tiene los siguientes objetivos.

1.1.1 Objetivo General

Dimensionar un agitador para la homogenización de barnices en presentaciones estándar de 55 galones utilizados para el recubrimiento interior y exterior de hojalata electrolítica para la empresa Intradevco Industrial S.A.

1.1.2 Objetivos específicos

- Determinar el fluido crítico de diseño, viscosidad y características.
- Determinar la configuración del agitador (parámetros constructivos).
- Seleccionar el motor adecuado para la construcción del equipo.
- Seleccionar el impulsor adecuado para la construcción del equipo.

1.2 Organización de la Empresa o Institución.

1.2.1 Antecedentes históricos

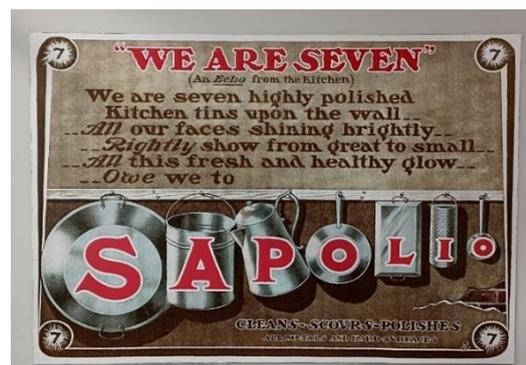
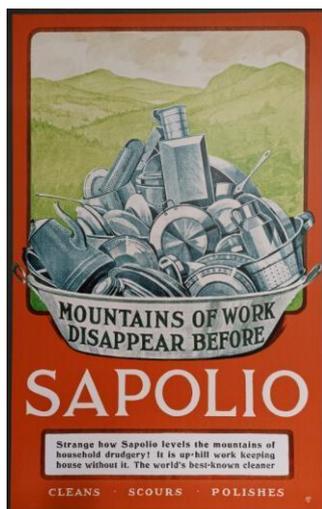
A mediados del siglo XX, Thomas Fox, joven emprendedor nacido en Wisconsin, se asoció, en el Perú, con Frank de Freire, joven ingeniero peruano, para formar Interamerican Trade Development Company S.A.

(INTRADEVCO S.A.), para fabricar, bajo licencia, los afamados productos de limpieza para el hogar de SC Johnson & Son. Quince años después, obtuvieron licencia de otra empresa norteamericana, Sara Lee, para fabricar el famoso betún Kiwi. La experiencia de Thomas Fox en el Departamento de Comunicaciones de la Marina Norteamericana y el ímpetu empresarial de ambos los llevó a la fabricación de radios y televisores de la prestigiosa marca JVC de Japón. Así INTRADEVCO S.A se convirtió en uno de los grandes conglomerados industriales del Perú, con una muy importante facturación y un gran número de empleados.

Años después INTRADEVCO sumaría a sus operaciones, la actividad extractiva de oro, en el río Madre de Dios. La diversidad de actividades y la relación con grandes transnacionales de prestigio, permitió consolidar una gran experiencia y un sólido equipo humano, que sigue siendo parte de la empresa. Sin embargo, cambios políticos y económicos ocurridos en el país entre finales de los 70' e inicios de los 80' obligaron a INTRADEVCO a reducir sus operaciones a un 10% cerrando las Divisiones Electrónica y Extractiva de Oro.

En 1992, animado por las nuevas condiciones económicas y sociales para la inversión en el país, un grupo de jóvenes empresarios adquirió INTRADEVCO y le dio impulso al comprar a la empresa Procter & Gamble la marca SAPOLIO que hasta ese entonces era sólo un pulidor en polvo, empleado para el lavado de ollas, utensilios de cocina y otras superficies duras, pero de gran reconocimiento en el mercado local.

Figura 1.2. Propaganda Pulidor marca Sapolio de 1992



Una segunda gran crisis sobrevino para Intradevco en los años siguientes, cuando SC Johnson & Son terminó sorpresivamente el contrato de producción que mantuvo con INTRADEVCO por más de 50 años y que representaba más del 80% de la facturación total. En estas circunstancias la Gerencia General, con el apoyo y entusiasmo de su personal técnico y comercial, decide hacer uso de su marca SAPOLIO para la elaboración de otros productos de limpieza del hogar, como detergentes en pasta y líquidos para el lavado de vajillas, detergente en polvo para el lavado de ropa doméstica e industrial, ceras para pisos, desinfectantes, etc. que alcanzaron rápidamente gran aceptación. En este empeño, la Gerencia decide incursionar en productos para el cuidado oral, con la marca DENTO que alcanzó a ser reconocida como símbolo de PRODUCTO PERUANO.

Posteriormente Intradevco registra otras marcas como AVAL y GEOMEN que utiliza para el lanzamiento de productos de cuidado personal como Shampoo, desodorantes, bloqueadores solares, etc.

En el año 2019, ALICORP adquiere a la empresa INTRADEVCO S.A. como parte de la estrategia de crecimiento en el Perú y América Latina, forjando una nueva historia de crecimiento fomentando principalmente su filosofía empresarial orientados a los lineamientos del corporativo GRUPO ROMERO.

Figura 1.3. Productos de Intradevco en Presentación de Alicorp



Fuente: Mercado Negro – Portal de Noticias

1.2.2 Filosofía empresarial

Alimentamos el crecimiento de cada país donde estamos y mejoramos la calidad de vida de nuestros colaboradores, proveedores, inversionistas, consumidores y comunidades. Este es el norte que seguimos y la razón que nos motiva a innovar, a mejorar cada acción que realizamos, en línea con nuestros valores y pilares estratégicos.

Misión:

Transformamos mercados a través de nuestras marcas líderes, generando experiencias extraordinarias en nuestros consumidores. Buscamos innovar constantemente para generar valor y bienestar en la sociedad.

Visión:

Ser líderes en los mercados en los que competimos.

Valores:

Confiamos: Vivimos en un ambiente en el cual las personas se sienten seguras de expresar lo que piensan. Confiamos genuinamente en nuestros colaboradores y su talento.

Respetamos: Somos íntegros y honestos. Respetamos a nuestra gente, clientes, consumidores, medio ambiente y comunidad. Acogemos diferentes puntos de vista.

Lideramos con pasión: Somos líderes apasionados en todo lo que hacemos. Somos emprendedores, con espíritu ganador y coraje, lo que nos moviliza a innovar y transformar mercados.

Estamos conectados: Sentimos los objetivos de la organización como propios y los cumplimos con excelencia. Trabajamos conectados para generar valor y bienestar.

Somos ágiles y flexibles: Somos un equipo ágil y flexible, sabemos tomar riesgos, aprendemos de nuestros errores y celebramos nuestros éxitos con humildad.

Pilares Estratégicos:

Crecimiento: Buscamos ser líderes en los negocios en los que estamos presentes. nos hemos trazado metas desafiantes pero alcanzables, con crecimientos por encima de los niveles de los mercados en los que competimos. nuestro compromiso es seguir creciendo de manera sostenida y eficiente.

Eficiencia: Estamos construyendo una cultura de eficiencia con una disciplina de simplicidad y agilidad, y con el compromiso de actuar como dueños, siendo eficientes en todo lo que hacemos.

Gente: Confiamos y desarrollamos el talento de nuestra gente para fortalecer nuestra cultura, lo que nos impulsará hacia los objetivos de crecimiento. buscamos compartir conocimiento y experiencias, y llevar la “Cultura Alicorp” a donde vayamos. estamos trabajando en fortalecer nuestro modelo de gobierno y nuestros roles.

Modelo de Desarrollo Sostenible:

Bienestar: Promovemos hábitos y estilos de vida balanceados en nuestros consumidores, colaboradores y en la sociedad. Estamos siempre atentos a las necesidades de nuestros consumidores y las nuevas tendencias de consumo.

Cuidado del Ambiente: Nuestras operaciones buscan constantemente generar eficiencias que nos permitan reducir el impacto de nuestras actividades y lograr un uso eficiente de recursos.

Desarrollo de la Cadena de Valor: Fortalecemos las capacidades de nuestros principales grupos de interés, para fomentar el emprendimiento y promover la empleabilidad. Por eso, impulsamos el desarrollo individual o de empresa a través de iniciativas de capacitación, retroalimentación e inversión social.

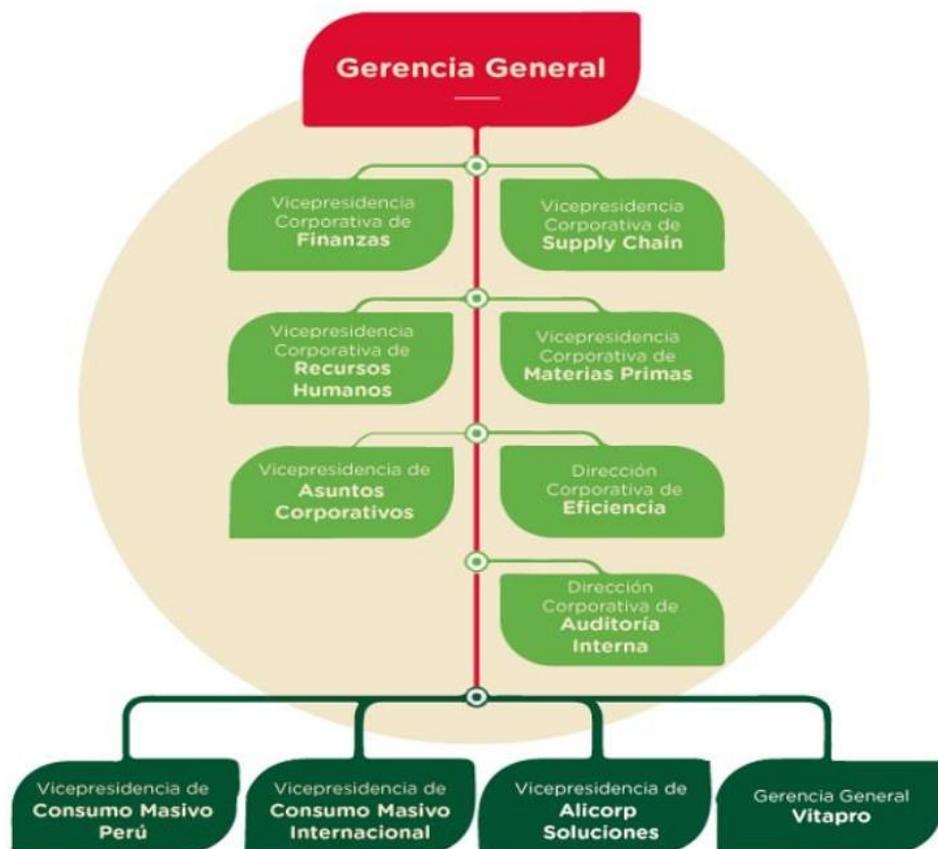
1.2.3 Estructura organizacional

Apuntamos a desarrollar al máximo nuestros negocios y a liderar cada mercado en el que participamos. Por ello tenemos una **estructura corporativa** de negocios y business partners que nos permite asegurar nuestros estándares de calidad y una misma forma de hacer las cosas de

manera ágil y flexible, procurando ser productivos y estando siempre conectados.

A la **Gerencia General le reportan nuestros negocios y business partners**: Por el lado de los negocios tenemos cuatro vicepresidencias: Consumo Masivo Perú, Consumo Masivo Internacional y el Negocio de Productos Industriales; Alicorp Soluciones (Negocio B2B) y la Gerencia General de Vitapro (Negocio de Acuicultura). Por el lado de los business partners, contamos con cinco vicepresidencias: Finanzas, Supply Chain, Recursos Humanos, Materias Primas y Asuntos Corporativos, además de las direcciones corporativas de Eficiencias y Auditoría Interna.

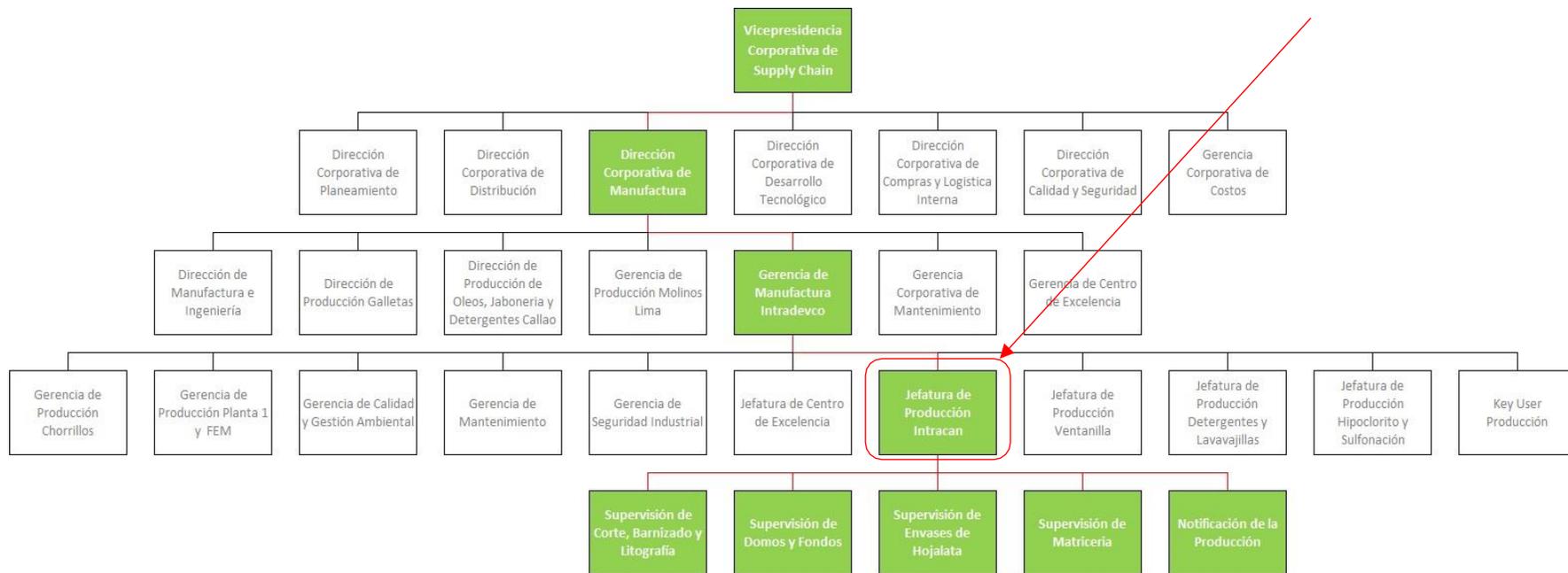
Figura 1.4. Estructura Organizacional Corporativa



Fuente: Conecta Alicorp. Página web institucional.

De la estructura que se desarrolla a partir de la **Vicepresidencia Corporativa de Supply Chain**, tengo como área de liderazgo a la Jefatura de Producción Intracan y formo parte del reporte directo de la Gerencia de Manufactura Intradevco. La Gerencia de Manufactura Intradevco es la más alta posición en la estructura de Intradevco Industrial S.A. Esta representa a Intradevco ante el corporativo, teniendo de esta forma que reportar a la Dirección Corporativa de Manufactura.

Figura 1.5. Estructura Organizacional Cadena de VP Supply Chain



Como Jefe del área de Producción Planta Intracan tengo las siguientes responsabilidades:

- Liderar la toma de decisión en los procesos de Corte, Barnizado, Litografía, fabricación de Domos/Fondos y fabricación de envases.
- Garantizar la continuidad de las operaciones productivas dentro de los objetivos de eficiencia orientada a la excelencia operacional.
- Garantizar que nuestras instalaciones, procesos y productos cumplan con los más altos estándares de calidad.
- Asegurar la eficacia del SGSST en la prevención de accidentes y enfermedades ocupacionales en mis áreas de responsabilidad.
- Desarrollar iniciativas de mejora en los campos de seguridad, calidad y productividad mediante la mejora de procesos y máquinas.
- Desarrollar iniciativas de control y reducción de costos industriales de energía, mano de obra y consumos de materiales.
- Coordinar con la jefatura de mantenimiento las intervenciones preventivas y correctivas de las distintas máquinas.
- Garantizar un buen clima laboral durante toda la jornada laboral con la intención de brindar bienestar a nuestros colaboradores.

A su vez, tengo bajo mi liderazgo el área de notificación de la producción, las posiciones técnicas de supervisión y la reciente supervisión del área de Matricería. A continuación, detallo las principales responsabilidades del personal asignado al puesto:

Supervisor de Corte, Barnizado y Litografía

- Asegurar que las operaciones de corte, barnizado y litografía de hojalata se realicen conforme a los procedimientos e instructivos estándares establecidos.
- Asegurar el cumplimiento del control de proceso bajo las frecuencias y estándares de calidad establecidos.
- Asegurar el cumplimiento de las reglas mandatorias de seguridad durante las operaciones productivas.
- Desarrollar aptitudes técnicas en el personal operativo para la multifuncionalidad en las líneas de corte, barnizado y litografía.
- Asegurar el cumplimiento de las metodologías de mejora continua aplicadas (TPM, 5S's, BPM, etc.).

Supervisor de Domos y Fondos

- Asegurar que las operaciones de fabricación de domos y fondos se realicen conforme a los procedimientos e instructivos estándares establecidos.
- Asegurar el cumplimiento del control de proceso bajo las frecuencias y estándares de calidad establecidos.
- Asegurar el cumplimiento de las reglas mandatorias de seguridad durante las operaciones productivas.
- Desarrollar aptitudes técnicas en el personal operativo para la multifuncionalidad en las líneas domos y fondos de tiras y hoja entera.
- Asegurar el cumplimiento de las metodologías de mejora continua aplicadas (TPM, 5S's, BPM, etc.).

Supervisor de Envases de Hojalata

- Asegurar que las operaciones de ensamble de envases aerosol se realicen conforme a los procedimientos e instructivos estándares establecidos.
- Asegurar el cumplimiento del control de proceso bajo las frecuencias y estándares de calidad establecidos.
- Asegurar el cumplimiento de las reglas mandatorias de seguridad durante las operaciones productivas.
- Desarrollar aptitudes técnicas en el personal operativo para la multifuncionalidad en máquinas de paletizado automático, cerradora y soldadora de cuerpos.
- Asegurar el cumplimiento de las metodologías de mejora continua aplicadas (TPM, 5S's, BPM, etc.).

Supervisor de Matricería

- Desarrollar el crecimiento de los maquinistas en base a los criterios técnicos relacionados a la matricería.
- Asegurar la digitalización de la totalidad de ensambles de las distintas operaciones de las prensas de transferencia de cada línea.
- Gestionar la información de los desarrollos de ingeniería y proyectos de optimización en matrices y herramientas.

- Asegurar el cumplimiento de los programas de mantenimiento preventivo de matrices y herramientas.
- Asegurar que la recepción e ingreso a operación de componentes de fabricación interna y externa se den con el debido control metrológico.

Notificador de la Producción

- Asegurar la digitalización oportuna de la información de cada máquina y cada turno productivo en el ERP SAP 4 HANNA.
- Asegurar de manera oportuna la habilitación de los insumos y materiales que cada línea requiera para la continuidad de sus operaciones.
- Asegurar la programación de la producción de acuerdo con la demanda mediante la entrega de los programas semanales.
- Asegurar el seguimiento y control de las metodologías de mejora continua aplicadas (TPM, 5S's, BPM, etc.).
- Gestionar indicadores OEE, merma, PNC y NISSAO, análisis de consumos, inventarios y sustentos de desviaciones estándar.

II. FUNDAMENTACIÓN DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL

2.1 Marco Teórico

La homogenización de barnices es una necesidad que siempre ha existido en la industria de fabricación de envases de hojalata. Los barnices de recubrimiento de hojalata son sólidos (resinas, pigmentos, etc.) disueltos en solventes. Los sólidos podrían separarse con el tiempo debido a diferencias en la gravedad específica, por lo que la agitación se vuelve obligatoria para lograr una calidad constante del producto durante la aplicación.

Aun ante esta situación, no existen muchas soluciones de ingeniería para la agitación de barnices en las industrias de fabricación de envases, y contratar un servicio especializado para el diseño y fabricación, puede resultar ser muy costoso. Por este motivo, muchos fabricantes de envases optan por utilizar alguna solución práctica de agitación de líquidos o realizar el diseño y fabricación propio de un sistema de homogenización fijo, esto podría disminuir los costos de inversión de la implementación técnica hasta en un 75%. Este es el paso que dio INTRADEVCO, en el cual en el actual informe se detalla mi participación en el dimensionamiento de los componentes de agitación para un sistema de homogenización de barnices.

Para iniciar el dimensionamiento de los componentes del agitador requerimos caracterizar al barniz dentro de los conceptos que engloba la mecánica de fluidos. Mientras que para definir objetivamente los conceptos que este informe menciona necesitamos conocer la diferencia entre homogenización, mezcla y agitación.

2.1.1 Bases teóricas

Introducción a los fluidos

Un fluido se define como una sustancia que cambia su forma continuamente siempre que este sometida a un esfuerzo cortante, sin importar que tan pequeño sea (Shames, 1995)

A una determinada temperatura y presión, un fluido posee una densidad definida. Aunque la densidad de un fluido depende de la temperatura y la presión, la variación de la densidad al modificar estas variables puede ser grande o pequeña. Si la densidad varía poco por cambios moderados de presión y temperatura, el fluido se denomina no compresible, y si la densidad varía considerablemente respecto a estas variables, el fluido recibe el nombre de compresible (McCabe, 1998).

Fenómenos de Flujo de Fluidos

El comportamiento de un fluido depende mucho de que el fluido esté o no bajo la influencia de superficies sólidas. En la región donde la influencia de la pared es pequeña el esfuerzo cortante puede ser despreciable, y el comportamiento del fluido acercarse al de un fluido ideal, es decir, no compresible y con viscosidad cero. El flujo de un tal fluido ideal recibe el nombre de flujo potencial y está completamente descrito por la mecánica newtoniana y la conservación de la materia (Mc Cabe, 1998).

Flujo Laminar y Flujo Turbulento

Algunos flujos son suaves y ordenados en tanto que otros son considerados caóticos. El movimiento intensamente ordenado de un fluido, caracterizado por capas no-alteradas de éste se menciona como laminar. La palabra laminar proviene del movimiento de partículas juntas adyacentes del fluido, en "láminas". El flujo de los fluidos intensamente viscosos, como los aceites a bajas velocidades, por lo general es laminar. El movimiento intensamente desordenado de un fluido, que es común se presente a velocidades altas y se caracteriza por fluctuaciones en la velocidad se llama turbulento. El régimen de flujo influye significativamente en la potencia requerida para el bombeo o agitación. Un flujo que se alterna entre laminar y turbulento se conoce como de transición. (Cengel, 2006a).

Fluido Newtoniano y No Newtoniano

Además de sus muchos otros descubrimientos, Isaac Newton hizo un trabajo innovador con los fluidos. Él descubrió que la viscosidad de la mayoría de los fluidos es afectada sólo por la temperatura. La viscosidad es la medida que determina la resistencia al flujo de un fluido. Un fluido con alta viscosidad resiste el movimiento mientras que un fluido con baja viscosidad fluye fácilmente (Rohrig, 2017).

Los fluidos más comunes, como el agua y el petróleo, son newtonianos. Su viscosidad permanece constante sin importar cuán rápido se vean forzados a fluir. Por lo tanto, el único factor que afecta su viscosidad es la temperatura. Esta ley se conoce como la ley de viscosidad de Newton, donde τ es el esfuerzo cortante, μ la viscosidad y $\dot{\gamma}$ la tasa de corte.

$$\tau = \mu \cdot \dot{\gamma} \qquad \text{Ecuación 2.1}$$

Ley de viscosidad de Newton

Pero la viscosidad de algunos fluidos se ve afectada por factores distintos a la temperatura, estos fluidos se denominan fluidos no newtonianos. La viscosidad de un fluido no newtoniano cambiará debido a la agitación o la presión—conocida técnicamente como tensión cortante. Una tensión cortante no afectará la viscosidad de un fluido newtoniano. Estos fluidos se pueden modelar a través de la ley de potencia descrita

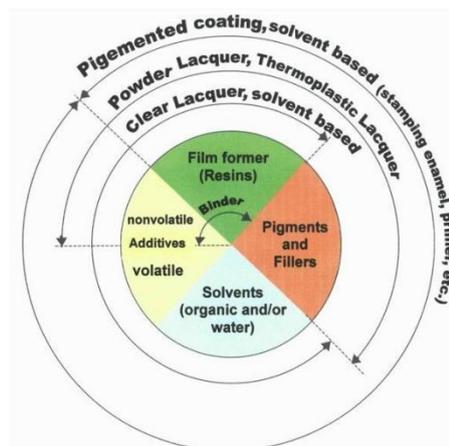
$$\tau = K \left(\frac{dv}{dy} \right)^n = \mu \left(\frac{dv}{dy} \right) \quad \text{Ecuación 2.2}$$

Modelo de ley de potencia para fluidos no newtonianos

Caracterización de los barnices de recubrimiento

En los términos más simples, en una mezcla de resinas/polímeros y un conjunto de disolventes de naturaleza orgánica con sus aditivos correspondientes (plastificantes, catalizadores, lubricantes, etc.) y en algunos casos pigmentos para usos especiales. Estos revestimientos se aplican generalmente en forma líquida y una vez aplicados, se hornean a la temperatura requerida en cada caso, evaporándose el disolvente. En esta operación se produce un entrecruzamiento químico de la estructura de los polímeros que les confieren una gran resistencia química, insolubilidad y dureza.

Figura 2.1. Composición de barnices



Fuente: Seminario Henkel, fabricantes de barnices.

Barnices como fluidos no newtonianos

De los materiales que se encuentran en la industria de los recubrimientos, es probable que solo las soluciones poliméricas diluidas o de bajo peso molecular o las dispersiones estables de baja concentración sean newtonianas. En general, las soluciones poliméricas, coloides, dispersiones y suspensiones de partículas sólidas no serán newtonianas. Para los materiales no newtonianos, la viscosidad ya no es una constante del material, sino que se denomina función del material; en este caso, una "función" de la velocidad de corte (o esfuerzo de corte). Para fluidos no newtonianos, una viscosidad medida a una sola velocidad de corte no es una representación adecuada de la reología del sistema (Eley, 1995).

Características físicas de los barnices

Densidad

La densidad es un valor matemático que describe un equilibrio de fuerzas físicas que actúan sobre un material llamado masa que ocupa un volumen conocido de espacio en condiciones de temperatura conocidas. La densidad se expresa como un valor único, pero en realidad es un valor medio de fuerzas que fluctúan dinámicamente, tanto internas al material como externas como el entorno circundante. Aquí se incluyen dos definiciones. El primero (densidad estática) es el modelo tradicional. Ha cambiado solo ligeramente a lo largo de los siglos, y se actualizó con los términos "masa" en lugar de peso y "en vacío" después de que se desarrollaron las campanas de vacío. El segundo (densidad dinámica) es un modelo más fundamental, que trata de materiales a nivel molecular, donde entran en juego los conceptos de funcionalidad química, energía cinética y potencial y límites interfaciales. Con el segundo modelo, podemos entender y tratar con mezclas de productos químicos y tratar matemáticamente cómo interactúan las densidades de un solo componente cuando se mezclan (BrockHaus, 1995)

Volumen de Sólidos

El barniz es una mezcla de materiales diseñada para proteger y embellecer un sustrato. Cuando se vende barniz, se vende por volumen en galones o litros. Lo que quiere el consumidor es la mayor cobertura por el dinero. Los fabricantes de barniz conocen que se requiere recubrir las superficies con un espesor mínimo llamado "peso de película seca". Una

vez determinado el espesor de película seca para cada aplicación, se puede calcular el volumen de sólidos. A los reguladores gubernamentales les gustaría saber el volumen de material orgánico volátil incluido en un galón de barniz. Una relación entre el volumen de volátiles y el volumen de sólidos sería una medida para comparar los productos en términos de contribución a la contaminación (Brockhaus, 1995).

Viscosidad

La viscosidad de un fluido caracteriza su resistencia al flujo. La resistencia al flujo es, a su vez, una medida de la fricción entre las moléculas del fluido o también puede ser una medida de las fuerzas de atracción entre ellas. Por lo tanto, un fluido "viscoso" (uno reacio a fluir) puede serlo debido a su alto peso molecular (como en el aceite de motor) o ser de peso molecular relativamente bajo, pero con fuertes interacciones intermoleculares (por ejemplo, enlaces de hidrógeno, como entre moléculas de azúcar en la miel). El movimiento de moléculas en el flujo disipa energía, principalmente como calor por fricción. El flujo, por tanto, es un proceso que cuesta energía, de la cual la viscosidad es una medida (Eley, 1995).

Viscosidad cinemática

La viscosidad cinemática relaciona la viscosidad con la densidad del líquido. Teniendo el valor de la viscosidad se puede calcular la viscosidad cinemática de un fluido con la siguiente fórmula:

$$v = \frac{\mu}{\rho} \quad \text{Ecuación 2.3}$$

Donde: v : viscosidad cinemática, μ : viscosidad dinámica y ρ : densidad

En esta medida, la viscosidad es la resistencia de un fluido al deslizamiento, y la densidad es el peso específico (masa/volumen) dividido por la gravedad. Para el cálculo de la viscosidad cinemática se utiliza la unidad específica en el Sistema Cegesimal de Unidades (CGS) Stokes (St).

Método para determinar la viscosidad del barniz

El medio habitual para la determinación de la viscosidad es con el uso del viscosímetro Brookfield [Método de prueba ASTM para propiedades reológicas de materiales no newtonianos mediante viscosímetro

rotacional. Los medios alternativos para determinar la viscosidad incluyen el uso de la copa Ford, el método de prueba ASTM para la viscosidad de pinturas, barnices y lacas mediante la copa de viscosidad Ford (D 1200). Este procedimiento relaciona el flujo con el tiempo requerido para que un líquido de prueba fluya a través de un orificio calibrado en el extremo cónico inferior de una taza (Price, 1995).

Figura 2.2. viscosímetro



Fuente: Pagina web Amazon

Conversión de viscosidad-tiempo de copa FORD 4

La conversión entre tiempo de flujo y viscosidad se calcula a partir de las siguientes ecuaciones:

$$v = 3.85 (\text{flujo del tiempo} - 4.49) \quad \text{Ecuación 2.4}$$

Conversión de viscosidad-tiempo de copa DIN 4

La conversión entre tiempo de flujo y viscosidad se calcula a partir de las siguientes ecuaciones:

$$v = (4.57 * \text{flujo del tiempo}) - \frac{452}{\text{flujo del tiempo}} \quad \text{Ecuación 2.5}$$

Aspectos Generales de Los Barnices:

Los recubrimientos empleados tienen una función de barrera protectora que puede desglosarse en los siguientes fines fundamentales:

- Protege al metal de su contenido.
- Protege al producto de la contaminación procedente del envase.
- Actúa como una barrera contra la abrasión y corrosión externas.
- Proporciona una base para la decoración.
- Facilita la fabricación.

Figura 2.3. Funcionalidad del barniz



Fuente: Seminario Henkel, fabricantes de barnices.

Tipos de Barnices:

El mercado ha desarrollado una amplia gama de barnices para diferentes utilidades. Todos ellos parten de un tipo de resina base de la que reciben su nombre genérico. Las resinas base que intervienen en la composición de los diferentes barnices no son muy numerosas. Las más usuales son:

Epóxicas

Las resinas epoxi, derivadas de la reacción de condensación entre la epíclorhidrina y el bisfenol A (difenil propano), forman la base de una amplia variedad de materiales de protección. Existen diversos tipos de

combinación de resinas epoxi. Los cuatro más importantes son: epoxi-fenólicas, epoxi-aminas, epoxi-ésteres y epoxi modificados (Mundo Latas 2019).

Los barnices epoxi-fenólicos son los más universales en cuanto a uso. La resina fenólica aporta las propiedades de resistencia química y la epóxica las mecánicas y de adherencia. En general, tienen una excelente adhesión y flexibilidad, por lo que son adecuados para envases embutidos. Presentan una buena resistencia a la agresividad de la mayor parte de alimentos. Su resistencia a la sulfuración, aunque buena, es inferior a la de los barnices fenólicos.

Los epoxi-aminas resultan a partir de resinas epóxicas con resinas amino tales como los formaldehídos de urea o de melanina. Tienen elevada resistencia química y son casi incoloros. Se usan para fines decorativos y como “enganches”.

Los epoxi-éster se obtienen de resinas epoxi esterificadas con ácidos grasos. Son barnices de excelente flexibilidad e incoloros. Su uso principal es para exteriores (barnices de acabado).

Los barnices epoxi-modificados usados en los sistemas interiores son una de las posibilidades – adecuadamente pigmentados - de los barnices blancos como alternativa a los organosoles y poliésteres blancos. Además, como incoloros pueden usarse como barnices de enganche o simplemente como barnices incoloros exteriores.

Acrílicas

Las resinas de estos están formadas por ésteres del ácido poliacrílico. Su empleo inicialmente bajo se ha ido poco a poco ampliándose por el excelente aspecto que presentan, asociado a una buena sanidad y limpieza. Sus principales campos de aplicación son en sistemas exteriores como esmaltes blancos y barnices de acabado en versiones incoloras. Presentan buenas cualidades en cuanto a resistencia química y sus propiedades mecánicas son también excelentes: Resisten bien elevadas temperaturas, la embutición profunda, el plegado, etc. (Mundo Latas, 2019).

Poliéster

Sus resinas basadas en ácido isoftálico, no reaccionan con los aceites y presentan aceptable flexibilidad, buena resistencia a los ácidos y baja resistencia a sulfuros. En general se emplean también frecuentemente en sistemas interiores como incoloros o dorados y pigmentados como porcelánicos y, en sistemas exteriores como barniz de enganche o esmalte blanco, este último también pigmentado (Mundo Latas, 2019).

Operaciones Unitarias en los Fluidos

Mezcla, homogenización y agitación

¿Qué es una mezcla?

Una mezcla es un material formado por dos o más componentes unidos, pero no combinados químicamente. Es la combinación física de dos o más sustancias que retienen sus identidades. Se considera una distribución aleatoria de dos o más fases.

Mezcla homogénea

Las mezclas homogéneas. Son aquellas en que los componentes no pueden distinguirse. Se conocen también como soluciones, y se conforman por un solvente y uno o varios solutos. Y como hemos dicho, las fases son imposibles de identificar a simple vista.

Mezcla heterogénea

Las mezclas heterogéneas. Son aquellas en que los componentes pueden distinguirse con facilidad, debido a que poseen una composición no uniforme, o sea, sus fases se integran de manera desigual e irregular, y por eso es posible distinguir sus fases con relativa facilidad. Dependiendo del tamaño de las partículas de sus componentes, podemos hablar de dos tipos de mezclas heterogéneas

- **Dispersiones gruesas.** Son aquellas en las que el tamaño de las partículas es apreciable a simple vista.
- **Suspensiones o coloides.** Son aquellas en las que una fase es normalmente fluida (gaseosa o líquida) y la otra está compuesta por partículas (generalmente sólidas) que quedan suspendidas y se depositan al pasar el tiempo.

¿Qué es la homogenización?

La homogenización es un proceso que combina diversas sustancias para producir una mezcla uniformemente consistente. La homogenización se utiliza principalmente con componentes que no son solubles uno en el otro, que apenas son miscibles o no son miscibles en absoluto. Los sólidos generalmente se pueden homogenizar por agitación. La homogenización es una tarea omnipresente para la producción de pinturas, barnices, lubricantes, emulsiones bituminosas, productos para el hogar y productos para la industria química (IKA process, 2021)

¿Qué es la agitación?

Podemos definir la agitación como el proceso de forzar movimiento de un fluido por medios mecánicos con la finalidad de homogeneizar el medio o sus componentes, además de ayudar a efectuar reacciones químicas, transferencia térmica y de masa.

En el sector industrial la complejidad es elevada, ya que hay que considerar de forma concisa todos los factores que forman parte del proceso para poder diseñar y dimensionar los equipos correctamente y evitar suministrar unidades con agitación insuficiente o, por el contrario, con unas ratios excedidas y que resulten elevados en costo y consumo (CFG Mixers, 2021).

Agitadores Industriales

Los agitadores industriales son máquinas rotativas que se utilizan para mezclar y homogeneizar dos o más productos de igual o distinta fase en el interior de un tanque creando un fluido entre los líquidos o entre líquidos y sólidos para poder obtener otros productos ya mezclados y homogeneizados con alguno de los siguientes objetivos:

- Homogenización de dos líquidos miscibles.
- Disolución de sólidos en líquidos.
- Intercambio térmico, aceleración de la transferencia de calor.
- Dispersión de un gas en un líquido.
- Dispersión de partículas finas en un líquido.
- Dispersión de dos fases no miscibles.

Todo agitador industrial se compone en esencia de un motor, una caja reductora de engranajes, un eje de transmisión y un elemento propulsor diseñado de acuerdo con las características de los productos y las necesidades de la mezcla (Timsa, 2021).

Tipos de Propulsores

La selección del tipo de agitador y su dimensionamiento es el resultado del análisis de un cierto número de parámetros relacionados con cada proceso:

- Tipo de agitación y posición.
 - Rotores flujo axial.
 - Rotores flujo radial.
 - Rotores flujo mixto.
 - Rotores para dispersión y emulsión.
- Geometría del tanque (Dimensiones, tipo de montaje).
- Velocidad de rotación (relacionado con la intensidad de agitación).
- Intensidad de agitación (relacionado con la velocidad de rotación).
- Condiciones físicas impuestas por el proceso (presión y temperatura).

La geometría del tanque y el tipo de montaje son factores determinantes en el diseño y dimensionamiento del agitador. En función del tipo de montaje en el tanque, los agitadores industriales se clasifican en:

Figura 2.4. Agitadores Industriales



Fuente: TIMSA Técnicas e Ingeniería de Mezclas

Los elementos propulsores se clasifican en función del tipo de flujo que producen, su capacidad de bombeo y efecto de cizalladura, los principales rotores utilizados son los siguientes:

Figura 2.5. Impulsores

HÉLICE MARINA (FLUJO AXIAL)



- 1.000 – 1.500 rpm
- Productos no viscosos
- Capacidad bombeo media
- Efecto de cizalladura bajo

HÉLICE AXIAL T10 (FLUJO AXIAL)



- 40 – 300 rpm
- Productos poco viscosos
- Capacidad bombeo alta
- Efecto de cizalladura bajo

HÉLICE AXIAL T25 (FLUJO AXIAL)



- 1 – 300 rpm
- Productos poco viscosos
- Capacidad bombeo muy alta
- Efecto de cizalladura bajo

TURBINA PALAS PLANAS (FLUJO AXIAL)



- 30 – 150 rpm
- Productos poco viscosos
- Capacidad bombeo media
- Efecto de cizalladura bajo

DISCO COWLES (FLUJO RADIAL)



- 1.000 – 1.500 rpm
- Productos muy viscosos
- Capacidad bombeo muy baja
- Efecto de cizalladura muy alto

DISCO RUSTHON (FLUJO RADIAL)



- 1.000 – 1.500 rpm
- Productos poco viscosos
- Capacidad bombeo muy baja
- Efecto de cizalladura alto

Fuente: TIMSA Técnicas e Ingeniería de Mezclas

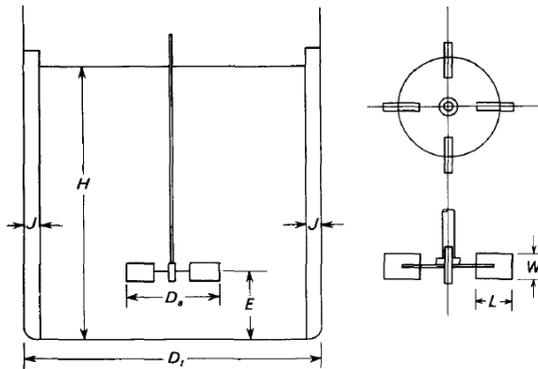
Conceptos para el dimensionamiento de los componentes de un agitador industrial:

Determinación de Parámetros de Construcción:

El diseñador de un tanque agitado dispone de un gran número, que no es habitual, de elecciones sobre el tipo y localización de agitador, las proporciones del tanque, el número y dimensiones de las placas deflectoras, etc. Cada una de estas decisiones afectan a la velocidad de circulación del líquido, los modelos de velocidad y el consumo de potencia (McCabe, 1998).

Como punto inicial en el diseño de los problemas ordinarios de agitación, generalmente se utiliza un agitador de turbina del tipo que se muestra

Figura 2.6. Características geométricas



Fuente: Operaciones Unitarias en ingeniería química Warren L. McCabe

Como punto de partida, las proporciones son las siguientes. Considerando que el tanque siempre será un cilindro de 55 galones sin deflectores

$$\frac{D_a}{D_t} = \frac{1}{3} \quad \frac{H}{D_t} = 1 \quad \frac{J}{D_t} = \frac{1}{12}$$

$$\frac{E}{D_a} = 1 \quad \frac{W}{D_a} = \frac{1}{5} \quad \frac{L}{D_a} = \frac{1}{4}$$

Determinación de la Potencia Consumida:

Numero de Reynold

La transición de flujo laminar a turbulento depende de la geometría, la rugosidad de la superficie, la velocidad del flujo, la temperatura de la superficie y el tipo de fluido, entre otros factores. Después de experimentos exhaustivos en los años de 1880, Osborne Reynolds descubrió que el régimen de flujo depende principalmente de la razón de fuerzas inerciales a fuerzas viscosas en el fluido. Esta razón se llama número de Reynolds (Cengel, 2006b)

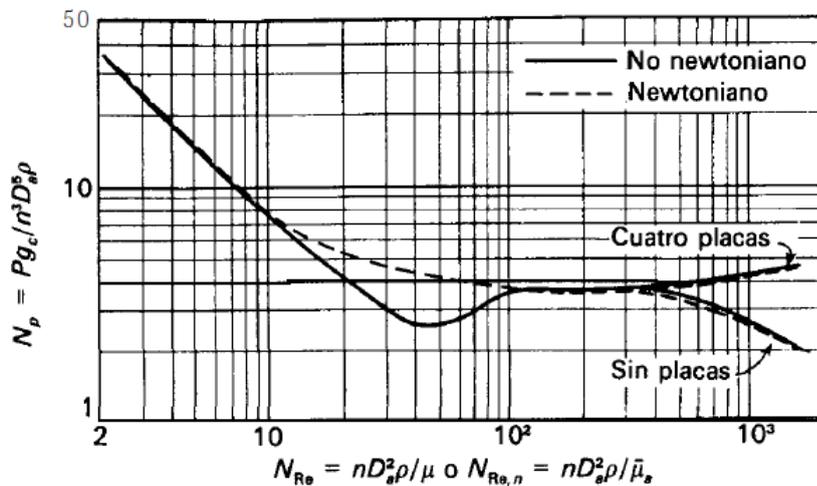
$$N_{Re} = \frac{nD_a^2\rho}{\mu} \quad \text{Ecuación 2.6}$$

$N_{Re} \leq 2300$	Flujo Laminar
$2300 \leq N_{Re} \leq 4000$	Flujo Transicional
$N_{Re} \geq 4000$	Flujo Turbulento

Numero de Potencia:

El número de potencia N_p es análogo a un factor de fricción o a un coeficiente de rozamiento. Es proporcional a la relación entre la fuerza de rozamiento que actúa sobre una unidad de área del rodete y la fuerza inercial. La fuerza inercial, a su vez, está relacionada con el flujo de cantidad de movimiento correspondiente al movimiento global del fluido.

Figura 2.7. Correlación de Potencia para una turbina de seis palas con líquidos no newtonianos



Fuente: Operaciones Unitarias en ingeniería química Warren L. Mc Cabe

Numero de Froude:

El número de Froude N_{Fr} es una medida de la relación entre la fuerza inercia y la fuerza gravitacional por unidad de área que actúa sobre el fluido. Interviene en situaciones fluidodinámicas donde hay un movimiento de olas significativo sobre la superficie del líquido. Cuando se usan tanques sin placas deflectoras debe usarse este factor de corrección (McCabe, 1998).

$$N_{Fr} = \frac{n^2 D_a}{g} \quad \text{Ecuación 2.7}$$

El exponente **m** de la Ecuación (9.18), para un conjunto dado de factores de forma, está empíricamente relacionado con el número de Reynolds por la siguiente ecuación.

$$m = \frac{a - \log_{10} N_{Re}}{b} \quad \text{Ecuación 2.8}$$

Tabla 2.1. Constantes a y b del factor “m”

Línea	a	b
B	1,7	18,0
C	0	18,0
D	2,3	18,0

Fuente: Operaciones Unitarias en ingeniería química Warren L. Mc Cabe

Cálculo de la potencia del motor:

El consumo de potencia se relaciona con la densidad del fluido, su viscosidad, la velocidad de rotación y el diámetro del impulsor, por medio de gráficas de número de potencia en función del número de Reynolds del fluido en el tanque.

$$P = \frac{N_p n^3 D_a^5 \rho}{g_c} \quad \text{Ecuación 2.9}$$

2.1.2 Aspectos normativos

Para el dimensionamiento de los componentes del agitador se tomó en consideración las siguientes normativas:

- **Norma IEC 60079-0:2017 Atmosferas explosivas.** La norma específica los requisitos generales para la construcción y prueba de equipos y componentes EX destinados a atmosferas explosivas.
- **Directiva 2014/34/UE del Parlamento Europeo sobre la armonización de las legislaciones de los Estados miembros en materia de aparatos y sistemas de protección para uso en atmósferas potencialmente explosivas.** La directiva regula la comercialización de productos ATEX.

- **Norma DIN 53211 – Pinturas, barnices y materiales de revestimiento similares; determinación del tiempo de flujo usando la copa de flujo DIN.** La norma contiene un método para la determinación del tiempo de flujo de barnices.
- **Norma ASTM D1200 – Método de prueba estándar para viscosidad por copa de viscosidad Ford.** La norma contiene un método de prueba cubre la determinación de la viscosidad de barnices y materiales líquidos.
- **Guía PMBOK® 6ta Edición Fundamentos para la Dirección de Proyecto del Project Management Institute.** La guía contiene la estructura de los Procesos de Dirección de Proyectos con relación a las Áreas del Conocimiento.

2.1.3 Simbología técnica

mm	Milímetro
gal	Galón
m	Metro
m ²	Metro cuadrado
m ³	Metro cúbico
g	Gramo
T	Temperatura
Ø	Diámetro
N	Newton
s	Segundo
cSt	CentiStoke
cP	CentiPoise
HP	Caballo de fuerza
W	Vatio
rpm	Revoluciones por minuto
k	Kilo

2.2 Descripción de las actividades desarrolladas

2.2.1 Etapas de las actividades

Se presenta el desarrollo de las actividades de acuerdo con los lineamientos de la guía PMBOK 6ta edición de los Fundamentos para la Dirección de Proyecto del Project Management Institute, la cual divide a

los proyectos en 5 grupos de procesos y 10 áreas de conocimiento. Se definen las etapas de las actividades de acuerdo con la naturaleza de la implementación:

Proceso de Inicio:

Desarrollo del acta de constitución del proyecto: Aquí se da la presentación de propuesta técnica como enunciado del trabajo que describe las necesidades y el alcance del servicio, se debe elaborar el sustento donde muestre el caso de negocio (propósito y justificación del proyecto).

Procesos de Planificación:

Recopilación de requisitos: Aquí se debe identificar prácticas similares en otras organizaciones mediante estudios comparativos. Es muy importante tomar en cuenta el juicio de expertos en la materia.

Planificación de la Gestión de Adquisiciones: Aquí se debe considerar realizar el análisis de “hacer o comprar”. Decidir si la organización debe realizar el trabajo o si debe subcontratar una parte o la totalidad de este.

Definición del alcance: Aquí se debe descripción detalladamente de lo que esta y no está incluido en el proyecto (entregables, exclusiones y restricciones).

Desarrollo del cronograma: Aquí se debe definir las actividades, secuenciar las actividades, estimar su duración y presentarlas en un formato de seguimiento.

Determinación del presupuesto: Para este caso, al ser servicio de ingeniería, fabricación e instalación, el costo es el determinado en el contrato cerrado con el proveedor del servicio.

Procesos de Ejecución:

Efectuar las adquisiciones: En esta etapa se debe seleccionar al proveedor del servicio, generarle la orden de servicio conforme a los lineamientos previos.

Dirigir y gestionar el trabajo del proyecto: En esta etapa se debe desarrollar y entregar la ingeniería definida como objetivo en el actual informe para complementar el servicio de fabricación del sistema de homogenización para barnices.

Procesos de Control:

Validar el alcance del servicio de Adquisición: Dar revisión al cumplimiento total del alcance de la implementación técnica mediante una prueba de operatividad.

Proceso de Cierre:

Cerrar el proyecto: Dar la conformidad del servicio en el sistema SAP para que el proveedor pueda cobrar el servicio realizado.

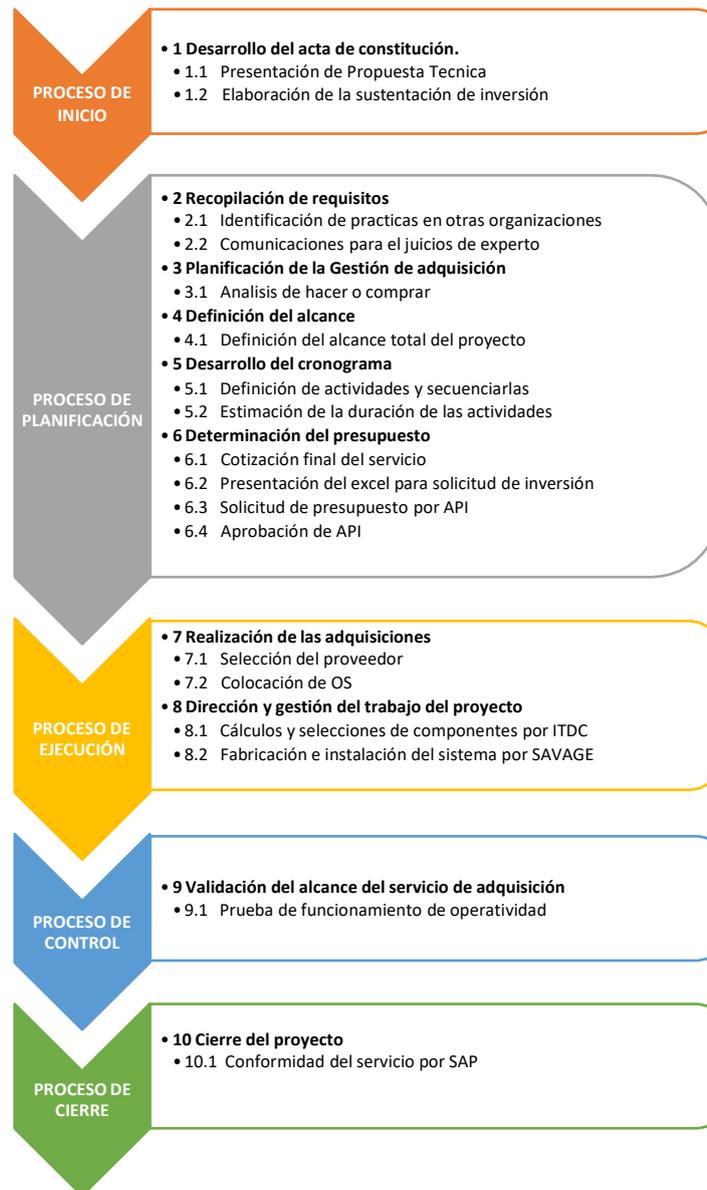
Tabla 2.2. Estructura de los Procesos de Dirección de Proyectos

AREA DE CONOCIMIENTO	INICIO	PLANIFICACIÓN	EJECUCIÓN	MONITOREO Y CONTROL	CIERRE
INTEGRACIÓN	Desarrollar el acta de Constitución del Proyecto	Desarrollar el plan para la dirección del proyecto	Dirigir y gestionar el trabajo del proyecto	Monitorear y controlar el trabajo del proyecto Realizar el control integral de cambios	Cerrar el proyecto o fase
ALCANCE		Planificar la gestión de alcance Recopilar requisitos Definir el alcance Crea la EDT		Validar el alcance Controlar el alcance	
TIEMPO		Planificar la gestión del programa Definirlas actividades Secuenciar las actividades Estimar los recursos de las actividades Estimar la duración de las actividades Desarrollar el cronograma		Controlar el cronograma	
COSTOS		Planificar la gestión de los costos Estimar los costos Determinar el presupuesto		Controlar los costos	
CALIDAD		Planificar la gestión de la calidad	Realizar el Aseguramiento de calidad	Controlar la calidad	
RECURSOS HUMANOS		Planificar la gestión de los recursos Humanos	Adquirir el equipo del proyecto Desarrollar el equipo del proyecto Gestionar el equipo del Proyecto		
COMUNICACIONES		Planificar la gestión de las comunicaciones	Gestionar las comunicaciones	Controlar las comunicaciones	
RIESGOS		Planificar la gestión de riesgos Identificar los riesgos Realizar el análisis cualitativo de riesgos Realizar el análisis cuantitativo de riesgos Planificar la respuesta a los riesgos		Controlar los riesgos	
ADQUISICIONES		Planificar la gestión de las adquisiciones	Efectuar las adquisiciones	Controlar las adquisiciones	Cerrar las Aplicaciones
INTERESADOS	Identificar a los interesados	Planificar la gestión de los interesados	Gestionar el Involucramiento de los interesados	Controlar el Involucramiento de los interesados	

Fuente: Guía del PMBOK® Relación con las Áreas del Conocimiento de acuerdo con la Guía del PMBOK®

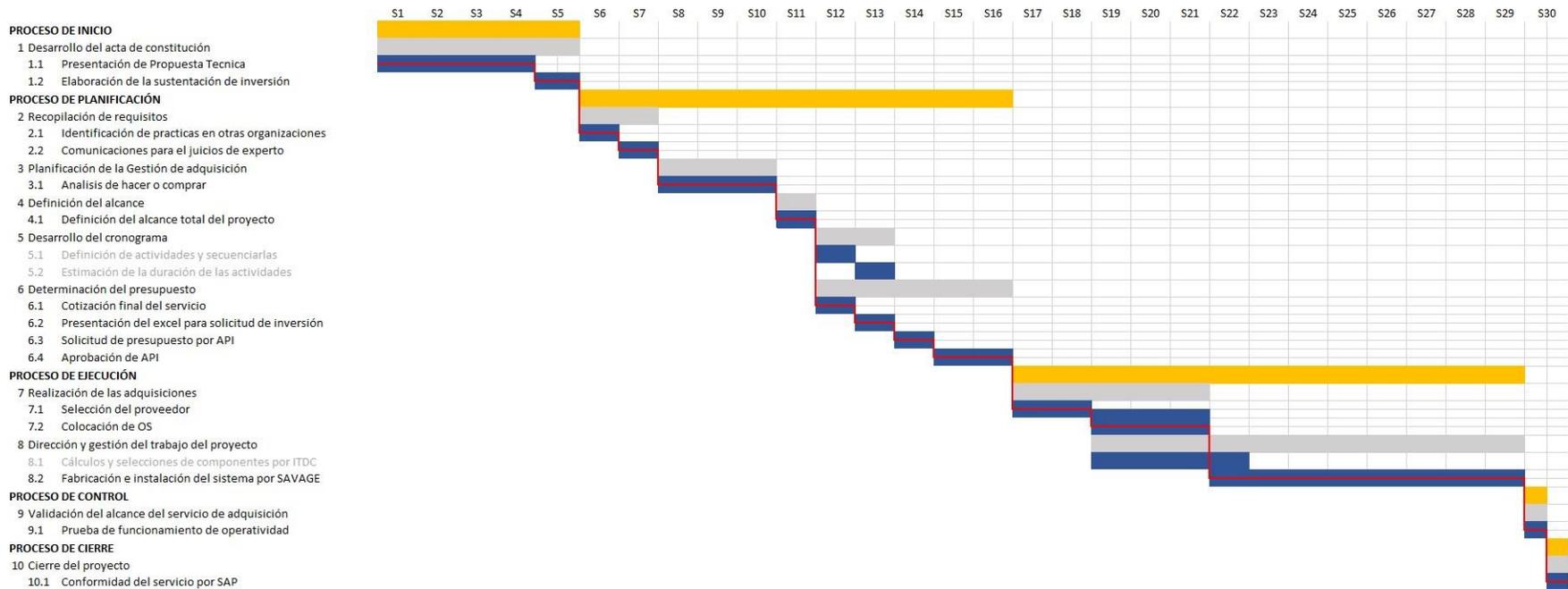
2.2.2 Diagrama de Flujo:

Figura 2.8. Diagrama de Flujo de Etapas y Actividades



2.2.3 Cronograma de actividades

Figura 2.9. Cronograma de Actividades del Proyecto Sistema de Homogenización de Barnices



III. APORTES REALIZADOS

El 18 de abril del 2021, se presentó a la gerencia de Manufactura en la reunión mensual de presentación de indicadores “IOM” Indicador Operacional de Manufactura, la necesidad de implementar una estación de homogenización de barnices como principal palanca de mejora para levantar la eficiencia de la línea de barnizado. Encontrándose mediante un estudio de desperdicios basados en la metodología Lean Manufacturing a los arranques de línea y específicamente al tiempo que se pierde en lograr la apariencia adecuada del recubrimiento como principal causa de pérdida de eficiencia.

3.1 Inicio, planificación, ejecución y control

Proceso de Inicio:

Desarrollo del acta de constitución del proyecto:

Esta implementación constituye un aporte a los 3 pilares de la empresa: seguridad, calidad y productividad. Desde el punto de vista de seguridad esta implementación eliminó el procedimiento manual de voltear 180° un cilindro de entre 200kg y 280kg que asociaba riesgos de atrapamiento, golpes a nivel por movimiento de carga, entre otros. Desde el punto de vista de calidad, disminuye la variabilidad del proceso de aplicación de barniz permitiendo un proceso mucho más controlado y uniforme durante la operación mitigando de esta forma la probabilidad de ocurrencia de un defecto funcional, mientras que, desde el punto de vista de productividad, reduce los tiempos de regulación en la línea de barnizado por defectos de apariencia y facilita la regulación para trabajar con pesos de barniz menores siendo así la base para otras mejoras alineadas al rendimiento del barniz y reducción de costos de manufactura.

Procesos de Planificación:

Recopilación de requisitos:

En otras industrias se han evidenciado practicas alternativas como colocar un agitador móvil accionado por un motor eléctrico o neumático en la parte superior del cilindro. En ocasiones el diseño considera la apertura del cilindro mientras

que en otros casos solo se inserta el eje impulsor por la ranura de 2 pulgadas de la cara superior del cilindro. Sin embargo, ambas alternativas presentan limitantes. Para el caso de la figura 1, la posición del eje e impulsor queda definida por la distancia del agujero de 2 pulgadas al borde del cilindro. Adicionalmente, las dimensiones del impulsor deben ser pequeñas para permitir el paso por el orificio. Para el caso de la figura 2, los componentes y la estructura no puede ser robusta debido a que posicionarlo incurriría en riesgos ergonómicos para el trabajador. Si bien la acción mecánica de estos equipos genera movimiento en el barniz, esto no garantiza un correcto grado de homogenización debido a que no son sistemas dimensionados específicamente para barnices de recubrimiento de hojalata.

Figura 3.1. Soluciones Alternativas de agitación de Fluidos



Fuente: Schwarzer, Agitadores estándar para cilindros

Planificación de la Gestión de Adquisiciones

Debido a la particularidad de esta necesidad, se decidió dividir el desarrollo del trabajo en dos entregables. La primera correspondiente a Intradevco que consiste en la entrega de la configuración del agitador, el dimensionamiento del motor y la selección del impulsor. La segunda correspondiente a un servicio tercerizado que consiste en el diseño de la parte estructural, fabricación de la totalidad de componentes, adquisición de los equipos e instalación. De esta forma el proyecto se trabajó con una sección del proyecto subcontratada.

Definición del alcance

Se definió el detalle del alcance como la entrega de:

- Diseño y fabricación de estructura metálica conformada por vigas Atiesadas de 4 pulg. x 2 pulg. Ángulos de 2 pulg. x 2 pulg y platinas de sujeción con tratamiento de arenado y cubierto con pintura epóxica (02 capas) en 6 milis.
- Fabricación de un agitador conformado por un eje de conexión con la salida del reductor en acero inoxidable en calidad 304 en 1" con dos juegos de copas de 2" de acuerdo con planos del cliente.
- Diseño y fabricación del sistema de ascenso/descenso del agitador configurado por un sistema de rodamientos que recorren el perfil de vigas 4 pulg. x 2 pulg. Sistema de contrapeso para el posicionamiento del agitador en la altura deseada.
- Fabricación de una tapa para el sellado de la boca del tambor o cilindro que contiene el barniz para evitar la posible contaminación del ambiente fijo a la base del motorreductor fabricada en acero Inoxidable calidad 304.
- Tablero eléctrico, con la implementación de un variador de frecuencia con posibilidad de variar hasta en un 50% la velocidad de rotación según necesidad y abastecimiento de un motor reductor de 1.5 KW. a prueba de explosión.

Desarrollo del cronograma

Se definieron las siguientes actividades listadas en la secuencia original de desarrollo del proyecto

- Presentación de propuesta técnica.
- Elaboración del sustento para la inversión.
- Identificación de prácticas en otras organizaciones.
- Comunicaciones para el juicio de expertos.
- Análisis de hacer o comprar.
- Definición del alcance total del proyecto.
- Definición de actividades y secuencias.
- Estimación de la duración de actividades.
- Cotización final del servicio.

- Presentación del Excel para solicitud de inversión.
- Solicitud del presupuesto por API.
- Aprobación del API por sistema SAP.
- Selección del proveedor.
- Colocación de la OS.
- Cálculos y selecciones de componentes por ITDC.
- Fabricación e instalación del sistema por empresa tercerizada.
- Prueba de funcionamiento de operatividad.
- Conformidad del servicio por SAP.

Se estimó la duración de estas actividades y se presentó un cronograma de actividades mostrado en el apartado 2.2.3 del presente informe.

Determinación del presupuesto

Se presento en carrera dos empresas que ofrecen el servicio requerido. Ambas con un presupuesto bastante próximo. Se solicitó el presupuesto mayor para cubrir la decisión de selección de proveedor de servicio. El presupuesto solicitado fue de 7350 USD + IGV.

Procesos de Ejecución:

Efectuar las adquisiciones

Se selecciono a la empresa Savage Group, especializas en ingeniería, diseño, mantenimiento electromecánico, civil, fabricación y montaje de proyectos metalmecánico en acero inoxidable 304, 316L, acero al carbono, proyectos eléctricos industriales, pintura, drywall, equipos de frio eléctricos y mecánicos para plantas industriales

Dirigir y gestionar el trabajo del proyecto

Cálculos y selecciones de componentes por Intradevco:

Es bueno iniciar el proceso de cálculo teniendo en cuenta que un agitador de turbina o de hélice es, en esencia, un rodete de una bomba que funciona sin carcasa y con flujos de entrada y salida no dirigidos. Las relaciones que rigen el comportamiento de turbinas son similares a las de las bombas centrífugas (McCabe,1998).

- **Determinación del Fluido Crítico de Diseño:**

Barniz Darex PL 1014-59

De acuerdo con la hoja técnica:

Viscosidad	90 ± 30	sCD4
Densidad	0.98 ± 0.02	g/cm ³

Viscosidad Cinemática:

$$v = (4.57 * \text{flujo del tiempo}) - \frac{452}{\text{flujo del tiempo}}$$

$$v = (4.57 * 120) - \frac{452}{120} = 544.63 \text{ cSt}$$

Viscosidad Dinámica:

$$\mu = v \rho = 544.63 (0.98) = 533.74 \text{ cP}$$

Barniz Darex PL 1502-08

De acuerdo con la hoja técnica:

Viscosidad	100 ± 10	sCF4
Densidad	0.99 ± 0.02	g/cm ³

Viscosidad Cinemática:

$$v = 3.85 (\text{flujo del tiempo} - 4.49)$$

$$v = 3.85 (110 - 4.49) = 406.21 \text{ cSt}$$

Viscosidad Dinámica:

$$\mu = v \rho = 406.21 (0.99) = 402.15 \text{ cP}$$

Barniz Darex OV 1717-05

De acuerdo con la hoja técnica:

Viscosidad	70 ± 10	sCF4
Densidad	0.96 ± 0.02	g/cm^3

Viscosidad Cinemática

$$v = 3.85 (\text{flujo del tiempo} - 4.49)$$

$$v = 3.85 (80 - 4.49) = 290.71 \text{ cSt}$$

Viscosidad Dinámica:

$$\mu = v \rho = 290.71 (0.96) = 279.08 \text{ cP}$$

Esmalte MCH LR 2102-2

De acuerdo con la hoja técnica:

Viscosidad	150 ± 10	sCF4
Densidad	1.32 ± 0.03	g/cm^3

Viscosidad Cinemática:

$$v = 3.85 (\text{flujo del tiempo} - 4.49)$$

$$v = 3.85 (160 - 4.49) = 598.71 \text{ cSt}$$

Viscosidad Dinámica:

$$\mu = v \rho = 598.71 (1.32) = 790.30 \text{ cP}$$

Tabla 3.1. Resumen de Recubrimientos de trabajo

Barniz	Resina	%Sólidos	Densidad (g/cm ³)	Viscosidad (cSt)	Viscosidad (cP)
PL 1014-59	epóxica	36 ± 2	0.98 ± 0.02	544.63	533.74
PL 1502-08	epóxica	38 ± 2	0.99 ± 0.02	406.21	402.15
OV 1717-05	acrílica	42 ± 2	0.96 ± 0.02	290.71	279.08
LR 2102-2	poliéster	61 ± 2	1.32 ± 0.03	598.71	790.30

Se determina al recubrimiento esmalte LR 2102-2, como fluido crítico para base del dimensionamiento del sistema de homogenización.

- **Determinación de la configuración del agitador**

Considerando en contexto que el tanque será nuestro depósito de 55 galones:

Diámetro del tanque

$$D_T = 583 \text{ mm.}$$

Altura del tanque

$$H_T = 880 \text{ mm.}$$

Espesor de pared

$$e_p = 0.9 \text{ mm.}$$

Peso tanque vacío

$$p_v = 16 \text{ kg.}$$

Diámetro descrito por el movimiento angular del impulsor:

$$\frac{D_a}{D_t} = \frac{1}{3}$$

$$\frac{D_a}{583} = \frac{1}{3}$$

$$D_a = 194.33 \text{ mm}$$

∴ por motivos constructivos será 220 mm
($S_1 = 0.37$ factor de forma)

Posición vertical del impulsor respecto a la base del tanque:

$$\frac{E}{D_a} = 1$$

$$\frac{E}{194} = 1$$

$$E = 194 \text{ mm}$$

Altura relativa al volumen de trabajo del fluido por nivel:

$$\frac{H}{D_t} = 1$$

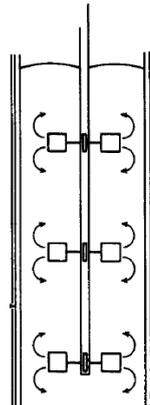
$$\frac{H}{583} = 1$$

$$H = 583 \text{ mm}$$

Determinación de niveles de paletas:

En un tanque cilíndrico vertical la profundidad del líquido deberá ser algo mayor que el diámetro del tanque. Si se necesita mayor profundidad del líquido se pueden instalar dos o más rodetes sobre el mismo eje actuando cada rodete como un mezclador separado. Para cada rodete se generan dos corrientes de circulación.

Figura 3.2. Esquema de niveles por paletas



Fuente: Operaciones Unitarias en ingeniería química Warren L. Mc Cabe

$$\# \text{ Niveles} = \frac{H_T}{H} = \frac{\text{Altura del tanque}}{\text{Altura de trabajo}} = \frac{880}{583} = 1.51 \cong 2$$

$$\# \text{ Niveles} = 2$$

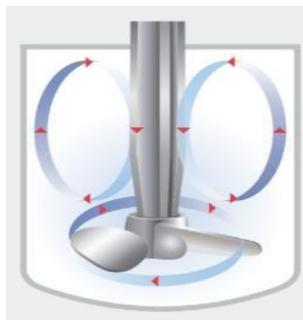
- **Selección del Motor**

Cálculo del Consumo de Potencia

En las operaciones de mezcla y dispersión la velocidad de circulación no es el único factor, ni siquiera el más importante, sino que con frecuencia la turbulencia de la corriente controla la eficacia de la operación. La turbulencia es una consecuencia de que las corrientes estén adecuadamente dirigidas y de que se generen grandes gradientes de velocidad en el líquido. Tanto la circulación como la generación de turbulencia consumen energía.

Dentro de las alternativas que plantea el proveedor utilizaremos el Impulsor tipo hélice de 6 paletas (2 niveles de 3 alabes) para facilidades de cálculo ya que esto nos permitirá seleccionar las variables de corrección para el cálculo del número de potencia.

Figura 3.3. Impulsor tipo hélice



Fuente: Henkel, Boletín Técnico 022

La recomendación de proveedores de barnices respecto a la velocidad de agitación coincide en trabajos entre las 200 y 300 RPM (3.5 a 5 rev./s). Por consideraciones de cálculo, vamos a considerar la velocidad más alta para determinar la potencia crítica requerida.

El diámetro total del impulsor queda definido previamente para el valor de 220 mm (0.72 pies), de la misma forma la selección del fluido crítico nos determina al LR 2102-2 con viscosidad de 790.30 cP (0.53 lb/pies.s) y densidad 1.35 g/cm³ (84.28 lb/pies³) como representante para determinar la potencia crítica.

La gravedad será uno de los factores determinantes para el cálculo del factor de corrección por lo cual listamos su valor de 9.81 m/s² (32.17 pies/s²).

Numero de Reynold:

$$N_{Re} = \frac{nD_a^2\rho}{\mu} = \frac{(0.72)^2(5)(84.28)}{0.53} = 412.18$$

Numero de Froude:

$$N_{Fr} = \frac{n^2D_a}{g} = \frac{(5)^2(0.72)}{32.17} = 0.56$$

De acuerdo con tablas:
a=2.3 y b=18

$$m = \frac{a - \log_{10} N_{Re}}{b} = \frac{2.3 - \log_{10} (412.18)}{18} = -0.018$$

Número de Potencia:

De acuerdo con graficas:
Np= 3.5 (sin corrección)

$$N_{Pc} = 3.5 (0.56)^{-0.018} = 3.54$$

Potencia Requerida:

$$P = \frac{N_p n^3 D_a^5 \rho}{g_c} = \frac{(3.54)(84.28)(5)^3(0.72)^5}{32.17} = 224.31$$

$$\frac{224.31}{550} = 0.41 \text{ CV} = 0.40 \text{ HP}$$

La potencia nominal del motor P' es la que tiene que entregar la potencia P al agitador más la consideración de las pérdidas en la caja de engranajes, cojinetes y sellos. En la determinación de P' , P es calculado y un motor adecuado estándar comercial más grande se selecciona para permitir que asuma estas pérdidas.

Considerando que la potencia de arranque es de 2 a 3 veces mayor que la de funcionamiento (utilizar 3 para fluidos viscosos).

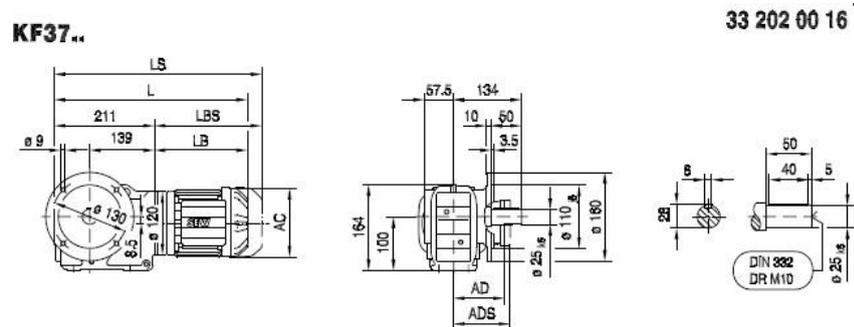
$$P_{arr} = 3P = 3 (0.40 \text{ HP}) = 1.2 \text{ HP}$$

Considerando que el rendimiento del motor eléctrico es igual a 90%, se calcula la potencia de instalación.

$$P_{inst} = \frac{P_{arr}}{0.9} = \frac{1.2}{0.9} = 1.33 \text{ HP} \approx 1.5 \text{ HP}$$

Debido a la evaporación de solventes es de suma importancia considerar un motor anti-exposición. SewEurodrive, expertos en selección de motores para aplicaciones industriales teniendo en cuenta la posición del motor en la estructura, recomienda un motor reductor de la serie KAF37

Figura 3.4. Motor Reductor serie KF37



Fuente: Hoja Técnica ATEX, SewEurodrive

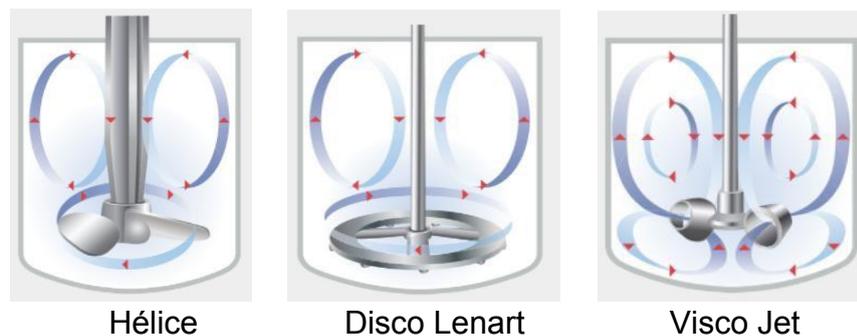
El motor seleccionado es el KAF37/II2GDEDRN90L4/2/GD/AL con número de serie 41.0298452702.0001.21 con las siguientes principales características:

- Velocidad de entrada/salida 1761/198
- Posición de montaje M6B
- Factor de servicio SEW FB 1.75
- Potencia de motor: 1.5 KW
- Tensión del motor: 230/400
- Frecuencia: 60 Hz
- Temperatura ambiente: -20 a 40
- Diseño específico (EX) ATEX

- **Selección del Impulsor**

El uso de la tabla de correlación del número de Reynold y numero de Potencia toma un factor de forma con alternativas en la gama de impulsores estándares. Para el cálculo, decidimos realizar la entrada de potencia requerida en base a un impulsor tipo hélice (una de las alternativas de impulsores estudiadas por el proveedor de barnices).

Figura 3.5. Impulsores recomendados para barnices

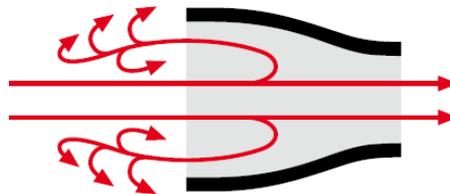


Fuente: Henkel, Boletín Técnico 022

Sin embargo, gracias a los nuevos métodos de determinación de eficiencia de homogenización por modelación y simulación 3D para el diseño de componentes fluidodinámicos, se posiciona un agitador recientemente desarrollado, VISCO JET® de Inotec GmbH Transport, un impulsor de la gama de alta eficiencia. Es lógico que estos sean exceptos a cálculos ya que su tecnología se desarrolla en softwares de modelamiento por elementos finitos, cálculos que hoy son imposibles sin la ayuda de la tecnología.

Con esta tecnología, las plantas industriales relacionadas con la ingeniería de procesos y la producción de pinturas/barnices/tintas pueden operar de manera significativamente más flexible y rentable debido a que las condiciones de flujo dinámico iniciadas en el medio agitado minimizan los tiempos de agitación.

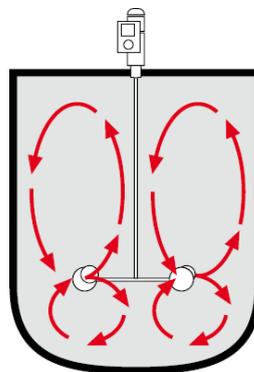
Figura 3.6. Comportamiento del barniz con copa Visco Jet



Fuente: Catálogo de Inotec: Trending agitator technology

Esto debido a que los flujos laminares acelerados en la salida del cono y la turbulencia inversa creada por la presión dinámica en la entrada del cono interactúan cuando el agitador gira, generando movimientos de mezcla de alto impulso.

Figura 3.7. Comportamiento del barniz con agitador Visco Jet



Fuente: Catálogo de Inotec: Trending agitator technology

Como principales ventajas se tiene que no entra aire durante el proceso de agitación, esto evita la formación de espuma durante el proceso. Por el contrario, el aire de la mezcla se puede reducir; mientras que, por otro lado, gracias a las bajas velocidades de operación y los cortos tiempos de mezcla, no hay un calentamiento significativo del medio en control.

Por tal motivo, decidimos utilizar un impulsor VISCO JET dimensionado respecto al parámetro $Da=220\text{mm}$. Se adjunta en los anexos el plano de fabricación.

Procesos de Control:

Validar el alcance del servicio de Adquisición: Se valida el flujo entregable verificado, inspección y entregable aceptado. La validación del alcance se vino dato por fases durante la ejecución como seguimiento y control del proyecto.

Proceso de Cierre:

Cerrar el proyecto: Se brinda el cierre administrativo mediante la conformidad del servicio OS – 700737 en el sistema SAP, otorgando la aceptación final del proyecto para que el proveedor pueda cobrar el servicio realizado.

3.2 Evaluación técnica – económica

Inversión:

El proyecto de implementación total fabricación e instalación, lo trabajamos con la empresa SAVAGE GROUP, especialistas en ingeniería, diseño, fabricación y montaje de proyectos metalmecánicos para plantas industriales.

El precio del servicio de “suministro de un agitador para barnices y esmaltes” con cotización N° SAV -393-2021 es de **7350 dólares americanos + IGV**.

3.3 Análisis de resultados

- El sistema de ascenso y descenso del agitador funciona sin mayor dificultad, el contrapeso y el movimiento de la cadena por las guías y sprockets no presenta ruido ni fricción en ninguna etapa de operación.
- Adicionalmente se evidencia un correcto arranque del motor y la trasmisión de movimiento del impulsor. Las mediciones del amperaje durante la operación muestran que no existen sobreesfuerzos en la agitación del fluido y que el motor fue correctamente dimensionado.

- La velocidad de operación es adecuada, el barniz no presenta vórtice significativo en su agitación. El tiempo real en el que se visualiza una estabilidad en los parámetros de viscosidad es de 15 minutos y se este valor se encuentra dentro de los valores recomendados del proveedor de barnices.

Figura 3.8. Sistema de Homogenización de Barnices



IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

- En la tesis “Diseño- Construcción e Instalación de un Tanque Agitador” de los bachilleres Segundo Neyra, Jonathan Trigoso y Nancy Santa Maria, se muestra el cálculo de la potencia requerida para la elaboración de jarabe simple. El fluido que acá se calcula es un fluido Newtoniano con viscosidad menor de 300 cP y que es agitado a una velocidad de 1200 RPM.
- Eddie Raxón en la tesis “Diseño de un Sistema de Mezclado para la Producción de Suavizantes en la Industria Textil” describe características de dimensiones del tanque de mezclado, dimensiones del sistema de agitación, tipo de agitador y requerimiento de potencia.
- En la tesis “Diseño de un tanque mezclador para la unidad básica de producción Recuperación de Amoniaco” del bachiller Elier Osaria Claro, se presenta el diseño de un tanque mezclador. Se determina el diseño del tanque y el agitador mecánico propuesto a partir del volumen de la arenilla y el licor amoniacal y estos son evaluados para las condiciones de trabajo de la mezcla a través del software ANSYS v12.1.
- Vladimir Castillo Uribe, en la tesis “Diseño y Cálculo de un Agitador de Fluidos” presenta la necesidad y solución al lograr una agitación rápida y mezcla homogénea de agua y soda caustica con objetivos de mantener estable el PH de los lodos en el proceso de tratamiento de residuos industriales líquidos.

4.2 Conclusiones

- En este trabajo se dimensionó un agitador para la homogenización de barnices de recubrimiento en presentaciones estándar de 55 galones mostrando en complemento a la fabricación de la estructura un sistema de homogenización operativo hasta la fecha.
- Inicialmente se determinó el fluido crítico entre la gama de productos que tenemos en la sección de barnizado. Se definió al LR 2102-2 como criterio de cálculo, definiendo su viscosidad y densidad como los principales parámetros.

- Se determinó la configuración del sistema. Para esto se tomó en cuenta la particularidad de asumir un cilindro de 55 galones como tanque de agitación. De acuerdo con esto se determinó el requerimiento de 2 niveles para cubrir la desproporción entre el diámetro y altura del cilindro.
- También se seleccionó el motor con las especificaciones de equipos a prueba de explosión en base al cálculo de la potencia requerida por el impulsor considerando al barniz como un fluido no newtoniano.
- Por último, se seleccionó el impulsor de alta eficiencia VISCO JET® de Inotec GmbH Transport debido a los beneficios que trae la migración de impulsores convencionales respecto a impulsores modelados computacionalmente en software como ANSYS o CFD.

4.3 RECOMENDACIONES

- **Se recomienda nunca usar impulsor tipo turbina recta debido a que nuestro fluido tiene tendencia a generar espuma.** Para sistemas de tanques de burbujeo o sistemas de fácil generación de espuma las paletas tipo turbina recta genera un inconveniente. En la parte trasera de la paleta se forman bolsas de aire por el movimiento del impulsor que al ser dejadas atrás se liberan generando espuma en el sistema. Esto debido a que la fricción de sus moléculas genera burbujas de aire que son cubiertas por los aceites contenido en el barniz.
- **Se recomienda no utilizar los agitadores para otros fluidos de características distintas a los recubrimientos estudiados en este informe.** El motor se encuentra dimensionado con un fluido determinado crítico para nuestro proceso de barnizado de hojalata electrolítica con valores de viscosidad y densidad específicos.
- **Se recomienda no operar el motor considerando el factor de servicio mayor a 1,** un motor operando continuamente un factor de servicio mayor a 1 podría reducir su tiempo de vida o funcionamiento, al ser comparado con un motor que opera según la especificación de potencia de placa. La vida del aislamiento podría reducirse debido a la carga del factor de servicio.

- **Se recomienda generar un programa de mantenimiento preventivo al sistema de homogenización.** Se debe considerar la volatilización de los solventes para generar rutinas de inspección y limpieza.
- **Se recomienda realizar simulaciones computacionales alineados a la optimización del grado de homogenización.** Esto podría dar visibilidad de posibles ahorros en el consumo de energía eléctrica.
- **Se recomienda no operar el equipo sin las barreras físicas ni exponerse durante el ascenso o descenso del agitador y contrapeso.** Esto podría ocasionar un accidente de atrapamiento de mano
- **Se recomienda automatizar el sistema para no operar en vacío.** Si el eje e impulsor no se encuentra dentro de un cilindro de barniz, el golpe del giro del impulsor puede ocasionar severos daños en contacto con el cuerpo.

V. BIBLIOGRAFÍA

BROCKHAUS, R. Density and Specific Gravity. En: Koleske J. Paint and Coating Testing Manual, 1995. Ann Arbor: [s.n], 1995. pp. 289-304. ISBN: 0803120605.

CENGEL, Y. y CIMBALA, J. Flujo laminar en comparación con el turbulento. México: McGraw-Hill, 2006a. 11 pp. ISBN: 9701056124.

CENGEL, Y. y CIMBALA, J. Numero de Reynolds. México: McGraw-Hill, 2006b. 324 pp. ISBN: 9701056124.

ELEY, R. Rheology and Viscometry. En: Koleske J. Paint and Coating Testing Manual, 1995. Ann Arbor: [s.n], 1995. pp. 333-368. ISBN: 0803120605.

MCCABE, W., SMITH, J. y HARRIOTT, P. Operaciones Unitarias en Ingeniería Química, 4ta Edición. España: McGraw-Hill, 1998. ISBN: 8448119185.

PRICE, M. Can Coatings. En: Koleske J. Paint and Coating Testing Manual, 1995. Ann Arbor: [s.n], 1995. pp. 717-724. ISBN: 0803120605.

SHAMES, I. Fluidos y el continuo. Colombia: McGraw-Hill, 1995. 3 pp. ISBN: 9586002462.

MUNDOLATAS. Barnices 1ª Parte. [2010?]. [fecha de consulta: 15 de octubre del 2021]. Disponible en: <https://mundolatas.com/barnices-1a-parte/>

ROHRIG, B. La Maravilla para Reducir Impactos [en línea]. Estados Unidos: American Chemical Society, 2017 [fecha de consulta: 25 de octubre del 2021]. Disponible en: <https://www.acs.org/content/dam/acsorg/education/resources/highschool/chemmatters/spanishtranslations/cm-feb2017-d3o-spanish-trans.pdf>

ANEXOS

Anexo 1: Planos del Impulsor

Anexo 2: Esquemas de la Estructura

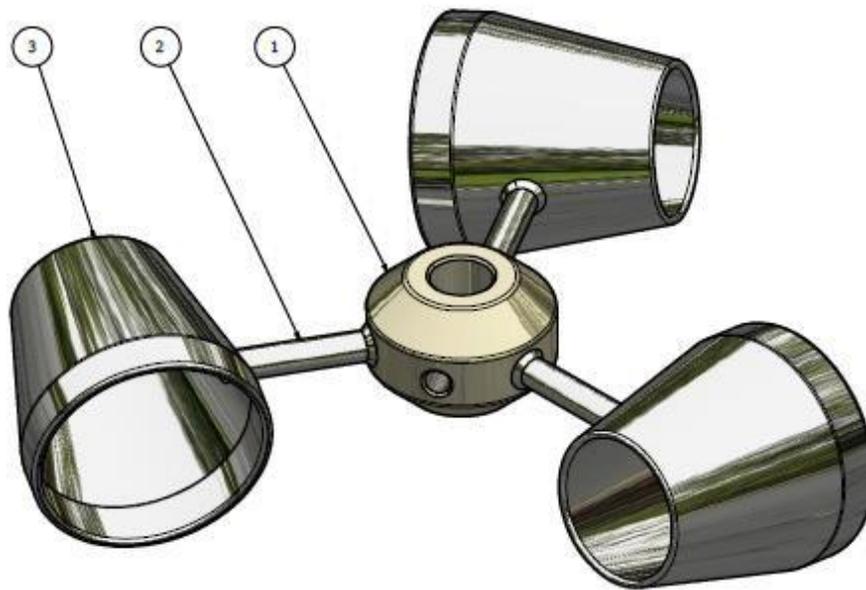
Anexo 3: Cotización del Servicio

Anexo 4: Fichas Técnicas de los barnices

Anexo 5: Ficha Técnica del motor

ANEXO 1: Planos del Impulsor

N6(N5)

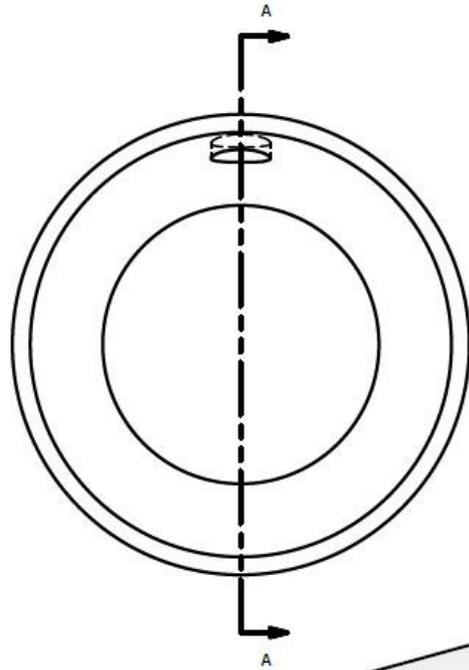


ENSAMBLE: AGITADOR AXIAL TIPO COPA - FIJO
MATERIAL: INOX 316
CANTIDAD: 01 Unid.

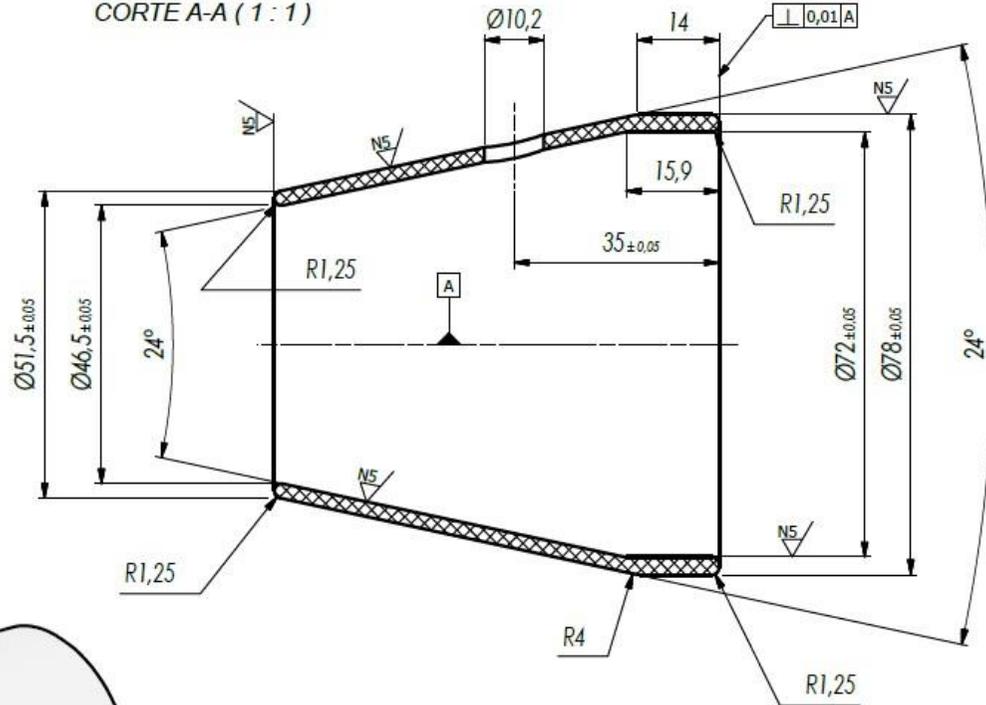
LISTA DE PARTES			
Nº	CANTIDAD	NOMBRE DE PIEZA	MATERIAL
1	1	BASE FIJA - PORTA COPAS	Ac. INOXIDABLE - 316
2	3	EJE DISTANCIADOR	Ac. INOXIDABLE - 316
3	3	COPA	Ac. INOXIDABLE - 316

		Pieza: AGITADOR AXIAL TIPO COPA	
		MATERIAL:	Ac. INOXIDABLE - 316
		T. TERMICO:	
		DUREZA:	
		CODIGO GENERAL:	BATIDOR VERTICAL DE FLUIDOS
		CODIGO DE PLANO:	0/0
DIBUJADO POR:	JOEL MORA.	FECHA:	20/09/2021
REVISADO POR:			
APROBADO POR:	Ing. M. YABAR.		20/09/2021
AREA :	BARNIZADO		FORMATO: ESCALA:
Nº LINEA:	L1- BARIZADO		A4 1:1

N6(N5)



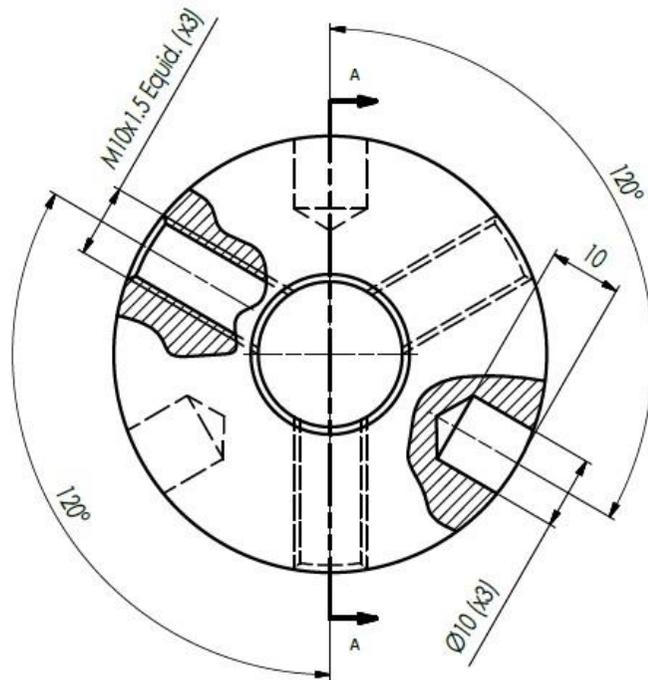
CORTE A-A (1:1)



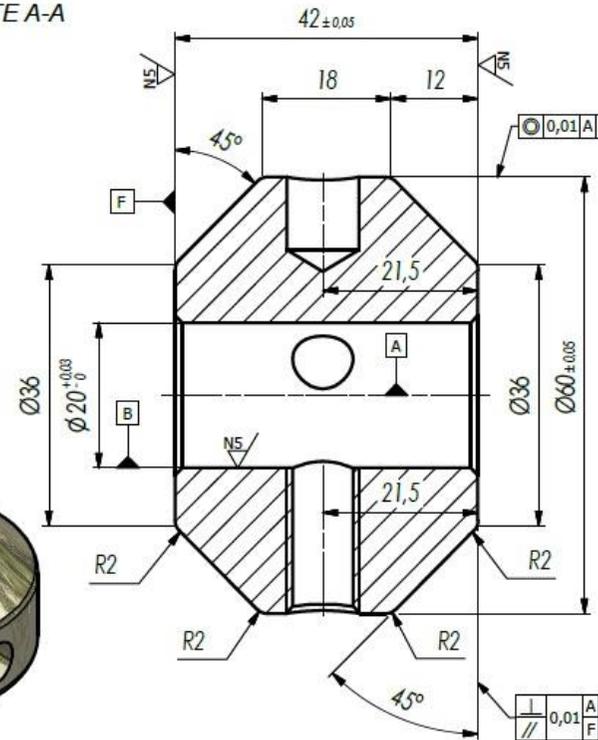
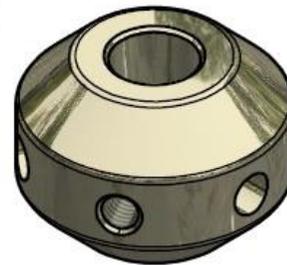
ITEM 03 : COPA
MATERIAL: INOX 316
CANTIDAD: 06 Unid.

		Pieza: COPA	
		MATERIAL:	Ac. INOXIDABLE - 316
DIBUJADO POR: JOEL MORA.		T. TERMICO:	
REVISADO POR:		DUREZA:	
APROBADO POR: Ing. M. YABAR.		CONJUNTO GENERAL: BATIDOR VERTICAL DE FLUIDOS	
AREA : BARNIZADO		CODIGO DE PLANO: 03/03	
N° LINEA: L1- BARNIZADO		FORMATO: A4	ESCALA: 1:1,5

N6(N5)

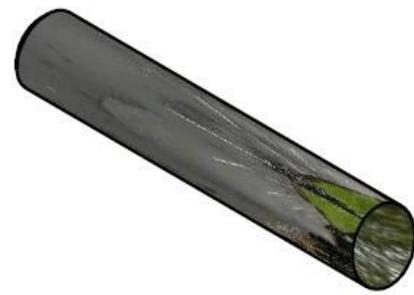
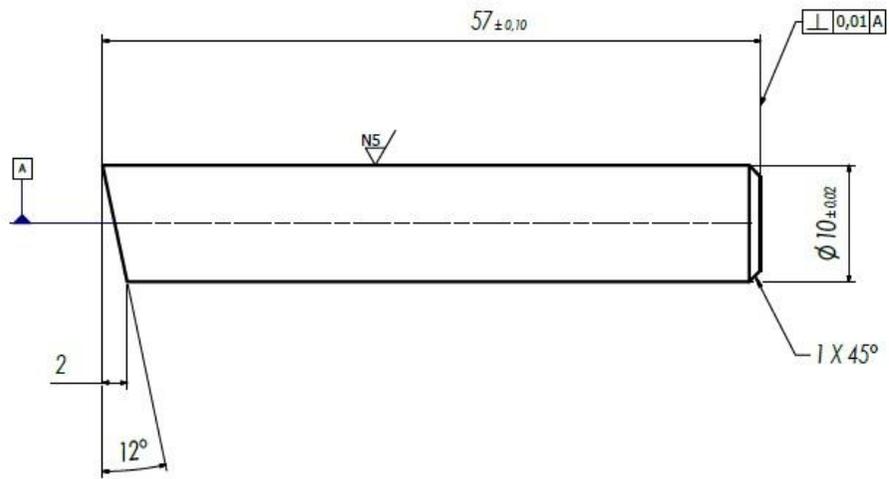


CORTE A-A



ITEM 01: BASE FIJA - PORTA COPA
MATERIAL: INOX 316
CANTIDAD: 06 Unid.

			Pieza: BASE FIJA - PORTA COPA	
			MATERIAL:	Ac. INOXIDABLE - 316
			T. TERMICO:	
			DUREZA:	
DIBUJADO POR: JOEL MORA.			CONJUNTO GENERAL: BATIDOR VERTICAL DE FLUIDOS	
FECHA: 20/09/2021			Nº PLANO: 01/03	
REVISADO POR:			CODIGO DE PLANO:	
APROBADO POR: Ing. M. YABAR.			FORMATO: A4	
AREA: BARNIZADO			ESCALA: 1:1	
Nº LINEA: L1- BARIZADO				

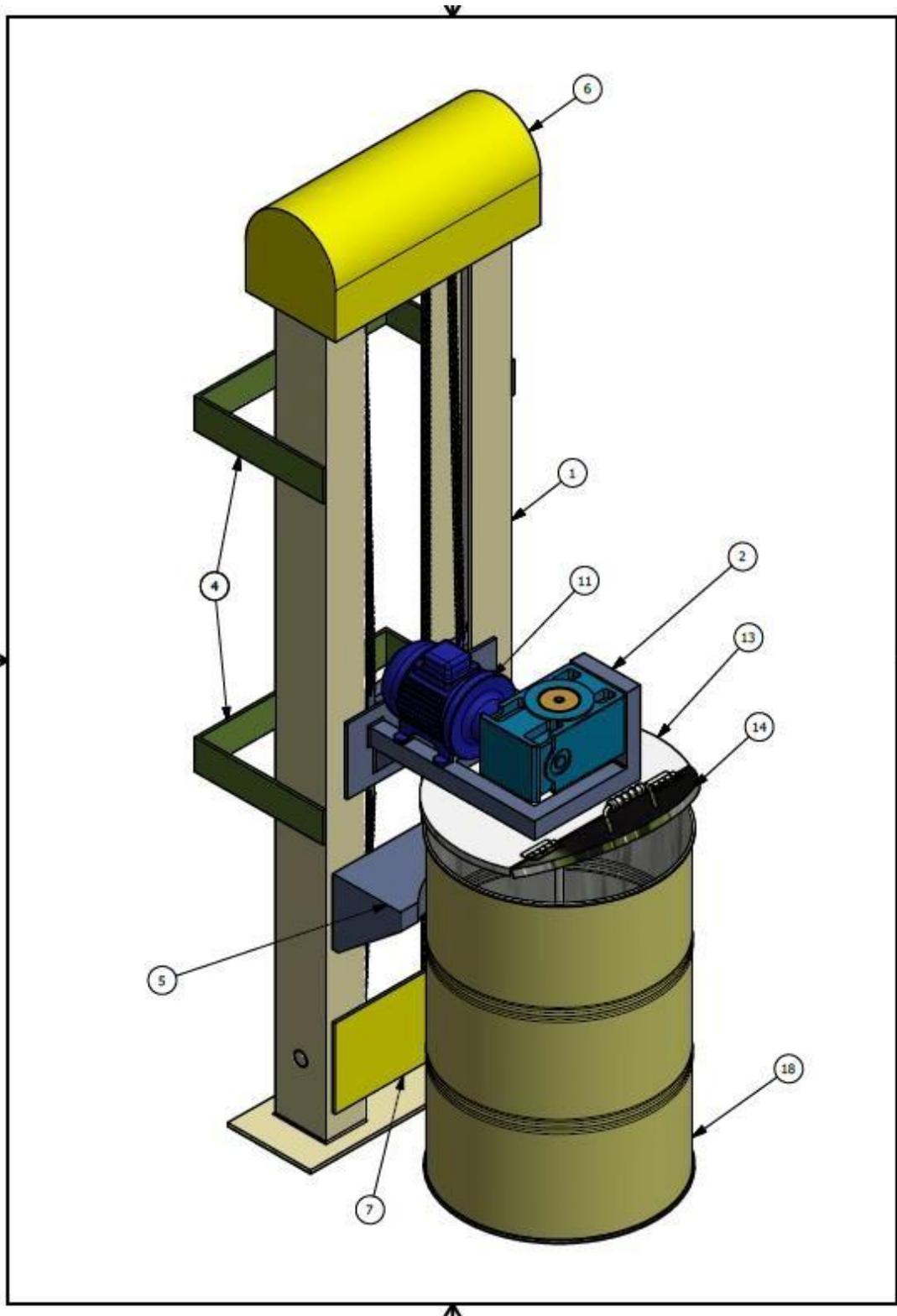


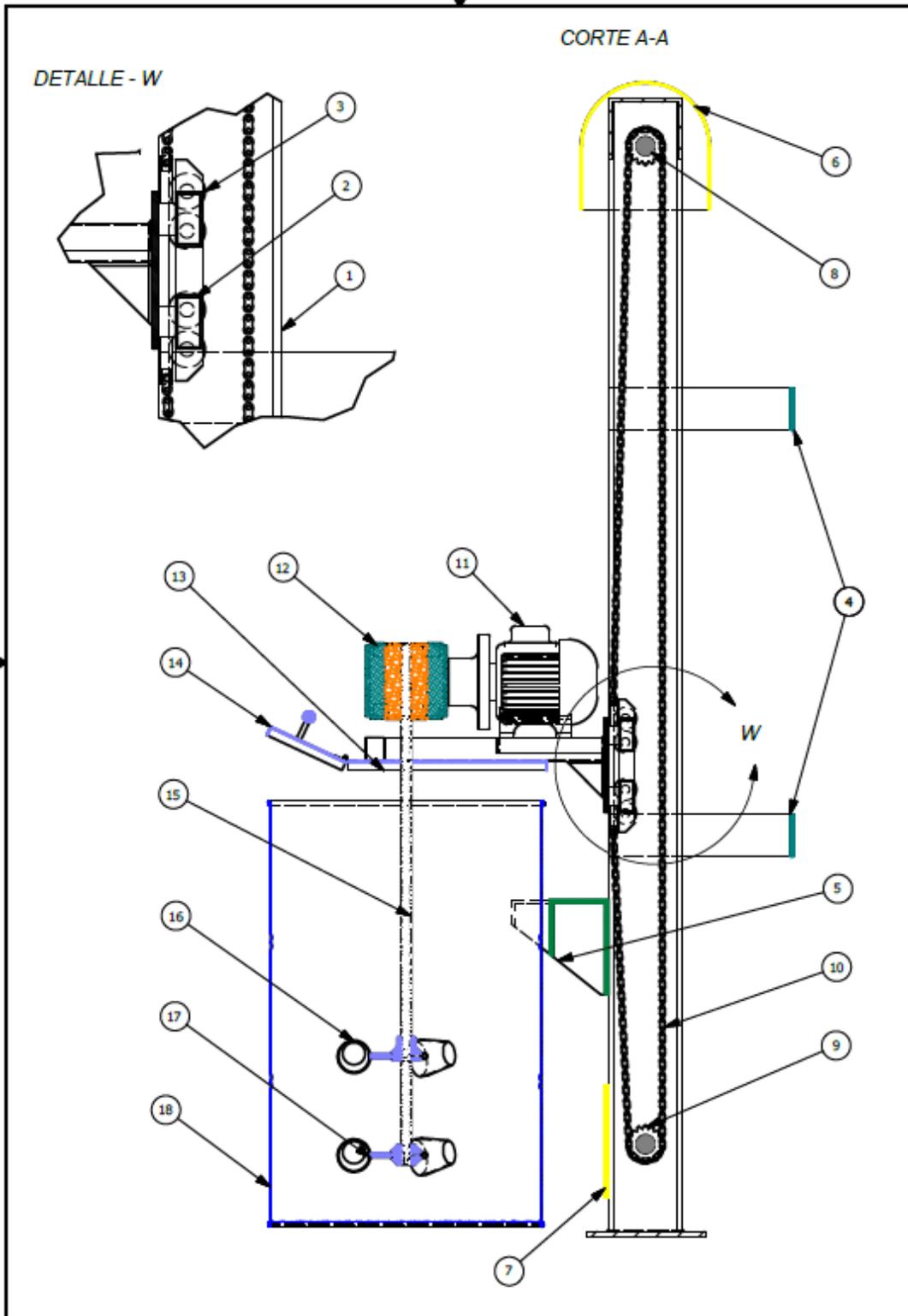
N6(N5)

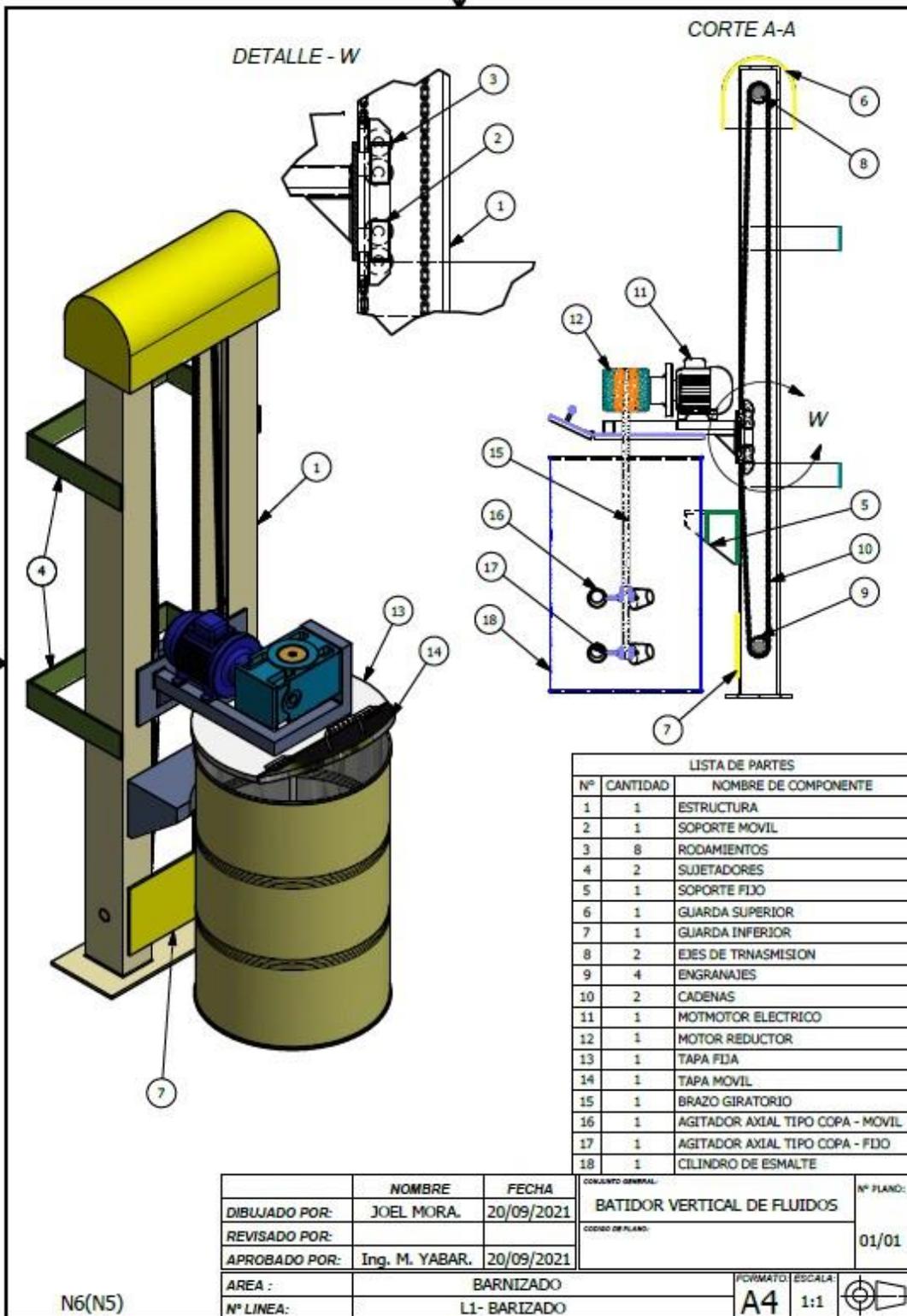
			Pieza: EJE DISTANCIADOR	
			MATERIAL:	Ac. INOXIDABLE - 316
			T. TERMICO:	
			DUREZA:	
			CONJUNTO GENERAL:	Nº PLANO:
DIBUJADO POR:	JOEL MORA.	20/09/2021	BATIDOR VERTICAL DE FLUIDOS	02/03
REVISADO POR:			CODIGO DE PLANO:	
APROBADO POR:	Inq. M. YABAR.	20/09/2021		
AREA:	BARNIZADO		FORMATO:	ESCALA:
Nº LINEA:	L1- BARIZADO		A4	1:1

ITEM 02 : EJE DISTANCIADOR
MATERIAL: INOX 316
CANTIDAD: 06 Unid.

ANEXO 2: Esquemas de la Estructura







LISTA DE PARTES

Nº	CANTIDAD	NOMBRE DE COMPONENTE
1	1	ESTRUCTURA
2	1	SOPORTE MOVIL
3	8	RODAMIENTOS
4	2	SUJETADORES
5	1	SOPORTE FIJO
6	1	GUARDA SUPERIOR
7	1	GUARDA INFERIOR
8	2	EJES DE TRNASMISION
9	4	ENGRANAJES
10	2	CADENAS
11	1	MOTMOTOR ELECTRICO
12	1	MOTOR REDUCTOR
13	1	TAPA FIJA
14	1	TAPA MOVIL
15	1	BRAZO GIRATORIO
16	1	AGITADOR AXIAL TIPO COPA - MOVIL
17	1	AGITADOR AXIAL TIPO COPA - FDO
18	1	CILINDRO DE ESMALTE

	NOMBRE	FECHA	CONJUNTO GENERAL		Nº PLANO:
DIBUJADO POR:	JOEL MORA.	20/09/2021	BATIDOR VERTICAL DE FLUIDOS		01/01
REVISADO POR:			CODIGO DE PLANO:		
APROBADO POR:	Ing. M. YABAR.	20/09/2021			
AREA :	BARNIZADO		FORMATO:	ESCALA:	
Nº LINEA:	L1- BARIZADO		A4	1:1	

N6(N5)

ANEXO 3: Cotización del Servicio



INGENIERÍA, DISEÑO, MANTENIMIENTO ELECTROMECÁNICO, CIVIL, FABRICACIÓN Y MONTAJE DE PROYECTOS METALMECÁNICOS EN ACERO INOXIDABLE 304, 316L, ACERO AL CARBONO, PROYECTOS ELÉCTRICOS INDUSTRIALES, PINTURA, DRYWALL, EQUIPOS DE FRÍO ELÉCTRICOS Y MECÁNICOS PARA PLANTAS INDUSTRIALES Y OTROS.

COTIZACION – N° SAV-393-2021

Lima 24 de Junio del 2021

Señor (es): INTRADEVCO INDUSTRIAL S.A.

Atención: Ing. Martín Yabar.

SOLICITUD: Servicio de Suministro de un agitador para barnices y esmaltes compuesto de los siguientes elementos:

Estructura Metálica conformada por vigas Atiesadas de 4 "x 2", ángulos de 2" x 2" y platinas de sujeción de 4" x 3/16". Tratamiento de arenado comercial y cubierto con pintura epoxica (02 capas) en 6 milis. Aditamento para posicionamiento del cilindro de barniz.

Agitador conformado por un eje de conexión con la salida del reductor en acero inoxidable en calidad 304 en 1" con dos juegos de copas de 2" que serán las responsables de la agitación y evitar la incorporación de burbujas a los barnices.

El sistema de ascenso y descenso del agitador está configurado por un sistema de rodamientos que recorren el perfil de vigas 4"x2". Sistema de contrapeso que permite el posicionamiento del agitador en la altura deseada. En la parte superior de la estructura se posiciona un eje con sprockets para el adecuado deslizamiento de la cadena de transmisión que une el contrapeso y el soporte del agitador. Con guarda de seguridad.

Fijo a la base del motorreductor se encuentra una tapa para el sellado de la boca del tambor o cilindro que contiene el barniz para evitar la posible contaminación del ambiente. Fabricada en acero Inoxidable calidad 304.

Motor reductor con las siguientes características:

Potencia: 1.5 KW

Velocidad: 1761/198 rpm

Tensión: 220/440V

Eficiencia IE3

Factor de Servicio: 1.75

Motor a Prueba de Explosión: II2G Ex eb IIC T3 Gb



El agitador se entrega con tablero eléctrico, con la implementación de un variador de frecuencia con el propósito de iniciar un arranque suave y evitar la turbulencia del arranque del agitador, así como la posibilidad de variar hasta en un 50% la velocidad de rotación del agitador según sea la necesidad.

Precio Total: \$ 7,350 US\$ DOLARES AMERICANOS + IGV

Consideraciones:

- Servicio especializado.
- Tiempo de entrega: 60 días.

Condición de pago: Factura contado.

Moneda: US\$ dólares americanos.

El costo de venta no incluye IGV.

RUC: 20600778898

Cta. Interbank Soles: 1673001812969
CCI: 003-167-003001812969-49

Cta. Interbank Dólares: 1513003256248
CCI: 00315100300325624887

Cta. Corriente Soles Detracción del Banco de la Nación: 00-057-075562

Atentamente:

Elias Milton Mentore Aviles
Gerente General



ANEXO 4: Fichas Técnicas de los Barnices



MAC CHEMICAL S.A.

ESPECIFICACIONES TECNICAS

PRODUCTO : ESMALTE BLANCO TROQUELABLE
CODIGO : LR-2102-2

DESCRIPCION

Es un Esmalte Blanco de excelente propiedad elastica de dureza superficial aplicable para envases de embutido profundo .

APLICACIÓN TECNICA

METODO DE APLICACIÓN : BARNIZADORA
SUSTRATO : HOJALATA
COMPOSICION BASICA : POLIESTER MODIFICADO
SOLIDOS : 61 % \pm 2%
DENSIDAD 20°C : 1.32 \pm 0.03 gr/ml.
VISCOSIDAD 20°C : 150" \pm 10 Seg. COPA FORD N°4 - 20°C
ADHERENCIA : 5B

RECOMENDACIONES DE USO

PESO DE PELICULA SECA : 12 - 15 gr/m²
TEMPERATURA DE HORNEO : 185 °C - 190 °C
TIEMPO DE CURADO : 12 Min. aprox.
DISOLVENTE : D-CS100
ALMACENAMIENTO : 06 Meses
AGITAR ANTES DE USAR.

DAREX® OV 1717-05

Septiembre 2020

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

DAREX® OV 1717-05 es un barniz de sobreimpresión basado en una resina acrílica modificada. Tiene buen brillo, dureza y resistencia a los procesos, y se recomienda para muchos usos finales diferentes, incluido el barniz de sobreimpresión.

Características del producto:

Propiedad	Valor
Color del recubrimiento líquido	Amarillo claro
Color del recubrimiento curado	Incoloro
Sólidos totales, (%) 11 min @ 170 °C	42 ± 2

Propiedades típicas y aplicaciones recomendadas:

Se proporcionan los siguientes datos de las propiedades típicas únicamente con fines informativos y no deberán interpretarse como especificaciones del producto o del proceso.

Propiedad	Valor
Método de aplicación	Revestimiento de lámina (Rodillo)
Sustrato	ETP, ECCS, Aluminio
Agitación, (min.)	30
Viscosidad de Aplicación, (s) Ford# 4 @ 25 °C	60 a 80
Densidad, (g/cm ³)	0,98 ± 0,02
Solvente de dilución y limpieza	TH 1010-53
Aplicación de una capa	
Peso de Película Seca, (g/m ²)	5,4 a 6,2
Peso de Película Mojada, (g/m ²)	12,8 a 14,7
Curado, (PMT)	10 a 12 min @ 170 °C

Consultar boletín técnico TB-022, "Mejor práctica para recubrimientos de lata a base de solvente".

El rendimiento de la aplicación de la laca y su idoneidad para el uso final requerido deben confirmarse bajo condiciones de línea industrial dadas.

Nota:

El peso correcto de la película, las condiciones de curado y la agitación apropiada son vitales para obtener el máximo desempeño del recubrimiento. Se recomienda que todas las aplicaciones nuevas se sometan a una prueba de empaque antes del uso. Estamos a su disposición para ofrecer recomendaciones sobre el uso del producto.

Recomendaciones sobre manejo y almacenamiento:

- Recomendamos ampliamente almacenar este producto en los contenedores originales, cerrados.
- Para un desempeño óptimo, este producto deberá utilizarse dentro de **los 6 meses posteriores a la fecha de su fabricación.**
- Almacenar bajo condiciones de **temperatura uniformes entre 5 a 30°C**, evitar amplias variaciones de temperatura.
- No almacenar bajo la luz solar directa.
- El aumento de viscosidad durante el almacenamiento puede dar lugar a la necesidad de ajustar la viscosidad antes del uso.

Información sobre salud y seguridad:

Para obtener información sobre salud y seguridad, favor de consultar la hoja de datos de seguridad de los materiales del producto. Para conocer el estado del cumplimiento ambiental, la información se proporcionará a solicitud. Para información relativa al cumplimiento de las leyes en materia alimenticia del presente producto, favor de consultar la declaración de la ley en materia alimenticia, la cual se proporcionará a solicitud. El cumplimiento en materia alimenticia puede variar por región y este producto puede estar restringido con base en su aplicación o dependiendo de la región.



DAREX[®] PL 1014-59

May 2019

PRODUCT DESCRIPTION

DAREX[®] PL 1014-59 is a gold-colored, multi-purpose lacquer based on epoxy resin. It is a highly flexible, scuff and sterilization resistant protection lacquer for the entire external lacquering of 3-piece, deep drawn cans, standard and full aperture easy open ends, semi-finished parts of metal packaging and stamping parts of metal working industry. The lacquer can be used wet-on-wet over printing inks on and is jet-ink printable.

Product Characteristics:

Property	Value
Color of Liquid Coating	Orange
Color of Cured Coating	Gold
Total Solids, (%) 12 min @ 200 °C	38 ± 1

Typical Properties and Recommended Applications:

The following typical properties data is given for informational purposes only and is not to be interpreted as product or in-process specifications.

Property	Value
Application Method	Sheet Coating (Roller)
Substrate	ETP, ECCS, Aluminium
Stirring, (min.)	15 to 30
Application Viscosity, (s) ISO 6 mm @ 20 °C	35 to 80
Application Viscosity, (s) DIN 4 mm @ 20 °C	60 to 120
Thinner	TH 1010-35 / TH 1010-05
Density - Pycnometer, (g/cm ³)	0.98 ± 0.02
Single-Coat Application	
Dry Film Weight, (g/m ²)	4.0 to 8.0
Wet Film Weight, (g/m ²)	10.5 to 15.8
Curing, (PMT)	10 min @ 200 to 205 °C

For detailed handling information see Technical Bulletin TB-022, "Best Practice for Solvent-Borne Can Coatings".

If applied over printing inks, a slight water pick-up may occur after sterilization. The lacquer is sterilization resistant up to 60 min at 121°C or 30 min at 131°C.

The application performance of the lacquer and its suitability for the required end use should be confirmed under given industrial line conditions.

Note:

The correct film weight, curing conditions and proper stirring are vital to achieve the maximum coating performance. It is recommended that all new applications be submitted to a pack test before use. We are at your disposal for advice on product usage.

Handling & Storage Recommendations:

- It is strongly recommended storing this product in the original, closed containers.
- For optimum performance this product should be used within **6 months of the manufacturing date**.
- Store under uniform **temperature conditions between 5 to 30 °C**, avoid wide temperature differentials.
- Do not store in direct sunlight.
- Viscosity increase during storage may result in the need to adjust viscosity prior to use.

Health & Safety Information:

For healthy and safety information, please refer to the product **Material Safety Data Sheet**. For environmental compliance status, information will be provided upon request. For information related to the food law compliance of this product, please refer to the food law statement, which will be provided upon request. Food law compliance may vary by region and this product may be restricted based on application or region.

DAREX[®] PL 1502-08

Product Description

DAREX[®] PL 1502-08 is a clear protection lacquer based on epoxy modified resin. Good resistance to scratches and sterilization process. It is recommended for the exterior of ends and 3-piece can bodies.

Product Characteristics

Property	Unit	Value	Test Method
Color of Liquid Coating	-	Gray	Visual
Color of Cured Coating	-	Gray	Visual
Total solids (@ 11 min -200°C)	%	38.0 ± 2.0	ASTM D1644
Density (@ 25°C)	g/cm ³	0.99 ± 0.02	ASTM D1475

Typical Properties and Recommended Applications

The following typical properties data is given for informational purposes only and is not to be interpreted as product or in-process specifications.

Property	Unit	Value	Comments
Application Method	-	Roller, rubber roller	Shore A
Stirring	minutes	30	Before use
Substrate	-	TFS and ETP	-
Diluting and cleaning solvent	-	TH 1010-87	-
Application viscosity Flow cup #4 @ 25°C (ASTM D1200)	Seconds	100 ± 10	(*)
Film weight Dry	g/m ²	6.2 – 9.3	-
Film weight Wet	g/m ²	16.3 – 24.4	-
Film weight Dry	mg/in ²	4.0 – 6.0	-
Film weight Wet	mg/in ²	10.5 – 15.7	-
Curing Oven Time/Temperature	Min - °C	11 ± 1 – 204 ± 3	-
Curing Oven Time/Temperature	Min - °F	11 ± 1 – 399 ± 5	-

(*) Under extreme conditions the viscosity can suffer disturbances. If so, ask for technical assistance.

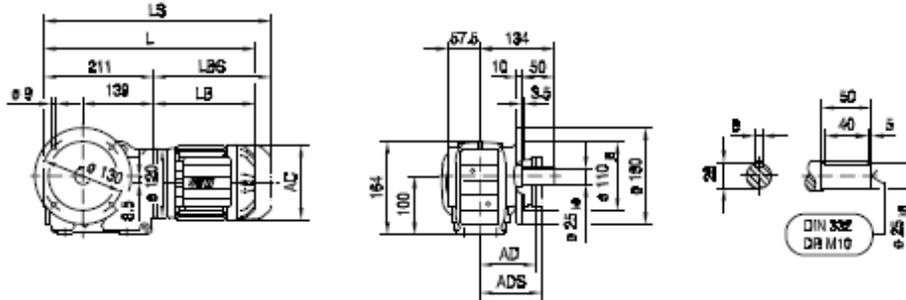
NOTE:

It is recommended that all new applications be submitted to a pack test before use. We are at your disposal for advice on products usage.

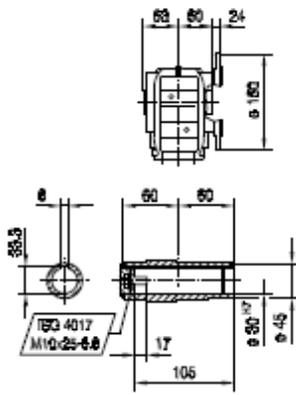
ANEXO 5: Ficha técnica del motor

33 202 00 16

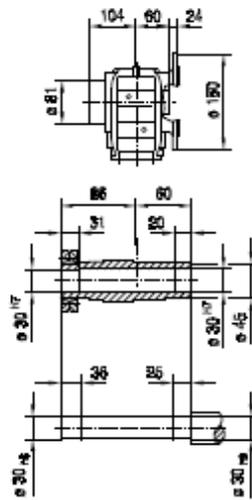
KF37..



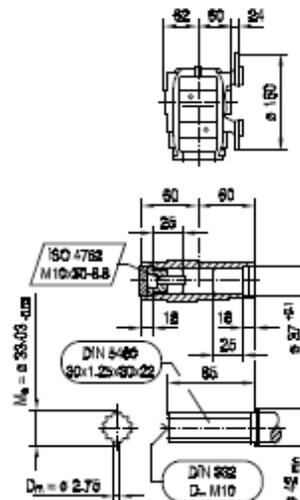
KAF37..



KHF37..



KVF37..



(→ [] ??)	DR63..	EDR71S	EDR71M	EDRN80M	EDRN90S	EDRN90L	EDRN100LS	EDRN100LL M
AC	132	139	139	156	179	179	197	197
AD	105	129	129	128	140	140	157	157
ADS	105	129	129	139	150	150	158	158
L	402	414	439	493	494	526	525	575
LS	457	481	506	574	588	620	619	669
LB	191	203	228	282	283	315	314	364
LBS	246	270	295	363	377	409	408	458