

Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires

Título: Acreditación de PPS en Henkel Chivilcoy

Carrera: Ingeniería Mecánica

Práctica Profesional Supervisada

Estudiante: Gutiérrez Andrés Omar

Tutor Docente: Amílcar Marcelo Goldar

Tutor de Empresa: Cristian Cerella

Fecha de presentación: 04/09/2024

Índice

1.	Introducción:	3
2.	Objetivos	4
2.1.	Objetivo general	4
2.2.	Objetivos específicos	4
3.	Plan de trabajo y carga horaria	5
4.	Descripción	6
4.1.	PFD (Diagrama de flujo):.....	7
4.1.1.	PFD Hot Melt.....	7
4.1.2.	PFD Water Base	8
4.1.3.	PFD Polimerización.....	8
4.2.	Balance de Masa (BFD):.....	9
4.2.1.	BFD Hot Melt:.....	9
4.2.2.	BFD Water Base:	10
4.2.3.	BFD Polimerización:.....	10
4.3.	Balance de Energía:.....	11
4.4.	Utilidades:	15
4.5.	P&ID	17
4.6.	Descriptivo de procesos	19
4.6.1.	Descriptivo de proceso Adhesivos Base Acuosa	19
4.6.2.	Descriptivo de proceso Formulación Hot Melt (PSA & NPSA)	21
4.6.3.	Descriptivo de Proceso Resinas (Polimerización).....	24
4.7.	Filosofía de sistemas de alivio de sobrepresión	29
5.	Conclusiones	30
6.	Agradecimientos	30

 UNNOBA UNIVERSIDAD NACIONAL NOROESTE BUENOS AIRES	<h1>Anexo VI</h1>	Página 3 de 30
		04/09/2024
Informe final de PPS		UNNOBA

Introducción:

En el siguiente informe, se detallarán las actividades realizadas por el alumno Andrés Gutiérrez dentro de la empresa Henkel Argentina S.A. para con esto acreditar las Prácticas Profesionales y de esta manera lograr obtener el título de Ingeniero Mecánico.

Henkel Argentina S.A. (Planta Chivilcoy) pertenece a una empresa multinacional alemana dedicada dentro de su amplio portafolio a la producción de adhesivos industriales, utilizando puntualmente tres (3) tecnologías, las cuales son Adhesivos en Base Agua, Adhesivos Hot Melt y por último la tecnología de Polimerización de productos intermedios para el sector de Adhesivos Base Agua.

Las actividades que debió realizar el alumno surgieron como pedido del área de ingeniería de procesos regional de Henkel Latinoamérica Sur, por la necesidad de la creación de diferentes documentos de ingeniería con el fin de lograr una base confiable y completa de información útil en cada una de las plantas pertenecientes a Henkel, dentro de dicha documentación se encuentran por ejemplo la descripción de los equipos instalados, P&ID (Piping and instrumental diagram, es decir diagramas de cañerías e instrumentos), descriptivos de procesos, balances, etc.

	<h1>Anexo VI</h1>	Página 4 de 30
		04/09/2024
Informe final de PPS		UNNOBA

Objetivos

2.1. Objetivo general

El principal objetivo de este informe es la acreditación de las Practicas Profesionalizantes especificando en este todas las actividades realizadas dentro de Henkel Argentina que fueron requeridas por Ingeniería de Procesos regional para el armado de documentación de ingeniería.

2.2. Objetivos específicos

Dentro de los objetivos específicos se encuentra la realización de cada uno de los documentos solicitados por Ingeniería de Procesos regional, dentro de los cuales en este informe se detallarán los más importantes de ellos tales como:

- PFD (Diagrama de flujo)
- Balance de Energía
- Balance de Masa
- Utilidades – Servicios auxiliares
- P&ID
- Descriptivos de proceso
- Filosofía de sistemas de alivio de sobrepresión

Plan de trabajo y carga horaria

En esta instancia, como se trata de una acreditación de PPS la carga horaria será la que indica el convenio de trabajo de la empresa, de lunes a viernes de 8:00 hs a 17:00hs, arrojando un total de 45hs semanales.

El plan de trabajo se describe a continuación en un Diagrama de Gantt, donde se detallan las principales etapas que el alumno deberá realizar y el tiempo estimado en el cual se iniciaran/finalizaran.

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	tri 2, 2024 abr	may	jun	tri 3, 2024 jul	ago			
Inicio PPS	1 día	lun 08/04/24	lun 08/04/24								
Definición de actividades	6 días	mar 09/04/24	mar 16/04/24								
Realización de documentos de ingeniería	40 días	mié 17/04/24	mar 11/06/24								
Creación de informe final	40 días	mié 12/06/24	mar 06/08/24								
Aprobación informe final	21 días	mié 07/08/24	mié 04/09/24								
Defensa de informe final	1 día	jue 05/09/24	jue 05/09/24								

 UNNOBA <small>UNIVERSIDAD NACIONAL NOROESTE BUENOS AIRES</small>	<h1>Anexo VI</h1>	Página 6 de 30
		04/09/2024
Informe final de PPS		UNNOBA

Descripción

Antes de comenzar con la descripción de lo realizado en la PPS en primer lugar se debe realizar una breve descripción de lo que es Henkel S.A. y puntualmente lo que se realiza en Henkel Argentina S.A. Planta Chivilcoy.

Henkel S.A. es una multinacional alemana líder en el mundo, con más de 150 años de antigüedad y con aproximadamente 50.000 trabajadores alrededor del mundo, dedicada principalmente a dos grandes áreas, las cuales son Adhesive Technologies (tecnología de adhesivos) y Consumer Brands (Marcas de consumo masivo).

Puntualmente Henkel Argentina S.A. se encuentran en nuestro país desde el año 1970 y cuenta con ambas ramas tecnológicas, aunque Consumer Brands únicamente en la comercialización de productos importados, mientras que, en la Planta de Henkel Chivilcoy se desarrolla la tecnología Adhesive Technologies, cabe destacar que es la única planta de Henkel que existe en la argentina.

Esta tecnología de adhesivos industriales se divide en tres tecnologías en nuestro país, por un lado, la tecnología de Hot Melt (adhesivos en caliente), la tecnología de Water Base (adhesivos en base agua) y por último la tecnología de Polimerización en la cual se generan productos intermedios para la tecnología de Water Base.

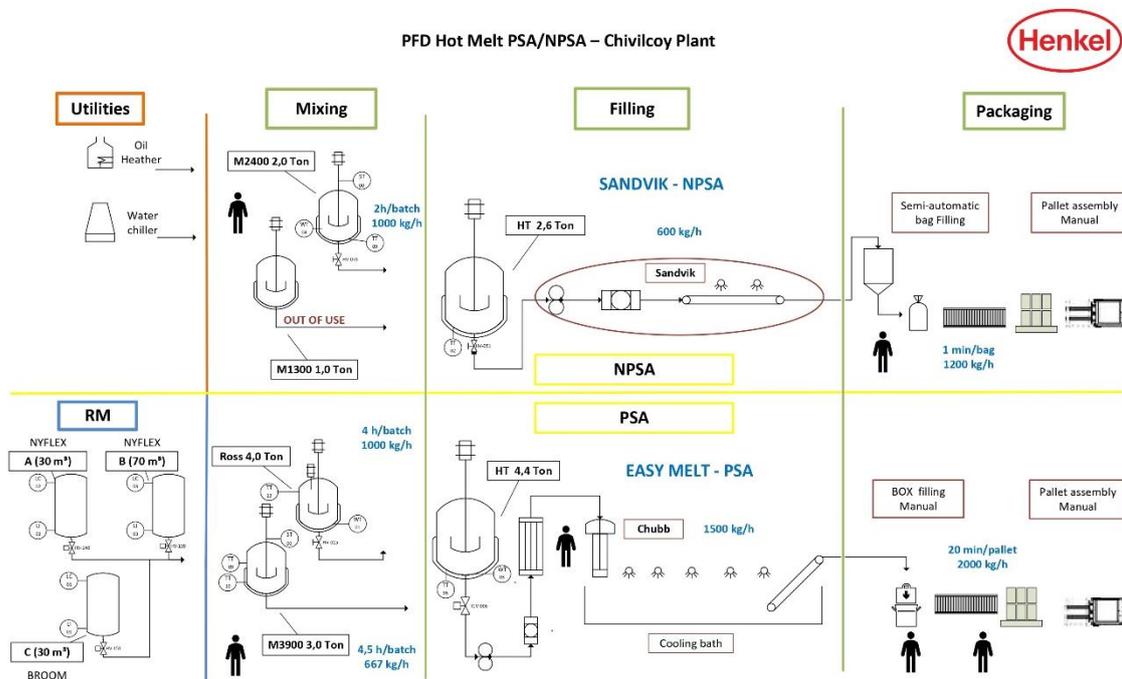
Tras esta breve introducción de la empresa, se comenzará a describir lo realizado en la PPS, para un mejor entendimiento se dividirá por cada documento realizado.

4.1. PFD (Diagrama de flujo):

Como primer documento a desarrollar se encuentran los diagramas de flujo de las diferentes líneas. En estos diagramas se encuentran distribuidos los equipos y elementos de cada línea ordenados tal cual se realiza la producción, lo cual permitirá explicar de una mejor manera como se desarrolla el proceso productivo de la planta.

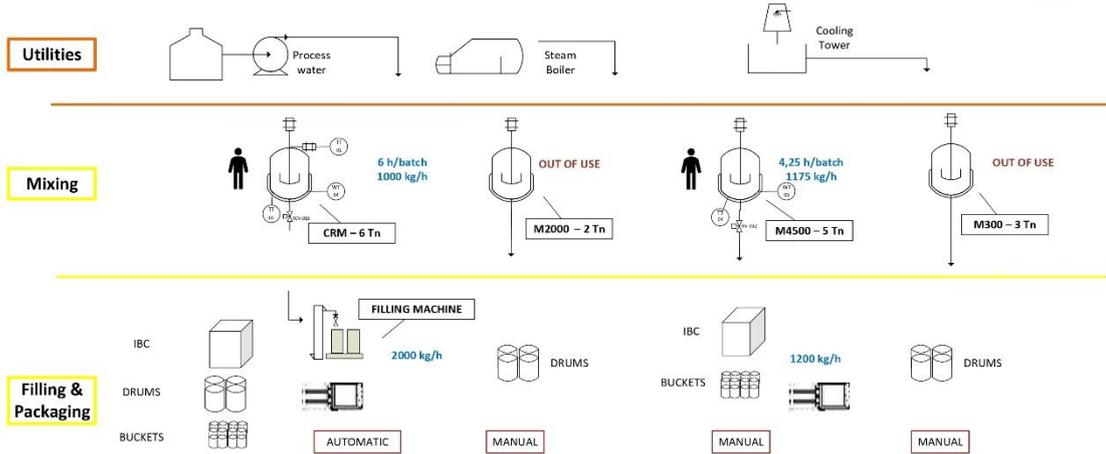
Para cada equipo se encuentran detallados los principales elementos de control, tales como sensores de temperatura, celdas de carga y sensores de presión, como también las principales válvulas tanto de seguridad como de paso de producto.

4.1.1. PFD Hot Melt



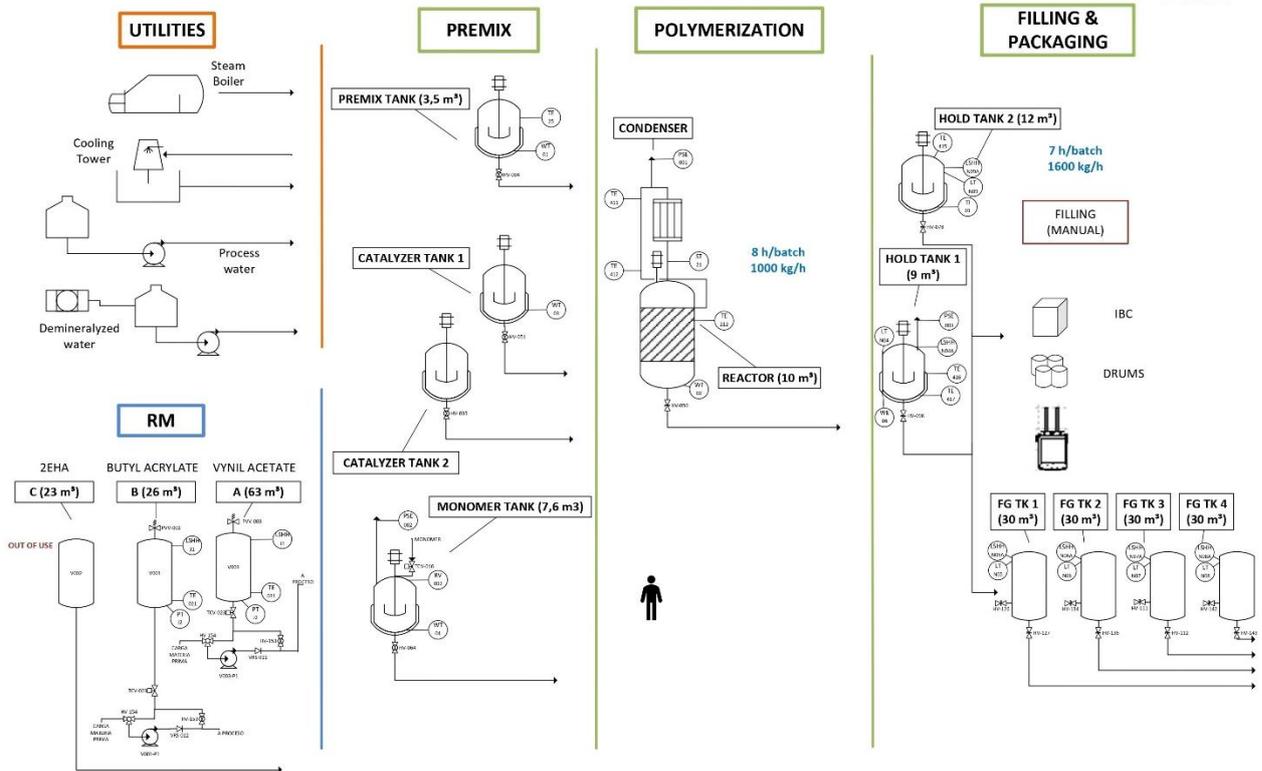
4.1.2. PFD Water Base

PFD WATER BASED – Chivilcoy Plant



4.1.3. PFD Polimerización

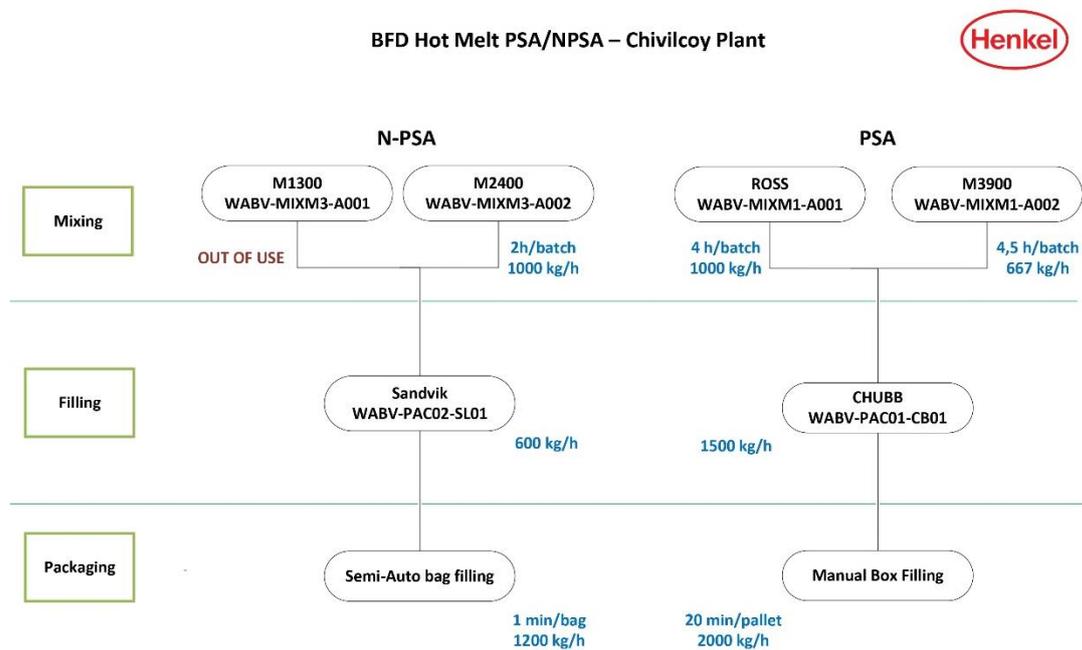
PFD Polymerization – Chivilcoy Plant



4.2. Balance de Masa (BFD):

El balance de masa consiste básicamente en analizar el proceso de fabricación de un producto y la cantidad de componentes que se adiciona en cada etapa, como también definir las capacidades de producción de cada sector y etapa para obtener así los cuellos de botella de cada proceso, es decir la etapa más lenta del proceso que en procesos en serie es la limitante de producción.

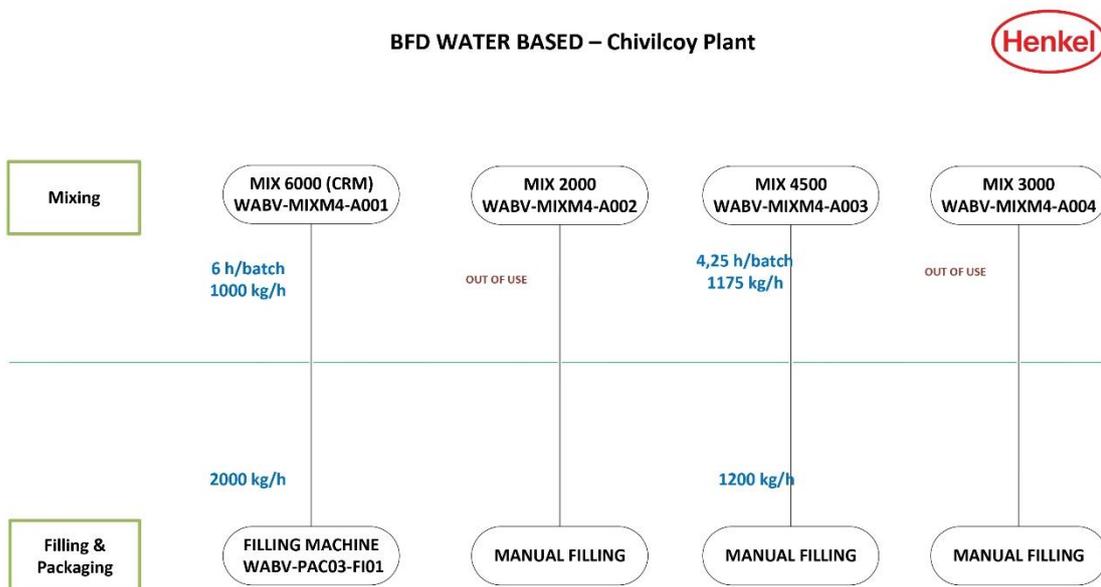
4.2.1. BFD Hot Melt:



Podemos concluir gracias al BFD que en la tecnología NPSA la limitante es la maquina Sandvik (600 kg/h), mientras que en la tecnología PSA el cuello de botella se encuentra en la etapa de formulación de producto, es decir en las etapas de Mixing (1000 kg/h o 667 kg/h).

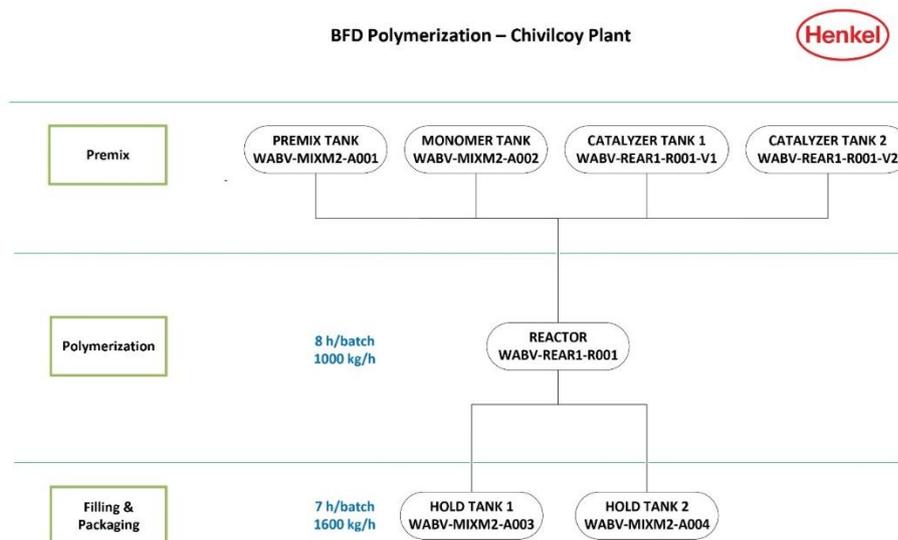
 UNNOBA UNIVERSIDAD NACIONAL NOROESTE BUENOS AIRES	<h1>Anexo VI</h1>	Página 10 de 30
		04/09/2024
Informe final de PPS		UNNOBA

4.2.2. BFD Water Base:



En el caso de Water Base se observa que ambos mezcladores son los cuellos de botella del proceso (1000 kg/h y 1175 kg/h).

4.2.3. BFD Polimerización:



En el caso de la tecnología de Polimerización concluimos que el cuello de botella del sistema se encuentra en la etapa de polimerización o reacción (1000 kg/h).

 UNNOBA UNIVERSIDAD NACIONAL NOROESTE BUENOS AIRES	<h1>Anexo VI</h1>	Página 11 de 30
		04/09/2024
Informe final de PPS		UNNOBA

4.3. Balance de Energía:

El balance de energía consistió principalmente en calcular la cantidad de kilo calorías por hora que se necesitan aportar a cada equipo para poder realizar la fabricación de los adhesivos.

En primer lugar, se definieron premisas de cálculo.

Cabe aclarar que se definió un único producto para cada tecnología (línea de producción) utilizando al que mayores temperaturas de fabricación requiere.

#	Bases de calculo
1	Calor específico de HM aproximado de 0,5 kcal/kg°C para todos los pasos de HM
2	Calor de fusión de HM aproximado de 39 kcal/kg para todos los pasos de HM
3	Calor específico de WB aproximado de 0,8 kcal/kg°C (aproximación entre cp de agua y PVA puro)
4	Análisis de simultaneidad: necesita considerar el peor escenario de producción.
5	Para resinas se considera el enfriamiento en dos etapas, la primera en el Reactor y la segunda en el Hold Tank.
6	Para WB se considera el calentamiento y el enfriamiento solo de la cantidad que se procesa (el resto es agregado a temperatura ambiente)

Luego con estas premisas y considerando la formula termodinámica de la cantidad de calor

$$Q = m * (Cp * \Delta t + Lh)$$

Donde:

- Q = Cantidad de calor
- m = Masa de producto
- Cp = Calor específico a presión constante del producto
- Δt = Variación de temperatura durante el proceso
- Lh = Calor latente de fusión del producto

Nuestra incognita es la cantidad de calor Q que se debe aplicar al equipo.

La cantidad de calor Q se obtiene al multiplicar la capacidad del *batch* del equipo (es decir la masa total que se encuentra en procesamiento) por el calor latente de fusión del producto (HM, WB, Resinas) además de suma el calor necesario para llegar a la temperatura de proceso una vez este producto se encuentra en estado líquido.

El calor específico a presión constante de cada tipo de producto fue un valor aportado por ingeniería regional (dato de proceso).

El delta de temperatura será la diferencia entre la temperatura inicial del producto (temperatura ambiente) y la temperatura máxima necesaria para la fusión del producto (esta dependerá del mismo).

Dicho análisis se realizó para todos los mezcladores existentes en planta, pero a continuación se mencionarán los más importantes de cada una de las tecnologías:

Mixer ROSS	Hot Melt PSA			Producto: Technomelt DM 5905						
Proceso	Batch [kg]	Lh [kCal/kg]	Q Fusión [kCal]	Cp [kCal/Kg°C]	Ti [°C]	Tf [°C]	ΔT [°C]	Q total [kCal]	Tiempo [h]	
Fusión y calentamiento	4000	39	156000	0,5	25	160	135	426000	3,75	
								Q =	113600	kCal/h

Mixer M2400	Hot Melt NPSA			Producto: Technomelt 2631						
Proceso	Batch [kg]	Lh [kCal/kg]	Q Fusión [kCal]	Cp [kCal/Kg°C]	Ti [°C]	Tf [°C]	ΔT [°C]	Q total [kCal]	Tiempo [h]	
Fusión y calentamiento	4000	39	156000	0,5	25	170	145	446000	2,75	
								Q =	162182	kCal/h

Mixer CRM M6000	Water Base				Producto: Aquence CW 904			
Proceso	Masa acumulada [kg]	Cp [kCal/Kg°C]	Ti [°C]	Tf [°C]	ΔT [°C]	Q [kCal]	Tiempo [hs]	
Calentamiento	2300	0,8	25	90	65	119600	1	
Refrigeración	2500	0,8	90	58	-32	-64000	1	
						Calentamiento	119600	kCal/h
						Refrigeración	64000	kCal/h

Reactor		Producto: 20-720 FC									
Proceso	Carga [kg]	Cp [kCal/Kg°C]	Calor de Reaccion [kcal/kg]	Masa acumulada [kg]	Ti [°C]	Tf [°C]	ΔT [°C]	Q [kCal]	Tiempo [hs]	Q' [kCal/h]	
Calentamiento	3300	0,8	-	3300	25	75	50	132000	0,75	176000	
Monómero	4000	0,8	244,98115	7300	-	-	-	979925	3	326642	
Refrigeración (Hold tank)	1200	0,8	-	8500	70	40	-30	-204000	2	102000	
									Calentamiento	176000	kCal/h
									Refrigeración	326642	kCal/h

Como conclusión de este análisis se lograron determinar las necesidades energéticas de cada tecnología, pero además y mas importante se pudo definir la cantidad de energía que debe aportar cada utilidad-servicio auxiliar durante las fabricaciones en simultaneo, ya sea de diferentes tecnologías o múltiples mezcladores de esta.

Caldera de fluido térmico	Q solicitado [kcal/h]
Mixer ROSS PSA	113600
Mixer M3900 PSA	91286
Hold Tank PSA	10000
Mixer M2400 NPSA	162182
Hold Tank NPSA	5000
Consumo Simultáneo (Pico)	290782
Consumo Total	382068

Caldera de vapor	Q solicitado [kcal/h]
Mixer CRM M6000	119600
Mezclador M4500	69333
Reactor resinas	176000
Consumo Simultáneo (Pico)	295600
Consumo Total	364933

Torres enfriamiento de agua	Q enfriamiento [kcal/h]
Mixer CRM M6000	64000
Mezclador M4500	28000
Hold Tank Resinas	102000
Reactor grande	326642
Consumo Simultáneo (Pico)	390642
Consumo Total	520642

Chillers de enfriamiento de agua	Q enfriamiento [kcal/h]
Chubb	139530
Sandvik	75066
Consumo Simultáneo (Pico)	214596
Consumo Total	214596

4.4. Utilidades:

Este documento, es una evaluación de la capacidad de las utilidades (servicios auxiliares) existentes en la planta, como por ejemplo agua de enfriamiento, vapor, electricidad, etc, para calcular el porcentaje de utilización actual de cada una de estas. De esta forma podemos conocer la capacidad remanente del equipamiento de la planta para una posible expansión, orientada al aumento en el nivel de producción sin la necesidad de realizar nuevas inversiones en utilidades.

Para el análisis se tomaron en consideración los datos obtenidos en el documento Balance de Energía, es decir las cantidades de energía necesarias a aportar a los procesos por los diferentes equipos-servicios auxiliares. También se consideró la capacidad de producción de las utilidades existentes, dichos datos se obtuvieron a partir de sus fichas técnicas.

En primer lugar, analizaremos los equipos instalados y sus capacidades:

Utilidad	Equipo / fuente	Capacidad instalada	Unidad	Eficiencia	Capacidad real
Agua de enfriamiento (Torre)	Torre de enfriamiento TWH-090	1,50	MBTU/h	90%	1,35
Agua de enfriamiento (Torre)	Torre de enfriamiento TWH-060	1,00	MBTU/h	90%	0,90
Vapor	Caldera B310-02	3,96	MBTU/h	80%	3,2
Fluido térmico	Caldera de aceite TP400	1,59	MBTU/h	86%	1,37
Fluido térmico	Caldera de aceite TP600	2,38	MBTU/h	86%	2,03
Energía eléctrica	Transformador T1	500	KVA	98%	490
Energía eléctrica	Transformador T2	500	KVA	98%	490
Aire comprimido	Compresor N°1 CO-010	590	m ³ /h	84%	173,292
Aire comprimido	Compresor N°2 CO-011	390	m ³ /h	84%	148,008
Agua de proceso	Agua de pozo permitida	22000	m ³ /año	100%	22000
Agua desmineralizada	Osmosis inversa 01	10,00	m ³ /día	100%	10
Agua fría (Chiller)	Chiller 3	0,60	MBTU/h	93%	0,558
Agua fría (Chiller)	Chiller 4	1,14	MBTU/h	95%	1,083
Nitrógeno	Batería	120,00	m ³	100%	120

Luego al comparar la capacidad instalada con el consumo actual obtuvimos como resultado:

Utilidades	Capacidad real instalada (Oferta)	Unidad	Consumo actual (Demanda)	% Utilización
Agua de enfriamiento (torre)	2,25	MBTU/h	2,10	93%
Agua fría (Chiller)	1,64	MBTU/h	0,85	52%
Vapor	3,17	MBTU/h	1,45	46%
Fluido térmico (calderas)	3,40	MBTU/h	1,48	44%
Energía eléctrica	980,00	KVA	745,00	76%
Aire comprimido	540	m ³ /h	390	73%
Agua de proceso (tanque aéreo)	22000,00	m ³ /año	12000	55%
Agua desmineralizada (osmosis inversa)	10,00	m ³ /día	3,80	38%
Nitrógeno	120,00	m ³ /día	12,00	10%

Con lo cual concluimos que las torres de enfriamiento son el punto mas crítico, por lo tanto, en caso de requerir aumentar la producción o adicionar nuevos procesos, se deberá además realizar una inversión en el sistema de torres de enfriamiento ya que su capacidad está prácticamente al límite.

Caso similar ocurre con la energía eléctrica y el aire comprimido, aun existe un resto en su capacidad, pero se encuentran dentro de un limite en el cual se deberá considerar que es lo que se va a agregar o modificar en el proceso ya que posiblemente dichas utilidades no logren suplir la demanda.

	<h1>Anexo VI</h1>	Página 17 de 30
		04/09/2024
Informe final de PPS		UNNOBA

4.5. P&ID

Un P&ID se define como un diagrama de tuberías e instrumentación (DTI) también conocido en inglés como *pipng and instrumentation diagram/drawing* (P&ID) y es un diagrama en el cual se describen las cañerías de un proceso, así como también los equipos instalados y sus respectivos instrumentos ya sean de seguridad o control.

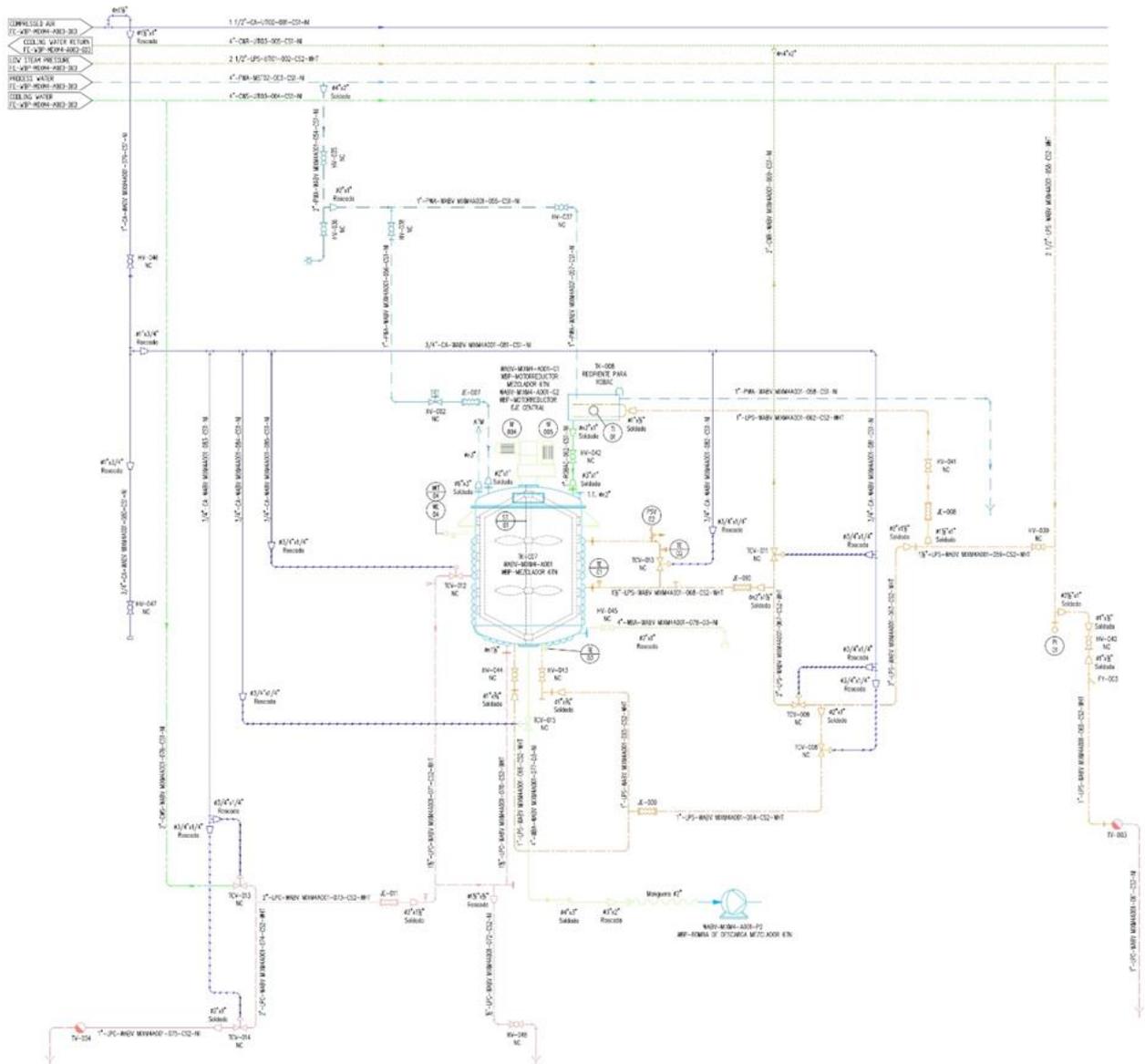
En esta documentación de ingeniería, se trabajó en conjunto con un tercero llamado Ingeniería Traverso, los cuales fueron los encargados de realizar todos los diagramas de cada sector de la planta en el software AutoCAD.

Los diagramas originales fueron realizados previo a el ingreso del alumno a la empresa para la realización de las PPS, sin embargo dichos diagramas fueron realizados en base a planos antiguos por lo cual algunas zonas que se reflejaron en los P&ID no reflejaban la realidad actual de la planta, por lo tanto se realizó una recorrida total de la planta, además de consultas a operadores de maquina o mantenimiento y se modificaron y añadieron/quitaron elementos de los diagramas que no existían en la realidad o se encontraban de forma errónea.

Los diagramas P&ID se dividieron en cuatro grandes grupos, por un lado, las dos tecnologías de Hot Melt las cuales son Sandvik y Easy Melt, luego los diagramas de Water Base y por último los diagramas del sector de Resinas.

Junto con la actualización de los diagramas P&ID, se realizó la codificación de cada elemento y equipo existente en la planta, para poder generar el listado de equipos y elementos instalados en planta. Dicha codificación de equipos y elementos se basó en la norma ISA-S5.

Como ejemplo se presentará un diagrama P&ID puntualmente el del mezclador CRM M6000 del sector Water Base.



 UNNOBA <small>UNIVERSIDAD NACIONAL NOROESTE BUENOS AIRES</small>	<h1>Anexo VI</h1>	Página 19 de 30
		04/09/2024
Informe final de PPS		UNNOBA

4.6. Descriptivo de procesos

En este documento de ingeniería, se desarrolló un descriptivo de los procesos de las tres tecnologías.

4.6.1. **Descriptivo de proceso Adhesivos Base Acuosa**

Descripción general del proceso

El proceso de formulación consiste en la disolución y mezcla de materias primas, y su posterior descarga y envasado en diferentes presentaciones: baldes, tambores, contenedores rígidos y contenedores con bolsa.

El sector cuenta con 4 mezcladores para la formulación:

Mezclador	Capacidad Real	Comentarios
M6000	6 Tn	Con supervisión electrónica HMI
M4500	4,5 Tn	Con supervisión electrónica HMI
M3000	3 Tn	Sin supervisión electrónica
M2000	2 Tn	Sin supervisión electrónica – Fuera de uso

Equipos con supervisión electrónica HMI: M6000 y M4500

Para el caso de los equipos con supervisión electrónica e interfaz hombre-máquina (HMI), el sistema de control de procesos permite el control y la automatización de ciertas etapas del proceso de fabricación. Sin embargo, la fabricación del producto se realiza siguiendo las instrucciones definidas en el método de carga, siendo en definitiva un proceso manual controlado por el operador.

La interfaz Hombre-Máquina está conformada por una PC con un sistema SCADA en la sala de control, y dos paneles interactivos situados sobre los mezcladores M6000 y M4500.

Variables o funciones de proceso controladas por el sistema en forma semiautomática, bajo solicitud del operador:

- La adición de agua a granel se ejecuta en forma automática a través del sistema HMI, especificando el peso deseado.
- El calentamiento por inyección de vapor directa se ejecuta en forma automática, hasta alcanzar un valor de temperatura especificado por el operador, o un límite de peso por condensación.
- El calentamiento por camisa se ejecuta en forma automática, hasta alcanzar un valor especificado por el operador. La camisa de los mezcladores con interfaz HMI se encuentra dividida en varias etapas de calentamiento. La parte superior se habilita automáticamente

en función de un nivel (valor de peso) preestablecido, para evitar el calentamiento de la pared del mezclador que se encuentra sin material.

- El mantenimiento de la mezcla a una temperatura determinada, durante un tiempo determinado, se realiza en forma automática una vez especificados ambos parámetros.
- El enfriamiento por camisa se ejecuta en forma automática, hasta alcanzar un valor especificado por el operador.

Variables o funciones de proceso que se controlan a través de la interfaz HMI, sin incluir automatismo o retroalimentación:

- Velocidades de agitación

Variables de proceso que se visualizan a través de la interfaz HMI:

- Peso
- Torque de los agitadores
- Temperatura de producto
- Temperatura de camisa (superior e inferior)

El agregado de materias primas se realiza en forma manual, ya sea directamente por la boca del mezclador para las bolsas de material sólido y fraccionados, mediante bomba neumática para las emulsiones, plastificantes y otras sustancias líquidas, o con la ayuda del dispositivo para volcado de tambores.

El mezclador M6000 tiene como accesorio opcional para el envasado una llenadora automática para las presentaciones de baldes, tambores y contenedores rígidos (IBC). EL producto puede ser bombeado mediante bomba neumática de diafragma o mediante electrobomba de engranajes, para los productos de elevada viscosidad.

Equipos sin supervisión electrónica: M3000 y M2000

En estos equipos, los registros de los parámetros de proceso se realizan en forma manual. Cuentan con indicación de temperatura. El calentamiento se realiza por vapor vivo y la agitación se establece mediante caja de cambios mecánica.

En el mezclador M3000 el calentamiento y enfriamiento por camisa se encuentra fuera de uso.

El mezclador M2000 no posee camisa, dicho equipo se encuentra fuera de uso.

4.6.2. Descriptivo de proceso Formulación Hot Melt (PSA & NPSA)

Descripción general del proceso

El proceso de formulación consiste en la fusión y mezcla de materias primas, y su posterior trasvase a un Hold Tank dedicado para la línea de envasado de cada tecnología.

El sector cuenta con 4 mezcladores para la formulación, con dedicación exclusiva por tecnología de acuerdo con la siguiente tabla:

Mezclador	Tecnología	Capacidad Real	Comentarios
Ross	HM PSA	4 Tn	Con supervisión electrónica HMI
M3900	HM PSA	3 Tn	Con supervisión electrónica HMI
M2400	HM NPSA	2 Tn	Con supervisión electrónica HMI
M1200	HM NPSA	1 Tn	Sin supervisión electrónica – Fuera de uso

La carga de materias primas sólidas se realiza en forma manual, mediante el uso de mesas de carga, con control de peso por parte del PLC para cada receta. Los plastificantes son transferidos en forma automática, con control de peso por parte del PLC para cada receta.

Arquitectura del sistema

La Arquitectura del sistema para los mezcladores con supervisión electrónica es a través de un PLC, que cuenta con una interfaz hombre máquina (HMI)

El proceso se controla a través de una PC de control (denominada PC de Proceso) con un sistema SCADA basado en FactoryTalk ME ubicada en la sala de control. El operador dispone de recetas específicas por material y para cada mezclador, cargadas en el sistema de control. En cada receta se encuentra definida la secuencia de fabricación del producto, con el orden de agregado y las cantidades de materia prima expresadas en kg para cada etapa, así como los parámetros de proceso correspondientes al mezclador designado (temperatura, agitación, etc.)

Cuando el operador selecciona la receta deseada y da inicio al lote, el sistema transfiere la receta al PLC para su ejecución. Una vez iniciado, el proceso también puede visualizarse y operarse en forma alternativa a través del Panel de control ubicado en la zona de los mezcladores.

El sistema SCADA cuenta con 2 niveles de acceso: operador y administrador. Para la gestión de recetas de fabricación y otros parámetros de proceso, se debe acceder como administrador.

Por último, se detallan los indicadores de nivel de los tanques de plastificantes, que son accesibles para el operador en la PC de proceso, mediante una pantalla exclusiva para tal fin.

Secuencia de fabricación Hot Melt

A continuación, se desarrolla en detalle la estructura de la secuencia de fabricación, que siguen las etapas descritas en la figura 2.

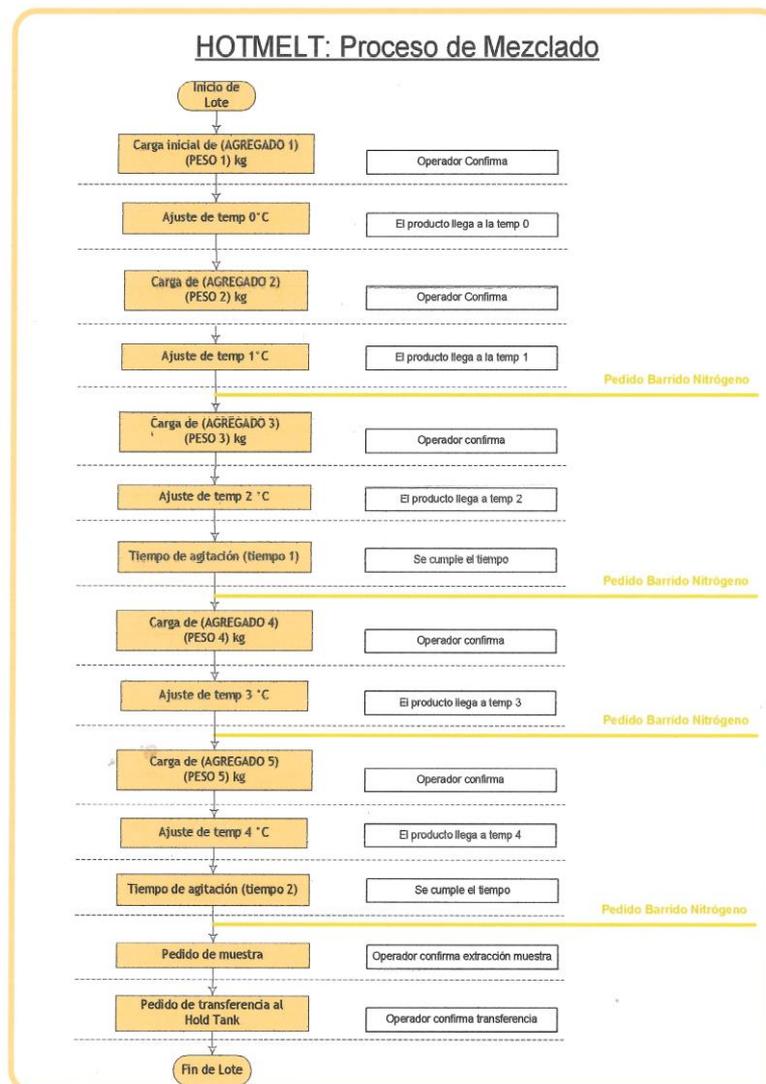


Ilustración 1 Secuencia de fabricación por etapas para los mezcladores de Hot Melt

	<h1>Anexo VI</h1>	Página 23 de 30
		04/09/2024
Informe final de PPS		UNNOBA

El proceso consiste en cinco etapas de agregados de materiales con control de peso en cada etapa (el sistema no deja avanzar hasta no alcanzar el peso solicitado), cuatro ajustes de temperatura, dos esperas por tiempo de agitación, y solicitudes de toma de muestra y transferencia al hold tank.

Para la etapa de agregado inicial, solo puede seleccionarse la adición de plastificante de los tanques A, B o C. Esta etapa se encuentra dividida en PESO 0 y PESO 1 para poder tener dos plastificantes diferentes. La carga de plastificante se realiza de forma automática hasta llegar al peso seleccionado.

Las etapas de agregados 2, 3 y 4 son para materiales sólidos que se adicionan manualmente y se controlan por peso.

La etapa de agregado 5, solo puede usarse para plastificante, al igual que la etapa inicial.

Durante las etapas de fusión de material, eventualmente puede ser necesario aplicar presión negativa (vacío) para favorecer la eliminación de burbujas del material. Al finalizar cada etapa, el sistema solicitará que se realice un barrido de nitrógeno, para eliminar la presión negativa e inertizar la atmósfera previa a la apertura de la tapa. El ciclo de nitrógeno es un ciclo predeterminado de 10 segundos, controlado por tiempo y comandado desde un pulsador independiente al sistema de control del PLC.

Control de calentamiento:

Los tres mezcladores poseen la camisa de calentamiento dividida en dos partes, para evitar el calentamiento de la parte superior cuando no poseen suficiente cantidad de producto. La habilitación del circuito superior de calentamiento se da cuando se supera el umbral de peso característico de cada mezclador.

Trasvase al Hold Tank:

Una vez terminado el lote, se solicita el trasvase al Hold Tank. Esta operación queda fuera de la secuencia del proceso de formulación y no tiene relación con el sistema de control descrito en este documento.

El trasvase se realiza por bomba, en forma manual, por el operador de descarga (Chubb o Sandvik según corresponda).

4.6.3. Descriptivo de Proceso Resinas (Polimerización)

Descripción general del proceso

El proceso de formulación consiste en la polimerización por adición en emulsión de base agua, su posterior trasvase para enfriamiento a un hold tank, y descarga como producto intermedio para almacenar en stock, o terminación directa como parte de un producto acabado en el mismo hold tank.

El sector cuenta con los siguientes equipos para el proceso de polimerización:

Mezclador	Descripción
Reactor	Reactor de 10 Tn con supervisión electrónica HMI
Premix	Tanque de Premezcla de 3,5 Tn con supervisión electrónica HMI
Tanque de monómero	Tanque de adición lenta de monómero de 7,6 Tn con supervisión electrónica HMI
Tanque de catalizador 1	Tanque de premezcla para catalizador 1, de 300 kg con supervisión electrónica HMI
Tanque de catalizador 2	Tanque de premezcla para catalizador 1, de 500 kg sin supervisión electrónica
Hold Tank 1	Tanque de enfriamiento/mezclador de 9 Tn sin supervisión electrónica
Hold Tank 2	Tanque de enfriamiento/mezclador de 12 Tn sin supervisión electrónica
Tanque almacenamiento 2EHA	Tanque de almacenamiento a granel de 23 m3
Tanque almacenamiento Acetato de Vinilo	Tanque de almacenamiento a granel de 63 m3
Tanque almacenamiento Acrilato de Butilo	Tanque de almacenamiento a granel de 26 m3
Tanque almacenamiento producto acabado TK1	Tanque de almacenamiento a granel de 30 m3
Tanque almacenamiento producto acabado TK2	Tanque de almacenamiento a granel de 30 m3
Tanque almacenamiento producto acabado TK3	Tanque de almacenamiento a granel de 30 m3
Tanque almacenamiento producto acabado TK4	Tanque de almacenamiento a granel de 30 m3
Depósito de Biocida	Tanque de almacenamiento de Biocida de 1 m3

	<h1>Anexo VI</h1>	Página 25 de 30
		04/09/2024
Informe final de PPS		UNNOBA

Proceso de polimerización en emulsión (polimerización por adición)

Consta de un proceso de reacción de 3 etapas bien definidas:

- 1) Iniciación de la reacción
- 2) Propagación y crecimiento de la cadena
- 3) Terminación de las cadenas crecientes

Etapa 1: Iniciación de la reacción

Las polimerizaciones siguen el tipo de proceso por “semilla”, donde se realiza una dispersión de monómero inicial, surfactantes, buffers, agua, catalizadores y otros aditivos en el Tanque de Monómero, y un coloide en el tanque Premix.

El coloide y parte del contenido del tanque de monómero, denominado Monómero Inicial, se transfieren al reactor formando la base para la polimerización, que se denomina “semilla”.

A la semilla, se le adiciona el llamado catalizador inicial, y se inicia entonces la reacción, controlando los parámetros establecidos hasta alcanzar el Pico Inicial de temperatura, el cual dependerá del tipo de monómero y emulsionantes que intervienen en la reacción.

Etapa 2: Propagación y crecimiento de la cadena

Una vez alcanzado el Pico Inicial, comienza la etapa de Adición Lenta o Diferida de monómero y catalizador, para mantener la velocidad de reacción durante un tiempo específico, monitoreando los parámetros de control (temperatura de polimerización, presión, temperatura de salida de gases y condensado). Esta etapa, se realiza controlando el caudal de adición para que la reacción tenga un tiempo de reacción determinado, que dependerá de cada material.

Etapa 3: Terminación de las cadenas crecientes

Luego de finalizar la etapa de Adición Diferida, se realizan los agregados para que el polímero alcance el Pico Final. Se agrega una cantidad de catalizador final, destinada a terminar la reacción alcanzando un máximo de temperatura y favoreciendo la eliminación del monómero libre sin reaccionar.

Una vez concluido el Pico Final, se comienza la transferencia del polímero al Hold Tank para enfriamiento.

	<h1>Anexo VI</h1>	Página 26 de 30
		04/09/2024
Informe final de PPS		UNNOBA

Finalmente, se realizan las adiciones de aditivos finales, generalmente ya en el Hold Tank por debajo de una temperatura determinada.

Sistema de control

La interfaz Hombre-Máquina está conformada por un PLC CompactLogix L35E, y por una PC con un sistema SCADA en la sala de control para el monitoreo del proceso en tiempo real, y el almacenamiento de datos históricos.

Descripción de las secuencias de transferencia de monómeros entre equipos

- Descarga de monómeros a los tanques de almacenamiento a granel:** la descarga de los diferentes monómeros se realiza mediante un sistema de bombas y cañerías independientes para cada tanque. El sistema posee una protección de puesta a tierra, que no permite el accionar de las bombas de descarga si la puesta a tierra no es realizada en forma correcta. Además, los tanques de almacenamiento cuentan con protección de sobrellenado (Sensor de nivel alto alto). La descarga de monómero no puede realizarse cuando el proceso se encuentra en etapa de reacción. Existe una llave selectora que habilita/deshabilita los comandos de la bomba en la zona de descarga.

Las bombas de transferencias de monómeros son únicas para cada tanque/material. Sin embargo, para un monómero determinado, se utiliza la misma bomba tanto para la carga (desde el camión al tanque) como para la descarga a proceso (del tanque a granel hacia el proceso). La selección se realiza mediante válvulas de 3 vías de accionamiento manual, que permiten el direccionamiento del fluido en una u otra dirección.
- Carga de monómero desde los tanques de almacenamiento al Tanque de Adición Lenta (Tanque de monómero):** la carga de materia prima al proceso se realiza mediante un lazo de control de peso que acciona y monitorea las válvulas y bombas correspondientes durante toda la transferencia.

Existen dos alternativas para la carga de monómeros desde los tanques a granel: hacia el tanque de adición lenta, o directamente al reactor. Sin embargo, la alternativa utilizada en la práctica consiste en descargar únicamente desde los graneles al tanque de monómero.
- Transferencia desde el tanque de adición lenta (tanque de monómero) al reactor:** Esta transferencia se ejecuta mediante lazo de control de caudal y peso, verificando en tiempo real que los parámetros de transferencia sean los correctos, y deteniendo el proceso mediante alarma en caso de detectar alguna discrepancia durante la transferencia.

 UNNOBA <small>UNIVERSIDAD NACIONAL NOROESTE BUENOS AIRES</small>	<h1>Anexo VI</h1>	Página 27 de 30
		04/09/2024
Informe final de PPS		UNNOBA

Descripción de los equipos del sector:

- **Tanque de monómero:** posee una agitación fija (palas) de aproximadamente 90 RPM. El peso se controla mediante celdas de carga, con indicación local y en la interfaz de control. La carga de agua (de pozo y desmineralizada) se realiza en forma manual. Posee una entrada para agregado de aditivos con dos ramificaciones, por un lado, existe un tanque con forma de embudo para los aditivos de pequeña cantidad, y por el otro, una conexión de entrada de manguera para acoplar una bomba neumática.
- **Tanque de Premix:** Posee agitación fija de alrededor de 30 RPM. El peso se controla mediante celdas de carga, con indicación local y en la interfaz de control. La carga de agua (común y desmineralizada) se realiza en forma manual. Las adiciones se realizan mediante la boca de carga. Posee dos salidas, direccionables mediante válvulas manuales: una hacia el Reactor, y una hacia los Hold Tank. El calentamiento se realiza mediante vapor directo únicamente.
- **Hold Tank 1:** Tanque de 9 toneladas para enfriamiento y terminación de productos. Posee agitación fija y un indicador local de temperatura.
- **Hold Tank 2:** Tanque de 12 toneladas para enfriamiento y terminación de productos. Posee agitación fija y un indicador local de temperatura. Posee un depósito graduado para agua de ajuste, controlado mediante válvulas manuales.
- **Catalizador A:** Posee adición mediante bomba con caudal regulable automáticamente mediante lazo de control de peso.
- **Catalizador B:** Posee una velocidad de adición fija. No posee control de peso.
- **Reactor:** mediante el SCADA es posible controlar la agitación variable, la entrada de nitrógeno para barrido de atmósfera, la válvula de venteo para alivio de presión, las temperaturas de camisa y producto, y el abastecimiento de monómeros directo desde los graneles (fuera de uso).
Para el control de temperatura posee un calentador de flujo constante (Pick Heater), donde el vapor se mezcla con el agua de la camisa, dos sensores de temperatura de producto, sensor de temperatura de camisa y de entrada y retorno del agua de enfriamiento de camisa. No cuenta con entrada de vapor directo.
Para el enfriado y condensado de gases de monómero, se encuentra instalada una columna de evaporación de gases seguida de un condensador de vapores, monitoreados ambos por PLC con sensores de temperatura para entrada de gases, entrada y salida de agua de refrigeración, y temperatura de retorno de condensado (Reflujo).
- **Sistema de adición de biocida:** existe un sistema cerrado de adición de biocida, compuesto por un contenedor metálico de 1 tn, conectado a una bomba que transfiere el

	<h1>Anexo VI</h1>	Página 28 de 30
		04/09/2024
Informe final de PPS		UNNOBA

material a dos contenedores graduados dispuestos sobre cada Hold Tank, los cuales transfieren finalmente el biocida al producto por gravedad. El sistema es manual, sin embargo, posee protecciones de nivel alto y sensor de posición para la válvula de descarga. Al tratarse de un sistema cerrado, el operador no entra en contacto con el material.

- **Tanques de almacenamiento de producto acabado (TK 1 a 4):** son tanques de fibra de vidrio de 30 m³, con bombas de descarga neumáticas.

Envasado:

La descarga de producto en sus diferentes presentaciones (IBC, contenedor de cartón, tambor) se realiza a en forma manual, mediante el uso de bombas neumáticas sobre balanza con indicación de peso local.

Utilidades:

El sector cuenta con alimentación de vapor, agua desmineralizada, nitrógeno y refrigeración mediante agua la cual circula por torres de enfriamiento.

4.7. Filosofía de sistemas de alivio de sobrepresión

Como último documento de ingeniería se encuentra la filosofía de sistemas de alivio de sobrepresión, que consistió en un relevamiento de todos los equipos existentes en la planta que se encuentran sometidos a altas presiones, como así también todos los sistemas de alivio de presión de seguridad. Sobre estos equipos/dispositivos se recopilaron los datos de construcción, dimensiones y mantenimientos efectuados-programados, como también las normas a las cuales deben responder.

CODIFICACION	Tipo de Equipamiento	Tipo	Presión de alivio	Dimensión	Test	Reglamentación/Norma
MIXM2-A002-PSE-002	Disco de ruptura tanque de monómero WABV- MIXM2-A002	Grafito	2,5 kg/cm ²	12"	Inspección visual	Process Engineering ToolBox (Henkel)
MIXM2-A002-RV-002	Válvula de alivio presión/vacío con arresta llamas WABV- MIXM2-A002	Acero al carbono	22 MCA	3"	Calibración periódica	Resolución 1126/07; ASME VIII div. 2
MIXM2-A001-PSE-001	Disco de ruptura reactor WABV-REAR1-R001	Grafito	2,5 kg/cm ²	16"	Inspección visual	Process Engineering ToolBox (Henkel)
WABV-UTI02-C001-Y1	Válvula de seguridad Compresor N. °2 WABV-UTI02-C001-V1	Resorte	7 kg/cm ²	19,05mm	Calibración periódica	Resolución 1126/07; ASME VIII div. 2
WABV-UTI02-C002-Y1	Válvula de seguridad Compresor N. °1 WABV-UTI02-C002-V1	Resorte	7,4 kg/cm ²	19,05mm	Calibración periódica	Resolución 1126/07; ASME VIII div. 2
WABV-MST03-V003-PVV-03	Válvula de alivio presión/vacío con arresta llamas Tanque Vinilo WABV-MST03-V003	Acero al carbono	40 MCA	3"	Calibración periódica	Resolución 1126/07; ASME VIII div. 2
WABV-MST03-V003	Ventoe a contrapeso Tanque Vinilo WABV-MST03-V003	Acero al carbono	8 kg/cm ²	12"	Inspección visual	Process Engineering ToolBox (Henkel)
WABV-MST03-V001-PVV-01	Válvula de alivio presión/vacío con arresta llamas Tanque Butilo WABV-MST03-V001	Acero al carbono	40 MCA	3"	Calibración periódica	Resolución 1126/07; ASME VIII div. 2
WABV-MST03-V001	Ventoe a contrapeso Tanque Butilo WABV-MST03-V001	Acero al carbono	8 kg/cm ²	12"	Inspección visual	Process Engineering ToolBox (Henkel)
WABV-UTI01-B003-Y1	Válvula de seguridad, caldera de vapor WABV-UTI01-B003	Resorte	11,5 kg/cm ²	38,1mm	Calibración periódica	Resolución 1126/07; ASME VIII div. 2

 UNNOBA UNIVERSIDAD NACIONAL NOROESTE BUENOS AIRES	Anexo VI	Página 30 de 30
		04/09/2024
Informe final de PPS		UNNOBA

Conclusiones

En primer lugar, respecto a lo realizado en la Practica Profesionalizante, y más precisamente en el informe que describe estas, se puede concluir que se lograron desarrollar y completar todos los documentos de ingeniería solicitados por ingeniería regional de Henkel LAS, mediante el apoyo de diferentes sectores de la planta productiva, desde operadores, supervisores hasta ingenieros de proceso regionales, de esta forma se logró crear una muy buena base de información de toda la planta, que quedará en la misma durante el paso del tiempo, sin que dependa de que una única persona contenga ese conocimiento.

Además, gracias al desarrollo de dichos documentos, logré comprender por completo el funcionamiento de la planta productiva de Henkel Chivilcoy, ya sea sus etapas, áreas y tecnologías, como también los riesgos asociados que conlleva cada una de estas.

Finalmente, como conclusión general de cierre de carrera, solo queda mirar años atrás y apreciar conocimiento y experiencia que adquirí durante todos los años de cursada y estudio en la UNNOBA, lo cual siento que me formó tanto como profesional y como persona por lo cual me siento muy orgulloso de lograr concluir esta etapa de la mejor manera.

Agradecimientos

Como agradecimiento, en primer lugar, agradecer a la UNNOBA, a todos sus trabajadores, desde administración, limpieza, profesores y principalmente a todos mis compañeros que conocí durante mis años de cursada y que me llevo grandes recuerdos de ellos como también amistades para toda la vida.

Agradecer a Marcelo Goldar, quien fue mi tutor en este proceso de creación del informe, quien con el aporte de su experiencia y conocimientos me ayudo a crear el informe de la mejor manera.

Agradecer a Henkel S.A. por permitirme llevar a cabo la acreditación de mi practica profesionalizante y principalmente a los integrantes de Henkel Chivilcoy que desde el primer día me trataron de la mejor manera y me dieron todo su apoyo en lo que necesité, y que sin su ayuda y conocimientos no hubiera sido posible desarrollar este informe.

Por último, agradecer a mi familia y amigos, por el apoyo constante durante toda mi carrera universitaria como también en cualquier objetivo que me proponga o deba afrontar.