

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA



NOMBRE DEL TRABAJO:

**“IMPLEMENTACIÓN DEL MÉTODO DE NEUTRALIZACIÓN IN SITU EN
LA PREPARACIÓN DEL LODO DETERGENTE”**

REALIZADO POR:

ALVARADO SANTILLÁN, CÉSAR ANTONIO

TITULACIÓN POR ACTUALIZACIÓN DE CONOCIMIENTOS

LIMA, 13 DE MAYO DEL 2002

RESUMEN

Colgate Palmolive Perú S.A., con el objetivo de convertir sus instalaciones en un lugar seguro, respetuoso del medio ambiente, moderno y de mayor rentabilidad, promueve la formación de equipos de trabajo para la realización de proyectos orientados al ahorro y la mejora. Como consecuencia, entre los años 1997 y 1998 se desarrolló y ejecutó el Proyecto de Implementación del método de neutralización “in situ” para la preparación del lodo detergente o slurry.

El presente informe empieza con la presentación de las materias primas usadas en la fabricación de los detergentes en polvo, haciendo mención de sus usos y aplicaciones.

Luego, con la ayuda de diagramas, se facilitará la comprensión del proceso tradicional y del nuevo proceso de preparación de lodo detergente.

Finalmente, gracias al carácter innovador del proyecto, se logró una simplificación sustancial de las operaciones, la que a su vez requirió del uso de nuevos equipos y de ajustes en los procedimientos de fabricación, que se mostrarán en el presente informe.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN

II. DESARROLLO DE LOS CONCEPTOS Y TÉCNICAS

A. MATERIAS PRIMAS

1. Oleum al 25%
2. Dodecilbenceno Lineal
3. Soda Cáustica 50%
4. Mejoradores
5. Inhibidores de corrosión
6. Enzimas
7. Otros ingredientes

B. PROCESO ORIGINAL DE FABRICACIÓN DEL LODO DETERGENTE

1. Flujograma Original de la Fabricación de Detergentes
2. Preparación del Ácido Sulfónico de Alto Sulfato
3. La química de la Sulfonación
 - 3.1 Formación del Anhídrido Sulfónico
 - 3.2 Formación de Sulfones
4. Preparación de Pasta Neutralizada de Alto Sulfato
5. Procedimiento Original de Preparación del Lodo Detergente

III. DESARROLLO DEL TEMA

A. IMPLEMENTACIÓN DEL NUEVO PROCESO DE PREPARACIÓN DEL LODO DETERGENTE

1. Nuevo Flujograma de la Fabricación de Detergentes

2. Nuevo Procedimiento de Preparación del Lodo Detergente
3. Liquidación de Activos

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

V. BIBLIOGRAFÍA

VI. APÉNDICES

APÉNDICE 1 Hoja de datos de Seguridad del Oleum 25%

APÉNDICE 2 Especificaciones técnicas y propiedades de las materias
primas

APÉNDICE 3 Medidores Elite[®] de Micro Motion[®]

APÉNDICE 4 Especificaciones técnicas del PLC Unitronics

VII. ABREVIATURAS

I. INTRODUCCIÓN

Para lograr un mejor entendimiento del presente informe, el proceso de fabricación de detergentes en polvo seguido por Colgate Palmolive Perú S.A. puede dividirse en tres etapas: primero, la Sulfonación y Neutralización; segundo, la Preparación del Lodo y el Secado; tercero, la Posdosificación y Mezclado. El tema del informe abarcará las dos primeras etapas.

La reacción de Sulfonación se realiza entre el Oleum 25% y el Dodecil Benceno Lineal. Este último era importado de EUA en cantidades de hasta 500 Toneladas. Todo el Oleum 25% era adquirido localmente a INDUS, quienes a su vez se encargaban de reprocesar el Ácido Gastado que Colgate producía como subproducto de la línea de crema lavavajillas.

El problema se presentó, cuando INDUS dejó de recibir nuestro Ácido Gastado y este empezaba a acumularse en el tanque de almacenamiento.

Bajo este panorama, el grupo San Miguel Industrial, que había comprado a Rayón y Celanese (antiguo proveedor de Oleum 25%), estaba finalizando la construcción de una moderna planta para la fabricación de Ácido Sulfónico de Bajo Sulfato.

Colgate vio esta situación como una oportunidad y ahora el problema era ¿Cómo usar el Ácido Sulfónico de Bajo Sulfato, ya preparado, de la mejor manera posible?.

Para esto, se planificó un proyecto de Benchmarking basado en la experiencia que no había dado resultados satisfactorios en Colgate Palmolive de República Dominicana. Ahora, con la información de dicha experiencia, Colgate Palmolive Perú se embarcaría en un nuevo proyecto

titulado “Implementación del Método de Neutralización in situ para la Preparación del Lodo Detergente “.

Los resultados obtenidos, fueron satisfactorios por primera vez y sirvieron de modelo para las plantas de Colgate Palmolive con tecnología similar.

Con la ejecución del proyecto se logró simplificar las operaciones en la planta; esto es, se dejaba de producir internamente el Ácido Sulfónico de Alto Sulfato, para adquirirla de la empresa San Miguel Industrial.

Ahora, la neutralización del Ácido Sulfónico de Bajo Sulfato sería llevada a cabo en el Turbo Dispenser, durante la preparación del Lodo Detergente. Esto conllevó a que se tuvieron que modificar los procedimientos originales, automatizar el proceso e instalar equipos de alta tecnología.

La ejecución del proyecto resultó de gran importancia en el aspecto de seguridad, debido a que se desactivó la planta de preparación de Ácido Sulfónico, cuya operación implicaba la manipulación del Oleum. Otro de los motivos por la que la ejecución del proyecto resultó de gran importancia es que ahora se lograría una mayor confiabilidad en la uniformidad de los contenidos de Ingrediente Activo de cada lote de lodo detergente preparada en el turbo.

II. DESARROLLO DE LOS CONCEPTOS Y TÉCNICAS

A. MATERIAS PRIMAS

1. Oleum 25%

El Oleum 25% es una solución de SO_3 libre en Acido Sulfúrico al 100% dando un equivalente de 105,6% de H_2SO_4 . Las principales dificultades en el manipuleo del oleum son:

- Su tendencia a humear, emitiendo humos blancos de SO_3 fuera de toda proporción al tamaño de la fuente líquida.
- Su efecto corrosivo sobre muchos materiales de construcción.
- Su violenta, casi explosiva reacción con el agua, con evolución de mucho calor.

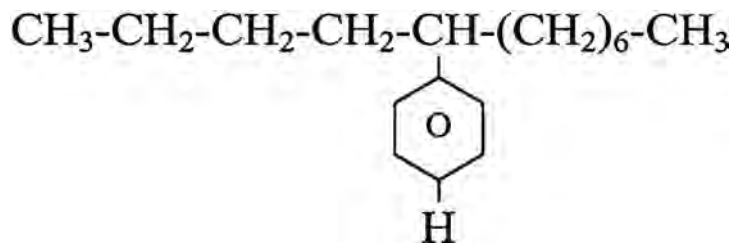
En Colgate, los tanques de almacenamiento y de dosificación para el Oleum 25% están hechos de acero al carbono y además cuentan con líneas de outlet, para emisión de gases tóxicos, lo suficientemente altas para disipar su efecto. Las bombas, tuberías, válvulas y demás accesorios están hechos de Acero Inoxidable. Para mayor información sobre el Oleum 25%, consultar el Apéndice 1.

2. Dodecilbenceno Lineal

El Dodecilbenceno Lineal (LAB) es el compuesto orgánico más comúnmente encontrado en la industria de detergentes y consiste de un núcleo de Benceno y una cadena de radical alquilo. La cadena alquílica muestra una distribución de longitudes dependientes del corte del material inicial, mientras que el punto

de unión para el anillo bencénico es gobernado por un extenso proceso de manufactura. El LAB es el más biodegradable y es biológicamente llamado “suave”.

A continuación se muestra la fórmula química del LAB.



3. Soda Cáustica 50%

La Soda Cáustica es usado en la fabricación de detergente como agente de neutralización del Ácido Sulfónico; la Soda cáustica está comercialmente disponible como una solución al 50%.

4. Mejoradores

La principal función de los “mejoradores” es remover los iones de Calcio y Magnesio.

El Tripolifosfato de Sodio (STPP) ha sido por casi 30 años el principal mejorador de detergentes. Su superioridad sobre otros mejoradores en este rol se produce por 3 hechos principales:

- Es un muy efectivo ablandador de agua.
- Ayuda a controlar la alcalinidad del líquido de lavado y estabiliza la dispersión de sólidos removidos durante el lavado, por tanto reduce su redeposición.

- Es capaz de formar cristales de Tripolifosfato hexa-hidratado muy estables que mejoran los aspectos de calidad de los polvos detergentes, en particular, las relacionadas a las propiedades físicas tales como flujo, apariencia y tendencia a la compactación.

5. Inhibidores de corrosión

Los Silicatos inhiben eficientemente la corrosión del acero inoxidable y del aluminio por los detergentes sintéticos.

Los Silicatos cuentan además con las siguientes propiedades:

- Mejoran la dureza de los granos y propiedades de almacenamiento de los polvos detergentes salientes del secado por aspersión.
- Ablandan el agua mediante la formación de precipitados, los que pueden ser fácilmente removidos en el agua y no tienden a depositarse sobre las fibras de las prendas que estén siendo lavadas.
- Capacidad para suspender sólidos en solución y de prevenir su redeposición sobre las prendas.
- Buena acción tampón, esto es, en presencia de materiales ácidos su alcalinidad se mantiene casi hasta que ellos han sido consumidos.

El Silicato está disponible comercialmente como un líquido viscoso, de razón Na_2O a SiO_2 especificada. Colgate usa un Silicato de razón Na_2O a SiO_2 de 1 a 2.

6. Enzimas

Las enzimas sustancias nitrogenadas complejas, tipo proteínáceas, que catalizan varias reacciones de naturaleza bioquímica. Hay tres tipos de enzimas que podrían ser usadas en detergentes:

- Las proteasas, que colapsan las proteínas convirtiéndolas en aminoácidos o compuestos intermedios.
- Las amilasas, que solubilizan los almidones contenidos en muchos productos alimenticios.
- Las lipasas, que atacan las manchas procedentes del sebo humano, de ciertos cosméticos y de varios productos alimenticios como grasas y aceites para freír, mantequilla y salsas.

Las enzimas usadas por Colgate son:

- Savinase/BAN, combinan tanto la actividad proteolítica como la amilolítica. Son co-granulados de la proteasa Savinase y la amilasa BAN.
- Lipolase, es una lipasa.
- Celluzyme, es una celulasa detergiva multifuncional que incorpora propiedades simultáneas de suavidad, intensificación del color y eliminación de suciedad.

Las enzimas requieren de un tiempo de activación y únicamente operan a temperaturas por debajo de los 55°C, a temperaturas más altas son destruidas.

Debido a que el extracto de enzimas es muy polvoriento, este viene encapsulado por dos razones: primero, para evitar que la actividad

de la enzima se deteriore rápidamente por interacción con otros componentes y segundo, para proteger a las personas de una alergia respiratoria e irritación de la piel.

7. Otros ingredientes

Carbonato de Sodio

El Carbonato de Sodio (Na_2CO_3) es usado como un mejorador alcalino (provocada por precipitación de iones de Calcio y Magnesio, formando sus respectivos carbonatos) en detergentes en polvo y como un agente de neutralización para Ácidos Sulfónicos.

Sulfato de Sodio

El Sulfato de Sodio (Na_2SO_4) es usado en la fabricación de detergentes en polvo como un diluyente, pero su uso excesivo puede afectar la fuerza iónica del sistema coloidal.

Comercialmente, el Sulfato de Sodio está disponible en la forma anhidra o en la deca-hidratada; la forma anhidra es usada en la manufactura de detergente en polvo.

Blanqueador Óptico

Es un blanqueador de tejidos vía solución de lavado o puede actuar directamente como un producto blanqueador. El blanqueador óptico puede ser dosificado como sólido final, o como un pre-lodo en una solución electrolítica, tal como el Silicato de Sodio.

Carboximetilcelulosa de Sodio

La Carboximetilcelulosa de Sodio (CMC) es un polímero aniónico soluble en agua. Este éter celulósico, incorporado dentro del detergente en polvo actúa como un agente de anti-redeposición de aceites, grasas y suciedades sobre las fibras sintéticas. El CMC es un material fibroso, algo como una lana de algodón crudo en textura. Además, regula las propiedades de flujo, actúa como agente de control reológico y ligante.

Alcosperse 412

El Alcosperse 412 es un poliacrilato de sodio terpolímero, con peso bajo y soluble en agua. Puede dispersar o prevenir la deposición de una gran variedad de sólidos cristalinos orgánicos y remover o secuestrar calcio y magnesio mediante la formación de complejos solubles en el agua.

También puede emplearse como dispersante y antifloculante, dándole buena estabilidad a las dispersiones en el almacenamiento.

Perfume

La cantidad deseada de perfume puede ser dosificada por atomización en una cámara ubicada a la salida de la torre de secado. La elección del perfume para detergentes en polvo es importante.

Para mayor información sobre las especificaciones técnicas y propiedades más importantes de las materias, consultar el Apéndice 2.

B. PROCESO ORIGINAL DE FABRICACIÓN DEL LODO DETERGENTE

1. Flujograma Original de la fabricación de Detergentes

En la Figura 2.1 se muestra el flujograma original del proceso de fabricación de detergentes (antes de ejecución del proyecto).

2. Preparación del Acido Sulfónico de Alto Sulfato

El Ácido Sulfónico de Alto Sulfato (AS) se obtiene mediante la reacción de sulfonación del Oleum 25% y el LAB. Esta reacción es exotérmica y se lleva a cabo en un reactor de tipo batch, con pared interior vidriada, provista de un agitador y de una bomba centrífuga de alta capacidad para la recirculación de la mezcla reactante a través de un intercambiador de calor de carcasa y tubos, enfriada por agua, como se puede ver en la Figura 2.2.

Previo al inicio de la sulfonación, 612 kilogramos de Oleum 25% y 720 kilogramos de LAB son cargados por gravedad y mediante bomba, respectivamente, a sus tanques de dosificación correspondiente.

Luego, se descarga el LAB al Reactor de Sulfonación y se enciende la bomba centrífuga para iniciar la recirculación a través del intercambiador de calor. Inmediatamente se inicia la inyección del Oleum 25% en punto muy cercano a la succión de la bomba centrífuga, para asegurar una buena mezcla.

La temperatura de la mezcla de reacción es controlada en 40,6 °C (105 °F) mediante regulación manual de la inyección de Oleum

25%. Esta etapa del proceso dura aproximadamente 60 minutos, tiempo necesario para terminar de dosificar los 612 kilogramos de Oleum 25%, esto es para alcanzar una razón de Oleum 25% / LAB = 0,85.

Una vez terminada la inyección del Oleum 25%, se cierra el ingreso de agua de enfriamiento al intercambiador, preparándose para dar inicio a la etapa de “**digestión o envejecimiento**”. Esta etapa consiste en: encendido previo del agitador; calentamiento, con vapor vivo, de la mezcla reactante hasta alcanzar una temperatura constante de 48,9 °C (120°F) por un periodo de 60 minutos. Cumplido este tiempo se enfría el Ácido Sulfónico AS y se bombea al tanque de almacenamiento o decantador.

La composición típica del Ácido Sulfónico AS, resultante de la etapa de la Sulfonación, es: 65-66% de Ácido Sulfónico, 31-32% de Ácido Sulfúrico y cerca de 1% de agua y hasta 1% de Aceite Libre.

El Ácido Sulfónico AS es de naturaleza inestable, debido a que con el paso de las horas, el Ácido Gastado forma una fase de alta densidad (1,8 gr/mL) en el fondo. Por este motivo, si se va a producir Pasta Neutralizada AS para la fabricación de Detergentes, se recomienda neutralizar inmediatamente la Ácido Sulfónica AS antes de se produzca dicha separación.

FIGURA 2.1 FLUJograma ORIGINAL DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE DETERGENTES

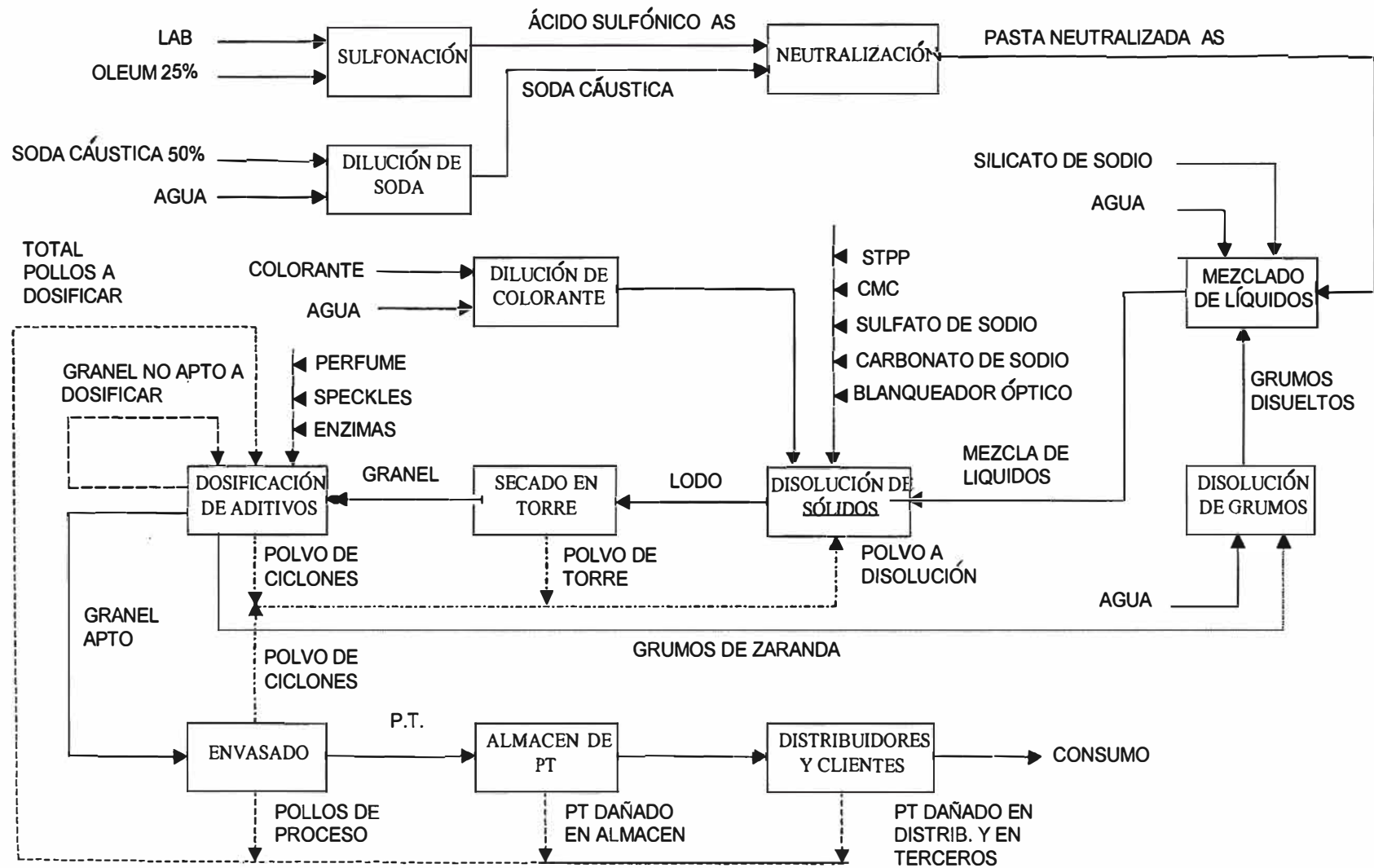
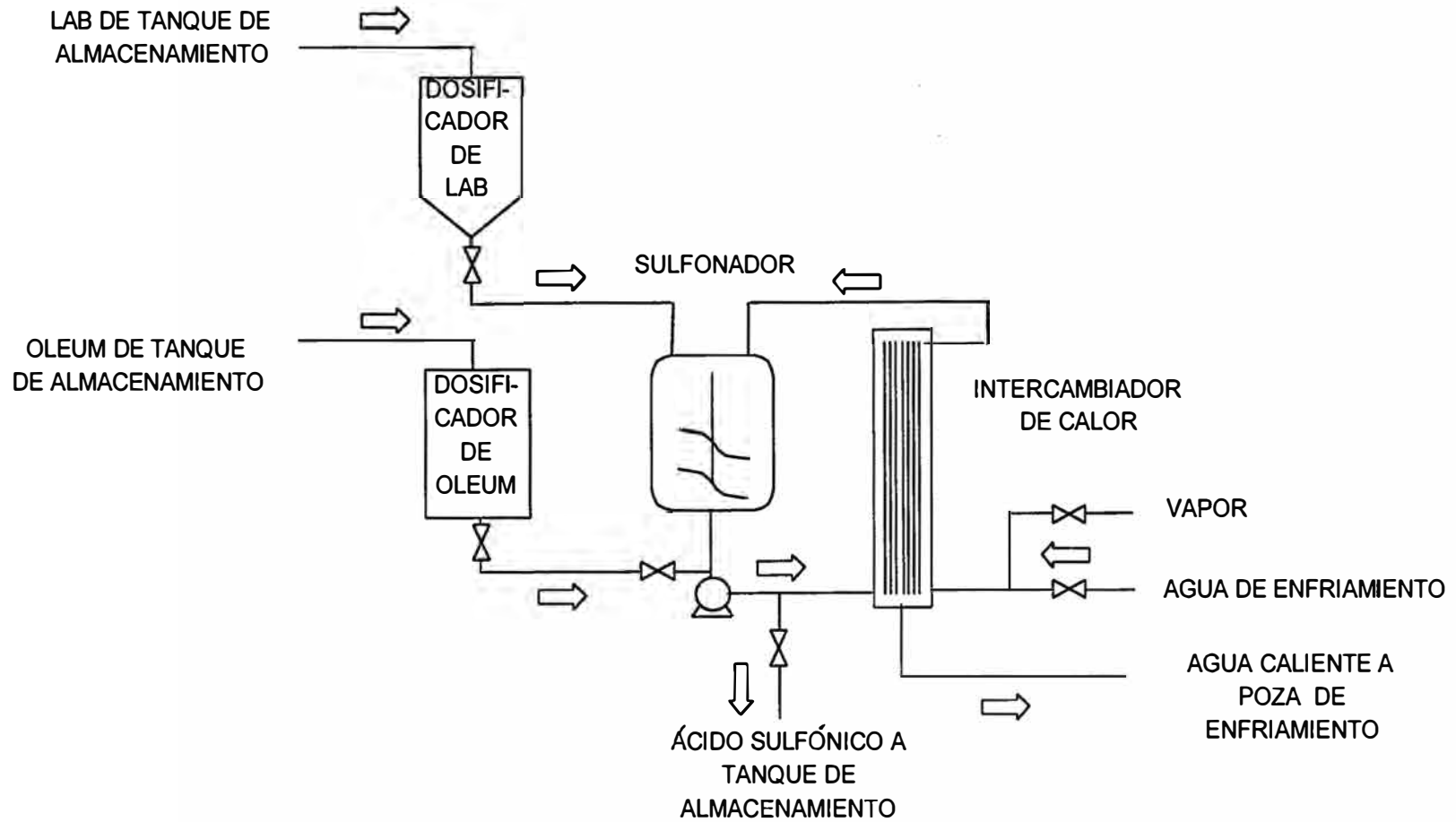


FIGURA 2.2 SISTEMA DE SULFONACIÓN



Una representación gráfica de la Curva Característica de la Sulfonación se puede apreciar en la Figura 2.3.

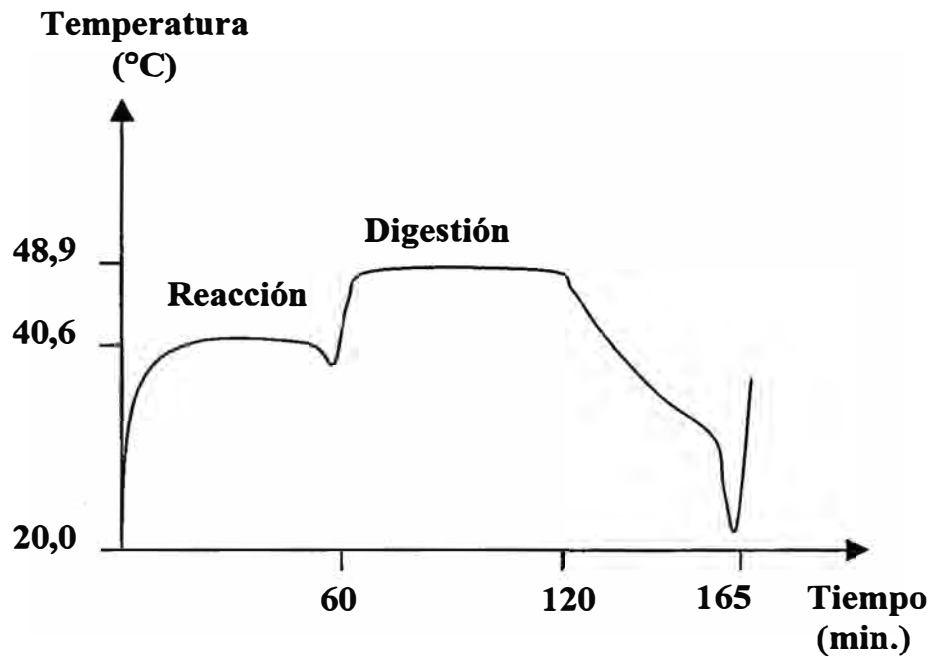
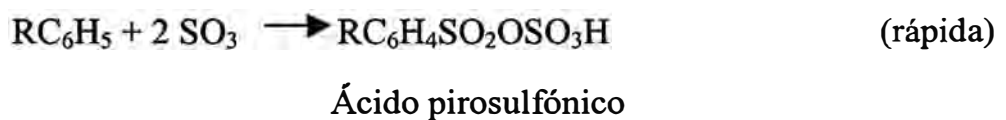


FIGURA 2.3 CURVA CARACTERÍSTICA DE LA SULFONACIÓN

3. La química de la Sulfonación.

Durante la proceso de sulfonación se producen las siguientes reacciones principales:



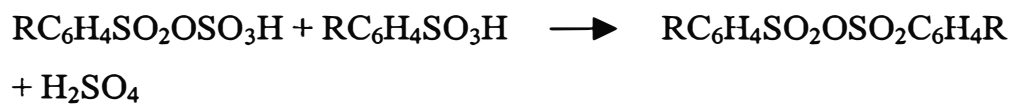


La reacción es altamente exotérmica, con un ΔH de -170 KJ/gmol.

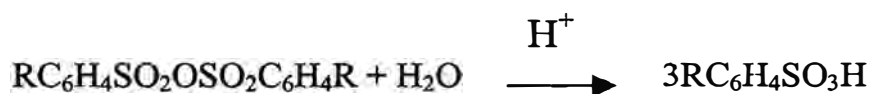
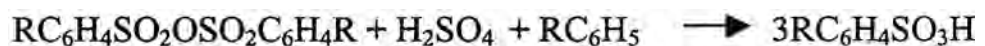
En el proceso, adicionalmente se producen dos reacciones secundarias principales: la formación del Anhídrido Sulfónico y la formación de los Sulfones.

3.1 Formación del Anhídrido Sulfónico

El Ácido Piro sulfónico reacciona con el Ácido Sulfónico para formar el Anhídrido Sulfónico, cuya reacción se muestra a continuación:



El Anhídrido formado puede ser transformado en el producto deseado (Ácido Dodecibenceno Sulfónico), en presencia de exceso de LAB (digestión o envejecimiento) y notablemente en presencia de agua (estabilización por hidrólisis). Las reacciones respectivas se muestran a continuación:



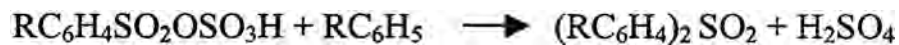
Es importante mencionar que la formación del Anhídrido Sulfónico es promovida por:

- Un alto exceso del SO_3 .

- Una adición rápida de SO₃.
- El tipo de Alquilato (Alquilatos lineales).

3.2 Formación de Sulfones

Los Sulfones son componentes del aceite libre, en niveles de aproximadamente 25 a 33%, que no pueden ser eliminados por envejecimiento o cualquier otro paso. La reacción de formación de los sulfones se muestra a continuación:



La formación de Sulfones es promovida por las altas temperaturas, debido a que su reacción de formación tiene una más alta energía de activación que la reacción de Sulfonación principal.

4. Preparación de Pasta Neutralizada de Alto Sulfato

La Pasta Neutralizada AS, usada para la fabricación del detergente en polvo, es el producto resultante de la reacción de neutralización de la Ácido Sulfónico AS con Soda Cáustica al 21,5%. Esta reacción se lleva a cabo en un Tanque Neutralizador de acero inoxidable, provista de un serpentín de enfriamiento, un agitador y una bomba de desplazamiento positivo para la recirculación.

Previamente, se descarga 2 070 kilogramos de Soda Cáustica al 21,5% en el Tanque Neutralizador. Seguidamente, el Ácido Sulfónica AS es dosificado sobre la solución de Soda Cáustica al 21,5% que se encuentra en recirculación y agitación. El calor generado por la reacción es removido por el serpentín de enfriamiento, de tal manera que la temperatura de la mezcla de

reacción se mantenga entre 76,7 °C (170 °F) y 82,2 °C (180 °F). Esta temperatura es controlada regulando manualmente la inyección de Acido Sulfónica AS, la que es adicionada en cantidad suficiente para alcanzar un pH de 10,5 (aproximadamente 1 330 kilogramos).

La composición de la Pasta Neutralizada AS usada para la fabricación de detergentes, contiene 30% de Ingrediente Activo (Dodecibenceno Sulfonato de Sodio), 16% de Sulfato de Sodio, 53% de Agua y menos del 1% de Aceite Libre.

Es importante resaltar que la pasta neutralizada muestra una tendencia a separarse en 2 fases, motivo por el cual debe mantenerse en agitación y recirculación para garantizar una constante composición del Ingrediente Activo en el producto final.

Finalmente, cabe mencionar que la operatividad de la planta de Sulfonación y Neutralización esta a cargo de un solo operario altamente capacitado. La empresa cuenta con 3 operarios especializados, uno por cada turno.

5. Procedimiento Original de Preparación del Lodo Detergente

- En forma secuencial, la Pasta Neutralizada de AS, el Silicato de Sodio y el Agua son bombeadas y pesadas en la balanza de líquidos según formulación.
- La mezcla líquida es descargada y agitada en el Turbo Disperser. De ser necesario, se adicionará colorante en este equipo.
- Los sólidos son adicionados manualmente al medio líquido para su disolución, siguiendo el orden siguiente:

Blanqueador Óptico

Carbonato de Sodio

Sulfato de Sodio

STPP

CMC

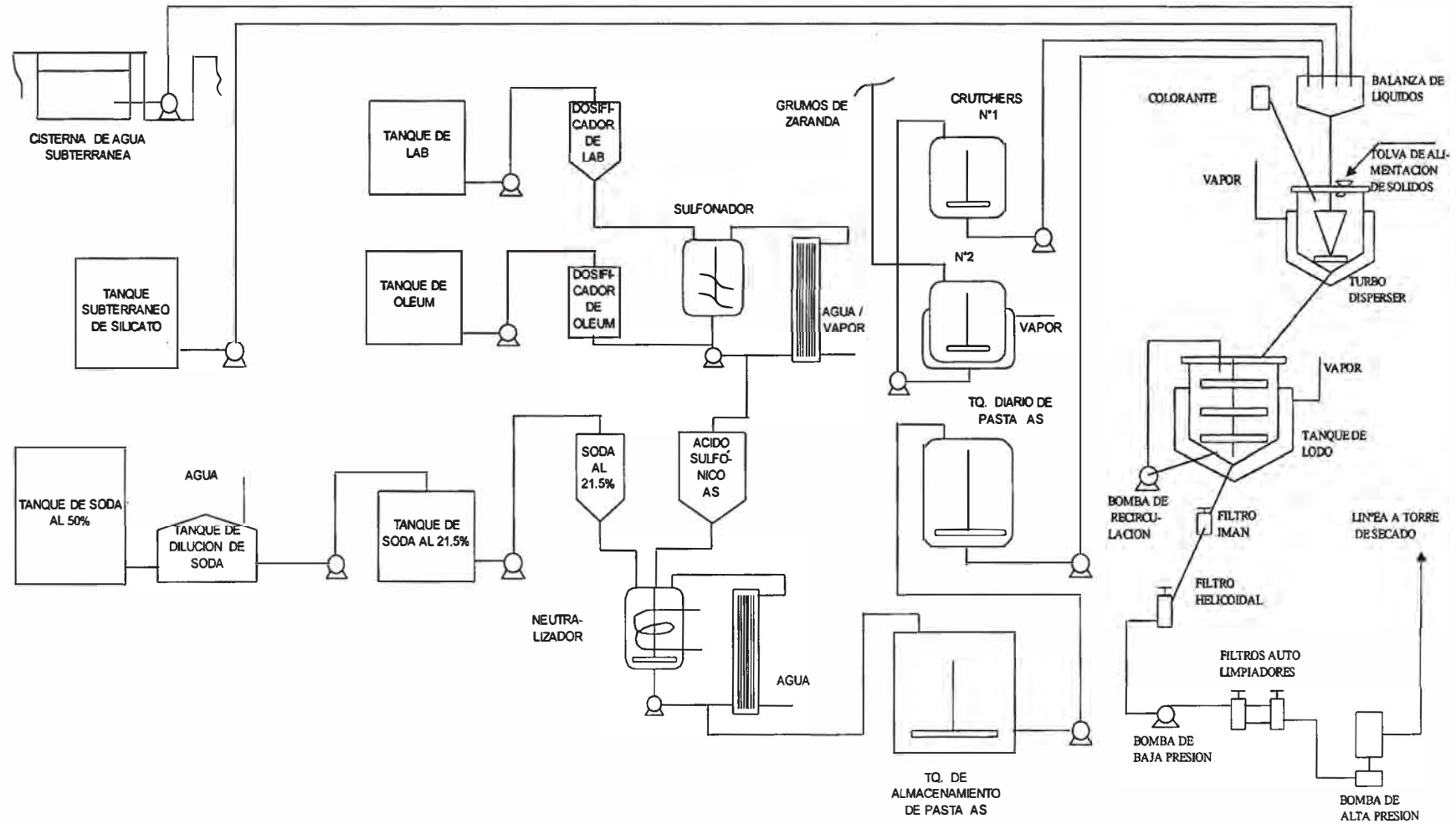
Polvo de Ciclones.

- Verificada la producción de un lodo homogéneo, libre de grumos y partículas, se procede a descargarla en el tanque de lodo para su posterior secado en la torre.

Para la aplicación del procedimiento original no se cuenta con ningún sistema de control automático. La ejecución de la secuencia de accionamiento de equipos y accesorios durante la preparación del lodo se lleva a cabo manualmente desde un tablero que centraliza los mandos ON / OFF.

El Diagrama de Flujo del Proceso Original de Fabricación del Lodo Detergente se puede apreciar en la Figura 2.4.

FIGURA 2.4 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO ORIGINAL DE FABRICACIÓN DEL LODO DETERGENTE



III. DESARROLLO DEL TEMA

A. IMPLEMENTACIÓN DEL NUEVO PROCESO DE PREPARACIÓN DEL LODO DETERGENTE

1. Nuevo Flujograma de la Fabricación de Detergentes.

Con la implementación del nuevo proceso, el flujograma de la fabricación de Detergente se ha visto simplificada; el Ácido Sulfónico AS, producto intermedio, deja de usarse para la fabricación de detergentes.

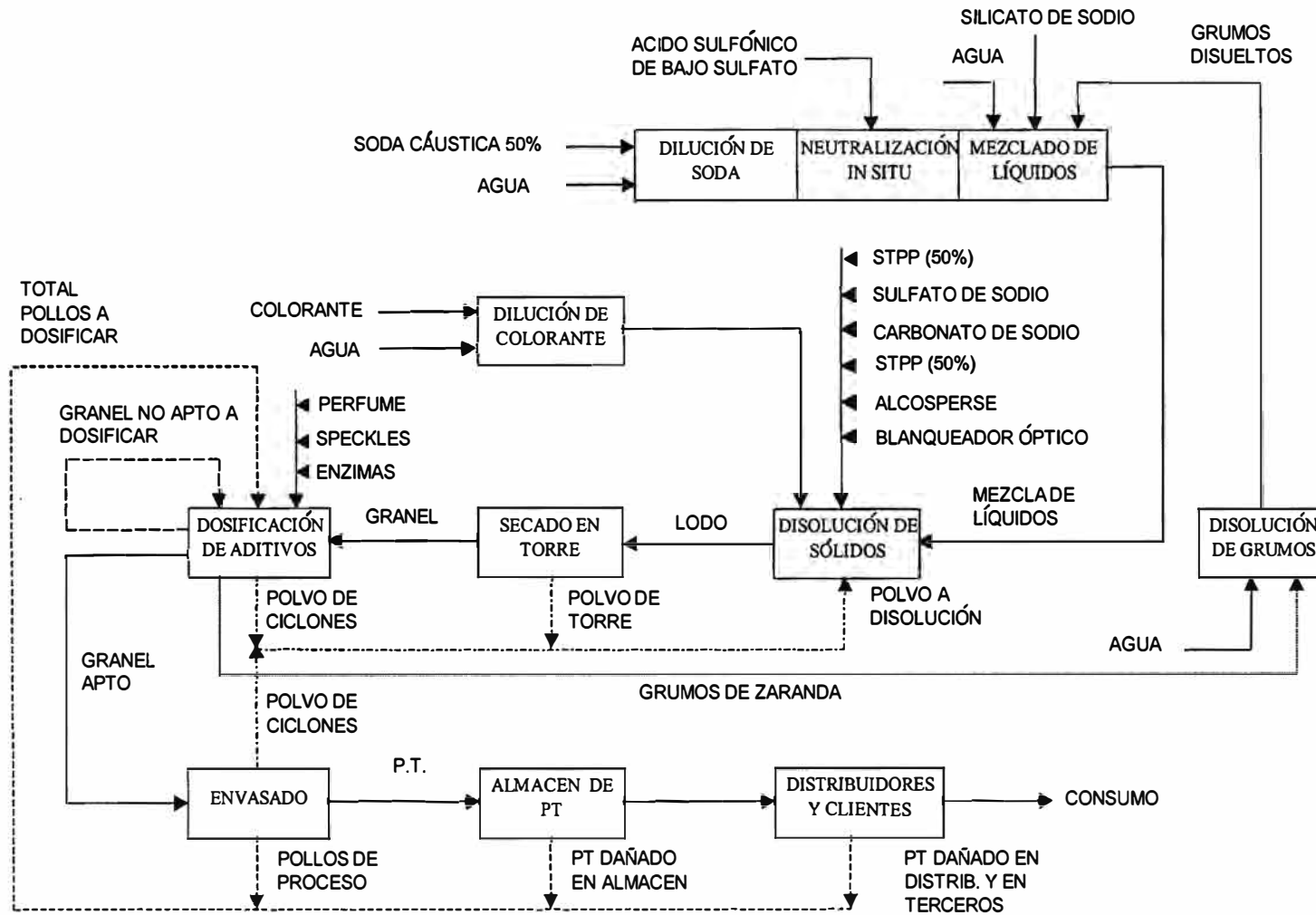
Ahora, el Ácido Sulfónico de Bajo Sulfato (BS) es la nueva materia prima y será abastecida por San Miguel Industrial. Cabe señalar, que el cambio supone una reformulación de todos los productos detergentes con relación al factor de consumo de Sulfato de Sodio Anhidro.

La implementación del Proceso de Neutralización “in situ”, implicó:

- La modificación de todos los procedimientos de preparación de los Lodos Detergentes.
- Instalación del nuevo sistema automático de manipuleo de líquidos.
- Liquidación de activos pertenecientes a la planta antigua.

En la Figura 3.1 se puede apreciar el Nuevo Flujograma del Proceso de Fabricación de Detergentes (después de la ejecución del proyecto).

FIGURA 3.1 NUEVO FLUJOGRAMA DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE DETERGENTES



2. Nuevo Procedimiento de Preparación del Lodo Detergente

- Presionar el botón de “Inicio” del PLC para dar arranque al ciclo de la preparación.
- Autorregulación de la velocidad de agitación del Turbo Disperser a 150 RPM.
- Pesado, en la balanza de líquidos, de la primera parte de Agua (207 kilogramos) que será usada para la dilución de la Soda Cáustica al 50%. Luego, el agua de dilución es descargada en el Turbo Disperser.
- Posteriormente, un peso correspondiente de Soda Cáustica al 50% (58 kilogramos), necesario para obtener Soda Cáustica al 11%, es dosificado al Turbo Disperser por medio de un medidor tipo Coriolis.
- Sobre la Soda Cáustica diluida al 11%, el medidor tipo Coriolis correspondiente al Ácido Sulfónico BS, inicia su dosificación hasta completar una cantidad preestablecida (216 kilogramos), necesaria para obtener una pasta de pH 10,5.
- Durante la neutralización y en el siguiente orden, el Silicato de Sodio, la segunda parte de Agua y los Grumos Disueltos o Slop son bombeados y pesados, juntos, en la balanza de líquidos.
- Verificada la homogeneidad de la Pasta Neutralizada BS, se procede a descargar la mezcla líquida en el Turbo Disperser.
- Verificada la homogeneidad del medio líquido, se adiciona manualmente el Blanqueador Óptico y el Alcosperse.
- Autorregulación de la velocidad de agitación a 250 RPM.
- Se adiciona la primera parte del STPP (50% de lo formulado).
- Autorregulación de la velocidad de agitación a 400 RPM.
- Finalmente, se procede a la dosificación manual de los sólidos restantes para su disolución, siguiendo el orden siguiente:

Carbonato de Sodio – Sulfato de Sodio – Segunda parte del STPP – Polvo de Ciclones.

- Verificada la producción de un lodo homogéneo, libre de grumos y partículas, se procede a descargarlo en el tanque de lodo para su posterior secado en la Torre.

Para poder aplicar este nuevo procedimiento fue necesario:

- Instalar medidores tipo Coriolis que garanticen una alta precisión en la medición de los pesos de la Soda al 50% y del Ácido Sulfónico BS, como se muestra en la Figura 3.3 del Apéndice 3.
- Instalación de un PLC programado para gobernar la secuencia de preparación de lotes de Lodo Detergente. Para mayor información consultar el Apéndice 4.

El Diagrama de Flujo del Nuevo Proceso de Fabricación del Lodo Detergente se puede apreciar en la Figura 3.2.

3. Liquidación de Activos

La implementación del Nuevo proceso de Preparación del Lodo Detergente usando el método de Neutralización “in situ”, significó la desactivación de la Planta de Sulfonación y de Neutralización. Junto con esto, también fueron desactivados los tanques de almacenamiento de LAB, de Oleum, los de Pasta Neutralizada y la de Ácido Gastado.

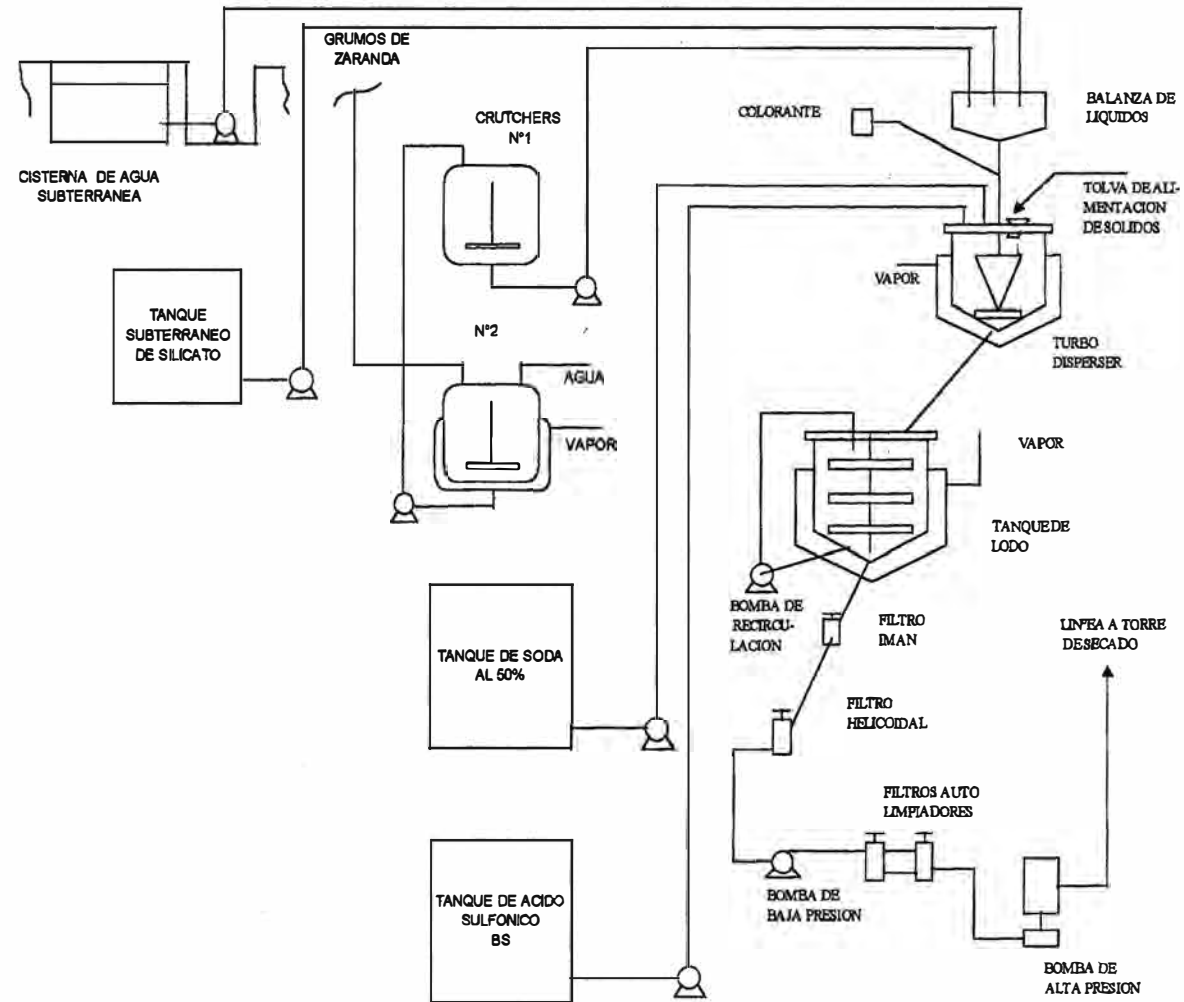
En la Tabla 3.1, se muestra la relación de activos que fueron liquidados para dar paso a las nuevas operaciones.

TABLA 3.1 RELACIÓN DE ACTIVOS LIQUIDADOS

Tanque / Equipo	Número	Material	Capacidad (Ton)
Tanque de LAB	1	Acero al Carbono	600,00
Tanque de LAB	1	Acero al Carbono	7,00
Tanque de Oleum 25%	1	Acero al Carbono	30,00
Tanque de Oleum 25%	1	Acero al Carbono	100,00
Decantador	3	Acero Inoxidable 316	4,50
Sulfonador	3	Acero Inoxidable 36 con pared interior vidriada	1,33
Neutralizador	2	Acero Inoxidable 316	3,40
Tanque de Pasta AS	3	Acero Inoxidable 316	20,00
Tanque diario de Pasta AS	1	Acero Inoxidable 316	12,00
Tanque de Ácido Gastado*	1	Acero Inoxidable 316	10,00

* Presentaba problemas de corrosión por picadura.

FIGURA 3.2 DIAGRAMA DE FLUJO DEL NUEVO PROCESO DE FABRICACIÓN



IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Del presente informe se concluye lo siguiente:

1. Con relación a la carga laboral, la integración de la neutralización dentro del proceso de fabricación del Lodo Detergente hizo posible la eliminación de 3 puestos que eran ocupados por operarios experimentados encargados de la Sulfonación y de la Neutralización.
2. Con relación a la calidad:
 - Como la neutralización “in situ” es llevada a cabo dentro del mismo Turbo Disperser, se logró superar el problema de la dispersión de los análisis de Ingrediente Activo en el Lodo Detergente, el cual era ocasionado por la tendencia de la pasta a formar una fase acuosa en el fondo de los tanques de almacenamiento al paso del tiempo.
 - La homogeneidad de la calidad del Ácido Sulfónico favorece la homogeneidad de la pasta neutralizada, debido a que el proveedor despacha lotes analizados y aprobados y además envía muestras testigos para que sean corroboradas por el laboratorio de calidad de Colgate Palmolive.
3. En el aspecto de Seguridad Industrial, la eliminación del uso del Oleum 25%, convirtió a la planta en un lugar de trabajo de mayor seguridad para su personal.
4. Con relación a la función de supervisión, la simplificación y centralización de las operaciones, junto con la automatización del manipuleo de líquidos facilitaron el control de los procesos por parte de los supervisores. Ahora, las operaciones repetitivas son controladas

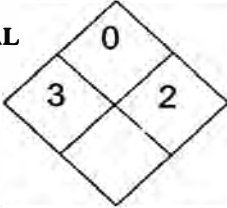
por un PLC y el supervisor tiene que preocuparse por que los medidores estén bien calibrados. En otras palabras, el control de los procesos está en manos de la tecnología y no como antes, en manos de la buena voluntad de los operarios.

Finalmente, se recomienda lo siguiente:

5. Ahora que se tiene automatizado el manipuleo de líquidos, sería recomendable elaborar proyectos que busquen automatizar el manipuleo de los sólidos.

VI. APÉNDICES

APÉNDICE 1 Hoja de datos de Seguridad del Oleum 25%

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DEL MATERIAL				
NOMBRE QUÍMICO Oleum 25%		FORMA FÍSICA Líquido viscoso		
PELIGROS				
FUEGO / EXPLOSIÓN No inflamable, riesgo de explosión en contacto con el agua.				
REACTIVIDAD Reacciona violentamente con agua y materiales alcalinos, produce gases de SO ₃ al contacto con el aire y neblinas de H ₂ SO ₄ .				
SALUD La inhalación de humo / neblina produce irritación severa de la garganta. El contacto con los ojos produce daño severo o permanente. El contacto con la piel produce quemadura severa. La ingestión produce daño severo a la membrana mucosa.				
REQUERIMIENTOS PARA LA PROTECCION / MANIPULEO				
CARA / OJOS	MANOS	CUERPO	PIES	
Usar mascara facial completa	Usar guantes de goma.	Usar overol y delantal de goma.	Usar botas resistentes a químicos / ácidos.	
PRIMEROS AUXILIOS	ACCIONES DE EMERGENCIA			
	INHALACION	OJOS	PIEL	INGESTION
	Remoción de fuente de humo / neblina. Atención médica.	Lavar con abundante agua. Atención médica.	Lavar con agua. Atención médica.	Beber dos vasos con agua o leche. Atención médica.
FUEGO	Evitar el contacto con agua. En caso de incendio, mantener refrigerado con agua los tanques de almacenamiento. Usar uniforme de seguridad apropiada y equipo de aire autocontenido.			
DERRAME / FUGAS	CONTENCIÓN / ABSORCIÓN ADSORCIÓN		LIMPIEZA CON AGUA / ENJUAGUE	
	Tratar con un exceso de sulfato de sodio anhidro. Usar ropa protectora y equipo de aire autocontenido.		Tratar cantidades residuales con grandes volúmenes de agua usando un atomizador. No usar agua directamente en los derrames. Informar a las autoridades.	

APÉNDICE 2 Especificaciones técnicas y propiedades de las materias primas**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

Materia prima	Especificación
Oleum 25%	105,6 % H ₂ SO ₄
Dodecilbenceno Lineal	235 – 255 g / mol
Soda Cáustica	50% de NaOH
Tripolifosfato de Sodio	Fase I: 25 ± 5% Prehidratado (máximo 0,5% de agua)
Silicato de Sodio	Na ₂ O / SiO ₂ = 1 / 2 14,5% Na ₂ O , 29,0% SiO ₂
Sulfato de Sodio	99,9% Na ₂ SO ₄
Carbonato de Sodio	99,9% Na ₂ CO ₃
Ácido Sulfónico BS (San Miguel industria S.A.)	
Peso molecular	319 – 325
Materia Activa	96,0% mínimo
Aceite libre	2,0% máximo
Ácido Sulfúrico libre	1,0 % máximo
Color Klett, solución etanólica al 5%	70,0 % máximo
Alcosperse 412	40-42% de sólidos de Materia Activa

PROPIEDADES QUÍMICAS**OLEUM**

Nombre	Oleum 20% (104,5% H₂SO₄)				Oleum 65% (114,6% H₂SO₄)				
Punto de ebullición	148 °C				57 °C				
Presión de vapor									
MmHg	10	20	35	55	115	200	330	535	760
Temperatura (°C)	50	60	70	80	20	30	40	50	57
Punto de congelación	CA. -10 °C				CA. +0,5 °C				
Viscosidad									
Ns/m ² 43 °C	16 x10 ⁻³				18x10 ⁻³				
Gravedad específica									
Kg. / m ³	1 916				2 020				
Calor específico									
kJ / kg. °C	1,3				1,7				
Conductividad térmica									
W / m °C	0,85				ND				

DODECIL BENCENO LINEAL

Nombre:	Dodecilbenceno Lineal				
Fórmula química	C ₁₈ H ₃₀ (con alguna distribución)				
Peso molecular	240 (variable)				
Aspecto	Incoloro, libre de sedimento, líquido claro				
Densidad	“Dobane 102”	kg / m ³	859	856	
Temperatura		°C	15	20	
Viscosidad	“Dobane 102”	Ns / m ²	10,4x10 ⁻³	6,0x10 ⁻³	3,4x10 ⁻³
Temperatura		°C	5	20	40
Solubilidad(agua)		g / l		Insoluble	
Punto de fusión		°C		< -70	
Presión de vapor		mbar	52	192	526 975 1 000
Temperatura		°C	217	260	298 325 328
Rango de destilación a 1 bar		°C	255-355		
Calor específica a 25°C		kJ / kg °C	1,5 – 2,0		
Conductividad térmica		W / m °C	Aprox. 0,1		
Calor de vaporización		kJ / kg	374 a 25 °C		
			227 a 328 °C		
Flash Point		°C	> 123 °C		

SODA CÁUSTICA

Nombre		Hidróxido de sodio (Soda Cáustica)
Fórmula química		NaOH
Peso molecular		40
Solubilidad		En 100 gramos de agua: 20 °C, 109 g 40 °C, 129 g
Calor de disolución	J / mol	+ 26 J / mol NaOH (20 °C)
Viscosidad	Ns / m ²	(solución al 45%) 0,035, 35 cP
Punto de congelación	°C	(solución al 45%) 15
Calor específico, Cp	J / kg °C	(solución al 45%) 3 400 (20 °C)
Conductividad térmica	W / m °C	(solución al 45%) 0,65

TRIPOLIFOSFATO DE SODIO

Nombre		Tripolifosfato de Sodio (STPP)
Aspecto		Polvo blanco
Formula química		Na ₅ P ₃ O ₁₀
Peso molecular		367,9
Hidratos		STPP 6 ac.
Solubilidad		En 100 gramos de agua: A 20 °C, 12,9 g A 40 °C, 13,7 g
Granulometría		
Tamaño de partícula promedio, d _m	μm	Rango 50 – 150
Distribución del tamaño de partícula, N		0,8 – 1,5
Bulk density	kg / m ³	1 150
Razón Fase I / Fase II		1 / 99 a 50 / 50

SILICATO DE SODIO

Nombre	Silicato de Sodio	
	Alcalino	Neutro
Razón Na ₂ O / SiO ₂	1 / 2	1 / 3,3
Densidad kg / m ³		
45% solidez (sólidos)	1 520 (20 °C)	
50% solidez (sólidos)	1 594 (20 °C)	
Viscosidad (40 °C)	Ns/m ²	
42% sólidos	0,1, 100 cP	0,2 – 0,5
50% sólidos	1,0, 1 000 cP	
Calor específico, Cp	J / kg °C	
	3 150	2 940

SULFATO DE SODIO ANHIDRO

Nombre	Sulfato de Sodio Anhidro	
Aspecto	Polvo blanco	
Formula química	Na ₂ SO ₄	
Peso molecular	142	
Hidratos	Na ₂ SO ₄ .10 H ₂ O (<32,4°C) Na ₂ SO ₄ .7 H ₂ O (<24,4°C)	
Solubilidad	En 100 gramos de agua: A 40 °C, 48,7 g A 40 °C, 43,6 g	
Granulometría		
Tamaño de partícula promedio, d _m	μm	Aprox. 250
Distribución del tamaño de partícula, N		1
Bulk Density	kg / m ³	1 100 – 1 500

CARBONATO DE SODIO

Nombre	Carbonato de Sodio (Soda Ash)	
Fórmula química	Na_2CO_3	
Peso molecular	106	
Hidratos	$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ (< 32 °C) $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ (32 – 35 °C) $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 1 \text{H}_2\text{O}$ (35 – 100 °C)	
Solubilidad	En 100 gramos de agua: 30 °C, 38,4 g $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ 34 °C, 47,9 g $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ 50 °C, 47.6 g $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 1 \text{H}_2\text{O}$	
Granulometría		
Tamaño promedio de partícula, d_m	Light ca 150, Dense 530	
Distribución de tamaño de partícula, N	Light ca 2,0, Dense 1,5	
Bulk Density	kg / m^3	Light 480 Dense 960
Calor de disolución	kJ / mol	23,4
Densidad a 40 °C (concentración w/w en agua)	15% 1 150 kg / m^3 20% 1 200 25% 1 220	
Viscosidad a 40 °C	Ns / m^2	15% 0,015 (15 cP) 20% 0,023 (23 cP) 25% 0,035 (35 cP)

ÁCIDO DODECILBENCENO SULFÓNICO

Nombre	Ácido dodecilbenceno sulfónico				
Fórmula química	$C_{18}H_{29}SO_3H$				
Peso molecular	326 (rango)				
Aspecto	Líquido viscoso ámbar				
Densidad	Lineal	kg / m ³ °C	1 050 30	1 045 40	1 040 50
	Ramificado	kg / m ³ °C	1 075 30	1 070 40	1 060 50
Viscosidad: Ns / m ²	Marlon	Dobane	Oronite 60 (ramificado)		
	AS 3	103			
	25 °C	1,6	20		
	40 °C	0,6	3		
60 °C	0,2	0,6			
Calor específico	kJ / kg °C		1,6		
Conductividad térmica	W / m °C		0,13		

ALCOSPERSSE 412

Nombre	Terpolímero de Sodio, aniónico
Aspecto	Líquido ligeramente amarillo, viscoso
Contenido de sólidos	40 – 42 %
Viscosidad Brookfield(cps), 25 °C Aguja #2. 20 RPM	ND
pH directo, 25 °C	10,0 – 11, 0
Gravedad específica, 25 °C	1,27 – 1,32
Viscosidad intrínseca, dl/g, pH 7,0 – 8,0	0,04 – 0,065
Color Gardner	< 3

APÉNDICE 3 Medidores Elite[®] de Micro Motion[®]

- **Principio de medición del flujo:**

El medidor de Coriolis se basa en el teorema de Coriolis, matemático francés que observó que un objeto de masa m que se desplaza con una velocidad lineal V a través de una superficie giratoria que gira con velocidad angular constante ω , experimenta una velocidad tangencial (velocidad angular x radio de giro) tanto mayor cuanto mayor es su alejamiento del centro, lo cual indica que se está aplicando una aceleración y , por lo tanto, una fuerza sobre la masa del objeto. Estas son la aceleración y la fuerza Coriolis.

La generación de la fuerza Coriolis puede producirse de dos formas, según se observa en la Figura 3.3.

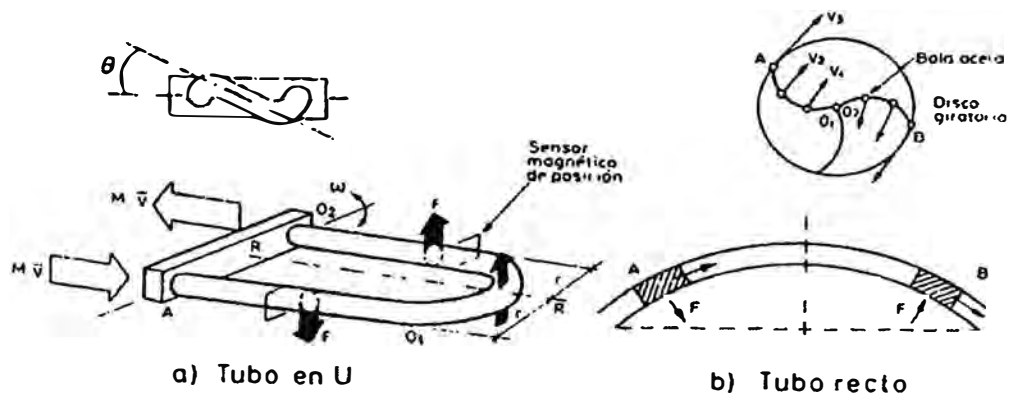


Figura 3.3 Medidor de Coriolis.

Para el sensor de *Tubo en U* de la Figura 3.3 (a), que se ajusta al caso de estudio, la vibración controlada de un tubo, perpendicular al sentido de desplazamiento del fluido, crea una fuerza de aceleración en la

tubería de entrada del fluido y una fuerza de desaceleración en la salida, con lo que se genera un par cuyo sentido va variando de acuerdo con la vibración y con el ángulo de torsión del tubo, que es directamente proporcional a la masa instantánea de fluido circulante. La fuerza Coriolis (F) es el producto de los vectores w y V , y su valor es:

$$F = 2 m w \times V$$

F = Fuerza Coriolis

m = masa del fluido contenido en el tubo recto de longitud L

w = velocidad angular alrededor del eje del tubo en U .

V = velocidad lineal del fluido.

El par creado con respecto al eje R-R del tubo es:

$$M = 2 F r = 4 m V w r = 4 w r Q$$

Si K_s , es la constante de elasticidad del tubo y el ángulo θ de torsión del tubo, la fuerza de torsión del tubo que equivale al par creado respecto al eje R-R del tubo es:

$$T = K_s \theta$$

Luego, como $M = T$:

$$Q = K_s \theta / 4 w r$$

Los sensores magnéticos de posición están situados en el centro del tubo y combinan dos intervalos de tiempo, uno del movimiento hacia abajo del tubo y el otro del movimiento hacia arriba. De este modo, la

diferencia de las ondas se traduce en impulsos que alimentan a un integrador lineal. Cuando hay caudal, el integrador carga un condensador y la carga es conectada a una señal analógica proporcional al ángulo de torsión del tubo.

La diferencia en tiempo (Δt) de las señales de los sensores de posición está relacionada con θ y con la velocidad (V_i) del tubo en su punto medio, según:

$$\text{Tg } \theta = (V_i / 2 r) \Delta t$$

- **Medición de la temperatura:** Un detector de temperatura de resistencia (RTD) indica la temperatura de los tubos de flujo del sensor.
- **Usos:** Medición directa de caudal másico, caudal volumétrico, densidad y temperatura en gases, líquidos y lodos – sin la necesidad de equipo adicional, cálculos manuales o estimaciones.
- **Modelo del Sensor empleado:**

Ácido Sulfónico	CMF200M
Soda Cáustica	CMF200H
- **Modelo del transmisor:** RFT9739
(Se adjunta información técnica del proveedor).

Especificaciones de desempeño

Caudal líquido		Masa		Volumen	
Rango nominal de caudal⁽¹⁾		<i>lb/min</i>	<i>kg/h</i>	<i>gal/min</i>	<i>l/h</i>
	CMF010	0 a 3	0 a 82	0 a 0.4	0 a 82
	CMF025	0 a 40	0 a 1090	0 a 5	0 a 1090
	CMF050	0 a 125	0 a 3400	0 a 15	0 a 3400
	CMF100	0 a 500	0 a 13,600	0 a 60	0 a 13,600
	CMF200	0 a 1600	0 a 43,550	0 a 192	0 a 43,550
	CMF300	0 a 5000	0 a 136,080	0 a 600	0 a 136,080
	CMF400	0 a 15,000	0 a 409,000	0 a 1800	0 a 409,000
Índice máximo de caudal		<i>lb/min</i>	<i>kg/h</i>	<i>gal/min</i>	<i>l/h</i>
	CMF010	4	108	0.4	108
	CMF025	80	2180	10	2180
	CMF050	250	6800	30	6800
	CMF100	1000	27,200	120	27,200
	CMF200	3200	87,100	385	87,100
	CMF300	10,000	272,160	1200	272,160
	CMF400	20,000	545,500	2400	545,500
Precisión de caudal másico⁽²⁾	Transmisor 1700/2700 ó host directo	±0.10% del índice ⁽³⁾			
	Todos los otros transmisores	±0.10% ± [(estabilidad de cero/índice de caudal) x 100]% del índice			
Repetibilidad de caudal másico⁽²⁾	Transmisor 1700/2700 ó host directo	±0.05% del índice ⁽³⁾			
	Todos los otros transmisores	±0.05% ± [½(estabilidad de cero/índice de caudal) x 100]% del índice			
Estabilidad de cero		<i>lb/min</i>	<i>kg/h</i>		
	CMF010	0.000075	0.002		
	CMF010P para alta presión	0.00015	0.004		
	CMF025	0.001	0.027		
	CMF050	0.006	0.163		
	CMF100	0.025	0.680		
	CMF200	0.08	2.18		
	CMF300	0.25	6.80		
	CMF400	1.50	40.91		

⁽¹⁾ Micro Motion ha adoptado la terminología "rango nominal de caudal". El límite superior de este rango es el índice de caudal al cual el agua, a condiciones de referencia, produce una caída de presión de aproximadamente 15 psid (1 bar) para los sensores ELITE.

⁽²⁾ La precisión incluye los efectos combinados de repetibilidad, linealidad e histéresis. Todas las especificaciones para líquidos están basadas en condiciones de referencia del agua a 68 - 77°F (20 - 25°C) y 15 a 30 psig (1 a 2 bar), a menos que se indique otra cosa.

⁽³⁾ Cuando el índice de caudal es menor que (estabilidad del cero/0.001), la precisión es igual a ±[(estabilidad del cero/índice de caudal) x 100]% del índice y la repetibilidad es igual a ±[½(estabilidad del cero/índice de caudal)x 100]% del índice.

Especificaciones funcionales

Efectos ambientales

Efecto de la temperatura del proceso El efecto de la temperatura del proceso se define como el peor caso de desviación del cero debido al cambio en la temperatura del fluido de proceso, la cual difiere de la temperatura de ajuste a cero para el índice de caudal y temperatura de calibración para la densidad.

Efecto de la temperatura del proceso

	<i>% del índice nominal de caudal por °C⁽¹⁾</i>	<i>precisión de densidad por °C</i>
CMF010	±0.00025	±0.000015 g/cc
CMF025	±0.00025	±0.000015 g/cc
CMF050	±0.00025	±0.000015 g/cc
CMF100	±0.00025	±0.000015 g/cc
CMF200	±0.001	±0.000015 g/cc
CMF300	±0.001	±0.000015 g/cc
CMF400	±0.001	±0.000015 g/cc

Efecto de la presión El efecto de la presión se define como el cambio en el caudal del sensor debido al cambio en la presión del proceso, la cual difiere de la presión de calibración. El efecto de la presión puede ser corregido.

Efecto de la presión sobre la precisión del caudal

	<i>% del índice por psi</i>	<i>% del índice por bar</i>
CMF010	ninguno	ninguno
CMF025	ninguno	ninguno
CMF050	ninguno	ninguno
CMF100	-0.0002	-0.003
CMF200	-0.0008	-0.012
CMF300	-0.0006	-0.009
CMF400	-0.002	-0.029

⁽¹⁾ El índice nominal de caudal es el límite superior del rango nominal de caudal.

Especificaciones físicas

Materiales de construcción

Partes húmedas ⁽¹⁾		Acero inoxidable	Aleación de níquel
	CMF010	316L	Aleación Inconel® 686
	CMF025	316L	Hastelloy® C-22
	CMF050	316L	Hastelloy C-22
	CMF100	316L	Hastelloy C-22
	CMF200	316L	Hastelloy C-22
	CMF300	316L	Hastelloy C-22
	CMF300A para alta temperatura	316L	no disponible
	CMF400	316L	no disponible
Alojamiento	Acero inoxidable 304L		
Caja de conexiones	Aluminio con recubrimiento epóxico		
Procesador central <i>no disponible con el CMF300A</i>	Acero inoxidable 316L		
Alojamiento del amplificador booster <i>(sólo para CMF400)</i>	Aluminio con recubrimiento epóxico		

Peso⁽²⁾

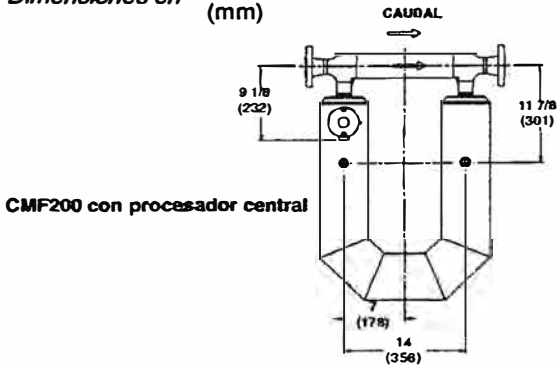
	Con caja de conexiones		Con procesador central	
	lb	kg	lb	kg
CMF010	14	7	17	8
CMF025	8	4	11	5
CMF050	12	6	15	7
CMF100	29	13	32	15
CMF200	63	29	66	30
CMF300	165	75	168	76
CMF400 con amplificador booster integral	432	196	435	197
CMF400 con amplificador booster remoto (sólo sensor)	438	198	438	198
Amplificador booster remoto	13	6	15	7

⁽¹⁾ Las guías generales de corrosión no se consideran para estrés cíclico, y por lo tanto no deben ser confiables al seleccionar un material húmedo para su sensor Micro Motion. Por favor consulte la guía de corrosión de Micro Motion para la información adecuada sobre compatibilidad de materiales.

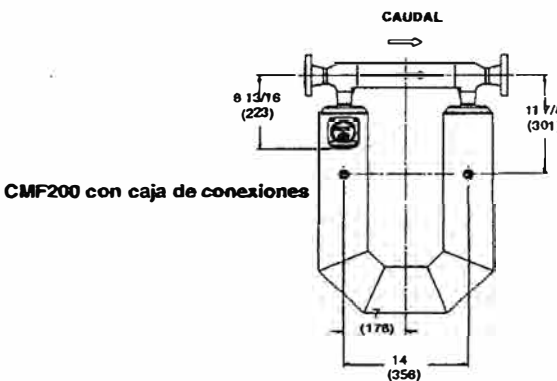
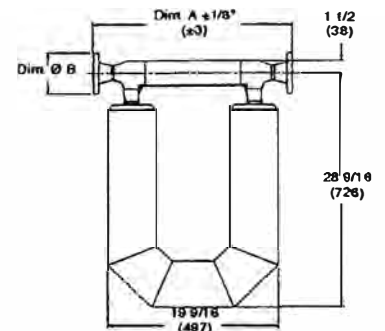
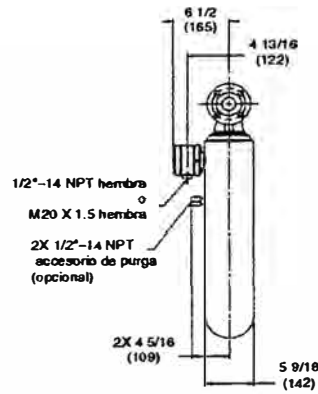
⁽²⁾ Peso del sensor con la brida de cara realzada y cuello soldado ANSI 150 lb.

Dimensiones y accesorios de conexión a proceso para el CMF200

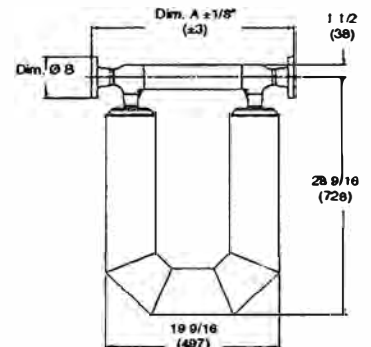
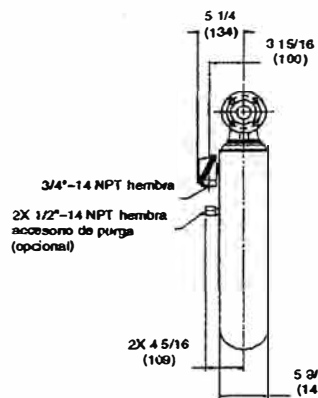
Dimensiones en pulgadas (mm)



CMF200 con procesador central



CMF200 con caja de conexiones



Accesorios para sensores de acero inoxidable⁽¹⁾

	Código del accesorio	Dim. A Cara a cara	Dim. B Diámetro externo
Brida de cara realizada con cuello soldado de 1 1/2" ANSI 150 lb	341	22 7/8 (581)	5 (127)
Brida de cara realizada con cuello soldado de 1 1/2" ANSI 300 lb	342	23 3/8 (594)	6 1/8 (156)
Brida de cara realizada con cuello soldado de 1 1/2" ANSI 600 lb	343	23 7/8 (606)	6 1/8 (156)
Brida de cara realizada con cuello soldado de 2" ANSI 150 lb	418	22 7/8 (581)	6 (152)
Brida de cara realizada con cuello soldado de 2" ANSI 300 lb	419	23 3/8 (594)	6 1/2 (165)
Brida de cara realizada con cuello soldado de 2" ANSI 600 lb	420	23 5/8 (600)	6 1/2 (165)
Accesorio sanitario de 1 1/2"	351	21 3/8 (543)	2 (51)
Accesorio sanitario de 2"	352	21 3/8 (543)	2 1/2 (64)
Cuello soldado de 40 mm DIN PN40, DIN 2635, cara tipo C	381	21 11/16 (551)	5 15/16 (150)
Cuello soldado de 40 mm DIN PN40, DIN 2635, cara ranurada tipo N	383	21 11/16 (551)	5 15/16 (150)
Cuello soldado de 40 mm DIN PN100, DIN 2637, cara tipo E	377	23 1/8 (587)	6 11/16 (170)
Cuello soldado de 40 mm DIN PN100, DIN 2637, cara ranurada tipo N	379	23 1/8 (587)	6 11/16 (170)
Cuello soldado de 50 mm DIN PN40, DIN 2635, cara tipo C	382	21 15/16 (557)	6 1/2 (165)
Cuello soldado de 50 mm DIN PN40, DIN 2635, cara ranurada tipo N	384	21 15/16 (557)	6 1/2 (165)
Cuello soldado de 50 mm DIN PN100, DIN 2637, cara tipo E	378	23 9/16 (598)	7 11/16 (195)
Cuello soldado de 50 mm DIN PN100, DIN 2637, cara ranurada tipo N	380	23 9/16 (598)	7 11/16 (195)
Cuello soldado de 40 mm JIS 10K	385	21 9/16 (548)	5 1/2 (140)
Cuello soldado de 40 mm JIS 20K	387	21 9/16 (548)	5 1/2 (140)
Cuello soldado de 50 mm JIS 10K	386	21 13/16 (554)	6 1/8 (156)
Cuello soldado de 50 mm JIS 20K	388	21 13/16 (554)	6 1/8 (156)

Accesorios para sensores de aleación de níquel⁽¹⁾

	Código del accesorio	Dim. A Cara a cara	Dim. B Diámetro externo
Brida de junta traslapada de 1 1/2" ANSI 150 lb	540	22 7/8 (581)	5 (127)
Brida de junta traslapada de 1 1/2" ANSI 300 lb	541	23 3/8 (594)	6 1/8 (156)
Brida de junta traslapada de 2" ANSI 150 lb	544	22 7/8 (581)	6 (152)
Brida de junta traslapada de 2" ANSI 300 lb	545	23 3/8 (594)	6 1/2 (165)
Brida de junta traslapada de 40 mm DIN PN40, DIN 2626	543	21 11/16 (551)	5 15/16 (150)
Brida de junta traslapada de 50 mm DIN PN40, DIN 2626	547	21 15/16 (557)	6 1/2 (165)
Brida de junta traslapada de 40 mm JIS 10K	542	21 9/16 (548)	5 1/2 (140)
Brida de junta traslapada de 50 mm JIS 10K	546	21 13/16 (554)	6 1/8 (155)

⁽¹⁾ Los accesorios listados aquí son opciones estándares. Se tienen disponibles otros tipos de accesorios. Contacte a su representante local de Micro Motion.

Información para ordenar

Matriz de números de modelo del sensor ELITE

Modelo	Modelo del sensor
CMF010	Sensor ELITE® de 1/8 de pulgada
CMF025	Sensor ELITE® de 1/4 de pulgada
CMF050	Sensor ELITE® de 1/2 pulgada
CMF100	Sensor ELITE® de 1 pulgada
CMF200	Sensor ELITE® de 2 pulgadas
CMF300	Sensor ELITE® de 3 pulgadas
CMF400	Sensor ELITE® de 4 pulgadas
Código	Presión, temperatura y material húmedo
M	Presión estándar, temperatura estándar, acero inoxidable 316L
H	Presión estándar, temperatura estándar, Nickel Alloy - No disponible con CMF010 ó CMF400
N	Presión estándar, temperatura estándar, Inconel 686 - Sólo CMF010
A	Presión estándar, alta temperatura, acero inoxidable 316L - CMF300A
P	Alta presión, temperatura estándar, aleación de níquel Inconel 686 y acero inoxidable 316L - Sólo CMF010
Código	Conexiones a proceso
###	Vea las tablas de accesorios de conexión en las páginas 14-22
Código	Opciones de la caja
N	Contención de presión estándar
P	Accesorios de purga (dos NPT hembra de 1/2", no disponible con CMF400)
D	Discos de ruptura (dos discos de 400 psi) - Sólo CMF010 con presión/material código P
Código	Interfaz de la electrónica
A	Procesador central local para las Series 1000/2000 de montaje remoto - no disponible con CMF300A o CMF400
D	MVDSolo, procesador central local para conexión del host directo (para OEM's) ⁽¹⁾
R	Caja de conexiones de 9 hilos - no disponible con CMF400 <u>Sólo para CMF400</u>
K	Amplificador booster integral con procesador central local hacia los transmisores de las Series 1000/2000 de montaje remoto
L	Amplificador booster integral con MVDSolo, procesador central local para conexión del host directo (para OEM's) ⁽¹⁾
M	Amplificador booster integral con caja de conexiones de 9 hilos
N	Amplificador booster remoto con procesador central local para transmisor de las Series 1000/2000 de montaje remoto
O	Amplificador booster remoto con MVDSolo, procesador central local para conexión a host directo (para OEM's) ⁽¹⁾
P	Amplificador booster remoto con caja de conexiones de 9 hilos
Código	Conexiones de conduit
	Interfaz de la electrónica Código 'A', 'K', 'L', 'N' y 'O' (procesador central local)
B	NPT de 1/2" - sin glándula
C	NPT de 1/2" con glándula de latón-níquel para cable (cable diámetro .335 pulg a .394 pulg)
D	NPT de 1/2" con glándula de acero inoxidable para cable (cable diámetro .335 pulg a .394 pulg)
E	M20 - sin glándula
F	M20 con glándula de latón-níquel para cable (cable diámetro 8.5mm a 10.0mm)
G	M20 con glándula de acero inoxidable para cable (cable diámetro 8.5mm a 10.0mm)
	Interfaz de la electrónica Código 'R', 'M' y 'P' (caja de conexiones de 9 hilos)
A	NPT de 3/4" - sin glándula
H	NPT de 3/4" con glándula de latón-níquel
J	NPT de 3/4" con glándula de acero inoxidable

continúa en la siguiente página

APÉNDICE 4 Especificaciones técnicas del PLC Unitronics

Modelo del PLC instalado: M210

1. Suministro de energía

Voltaje de ingreso	: 24 VDC
Rizo máximo @ 24 VDC	: 3,6V
Rango permisible	: 18 - 40 VDC (incluye rizo)
Corriente de entrada máxima	: 0,3A @ 24 VDC
Consumo típico de energía	: 6W @ 24 VDC

2. Capacidad de programación

Tamaño del programa del PLC	: 4Kwords (memoria FLASH)
Set de instrucciones del PLC	: más de 130 instrucciones
Scan time del PLC (típica)	: 4 mSeg / Kword
Registradores de datos	: 2048 words de memoria
Bits del sistema	: 256
Words del sistema	: 256
Cronómetro	: 256
Contadores	: 128
Bloques de funciones	: 32 bloques de funciones (24K byte)
Arch. de base de datos RAM	: 8 archivos (32K byte)
Arch. de base de datos FLASH	: 8 archivos (6K byte)
Reportes	: 4 reportes (4K byte)
Máx. variables por pantalla	: 6 variables

3. Teclado

Tecnología del teclado	: Short travel
Cantidad de teclas	: 16
Cantidad de Slides	: 3

4. Pantalla

Tecnología de la pantalla	: Pantalla STN, LCD
Iluminación	: LED (amarilla/ verde)
Tamaño de la pantalla	: 4 líneas x 20 caracteres
Tamaño del carácter	: 2,95 x 4,15mm

5. Módulos de I/O

Tipos de Módulos de I/O	: M210-12-xx
Cantidad de I/O	: hasta 64 (4 slots)

6. Ambiente

Temperatura de almacenamiento	: -20°C a +70°C
Temperatura de operación	: 0°C a +50°C
Humedad de almacenamiento	: 10% a 95% RH
Humedad de operación	: 30% a 90% RH

VII. ABREVIATURAS

AS	... de alto sulfato
BS	... de bajo sulfato
CMC	Carboximetil Celulosa de Sodio
ON/OFF	... de encendido y apagado
PLC	Controlador lógico programable
RPM	Revoluciones por minuto
STPP	Tripolifosfato de Sodio