

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
ESCUELA NACIONAL DE CIENCIAS QUIMICAS

*Relación entre el Poder Detergente
y el Poder Humectante de algunos
Agentes Activos de Superficie*



TESIS

Octavio Delfín Zamudio

MEXICO. D. F.

1950

1219

DELFIN ZAMUDIO OCTAVIO



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
ESCUELA NACIONAL DE CIENCIAS QUIMICAS

*Relación entre el Poder Detergente
y el Poder Humectante de algunos
Agentes Activos de Superficie*

T E S I S

que presenta

Octavio Delfin Zamudio

para su examen profesional de

QUIMICO



MEXICO, D. F.

1950

*A mis queridos padres:
Sr. Dn. Moisés Delfín T. y
Sra. Dña. Inés Z. de Delfín,
con respeto y agradecimiento.*

A mis Hermanos.

A mis Maestros.

A mis Amigos.

A la Srita. Celia Romano de la F.

*Agradezco a "Productos Industriales,
S. A.", las facilidades para el des-
arrollo de este tema. En especial a
los Sres.*

*Arturo D. Nagel,
Ing. Quim. F. Urbina,
Quím. Salvador Tolentino.*

Sumario:

I.—Introducción.—Ideas generales acerca de los diferentes tipos de agentes activos de superficie.

II.—Concepto de Detergencia.

III.—Concepto de humectación.

IV.—Parte experimental:

a).—Pruebas de tensión superficial

b).—Pruebas de humectación.

c).—Pruebas de Emulsificación y peptización.

d).—Pruebas de Detergencia.

f).—Pruebas de Espuma.

V.—Conclusiones aplicadas a la Industria Textil.

VI.—Bibliografía.

INTRODUCCION AL ESTUDIO DE LOS AGENTES ACTIVOS DE SUPERFICIE.

El conocimiento de algunas aplicaciones de los agentes activos de superficies data de muchas centurias, pues ha sido siempre necesidad primordial del hombre la limpieza de su persona y efectos de su uso. Primero utilizando las propiedades deterativas del agua corriente, después de soluciones alcalinas, llegó el hombre al conocimiento de la fabricación y uso de los jabones.

Estos, a través de siglos aseguraron una primacía en lo que a usos y conocimientos se refiere, pues la humanidad tuvo tiempo de sobre de familiarizarse con sus propiedades y aplicaciones. Sin embargo, el hecho de que los jabones presenten ciertas desventajas en su aplicación, como son su sensibilidad a ciertos agentes químicos, particularmente a los ácidos y algunos iones metálicos, incluyendo los responsables de la dureza del agua, provocó interés en el desarrollo de compuestos que teniendo las mismas propiedades que los jabones, presentan las ventajas de vencer los inconvenientes antes citados. Estas características fueron observadas durante los diferentes procesos que constituyen la industria textil, de tal manera que estas condiciones procuraron ser subsanadas mediante la fabricación de los compuestos antes citados. Los primeros productos desarrollados con este propósito fueron probablemente los aceites sulfonados, usados como coadyuvantes de colorantes y penetrantes. Alemania dió el paso inicial durante la primera Guerra Mundial, porque a causa de las exigencias propias del conflicto comenzó a sulfonar los alquil-naftalenos. Aun cuando el rendimiento fue pobre, el hecho de que eran resistentes a las aguas duras o aci-

duladas, estimuló el interés de su estudio. Así se siguieron fabricando compuestos que además de guardar su estabilidad frente a los factores antes citados, aumentaron su poder detergente. A partir de los últimos veinte años se fabricó un gran número de estos compuestos y su estudio se extendió de los solubles en medios acuosos al de los que lo son en medio no acuosos.

El grado de adelanto obtenido en el campo tecnológico de los agentes activos de superficie, dió como consecuencia un movimiento encaminado a encontrar el uso más conveniente para cada uno de ellos. De esta manera el jabón en muchas operaciones industriales sobre todo en las textiles vió superada su eficacia y su empleo, establecido como cosa fija por los siglos de costumbre, cedió lugar a los nuevos detergentes.

Los autores modernos citan las siguientes diferencias entre los detergentes y jabones:—

I.—Los detergentes modernos no se hidrolizan y por esta razón dan soluciones acuosas neutras, por lo tanto se pueden efectuar lavados de telas en soluciones acuosas neutras.

II.—Detergentes modernos derivados de alcoholes de ácidos grasos sulfonados, ácidos grasos alkiloaminados sulfonados y productos de condensación de cloruros de ácidos grasos con ácidos sulfonados de oxi y metil amina y con albumina degradadas, poseen la propiedad y ventaja sobre el jabón de que eliminan las sales de calcio y magnesio solubles en el agua, por la formación de jabones metálicos al precipitar las sales que dan la dureza de ella.

III.—A consecuencia de lo anterior su rendimiento es mucho mayor que el de los jabones.

Después de esta breve introducción, pasemos a considerar a los agentes activos de superficie en su estructura y propiedades.

La estructura típica de un agente de superficie del jabón por ejemplo, es considerada por los investigadores como una cadena molecular esencialmente lineal. Un extremo de ella está formada por radicales hidrocarbonados de naturaleza hidrofóbico, caracterizada por una fuerza de valencia residual débil, en tanto que el otro extremo es de naturaleza hidrofílica, con fuerzas de valencia secundarias muy fuertes.

El grupo hidrofílico hace solubles las cadenas hidrofóbicas hidrocarbonadas y de esta manera permite que el agente activo

de superficie actúe al extenderse en capas monomoleculares orientadas con respecto a la superficie del solvente.

Como está expuesto antes, el detergente actúa en un solvente y al hacerlo modifica las propiedades superficiales de éste.

Es evidente que una solución jabonosa que se emplea para lavar una tela cualquiera constituye un sistema detergente compuesto de las siguientes fases.

- 1.—Una fase líquida que estaría dada por la solución jabonosa.
- 2.—Una fase sólida, en este caso la tela por limpiar.
- 3.—Una fase gaseosa, que sería el aire.

Conocemos que se entiende por fase, esto es, que sería cada uno de los estados o sistemas homogéneos que intervienen en el sistema, separadas entre sí por superficies perfectamente definidas. En estas superficies o interfases es donde el agente activo de superficie deja sentir su acción.

La energía libre de superficie asociada con cada unidad de área interfásica es modificada por cambios en la composición del sistema. Si consideramos un líquido gas, al cambiar la composición de la fase líquida la tensión superficial o energía libre de superficie es considerablemente modificada. Es decir que la adición de cualquier soluto alterará por lo general la energía superficial de la fase líquida en la cual se disolvió. La energía de superficie del agua pura, o sea su energía interfásica contra el aire es bajo condiciones standard de 72.7 ergs / cm². La de una solución de jabón de potasa al 1% es de 30.3.

La mayoría de los solutos muestran la misma actividad para alterar la energía de superficie de sus sistemas. La alteración puede ser positiva o negativa. Existen ciertos solutos que al agregarse en concentraciones pequeñas tienen la propiedad de alterar la energía de superficie de sus solventes, de un modo muy apreciable. El efecto es invariablemente un descenso de ella. Los solutos que presentan tales propiedades se conocen con el nombre de agentes activos de superficie y sus efectos como actividades superficiales.

La actividad superficial es mejor conocida y ha sido mejor estudiada en los sistemas acuosos, de manera que los agentes activo que mejor se conocen son los solubles en agua. Sin embargo se han hecho investigaciones sobre los no-acuosos, por ejemplo sobre

el ácido oleico cuando funciona como agente activo de superficie al disolverse en aceites hidrocarbonados.

Los autores han encontrado diversas dificultades para definir el término "agente activo de superficie" Schwartz y Perry lo hacen diciendo que es cualquier substancia que en cantidades pequeñas altera de una manera notoria el comportamiento de la superficie de un sistema dado, mas estrictamente hablando, que son sustancias solubles cuya presencia hace que las propiedades superficiales de una solución sean marcadamente diferentes a las del solvente puro.

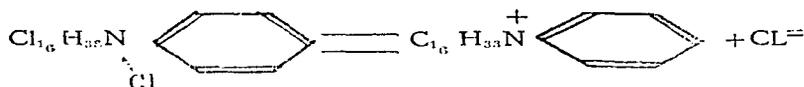
Clasificación de los agentes activos de Superficie. Químicamente hablando hay dos grandes clases: lo iónico o ionógenos y los no iónicos.

La clase ionógena tiene dos divisiones principales. Si la porción alargada de baja afinidad de la molécula esté incluida en el anión se llamará anión activa o simplemente aniónica.

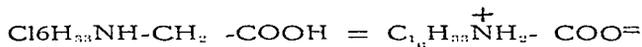
Como ejemplo tenemos el estearato de sodio que se ioniza en solución en la siguiente forma:



El catión activo o catiónico, forma un catión que contiene la porción alargada de baja afinidad. Como ejemplo podemos citar el cloruro de cetil piridina que en solución acuosa se disocia de la siguiente manera:



Podemos citar una tercera clase mucho menos importante llamada anfólitica que es una mezcla de los dos anteriores, en donde la molécula forma un par iónico. El ácido cetil aminocético en solución acuosa guarda el siguiente equilibrio:



Esta clase no ha sido estudiada la superficie para formar una rama separada. Son muy interesantes desde el punto de vista

teórico puesto que la carga de la molécula varía con el pH como en cualquier otra sustancia anfótera.

Las clases aniónicas y catiónicas pueden subdividirse de acuerdo con la naturaleza del grupo ionógeno. Los grupos ionógenos más importantes son: el carboxilo (-COOH), ácido sulfónico (-SO₃H) y el éter sulfúrico (-OSO₃H) ha yctros pero son de menor importancia. En la clase catiónica los grupos ionógenos más importantes son los grupos aminados: primarios, secundarios y terciarios así como el grupo amonio cuaternario. En ocasiones se encuentran los grupos sulfonio y fosfonio aun cuando es poco frecuente y son de mucho menor importancia.

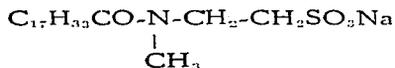
La clase de los no iónicos tiene grupos terminales de alta afinidad no ionizables y por lo general presentan un número de átomos de oxígeno, nitrógeno y azufre en configuraciones no-ionizantes. Esta clase es de mucha importancia en los sistemas no-acuosos, sin embargo en, sistemas acuosos se emplean como agentes emulsificantes y detergentes.

Como ejemplo podemos dar la siguiente fórmula general de estos compuestos HO-H₂ C -CH(OH) -CH₂ -OOC-R

Además de clasificar a los agentes activos de superficie por sus grupos solubilizantes podemos hacerla basándonos en la estructura de conexión.

Los agrupamientos esenciales de una molécula de agente detergente están muy a menudo encadenados directamente como sucede con los alcoholes grasos sulfonados o en los haluros de alquilpiridina.

Otros presentan un grupo que tiene como función conectar el grupo hidrofóbico con el hidrofílico como por ejemplo tenemos al Igepon T, que tiene la siguiente estructura:



El grupo oleil es la porción hidrofóbica y el radical SO₃Na la hidrofílico. Estos agrupamientos están conectados por la estructura acilmetiltaurina que la vez que es conveniente es económico.

Algunos autores han dado otra clasificación basada de acuerdo con los usos a los cuales se destinan estos productos. Así pode-

mos decir que son agentes penetrantes, detergentes, emulgentes, coadyuvantes para colorantes, etc.

En la clasificación que a continuación vamos a exponer, y que está dada por los autores Shwartz y Perry, tomado como base para ella, en primer lugar la naturaleza del grupo solubilizante o hidrofílico y en segundo lugar de acuerdo con el modo por el grupo cual el grupo hidrofílico se une con el hidrofóbico, esta unión puede ser directa o indirecta, y si es indirecta de acuerdo con la naturaleza de la cadena.

Resumiendo, vemos que las principales clases de agentes activos de superficie que hemos considerado son:

I.—Aniónicos.

II.—Catiónicos.

III.—No iónicos.

IV.—Anfóteros.

Bajo estas cabezas podemos establecer muchas subdivisiones usando la estructura anterior.

I.—Aniónicos.

A.—Ácidos carboxílicos.

1.—Carboxilos unidos directamente al grupo hidrofóbico (subclasificación basada en el grupo hidrofóbico, ejemplo jabonoso de ácidos grasos, jabones de resina, etc.)

2.—Carboxilos unidos a través de un encadenamiento intermedio.

a) Teniendo grupos amida como encadenamiento intermedio.

b) Teniendo grupos éster como encadenamiento intermedio.

c) Teniendo grupos sulfonamida como encadenamiento intermedio.

d) Encadenamiento varios como: éter, $-SO_2-$ $-S-$, etc.

B.—Esteres sulfúricos (sulfatos)

1.—Sulfato unido directamente al grupo hidrofílico.

a) Grupo hidrofóbico que no contiene ninguna otra estructura polar (alcoholes sulfatados y tipo olefinas sulfatadas).

b) Esteres sulfúricos con grupos hidrofóbicos que contienen otras estructuras polares (tipo aceites sulfatados)

2.—Grupo sulfato a través de una cadena intermedia.

- a) Ester como encadenamiento (tipo Artic Syntex M.)
- b) Amida como encadenamiento (tipo Xynomina)
- c) Éter como encadenamiento (Tipo Triton 770)
- d) Encadenamientos varios (como: sulfatos de oxi-alkil-imido-azol).

C.—Acidos Alcano-sulfónicos.

1.—Grupo sulfónico directamente unido.

- a) Grupo hidrofóbico que lleva otros substituyentes polares (aceites altamente sulfatados) cloro, hidroxilo, acetoxi y ácidos olefin sulfónicos (tipo nytron).
- b) Acidos sulfónicos alkanos no substituidos.
- c) Acidos sulfónicos varios de estructura incierta (productos de oxidación de olefinas que fueron tratados con sulfúrico, resinas sulfonadas, etc.)

2.—Grupos sulfónicos unidos a través de un encadenamiento.

- a) Ester como encadenamiento.
 - 1.— $\text{RCOOC SO}_3\text{H}$ (tipo Igepon AP)
 - 2.— ROOC-X-SO_3 (tipo Aerosol)
- c) Éter como encadenamiento (tipo Triton 720)
- d) Encadenamientos varios y dos o más encadenamientos.

D.—Acidos Alkil-Aromáticos sulfónicos.

1.—Grupo hidrofóbico unido directamente a núcleos aromáticos sulfonados (subclase tomando como base la naturaleza del grupo hidrofóbico. Fenoles alquílicos terpenos, condensados resino aromáticos, cetonas aromáticas alquílicas).

2.—Grupo hidrofóbico unido a grupos aromáticos sulfonados a través de una cadena.

- a).—Ester como encadenamiento (sulfoftalatos, sulfobenzoatos).
- b).—Amida e imida como encadenamiento.
 - 1.— $\text{R-CONH-ArSO}_3\text{H}$
 - 2.—Tipo sulfobenzamida.
- c).—Éter como cadena intermedia (tipo alquil fenil éter)
- d).—Encadenamiento heterocíclico (tipo ultravon)
- e).—Encadenamientos misceláneos.

E.—Grupos aniónicos hidrofílicos misceláneos.

- 1.—Fosfatos y ácidos fosfónicos.
- 2.—Persulfatos, tiosulfatos.
- 3.—Sulfonamidas.
- 4.—Ácidos sulfamínicos.

II.—Catiónicos.

A.—Sales de aminas (aminas, primarias, sec. y terc.)

- a) Grupos de amina alifáticas y aminas aromáticas.
 - b) Grupo aminado formando parte de un heterociclo.
- 2.—Grupo aminado único a través de un encadenamiento intermedio.
- a) Encadenamiento éster
 - b) " amida
 - b) " éter
 - c) " varios.

B.—Compuesto cuaternario de Amonio.

- 1.—Nitrógeno directamente unido al grupo hidrofílico.
 - 2.—Nitrógeno unido a través de un encadenamiento.
- a) Encadenamiento Éster
 - b) " Amida
 - c) " Varios

C.—Otras bases nitrogenadas.

- 1.—Bases no-cuaternarias (clasificadas como sales de guanidina).
- 2.—Bases cuaternarias.

C.—Bases no nitrogenadas.

- 1.—Compuestos de fosfonio.
- 2.—Compuestos de sulfonio.

III.— No iónicos.

A.—Éter encadenado al grupo solubilizante.

B.—Encadenamiento éter.

C.—Encadenamiento amida.

D.—Encadenamiento varios.

E.—Encadenamientos múltiples.

IV.—ANFOLITICOS.

A.—Amino y Carboxi

- 1.—No cuaternario
- 2.—Cuaternario.

B.—Amino y ester sulfúrico.

- 1.—No-cuaternario
- 2.—Cuaternario.

C.—Amino y Acido alcanó sulfónico:

D.—Amino y Acidos aromáticos sulfónicos.

E.—Combinaciones varias de grupos ácidos y básicos.

FISICO QUIMICA DE LA INTERFASE

Al considerar las moléculas del interior de un cuerpo, un líquido por ejemplo, vemos que se encuentran sujetas a fuerzas que están en equilibrio, pues los campos de fuerza de las moléculas se equilibrarán unos a otros. Es decir, que nosotros consideramos a la molécula dentro de una esfera, mejor dicho, en su centro y el radio sería el campo de atracción de ella.

Una molécula superficial está sujeta a un campo de fuerza no balanceado pues el lado de la molécula que dá al líquido tiene la fuerza de atracción de la vecina, la cual es tan fuerte como las del anterior. Esta molécula superficial está sujeta a la atracción de las moléculas de la fase gaseosa, la cual es también sumamente pequeña comparada con la de la fase líquida. Por lo tanto hay un desequilibrio en lo que a fuerzas de atracción se refiere, lo cual se traduce en un empuje vertical ejercido en las moléculas superficiales hacia el interior de la masa líquida.

Esta fuerza actuará de tal manera que tenderá a hacer que la superficie asuma una forma con la menor area posible, al equilibrar los factores del medio ambiente: la gravedad y la forma del recipiente en el cual está el líquido. Si éste es una gota que cae o si se encuentra suspendida en otro líquido inmiscible adoptará la forma esférica.

E l desequilibrio de las fuerzas atractivas de las moléculas superficiales será igual a una cierta energía libre poseída por cada

unidad de área superficial. Esta energía libre es característica de los líquidos y se manifiesta en ellos por una tendencia a la contracción de la superficie, la que puede ser extendida isotérmicamente, desarrollando un trabajo equivalente a la energía libre de superficie.

La energía es expresada en ergs por cm. cuadrado por lo que resulta matemática y dimensionalmente equivalente a una tensión en unidades de fuerza por centímetro lineal. Esta cantidad es llamada tensión superficial.

Ha surgido cierta confusión en la interpretación física de esta propiedad y para evitarla deberemos tomar en cuenta que:

La energía libre de superficie está expresada por la siguiente fórmula:

$$ELS = \text{ergs/cm}^2 \text{ esto es, } \frac{\text{Dinas} \times \text{cm}}{\text{cm}^2}$$

dimensionalmente equivalente a: dinas/cm. (2) o sea: una tensión en unidades de fuerzas por centímetro lineal.

Si observamos el numerador de la primera fórmula veremos que es un producto, el cual es llamado por lo común "Trabajo" en lugar de "energía" aunque es dimensionalmente equivalente a ella.

El término más conveniente es el de "tensión superficial". Está expresado en dinas por centímetro y representado por una fuerza, un vector cantidad, ejercida tangencialmente a la superficie de la masa líquida.

Hemos visto que la tensión superficial o sea el empuje normal a la superficie dirigido hacia el centro de la masa. Se representa por un vector cantidad tangencial a la superficie. Esto que parece tan confuso podría explicarse diciendo que estas fuerzas tangenciales es la resultante de las perpendiculares, en la tendencia de éstas a contraer la superficie con la menor área posible, lo que desde el punto de vista termodinámico es perfectamente satisfactorio ya que el sistema tiende a reducir al mínimo su energía libre.

Una consecuencia de la energía libre de superficie es la existencia de una diferencia de presiones a través de una superficie líquida curva. En efecto si consideramos una gota libre de líquido, de una forma no esférica, vemos que el primer efecto de la energía libre de superficie es la disminución de la relación superficie-volú-

men provocando el que la gota asuma la forma esférica. Cuando se alcance este estado la superficie tenderá a reducir su área pero se le opondrá la resistencia de los líquidos a la compresión.

Por lo tanto estará bajo la acción de dos presiones, una debido a la tendencia a la contracción y que estaría aplicada como un vector contra el lado cóncavo de la superficie (o sea contra el interior del líquido) y la otra debido a las fuerzas que se oponen a la contracción que estarían aplicadas en sentido contrario.

El estudio anterior podríamos considerarlo como hecho sobre una interfase líquido-gas. Pasemos ahora a considerar un líquido-líquido. El límite de esta inter-fase tiene muchas características comunes a las del límite líquido-gas. Como en aquella podemos relacionar una cantidad de energía libre con cada unidad de área interfacial. Esto es debido a que existen campo de fuerzas atractivas no balanceadas en la superficie de cada una de las fases. Esta energía es matemáticamente equivalente a una fuerza tangencial por cada unidad lineal, la que puede dibujarse en la superficie, dando como resultado una tensión interfacial. El límite de las dos fases se puede considerar como bien definido, a pesar de que por el movimiento térmico de las moléculas haya un intercambio tremendo de estas de una fase a la otra.

Por la consideración que antes se hizo de como se originaba la energía interfacial, se ve que hay una fuerza positiva de atracción entre las dos especies moleculares. Esto dá como consecuencia que la tensión interfacial sea siempre inferior a la tensión superficial de un líquido con la tensión muy elevada..

Es evidente, asimismo, que dos fases líquidas A y B pueden coexistir juntas, en contacto sólo si las fuerzas de atracción internas de cada fase es mayor que la atracción de A por B. Si la atracción de A por B fuese igual o mayor que otra de A por A o B por B la interfase dejaría de existir y los líquidos se volverían miscibles. Eso corresponde a un estado de tensión interfacial igual a cero o a uno negativo.

Una regla propuesta por Antony afirma que cuando dos líquidos están mutuamente saturados el uno con el otro, la tensión interfacial entre las fases es igual a la diferencia entre las medidas de las tensiones superficiales de cada una de las fases.

Desde el momento en que las dos fases A y B tienen una atracción positiva la una por la otra, a través de la interfase, para separarlas se tendrá que desarrollar trabajo. Es decir que los líquidos están adheridos. El aumento de este trabajo nos dará la adhesión, en cambio la disminución, la energía interfásial.

Consideremos dos líquidos A y B sobre un área de un centímetro cuadrado, podemos designar la energía interfásial como AB y si los líquidos están separados, sus energías libres serán:

$$\gamma_A + \gamma_B \qquad \gamma_A + \gamma_B - \gamma_{AB} = W_{AB}$$

Esta diferencia es la cantidad de energía necesaria para separar dos fases y se le conoce con el nombre de trabajo de adhesión W_{AB} . La ecuación anterior es conocida con el nombre de ecuación de Dupré.

Interfase sólida-líquida: las superficies sólidas poseen energía libre a causa de las fuerzas de atracción no balanceadas que actúan en la capa superficial de moléculas. Como se separan más que líquidos de la verdadera isotropía, la energía superficial variará de un punto a otro. Esta energía libre de superficie variará de un punto a otro.

Esta energía libre de superficie puede ser estimada en algunos casos por cálculos de datos cristalográficos, comparación de calores de solución y otros métodos indirectos.

No hay ningún método directo para su cálculo, aún cuando se supone que son de la misma magnitud que las de los líquidos, tal vez un poco más altas. Una interfase sólida-líquida tendrá una tensión interfásial menor que la suma de las tensiones superficiales de las fases separadas. La ecuación de Dupré es enteramente aplicable y tendremos: $W_{SL} = \gamma_{SA} + \gamma_{LA} - \gamma_{SL}$

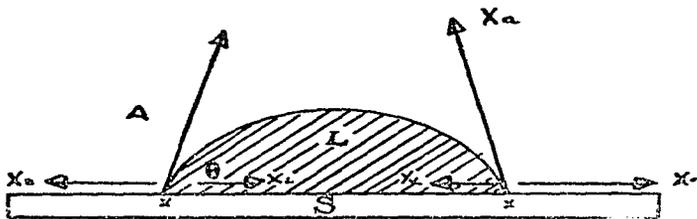
Siendo W_{SL} el trabajo de adhesión entre el sólido y el líquido γ_{LA} , γ_{SA} y γ_{SL} son respectivamente tensión superficial líquida, tensión superficial del sólido y tensión interfásial sólido líquido.

Sistema de tres fases.

Los sistemas de tres fases más comunes son: líquido-sólido gas y líquido-líquido-sólido. Los que incluyen dos fases sólidas son prácticamente muy importantes pero difíciles de estudiar sobre una base experimental, los que incluyen como fases tres líquidos son muy raros.

Como ejemplo típico de sistema sólido-líquido-gas tenemos una gota de agua sobre un plato y rodeado de aire. Pasaremos por alto la acción de la gravedad para facilitar la discusión, aún cuando será conveniente consignar que cuando la gota es suficientemente pequeña la acción de la gravedad es muy pequeña por que la relación de superficie a masa crece cuando la masa disminuye.

Consideremos la figura:



La gota está sujeta a tres fuerzas, la primera es una tendencia de la interfase líquido-aire a achicar el área constituye una fuerza positiva que actúa contra la línea de contacto de las tres áreas o sea X en una dirección tangencial a LA y apoyada por X constituyendo así el vector X_a .

La segunda está constituida por una tendencia a la interfase sólida-líquida a hacerse más pequeña y constituye una fuerza paralela a la superficie sólida y trazada en dirección al interior de la gota (vector X_l).

La última fuerza que podemos considerar es la tendencia de la fase sólido-gas a hacer mínima la superficie, siempre que esto sea posible. Se puede hacer presionando el líquido sobre la superficie sólida, de este modo se substituye la interfase sólido-líquido por la interfase sólido-gas. Matemáticamente podemos representar por medio del vector X_s , cuya longitud es equivalente a energía de superficie de la interfase sólido-aire esa tendencia. (La resultante de los vectores X_s y X_l

Cuando el sistema está en equilibrio, la fuerza resultante en el plano sólido es igual a cero. X_a tangencial a la superficie La en X forma con la interfase sólido-líquido un ángulo el cual es cono-

cido como ángulo de contacto, esta magnitud es real y definida y característica de los sistemas de tres fases.

Si aplicamos al sistema la ecuación de Dupré tendremos:

$$W_{SL} = \gamma_{SA} + \gamma_{LA} - \gamma_{SL}$$

$$\text{y } \gamma_{SA} = \gamma_{SL} + \gamma_{LA} \cos(-)$$

Combinando estas ecuaciones:

$$W_{SL} = \gamma_{LA} (1 + \cos(-))$$

Si el ángulo de contacto vale cero tendremos $W_{SL} = 2\gamma_{LA}$. En este caso la atracción que el líquido ejerce sobre el sólido y la que ejerce sobre sí mismo son iguales. Un ángulo de contacto negativo no es físicamente realizable, pero si es posible que el líquido atraiga más al sólido que a sí mismo, tal hecho no presupone un estado definido de energía de superficie del sistema, pero sólo indica $W_{SL} = 2\gamma_{LA}$. Gans reserva el término ángulo de contacto cuando se tiene $W_{SL} = 2\gamma_{LA}$. El sugirió el término "no ángulo de contacto" para el caso más general, donde: $W_{SL} > \gamma_{SA} - \gamma_{LA}$.

Considerando estas relaciones desde otro punto de vista y refiriéndose a la figura, vemos que si (-) vale cero, $\cos(-)$ vale 1 y en este caso, si el sistema está en equilibrio $X_s = X_a + X_l$.

En el caso de que $X_s > X_a + X_l$, el equilibrio no se alcanzó y el líquido continuará extendiéndose sobre la superficie del sólido. Gans denomina a esto "no ángulo de contacto".

A estas denominaciones se les llama respectivamente ángulo de contacto cero o nada.

Los sistemas líquido-líquido-gas se pueden representar por medio de un lente del líquido inmiscible que flota en la superficie de otro líquido, estando las dos fuerzas en contacto con el aire. También podemos considerar el sistema líquido-líquido-sólido como un plato que se hunde verticalmente dentro de una vasija que contiene dos líquidos inmiscibles separados en capas.

Estos conceptos que antes expusimos nos servirán para esclarecer los conceptos de extendimiento y penetración.

Penetración significa que un sólido ha entrado en contacto íntimo con un líquido y muchos opinan que el grado de penetración se puede medir por el ángulo de contacto con la línea sólido-líquido-aire. Si el ángulo de contacto es cero o nada el sólido está mojado. Si es positivo el sólido no estará completamente mojado.

mayores de 90° indican que el sólido es difícilmente mojado y de 180° será no mojado. Para medir el ángulo de contacto se han empleado métodos directos e indirectos.

La dificultad en la medida estriba en lo poco reproducibles que son, lo cual es perfectamente explicable si se tiene en cuenta lo difícil que es para una superficie el conservar las mismas condiciones superficiales y las capas de impureza que alteran considerablemente el ángulo de contacto.

CAPITULO II

CONCEPTO DE DETERGENCIA

La detergencia en el sentido más amplio de la palabra significa la limpieza y por consiguiente un detergente es cualquier objeto que limpia. Sin embargo esta definición dista mucho de ser concreta aún para usos prácticos.

Este término implica la limpieza de un objeto por medio de un baño líquido de tal modo que el proceso tenga como base un fenómeno físico-químico. En efecto, la detergencia es un aumento poco común de los efectos limpiadores de un baño líquido, lo cual es debido a la presencia de un agente que al disolverse en él, aumenta su poder detergente inato. Como es sabido el detergente actúa, modificando los efectos interfaciales en las interfases del sistema detergente.

Hay casos que se pueden considerar como ejemplo de detergencia y en los cuales no hay baño líquido. Así tenemos un borrador, una goma que borra. En este caso hay en primer lugar, una acción abrasiva, limpiando por abrasión se hace algo fuera del campo de los efectos detergentes, pero cuando se borra un trazo de lápiz pasa lo siguiente: las partículas de grafito del trazo son desgastadas del papel junto con algunas de las fibras de éste, algunas partículas de hule se adhieren al grafito formando una adhesión compleja, la cual no se adhiere al papel y puede de esa manera ser fácilmente barrido. Esta formación compleja implica la formación de fuerzas superficiales.

Para considerar con facilidad el concepto de detergencia lo haremos estimando al sistema detergente como formado por tres factores.

1.—Un objeto sólido que será limpiado y que llamaremos sustrato.

2.—Polvo y suciedad agregados al sustrato y que será removido por el proceso de lavado.

3.—Un baño líquido.

Consideramos estos tres factores.

La forma del sustrato no ofrece mucho interés, pero en cambio su superficie, sí. Cuando estas son muy complejas, el sustrato se limpia con dificultad, ya que el polvo puede ser retenido mecánicamente cuando haya sido físico-químicamente separado de la superficie.

Al sustrato se le pueden considerar estas dos particularidades: su penetrabilidad en la superficie y la naturaleza de su superficie ya sea esta hidrofílica o hidrofóbica.

En cambio el polvo es más variable en su naturaleza que el sustrato. Puede consistir en un sólido o en un líquido, o en la mezcla de ambas fases hecha de una manera íntima y ocasional.

Las sólidas son las más comunes. Estas contienen algún material aceitoso insoluble en agua o uno grasoso que se junte con el polvo. Snell cita cuatro clases principales.

1.—Partículas metálicas, tales como rebabas de acero, hierro.

2.—Otras substancias inorgánicas en su mayor parte, como: partículas de carbón, manchas de hollín, escamas de hierro y arena.

3.—Ácidos grasos procedentes de la degradación de grasas y aceites saponificables.

4.—Otras substancias orgánicas incluyendo aceites o grasas derivadas del petróleo, grasas saponificables, carbohidrato, proteína, pigmentos y colores.

Con relación al baño, podemos decir que invariablemente consiste en una solución, el soluto es el detergente y el solvente es el líquido que aumenta sus cualidades limpiadoras con la adición del compuesto. Puede haber otro componente como soluto, su acción será la de contribuir al efecto detergente. Es conocido con el nombre de agente de carga.

La detergencia, es, sin embargo, un efecto dinámico que consiste en remover la suciedad del sustrato y en segregarla de él, casi siempre por la suspensión o la emulsificación dentro del baño.

Como se vió la mugre tiene por regla general entre sus fases una aceitosa e insoluble en agua, el agente detergente vuelve o hace susceptible de solubilizarse a la suciedad en el baño líquido.

Sin embargo el efecto detergente depende, además de los antes expuestos, de todos los factores que afectan la interacción físicoquímica. Los más importantes de éstos son: la temperatura, el grado de agitación mecánica y la duración del tratamiento.

MECANISMOS FUNDAMENTALES Y FACTORES QUE AFECTAN LA DETERGENCIA.

La detergencia se ha estudiado desde diversos puntos de vista. Desde el punto de vista práctico la variable que más nos interesa es la composición del baño. Numerosos autores han estudiado este problema y han considerado los factores y variables que la integran y que tienen una acción decisiva en el proceso.

Chwala dá los siguientes:

- a).—Penetración.
- b).—Absorción.
- c).—Tensión superficial.
- d).—Tensión interfasial
- e).—Carga eléctrica (en el caso de ser un anión o catión detergente.
- f).—Poder espumante.
- g).—Poder emulsificante y poder dispersante.
- h).—Acción coloide protectora.
- i).—Antigüedad del baño principal.

Sisley considera éstos:

- a).—Poder penetrante.
- b).—Poder espumante.
- c).—Poder emulsificante.
- d).—Poder dispersante y emulsificante.
- e).—Poder solvente y solubilizante.

f).—Acción protectora contra la redeposición.

g).—Resistencia a los iones cálcico.

Para el mecanismo de las manifestaciones del poder detergente depende también de las siguientes variables:

1.—Naturaleza del detergente.

2.—Naturaleza de la superficie que se va a limpiar.

3.—Naturaleza de las impurezas o suciedad por remover.

4.—Naturaleza del agua empleada.

5.—Efecto en la superficie que se va a limpiar.

y la eficacia del detergente de:

a).—Su composición química.

b).—De su concentración.

c).—De su temperatura.

d).—De la naturaleza del tratamiento mecánico aplicado.

Schwartz y Perry asientan las siguientes conclusiones basadas en experimentos que se han llevado a cabo: El poder detergente depende de:

I.—Naturaleza del sustrato.

II.—Naturaleza de la suciedad.

III.—Composición del baño.

IV.—Las condiciones físicas y químicas del lavado, las cuales incluyen: la temperatura, duración del tratamiento así como el tipo y grado de la acción mecánica.

V.—La cantidad relativa de suciedad, sustrato y baño presenta en el sistema.

El efecto detergente total se expresa diciendo que es la remoción y segregación de la suciedad del sustrato, lo cual se obtiene solamente por conducto de las cinco variables antes enumeradas.

Además, podemos considerar otros autores, por ejemplo, Foster D. Snell toma en cuenta las siguientes variables controlables.

a.—Naturaleza de la superficie que va a ser limpiada.

b.—Naturaleza de la suciedad que va a tratarse.

c.—pH de la solución.

d.—Efecto de carga sobre la eficiencia a limpiar, debido a las sales agregadas.

e.—Grado de agitación.

f.—Tiempo de agitación.

g.—Dureza del agua.

h.—Concentración del detergente.

i.—Relación de la superficie por limpiarse al volumen de solución.

j.—Relación de la suciedad presente a volumen de solución.

Osborne Bacon considera los siguientes:

1.—Detergente.

2.—Fuerza mecánica.

3.—Tiempo.

4.—Temperatura.

5.—Facilidad para remover la suciedad.

6.—Suspensión para remover la suciedad.

En experiencias efectuadas por él y encaminadas a demostrar la influencia del trabajo mecánico en la detergencia, tomó en cuenta las siguientes variables: El detergente, la fuerza mecánica y el tiempo, ya que las variables: temperatura y facilidad de remoción de la suciedad, permanecen constantes.

Para la experiencia uso un Launder-O- meter adaptado por él para tener dos velocidades. El trabajo del launder-o-meter varió, debido al cambio en el tamaño y talla de las balas de acero en los vasos y por la variación de la velocidad de rotación. Esta suposición que fué posteriormente confirmada por las experiencias se basa en el principio de que el trabajo que ejecuta el aparato es directamente proporcional a la masa de las balas de cada vaso y al cuadrado de las revoluciones por minuto. Todo esto tiene base si recordamos la relación entre trabajos, masa, aceleración y velocidad que existe.

De esta manera hemos querido enlistar las variables que según sus autores influyen en el proceso detergente. Creemos que las consideraciones de los autores Schwartz y Perry son las más completas y las más indicadas para establecer una definición bastante acertada.

INFLUENCIA DEL pH EN LA DETERGENCIA.

Los jabones al disolverse en el agua presentan el fenómeno de la disociación hidrolítica, es decir, que se hidrolizan, desdoblándose en ácido graso y sosa cáustica. Tomlison encontró que esta

acción hidrolítica disminuía la eficiencia detergente. En efecto, sus experimentos le llevaron a afirmar que ésta era mínima cuando la hidrólisis alcanzaba su grado máximo.

Si a la solución de jabón se le agrega sosa cástica se tendrá como resultado la neutralización de una parte de ácido graso disociado, y de esta manera la disociación decrece poco a poco, hasta que, prosiguiendo la adición ya no queda ácido graso libre, pero en cambio existe un exceso de álcali libre. Así pues, los materiales alcalinos son inmejorables para suspender la hidrólisis y mantener un pH elevado. Rhodes y sus colaboradores Morgan y Snell determinaron pH al cual el jabón rinde más, este valor es de 10.5 a 11

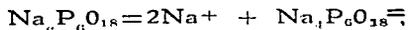
Conociendo la influencia que tiene este valor es de gran importancia el procurar mantenerlo constante, para lograr de esa manera una eficiencia continua. El mantener el pH constante en soluciones es obra de ciertas sustancias regularizadoras de este valor llamadas "buffer". Los agentes de carga al adicionarse a los jabones funcionan como tales cuando entran en solución.

Los álcalis como el fosfato trisódico, carbonato de sodio, sesquicarbonato y metasilicato de sodio, no dan en soluciones un pH excesivamente alto, aún cuando se encuentran en concentraciones elevadas y mantienen este valor. En cambio la sosa, que en pequeñas cantidades es un buen auxiliar, puede inhibir la eficiencia detergente en concentraciones elevadas.

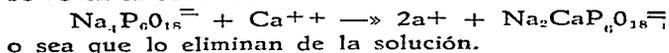
Además de la función antes citada, los agentes de carga tienen entre otras la de ablandar el agua del baño. Esto puede suceder bien sea que los iones calcio y magnesio sean precipitados en forma de sales insolubles al agregarse al baño carbonato de sodio o fosfato trisódico, o pueden remover los iones indeseables por la acción de ciertos fosfatos complejos, de los cuales el mejor conocido es el hexametáfosfato de sodio, cuya fórmula es la siguiente:



Estos compuestos se ionizan en solución acuosa para formar aniones complejos que contienen sodio.



Estos aniones pueden reaccionar luego con los iones Ca, como se ve en la ecuación:



Tanto el fosfato complejo, como el agente de carga pueden actuar además, ya sea modificando la absorción del detergente en el sustrato o en la suciedad, ya sea actuando como agente peptizante o suspensor.

Además, otra forma de actuar de los agentes de carga inorgánicos consiste en modificar las energías interfaciales entre el sustrato, la suciedad y el baño. Esto se ve claramente al agregar a las soluciones de algunos agentes activos de superficie, sulfato y cloruro de sodio, por la influencia que sobre la tensión superficial o interfacial tienen. Además afecta sus propiedades solubilizantes.

El sulfato y el cloruro de sodio en pequeñas cantidades favorecen la detergencia en los detergentes (aniones) sulfatos y sulfonados. También la favorecen en los jabones, pero en pequeñísimas cantidades, porque en concentración es elevada, no lo hacen.

El efecto de los Agentes de carga alcalinos es menos pronunciado en los detergentes sintéticos aniónicos resistentes a la cal, que el ejercicio sobre los jabones comunes y corrientes.

EVALUACION DE LA DETERGENCIA.

Es de particular importancia desde el punto de vista científico el conocer el alcance de cada uno de los factores que pueden afectar el sistema deterativo. Esto se puede lograr en el caso de los sistemas simples midiéndose algunos de ellos que sean fácilmente controlados como la naturaleza del soluto detergente al igual que la del baño. Desde luego que un producto activo no puede ser referido como un buen o mal detergente a menos que el sistema deterativo en el cual funciona se especifique con amplitud. Para poder hacer esta afirmación se someterá el detergente a una medida. Un modo consiste en seguir las cantidades iniciales y finales de suciedad. Aún esto es difícil pues dos detergentes idénticos en efectividad pueden dar eficiencia desigual en un momento dado y bajo las mismas condiciones.

Se pueden señalar dos clases generales de pruebas para determinar la eficiencia deterativa de un sistema. Hay unas pruebas llamadas prácticas con un campo de ensayo bajo condiciones actuales de uso. Estas condiciones son las que prevalecen en las plantas industriales pues en ellas se prueban los detergentes que se desean. Tienen los siguientes inconvenientes:: que se hacen en

gran escala que las condiciones se fijan según la costumbre y limitaciones del equipo.

Con este antecedente se volvió la mirada a las pruebas de detergencia llamadas artificiales. Estas pruebas no sólo miden el poder detergente del baño, sino que también estudian la detergencia como fenómeno físico químico y así descubren y aquilatan los factores que contribuyen a su efecto.

Las pruebas artificiales de detergencia son de dos clases: podemos citar en primer término las llamadas semipracticadas, que son aquellas que se efectúan bajo condiciones artificiales de lavado, pero las muestras provienen de una planta grande. Se ha descrito un gran número de pruebas semipracticadas porque son muy importantes en textiles por considerar la fuente de las muestras por lavar como las más estrechamente relacionadas con el problema. Como ejemplo tenemos cuando se trata de lana afieltrada. La pieza de lana después de que ha sido lavada se pone en un soxhlt y se le extrae la grasa, la cual no debe exceder al 1% del peso de la madeja.

En tintorería, en la preparación de piezas de algodón y de raión es importante limpiar completamente el tejido de tal manera que sea hidrofílico y absorbente con respecto a los colorantes. Aquí se efectúa no sólo un proceso de fregado del material sino que también en casos como del algodón hay remoción de la cera propia de la fibra. Las condiciones en las que se lavan son una reproducción de las de la planta, esto es que se controlan cuidadosamente: temperatura, concentración del baño, grado de agitación, tiempo del tratamiento, concentración del baño, grado de agitación, tiempo del tratamiento y longitud del baño. Por ésta última se entiende la relación del peso del baño al peso del género que en él se lava. Después de ser lavado y secado el corte de tejido se sumerge parcialmente en agua, la cantidad de impurezas hidrofóbicas que han sido removidas están medidas por la altura a la cual se eleva el agua por capilaridad y por la velocidad de esta ascensión.

Las pruebas completamente artificiales proporcionan un control bastante bueno sobre los polvos y métodos para su aplicación, así como sobre las condiciones de lavado. Son bastante más usadas que las pruebas semipracticadas. Estas pruebas varían mucho entre ellas mismas particularmente en lo que se refiere al método para mancharlas.

Para Sisley, presentan los siguientes defectos, a excepción de algunas.

1.—Son pruebas de laboratorio en las que no se toman en cuenta todas las condiciones bajo las cuales se efectúan los lavados industriales, ya sea, mecánicamente o a mano.

2.—El resultado de estas pruebas depende muy a menudo de la personalidad del que las hace.

3.—El manchado de los materiales para probar el detergente corresponde muy vagamente a la suciedad natural, la cual es muy variable en cuanto a cantidad y naturaleza.

Es realmente laborioso enumerar las pruebas existentes. Nosotros citaremos algunas porque sería cuestión de enfrascarse en descripciones de innumerables procedimientos que se han desarrollado para medir el grado de detergencia de los productos activos de superficie.

Mac Bain da un método que consiste en medir la cantidad de carbon retenida en suspensión por una solución acuosa de jabon. Schewe y Stiepel determinaron por pesadas sucesivas a la muestra, la cantidad de polvo removido por el lavado bajo condiciones experimentales. La dificultad en este método reside en que es necesario medir las reducciones de peso muy seguido. Además es necesario estar seguro que la cantidad de humedad en la muestra es siempre la misma. Este método no considera el hecho de que ciertas cantidades de jabon u otras substancias pueden ser absorbidas. Esto naturalmente dá resultados erróneos.

Thies propuso un método que consistió en medir la cantidad de material que pasó a través de una solución coloidal, o más o menos, el material separado del tejido durante el lavado.

Hermann se propuso determinar la mínima cantidad de jabón que se necesitaba para obtener un buen lavado. Sugirió usar una mezcla manchante compuesta de pasta de índigo coloidal con aceite mineral y bencina.

También podríamos citar otros más, sólo que podemos decir que no dan un resultado realmente exacto sino que depende del criterio del experimentador.

Shukoff y Schlestakoff propusieron un método más lógico y que podríamos decir que es la base de los que actualmente se emplean. Consistió en medir el grado de blanqueamiento que alcanzaban las muestras lavadas. Es parecido al método de Schiewe y

Stiepel, pero presenta esa diferencia. Sin embargo este método presenta la dificultad de medir el efecto blanqueante, por lo cual es poco práctico.

También podríamos citar otros más, sólo que podemos decir no dan un resultado realmente exacto sino que depende del criterio del experimentador.

Shukoff y Schlestakoff propusieron un método más lógico y que podríamos decir que es la base de los que actualmente se emplean. Consistió en medir el grado de blanqueamiento que alcanzaban las muestras lavadas. Es parecido al método de Schiewe y Stiepel, pero presenta esa diferencia. Sin embargo este método presenta la dificultad de medir el efecto blanqueante, por lo cual es poco practicado.

Rhodes y S. M. Brained fueron los que se acreditaron con la introducción del sistema de medir por medio de un fotocolorimetro al grado de blanqueamiento alcanzado.

El método que es más ampliamente usado para medir la detergencia es el que implica el uso de recursos mecánicos, es decir, de máquinas que dan un grado de agitación constante y uniforme. Esta fué un Launder-O-meter.

Este aparato consiste en un baño con un termostato ajustado a una abrazadera mecánica rotativa que sujete una serie de frascos Mason. Dentro de éstos se pone la tela ensuciada al standard en un solución del detergente por probar y un número determinado de balines, ya sean éstos de goma o de acero. Estas balas promueven la agitación mecánica y una ligera acción de golpeo como sucede al girar la abrazadera y cambiar de posición el frasco.

Se fija la temperatura deseada y después de darle al aparato la velocidad requerida se deja trabajando por un determinado tiempo que puede variar entre 15 y 30 minutos por lo general. Después de ésto las muestras se remueven de las jarras, se exprimen y escurren ya sea a mano o en máquina.

Como se vé aquí, se pueden controlar varias de las variables que afectan la detergencia.

Osborne y Bacon demostraron en experimentos llevados a cabo que el trabajo es una variable más importante de lo que ordinaria-

mente se supone. En efecto, en su experiencia vió la influencia que ejercía sobre la detergencia el número y talla de los balines así como la velocidad de rotación del aparato. Efectivamente equipó el sistema con un baño de precalentamiento para los vasos que contengan la solución por usar. Modificó el mecanismo para poder operar a dos velocidades, una a 42 r.p.m. y la otra a 59 r.p.m. La velocidad es muy importante porque es proporcional al cuadrado de velocidad angular. Además hizo variar la talla y masa de los balines de acero. Efectivamente pesaba 1.134 gr. para una velocidad de 42 r.p.m. Además usó balines de 0.375 de pulgada de diámetro y con un peso de 3.459 g.

Tomando como base la relación que existe entre trabajo, masa y aceleración llegamos a la conclusión de que el trabajo desarrollado por el aparato es proporcional a la masa de las balas existentes en cada vaso y al cuadrado de las revoluciones por minuto, dentro del límite prescrito.

Con la aseveración antes expuesta se puede ofrecer una escala de fuerza. La relación de las masas de los balines es de 3 a 1 puesto que pesan 3.459 g. y 1.134 g. respectivamente, esto es que estarían en relación de 3.05 a 1. La relación de los cuadrados de las velocidades es de 2 a 1 pues los cuadrados de 42 y 50 son 1764 y 3364 respectivamente.

En la tabla sería:

Velocidades	Diámetros	Número de balas por vaso.							
R. P. M.		5	10	15	20	25	30	35	40
42	0.25	1	2	3	4	5	6	7	8
59	0.25	2	4	6	8	10	12	14	16
42	0.375	3	6	9	12	15	18	21	24
59	0.375	6	12	18	24	30	36	42	54

Esta experiencia quedó completada al comparar estos resultados con baños que no habían sido sometidos a la acción mecánica. La acción deterdora en éstos últimos fué bastante mala.

El modo de estimar la detergencia o sea la remoción de la suciedad, puede ser absoluto o comparativo según los medios de que se disponga para ello. Es comparativo cuando como su nombre lo indica, se toma un baño para establecer el valor de la remoción. En efec-

to se toma un baño detergente como modelo y a él se refieren tanto las condiciones como los resultados.

El método absoluto sería el de Rhodes y Brained, es decir, la medida del grado de blancura que se logra al someter una pieza a la acción detergente de un agente activo de superficie.

Aún en este método absoluto hay varias formas de considerar los efectos. En este Szego y G. Baretta en un método que propusieron recomendaban el uso del fotocolorímetro de Pulfrich. Para poder evaluar la remoción lograda hacían una lectura inicial B_0 al tejido antes de ser sometido al baño detergente, es decir, sucio.

Al final se hace otra lectura y entonces se puede hacer la siguiente consideración: la cantidad de polvo removida por unidad de superficie n es igual a:

$$n = \frac{\text{Log } B_n - \text{Log } B_0}{\text{Log } x} \quad \text{en donde es la brillantez original, } \infty$$

es el coeficiente del decrecimiento de
de este valor.

Ese sería un método, veremos otros: Los resultados de lavado se pueden expresar por medio de gráficas, poniendo por un lado los cambios de la reflectancia y por otro variaciones en la concentración del detergente, o al mismo tiempo de agitación. También se puede considerar el peso de la suciedad removida. Como se ve la interpretación de esta prueba no tiene un método standard. Ha sido costumbre comparar los detergentes por medio de las curvas de reflectancia-concentración. Estas curvas se interpretan parcialmente comparándolas al llevarse a cabo los lavados en condiciones similares.

Osborne Bacon efectuó las lecturas de brillanteces en un fotoeléctrico universal de Lange.

Estas lecturas se pueden efectuar también en tintómetros.

El Launder-Ometer ha sido ampliamente adoptado porque se puede controlar con su uso, los factores mecánicos y físicos que afectan el progreso de lavado, notablemente: el tiempo, la temperatura y el grado de agitación. Cualquier método que controle las variantes antes mencionadas, nos servirá para efectuar las pruebas de lavado.

Pasemos ahora a considerar otra fase importantísima de estas pruebas: los métodos usados para ensuciar los géneros que luego van a ser limpiados.

Todos los baños y fórmulas ensuciantes deben estar basados en el deseo de imitar hasta donde sea posible la suciedad natural, la cual se consideró con amplitud en páginas anteriores al tratar el concepto de detergencia. Como se verá son muy variados, pues cada autor procura dar una fórmula original.

Algunos autores propusieron los siguientes manchados: jugo de fruta, mezcla de harina, salsa, clara de huevo, limón, harina cocida, leche mostaza, grasa de cebollas fritas, óxido de fierro, mezcla de diferentes aceites y carbones y negro de humo.

Las siguientes fórmulas son buenas para usarse en el laundrometer. Algunas intentan simular polvos vegetales.

Para algodón.

6 grs. de oildag (una suspensión coloidal de grafito en aceite mineral).

1.7 grs. de aceite de Wesson (un aceite vegetal apropiado).

3 litros de tetracloruro de carbono.

Para estambre:

Negro de humo	...	...	0.5 g.
Sebo apropiado	...	...	7.255 g.
Nujol	...	...	0.25 g.

En cada caso el tetracloruro de carbono actúa como un solvente o un portador para el aceite.

El sistema ensuciante de Rhodes y Brained consiste en:

Negro de humo	...	...	2 g.
Aceite lubricante	...	...	5 g.
Tetracloruro de carbono	...	...	2 lts.

P. Cunliffe menciona que es necesario para la determinación de eficacia en algunos detergentes y materiales de lavandería el usar tejidos en los cuales el ensuciado artificial pueda ser controlado fácilmente, para que su grado de suciedad pueda ser constante. El autor prefiere el uso de la ilmenita en polvo en lugar de negro de humo, puesto que éste presenta la dificultad de que no

es uniforme en el tamaño del grano. La ilmenita es un pigmento con base de titanio de forma cristalina y que tiene la ventaja de que se puede obtener en estado homogéneo. Una suspensión de este pigmento es preparada de acuerdo con la siguiente receta:

Gelatina	12 grs.
Aceite de parafina	30 grs.
Lanolina	9 grs.
Agente emulsificante	60 grs.
Ilmenita	30 grs.
Agua	3 litros

Se pone primero la gelatina en 500 c.c. de agua, después el aceite y la lanolina se mezclan juntos y luego se agrega el agente de emulsificante, adicionando la ilmenita; después se agrega la solución de gelatina a esta mezcla y se diluye todo en tres litros de agua. Esta pasta se aplica a los tejidos por medio de unos rodillos para dar una presión uniforme. El tejido se seca a 50-60° C. El método recientemente propuesto por Reingcissen es muy interesante, puesto que emplea como agente ensuciante el material exacto que se debe eliminar. Este es el material ensuciante del cuerpo humano, el cual se obtiene separando los lodos de bencina en los residuos de la ropa lavada en seco. Estos lodos contienen en su promedio un total de 58% de materias grasas y su porcentaje de composición es el siguiente:

Acidos grasos	31%
Grasas neutras	35%
Insaponificables	10%
Pigmentos coloridos	4%

Un tejido que se pase a través de este cieno queda uniformemente coloreado.

Hay otras pruebas que no enumeramos por ser esto demasiado prolijo.

Todos estos métodos descansan en el principio de que el polvo se fija a la tela por medio de un vehículo que sería por lo general una sustancia grasa de origen vegetal, animal o mineral.

CAPITULO III.

CONCEPTO DE HUMECTACION.

Penetración.

En este campo los agentes activos de superficie encuentran un gran número de aplicaciones, tales como la penetración o repelen-
cia que se le quiera dar a un tejido: la moliendo de pigmentos du-
rante su preparación para tintas o pinturas, etc.

Ya hemos visto como la modificación de las características de
la interfase influye en la penetración y extendimiento de los líquidos
sobre superficies sólidas. Tales modificaciones son logradas por
la adición de los agentes humectantes, a un solvente, constituyendo
así el baño penetrante.

Young & Coons considera tres casos de extendimiento y pe-
netración.

El caso más simple es aquel en el cual no hay reacción entre
la solución y la superficie por limpiar. O sea que la penetración
es el resultado de la acción de extenderse en ella.

Un caso más complicado es aquel en el cual hay reacción en-
tre el agente activo contenido en la solución que se extiende y el
complejo formado por una molécula de agente activo de superfi-
cie y la partícula de herrumbre.

El agua se extenderá más rápidamente sobre el orín que sobre
otra superficie, debido a las fuerzas de capilaridad. Si el agua
contiene jabón, el extendimiento se efectuará más rápidamente
sólo por la atracción capilar sino también por la reacción química
entre el orín y el jabón. A medida que la solución se extiende, el

jabón reaccionará con el polvo formando un compuesto insoluble. Así se facilita la difusión del líquido y otra molécula de jabón avanza al límite del líquido, hasta que a su turno es fijada por el orin. La solución debe de ser lo suficientemente concentrada para que estas difusiones y fijaciones alternas, no agoten el baño.

Además de la reacción antes citada, que es puramente química, existe otra física y la atracción es debida a cargas eléctricas. Esta propiedad es de particular importancia en la industria textil y los agentes activos que provocan esta clase de atracción son llamados sustantivos. Una característica de esta propiedad es la de la penetración.

Métodos para medir el poder de penetración.

Entre los numerosos métodos propuestos, citaremos solamente los que mayor interés nos puedan ofrecer.

Jugue concibió la idea de poner en la superficie de la solución del penetrante un agente difícilmente mojabable, tal como el índigo y azufre espolvoreado.

Lidner & Zickerman pero pusieron un método basado en el aumento de peso de una hoja de cuarzo cubierta con parafina y sumergida en el líquido por espacio de 10 minutos.

Karl Woltz sugirió el comparar los agentes de penetración atando hilos de algodón a un anillo de vidrio. La hilaza se metió en la solución que tiene una concentración de 0.2% de cada producto por probar, coloreada con azul de metileno, de tal manera que una tercera parte de la hilaza quede sin sumergirse. La rapidez de penetración se observa y la altura a la que la hilaza se colorea nos da la ascensión capilar del líquido. Este método no dá resultados exactos.

Los métodos más importantes son:

- 1.—El método de inmersión o método de Erban.
- 2.—El método de inmersión forzada o método de Ristempart.
- 3.—El método de Herbig o de la centrifugación.
- 4.—El método de Servo-Schopner o de la contracción aparente.

El método de Erban consiste en determinar el tiempo que requiere una muestra de tejido textil al caer en el fondo de un baño que contiene el agente penetrante. Las muestras tienen la forma de discos y se pueden ser de algodón, lana o algodón sin descru-

dar. Se colocan en la superficie del líquido y se anota el tiempo requerido para hundirse.

La I. G. Farberindustrie empleaba un método algo modificado pues usaba un embudo. En efecto el disco de material para probar se ponía en el embudo y después se sumergía bajo la superficie del líquido y se anotaba el tiempo en que caía al fondo del recipiente. De esta manera se eliminaba más aún el aire ocluido por la fibra. La cuestión del material por usar en esta prueba no dejaba de ser un punto de discrepancia. Morgan, Pratt y Pillett recomendaron el uso de piezas de trajes. Herman prefería franela de lana. Callan señaló la desventaja de usar algodón que no fuera homogéneo, pues está más expuesto que la lana a cambios debidos a la diferencia de pH.

Heltzer encontró que los resultados eran más regulares con los discos de lana. Estos deben tener un diámetro de 3 cm. y es mejor cortarlos con sacabocados. Se pesan, no para ver si tienen el mismo peso sino para ver los que tienen una gran diferencia y eliminarlos, los discos buenos deben guardarse cuidadosamente. Desde luego debe usarse el mismo fieltro para hacer las pruebas comparativas, y se debe conocer su contenido de grasa. La forma del disco posee la ventaja de que las muestras son regulares y uniformes y tienen una acción más regular en la prueba de penetración, en cambio los cuadros tienen siempre la tendencia a enrollarse.

Los vasos de precipitación deben de ser de la misma capacidad para que así la profundidad del líquido sea la misma y deben llenarse hasta casi el tope para facilitar la colocación del disco en la superficie del líquido. Es más recomendable dejar caer 2 discos simultáneamente en el mismo baño de este modo se reduce al margen de error, pues los dos discos caen al fondo simultáneamente.

Se hacen varias determinaciones y se toman promedios, eliminando de las que se alejen mucho de él. En cuanto a las concentraciones es necesario hacer pruebas en varias, como por ejemplo, usando 0.1%, 0.5% y arriba de 2%.

De estas determinaciones se pueden hacer gráficas tomando como abscisas concentraciones y como ordenadas el tiempo. Las temperaturas de las pruebas de penetración deben ser controladas con cuidado porque los agentes penetrantes actúan de distinta manera a diversas temperaturas. Los jabones como una regla general muestran el máximo de penetración entre 40° y 60° C. de tem-

peratura. Las temperaturas elevadas causan una disminución del poder de penetración, exceptuando en los jabones de ácido esteárico. Los sulforicinatos actúan de una manera parecida pero la diferencia no es tan marcada.

* Productos derivados de los alquil y polialkil naftalenos muestran un poder penetrante muy marcado en frío, el cual disminuye considerablemente al elevar la temperatura. Los esteres del ácido ricinocoleico particularmente aquellos que contienen cierta proporción de solventes (alcoholbutílico o metil hexalina) tienen poder de penetración, el cual disminuye poco o nada a la ebullición.

* Los derivados de los alcoholes de ácidos grasos aumentan su poder de penetración al elevarse la temperatura llegando a su máximo a los 80° C. La presencia de solventes en los agentes penetrantes, determina un aumento en el poder de penetración.

Por regla general para las pruebas se emplea agua destilada. Sin embargo en ciertas pruebas es preferible usar aguas duras, las cuales son de 22° de dureza y que se preparan con CaCl_2 añadido a agua destilada. Es de notarse que a excepción de los agentes penetrantes como el jabón, los cuales son afectados por la dureza del agua, los demás agentes penetrantes tienden a incrementar su poder de penetración. Por esto es bueno hacer pruebas a 0°, 15° y 30° de dureza escala francesa.

Descripción del Método de Ristempart.

El método de Ristempart o método de la inmersión forzada es una modificación del de Erban.

Consiste principalmente en un anzuelo que está fijado a un peso de unos 10 gr. por medio de un cordelito. En el anzuelo se fija una madeja o un disco de fieltro como los que previamente se describieron. Se toma el tiempo en que la madeja tarda en caer al fondo. Claro está que todo este sistema va en un cilindro de 500 ml. y que se encuentra sumergido a unos cuantos milímetros de la superficie. Rupert hizo una modificación a este método, la que consistió en agregar una pieza de material la cual es difícil de mojar, al bulbo de un hidrómetro especialmente construido y anotando en la escala graduada del instrumento el hundimiento del hidró-

* J. P. Sisley.

geno dentro del liquido penetrante, en proporción a la penetración del liquido dentro del tejido.

El método oficial de la Asociación Americana de Químicos Textiles y Coloristas está basado en el mismo principio que el Ris-tempart. Consiste en medir el tiempo necesario para que una madeja de 5 g. de algodón crudo, doblada en dos se hunda en la solución de agente penetrante. Esta pieza está enganchada a un anzuelo el cual está unido a una áncora. Este anzuelo pesa exactamente 1.5 g y consiste en una pieza de alambre de cobre No. 12 de 50 mm. de longitud al que se le dió esa forma. El áncora pesa por lo menos 20 g. y está separada por medio de un cordón a una distancia de 25 mm. del anzuelo.

Para hacer la prueba la madeja más apropiada es la de algodón crudo, de un peso de 0.5 g. de peso. Una madeja de 90 cm. se dobla en dos partes iguales y se riza. Un extremo de la madeja se agrega al anzuelo y el otro extremo se corta, se aplana y se separan los dos cordones. El sistema se deja caer dentro de una solución de agente penetrante en un cilindro de 500 ml. El tiempo transcurrido entre la introducción de la madeja y el momento en el que el anzuelo toca el fondo del cilindro, se mide con un reloj.

Para probar un agente penetrante se recomienda hacer una solución de 100 g. de sustancia en 1000 ml. de ahí se toman: 5, 10, 25, 35, 50, 75 ml. y se diluyen a 500 ml. de esta manera se tienen concentraciones de 1, 2, 5, 7, 10 y 15 g. por litro. Esta serie de concentraciones cubren precisamente todos los tiempos de penetración medibles de todos los agentes penetrantes.

El método de interpretar los resultados es importante. Los números en las abscisas representan el logaritmo de los números de gramos del agente penetrante por litro, las ordenadas representan el logaritmo de los tiempos en segundos. Aquellas soluciones que dan el mismo tiempo de hundimiento tienen la misma actividad de penetración. Las cantidades equivalentes necesarias para obtener el efecto deseado son dados por la lectura de la curva. Para poder establecer una comparación de los productos comerciales se toma como tiempo standard 25".

Si se requieren 4 g. de un agente penetrante para obtener una curva de 25" y 5 g. de otro agente para dar el mismo tiempo de hundimiento, se verá que la efectividad del segundo es sólo un 80% del primero.

Método de Herbig.—Otro procedimiento estudiado consiste en determinar la cantidad de líquido absorbido por una tela durante un tiempo definido. Un tejido de peso conocido se sumerge en un volumen de solución de agente penetrante al mismo tiempo deseado y después se exprime o centrifuga. Se pesa inmediatamente después. Es innecesario el señalar que estas experiencias se deben hacer con el mismo material y en lo que a peso se refiere deben de ser conocidos y se deben guardar en una atmósfera que tenga la temperatura y humedad constantes. La impregnación de la tela deberá hacerse a la misma temperatura y en el mismo lapso de tiempo. También se deberá usar la misma centrifuga y se dará el mismo número de revoluciones y el peso de la muestra deberá determinarse rápidamente. El método de Herbig ha sido modificado por otros investigadores entre los que podemos citar a Evans y a Kennedy.

W. Seck y Lakmann tienen un método que consiste en lo siguiente: la materia prima es algodón en forma de madejas, crudo y sin blanquear. La calidad de la madeja deberá ser uniforme y la humedad si es que tiene deberá ser normal. Su peso será de 5 g.⁺—0.01 g.

Los cordones de la madeja son arreglados y juntados, luego se dobla para formar una madeja con una longitud de una mitad de la original. El anillo se forma y es agregado a un recorte cortado por un extremo y aplanado con la palma de la mano unas 10 veces para abrir y separar las madejas. La madeja y el recorte se introducen en el seno de la solución de agente penetrante a una concentración dada. Se deja en ella por espacio de tiempo el cual se mide por medio de un reloj, luego se coloca en la canasta de una centrifuga, así como todo el contenido del cilindro. Esta centrifuga deberá ser movida a mano y tendrá una relación de engranes de 1:36 teniendo una canasta de 5.5 cm. de diámetro. Un segundo después de transferir la madeja, la velocidad de la centrifuga se incrementa a 2.160 revoluciones por minuto y se mantiene a esa velocidad el tiempo que uno desee, luego se separa repentinamente por medio de una palanca. Después se separa la madeja del recor-

te y se pesa cuidadosamente en un pesafiltro. La cantidad de líquido retenido por la madeja es calculado contra el peso original de ella.

METODO DE LA MEDIDA DE ENCOGIMIENTO APARENTE.

Abramovitch expone las siguientes consideraciones que le sirven de base para el método.

1.—La madeja al aflojarse aumenta sensiblemente su longitud. Este fenómeno no ocurre en el aire o en estado seco.

2.—El destrenzado y la elongación es una función de la facilidad y rapidez con la cual penetra el líquido en el tejido, es decir, es una función de poder humectante en un medio acuoso y no del tiempo de penetración.

Basado en lo anterior se estableció un método para la medida del poder humectante de agentes penetrantes. Consiste en medir la elongación de una madeja impregnada en una solución de agente penetrante por examinar a las concentraciones y temperaturas deseadas y empleadas en la industria textil. El poder penetrante de un producto es igual a la elongación total de una madeja standard medida después de impregnarla de una solución acuosa del producto por investigar, menos la elongación de la misma madeja después de impregnarla con agua destilada a la misma temperatura, dividido esto por la longitud inicial de la madeja. Siendo L la longitud de la madeja que se usa para la prueba 25-30 cm) "A", la elongación en milímetros después de la impregnación en agua destilada tibia o fría.

"B" la elongación total después de la acción de la solución acuosa del producto que se prueba, bien sea en tibio o en frío. X el poder humectante del producto probado.

Método de operación.—El aparato empelado es una bureta común y corriente de 50 c.c. en el extremo abierto se introduce un gancho de vidrio a una altura tal que la parte inferior de este gancho coincida con el cero de la bureta.

La madeja standard (que será larga y perfectamente trenzada) se agrega al gancho de vidrio y al otro extremo se le cuelga un contrapeso de un gramo. La longitud de la madeja puede variar de 25-30 m. La madeja con el contrapeso se introduce en la bureta y se observa la marca que alcanza en ella. Después de tomar la

medida exacta de la longitud, se saca todo el sistema y se llena la bureta con agua destilada hasta el 0.2 c.c. de la graduación, pues se debe tomar en cuenta el desplazamiento del líquido provocado por el contrapeso. Se reintroduce la madeja y se nota el cambio de longitud. Después de un cuarto de hora cuando más, la elongación se estabiliza y puede uno proceder a medir el alargamiento, después del tratamiento o sea el valor "B".

La única precaución que se debe observar es que la bureta sea exactamente vertical. La combinación de la madeja y el contrapeso no deberá tocar el cristal de la bureta para eliminar de esta mente por el encogimiento que sufre el mismo. A pesar de esto el se deberá hacer en agua blanda, en frío y ligeramente caliente 45° 50° para determinar el valor "a" el cual es constante para una madeja dada.

Existe un procedimiento ideado por Servo-Schopper en el cual el alargamiento es medido continuamente y de esta manera es posible lograr una semblanza del proceso de penetración, tomando en consideración la propiedad de hinchamiento que tienen los materiales fibrosos cuando están en contacto con líquidos. El grado de hinchamiento que puede alcanzar el tejido es medido indirectamente por el encogimiento que sufre el mismo. A pesar de esto el grado de encogimiento demasiado pequeño para que pueda ser evaluado con facilidad, por lo tanto se recurrió al medio de medir la velocidad con la que una madeja trenzada se destrenza durante el encogimiento provocado por la humectación.

Este fenómeno se nota más aún si se trenzan 2 madejas de igual longitud, una por la derecha y otra por la izquierda y se impregnan juntas. Durante la humectación las madejas se destrenzan individualmente y sufren un encogimiento individual y considerable el cual puede ser medido por medio de un aparato.

IV.—PARTE EXPERIMENTAL.

Con los antecedentes teóricos que antes expusimos, nos será mas accesible el entendimiento de las pruebas experimentales que constituyen el objeto de éste capítulo. Es evidente que una vez que se han sentado las bases teóricas sobre las cuales descansa el tan complejo fenómeno de la detergencia. Se verá experimentalmente cual es la realidad del valor de todas las variables que señalamos al considerar el concepto de ella.

Las pruebas que realizamos, han tenido por objeto el comprobar el comportamiento de una serie de agentes activos de superficie en cada una de las variables que intervienen en el proceso deterativo.

Entre éstas variables, seleccioné las siguientes:

a.—Pruebas realizadas sobre el abatimiento de la Tensión Superficial.

b.—Pruebas de humectación sobre el poder penetrante.

c.—Pruebas realizadas sobre el poder Espumante.

d.—Pruebas sobre la acción suspensora y peptizante.

Podríamos citar además, unas pruebas de lavado llevadas a cabo, en las que ya se estudia el fenómeno deterativo en sí y en las que vemos cual de losa. a. de S. empleados nos da el mejor resultado, y puede ser llamado como mejor detergente.

Todas las pruebas que antes ennumeramos son pruebas de laboratorio y se efectuaron de acuerdo con los medios disponibles, ajustándose algunas veces a los métodos clásicos, prescriptos por los libros y otras sufriendo modificaciones prácticas, las cuales no lo apartan de su principio básico y descansando en el hecho de

que todas éstas pruebas están referidas a una base y que su medida es meramente comparativa.

Estas experiencias se hicieron empleando productos industriales aplicables a textiles, los cuales pertenecen al grupo de los anionactivos. Como son productos industriales solo daremos a conocer la composición química de ellos, más no su fórmula de constitución.

Estos son los siguientes:

Jabón de potasa.—

Neolene 300 Sulfonado A.—Alkil aril sulfonado.

Nasconol NR.—Id.

Espumino. —Id.

Syn-O-Tol. —Carboxilo unido a través de Amida.

Las experiencias nos darán el comportamiento de ellos en las pruebas para comprobar la función de las variables en el proceso detergente, y las de éste en sí.

PRUEBAS DE PENETRACION.

En el capítulo de humectación que tan extensamente vimos antes, se encuentran citados los procedimientos que además de servir de base a posteriores, son los que por ahora más se emplean.

Nosotros en nuestra experiencia usamos el llamado Método del Disco de Canvas. Este método es de lo más práctico y eficiente que hay. Consiste esencialmente en la medida del tiempo de penetración de un disco de una pulgada de diámetro de manta Mount Vernan No. 6, bajo condiciones definidas de concentración, temperatura, dureza del agua y de la solución detergente.

El disco se prepara cortándolo de la manta con un troquel que dé la medida que antes citamos o unas tijeras libres de grasa y tomando como modelo una moneda de a 25 centavos de a dólar.

Se ponen 500 ml de la solución por probar en un vaso de 600 y una alargadera Bush de una pulgada y media de diámetro y de una copa de tres pulgadas de largo, se invierte en la solución y se lleva el contenido a la temperatura deseada. Rápidamente se saca la alargadera Bush de la solución y se coloca un disco de Canvas en ella y se vuelve a meter en la solución, pero invertida, al mismo tiempo que comienza a tomar el tiempo. La alargadera sumerge el disco a una profundidad de cerca de media pulgada, el tiempo re-

querido para comenzar a hundirse se mide con el reloj y se apunta como tiempo de penetración. Este método presenta la ventaja de que todo los integrantes del sistema se pueden conseguir con facilidad y que se traducen en efectividad y en ahorro de tiempo.

Nosotros le hicimos a este método una modificación que es lo que hace aún mas práctico, sin perder por eso su exactitud.

Consiste en emplear un alambre común y corriente doblado en forma de anzuelo cuya rama larga sale a la superficie de la solución. De la corta atamos por medio de un hilillo el disco. Este no se precisamente de lona Mount Vernon No. 6, pero como seguimos un sistema de medida comparativa, usamos otra clase de lona la cual será empleada en todas las determinaciones de nuestras experiencias.

Se toma el tiempo de hundimiento, midiendo el transcurrido entre el momento en el cual se echa el disco a la solución de detergente y el instante en el cual el disco toca el fondo del vaso. Las pruebas se hicieron por duplicado variando las condiciones que al principio se citaron, excepción hecha de la dureza del agua pues todas se hicieron con agua destilada. En efecto las determinaciones se llevaron a cabo en medios ácidos, neutros y alcalinos. En cada uno de estos medios se varió la temperatura, haciendo una determinación a la temperatura ambiente y la otra a 50°C.

Las determinaciones se hicieron por duplicado. A continuación enlistamos los resultados de las experiencias realizadas.

Pruebas de penetración.—Disco de Canvas.

X.—Tiempo de hundimiento en segundos.

Y.—Concentración de detergente en ‰ de solución.

SYN-O-TOL.

Medio Neutro.—Temperatura Ambiente.

X	51.6	59.3	122.7	279.5	378
X	5	4	3	2	1

Medio Neutro.—Temperatura 50° C.

X	25.7	34.7	96.7	144.5	207
Y	5	4	3	2	1

En Medio Alcalino.—Temperatura Ambiente.

X	36	102	162	198	390
Y	5	4	2		1

En Medio Alcalino.—Temperatura 50°C.					
X	52	98	197	219	297
Y	5	4	3	2	1
En Medio Acido.—Temperatura Ambiente.					
X	93	109	146	253	617
Y	5	4	3	2	1
En Medio Acido.—Temperatura 50°C.					
X	29	47	181	340	629
Y	5	4	3	2	1

NACONOL N R.

En Medio Neutro.—Temperatura Ambiente.					
X	17	36	65	149	274
Y	5	4	3	2	1
En Medio Neutro.—Temperatura 50°C.					
X	11	22	49	190	255
Y	5	4	3	2	1
En Medio Alcalino.—Temperatura Ambiente.					
X	29	53	80	174	408
Y	5	4	3	2	1
En Medio Alcalino.—Temperatura 50°C.					
X	19	30	82	138	373
Y	5	4	3	2	1
En Medio Acido.—Temperatura Ambiente.					
X	26	42	118	286	900
Y	5	4	3	2	1
En Medio Acido.—Temperatura 50°C.					
X	15	33	176	477	900
Y	5	4	3	2	1

NEOLENE 300 SULFONADO A₂

En Medio Neutro.—Temperatura Ambiente.					
X	7	12	26	79	145
Y	5	4	3	2	1
En Medio Neutro.—Temperatura 50°C.					
X	5	6	21	45	76
Y	5	4	3	2	1

En Medio Alcalino.—Temperatura Ambiente.					
X	12	19	34	75	186
Y	5	4	3	2	1
En Medio Alcalino.—Temperatura 50°C.					
X	6	11	22	67	178
Y	5	4	3	2	1
En Medio Acido.—Temperatura Ambiente.					
X	10	21	45	144	324
Y	5	4	3	2	1
En Medio Acido.—Temperatura 50°C.					
X	8	27	60	247	900
Y	5	4	3	2	1

JABON DE POTASA.

En Medio Neutro.—Temperatura Ambiente.					
X	221	325	392	570	900
Y	5	4	3	2	1
En Medio Neutro.—Temperatura 50°C.					
X	139	199	269	460	748
Y	5	4	3	2	1
En Medio Alcalino.—Temperatura Ambiente.					
X	349	437	500	708	900
Y	5	4	3	2	1
En Medio Alcalino.—Temperatura 50°C.					
X	314	305	419	686	900
Y	5	4	3	2	1
En Medio Acido.—Temperaturas Ambiente y 50°C. Se corta el jabón.					

ESpumino.

Medio Neutro.—Temperatura Ambiente.					
X	86	98	216	394	742
Y	5	4	3	2	1
Medio Neutro.—Temperatura 50°C.					
X	86	107	132	253	672
Y	5	4	3	2	1
Medio Alcalino.—Temperatura Ambiente.					
X	101	110	178	352	799
Y	5	4	3	2	1

Medio Alcalino.—Temperatura 50°C.

Y	5	4	3	2	1
X	88	105	189	401	900

Medio Aiido.—Temperatura Ambiente.—

X	156	327	607	900	900
Y	5	4	3	2	1

Medio Acido.—Temperatura 50°C.

X	228	706	900	900
Y.—	5	4	3	2 y 1

v Si consideramos los resultados consignados en esta tabla, veremos que todos los agentes activos de superficie que empleamos en nuestra experiencia, funcionan mejor como penetrantes en medio neutro y más aún a una temperatura de 50°C. El porqué de éste fenómeno ya que se consideró antes al tratar lo que se entiende por penetración.

El agente activo de superficie o detergente que más regularmente funciona considerando que las concentraciones variaron, fué el Neolene 300 Sulfonado A., el cual a 50° en medio neutro nos dió una curva casi paralela al eje de las concentraciones.

Se ve así mismo la influencia que sobre el jabón tiene el pH y su diferencia con los detergentes, por su manera de actuar en los diferentes medios.

MEDIDA DE LA TENSION SUPERFICIAL.

Con anterioridad quedó definida la tensión superficial de manera que ahora pasaremos a considera los métodos empleados para su medida. Estos podemos clasificarlos en dos categorías principales:

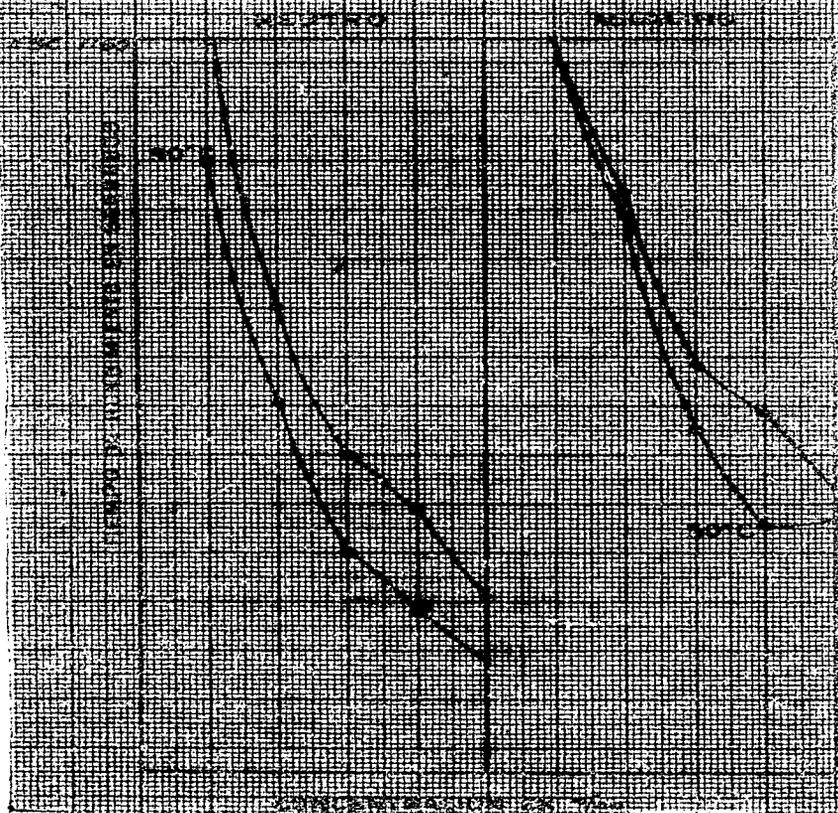
Los estáticos.

Los dinámicos.

Los métodos estáticos son aquellos en los que se mide la tensión superficial, a superficies que han permanecido sin cambio por un tiempo adecuado y que están en equilibrio con el interior. Los métodos dinámicos miden la tensión en superficies que están siendo extendidas o contraídas, sin importarles si están o no en equilibrio con su interior y la medida depende de cuan rápidamente cambia la superficie.

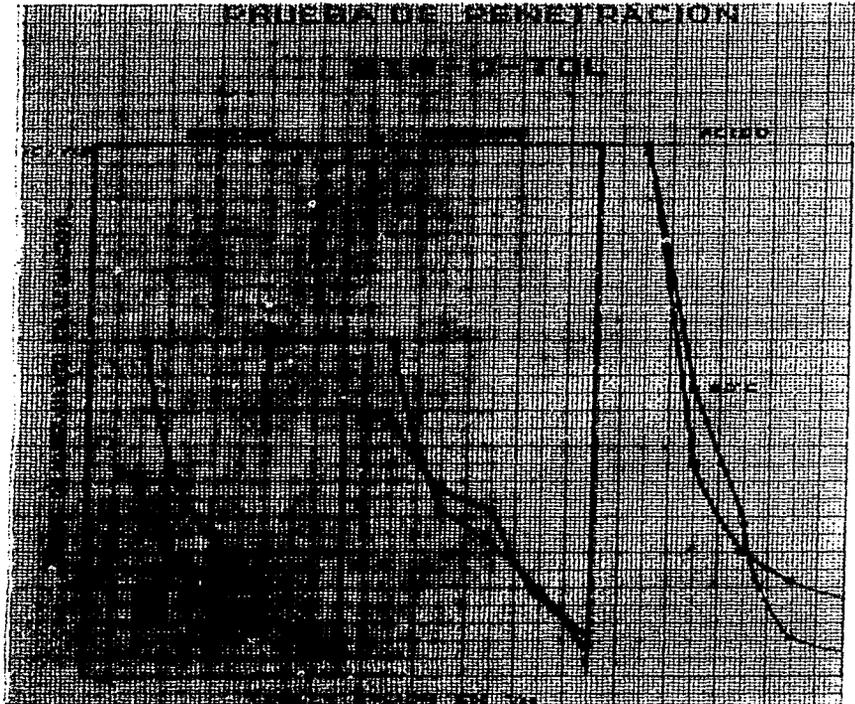
ANILISA DE PENETRACION

JARON DE EDIACA

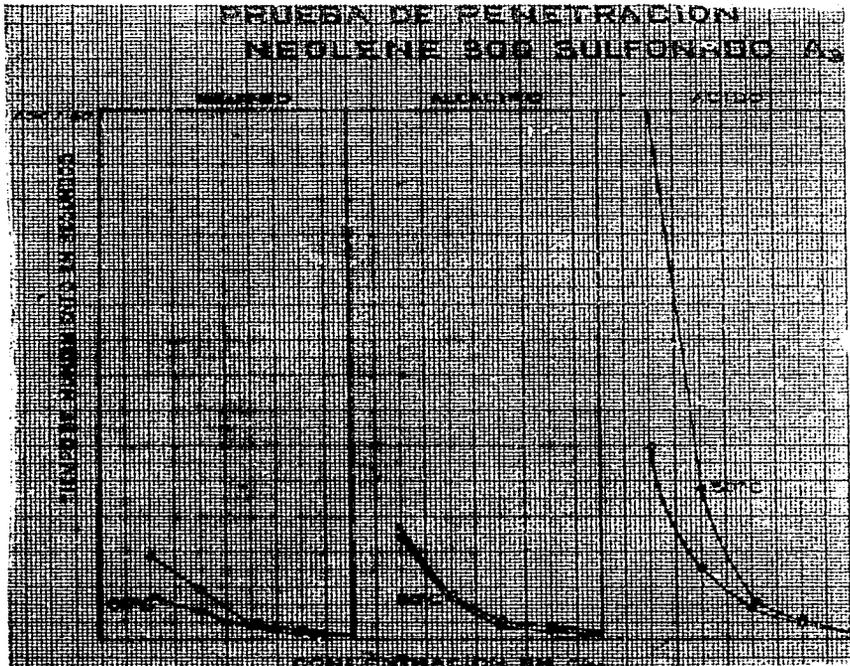


PRUEBA DE PENETRACION

RESISTENCIA



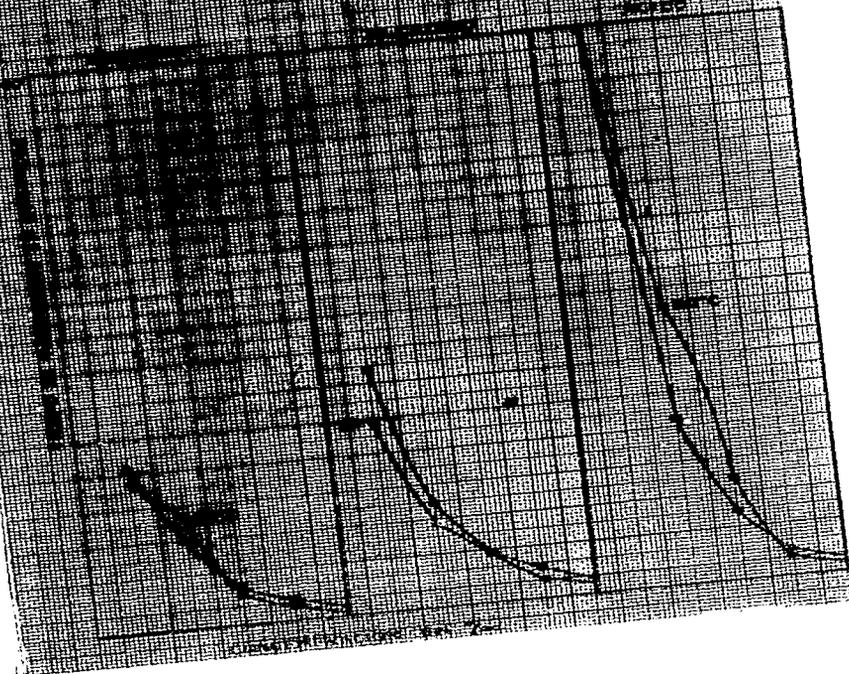
PRUEBA DE PENETRACION
NEOLINE 300 SULFONADO



PERFORMANCE EVALUATION

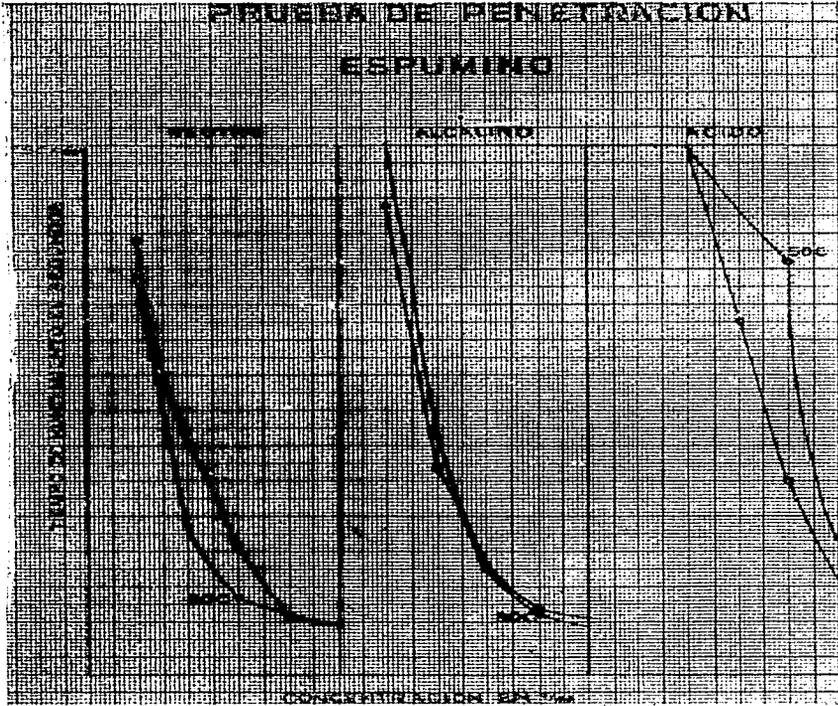
PERFORMANCE OF

1988



PRUEBA DE PENETRACION

ESPUMINGO



Como es sabido las soluciones presentan molécula de diferentes densidades, las mas densas tienden a sentarse en fondo de la masa líquida y las menos tienden a irse a la superficie. Mediante una agitación adecuada, la solución se vuelve homogénea y se encuentra en equilibrio con su interior.

Los mas de los métodos estáticos dependen de uno de éstos dos principios. El primero es una medida, directa o indirecta de la presión diferencial o través de una interfase curva. El segundo consiste en la extensión lenta de una superficie o interfase y en medir al tiempo la fuerza desarrollada para llevar a cabo esta operación.

PRINCIPALES METODOS ESTATICOS.

Método de la Ascensión Capilar.

Puesto que la ascensión capilar depende de la tensión superficial, veremos como este método nos servirá para medir la tensión que provoca el fenómeno.

Veamos un tubo capilar descansando en el seno de una masa líquida. Consideremos el mecanismo formado e ignoremos porque causas se logró. Veremos que la superficie ABC es una superficie de revolución formada al girar alrededor del eje B' BB''. Sabemos que la energía libre de superficie se manifiesta por una tendencia a la contracción y a hacer mínima la superficie, en este caso ABC, la cual sería mínima si el punto B estuviese al nivel de los puntos A y C, es decir que esta superficie sería planar en lugar de ser curvada. Esta tendencia a hacer mínima la superficie sería equivalente a una presión aplicada en el lado convexo de ABC. A esta tendencia se debe el que el líquido se eleve en un tubo capilar. Ahora bien, sabemos que a causa de las relaciones de energía entre el líquido y la pared, este forma con aquella un ángulo definido, el cual es conocido con el nombre de ángulo de contacto.

Sentado este precedente vamos a considerar la elevación capilar en una serie de pasos. Por un lado sabemos que la presión en B tiende a elevar a este punto al nivel AC, lo cual se traduce en una disminución de la medida del ángulo de contacto haciéndolo menos agudo. Esto provoca un trastorno en las relaciones de energía y el nivel AC se elevará por consecuencia y el ángulo recobrará su valor de equilibrio. De esta manera el líquido se eleva, y lo hará hasta que el peso de la columna de líquido comprendida entre el punto B

y el nivel del líquido en el recipiente sea lo suficiente para equilibrar la presión. Es decir que el menisco está sujeto a dos fuerzas colineales y directamente opuestas.

La diferencia de éstas presiones está dada por la siguiente ecuación:

$$P_1 - P_2 = \gamma \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

En donde: $P_1 - P_2$ es la diferencia de presiones, γ la tensión superficial dada en dinas por cm. y R_1 y R_2 son los radios de curvatura de la superficie curvada.

Con estos antecedentes es fácil establecer la ecuación que nos dará la medida de la tensión superficial.

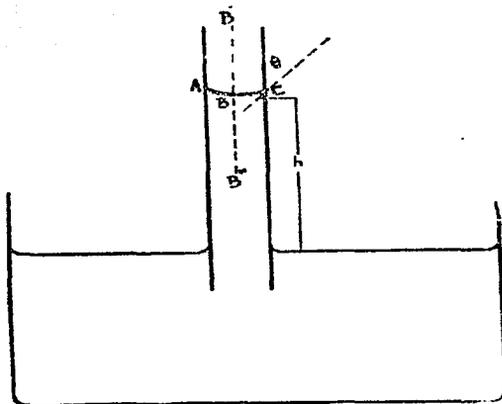
Si el tubo capilar por donde se eleva el líquido es bastante pequeño, entonces la superficie ABC será esférica y por lo tanto sus radios de curvatura serán iguales. Si el ángulo de contacto vale cero o nada entonces los radios de curvatura de la superficie serán iguales al radio del tubo. Por lo tanto la diferencia de presiones a través de la superficie queda:

$$P_1 - P_2 = \gamma \left(\frac{1}{r} + \frac{1}{r} \right) = \frac{2\gamma}{r}$$

Como ya vimos antes esta diferencia de presiones vendría, estando dada por el equilibrio alcanzado cuando el peso de la columna del líquido comprendida entre el punto B y el nivel del líquido en el recipiente, equilibra a la tendencia del líquido a hacer mínima la superficie ABC. El peso de la columna está dado por la siguiente ecuación: $gh(D - D_a)$, en donde D es densidad del líquido, D_a la del aire y g es la gravedad. En los cálculos actuales D_a se ignora. Por lo tanto queda:

$$ghD = \frac{2}{r} \dots = \frac{1}{2} grh D$$

Sisley le encuentra a este método los siguientes inconvenientes:



1.—Es largo y es necesario esperar tiempo suficiente para que el sistema alcance su equilibrio.

2.—Es prácticamente imposible la limpieza del capilar y resulta una operación muy engorrosa cuando el tubo se ha usado con ciertas soluciones, particularmente con las coloidales.

PESO DE LA GOTA O METODO DEL VOLUMEN DE LA GOTA.

Este se lleva a efecto por medio de los Stalagmómetros. En este instrumento, un volumen definido de líquido es llevado a gotas al fluir éstas por un capilar, que desemboca en una superficie plana y limpia, sobre la cual se depositan las gotas. El capilar sirve para regular la velocidad del flujo del líquido, es decir el de las gotas. Estas crecen en tamaño y por consiguiente aumenta el peso al igual que el volumen. Cuando la masa de la gota excede la tensión superficial que la retiene en la superficie, cae. El peso de ella es igual a la tensión superficial, la cual es igual a su vez a las fuerzas que actuaron en la circunferencia de la varilla sobre la cual se formaron las gotas.

Matemáticamente:

r radio externo de la varilla.
 siendo: m peso en g
 g gravedad
 r radio externo de la varilla.

luego:
$$S = \frac{mg}{2r}$$

Las gotas por lo general se rompen y no caen completas, por las constantes físicas de los líquidos empleados. Se ha encontrado que la porción de gota que cae es función de la relación del radio del tubo a la raíz cúbica del volumen de cada gota. Así la fórmula es la siguiente:

$$mg = 2 \int r f(r) \sqrt[3]{V}$$

ó sea:
$$2 \int r f(R) \sqrt[3]{V}$$

Esta relación no puede ser usada, porque aún cuando el volumen de la gota formada se puede determinar, el radio del tubo capilar no puede ser obtenido por un método simple.

Los instrumentos que ahora se fabrican han sido calibrados de tal manera que sueltan un número determinado de gotas para un volumen dado de agua destilada a 20°C. Este valor es de 51.53 gotas.

El trabajo ha sido ejecutado para establecer una correlación entre las lecturas obtenidas por este instrumento. Estas relaciones son las siguientes:

$$S_{\text{Liq}} = \frac{\text{gotas de agua}}{\text{gotas de Liq.}} \times \frac{\text{Densidad del Liq.}}{\text{Densidad del agua}} \times S_{\text{del agua}}$$

donde $H_2O = 72.75$ y densidad del agua: 0.998

$$S_{\text{de Liq.}} = \frac{51.53}{0.998} \times \frac{72.75}{\text{Gotas del Liq.}} \times \text{Densidad del Liq.}$$

Densidad del Líq.

g del Líq.: 3740 x -----
 Gotas del Líq.

El método Stalagmomérico también resulta excelente para la medida de la tensión interfásial. El líquido más pesado es colocado en el tubo y puesto para formar gotas dentro del otro líquido más bien que en el aire. En lugar de dar el peso de la gota, se da el empuje gravitacional que tiene este valor: $V(D_1 - D_2)g$. La fórmula por lo tanto quedará:

$$g = \frac{V(D_1 - D_2)g F}{r}$$

En donde F es una función que equivale a $\frac{1}{2}f(r/\sqrt{V})$. Este valor fué dado por Harkins y Brown, los cuáles publicaron unas tablas relacionando F a V/R^3 .

Entre otros métodos que aprovechan el principio del peso de la gota podemos citar los siguientes:

La pipeta de Duclaux, la cual tiene una capacidad de 5 c.c. entre el aforo superior y la punta. El radio del orificio es tal que con agua a 15°C la pipeta suelta 100 gotas. El líquido por estudiar se coloca en una bureta graduada de una manera apropiada en tal forma que la caída de un cierto número de gotas puedan leerse como medida de volumen en la bureta graduada.

Los Stalagmómetros de Traube y Kopezewski pueden ser también mencionados.

Los métodos antes citados se usan para determinaciones en soluciones que sufren cambios en su actividad superficial con el tiempo es decir que están sujetos a la acción del alojamiento.

METODO DE LA BURBUJA MAXIMA FORMADA POR PRESION.

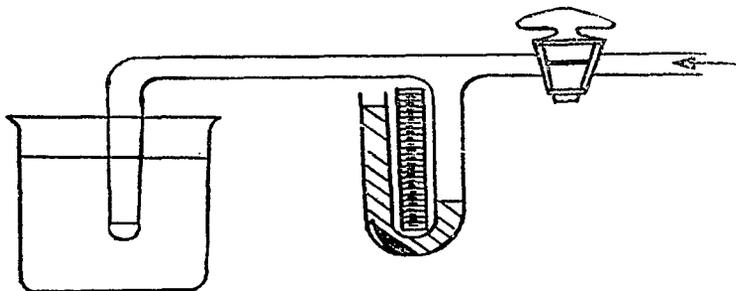
Para este método emplearemos aparatos similares al que ilustramos en la figura. El tubo capilar C se sumerge en la solución problema y por la parte A del aparato se admite una corriente de aire por lo que éste al ser forzado a través del tubo capilar forma una burbuja al final de él. Cuando el diámetro de la burbuja es mayor que el del tubo C, entonces la burbuja estará en desequilibrio y se romperá. La presión del aire forzado llegará a su má-

ximo cuando ésta tenga un radio igual al del tubo capilar, es decir que tendrá la forma hemisférica. Esta última consecuencia es condición para que la exactitud del método no deje nada que desear. Esto logra más fácilmente si el radio del tubo es lo suficientemente pequeño, y así la pompa no se deformará por la presión de las fuerzas hidrostáticas.

Si el líquido tiene una densidad "d".

$$H \max = \frac{2\sigma}{r} + g d (a + r)$$

en donde g gravedad H y "a" están dadas en milímetros y se miden en la escala barométrica que tiene el aparato.



METODO DEL ANILLO.

Es este, sin duda, ninguna, el método más conocido y el más usado en los laboratorios industriales, y la forma de Du Nouy es la mas empleada.

Consiste el método en una balanza sensitiva de torsión, hecha de un alambre suspendido y tirante, que tiene agregado a su parte media una palanca que sostiene un anillo de platino. El anillo es suspendido de tal manera que está en contacto con la superficie del líquido que va a ser probado. Uno de los extremos del alambre está fijo, mientras que el otro está dispuesto de tal manera que se le puede aplicar una fuerza de torsión, que es la que tien-

de a sacar el anillo de la solución y dá así una medida de al tensión superficial. El anillo que está en la solución, está sometido a una torsión que tiende a hacerlo salir. Al llegar a la capa de moléculas superficiales, la torsión tropieza con la tendencia de la superficie a hacerse mínima, esto es con la tensión superficial. Cuando la primera equilibra la segunda entonces el anillo se despega del líquido.

Para obtener buenos resultados es necesario que la solución por probar este en estado de homogenidad completo pues, sólo de esta manera da una medida constante.

Du Nouy dió las siguientes precauciones para usar el tensiómetro:

Circunferencia del anillo	4 cms.	\mp 0.005
Diámetro del alambre	0.3 mm.	(0-15% Ir-Pt)

5 a 8 cm de diámetro de superficie líquida si ésta no moja el vidrio de reloj.

3.5 cm. de diámetro de superficie líquida si éste moja el vidrio de reloj. Estas precauciones son importantes por las siguientes razones:

La superficie del líquido sostenida debe ser plana porque si ésta es muy grande puede dar resultados erróneos, debido a que presenta diferencia de niveles y darán valores de tensión superficiales altos o bajos.

La delgadez del alambre es importante, porque si es demasiado no será posible que sostenga el líquido sino que lo cortará. La composición del alambre es importante porque determina el poder de penetración del alambre por el líquido.

Como vimos para separar el anillo de la solución es necesario una cierta fuerza que se consigue mediante una torsión la cual se registra en una escala graduada. Se ha visto que 79 divisiones de esta escala corresponden a 1 g. de fuerza.

La superficie del líquido encerrado en el anillo, al recibir éste la fuerza de torsión es extendida y forma un cilindro de líquido, o sea una columna cuyo peso va aumentando, hasta que su peso es equivalente a la tendencia de la superficie a hacerse mínima, y la neutraliza.

De esta manera la torsión está medida por el peso de la columna. Cuando éste excede la tensión superficial, el anillo se despega-

rá de la superficie. El peso de la columna del líquido es, cuando está en perfecto estado de reposo $r h d g$. La tensión superficial es ejercida alrededor de la circunferencia del anillo en ambos lados.

Así pues la tensión superficial ejercida en el anillo es: $4 \pi r \delta$

Así pues: $4 \pi r \delta = g r h d$

pero: $g r h d =$ peso de la columna elevada (W).

$2 \pi r =$ circunferencia del anillo (L).

$$\text{Por lo tanto: } \delta = \frac{r d h G}{4 r} = \frac{W}{2 L}$$

Cuando el anillo rompe la superficie se forma una película de líquido que se adhiere. Así pues es necesario hacer una corrección a la lectura debido a que da valores altos de tensión superficial. Esta película se debe a la adhesión del líquido al anillo, la cual es mayor que la cohesión del líquido.

El tensiómetro de Du Nouy que es el más usado tiene un indicador agregado al alambre de torsión, el cual da medidas de dinas por cm. lineal. El instrumento es calibrado usando un líquido de tensión superficial conocida, por lo general es el agua.

Podemos citar otros ensiómetros, como los de Wilhelmy, y el de Dognon- Abridat.

MÉTODOS DINÁMICOS PARA CALCULAR LA TENSION SUPERFICIAL.

Por el hecho de resultar bastante difícil las observaciones en movimiento, de superficies líquidas cambiantes, los métodos dinámicos han tenido mucho menos desarrollo que los estáticos. Cuando se observa por medio de filmadores de alta velocidad cambios en la forma geométricas. En efecto, por lo general oscilan cambiando periódicamente de la forma obloide a lo largo de un eje a otra oblonga a lo largo de otro eje.

De esta manera puede calcularse la tensión superficial.

Un chorro de líquido que fluye a través de un orificio de forma elíptica tenderá a asumir, más bien que esa forma, una forma circular.

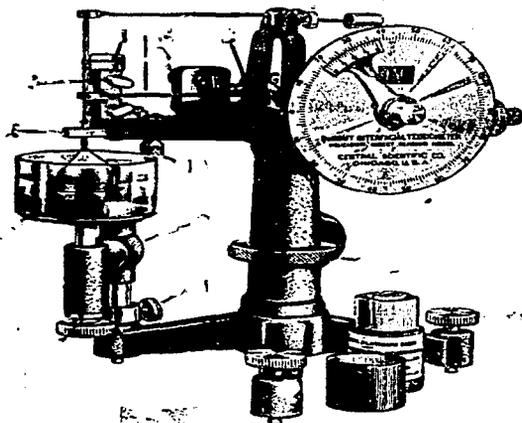
Esto es debido a la tensión superficial y se manifiesta en la formación de ondas a lo largo del chorro. A partir de la longitud

de onda y la forma, la velocidad del chorro, se calcula la tensión superficial.

PRUEBAS DE TENSION SUPERFICIAL.

Hemos explicado con toda amplitud, todos y cada uno de los métodos que mas comunmente se usan. Al hacerlo, se vió que uno de los mas exactos, mas empleados y mas sencillos en su manipulación, es el método del anillo.

El aparato que emplea este sistema es el Tensiómetro de Du Nouy. Al considerar el método, describimos con toda clase de detalles su principio. A continuación ilustramos uno de modelo que pleamos



Para nuestras determinaciones tomamos en cuenta las variables de concentración y temperatura.

De tal manera que la determinaciones se hicieron bajo las siguientes condiciones:

a.—Dureza del agua empleada para las soluciones: Agua destilada.

b.—Temperatura de las determinaciones: La ambiente (21°C).

c.—Concentración de las soluciones: Al 1%, 0.5%, 0.1%, 0.005% 0.01% de los siguientes detergentes: Naconol NR, Neolene 300 Sulfonado A₃, Syn-O-Tol Jabón de Potasa y Espumino.

Estas determinaciones son expresadas en la siguiente tabla y también han sido trasladadas a gráficas, para hacer de esa manera una comparación más efectiva.

Tabla de las determinaciones de Tensión Superficial.—

Condiciones:

Temperatura: 21°C.

Dureza del baño: Se empleó agua destilada en las determinaciones

Concentraciones: 1%, 0.5%, 0.1%, 0.05%, 0.01%.

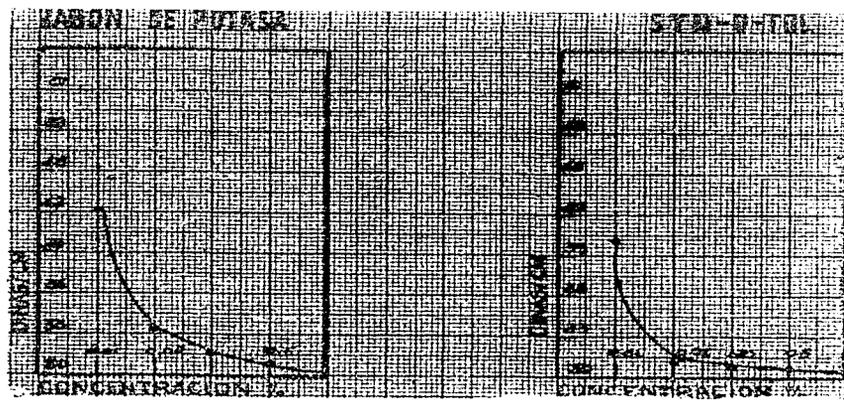
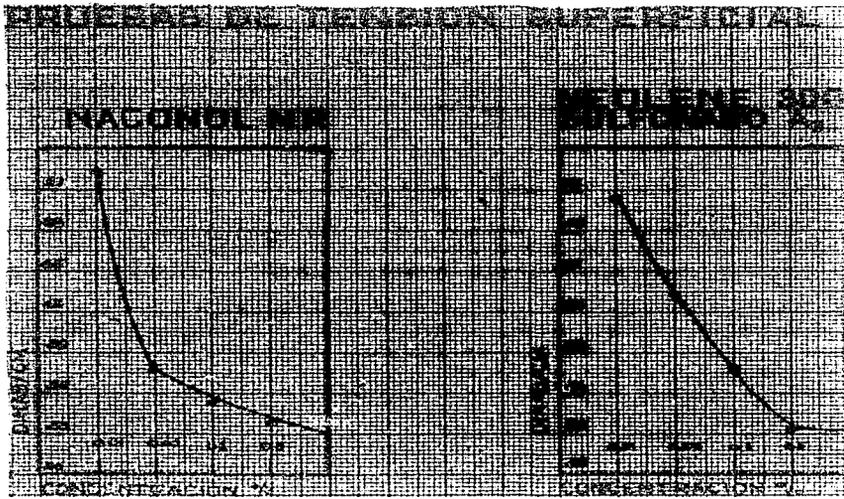
Tabla.—

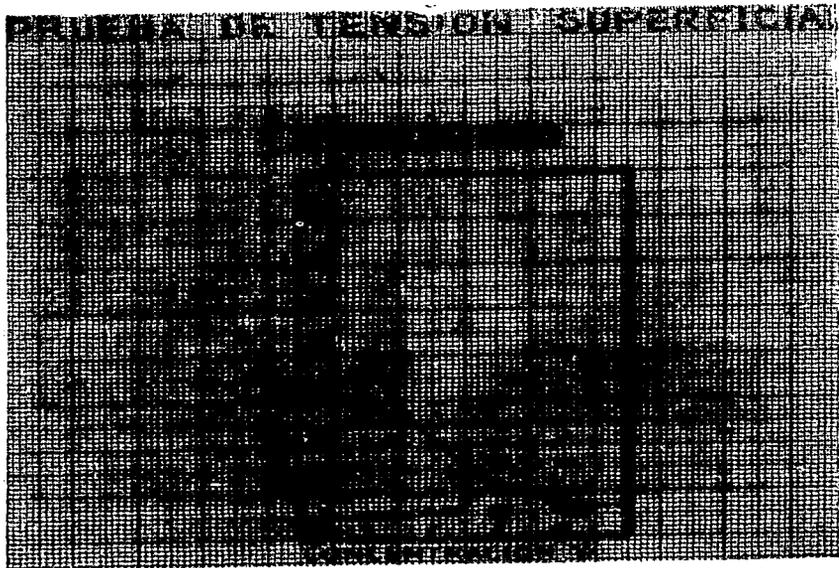
Detergente	Concentraciones.				
	1%	0.5%	0.1%	0.05%	0.01%
Naconol NR	33.2	33.9	35.3	37.8	52.35
Neolene 300					
Sulfonado A ₃	33.3	33.4	37.8	43.3	50.6
Jabón de Potasa	30.3	30.4	31.6	33.25	42.5
Syn-O-Tol	30.5	30.8	50.6	31.1	40.2
Espumino	32.2	32.2	34.2	36.5	52.3

Como se puede ver en la tabla antes expuesta los abatimientos de tensión superficial son más fuertes y más constantes en el jabón de potasa y en el Syn-O-Tol. El jabón da este valor, porque forma un tipo clásico de emulsiones que tienen la característica de abatir la tensión superficial más profundamente que los otros agentes activos de superficie, los cuales no la forman. Podemos deducir que la concentración más adecuada por lo económico que resultaría es la de 0.5%.

DISPERSION, DEFLOCULACION Y ACCION. SUSPENSORA.

A pesar de que la partícula de suciedad sea separada del tejido solo habrá acción detergente a menos de que éstas sean sus-





pendidas por el detergente evitando que se asienten sobre el tejido.

En efecto, cuando un sólido finamente dividido se sumerge en un líquido es bastante difícil que alcance una dispersión uniforme, esto es, que cada partícula esté separada y rodeada de líquido, pues por lo general hay la tendencia a que éstas partículas permanezcan en forma de agregados y en grupos. La formación de tales grupos agregados se conoce con el nombre de aglomeración o floculación y la dispersión de éstos, defloculación.

Las partículas más pesadas que el agua o el líquido de que se trate tienden a asentarse por la gravedad. Las partículas de diámetro más pequeño se asentarán más lentamente, en cambio los agregados y grupos se asientan y se comportan como si fueran partículas grandes. Por lo mismo una suspensión defloculada se asentará más lentamente que una de aglomerados. La observación que se desprende de este fenómeno es que la acción suspensora va estrechamente unida a la acción defloculante. Si observamos una solución diluida de bentonita, como está constituida por partículas pequeñísimas vemos que tarda muchos días en asentarse. Para que un medio líquido pueda dispersar con efectividad un agregado de partículas sólidas, debe de mojar completamente cada una de ellas.

De esto se concluye que las partículas sólidas tienden a aglomerarse cuando están en un medio el cual no las moja con facilidad. Un agente dispersante es imaginado como funcionando por la formación de una película estable monolecular en la zona de la interfase sólido-líquido. El detergente es absorbido en la partícula inmediatamente después de que se formaron a partir de su núcleo, y antes de darle ninguna oportunidad de que puedan crecer y aglomerarse. Si el detergente tiene una acción suspensora bastante débil entonces las partículas de suciedad que han sido separadas de la superficie de la tela y emulsionadas, se depositarán en ella por la pobreza de su poder suspensorio.

El grado y la efectividad de las dispersiones se puede ver directa, ante el microscopio, también se puede medir las velocidades de sedimentación y volúmenes por filtración a través de filtros graduados.

En recientes investigaciones realizadas por Desmarell y sus colaboradores, estudiáronse el efecto de varios agentes surfactivos

en suspensión de carbono y carbonato de calcio en Xileno. Los volúmenes y las velocidades de sedimentación se midieron junto con el grado de absorción de las partículas y el agente.

Los agregados de partículas sumamente finas pueden agregar-se aún cuando los sólidos esté precipitado en el medio líquido. Como ejemplo tenemos la adición de una sal de calcio a una solución de jabón. Vemos que se formarán agregados compuestos de jabones calcáreos. Ahora, si nosotros agregamos a la solución un agente activo de superficie, vemos que el sistema deflocula. Si lo tenemos en la solución a causa de jabón antes de agregar la sal de calcio y está en cantidades apropiadas, el jabón calcáreo aparecerá en forma de una suspensión bien defloculada. La propiedad de peptizar los jabones calcáreos se aprovecha para medir el índice de dispersibilidad de los agentes activos de superficie resistentes a la cal y compatible con los jabones.

El método general consiste en hacer una serie de mezclas conteniendo proporciones variadas de oleato de sodio y del detergente problema. Esta mezcla constituye una solución al 10% en agua destilada.

Se toman 5 ml. de esta solución y se le agregan 45 ml de agua dura (generalmente de 200 ppm de dureza como CaO). A esta operación se le llama la primera dilución y por regla general resulta turbia pero bien dispersada. Se toman 5 ml de la primera dilución y se le agregan 45 ml de agua dura, para de esta manera dar la segunda dilución, la cual constituye una prueba muy dura pues la concentración del jabón detergente es solo de 0.1%

Los resultados se expresan como el % de detergente en la mezcla que se precisó poner para prevenir la redeposición o floculación en la segunda dilución. Este límite varía considerablemente según la naturaleza de detergente.

PRUEBAS EXPERIMENTALES REALIZADAS.

Para realizar las pruebas experimentales concernientes con éste fenómeno, seguimos el procedimiento antes indicado.

Es decir que vamos a peptizar los jabones calcáreos formados por el jabón oleato de sodio y agua de 200 ppm de dureza como CaO . La dureza del agua puede ser perfectamente bien controlada puesto que para lograr un agua que tenga precisamente es

dureza, partimos de la destilada y se le agrega CaCl_2 , el cual se calculó de la siguiente manera, de tal manera que equivalga a 0.2 g de CaO por litro.

P.M. del CaO 56

P.M. del CaCl_2 111

Se establece la siguiente proporción 56.....0.2

111..... X

$X = 0.3964$ g. de CaCl_2

Esta cantidad se disuelve en una pequeña porción de agua destilada y se afora a un litro.

Empleamos Oleato de Sodio expresamente preparado para el efecto al que se le destinó.

Después de explicar brevemente los preparativos, se hacen las pruebas con una serie de mezclas que contengan proporciones variables de oleato de sodio y detergente, de tal manera que ésta mezcla constituya una solución al 10% en agua destilada.

A continuación se dá una tabla en la cual se registran los resultados.

PRUEBAS DE PEPTIZACION.

Tabla de Resultados Experimentales.—

Clase de detergente	Mezcla de jabón y detergente	1a. Dil.	2a. Dil
Nacconol NR	5 g de oleato	Turbia	Turbia
	5 g de detergente		
	6.5 g de Oleato		
	3.5 g de detergente	Turbia	Turbia
	7 g de Oleato		
	3 g de detergente	Turbia	Agregados
Es decir, que es necesario poner un 0.35% de detergente para prevenir la floculación.	7.5 de oleato		
	2.5 de detergente	Turbia	Agregados
Syn-O-Tol	3 g de detergente	Turbia	Turbia
	7 g de oleato.		
	2.5 g de detergente	Turbia	Turbia
	7.5 g de oleato		
	2 g de detergente	Turbia	Turbia

8 g de oleato		
1.5 g de detergente	Turbia	Turbia
8.5 de oleato.		
0.5 de detergente	Turbia	Agregados
9.5 de oleato		

Se requieren 0.05% de detergente para prevenir la floculación.

Neolene 300	2.5 g de detergente	Turbia	Turbia
Sulfonado A ₃	7.5 g de oleato		
	2 g de detergente	Turbia	Agregados.
	8 g de oleato		

Se requieren 0.2% de detergente para prevenir la floculación.

Jabón de Potasa	9.5 g de detergente	Turbia	Turbia
	0.5 g de oleato		
	9 g de detergente	Turbia	Agregados
	1 g de oleato		

Como se vé aquí, el jabón de potasa es malo para prevenir la floculación.

Detergente	Mezcla de jabón y detergente.	1a. Dil.	2a. Dil.
Espumino	0.5 g de detergente	Turbia	Agregados
	9.5 g de oleato.		

Este detergente requiere 0.1% para prevenir la floculación.

Una vez más queda evidenciado el hecho de que el jabón es sensible a la dureza del agua, quedando rezagado con respecto a las funciones que en este medio tienen los demás detergentes, los cuales en éstas condiciones los suplen ventajosamente.

ESPUMA

La espuma es una formación termolábil, con una estructura como panal, con células de aire en el cual las paredes son películas delgadas de líquidos.

La formación más simple es una sola burbuja, con una película en forma hemisférica. En cambio cuando son muchas, tienen la tendencia a hacerse planares, a causa de que presentan una gran superficie por unidad de masa y por lo tanto son formas geométricas inestables.

Los agentes espumantes están caracterizados por lo general por una tensión superficial baja. En efecto podemos considerarla como una fuerza que tiende a destruir a una película por lo cual se deberá suponer que las soluciones que tienen esta característica serán propicias, para la formación de la espuma. Los agentes que abaten la tensión superficial son los activos de superficie, por eso es lo normal el hallar entre ellos a los agentes espumantes. La concentración de estas sustancias en las soluciones es de gran importancia. Existen un paralelo entre el decrecimiento de la tensión superficial y la formación de espuma, a ciertos valores de concentración. La propiedad de formar espuma decrece paralelamente con la disminución de la actividad superficial de los compuestos en está en función de la solubilidad del agente.

Sin embargo no hay que pasar por alto el hecho de que existen ciertas sales inorgánicas que son agentes espumantes y que en solución tienen tensiones superficiales mayores que las del agua. Esto y otras cosas evidencian que esta propiedad no es el único factor que entra en juego para promover la espuma.

La formación de las burbujas ocurre de la siguiente manera: Una burbuja de aire se eleva del líquido y alcanza la superficie pero no la rompe, sino que más bien levanta una película en forma de una cuña esférica. Una segunda burbuja se eleva hacia arriba y se aproxima a la superficie bajo un cierto punto y se coloca bajo la primer película. De esta manera ocurre la formación de la segunda lámina, la cual levanta a la primera en un punto determinado por un lado, quedando el aire encerrado en ellas, separado por una lámina común a las dos burbujas. Si dos volúmenes son iguales a las dos láminas pertenecen a esferas iguales. Pero si los volúmenes son desiguales, las dos esferas los serán.

Como se están elevando continuamente las burbujas de aire, la estructura formada se eleva continuamente. La observación revela que la acumulación de burbujas no está gobernadas por el acaso, sino que están sujetas a una Ley que es la de que muchas burbujas se juntan en grupos de tres, en ángulos iguales de tal modo que no más de cuatro filos de tres láminas pasan a través del mismo punto, cortando láminas, como filos en un ángulo de 120°.

Se pueden formar grupos de cuatro burbujas, pero son más inestables y pasan luego a formar grupos de tres que son estables.

La espuma varía ampliamente en el tamaño y en la relación de líquido a gas por unidad de volumen de espuma.

Podemos citar ciertas propiedades entre las cuales tenemos: el tamaño de la espuma y la relación líquido-gas llamada más a menudo "densidad de espuma", además podemos agregar los siguientes: el volumen de la espuma, su estabilidad, su drenado, así como la facilidad con que se forma, propiedades que no se presentan relacionadas entre sí por fuerza.

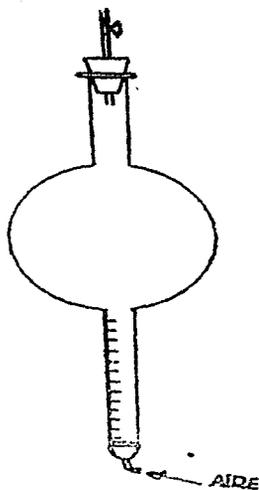
Las propiedades espumantes varían considerablemente con la temperatura, y es importante tener un control adecuado de la temperatura para todas las medidas.

Para el estudio de la espuma se emplean aparatos que usan la agitación ya sea manual o mecánica. Otro método ampliamente usado es el de producir espuma soplando la solución por medio de un soplador mecánico. Otro consiste en batir aire dentro de la solución con batidor mecánico de huevos tal como el de Sumbean. El volumen de espuma es medido en diseños de este tipo u observando la altura alcanzada por la espuma y la estabilidad por la velocidad con que cae.

Schutz ha usado el método de inflar, para producir una sola lámina o capa de espuma que cubra la superficie del líquido. Midió la estabilidad en términos de "tiempo de espuma" al cual definió como el tiempo requerido para que la mitad del área superficial quede libre de espuma. Merrill y Moffat usaron el mismo método para producir la espuma en un aparato diseñado para medir el drenado de ella. Este drenado se define como la cantidad medida de líquido drenado en un volumen medio de espuma en un tiempo dado. El aparato es el que a continuación se ilustra.

El aire se sopla a través del líquido hasta que se convierte en espuma. La corriente de aire se cierra y el líquido comienza a drenar hacia abajo dentro de una porción inferior del tubo donde se mide el volumen. Los autores encontraron una buena correlación entre el tiempo drenado y el tiempo de espuma, para una gran variedad de jabones y detergentes.

La densidad de espuma puede ser medida directamente, pasando un volumen dado de espuma, siempre y cuando ésta sea lo suficientemente estable para poderse manejar. Para propósitos más técnicos de los datos espumantes, particularmente volumen de espuma y estabilidad de ella se expresan en términos comparativos.



Ciertos valores como los de volumen de espuma "densidad" y "drenado" se expresan de una manera absoluta, pero la estabilidad es difícil de expresar en éstos términos.

Bikerman usó un aparato de medida dinámica para conseguir este objeto. Su aparato es del tipo de "soplar" con un cilindro graduado para la espuma. El aire u otro gas se sopla através de la solución a una velocidad constante hasta que la espuma se levante a una altura que pudiéramos considerar como un máximo.

En este punto la espuma se rompe contra la parte superior a la misma velocidad a la que se forman las nuevas burbujas en el fondo del cilindro. Se lee la altura de la espuma y se calcula su volumen. Por lo tanto se vé que Bikerman considera como volumen de espuma a la diferencia entre el volumen ocupado por el líquido y la espuma, y el volumen del líquido en el resto. Encontró que el volumen de espuma es proporcional a V/t , el volumen de aire que pasa através del septum por segundo, o sea: $v/t = v/r$.

En donde r es la velocidad del flujo del aire, y es una constante que tiene las dimensiones de tiempo, que es de acuerdo con la solución de que se trata, y es tan solo una medida de la estabilidad de la espuma. De hecho es igual al promedio de la vida de la burbuja en la espuma.

Sin embargo se ha demostrado que esta ecuación no está del todo correcta, debido a las variaciones del flujo de aire inyectado. El valor depende en cierto modo de la distribución del tamaño de las burbujas individuales de la espuma.

El método dinámico se aplica a soluciones que tienen un poder espumante relativamente bajo.

La estabilidad de la espuma por lo general no es muy grande y se expresa en segundos de duración, sin embargo los hay que alcanzan días de duración. La permanencia de la espuma puede fomentarse por ciertos métodos. Se puede prevenir la coalescencia de las burbujas adicionando sustancias que aumentan la viscosidad o que imparten ciertas elasticidad a la capa superficial o interfase. Sidney Ross demostró que la estabilidad de la espuma se puede expresar por dos expresiones matemáticas exactas, una para el promedio de vida del gas en la pompa L_g , y la otra para el promedio de la vida del líquido en la pompa L_l

$$L_g = \frac{L}{G_0} \int_0^{G_0} t \, dG$$

$$L_l = \frac{e}{\sqrt{V_0}} \int_0^{V_0} t \, dV$$

En donde G y V son volúmenes de gas y líquido, respectivamente, en la espuma.

Brady y Ross trabajando en sistemas no acuosos demostraron que la estabilidad de la espuma es afectada por la viscosidad total, altura de la espuma, delgadez inicial de líquido en la burbuja.

Los cambios que ocurren en el sistema de espuma y que conducen a la ruptura de la película interfásial o de su delgadez provocan una condición inestable.

El adelgazamiento continuo de la película interfásial por las corrientes internas se deba a la gravedad y a la tremenda succión en los filos de la película. Los efectos del movimiento de las células externas, la evaporación y condensación, juegan papel importante. La volatilidad influencia la ruptura de la película superficial, cuyas moléculas pierden en cohesión debido a la evaporación. La viscosidad cuando está en grado suficiente hace más lento el adelgazamiento.

La espuma también se puede deformar mecánicamente o, por la adición de reactivos "Mata Espuma". Los sistemas de espuma se conservan mejor guardándolos en recipientes cerrados.

Conviene señalar, asimismo la influencia que sobre la estabilidad y altura de la espuma en los jabones tiene el pH, pues se ve cada jabón tiene un valor óptimo en determinado pH.

Por lo antes expuesto podemos juzgar acerca de la importancia que la espuma tiene en el rol de las propiedades que determinan el fenómeno de la detergencia.

Ante la imposibilidad de seguir uno de los métodos antes citados, y en vista de que los resultados son puramente comparativos, pues se parte de la base de que todos los datos se refieren a uno cuyas condiciones se toman como standard, se emplean también métodos empíricos.

El método que empleamos es esencialmente empírico y las condiciones en las cuales se trabaja son las mismas para todos.

Estas son: 50 c.c. de agua de una dureza de 200 ppm de CaO, son puestas en un frasco de tapón esmerilado.

A esa cantidad se le va agregando en porciones una solución de detergente al 5% y al 1% que se encuentran en una bureta.

Después de cada adición se tapa el frasco y se agita con un movimiento uniforme durante 30" después se le da un movimiento de centrifugación para uniformizar la espuma, se deja reposar el frasco y se mide la altura de la espuma. Cuando la espuma tiene una altura permanente de 2.5 cm., se considera terminada la prueba. Los c.c. de solución de detergente empleados se anotan y se comparan los resultados.

A continuación transcribiremos nuestras experiencias personales:

Detergente	c.c. sol al 5% ^o	c.c. de sol de det. al 1%
Naconol NR	11.55 c.c.	5.55 c.c.
Syn-O-Tol	Más de 80 c.c.	Más de 50 c.c.
Jabón de Potasa	Más de 70 c.c.	25.1 c.c.
Neclene 300 sulfonado A.	25.4 c.c.	16.2 c.c.
Espumino	10.3 c.c.	5.4 c.c.

Por la tabla anterior podemos darnos cuenta de que el agente activo de superficie que mejor espuma dá es el Espumino ya que en igualdad de condiciones necesita solamente 5.4 c.c. de solución al 1% para dar la espuma requerida en una agua dura.

PODER DE EMULSIFICACION.

Una emulsión está formada por partículas extremadamente pequeñas de un líquido, dispersos en otro con el cual es inmisible. La formación de la emulsión débese al abatimiento de la tensión superficial entre los dos líquidos que se mezclan, correspondiendo a un aumento considerable en el contacto superficial entre ellos.

En el caso de agua y aceite, no se formará la emulsión por hecho de agitarlos juntos, debido a la tensión superficial entre ambos líquidos es demasiada alta. Si se agrega una sustancia que la abata, por ejemplo un jabón, podrá formarse. Así pues, se ve, que una emulsión no solo consiste en dos fases líquidas inmiscibles, sino que también tiene otro componente al que podemos llamar agente emulsificante.

Cada agente emulsificante, soluble en agua, que abata la tensión de contacto entre el agua y el aceite, facilita la emulsión de aceite en agua. El abatimiento de la tensión superficial es acompañada de un cambio en la distribución de la concentración, en efecto el jabón se concentra en la superficie en donde se ejerce la tensión superficial. Esta absorción de las partículas que forman la fase dispersada en la superficie de los globulitos, produce una especie de película protectora que proviene los glóbulos de la emulsión de que se reunan a coalezcan, y se estabilice.

Ciertos experimentos realizados por Robinson demostraron que sustancias que actúan como detergentes emulsifican el aceite mineral, aceite de oliva y la lanolina a concentraciones más bajas que las necesarias para remover esos aceites de los tejidos. La remoción de éstos de las fibras depende del poder de emulsificación

constituye un factor importantísimo en la detergencia. El aceite puede ser removido de la fibra pero hay peligro de que se deposite en ella. Por otro lado, como demostró Hartle, si las impurezas grasas son puestas en un estado una emulsión muy fina, pueden ser reabsorvidas dentro de las miscelas de la fibra de las que no pueden ser facilmente eliminados.

PRUEBAS DE LA DETERGENCIA.

Las pruebas de la detergencia efectuadas por nosotros, corresponden al tipo de las "completamente artificiales" y las usamos, por la imposibilidad de reproducir en el laboratorio las condiciones imperantes en la industria textil. El hecho de tomar este tipo de experiencias para nuestro estudio, se debe a que como se dijo antes nos fué imposible reproducir todas y cada una de las condiciones que se usan en la Industria Textil. Sin embargo, como es sabido, proporcionan la ventaja de poder controlar todas las variables que uno desee estudiar, considerándolas a éstas como parte fundamental del proceso deterativo y pudiendo ver de esa manera la influencia que sobre él tienen.

Tiene también la gran conveniencia de proporcionar un control sobre el manchado de las telas, al partir de la base de que el polvo es fijado al tejido por medio de un vehículo, que sería por regla general una sustancia grasa, de origen vegetal, animal o mineral. De esta manera al estudiar sobre telas manchadas artificialmente el fenómeno de la detergencia, lo que hacemos es apreciar cuantitativamente la cantidad de polvo removido. Si este determina por medio de fotómetros, etc., es preciso que el polvo ensuciante presente una coloración intensa que destaque sobre la tela, y pueda medirse la cantidad de ésto que fué removido en el lavado por cambios en la brillantez que presente el tejido.

En nuestras experiencias se controlaron los siguientes factores que influyen en el proceso deterativo:

- a).—Composición del baño.
- a).—Condiciones físicas y químicas del lavado, las cuales incluyen: temperatura, duración del tratamiento, así como el tipo y grado de acción mecánica.
- c).—Naturaleza del sustrato.
- d).—Naturaleza de la suciedad.

Consideramos separadamente estos factores, para poder explicar ampliamente nuestras experiencias.

A).—Composición del baño: La solución detergente presenta las siguientes características:

Solución de detergente en agua destilada.

Concentración de esta solución 8%.

Volumen del baño: 100 ml de solución.

B).—Condiciones físicas y químicas del lavado:

Temperatura.—La temperatura del tratamiento fué de 50°C.

Duración del tratamiento: Media hora.

Tipo y Grado de la agitación mecánica.—La agitación fué constante y se logró por medio de un Launder-O-Meter. Este aparato se construyó en los talleres de la fábrica y su principio es el mismo que el de los diseñados por la Atlas Electric Dvice & Co. solo que su capacidad se limita a 4 frascos. El aparato consta de cuatro cabezotes dispuestos en cruz y que tiene en su parte media un eje rotativo. En los cabezotes se dispusieron sendos frascos conteniendo la solución detergente, el trozo de tela, y 50 balines de acero de ¼" de diámetro, cuando es algodón y 40 cuando se trata de lana. Este sistema giraba una velocidad de 53 revoluciones por minuto en un baño de agua que estaba a una temperatura constante de 50°C. De esa manera se mantenía el baño detergente a la temperatura de 50°C.

Naturaleza del sustrato.—Se usaron cuadrados de algodón y lana de 8 cm. por 8 cm.

D).—Naturaleza de la suciedad.—Se empleó una mezcla manchante que tiene la siguiente fórmula:

Negro de humo.	0.5	g.
Aceite blanco.	25.00	g.
Sebo.	7.5	g.
Tetracloruro de Carbono.	2.000	c.c.

Esta fórmula es para manchar lana. La tela empleada para mancharla tiene las siguientes dimensiones: 21 pies x 9'

Se pasa la tela a traves de la mezcla manchante, hasta 10 veces, y luego se exprime con unos rodillos.

La del algodón es la siguiente:

Negro de Humo	4	g.
Aceite Blanco.	20	g.
Sebo	6	g.
Tetracloruro de Carbono.	4.000	c.c.

Dimensiones de la tela: 21 pies x $8\frac{1}{2}$ "

Se pasa la tela a través de la máquina manchante por espacio de 10 veces y luego se exprime con los rodillos con presión ligera.

Se hicieron experiencias sobre algodón y sobre lana, y para poder ver la influencia que sobre el proceso detergente tienen las sustancias llamadas "agentes de carga", además se emplear baños sencillos de solución detergente, se usaron otros que contenían Na_2CO_3 en una concentración de 5%.

Los detergentes usados en la prueba fueron los siguientes: Naconol NR, Neolene 300 Sulfonado A., jabón de potasa y Espumino.

Para poder apreciar de remoción de la suciedad alcanzado durante el proceso, se recurrió al empleo de las lecturas de brillanteces que presenta la tela problema, antes y después del tratamiento. Refiriendo las lecturas obtenidas a la que fijamos como base, que en este caso es la lectura de antes de ser lavada, podremos estimar cuál fué el detergente que nos dió mejor resultado.

En nuestra experiencia usamos un Tintómetro de Lovibond, de tipo Universal y mediante la suma de colores que igualaban la coloración de la tela, se obtuvo un valor que nos dió la brillantez del tejido, bien sea antes o después del tratamiento. Efectivamente el grado de limpieza logrado está en razón directa con las brillanteces obtenidas.

Etsas medidas son las siguientes:

NUMERO DE COLOR EN EL TINTOMETRO DE
LOVIBOND.

DETERGENTE	ALGODON		LANA	
	Solución Detergente	Solución con Agte. de carga	Solución Detergente	Solución con Agte. Carga.
Syn-O-Tol	34	29	36	32
Neolene 300				
Sulfanado A ₃	34	36	40	32
Jabón de Potasa	32	29	34	32
Espumino.	32	32	38	36
Nacconol NR	39	34	41	36

Las brillanteces de las telas sin tratamiento previo son:

Algodón: 47

Lana : 43

De la observación de la tabla antes expuesta se desprende el hecho de que la pauta, en cuestión de lavado, la da el jabón de potasa. Esto es evidente puesto que está funcionando en aguas blandas. En otras circunstancias de dureza de agua, acidez etc., su funcionamiento sería muy inferior al de los otros detergentes cuya acción es inferior a la suya en las condiciones en que se trabajaron.

Es fácil notar la influencia que tuvo en el resultado la adición experiencias la teoría antes expuesta al referirnos a la influencia al baño del "agente de carga" Na_2CO_3 , comprobando en nuestras benéfica que estos agentes tienen sobre jabones y detergentes.

CONCLUSIONES DE LAS PRUEBAS EXPERIMENTALES.

Analizando los resultados obtenidos se puede llegar a la conclusión de que si bien el poder humectante es uno de los factores que interviene en la detergencia, no existe una relación íntima entre dicho poder humectante y el poder detergente. Lo anterior tiene base en el hecho de que ciertos productos presentan un poder detergente bastante bueno y en cambio su poder penetrante es bastante pobre. Lo contrario también es cierto.

V.—CONCLUSIONES APLICADAS A LA INDUSTRIA TEXTIL.

Entre las industrias que emplean los a. a. de s. podemos citar una, que por su importancia descuella enormemente entre las demás. Esta es la Industria Textil.

Si tomamos una rama, de esta industria, por ejemplo la de "acabados de algodón", y la consideramos en todo su proceso, veremos que a lo largo de las diversas operaciones que la constituyen, los agentes activos de superficie, encuentran numerosas aplicaciones derivadas de las cualidades de estos demuestran tener.

Así podemos abordar el estudio de las aplicaciones sin tratar de considerar en toda su extensión, el enorme y complejo problema de la Industria Textil.

El proceso de acabado de telas de algodón (desde que llega en crudo, o sea tal y como sale del telar, hasta que sale al mercado) consta esencialmente de las operaciones que a continuación ennumeramos:

- a).—Descrudado y blanqueo.
- b).—Teñido y estampado.
- c).—Aprestado y acabado propiamente dicho.

Para poder ver cual es el empleo que en cada una de estas operaciones tienen los detergentes vamos a considerar cada una de ellas, estudiar su mecanismo y así encontrar el funcionamiento específico que un detergente debe tener para poder ser usado en proceso.

Por blanqueo se entiende un conjunto de operaciones, ya sean físicas, mecánicas y químicas efectuadas para eliminar de las fibras

textiles, las impurezas que éstas contengan por ser naturales en ella, o bien las adquiridas durante el proceso de hilatura y tisaje.

Estas operaciones podemos considerarlas en dos series. Uno, que están encaminadas a eliminar del textil todas las sustancias extrañas que puedan tener, por el uso de los agentes deterstivos y la acción mecánica. Estas operaciones constituyen el descrudado de la fibra.

Las otras operaciones son propiamente de blanqueo, o sea encaminadas a lograr la decoloración de la fibra por la destrucción de los pigmentos por medio de agentes químicos.

Consideremos el descrudado, ya que es la operación que nos interesa para el objeto de esta tesis. Éste consiste cualquiera que sea la forma en que se presente el algodón, en términos generales en emplear lejías alcalinas, ya sean frías o calientes en diversas concentraciones según el tipo de descrudo que se emplee, solas o mezcladas con agentes activos de superficie, los cuales actúan como penetrantes coadyudando así a la limpieza de la fibra, al entrar en función además, sus propiedades emulgentes y solubilizantes.

Pasemos a considerar las operaciones de teñido y estampado.

Teñido es el fenómeno o bien el conjunto de éstos, por lo que una sustancia, (sea o no un textil propiamente dicho esté o no preparado) atrae y retiene más o menos solidamente una sustancia colorante.

El algodón puede teñirse en cualquiera de sus formas, en todas es indispensable que la fibra sea lo suficientemente hidrofílica, para que los líquidos tintóreos penetren en ella lo más fácilmente posible y se obtenga un teñido uniforme.

Hay dos maneras de conseguirlo:

Primero con una limpieza previa del textil. Esto se lleva a cabo mediante los procedimientos de descrudo que antes citamos.

Segundo adicionando al baño un agente activo de superficie el cual pueda funcionar coadyuvando en la penetración y uniformización del colorante en la fibra. Cuando la sustancia colorante se aplica al tejido en forma de una suspensión, el agente activo de superficie puede funcionar como agente suspensor y penetrante.

Por estampado se entiende la tintura parcial hecha sobre la superficie de un textil, siguiendo las líneas de un dibujo, esto se realiza por lo general en dos fases: 1o. una impregnación local del

clorante sobre la fibra y 2o. si no se quiere retener la tintura en una superficie coagulable, se logra el desarrollo de ésta.

Los agentes activos de superficie al agregarse a las pastas de estampado pueden ayudar en la homogenización y suspensión de los ingredientes de ella. También pueden promover una absorción rápida de la pasta por las fibras.

Cuando los tejidos son teñidos o estampados con colores fijos de las series de los "a la tina" y "azoicos", es muy usado el darles lavados de jabonado y de desarrollo.

Estos lavados sirven para remover los colorantes mal fijados, y en el caso del estampado, los espesantes y otras sustancias que no tienen ningún valor colorido y que solo sirven para darle cuerpo a la pasta estampadora. Los baños de desarrollo además de llevar esa función, sirven como su nombre lo indica para acabar de desarrollar los colorantes. En estos lavados se usan por lo general jabones y detergentes los cuales funcionan como reforzadores de los baños.

APRESTADO.—El Aprestado es aquella operación que tiene por objeto impartirle a la tela por medio de métodos físicos, químicos y mecánicos diversas propiedades como son: Suavidad, rigidez, cuerpo, etc.

También en esta operación se necesitan ciertos tipos de detergentes o humectantes. Ejemplo el Alcohol graso sulfonado que agregado a otros productos le comunica suavidad a la tela. Cuando los agentes suavizantes están mezclados con otras sustancias promueven la emulsificación de éstas y por lo tanto una distribución uniforme de éstas en las fibras.

CONCLUSIONES.

Resumiendo las pruebas efectuadas en el capítulo anterior, hemos encontrado que no hay un agente activo de superficie que pudiéramos decir tenga una acción general en lo que se refiere a las variables que constituyen el proceso deterensivo, sino que más bien su función es específica para alguna de ellas.

Si los resultados obtenidos los referimos a la industria del acabado del algodón, veremos que el Neolene es el más propio para ser empleado en el descrudado puesto que es el que mejor funciona como penetrante en medio alcalino siendo ésta la función que llena el agente activo en este proceso. queda justificada plenamente la afirmación que antes hicimos.

En tintorería se empleará un agente que sea un buen penetrante y un buen igualador, y funcione adecuadamente en cualquier medio en el que se tiña. Aquí también encontramos que el Neolene es el mejor penetrante tanto en medio neutro, como en alcalino.

En el estampado según vimos, es necesario dar en muchas ocasiones baños de jabonado y desarrollo. En esta operación se emplea un jabón, siendo de hecho el producto que para esta operación usa la industria textil, aun cuando muchas veces se le puede añadir un buen penetrante para aumentar su efecto.

En los aprestos el empleo del Syn-O-Tol (que son esterificaciones de ácidos grasos con una amida) llenará mejor su objeto en este campo ya que por su estructura tienen un poder emulgente más desarrollado que los otros detergentes estudiados en este trabajo. Por otra parte los nuevos aprestos a base de resinas sintéticas necesitan de un buen agente penetrador como el Neolene para poder lograr un buen efecto.

VI.—BIBLIOGRAFIA.

- Anthony M. Schwartz y James W. Perry.—
"Surface Active Agents, Their Chemistry And Technology" 1949
- C. B. F. Young y K. W. Coons.
Surface Active Agents.
Chemical Publishing and Co. 1945.
- Prof. Dr. M. Riquelme.
"Química aplicada a la Industria Textil".
Tomos II, III, IV, y V. Manuel Marín.
- Sophia Berkman y Gustav Egloff.
"Emulsions and Foams".
Reinhold Publishing Co. 1941.
- Dr. V. Scansetti. — Etalella
Manual del fabricante de jabones".
Gustavo Gili 1941.
- Willian W. Niven.
Fundamentals of Detergency.
Reinhold Publishing Co. 1950.
- American Dyestuff Reporter.—The Canvas Disc Wetting Test.—
A. A. T. C.
- American Dyestuff Reporter.—Studies on Detergent Power. J. P.
Sisley.
- American Dyestuff Reporter.—Industrial value of detergents. J. P.
Sisley.
- American Dyestuff Reporter.—Methods for determination of Wet-
ting Power.
- American Dyestuff Reporter.—An evaluation of Soaps and Synthetic
Detergents. Margaret S. Furry, V. I. Mc Lendon y M. E.
Aler.
- Industrial and Engenerig Chemistry.—Mecchanical Work as mea-
sure of Efficiency in removing soil.—O. C. Bacon y J. E. Smith.
Chemical and Engenering News.—F. D. Snell. American Chemical
Society Aug. 1949.
- Analytical Methods for the Testing of Organic Detergents Com-
piled by National Aniline and Chemical Co. 1938.
- Química General.—Escuela Nacional de Ciencias Químicas. 1944.