

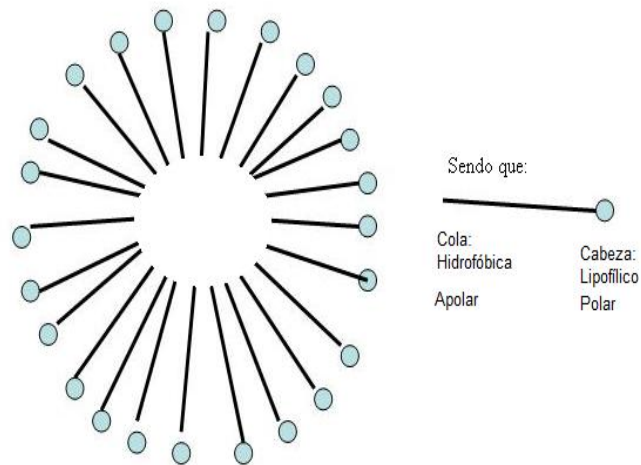
## FUNDAMENTOS TEORICOS

### Surfactantes

Los surfactantes son también conocidos como tensoactivos, son sustancias que modifican la relación entre dos superficies, variando la tensión superficial entre las fases en contacto. Cuando los surfactantes se disuelven en agua se concentran en interfases (agua-aire, agua-aceite), y ahí realizan una serie o diversas funciones: humedecen, emulsifican, dispersan y solubilizan; favorecen o impiden la formación de espuma; también dan brillo y afectan a ciertas propiedades reológicas.

Los surfactantes permiten:

1. Un líquido con otro líquido: la miscibilidad y formación de emulsiones.
2. Un sólido con un líquido: permite cambiar la mojabilidad y obtener suspensiones de sólidos en líquidos.
3. Un sólido con el aire: aerosol.
4. Un líquido con el aire: neblina



**FIGURA N°1: MICELIZACIÓN**

Un surfactante, consta fundamentalmente de dos partes: hidrófilo (tipo de enlace covalente no polar) y lipófilo (tipo de enlace polar), cuando cada una de estas partes interactúan con sustancias de su misma naturaleza ocurre la micelización, definiéndose como un tipo de microprecipitación en la cual el surfactante se sustrae parcialmente de la fase acuosa.

### Tipos de surfactantes

- **Surfactantes aniónicos:**

Poseen características muy notables con respecto a otros tipos de surfactantes siendo una de ellas la estabilidad en aguas duras, tienen una zona polar cargada negativamente en solución acuosa, por lo que fisicoquímicamente dichos tensoactivos tienen la

propiedad de alterar la energía superficial, si la tensión superficial disminuye la energía libre de superficie disminuye porque estas están directamente relacionadas, no obstante es importante señalar que el contraión (normalmente sodio, potasio o iones de amonio) ejerce una escasa influencia sobre las propiedades superficiales de estas sustancias, con respecto a la adsorción de estos surfactantes sobre superficies sólidas pueden modificar las características de dicha superficie y la transferencia de electrones. Además, pueden incluir la formación de agregados en la superficie similares a micelas e incrementar el grosor de la película de otras moléculas adsorbidas, pero no solo cambian las características superficiales de los sólidos por adsorción, sino también favorecen la solubilidad de compuestos escasamente solubles en agua.

- **Surfactantes catiónicos:**

Constan de una parte polar lipofílica cargada positivamente (normalmente de una sal de amonio cuaternaria, amina o sal de fosfonio) y de una zona hidrófoba que puede tener distinta naturaleza. Tienen propiedades únicas, como la absorción sobre sustratos cargados negativamente y propiedades bactericidas. En general no son buenos detergentes y tampoco buenos espumantes con excepción de los óxidos de amina en su forma cuaternizada a pH ácido. No se usan en formulaciones con surfactantes aniónicos ya que no son compatibles con estos. [3].

- **Surfactante anfóteros:**

Estos surfactantes anfóteros tienen dos grupos funcionales: uno aniónico y otro catiónico. Según el pH una de las dos disociaciones domina (aniónicos al alto pH, catiónico a bajo pH). Según el pH pueden presentar adsorción sobre superficies con cargas positivas o negativas [2]. Estos surfactantes son compatibles con los demás tipos de surfactantes y se usan en formulaciones no-tóxicas.

- **Surfactantes no iónicos:**

Los surfactantes no iónicos se obtienen principalmente como derivados de polioxietileno (especialmente polioxietileno alquil fenoles) y polioxipropileno. Estos surfactantes están constituidos por una cadena hidrocarbonada lipofílica (alquil-fenoles y ácidos grasos alifáticos, principalmente) con su respectivo alcohol, unida a una segunda cadena que es hidrofílica y compuesta de grupos oxietileno. Entre más grupos de oxietileno estén formado la cadena, mayor será la afinidad con el agua y por lo tanto, mayor la solubilidad del surfactante en el agua. Son en general buenos detergentes humectantes y emulsionantes. Algunos de estos tienen excelentes propiedades espumantes, por todas estas propiedades se encuentran hoy en día en todos los detergentes líquidos o en polvo. [4].

## Tensión Superficial

Puede describirse como la cantidad de energía necesaria para aumentar la superficie por unidad de área. La principal razón a la que se debe este fenómeno está basada en el hecho de que las fuerzas que afectan cada molécula son diferentes en el interior del líquido y en la superficie, así en la cavidad de un líquido cada molécula está sometida a fuerzas de atracción que en promedio se anulan, permitiendo de esta manera que dicha molécula adquiera baja energía. Sin embargo, en la superficie hay una fuerza neta hacia

el interior del líquido y aunque en el exterior de este se tenga un gas, existirá una mínima fuerza atractiva hacia el exterior que puede considerarse despreciable debido a la gran diferencia de densidades que posee el líquido con respecto al gas. Es de gran importancia hacer énfasis sobre el descenso de la tensión, ya que favorece la deformación y ruptura de una interfase, además ayuda a la formación de sistemas dispersos como las emulsiones o las espumas y la movilización del petróleo residual, la limpieza industrial, etc.

### **Mojabilidad y Angulo de contacto**

La mojabilidad es un fenómeno definido por la afinidad entre un líquido y un sólido. Las fuerzas de adhesión y cohesión entre estas fases determinan el ángulo de contacto, de tal manera que si las fuerzas de adhesión son mucho mayores que las de cohesión, se dice entonces que el líquido moja al sólido y el ángulo de contacto entre el líquido y la superficie sólida es menor a  $90^\circ$ , para el caso contrario en que las fuerzas de adhesión sean mucho mayores que las de cohesión se dice que el líquido no moja al sólido y el ángulo de contacto es mayor a  $90^\circ$ . La presencia de un agente surfactante en una interfase produce en general un cambio de la tensión, variando la mojabilidad del líquido sobre el sólido.

### **Adsorción**

Es un fenómeno espontáneo impulsado por la disminución de energía libre del surfactante al ubicarse en la interfase y satisfacer parcial o totalmente su doble afinidad. Tal adsorción ocurre también cuando una sola afinidad está satisfecha como en el caso de la adsorción en la superficie aire-agua, líquido-sólido y eventualmente gas-sólido. En tal caso el llamado efecto hidrófobo es la principal fuerza motriz, ya que remueve el grupo apolar del agua. Para el caso de la interfase líquido-sólido, la fuerza motriz puede incluir uno o varios efectos: atracción polar por la presencia de cargas eléctricas en el sólido y el efecto hidrofóbico, formación de estructuras de baja energía, así como otros efectos. Cualquiera sea el caso, siempre es la presencia de una capa (en general monocapa) de surfactante a la interfase que es responsable de un cierto número de fenómenos utilizados en las aplicaciones. La adsorción de surfactantes iónicos permite producir un efecto antiestático. Si el balance de cargas adsorbidas no alcanza la neutralidad, las superficies tienden a repelerse, lo cual constituye un mecanismo de estabilización de sistemas dispersos. El impedimento estérico producido por moléculas de surfactante adsorbidas puede ser también responsable de la estabilización de muchos sistemas dispersos. La adsorción de surfactantes en las interfases puede modificar los equilibrios trifásicos sólido-fluido-fluido y conducir a la extensión en forma de una monocapa o al cambio de mojabilidad de una superficie, fenómenos que son ampliamente utilizados en procesos industriales tales como la hidrofiliación y la hidrofobación, la flotación, el secado, la lubricación, la detergencia, etc.

### **Detergencia**

La detergencia es el proceso de limpieza de una superficie sólida o de una estructura fibrosa mediante un baño líquido, en el cual la acción limpiadora del solvente está considerablemente estructurada por procesos fisicoquímicos [5], depende principalmente del tipo de sucio que se esté tratando, como ejemplo están materias grasas líquidas, que pueden fluir y cambiar de forma durante el proceso de eliminación.

Una parte de las moléculas que poseen los detergentes tiene un grado de afinidad hacia el agua (hidrofilia) pero, la otra parte de dichas moléculas presentan una repulsión por el agua (hidrofobia), del mismo orden. En estas moléculas de detergentes en agua, tienden a alcanzar la superficie para orientar hacia el aire sus colas hidrófobas y mantenerlas así alejadas del agua, donde ocurre la menor energía para el sistema detergente-agua. De esta manera cualquier sistema de detergencia debe realizar dos funciones:

1. Desprender la suciedad de la superficie a limpiar.
2. Dispersar o disolver la suciedad en el líquido de lavado.

### **Suciedad sólida**

Las partículas sólidas se mantienen sobre el sustrato, por fuerzas de atracción de van der Waals. Si el sustrato se sumerge en agua y esta es capaz de mojar tanto a él, como a las partículas, se desprenderá la suciedad y entonces, el tejido y las partículas adquirirán carga eléctrica como consecuencia de la absorción preferente de iones a partir de la disolución o de la ionización de grupos presentes en las superficies. Los aniones se absorben con carga negativa. Se genera la doble capa difusa por causa de los iones contrarios y como la carga tanto del sustrato como de las partículas suelen ser negativa, se produce repulsión, que ayuda a la separación de la suciedad. La adsorción del detergente en las nuevas interfaces provoca una reducción de la energía libre superficial de éstas, lo que facilita su aparición, por disminuir el trabajo requerido para su generación, todo lo cual favorece la extracción de la suciedad.

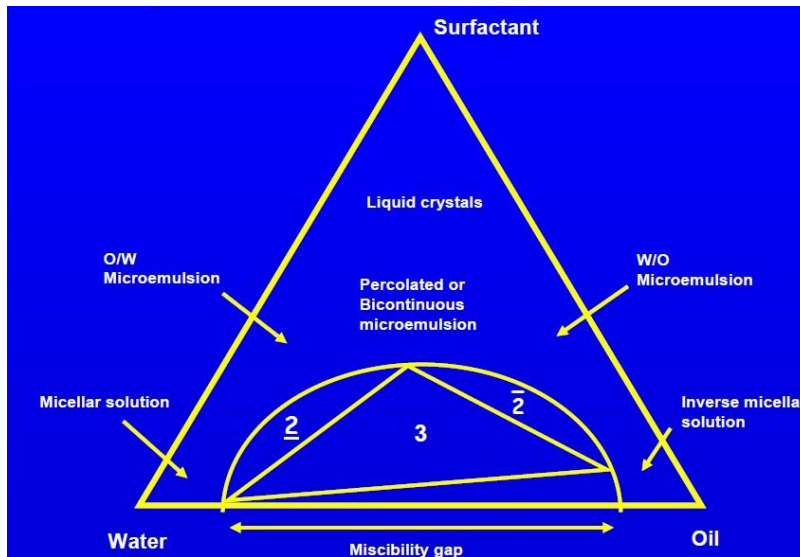
### **Suciedad líquida**

El sustrato mojado con grasa se sumerge en una disolución de detergente, tal que el emulsionamiento y la de floculación juegan un importante papel en la acción detergente. Es obvio, que si las gotas de aceite separadas y las partículas de suciedad no quedasen suspendidas en la solución detergente, de forma estable y altamente dispersas, estarían inclinadas a flocular o coagularse, para dar agregados mayores, que se depositarían sobre la superficie limpia; en el lavado de tejidos y materiales similares, si las gotas de aceite y las partículas de suciedad son pequeñas son más fáciles de pasar que los intersticios del material. La acción protectora del colide de los detergentes es también importante en este aspecto, pues evita la retención por el tejido de la suciedad bien importante en este aspecto, pues evita la retención por el tejido de la suciedad separada.

### **Comportamiento del sistema surfactante-Agua-Aceite**

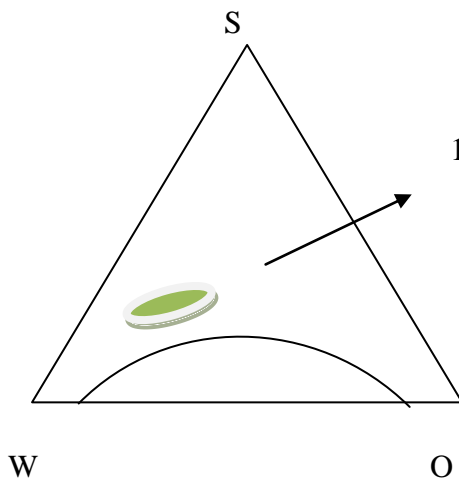
Los Ternarios son sistemas formados por tres componentes, cuyas concentraciones son representadas de manera coherente en un triángulo equilátero aprovechando sus propiedades geométricas, estos sistemas son a temperatura y presión constantes. Los sistemas Surfactante-Agua-Aceite son muy importantes ya que es muy común encontrarlos en gran parte de la industria. Para un sistema dado de componente el comportamiento de fase dependerá de la composición. Cuando se habla de variable de composición se refiere a las proporciones relativas de los componentes principales (Agua-Surfactante-Aceite), es decir, según las composiciones se denotarán en qué lugar

del ternario se encuentra el sistema considerado. De manera breve se describirá cada uno de estos comportamiento de fase, para empezar existe una zona monofásica, en la cual se obtiene la solubilidad total de todos los componentes, casi siempre en forma de microemulsión. En la zona bifásica, se obtiene un equilibrio entre una fase acuosa y una fase orgánica (aceite) situación que en su mayoría produce una emulsión cuando se agita el sistema. Finalmente el comportamiento trifásico, zona donde se obtiene un equilibrio entre las 3 fases es donde aparece un caso particular extremadamente importante, que corresponde a la formulación óptima [9] (Figura n°2).




**FIGURA N° 2. REPRESENTACIÓN DE LAS ZONAS DE COMPORTAMIENTO DE FASE.**

Observando al ternario se tiene que si el sistema contiene poco surfactante, se encuentra en la parte inferior del ternario, es decir, en la zona polifásica, con la posibilidad de dos fases y que se forme una emulsión, también en las zonas laterales del diagrama hay muy poca agua o muy poco aceite y se forman soluciones micelares es decir sistemas monofásicos, las cuales se pueden solubilizar una cierta cantidad de la otra fase para formar micelas “hinchadas”, al ocurrir esto aumenta el tamaño y la curvatura de la capa de surfactante disminuye, generando un sistema difásico en una solución micelar normal con exceso de aceite [11] (Figura3).



**Leyenda**

S	Surfactante
W	Agua
O	Aceite
	Micela hinchada

### **FIGURA N°3. REPRESENTACIÓN DE UNA MICELA HINCHADA.**

De manera general a temperatura ambiente el agua y el aceite no son miscibles, presentando entonces el punto crítico a uno de los extremos de la laguna, producto de la diferencia existente entre estos compuestos. La posibilidad de que crear miscibilidad entre ellos es agregando una cantidad considerable de surfactante, para formar una microemulsión.

Para el caso del producto ESPUMAX se buscara generar una microemulsión tomando en cuenta la diversidad de variables de composición y así pues de un sistema monofásicos dentro de los cuales el surfactante particularmente eficaz hará posible la coexistencia, a escala casi molecular, de aceite y agua.

### **Principios de los detergentes**

Se caracterizan por tres propiedades básicas cuya combinación los hace efectivos. Estas propiedades son las siguientes:

- **Poder humectante:**

Reduce la tensión superficial del agua y es capaz a la vez de disminuir la tensión interfasial entre agua y otra superficie, por adhesión o agregado a la interfase sólido-líquido o líquido-líquido, por lo que, tienden aumentar la propiedad de un líquido para humedecer un sólido

- **Dispersión:**

Es la capacidad de los detergentes para romper una cantidad de suciedad compacta y reducirla a partículas muy finas. Estas son sustancias que reducen la cohesión entre partículas semejantes; sirven para mantener la estabilidad de las suspensiones evitando que haya floculación o sedimentación, y hacen que los polvos mojables y gránulos dispersables en agua, permanezcan distribuidos uniformemente en el agua.

- **Suspensión:**

Es una mezcla heterogénea compuesta por un sólido que se dispersa en un medio gaseoso o líquido. Para el caso de los detergentes, si la suciedad fuese solamente reducida a partículas diminutas no se produciría acción de limpieza alguna, ya que no habría nada que impidiese que la suciedad se vuelva a formar y adherir de nuevo a la superficie a limpiar, por esta razón todo detergente debe tener la capacidad de emulsionar la suciedad.

- **Espuma:**

Las espumas son medios bifásicos en los que un gas constituye la fase dispersa y un líquido o sólido la fase continua; El gas disperso está entrampado en celdas denominadas burbujas, las cuales pueden ser esféricas o poliédricas según la relación

volumétrica entre ambas fases. La fase gaseosa se esparce a lo largo de toda la fase líquida, de manera que las cavidades o burbujas de gas quedan separadas por finas películas de líquido.

La estabilidad de estas delgadas películas de líquido son las que determinan la estabilidad global de la espuma. Las dos fases que conforman la espuma están íntimamente ligadas y forman una estructura que se torna más ordenada a medida que la cantidad de gas aumenta. La concentración de la fase dispersa debe ser elevada, el tamaño de las burbujas que constituyen la espuma depende de factores hidrodinámicos complejos, sin embargo, la forma de las burbujas generadas no depende del método empleado para su producción, sino de la concentración de la fase gaseosa en la espuma. Las espumas que contienen poco líquido (espumas secas), presentan un contacto mayor entre las burbujas, debido a que ocurre un deslizamiento mínimo y el empaquetamiento conlleva a la formación de líquido entre ellas. Mientras las espumas con un elevado contenido de líquido o espumas húmedas muestran un contacto entre las burbujas mínimo y no hay empaquetamiento, lo cual facilita el deslizamiento entre ellas. La vida de dicha espuma se divide en tres etapas, la primera es la formación de espuma desde algunos segundos hasta algunos minutos. La segunda consiste en la maduración de la espuma en la que el espesor de la película es grande respecto a la escala coloidal, fenómeno que ocurre minutos a horas después. La tercera etapa se refiere a la persistencia, cuya estabilidad depende de las interacciones coloidales. [6]

- **Formación de la espuma:**

Para la obtención de espuma se puede realizar por medio físico y químicos como:

1. Trabajo mecánico (energía), es decir, agitación o burbujeo de gas; el cual se hace para incrementar el área interfacial entre el gas y el líquido y al mismo tiempo para que las moléculas del agente espumante ocupen dicha área formada (Empuje de Arquímedes).

2. La presencia de agente espumante, el agente espumante es un compuesto que se ubicará en la interfase gas-líquido, provocando una disminución en la tensión superficial del líquido a espumar.

3. Velocidad de formación de las burbujas mayor que la velocidad de colapso de las mismas, de manera que la espuma aumente su volumen a medida que transcurre el tiempo.

Así pues la formación de espuma consiste simplemente en la formación, elevación y la agregación de burbujas en un líquido en que la espuma pueda existir. La vida de las espumas varía de segundos a años, su mantenimiento es un fenómeno no dinámico. [9].

### **Efecto Gibbs-Marangoni**

Es aquí donde el tensioactivo juega un papel determinante en lo que se conoce como efecto Gibbs-Marangoni: cuando una película gruesa se forma entre dos burbujas y las burbujas se acercan a menudo éstas se aplastan, la película está expuesta a un esfuerzo de estiramiento frecuentemente complejo, en el que el área superficial gas-líquido aumenta rápidamente. La concentración de surfactante adsorbido (denominado

adsorción  $\Gamma$  de moléculas por unidad de superficie) tiende a disminuir en la zona estirada donde la película es más delgada que en las zonas vecinas. En consecuencia, la tensión superficial aumenta según la relación que permite calcular la elasticidad de Gibbs  $\epsilon$ . La ecuación para calcular la elasticidad de Gibbs es:

$$\epsilon = 2 \cdot d\gamma / d \ln A = -2 \cdot d\gamma / (d \ln \Gamma / T)$$

$\gamma$ =tensión superficial

A=área superficial

T= concentración superficial de moléculas adsorbidas en la superficie.

El coeficiente 2 indica que la película está comprendida por dos superficies gas-líquido. Se tiene una diferencia de tensión entre la zona estirada de la película (tensión más elevada, menor grosor) y las zonas adyacentes (no estirada, tensión más baja). Esto produce un fenómeno denominado inestabilidad de Marangoni, el cual se puede observar en las cocinas cuando se le agrega una gota de detergente líquido a un fregadero lleno de agua; en la superficie quedan gotas de aceite flotando. El gradiente de tensión produce una fuerza dirigida desde la zona donde se encuentra el exceso de tensoactivo, es decir donde la tensión es baja, hasta la zona de alta tensión, que desplazan a las gotas de aceite. En el caso de las películas estiradas entre la superficie libre y una burbuja, o entre dos burbujas, el movimiento superficial se produce desde la zona vecina hasta la zona estirada; si la película es suficientemente delgada, este movimiento superficial se lleva a cabo desde el líquido hasta la parte delgada de la película, lo que restaura su espesor original o bien impide que el estiramiento prosiga. Se asiste entonces a un mecanismo (denominado Gibbs-Marangoni) que confiere una cierta elasticidad a una película estirada entre dos burbujas. [8]

El mecanismo Gibbs-Marangoni es por tanto el fenómeno sobre el que reposa la existencia misma de la espuma. En lo que concierne a la noción de abundancia de espuma o más exactamente el poder espumante de una solución, es cuantificado por la espumabilidad, medido como el volumen de espuma formada en ciertas circunstancias dadas. [11]

### **Estabilidad de la espuma**

Cuando se habla de estabilidad, se hace referencia a los fenómenos de decaimiento de la espuma y de colapso de las burbujas, es decir, después que ha sido formada la espuma, se procede a medir el tiempo que ésta permanece y la velocidad con que pierde altura. [8]. Ambos conceptos depende de los siguientes factores:

- Velocidad de adsorción de la especie activa superficialmente a nivel de la interfase.
- Reología de la capa adsorbida.
- Difusión gaseosa entre las burbujas.



- Tamaño de las burbujas.
- Tensión superficial.
- Viscosidad del líquido a espumar.
- Presencia de Electrolitos.
- Condiciones de temperatura y presión.

## **PRODUCTOS DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN**

- **Hipoclorito de sodio**

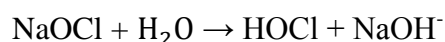
El Hipoclorito de Sodio (NaOCl) es un compuesto usado para la desinfección, el blanqueamiento y la detergencia. Las propiedades bactericidas de las soluciones de Hipoclorito de Sodio se han conocido desde 1820, sobre todo en Francia, en el período de la Primera Guerra Mundial, fue también ampliamente utilizado para el tratamiento médico de las heridas de guerra.

Este compuesto se utiliza en gran escala en las industrias de: agricultura, pintura, cal, alimentos, vidrio, papel, farmacéuticas, químicas, sintéticas y de eliminación de residuos. En el tratamiento de agua, Hipoclorito se usa como desinfectante y en los hogares se usa con frecuencia para la purificación y desinfección de la casa.

El Hipoclorito de Sodio es una solución transparente, ligeramente amarillenta con un olor característico, tiene una densidad relativa de 1,1 al 5,5% de solución acuosa. Si es más concentrada, contiene una concentración de 10-15% de Hipoclorito de Sodio (con un pH de alrededor de 13, que quema y es corrosivo). El Hipoclorito de Sodio es inestable, el Cloro se evapora a una tasa de 0,75 gramos de Cloro activo por día a partir de la solución. Al calentarse el Hipoclorito de Sodio desintegra, este fenómeno también sucede cuando este se pone en contacto con ácidos, luz solar, ciertos metales y gases tóxicos y corrosivos, incluyendo gas Cloro. Es un oxidante fuerte y reacciona con compuestos inflamables y reductores. Estas características deben tenerse en cuenta durante el transporte, almacenamiento y uso de Hipoclorito de Sodio. Debido a la presencia de Soda Cáustica o hipoclorito de sodio en agua, el pH del agua se incrementa.

- **Acción antibacteriana del Hipoclorito de sodio:**

Cuando el Hipoclorito de Sodio se disuelve en agua, se forman dos sustancias, que desempeñan un papel en la oxidación y desinfección, estos son el ácido Hipocloroso (HOCl) y el ion Hipoclorito menos activo (OCl<sup>-</sup>), su formación está regida por la siguiente ecuación química:



El ácido Hipocloroso se divide en Ácido Clorhídrico (HCl) y Oxígeno (O). El átomo de Oxígeno es un oxidante muy fuerte. El Hipoclorito de Sodio es eficaz contra bacterias, virus y hongos.

La eficiencia antibacteriana del Hipoclorito de Sodio, está influenciada por la temperatura, el tiempo de contacto, el tipo y concentración de los microorganismos y sobre todo por el pH. Puesto que la constante de disociación del ácido Hipocloroso a 25 ° C es  $K_a = 7,49$ , resulta que cuando la solución de Hipoclorito entra en contacto con fluidos corporales, el pH se modifica y tiende a la neutralidad enfoque, y por tanto la relación entre las especies ionizadas y las especies neutras tiende a ser igual. Ahora, aunque el Hipoclorito es un desinfectante suave en comparación con el Ácido Hipocloroso, actúa como una reserva.

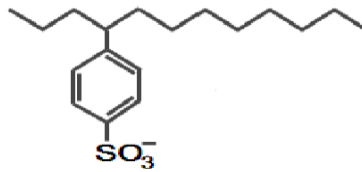
- **Hidróxido de Sodio:**

También conocido como Soda Cáustica (NaOH), es una sustancia incolora e higroscópica y blanca a condiciones ambientales. El NaOH al disolverse en agua ejecuta un fuerte desprendimiento de calor que puede ser suficiente como para encender materiales combustibles. Es utilizado en la producción de rayón, algodón mercerizado, jabones, papel, explosivos y tintes. También, en la fabricación de numerosos productos químicos, en la refinación del petróleo, en la industria metalúrgica para decapado, etc. Por su acción sobre ciertos metales, el Hidróxido de Sodio puede ser una fuente secundaria de incendios o de explosiones. El Hidróxido de Sodio se encuentra en una variedad de productos de limpieza domésticos. A niveles muy bajos puede provocar irritación de la piel y los ojos. La exposición a la forma sólida o al líquido concentrado puede producir quemaduras graves en los ojos, la piel y el tracto gastrointestinal, lo que a la larga puede producir la muerte.

- **Dodecilbenceno Sulfonato de Sodio (Lineal):**

El Sulfonato de Alquilbenceno Lineal, también conocido como LAS o Ácido Dodecilbenceno Sulfonato Lineal, es uno de los tensoactivos aniónicos más utilizados en el mundo, ya que comprende del 40% de todos los tensoactivos utilizados. A comienzo de los años 50 se sintetizaron químicamente los primeros productos con propiedades deterativas, con el Alquilbenceno ramificado, fabricado a partir de un Tetrámero de Propileno. El producto ramificado, una vez sulfonado, tenía unas propiedades deterativas muy apropiadas, aunque adolecía de un adecuado comportamiento ambiental, su estructura molecular abierta hacia de pantalla frente a los microorganismos que pueblan las aguas y en consecuencia el producto era difícil de biodegradar. Como consecuencia, comenzaron a aparecer problemas medioambientales tales como la acumulación de espumas tanto en depuradoras, como en los ríos, e incluso en aguas subterráneas y potables. Por esta razón se propicio el desarrollo del Alquilbenceno lineal. [1].

El Sulfonato de Alquilbenceno tiene un gran poder tensoactivo proviene de su carácter anfipático, es decir, de la diferente solubilidad que poseen las dos partes principales de que consta la molécula: una parte hidrofílica que consiste en un grupo sulfónico polar ( $-\text{SO}_3$ ) unido al benceno en posición para respecto a la parte lipofílica que consiste en una cadena alquílica lineal de longitud variable y a la que se le une el anillo bencénico en distintas posiciones. Como se muestra en la figura [4].

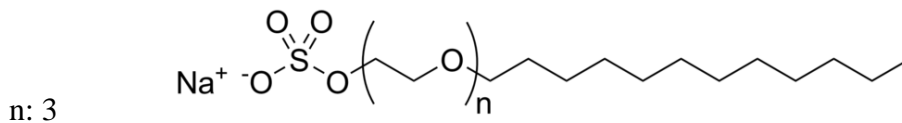


**FIGURA N°4. ESTRUCTURA DEL DODECILBENCENO SULFONATO DE SODIO (LINEAL)**

El Dodecilaquilbenceno es el tensoactivo más utilizado en el mercado mundial de detergentes. Una de las mayores ventajas, es su compatibilidad con todo tipo de compuesto presente en los detergentes. Además, es un producto químicamente estable que puede ser almacenado y transportado usando materiales estándares e instalaciones logísticas.

- **Laurileter Sulfato de Sodio:**

El Laurileter Sulfato de Sodio también conocido como SLES es un surfactante de aniones activos, **derivado del Alcohol Laurino Etoxilado y Sulfatado en forma de Sal Sódica**, utilizado como tensoactivo y emulsificante en operaciones de limpieza y como agente espumante para la producción de detergentes y productos cosméticos (jabones y champú). Químicamente es un ácido graso que contiene 12 átomos de carbono y un éter (R-O-R).



**FIGURA N°5. ESTRUCTURA DEL LAURILETER SULFATO DE SODIO**

- **Óxidos de Amina:**

Un óxido de amina, también conocido como Amina-N-Óxido y Nitróxido es un compuesto orgánico que contiene el grupo funcional  $R_3N^+-O^-$ , un enlace N-O con tres enlaces adicionales a Hidrógeno o a cadenas laterales de hidrocarburos unidos al Nitrógeno. Los óxidos de amina se obtienen por oxidación de aminas terciarias con Peróxido de Hidrógeno en medios neutros y alcalinos, aunque a bajos pH (medio ácido) pueden aceptar protones, de modo que se comportan como tensoactivos catiónicos, similares a las N-alquil-aminas. Sin embargo el término óxido de amina sólo se aplica a óxidos de aminas terciarias. Los óxidos de aminas de cadenas largas se usan como surfactantes no iónicos. Su aspecto es un líquido transparente amarillento.

Cuando se hace referencia al termino No iónico se refiere, a que son aquellos que sin ionizarse, se solubilizan mediante un efecto combinado de un cierto número de grupos solubilizantes débiles (hidrófilos), cuyas propiedades generales y comportamientos se deben al carácter dual de sus moléculas (grupo hidrófilo y lipófilo).

Los primeros tensoactivos no-iónicos se obtuvieron en Alemania en 1930, por reacción de alcoholes grasos o alquilfenoles sustituidos con Óxido de Etileno en presencia de catalizadores básicos.

Unas de sus principales ventajas es que son estables con la mayoría de los productos químicos en las concentraciones usuales de empleo. Al no ionizarse en agua, no forman sales con los iones metálicos y son igualmente efectivos en aguas blandas y duras. Su naturaleza química los hace compatible con otros tensoactivos aniónicos, catiónicos y coloides cargados positiva y negativamente. Estas características, los hace valiosos como materia prima para la formulación de diversos productos industriales.

Entre las propiedades de los óxidos de Aminas se encuentran que, además de presentar biodegradabilidad del mas del 90% en condiciones anaerobias y aerobias en un lapso de 28 días, son espumantes, humectantes y emulsificantes. La principal aplicación de los óxidos de amina, es la generación de espuma en detergentes líquidos, ya que en presencia de tensoactivos aniónicos generan un efecto sinérgico por lo que incrementa y estabiliza la espuma, y a su vez modifican su viscosidad. Es importante resaltar que cuenta con la ventaja de disminuir la capacidad de irritar la piel que poseen estos tensoactivos aniónicos puros, dato importante para el cuidado de las manos, en niveles de uso normal de 1 a 5 % no es irritante a ojos y piel. En la industria Metal Mecánica se cuenta con su alta actividad humectante en formulaciones de desengrase alcalino. Además de su efecto emulsificador y antiestático, su estabilidad térmica y baja volatilidad, los óxidos de amina no son corrosivos y no amarillean. En formulaciones oxidantes con gran alcalinidad, los óxidos de amina exhiben una estabilidad sobresaliente.

## **EQUIPOS NECESARIOS EN EL PROCESO DE PRODUCCION**

En lo referente al proceso de elaboración del detergente, debe emplearse una serie de equipos que conlleven a obtener el producto final. De manera general se utilizan, un envase o beaker de plástico como recipiente de mezcla y un agitador con propela (en forma de hélice) de acero inoxidable o recubierta en teflón. A Velocidades de 400 ó 500 revoluciones por minuto (115 V y con 50 ó 60 Hz) aproximadamente. Posteriormente se hace una prueba funcional con un espumador o rociador que permita la formación de espuma espesa, de manera que se adhiera a la superficie a ser limpiada y sanitizada. Finalmente se emplea una centrifugadora.

Se definirá entonces de manera específica los equipos más importantes:

### **1. Agitador de Propela:**

También llamado agitador de hélice, es un agitador de flujo axial, que opera con velocidad elevada y se emplea para líquidos pocos viscosos. Las corrientes de flujo, que parten del agitador, se mueven a través del líquido en una dirección determinada hasta que son desviadas por el fondo o las paredes del tanque o recipiente que contiene la mezcla. La columna de remolinos de líquido de elevada turbulencia, que parte del agitador, arrastra en su movimiento al líquido estancado, generando un efecto considerablemente mayor que el que se obtendría mediante una columna equivalente

creada por una boquilla estacionaria. Las palas de la hélice cortan o friccionan vigorosamente el líquido [1]. Algunas de ellas cuentan con una variación de velocidades en varios rangos y selección múltiple de propelas en función de su aplicación (disolución, suspensión, emulsión, mezcla etc.). Es importante resaltar que estas hélices pueden encontrarse de distintos materiales, las hay de acero inoxidable, plástico etc., dependiendo de la solución que se vaya a tratar. Este equipo permitirá el mezclado de la solución.

## **2. Centrifugadora:**

Es un equipo que permite la decantación o sedimentación de los componentes o fases (generalmente una sólida y otra líquida) de una muestra específica, mediante la fuerza centrífuga que se genera, producto de la rotación de la máquina. Posee numerosas aplicaciones en distintas ramas de la ciencia. En la producción del detergente se emplea para estudiar la estabilidad del producto al final, es decir, se centrifuga para ver si este se separa.

El proceso de centrifugado se basa en una sedimentación acelerada, debido que la aceleración de la gravedad se sustituye por la aceleración centrífuga, donde la velocidad angular de giro puede ser de miles de revoluciones por minuto, de tal forma que se alcanzan aceleraciones mucho mayores que la gravedad. Es también gobernado por la Ley de Stokes, en la cual las partículas sedimentan más fácilmente cuanto mayor es su diámetro, su peso específico comparado con el del fluido, y cuanto menor es la viscosidad del mismo, es entonces importante tomar en cuenta estas últimas consideraciones para tener un proceso eficiente.