

---

# POTENCIALES ELECTROKINETICOS DE LA LANA EN PRESENCIA DE TENSIOACTIVO ANIONICO ( $\Delta$ )

F. J. Carrión (\*)

## 0.1 Resumen.

Se trata de mostrar la influencia que el estado superficial de la fibra de lana que se presenta de tres formas (sin tratamiento, clorada, y tratada con resina Hercosett 57), tiene sobre los potenciales electrocinéticos o potenciales zeta, en función de: a) diferentes concentraciones del tensioactivo dodecilsulfato sódico; b) diferentes pH, obtenidos con HCl - NaCl - NaOH, que permitieron obtener el punto de pH de carga cero (punto isoeléctrico); y c) diversas concentraciones del indicado tensioactivo en diferentes pH. La variación del pH se estableció a una misma concentración iónica.

## 0.2 Summary. WOOL ELECTROKINETIC POTENTIAL IN PRESENCE OF AN ANIONIC SURFACTANT.

One intends to show the influence that the surface state of the wool fibre presents under three conditions (non-treated, chlorinated, and treated with Hercosett 57 resin) on the electrokinetic potentials or Zeta potentials, in function of: a) different concentrations of the sodium dodecyl sulfate surfactant; b) different pH, obtained with HCl-NaCl-NaOH, that enabled the obtention of the zero charge pH point (isoelectric point); and c) diverse concentrations of the said surfactant at different pH. The pH variations was established at an equal ionic concentration.

## 0.3 Résumé. POTENTIELS ELECTROKINETIQUES DE LA LAINE EN PRESENCE DE SURFACTIF ANIONIQUE.

Il s'agit de montrer l'influence que l'état superficiel de la fibre de laine présente sous trois manières (non-traitée, chlorée et traitée avec de la résine Hercosett 57) sur les potentiels électrocinétiques ou potentiels Zéta, en fonction de: a) différentes concentrations du surfactif dodécylsulfate de sodium; b) différents pH, obtenus avec HCl-NaCl-NaOH, qui ont permis l'obtention du point de pH à charge zéro (point isoélectrique); et c) diverses concentrations de ce surfactif à différents pH. La variations du pH a été établie à une même concentration ionique.

( $\Delta$ ) Trabajo presentado en las XVI Jornadas del Comité Español de la Detergencia, Marzo 1985, Barcelona.

(\*) Dr. Ing. Fco. J. Carrión Fité, Profesor Titular de Universidad y Jefe del Laboratorio de Tensioactivos y Detergencia de este Instituto.

## 1. INTRODUCCION

La lana, al igual que todas las fibras textiles, adquiere alrededor de su superficie una doble capa eléctrica cuando es sumergida en soluciones líquidas polares<sup>1)</sup>. Los potenciales electrocinéticos que de ello se originan, influyen en el comportamiento que las fibras presentan en los diferentes procesos en los que intervienen, como son: tintura<sup>2,3)</sup>, lavado<sup>4)</sup>, fieltado<sup>5)</sup>, etc.

La doble capa eléctrica se caracteriza fundamentalmente por el potencial electrocinético o potencial zeta<sup>6)</sup> y se ha usado ampliamente para estudiar el comportamiento de la interfase fibra-solución. Este potencial depende de lo siguiente: a) Superficie de la fibra y b) Medio polar en que está inmersa la fibra<sup>7)</sup>.

Si la superficie de la fibra de lana aparece modificada por diversos tratamientos, tales como son una cloración o bien la aplicación de una resina inencogible, como pueda ser la Hercoett 57<sup>8,9)</sup>, se presenta entonces diferencias en su humectación<sup>10)</sup>, en la adsorción de colorantes iónicos<sup>11)</sup>, en la deposición de impurezas en el lavado<sup>4)</sup> etc.

El objetivo de este trabajo es mostrar la influencia que el estado superficial de la fibra de lana tratada con resina Hercosett 57, lana clorada y lana que no ha tenido ningún tratamiento, presenta en los potenciales zeta, en contacto, por un lado del tensioactivo aniónico dedecil sulfato sódico (DSS) y por otro, en función del pH, así como de ambos factores conjuntamente. El indicado tensioactivo se ha estudiado en función de la concentración. La variación del pH se ha establecido con una mezcla de HCl-NaOH-NaCl a una misma concentración iónica.

## 2. PARTE EXPERIMENTAL

### 2.1 Materiales

#### 2.11 Fibras

La fibra de lana se utilizó en forma de floca, sin tratamiento, con tratamiento de cloración y con el tratamiento de resina Hercosett 57. El diámetro medio de todas ellas, fue de 23,5  $\mu\text{m}$ .

Las fibras de lana se limpiaron convenientemente mediante extracción en shoxlet empleando los disolventes éter, alcohol y éter tras de lo cual, se aclararon con agua bidestilada hasta que la conductividad eléctrica del agua fue constante.

## 2.12 Productos

El tensioactivo empleado fue el dodecil sulfato sódico, reactivo para análisis de Merck.

Los electrolitos fueron el HCl, NaCl y NaOH reactivos químicamente puros para análisis.

Todas las soluciones se realizaron con agua bidestilada obtenida por destilación final en presencia de  $\text{KMnO}_4$ .

## 2.2 Aparatos

Las medidas del potencial zeta se realizaron por el procedimiento del potencial de flujo, utilizando el aparato automático diseñado al efecto ya descrito con anterioridad en otro trabajo.<sup>12,4)</sup>

## 2.3 Procedimiento

El potencial zeta se determinó a la temperatura de  $20 \pm 0,5^\circ\text{C}$ , aplicando la ecuación de Helmholtz-Smoluchwsky siguiente:<sup>13)</sup>

$$\zeta = 6'75 \cdot 10^7 \cdot \frac{4 \cdot \pi \cdot \eta \cdot \chi \cdot \Delta V}{\epsilon \cdot P}$$

siendo P la presión en cm. Hg, necesaria para conseguir el flujo de fluido a través de la célula de medición.

|            |   |
|------------|---|
| $\Delta V$ | el potencial medido en mV.                |
| $\chi$     | Conductividad específica del electrolito. |
| $\epsilon$ | Constante dieléctrica de la solución.     |
| $\eta$     | Viscosidad.                               |

La manipulación del aparato, para la obtención de las medidas indicadas en la anterior ecuación, fue de la misma forma que se indicó en otro trabajo anterior<sup>12)</sup>, teniendo en cuenta que en la célula se introdujeron 270 mg. de floca de lana, convenientemente ambientada en la solución de medida durante 45 minutos.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSION

#### 3.1 Influencia que el tratamiento sobre la superficie de la fibra de lana tiene en los potenciales zeta en función del pH.

Los potenciales zeta de las lanas, no tratada, clorada y Hercosett 57, fueron medidos en función del pH a una misma concentración iónica. Los resultados que se obtuvieron están expuestos en la Figura 1. La variación del pH, en una concentración iónica constante, fue obtenida mediante la utilización de las soluciones  $10^{-4}$  N de HCl,  $10^{-4}$  N de NaCl y  $10^{-4}$  de NaOH, mezclándolas convenientemente para obtener diferentes pH superiores a 4. Para la obtención del pH inferior a 4, se utilizaron las concentraciones de  $10^{-3}$  N de HCl y  $10^{-3}$  N de NaCl.

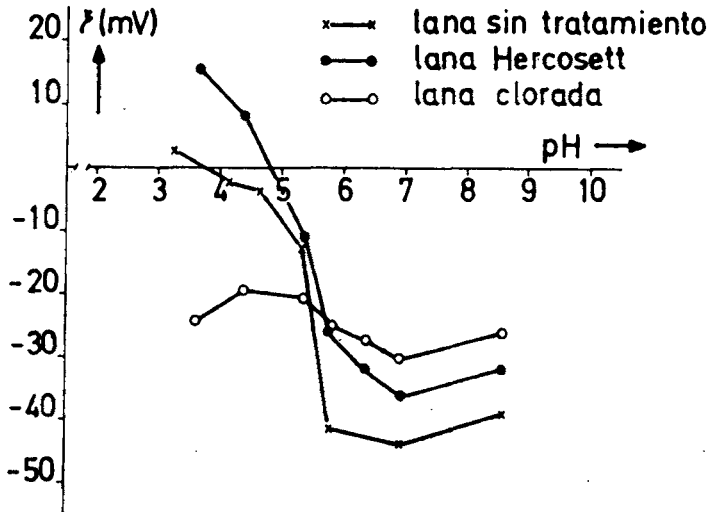


Fig. 1: Potenciales zeta de la lana sin tratamiento, lana Hercosett 57 y lana clorada en función del pH.

En la indicada Figura 1, dentro de la amplitud de pH estudiado, se aprecian para la lana no tratada y lana tratada con resina Hercosett 57, unos potenciales negativos y otros positivos, mientras que en la lana con tratamiento de cloración, todos los potenciales encontrados fueron negativos. El pH en el cual el potencial zeta es cero, se determinó por interpolación y es el llamado punto de carga cero

(PCC) conocido como punto isoeléctrico, que resultó para la lana no tratada un pH = 3'65 y para la lana Hercosett 57 un pH = 4,8. Estos resultados son similares a los encontrados por otros autores<sup>1,5</sup>). Para valores de pH superiores al punto de carga cero los potenciales zeta aumentaron al aumentar el pH. Esto es consecuencia de que el estado iónico de los grupos químicos que tienen influencia en la superficie de la fibra, determinan su contribución en la doble capa eléctrica. En la lana al aumentar el pH los grupos carboxilo de la fibra, están preferentemente en la forma de  $\text{-COO}^-$  y los grupos amino existen como  $\text{-NH}_2$ , de lo cual se deduce que la forma aniónica de la fibra es la determinante del aumento del potencial zeta negativo de la fibra. Sin embargo, para la lana con tratamiento Hercosett 57, se tiene además el grupo acetidico de carácter catiónico, característico de la indicada resina<sup>8</sup>). Este grupo, para valores de pH superiores al indicado punto isoeléctrico, neutraliza parte de los grupos aniónicos existentes, por lo que si bien se obtuvieron también unos potenciales zeta negativos, sus valores son menores que los correspondientes potenciales encontrados para lana no tratada, y aumentaron también al aumentar el pH de la solución.

Para valores de pH inferiores al punto de carga cero (PCC), los grupos iónicos de la fibra de lana sin tratamiento, presentan una ionización diferente; los grupos amino de la fibra adoptan la forma  $\text{-NH}_3^+$  o  $\text{=NH}_2^+$  y los grupos carboxilo la forma  $\text{-COOH}$ , por tanto presenta un estado iónico preferente de forma catiónica al disminuir el pH. Igualmente para la lana con tratamiento Hercosett 57, los valores del potencial zeta inferiores al PCC, presentan un estado preferentemente catiónico como consecuencia de los grupos iónicos influyentes en la superficie, que están ionizados en la misma forma que la lana sin tratar.

En el tratamiento de cloración de la lana, como consecuencia de la reacción del  $\text{Cl}_2$  con los puentes disulfuro de la fibra, aparecen además grupos ácido sulfónicos que tienen un carácter ácido fuerte<sup>9</sup>), y por tanto no influye en su ionización el cambio de pH. Por ello, tal como se aprecia en la Figura 1, los potenciales zeta de lana clorada no variaron como en los anteriores tipos de lana, presentándose un estado iónico preferentemente aniónico, dentro de la amplitud del pH estudiado.

### **3.2 Influencia de la concentración del tensioactivo Dodecil sulfato sódico, en los potenciales zeta de la fibra de lana con diferente tratamiento superficial.**

Los potenciales zeta de las lanas no tratada, clorada y Hercosett 57 utilizadas en este trabajo fueron determinados en función de diferentes concentraciones del tensioactivo Dodecil sulfato sódico, en ausencia de electrolitos. Los potenciales zeta en función del logaritmo de la concentración se exponen en la Figura 2. Cada

valor del potencial zeta fue obtenido como promedio de tres determinaciones de experiencias repetidas.

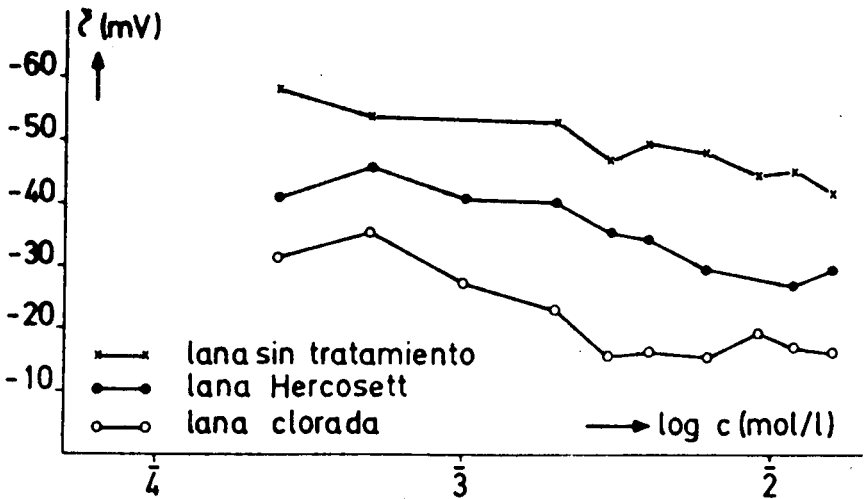


Fig. 2: Potenciales zeta de la lana sin tratamiento lana Hercosett 57, lana clorada, en función del logaritmo de la concentración del dodecil sulfato sódico.

Al aumentar la concentración de tensioactivo aniónico resultó una disminución del potencial zeta para cada uno de los tres tipos de lana ensayados. Esta disminución del potencial zeta implica una disminución del espesor de la doble capa eléctrica de la fibra, motivado por la compresión que de la misma produce el incremento de la concentración del tensioactivo aniónico.<sup>14)</sup>

Los valores de los potenciales zeta de la lana no tratada son más elevados que la lana Hercosett 57 y lana clorada. Los menores valores de los potenciales zeta corresponden a la lana clorada. Cada tratamiento efectuado a la lana provoca una superficie con diferente naturaleza que motiva un diferente potencial de superfi-

cie<sup>15)</sup> y un diferente espesor de la doble capa eléctrica. Del comportamiento obtenido se deduce que la lana clorada presenta una doble capa eléctrica de menor espesor que los otros tipos de lana ensayados, y por ello tiene una mayor facilidad de penetración en su superficie el grupo hidrofílico del tensioactivo. El mismo comportamiento se presenta en la lana Hercosett 57 respecto a la lana no tratada. Los potenciales zeta han indicado una diferente capa eléctrica en cada tipo de lana, por tanto, con un diferente comportamiento en la humectación<sup>10)</sup>, en la deposición de impurezas en el lavado<sup>4)</sup>, y en la tintura<sup>11)</sup>, según se ha indicado en varios trabajos.

### 3.3 Influencia de la concentración del tensioactivo Dodecil sulfato sódico y del pH en los potenciales zeta de la fibra de lana con diferente tratamiento superficial.

Los valores de los potenciales zeta de la lana no tratada, lana clorada y lana Hercosett 57 en presencia de las concentraciones de  $10^{-4}$  M,  $2,5 \times 10^{-4}$  M y  $5 \times 10^{-4}$  M de Dodecilsulfato sódico y en función del pH a una misma concentración iónica, obtenida de la forma que se indicó en el apartado 3.1, se muestran en la Figura 3 para la lana no tratada, en la Figura 4 para la lana clorada y en la Figura 5 para la lana Hercosett 57.

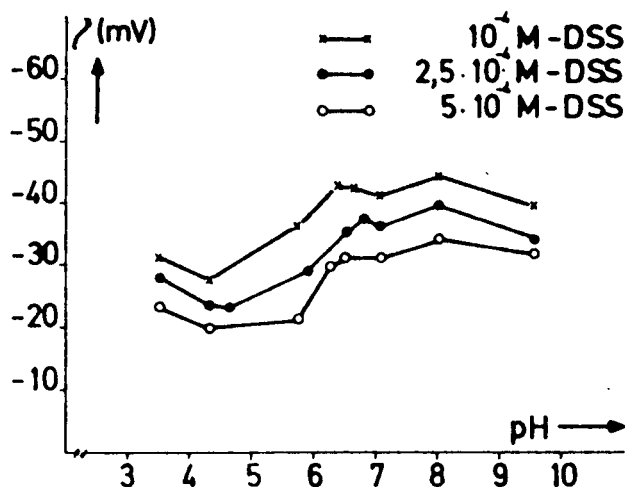


Fig. 3: Potenciales de la lana no tratada, en función del pH para diferentes concentraciones de Dodecil sulfato sódico.

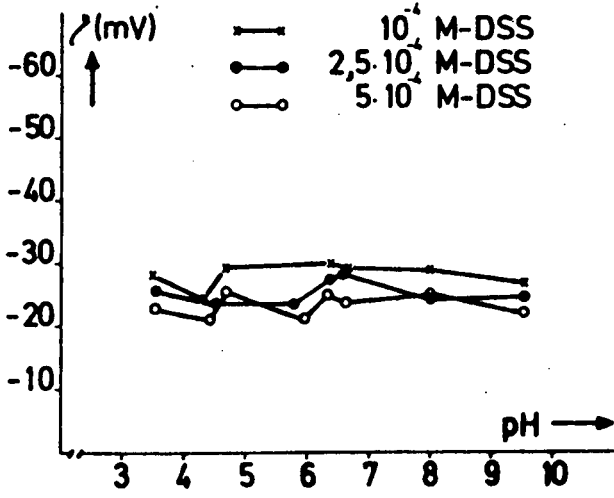


Fig. 4: Potenciales zeta de la lana clorada en función del pH para diferentes concentraciones de Dodecil sulfato sódico.

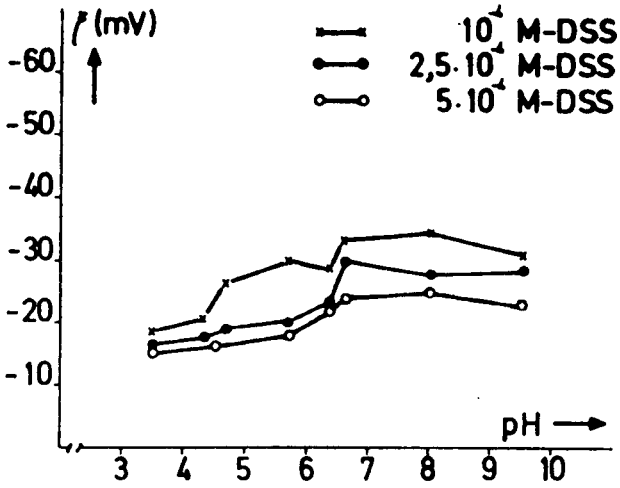


Fig.5 : Potenciales zeta de la lana Hercosett 57 en función del pH para diferentes concentraciones de Dodecil sulfato sódico.



### 3.31 Influencia del pH.

Si se comparan las Figuras 3 y 5 con la Figura 1, se tiene tanto para la lana no tratada como para la lana Hercosett57, un aumento del potencial zeta a pH inferiores a 6'5. Esto es motivado por la influencia del tensioactivo aniónico, en la doble capa eléctrica de la fibra. Comportamiento que es debido a la mayor facilidad que tienen los grupos hidrofílicos del tensioactivo aniónico de bloquear los grupos preferentemente de carácter catiónico que tienen influencia en la superficie de las indicadas fibras en estos pH bajos ya indicados. Este efecto del tensioactivo aniónico produce un aumento del potencial zeta<sup>16)</sup> y la consiguiente formación de la respectiva doble capa eléctrica. Al aumentar el pH, tanto la lana no tratada como la Hercosett 57, experimentan un aumento en los valores del potencial zeta. En la lana clorada (Figura 4) no se manifiesta una variación apreciable del potencial zeta al variar el pH; por tanto, la formación de la doble capa eléctrica y distribución del tensioactivo, es la misma a cualquier pH, dentro de la amplitud de pH que se ha establecido.

Comparando los valores del potencial zeta obtenidos para los tres tipos de lana con los que se obtuvieron en el apartado 3.2, en ausencia de electrolito, se puede indicar que todos los potenciales son menores y que la lana tratada también presenta nos mayores valores de potencial zeta que la lana clorada y la lana Hercosett 57. Este comportamiento es debido a la existencia conjunta del tensioactivo y el electrolito que suponen una mayor compresión de la doble capa eléctrica y por consiguiente una mayor disminución de su espesor<sup>14)</sup>.

### 3.32 Influencia de la concentración del tensioactivo.

Tal como se aprecia en las indicadas Figuras 3,4 y 5, cabe indicar que para los tres tipos de lana ensayados, al aumentar la concentración del tensioactivo se presenta una disminución en los valores de los potenciales zeta, en cualquier pH, al igual que se encontró en el apartado 3.2, en ausencia del electrolito. Este hecho es debido al efecto de mayor compresión de la doble capa eléctrica, al aumentar la concentración del tensioactivo, lo que provoca una disminución de su espesor y por tanto una disminución del potencial zeta<sup>14)</sup>.

## 4. CONCLUSIONES

4.1 El punto de pH de carga cero (PCC) o punto isoeléctrico de la superficie fue encontrado para la lana sin tratamiento en un pH = 3'65 y para la lana Hercosett 57 a un pH = 4'8.

4.2 El aumento del potencial zeta de signo negativo, en los pH superiores al punto de carga cero (PCC) en la lana sin tratar, se asoció a la influencia preferentemente aniónica en la doble capa eléctrica debida a los grupos  $-\text{COO}^-$ .

4.3 Los potenciales zeta de signo negativo aumentaron en los pH superiores al punto de carga cero (PCC) en la lana Hercosett 57, por las mismas razones que en la lana no tratada pero con valores inferiores. Esto fue justificado por la existencia del grupo catiónico acetidinio en la resina, que neutralizó parte de los grupos aniónicos existentes.

4.4 Los potenciales zeta correspondientes a los pH por debajo del punto de carga cero (PCC) fueron de signo positivo tanto para la lana no tratada como para la lana Hercosett 57. Comportamiento que se asoció a la influencia en la doble capa eléctrica del estado preferentemente catiónico, debido a los grupos iónicos  $-\text{NH}_3^+$  o  $=\text{NH}_2^+$ .

4.5 Los potenciales zeta de la lana clorada, dentro de la amplitud de pH estudiada, no variaron ostensiblemente por la existencia preferentemente de grupos ácidos sulfónicos fuertes, que no se vieron influidos en su ionización por el cambio de pH.

4.6 Al aumentar la concentración del tensioactivo Dodecilsulfato sódico en ausencia de electrolito, resultó una disminución del potencial zeta, para cada uno de los tres tipos de lana ensayados. Este fenómeno se asoció al efecto de compresión de la doble capa eléctrica, producido al aumentar la concentración del tensioactivo.

4.7 Los valores de los potenciales zeta de la lana no tratada fueron más elevados que los de la lana Hercosett 57 y la lana clorada. Los menores valores del potencial zeta correspondieron a la lana clorada. Este diferente comportamiento se asoció a la diferente naturaleza del estado superficial de cada fibra que implicó una doble capa eléctrica con menor espesor para la lana clorada.

4.8 La lana no tratada y la Hercosett 57 en presencia del tensioactivo aniónico y a diferentes pH, presentaron un aumento del potencial zeta a pH inferiores a 6.5, respecto a los valores encontrados en ausencia del tensioactivo. Este fenómeno se asoció al bloqueo de los grupos preferentemente catiónicos de la fibra por parte del tensioactivo.

4.9 Al aumentar el pH, tanto la lana no tratada como la Hercosett 57, experimentaron un aumento de los potenciales zeta en presencia del tensioactivo aniónico. En la lana clorada no hubo variación apreciable del potencial zeta al aumentar el pH, en presencia del tensioactivo aniónico.

4.10 Los valores de los potenciales zeta con tensioactivo aniónico y electrolito son menores que los obtenidos en ausencia del electrolito; la lana no tratada también presentó unos mayores valores del potencial zeta respecto a la lana clorada y la lana Hercosett 57. Este hecho se asoció a la compresión de la doble capa eléctrica por el efecto conjunto del tensioactivo y del electrolito.

4.11 Los potenciales zeta de la lana no tratada, lana Hercosett 57 y lana clorada, disminuyeron al aumentar la concentración de tensioactivo aniónico en cualquier pH estudiado, dada la mayor compresión de la doble capa eléctrica y en consecuencia disminución de su espesor.

## 5. AGRADECIMIENTO

El autor agradece al I.W.S. (U.K.) su ayuda económica y el suministro de las lanas utilizadas en el trabajo, y a la Sra. Mercedes Simó su ayuda en la realización de la parte experimental.

## 6. BIBLIOGRAFIA

- (1) Makinson K.R., Surface characteristics of fibres and textiles. Parte I. Edited by M.J. Schick. Marcel Dekker, Inc. New York (1975).
- (2) Lokhande H.T. and Salvi A. S. Colloid & Polymer Sci. 254, 1030-1041 (1976)
- (3) Iware Y., Bulletin of the Chemical Society of Japan, 43, 3364-3372 (1970)
- (4) Carrión Fité F. J. Proceedings del Congreso Mundial de Agentes de Superficie de Munich, 6-10 Mayo Edited by Kürle Verlag, IV, 74-88 (1984)
- (5) Algie J. E., Baird K., Foulds R.A. and Robinson V. N. Textile Research Journal, 10, 767-771 (1974)
- (6) Carrión Fité F. J., Comunicaciones de las XII Jornadas del Comité Español de la Detergencia, Barcelona, 349-373 (1981)
- (7) Shaw D. J., Introduction to Colloid and Surface Chemistry, Second edition, ed. Butterworths (1975)
- (8) Lewis D. M., J. S. D. C. , 4, 105-113 (1977)
- (9) Makinson K. R. Shrinkproofing of Wool: Edited by Marcel Dekker, Inc. New York (1979)
- (10) Feldtman H. D. and SMc Phee J. R. Textil Research Journal 7, 634-642 (1964)
- (11) Cegarra J. y Riva A., Revista de Química Textil, Parte I, 64, 39-49 (1981), Parte II, 65, 54-62 (1982)
- (12) Carrión Fité F.J., Tenside Detergents, 21, 3, 128-132 (1984)
- (13) Androsov V. F. and Liverant V. L., Technol. Tex. Ind. 3, 98-101 (1966)
- (14) Madam G. L., Shristava S. K. and Baddi N. T., Kolloid Z. u Z. Polymere, 251,

482-489 (1973)

- (15) Carrión F. J. y Ribé J., Comunicaciones de las XII Jornadas del Comité Español de la Detergencia Barcelona, 375-398 (1981)
- (16) Schott H., Detergency, Part I. Editors W. G. Cutler y R. C. Davis, Marcel Dekker Inc. New York (1972)

Trabajo Recibido: 1988.04.11 - Aceptado: 1988.05.17