

## PRACTICA Nº 1

### DESTILACIÓN. CÁLCULO DE LA ALTURA EQUIVALENTE Y EFICACIA DE UN PLATO TEÓRICO.

#### INTRODUCCIÓN TEÓRICA:

La destilación es una operación unitaria de transferencia de materia entre una fase gaseosa y otra líquida, en la cual mediante sucesivas vaporizaciones y condensaciones, se consigue la separación de una mezcla líquida en sus componentes, siempre que éstas tengan volatilidad diferente.

En una mezcla líquida en ebullición el vapor producido y el líquido están en equilibrio. Cuando esto ocurre, a una temperatura dada, la composición de una fase gaseosa es más rica que la líquida en el componente más volátil.

Aplicando las reglas de las fases:  $F + L = C + 2$

Para una mezcla binaria, como en nuestro caso, tendremos 2 fases y 2 componentes por lo cual nos quedan 2 grados de libertad o variables independientemente del sistema.

Las variables intensivas independientes del sistema son: Presión, temperatura, composición de la fase líquida y composición de la fase gaseosa. Así si fijamos la presión y la temperatura quedan automáticamente establecidas las composiciones de ambas fases, referidas generalmente al componente más volátil.

En estas condiciones podremos construir un diagrama isobaro, temperatura– composición. Al variar la presión este diagrama apenas varía su forma, pero se desplaza verticalmente. Esto nos permite el empleo de un nuevo diagrama, composición del líquido– composición del gas, para cada sistema, muy poco sensible a las variaciones de presión.

#### CÁLCULO DEL NÚMERO DE PLATOS TEÓRICOS: MÉTODO DE Mc CABE– THIELE.

Los datos conocidos en el diseño de una columna de rectificación son, normalmente, caudal y composición de la alimentación y composición del destilado y residuo, es decir, se conocen A, XA, XD y XR.

Si realizamos un balance de materia global del componente más volátil, tendremos:

$$A = D + R$$

$$A \cdot X_A = D \cdot X_D + R \cdot X_R$$

El método de Mc Cabe– Thiele supone que los caudales molares de vapor y líquido son constantes en las dos zonas de la columna (enriquecimiento y agotamiento) lo cual es una aproximación que se cumple en la mayoría de los casos.

El balance de materia para el componente más volátil en un piso cualquiera, n, en la zona de enriquecimiento será:

$$V \cdot Y_n = L \cdot X_{n+1} + D \cdot X_D$$

$$Y_n = L/V \cdot X_{n+1} + D/V \cdot X_D$$

Se puede establecer un balance idéntico para un piso  $m$  de la zona de agotamiento:

$$Y_m = L/V \cdot X_{m+1} - R/V \cdot X_R$$

Estas dos expresiones representan las rectas de operación en un diagrama  $x-y$  y se denominan recta de enriquecimiento y recta de agotamiento respectivamente. La recta de enriquecimiento tiene una pendiente de valor  $L/V > 1$  y corta a la diagonal en el punto XD. A su vez, la recta de agotamiento tiene una pendiente  $C/V < 1$  y corta a la diagonal en el punto XD.

El cálculo de números de platos teóricos para llevar a cabo la separación deseada se calcula trazando el número de escalones entre la curva de equilibrio y la recta de operación, en el diagrama  $x-y$ . El número de pisos coincide con el número de escalones trazados.

Cuando todo el destilado se devuelve como reflujo (condiciones de reflujo total) el  $n^\circ$  de pisos es mínimo,  $L/V=1$  y la recta de operación coincide con la diagonal del diagrama  $x-y$ .

Para pasar de  $n^\circ$  de platos teóricos a platos reales, es necesario conocer la eficacia de los platos. Definimos eficacia de un plato real como la relación entre el  $n^\circ$  de platos ideales y los reales necesarios para conseguir la separación deseada.

$$\text{Eficacia} = \frac{n \text{ platos teóricos}}{n \text{ platos reales}}$$

Para medir la eficacia de una columna de relleno puede establecerse la comparación con una de platos, atendiendo a los resultados y no al funcionamiento. En términos estrictos, la comparación es inadecuada, ya que se trata de esquemas totalmente diferentes, uno de contacto continuo y otro de contacto en etapas. No obstante podemos dividir la columna en varias zonas tales que el líquido y el vapor que salen de ellas están en equilibrio. Cada una de estas zonas equivalen a un plato teórico y su altura se denomina altura equivalente a un plato teórico (HETP).

$$\text{HETP} = \frac{\text{Altura total del relleno}}{n \text{ platos teóricos}}$$

### PARTE EXPERIMENTAL

El objetivo de esta práctica es el cálculo del número de platos teóricos necesarios y de la eficacia o HETP según se haya realizado la experiencia con una columna de platos de relleno.

Para la práctica utilizaremos una mezcla de etanol-agua.

Se introduce en el matraz una cierta cantidad de la mezcla y se comienza a calentar hasta alcanzar las condiciones de reflujo total. Puede considerarse que se ha alcanzado el equilibrio cuando la temperatura del termómetro situado en la cabeza de destilación permanecen constantes y lo más próximas posibles.

Una vez alcanzado el equilibrio se espera unos 10–15 minutos y se toma, lo más simultáneamente posible, una muestra del destilado y una muestra del residuo del matraz.

Se dejan enfriar ambas muestras y se determina la composición a partir de la medida del índice de refracción.

## UTILIZACIÓN DE LOS DATOS

**1- Calibrado del refractómetro:** Para poder calcular la composición de las muestras a partir de su índice de refracción es necesario realizar un calibrado previo del refractómetro. Para ello se preparan una serie de muestras de etano-agua, de fracciones molares conocidas con exactitud y se determina su índice de refracción.

Con estos datos se realiza una representación gráfica poniendo en las abscisas la fracción molar del etanol en la muestra y en las ordenadas el índice de refracción.

Con esta gráfica podremos conocer la composición del destilado y del residuo en la experiencia.

**2- Construcción del diagrama x-y:** Los datos de equilibrio líquido-vapor para la mezcla etanol-agua se tomarán de la bibliografía. Normalmente estos datos están tabulados en la forma temperatura-composición, sin embargo, la conversión a la forma x-y puede realizarse fácilmente sabiendo que  $x$  es la fracción molar del componente más volátil en la fase líquida e  $y$

la fracción molar del más volátil, en el vapor.

**3- Cálculo del número de platos teóricos:** En las condiciones en las que se realiza la experiencia, reflujo total, las rectas de operación coinciden con la diagonal en el diagrama x-y.

Se marcan sobre la diagonal los valores XD (composición del destilado) y XR (composición del residuo).

Partiendo al punto XD se harán escalones entre la diagonal y la curva de equilibrio, hasta alcanzar el punto XR.

El número de platos teóricos coincide con el número de escalones trazados.

**4- Cálculo de la eficacia o HETP:** Según se haya realizado la experiencia, en una columna de platos o de relleno, se calcula la eficacia o la HETP según las expresiones I y II respectivamente.

- **Datos de equilibrio líquido-vapor: etanol-agua.**

## LIQUIDO VAPOR TEMPERATURA

0 0 100

1'9 17'00 95'5

7'21 38'91 89'0

9'66 43'74 86'7

12'38 47'04 85,3

16'61 50'89 84'1

23'37 54'45 82'7

26'08 55'80 82'3

32'73 58'26 81'5

39'65 61'22 80'7

50'79 65'64 79'8

51'98 65'99 79'7

57'82 68'41 79'3

67'63 73'85 78'74

74'72 78'15 78'41

89'43 89'43 78'15

• **Datos obtenidos en la experiencia:**

• **Calibrado del refractómetro:** Preparamos disoluciones de etanol-agua de 20 gramos, 40 g., 60 g., 80 g. y 100 g. de etanol.

– Preparación de las disoluciones:

$X = 2 \text{ g. de etanol}$

\* 20 gramos de etanol:

$$\frac{100 \text{ g disoluci n}}{20 \text{ g etanol}} = \frac{10 \text{ g disoluci n}}{X}$$

$$\frac{100 \text{ g etanol}}{96 \text{ g etanol}} = \frac{X}{2 \text{ g}}$$

$X = 2 \text{ g de etanol}$

g. H<sub>2</sub>O = 10 g. – 2 g. = 8 g. de H<sub>2</sub>O = **8 ml. de H<sub>2</sub>O.**

$$V \text{ Etanol} = \frac{m}{d} \quad V \text{ etanol} = \frac{2 \text{ g}}{0,816 \text{ g/ml}}$$

= **2'45 ml de etanol.**

\* 40 gramos de etanol:

$$\frac{100 \text{ g disoluci n}}{40 \text{ g etanol}} = \frac{10 \text{ g disoluci n}}{X}$$

X = 4 g. de etanol.

$$\frac{100 \text{ g etanol comerc.}}{96 \text{ g. etanol}} = \frac{X}{4 \text{ g}}$$

g. H<sub>2</sub>O= 10 g. – 4'1 g. = 5'9 g. de H<sub>2</sub>O = **5'9 ml de H<sub>2</sub>O.**

V Etanol= 4'1/ 0'816= **5'02 ml de etanol.**

\* 60 gramos de etanol:

$$\frac{100 \text{ g. disoluci n}}{60 \text{ g. etanol}} = \frac{10 \text{ g. disoluci n}}{X}$$

X= 6 g. de etanol.

$$\frac{100 \text{ g. etanol}}{96 \text{ g etanol}} = \frac{X}{6 \text{ g.}}$$

X= 6'2 g. de etanol.

g. H<sub>2</sub>O= 10 g.– 6'2 g. = **3'8 ml de H<sub>2</sub>O.**

V Etanol= 6'2/ 0'816= **7'59 ml de etanol.**

\* 80 gramos de etanol:

$$\frac{100 \text{ g. disoluci n}}{80 \text{ g. etanol}} = \frac{10 \text{ g. disoluci n}}{X}$$

X= 8 g. de etanol.

$$\frac{100 \text{ g. etanol}}{96 \text{ g. etanol}} = \frac{X}{8 \text{ g.}}$$

g. H<sub>2</sub>O= 10 g. – 8'3 g. = **1'7 ml de H<sub>2</sub>O.**

V Etanol= 8'3/ 0'816= **10'17 ml de etanol.**

\* 100 gramos de etanol:

$$\frac{100 \text{ g. disoluci n}}{100 \text{ g. etanol}} = \frac{10 \text{ g. disoluci n}}{X}$$

X= 10 g. de etanol.

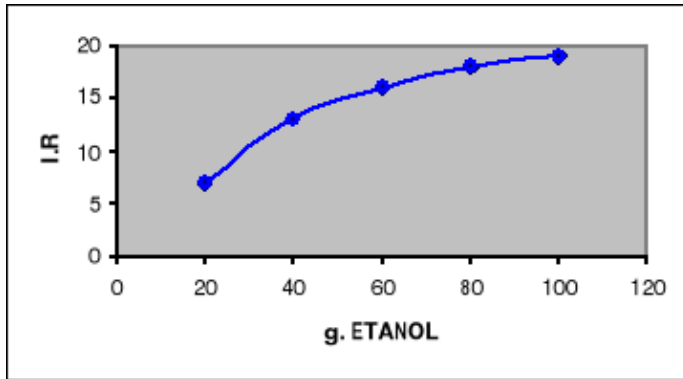
**0 ml de H<sub>2</sub>O.**

V Etanol= 10/0'816= **12'25 ml de etanol.**

<b>g. ETANOL</b>	<b>VOL H<sub>2</sub>O (ml)</b>	<b>VOL ETANOL (ml)</b>	<b>I.R</b>
20	8	2,45	7
40	5,9	5,02	13
60	3,8	7,59	16
80	1,7	10,17	18

100		12,25	19
-----	--	-------	----

Recta de calibrado:



Índice de refracción líquido = g. ! 20 g etanol

Índice de refracción gas = 18'5 ! 86 g etanol

Construcción del diagrama x-y y cálculo del nº de platos teóricos:

nº platos teóricos = nº escalones trazados.

nº platos teóricos = 8.

Calculo de HETP:

$$HETP = \frac{\text{altura del relleno}}{n \text{ platos teóricos}} = \frac{80 \text{ cm}}{8} = 10 \text{ cm / plato.}$$

## PRÁCTICA Nº2

### INTERCAMBIADOR DE CALOR. TUBOS CONCÉNTRICOS

U = CTTE.

FUNDAMENTO TEÓRICO:

Con esta práctica queremos determinar de forma experimental, el coeficiente de transmisión: **U**.

Un intercambiador de calor es cualquier dispositivo en el que se verifica un intercambio de calor entre dos fluidos, separados por una pared sólida.

La intensidad de paso de calor a través de un elemento diferencial de superficie se expresa:

$$dQ = U dA \cdot T$$

Donde **U** es el coeficiente integral de transmisión de calor y se puede relacionar con la resistencia calorífica por esta ecuación:

**UdA= 1/ R**

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{h_i(D_i/D_o)} + \frac{1}{2} \frac{D_o}{K} \ln \frac{D_o}{D_i} + \frac{1}{h_o}$$

En nuestro caso, la pared de tubo interno tiene un diámetro en su parte externa (**Da**) y en su parte interna (**Di**) y una conductividad **K**, circulando por el tubo externo concéntrico con el tubo interior dos fluidos entre los cuales se realiza un intercambio de calor referido a la superficie externa se tendrá:

– Siendo **hi** el coeficiente de convección del fluido interno–pared.

– Siendo **ha** el coeficiente de convección del fluido externo–pared.

Vamos a operar con un valor medio de **T** que es la diferencia de temperaturas entre los dos fluidos, esta diferencia varia continuamente de un extremo a otro del cambiador así tendremos para corrientes paralelas con **U** constante:

#### PARTE EXPERIMENTAL:

El agua fría de la red atraviesa el tubo central del cambiador y sale directamente a la pileta de la mesa. La altura del agua en la superficie del depósito permanece constante. El caudal de agua de la red permanece constante, pues la altura hidrostática que lo provoca también lo es.

El agua caliente proviene de un termostato que proporciona el fluido calefactor en corriente. Sean:

**Tf 1:** temperatura de entrada del agua fría.

**Tf 2:** temperatura de salida del agua fría.

**Tc1:** temperatura de entrada del agua caliente.

**Tc2:** temperatura de salida del agua caliente.

Cuando ponemos en marcha la bomba peristáltica, que impulsa el fluido caliente, se ajusta el caudal de ambos fluidos en el entorno a **1–1'5 l/min.** y esperamos a que las cuatro temperaturas permanezcan constantes.

Se determinan los caudales de agua fría y caliente por medida directa. Anotamos los caudales en **m3/s.**

Se determina la diferencia media logarítmica de temperaturas.

$$\Delta T_{m \log} = \frac{(T_{c2} - T_{f1}) - (T_{c1} - T_{f2})}{\ln \frac{T_{c2} - T_{f1}}{T_{c1} - T_{f2}}}$$

Así podemos determinar el coeficiente integral de transmisión **U** del calor para este tipo de intercambiador de calor.

$$U = \frac{Q}{\Delta T m \log A}$$

$$\frac{\text{Julios}}{\text{h m}^2 \text{ C}}$$

Nuestros datos son:

**Tc1** : 47 °C Caudal = 100 ml/8s · 1 litro/ 1000 ml · 60 s/ 1 min= 0'75 l/min.

**Tc2**: 44'7 °C

**Tf1**: 14'3 °C Caudal = m Cp (Tsf– Tef)

**Tf2**: 18'3 °C

\* Tm log:

$$\Delta T m \log = \frac{(44'7 - 14'3) - (47 - 18'3)}{\text{Ln} \frac{44'7 - 14'3}{47 - 18'3}}$$

=29'6 °C.

\* A:

A= · largo diámetro externo

$$A = \cdot 59 \text{ cm} \cdot 2'7 \text{ cm} = 500'45 \text{ cm}^2 = 5 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$$

\* m:

$$m = V/t = 0'75 \text{ l} / 1 \text{ min} \cdot 1 \text{ min} / 60 \text{ s} = 0'0125 \text{ l/s}.$$

\* Densidad:

$$\text{densidad} = m/V \text{ m} = d \cdot V = 1 \cdot 0'0125 \text{ Kg/s} \cdot 3600\text{s} / 1 \text{ h} = 45 \text{ Kg/h}.$$

\* Q:

$$Q = m \text{ Cp} (T_s - T_e) = 45 \text{ Kg/h} \cdot 1 \text{ Kcal/}^\circ\text{C} \cdot \text{Kg} (18'3 - 14'3)^\circ\text{C} = 180 \text{ Kcal/h}.$$

\* U:

$$U = \frac{Q}{\Delta T m \log A} = \frac{180 \text{ Kcal/h}}{5 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2 \cdot 29'6 \text{ C}} = 121'62 \frac{\text{Kcal}}{\text{h m}^2 \text{ C}}$$

- Determinación del coeficiente de convección interno hi:

El coeficiente integral de transmisión referido a la superficie interna, viene dado por:



$$\frac{1}{U} = \frac{1}{h_i} + \frac{1}{2} \frac{D_i}{K} \ln \frac{D_i}{D_a} + \frac{1}{h_a(D_i/D_a)}$$

donde:

$$U = 121'62 \text{ Kcal/h}\cdot\text{m}^2\cdot^\circ\text{C}$$

$$h_a = 15000 \text{ Kcal/h}\cdot\text{m}^2\cdot^\circ\text{C}$$

$$K = 0'94 \text{ Kcal/h}\cdot\text{m}\cdot^\circ\text{C}$$

$$D_i = 1'26 \text{ cm} = 0'0126 \text{ m}$$

$$D_a = 2'7 \text{ cm} = 0'027 \text{ m}$$

### PRACTICA Nº 3

#### SIMULACIÓN DE REACCIONES COMPLEJAS: REACCIONES REVERSIBLES.

##### INTRODUCCIÓN TEÓRICA:

El objetivo de esta practica es la simulación de una reacción reversible y la obtención de sus datos cinéticos, es decir, constantes de velocidad y orden de reacción.

Supongamos la reacción:

A B

Donde: **K1** : ctte de velocidad de la reacción directa.

**K2** : ctte de velocidad de la reacción inversa.

La velocidad de desaparición del componente **A** viene dada por:

$$V_1 = -dC_A/dt = K_1 \cdot C_A^{n_1}$$

La velocidad de descomposición del componente **B** vendrá dada por:

$$V_2 = -dC_B/dt = K_2 \cdot C_B^{n_2}$$

La velocidad de la reacción total con respecto al componente **A** será:

$$-dC_A/dt = K_1 \cdot C_A^{n_1} + K_2 \cdot C_B^{n_2}$$

**n1** y **n2** representan los órdenes de reacción respecto a **A** y **B** respectivamente.

Si suponemos que el orden de la reacción es vamos a relacionar las concentraciones de **A** y **B**, ya que lo que aumente **B** será lo mismo que disminuya **A**.

$$C_B = -C_A \quad B - C_{Bo} = - (C_A - C_{Ao})$$

$$C_B = C_{Bo} + C_{Ao} - C_A$$

Sustituimos en la ecuación de velocidad:

$$dC_A/dt = K_2 (C_{Bo} + C_{Ao} - C_A) - K_1 \cdot C_A$$

$$dC_A/dt = K_2 (C_{Bo} + C_{Ao}) - (K_1 + K_2) \cdot C_A$$

Sabemos que en el equilibrio  $dC_A/dt = 0$ , por tanto la velocidad será cero, tendremos:

$$K_2 (C_{Bo} + C_{Ao}) - (K_1 + K_2) \cdot C_A = 0$$

$$K_2 (C_{Bo} + C_{Ao}) = (K_1 + K_2) \cdot C_A$$

Si ahora llamamos  $C_A = C_{Aeq}$ , tendremos:  $K_2 (C_{Bo} + C_{Ao}) = (K_1 + K_2) \cdot C_{Aeq}$

Sustituyendo de nuevo en la ecuación de velocidad tendremos:

$$dC_A/dt = (K_1 + K_2) \cdot C_{Aeq} - (K_1 + K_2) \cdot C_A$$

Sacamos factor común y separamos variables, llegamos a:

$$\frac{dC_A}{C_{Aeq} - C_A} = (K_1 + K_2) dt$$

Integramos:

$$- \ln \frac{C_{Aeq} - C_A}{C_{Aeq} - C_{Ao}} = (K_1 + K_2)t$$

$$\frac{C_A}{C_{Ao}} \frac{dC_A}{C_{Aeq} - C_A} = \int_0^t (K_1 + K_2) dt$$

Si representamos  $\ln \frac{C_{Aeq} - C_A}{C_{Aeq} - C_{Ao}}$

frente a  $t$ , obtenemos una recta de pendiente negativa cuyo valor es  $K_1 + K_2$ .

Despejamos ahora  $C_A$ :  $C_{Aeq} - C_A = (C_{Aeq} - C_{Ao}) e^{-(K_1 + K_2)t}$

Si hacemos la representación de  $C_A$  frente a  $t$ , obtendremos una gráfica experimentalmente como se trata de una reacción reversible lo más que avanzará será hasta el valor del equilibrio que será el límite de la exponencial.

$C_A$

$t$

Esto es si el orden de la reacción es 1. Vamos a tratar de determinarlo.

Sabemos que la velocidad de la reacción se puede expresar de la forma:

$$-\frac{dC_A}{dt} = K_1 C_A^{n1}$$

Debido a que la concentración de B puede considerarse como nula en el inicio de la reacción.

Representamos los valores de la velocidad inicial a la concentración inicial de A y se obtienen los valores de **K1** y **n1**.

$$-\frac{dC_A}{dt} = K_1 C_A^{n1} - K_2 C_B^{n2}$$

$$\frac{dC_A}{dt} + K_1 C_A^{n1} = K_2 C_B^{n2}$$

Aplicando de nuevo el método diferencial obtendremos los valores de **K2** y **n2**.

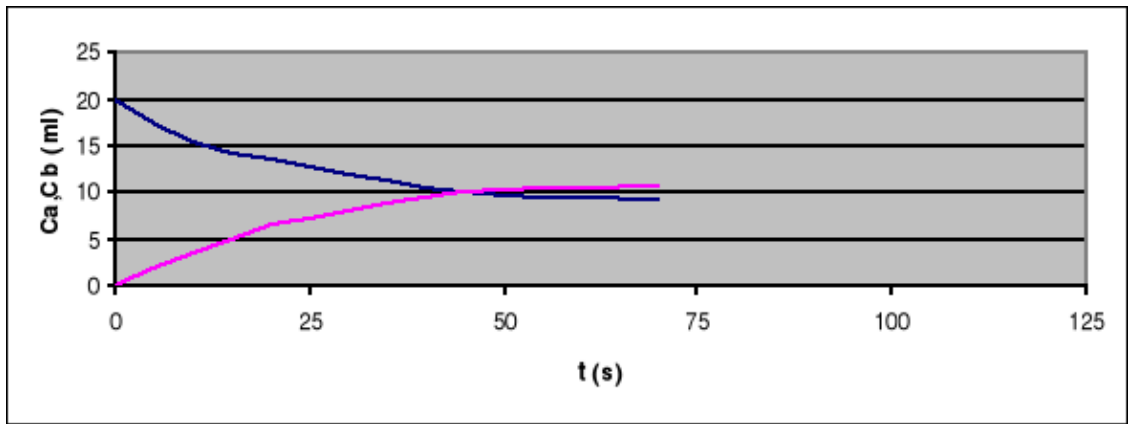
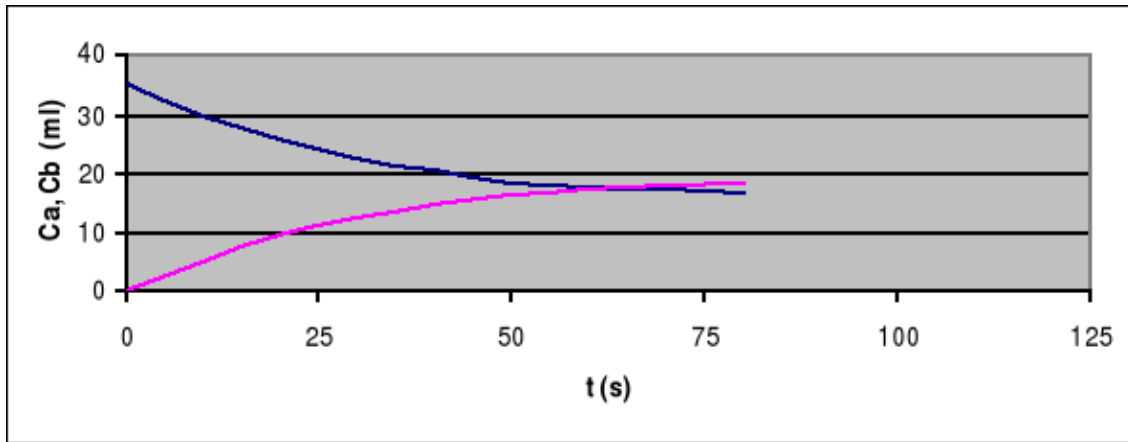
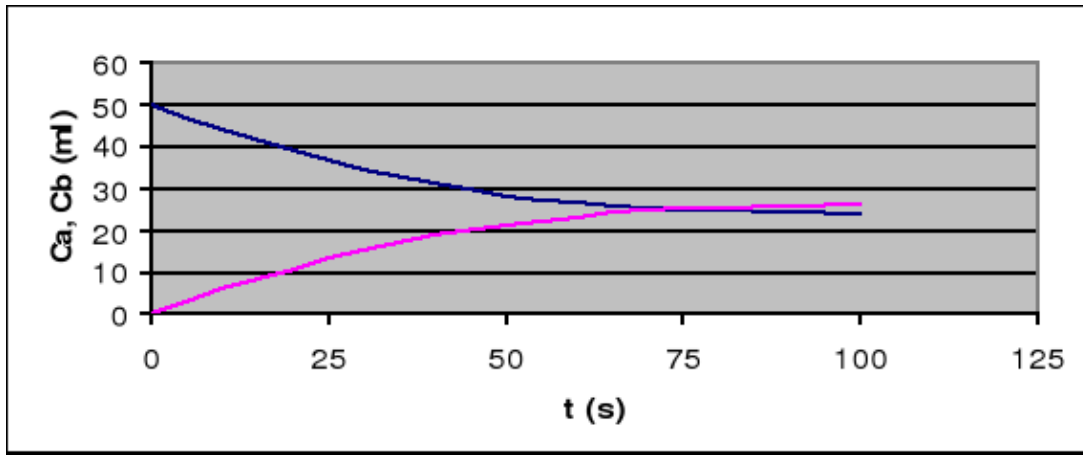
**PARTE EXPERIMENTAL:**

La instalación en la que llevaremos a cabo la práctica, es la que se muestra en la figura.

El procedimiento a seguir es el siguiente:

- Se llena la bureta correspondiente al compuesto A. Se abren las llaves de paso de agua y se comienza a medir las alturas de líquido en ambas buretas para distintos tiempos.
- Se repite el proceso para diferentes alturas iniciales en la bureta A ( 50, 35, 20 ml)
- Representar en papel milimetrado las alturas de A y B frente al tiempo para los 3 experimentos realizados con las distintas alturas iniciales.

	50 ml		35 ml		20 ml	
t (s)	CA	CB	CA	CB	CA	CB
0	50	0	35	0	20	0
10	44,2	5,8	30	5	15,4	3,6
20	39,3	10,7	25,8	9,2	13,6	6,4
30	34,6	15,4	22,6	12,4	12	8
40	31,2	18,8	20,4	14,6	10,5	9,5
50	28,5	21,5	18,5	16,5	9,8	10,2
60	26,6	23,4	17,7	17,3	9,4	10,6
70	25,4	24,6	17,2	17,8	9,2	10,8
80	24,6	25,4	16,8	18,2	–	–
90	24,2	25,8	–	–	–	–
100	23,8	26,2	–	–	–	–

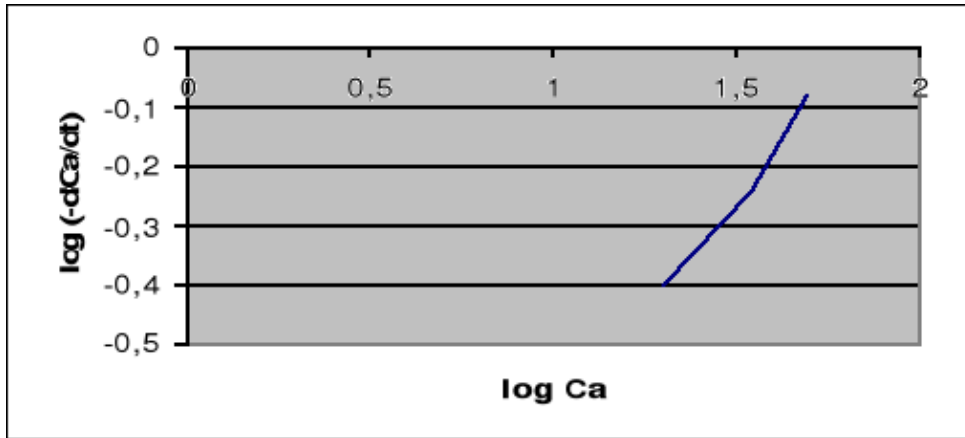


Representar en una tabla y gráficamente los logaritmos de las pendientes en el origen cambiadas de signo en la curva correspondiente de A, frente a logaritmo de la concentración de CA.

$(-dCA/dt)$	CAo
0,8333	50
0,5714	35
0,4	20

$\log(-dCA/dt)_o$	$\log CA_o$
-0,0792	1,6989
-0,243	1,544

-0,398	1,301
--------	-------



La pendiente y la ordenada en el origen nos proporcionan los valores de  $n$  y  $K$ .

Haciendo el ajuste por el método de mínimos cuadrados obtenemos que la recta

$$y=A+Bx.$$

$$A= -1'845$$

$$y= -1'845+ 0'758x$$

$$B= 0'758$$

Por tanto la pendiente será:  $n = 0'758$ .

La ordenada en el origen será:  $A: -1'845 = \log K ! K= 0'014$

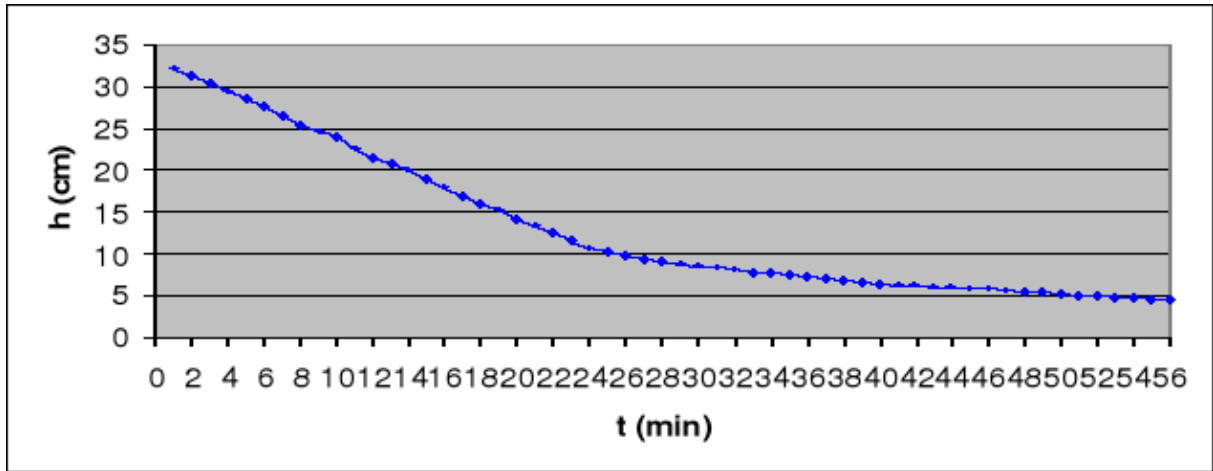
### RESULTADOS Y DISCUSIÓN:

Los resultados obtenidos son:

Tiempo (min)	h (cm)
1	32
2	31,2
3	30,4
4	29,4
5	28,5
6	27,7
7	26,5
8	25,5
9	24,6
10	23,9
11	22,5

12	21,4
13	20,8
14	19,9
15	19
16	18
17	16,9
18	16
19	15,2
20	14,2
21	13,4
22	12,4
23	11,6
24	10,7
25	10,2
26	9,8
27	9,4
28	9,1
29	8,8
30	8,5
31	8,3
32	8,1
33	7,8
34	7,7
35	7,4
36	7,2
37	7,1
38	6,8
39	6,7
40	6,5
41	6,3
42	6,3
43	6,1
44	6
45	5,9
46	5,8
47	5,7
48	5,5
49	5,4
50	5,2
51	5,1
52	5
53	4,8
54	4,7

55	4,6
56	4,5
57	4,4

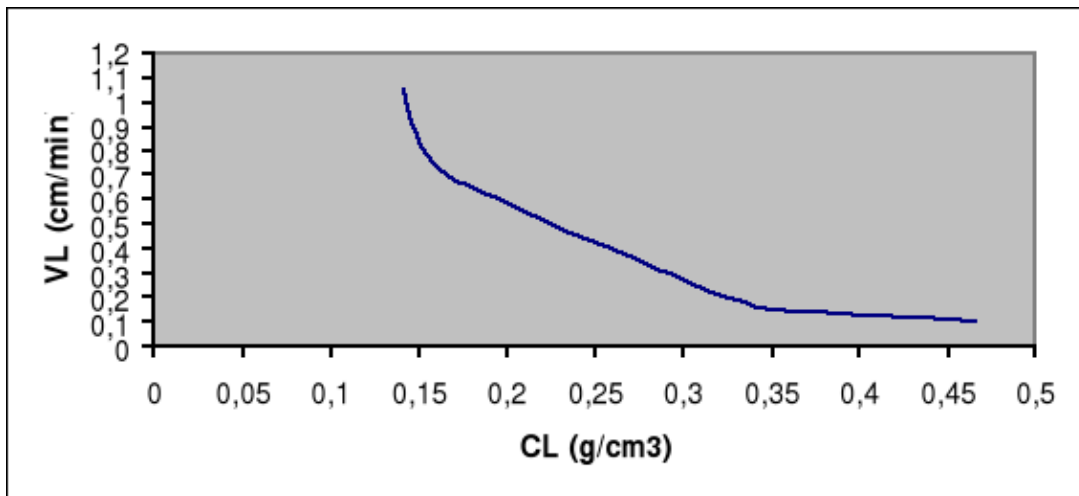


Construimos la siguiente tabla y conocemos los valores de VL = VL (CL) y CL = CL (t) necesarios para el diseño del sedimentador continuo:

Tiempo (min)	h (cm)	Pendiente: VL (cm/min)	Ordenada: C0·h0/CL (cm)	CL (g/cm <sup>3</sup> )
6	27,7	1,05	34,1	0,141
12	21,4	0,9	32,4	0,147
24	10,7	0,7	29	0,165
30	8,5	0,25	15,7	0,306
36	7,2	0,2	14,8	0,323
44	6	0,15	13,6	0,353
50	5,2	0,1	10,3	0,465

A partir de los datos obtenidos en la tabla anterior, se hace una representación gráfica de VL frente a CL:

GRÁFICA 2



Ahora hay que calcular el valor de GL, que es una magnitud que define la adhesión de sólidos para cada nivel, y se llama capacidad de sedimentación, y que se define como la máxima cantidad de sólidos que el nivel admite por unidad de tiempo, y superficie, en función de la concentración y velocidad.

donde Cu es la concentración del aparato y vale:

$$Cu = 150 \text{ g} / 250 \text{ cm}^3 \text{ de CaCO}_3$$

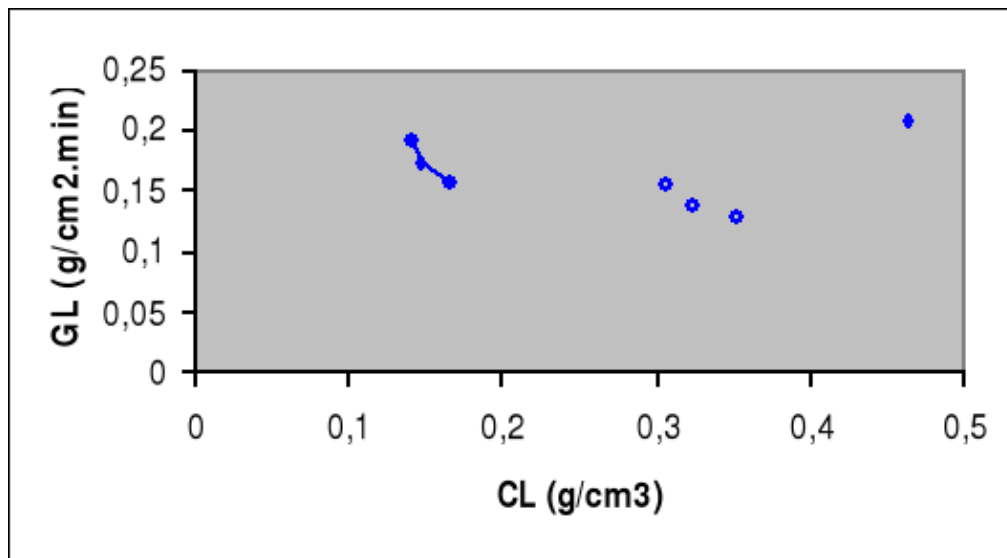
Sabemos que m es la fracción entre la masa de sal que contiene la probeta, y el volumen que esta masa ocupa cuando está totalmente sedimentada.

Para cada uno de los valores de CL y VL podemos hallar el valor de GL, los valores obtenidos son:

VL (cm/min)	CL (g/cm <sup>3</sup> )	GL (g / cm <sup>2</sup> ·min)
1,05	0,141	0,193
0,9	0,147	0,174
0,7	0,165	0,158
0,25	0,306	0,155
0,2	0,323	0,139
0,15	0,353	0,129
0,1	0,465	0,207

Representación gráfica de GL frente a CL.

GRÁFICA 3

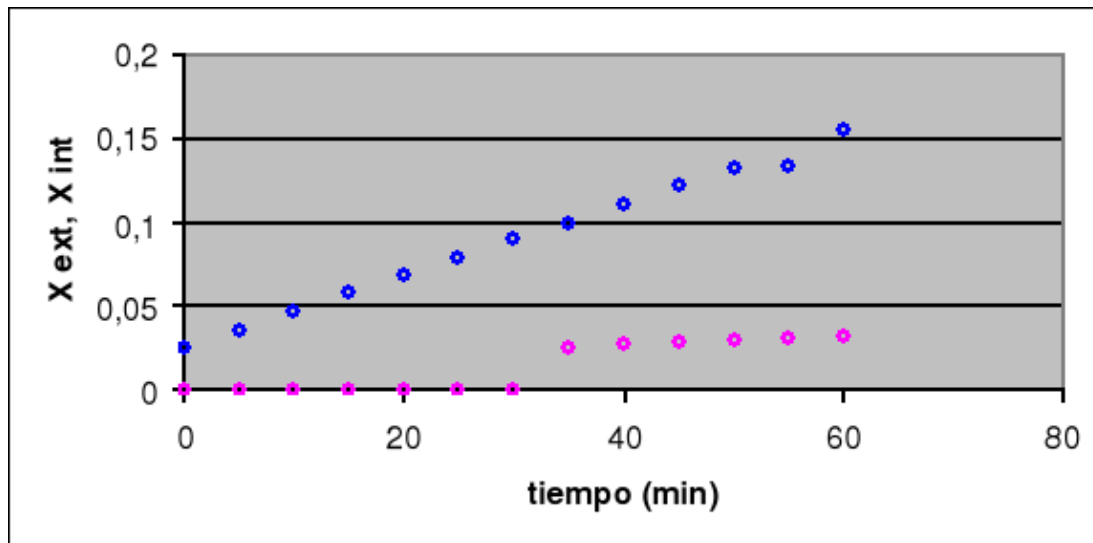


Tiempo (min)	Y ext	X ext	Y int	X int
0	0,9906	0,025	1,028	0
5	0,9343	0,03578	1,028	0
10	0,8218	0,04656	1,028	0
15	0,725	0,05734	1,025	0
20	0,6593	0,06812	1,0218	0



25	0,6093	0,0789	1,0156	0
30	0,5625	0,08968	1	0
35	0,5312	0,1	0,9812	0,025
40	0,5	0,111	0,9593	0,0265
45	0,475	0,122	0,931	0,028
50	0,4531	0,132	0,9	0,0295
55	0,4343	0,134	0,8687	0,031
60	0,4156	0,154	0,8343	0,0325

Dibujamos una gráfica en los valores de X frente a los de tiempo, y para ello hacemos dos rectas por el método de mínimos cuadrados, y de ellos la pendiente es la conductividad.



- Recta para tiempo y X exterior:

$$y = 0.026 + 0.00208x ; m = 0.002$$

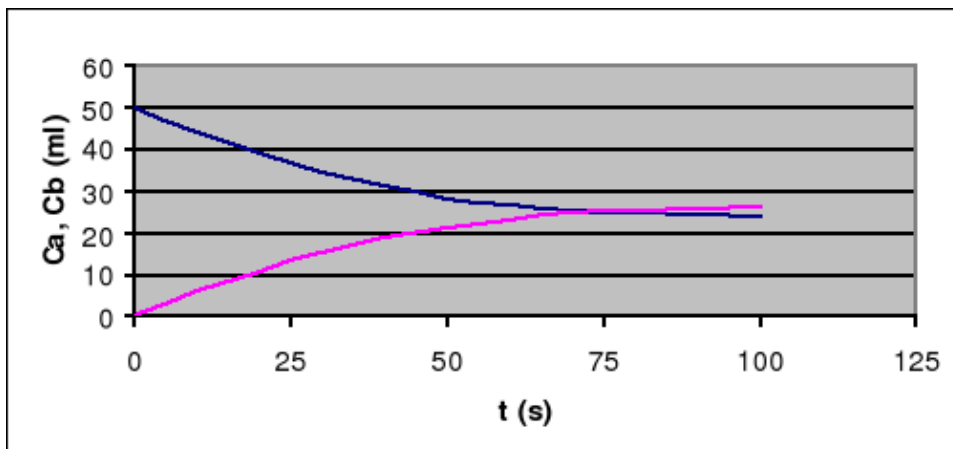
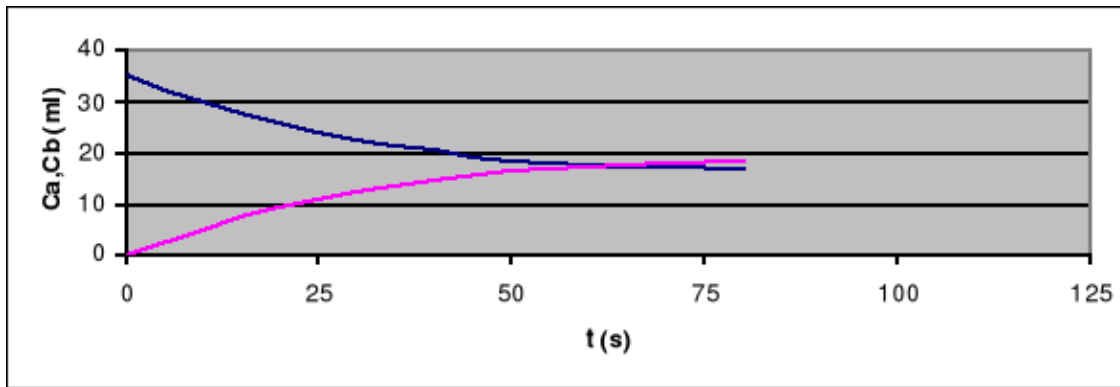
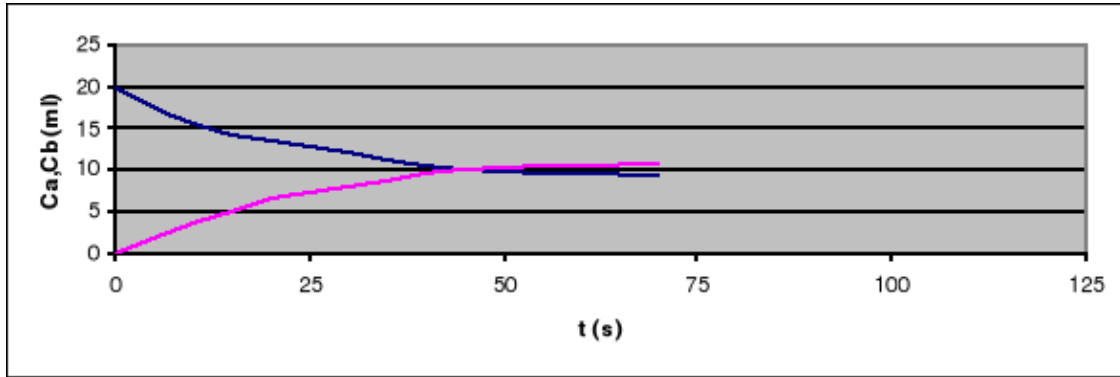
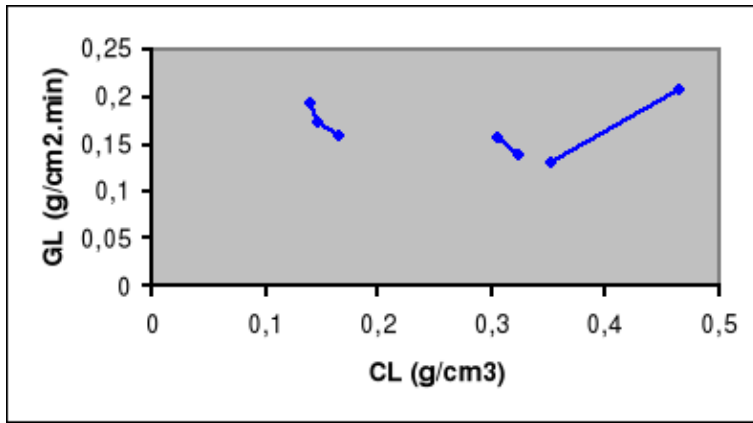
- Recta para tiempo y X interior:

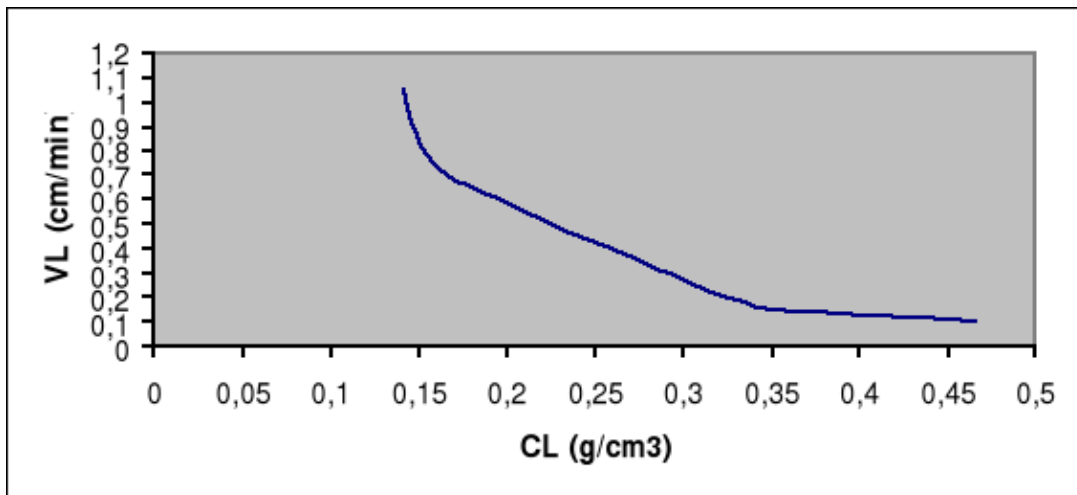
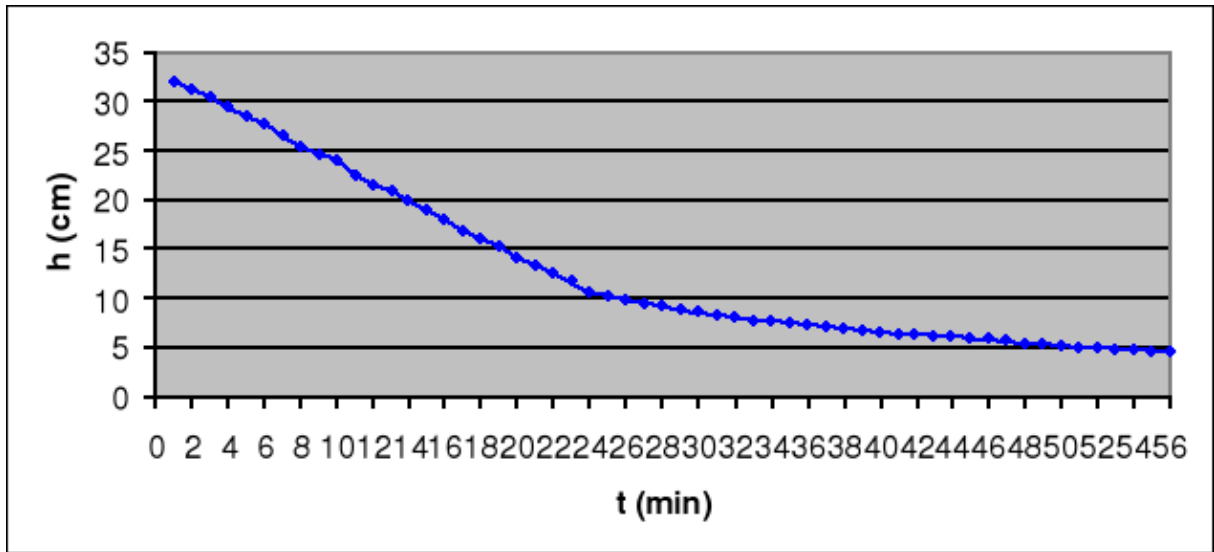
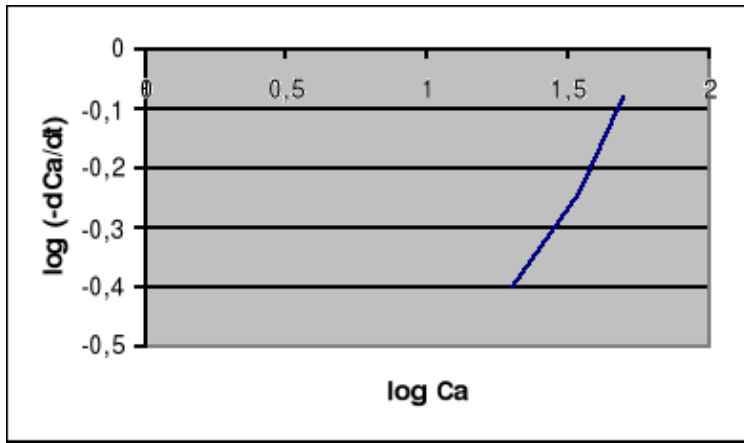
$$y = -0.0075 + 0.00069x ; m = 0.00069$$

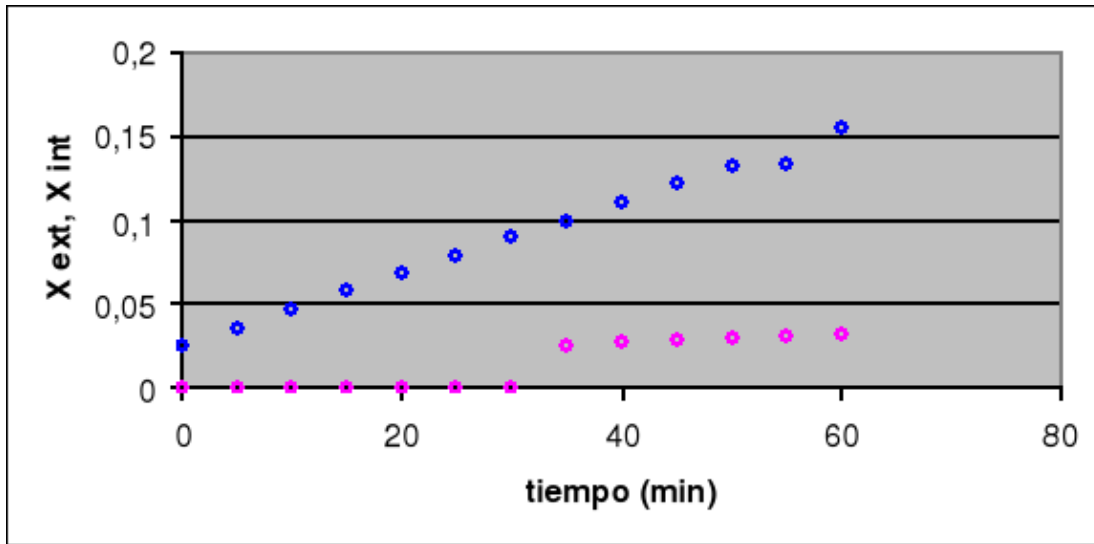
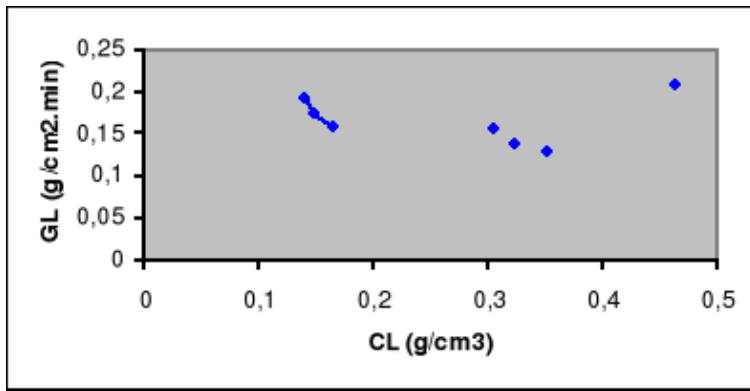
Hallamos la media de las pendientes y tenemos la conductividad:

$$\frac{0.00208 + 0.00069}{2} = 0.001385 \text{ conductividad}$$

2







$$Eficacia = \frac{n \text{ platos te r i cos}}{n \text{ platos reales}}$$

(I)

$$HETP = \frac{\text{Altura total del relleno}}{n \text{ platos te r i cos}}$$

yD

y

$$HETP = \frac{\text{altura del relleno}}{n \text{ platos te rí cos}} = \frac{80 \text{ cm}}{8} = 10 \text{ cm / plato.}$$

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{hi(Di/Da)} + \frac{1}{2} \frac{Da}{K} \text{ Ln } \frac{Da}{Di} + \frac{1}{ha}$$

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{hi} + \frac{1}{2} \frac{Di}{K} \text{ Ln } \frac{Di}{Da} + \frac{1}{ha(Di/Da)}$$

$$-\text{Ln} \frac{C_{Aeq} - C_A}{C_{Aeq} - C_{Ao}} = (K_1 + K_2)t$$

$$-\frac{dC_A}{dt} = K_1 C_A^{n1}$$

$$\text{Ln} \frac{C_{Aeq} - C_A}{C_{Aeq} - C_{Ao}}$$

t

$$-\frac{dC_A}{dt} = K_1 C_A^{n1} - K_2 C_B^{n2}$$

$$\frac{dC_A}{dt} + K_1 C_A^{n1} = K_2 C_B^{n2}$$

T

(II)

$$\frac{100 \text{ g disoluci n}}{20 \text{ g etanol}} = \frac{10 \text{ g disoluci n}}{X}$$

$$X = 2 \text{ g. de etanol}$$

$$\frac{100 \text{ g etanol comerc.}}{96 \text{ g. etanol}} = \frac{X}{4 \text{ g}}$$

$$X = 41 \text{ g de etanol}$$

$$\frac{100 \text{ g. etanol}}{96 \text{ g. etanol}} = \frac{X}{8 \text{ g.}}$$

T2

T1

$$U = \frac{Q}{\Delta T m \log A} = \frac{180 \text{ Kcal / h}}{5 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2 \cdot 296 \text{ C}} = 121,62 \frac{\text{Kcal}}{\text{h m}^2 \text{ C}}$$

$$p_{te} = K_1 + K_2$$

$$X = 8,3 \text{ g. de etanol.}$$

se puede escribir de la forma:

La ecuación