



Manual de operaciones y prácticas.

PS-EL-001 / PE

EXTRACCION LIQUIDO-LIQUIDO EN COLUMNA  
EMPACADA A PEQUEÑA ESCALA

Número de serie: \_\_\_\_\_

# MANUAL DE OPERACIONES Y PRÁCTICAS

## EXTRACCION LIQUIDO-LIQUIDO EN COLUMNA

### EMPACADA A PEQUEÑA ESCALA

#### PS-EL-001 / PE



CONTENIDO:

1. Fundamentos Teóricos	.....	3
2. Aplicaciones Experimentales	.....	20
3. Prácticas propuestas	.....	21
4. Especificaciones Técnicas	.....	22
5. Seguridad e higiene	.....	26
6. Operación del equipo	.....	28
6.1. Alineación y energizado	.....	28
6.2. Puesta en marcha	.....	29
6.3. Equipo en operación	.....	30
6.4. Paro del equipo	.....	43
7. Guion Experimental (Ejemplo)	.....	44
8. Mantenimiento y limpieza	.....	54
9. Apéndice	.....	56

## 1. Fundamentos Teóricos.

### Extracción líquido – líquido

La extracción líquido-líquido, a menudo llamada extracción con disolventes, consiste en la separación de los constituyentes de una mezcla líquida por contacto con otro líquido inmisible (parcial o totalmente inmisible), por lo tanto, no supone cambio de estado físico. Si los componentes de la mezcla original se distribuyen de forma diferenciada entre las dos fases líquidas, se produce un cierto grado de separación, que puede acentuarse por la combinación de etapas múltiples, tal como ocurre en operaciones como la destilación o la absorción.

Si una solución de ácido acético en agua se mezcla con un líquido tal como el acetato de etilo y se mantiene agitada, algo del ácido y muy poca agua (relativamente) se extraerá en la fase éster. Dado que las densidades en el equilibrio de las dos fases son distintas, éstas se separarán tan pronto cese la agitación.

Como la relación de ácido a agua en la fase orgánica es distinta a la de mezcla original, y también distinta a la de la fase acuosa, es evidente que se habrá producido una separación de los componentes respecto a la mezcla original. Esta operación puede llevarse a cabo tanto en régimen continuo como discontinuo. El agua residual puede ponerse en contacto repetidamente con disolvente para reducir su contenido en ácido, y se pueden utilizar distintas configuraciones, contacto en contracorriente, disolvente nuevo en cada etapa, reflujo de disolvente, etc. En este tipo de operaciones, la solución a ser extraída se denomina *alimento o refinado* inicial, y el líquido con el que se pone en contacto *disolvente*. La fase rica en disolvente se denomina fase *extracto* y el líquido residual de donde se ha eliminado el soluto se denomina *refinado*.

Procesos m3s complicados pueden utilizar dos disolventes para separar los componentes de alimentaci3n. Por ejemplo, una mezcla de 3cido para y orto-nitrobenzoico podr3an separarse por distribuci3n entre los l3quidos inmiscibles agua y cloroformo. El cloroformo disuelve preferencialmente el is3mero para, mientras que el agua disuelve el orto. Este tipo de operaci3n se denomina extracci3n con doble disolvente o extracci3n fraccionada. Evidentemente, este tipo de operaci3n implica equilibrios cuaternarios. Otro tipo de operaciones de extracci3n m3s complejas implican la utilizaci3n de sales inorg3nicas aprovechando el efecto salino, que consiste en la modificaci3n de la solubilidad por la presencia de ese compuesto. As3, por ejemplo, en la recuperaci3n del etanol de procesos de fermentaci3n se puede utilizar la extracci3n por disolventes, aprovechando el notable incremento de la solubilidad en la fase org3nica, provocado por la presencia de sales.

Los principales campos de aplicaci3n de la extracci3n son los siguientes:

- Como sustituto de la destilaci3n o evaporaci3n, cuando las sustancias a separar son qu3micamente diferentes. Por ejemplo, el 3cido ac3tico puede separarse de soluciones diluidas en agua a costos relativamente elevados por rectificaci3n, sin embargo se puede separar con relativa facilidad y menores costos por extracci3n seguida de rectificaci3n del extracto. Cuanto m3s diluida sea la disoluci3n de partida tanto m3s econ3mica resultar3 la separaci3n por extracci3n (siempre que, como suele ocurrir, el calor latente de vaporizaci3n del disolvente sea menor que el del agua). Tamb3n puede resultar necesario recurrir a esta operaci3n cuando la sustancia a separar pueda descomponerse t3rmicamente y por lo tanto deba realizarse la destilaci3n a vac3o. Por ejemplo, es el caso de 3cidos grasos de larga cadena que pueden separarse de los aceites vegetales que los contienen por destilaci3n a alto vac3o, pero que pueden recuperarse ventajosamente por extracci3n con propano l3quido.

• Para separaciones que no son fáciles o posibles por otras técnicas. Por ejemplo la separación de hidrocarburos aromáticos y parafínicos de pesos moleculares próximos (y por tanto parecidos puntos de ebullición) es muy sencilla por extracción con distintos disolventes, como el dióxido de azufre y dietilenglicol, pero es prácticamente imposible por destilación ya que las presiones de vapor son muy parecidas. Muchos productos farmacéuticos (como la penicilina) se obtienen de mezclas tan complejas, que su separación solo es posible por extracción. Muchas separaciones de metales, en particular aquellas costosas y difíciles por medios químicos (como vanadio-uranio, hafnio-circonio) se pueden llevar a cabo económicamente por extracción. Incluso productos inorgánicos de bajo costo tales como el ácido fosfórico, bórico o hidróxido sódico se purifican por extracción con disolventes. Finalmente comentaremos los procesos de extracción supercrítica que permiten la recuperación de distintas sustancias como la cafeína, etc. utilizando básicamente el dióxido de carbono supercrítico como disolvente. En los procesos de extracción, como todos los componentes permanecen en estado líquido, los únicos efectos caloríficos se deberán a los calores de disolución, de orden de magnitud muy inferior a los calores latentes que se producen en los cambios de estado de las operaciones de rectificación, absorción, etc. Por ello, salvo que se establezca voluntariamente una diferencia de temperatura a través de un sistema de extracción, para aprovechar al máximo las diferencias de solubilidad de los distintos componentes que se desea separar, habitualmente resulta aceptable despreciar los efectos caloríficos y suponer que las operaciones de extracción se desarrollan isotérmicamente. De no ser así, resultará inmediato extender cuanto sigue a sistemas no isoterms.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Treybal, Robert E. *Operaciones de Transferencia de Masa*. 2ª ed. México, Mc Graw-Hill, 1988.

## **Estudio de una columna de extracción líquido-líquido en columna empacada a pequeña escala**

Como la velocidad de extracción en la extracción líquido-líquido, está controlada por un proceso de difusión molecular entre las superficies adyacentes de dos líquidos inmiscibles, los métodos empleados en los cálculos de absorción, destilación y otros procesos de difusión, se pueden aplicar de análoga manera, a los cálculos de diseño de las torres de extracción. Todos los principios aplicables a la destilación fraccionada tienen su contrapartida en la extracción líquido-líquido. Al igual que, una diferencia apreciable en las presiones de vapor de los componentes, permite su separación por destilación, dependiendo del grado de separación, del tamaño de la columna de fraccionamiento y la capacidad a que trabaja; la diferencia en la afinidad de los dos componentes por un disolvente determinado permite su separación por extracción líquido-líquido.

La extracción líquido-líquido es una técnica de separación en la que las dos fases implicadas son líquidas, una de las cuales se añade y no se forma "in situ"; las fuerzas puestas en juego son fundamentalmente de tipo físico, basándose la separación en procesos de distribución y pudiéndose aplicar relaciones termodinámicas.

La distribución líquido-líquido es un proceso de transferencia de una o varias sustancias desde una fase líquida a otra también líquida inmiscible con la primera.

Para conseguir que el proceso extractivo sea satisfactorio, además de la selección adecuada de las condiciones técnicas de operación, la composición de las fases utilizadas desempeña un papel decisivo. Aunque se pueden emplear combinaciones de dos o más disolventes orgánicos inmiscibles, generalmente es una fase acuosa y otra orgánica.

Existe una variedad de condiciones técnicas para llevar a cabo el proceso extractivo, siendo necesario seleccionar las más adecuadas para conseguir la separación más completa del soluto libre de impurezas. Estas condiciones técnicas son: relación de fases, separación de fases y temperatura.

La relación de fases es el cociente entre los volúmenes de fase orgánica y acuosa. Generalmente esta relación es la unidad pero puede oscilar entre 0.2 y 5, e incluso en procesos de concentración de trazas, puede ser de 0.1 a 0.01. Otro aspecto técnico a considerar es conseguir la separación completa de las fases en el menor tiempo posible con objeto de agilizar el proceso extractivo. Para ello hay que evitar la formación de emulsiones estables variando, si es necesario, algún componente del sistema como el agente salino, el modificador o el diluyente, o bien la concentración de alguno de ellos. En lo referente a la temperatura, normalmente la extracción se realiza a temperatura ambiente ya que, aunque cualquier proceso de distribución está afectado por esta variable, en las distintas técnicas de extracción es complicado utilizar un sistema de termostatación. En general, no se producen modificaciones sustanciales en el proceso extractivo en un rango de temperatura comprendido entre 18 y 30°C, que es el normal en el laboratorio.

### **Funcionamiento de una columna de extracción líquido-líquido a contracorriente con empaque**

La mezcla líquida a separar se transporta desde el depósito de alimentación a la parte inferior de la columna de extracción con una bomba. Desde allí fluye a contracorriente del disolvente, que es transportado por una bomba al interior de la columna de relleno, por la parte superior de la misma. La mezcla a separar está formada por el soluto y el líquido portador.

El líquido portador y el disolvente no son miscibles entre sí. Por esta razón se forma una frontera entre fases en la columna. Esta frontera se puede ajustar con dos válvulas. Dentro de la columna de relleno tiene lugar la transferencia del soluto al disolvente. Dos válvulas de tres vías permiten utilizar el banco de ensayos como proceso cerrado o abierto.

El extracto se puede tratar en una unidad de destilación para separar el soluto y reutilizar el disolvente. Dicha unidad consta de un matraz de fondo redondo calentado, una columna de relleno y un puente acodado con refrigerador Liebig. La temperatura del residuo se registra con un sensor con un indicador digital y se regula con un regulador PID.

También se registra la temperatura en la cabeza de la columna de destilación. El soluto separado del disolvente se acumula al fondo de la columna, de donde se puede extraer como residuo de destilación.

El disolvente destilado se acumula en un depósito y se puede reutilizar para la extracción.

Como sistema ternario se recomienda gasolina (white spirit) como líquido portador, ácido benzoico como soluto y agua destilada como disolvente.

### **Estudio de los componentes de una columna de extracción**

La fase acuosa suele ser la que contiene el soluto o mezcla de solutos a separar, así como ácidos y sales inorgánicas e incluso, en ciertos casos, alguna sustancia orgánica. Estas sustancias que acompañan al soluto pueden ser debidas a: (a) la matriz de la muestra, (b) el tratamiento previo de la muestra y (c) la adición intencionada, bien para mejorar la extracción de un soluto determinado, o bien para impedir la extracción de otros componentes.

Otro aspecto que tiene gran importancia en el proceso extractivo es el pH de la fase acuosa ya que, en muchos casos, de él depende que el soluto a separar se encuentre en forma adecuada para que se transfiera a la fase orgánica.

La fase orgánica es la que permite la separación de los solutos mediante contacto directo con la fase acuosa que inicialmente los contiene. A esta fase inmisible con el agua se le denomina, según la IUPAC, extractante, el cual puede ser un único disolvente orgánico, mezcla de disolventes o la disolución de una sustancia en un disolvente o en una mezcla de disolventes. En este caso, a dicha sustancia se denomina agente extractivo y es el responsable principal de la transferencia del soluto desde la fase acuosa debido a procesos de solvatación, formación de complejos o formación de aductos previos a la extracción. La concentración de agente extractivo debe fijarse perfectamente ya que, aunque es conveniente un exceso del mismo para favorecer el proceso, éste no debe ser excesivamente grande ya que podría ocasionar reacciones secundarias indeseables. El disolvente que contiene al agente extractivo se denomina diluyente; aunque éste no interviene directamente en la extracción, mejora las propiedades físicas, tales como densidad y viscosidad, o las propiedades extractivas, tal como la selectividad del extractante. La fase orgánica puede contener también una sustancia disuelta denominada modificador, cuya misión es mejorar algún aspecto del proceso extractivo.

El disolvente, o disolventes orgánicos, utilizado como fase orgánica debe ser muy poco soluble en agua y no reaccionar con ella. También debe poseer otras características, tales como punto de ebullición bajo, presión de vapor y viscosidad moderadas, no debe formar emulsiones, buena estabilidad química y no presentar carácter tóxico. La densidad de la fase orgánica frente a la acuosa determina la técnica utilizada para separar posteriormente las fases. Una vez realizada la extracción, se denomina extracto a la fase separada, generalmente la fase orgánica, que contiene la sustancia extraída desde la otra fase.

### Estudio termodinámico de equilibrio líquido-líquido

En un sistema ternario líquido-líquido, tal como el sistema ácido acético-agua-MIBK, los tres componentes se presentan en ambas fases líquidas. Al equilibrio, la actividad  $A^0$  de cualquier componente es la misma en ambas fases por definición:

$$A_r^0 = \gamma_r x^0 = A_e^0 = \gamma_e y^0$$

Dónde:

$A^0$  = actividad del soluto

$\gamma$  = coeficiente de actividad del soluto

$r$  = fase refinada

$e$  = fase extraída

Consecuentemente, la relación de partición en unidades de fracción mol  $K^0$  es un resultado de la relación de los coeficientes de actividad en las dos capas

$$K^0 = \frac{y^0}{x^0} = \frac{\gamma_r}{\gamma_e}$$

El coeficiente de actividad puede ser definido como la tendencia a escapar de un componente relacionado a la ley de Raoult en el equilibrio líquido-vapor.

## Estudio de diagramas de fases y Sistemas Ternarios

Los datos de equilibrio de sistemas ternarios pueden ser tabulados en una tabla y trabajando en una hoja de cálculo electrónica para ser presentados como un diagrama triangular recto. La fracción peso del soluto está en el eje horizontal y la fracción peso del extractante en el eje vertical. Las líneas de unión conectan los puntos que están en el equilibrio. Para concentraciones bajas de soluto la escala horizontal puede ser expandida. El sistema agua-ácido acético-MIBK es un sistema tipo I donde sólo uno de los pares binarios, agua-MIBK, es inmiscible. En un tipo II, dos de los pares binarios son inmiscibles, i. e., el soluto no es totalmente miscible en uno de los líquidos.

Tabla 1. Ácido acético-Agua-MIBK, 25°C

% Peso en el refinado			X	% Peso en el extracto			Y
Agua	Ácido Acético	MIBK		Agua	Ácido Acético	MIBK	
98.45	0	1.55	0	2.12	0	97.88	0
95.46	2.85	1.7	0.0299	2.80	1.87	95.33	0.0196
85.8	11.7	2.5	0.1364	5.4	8.9	85.7	0.1039
75.7	20.5	3.8	0.2708	9.2	17.3	73.5	0.2354
67.8	26.2	6.0	0.3864	14.5	24.6	60.9	0.4039
55.0	32.8	12.2	0.5964	22.0	30.8	47.2	0.6525
42.9	34.6	22.5	0.8065	31.0	33.6	35.4	0.9492

De Sherwood, Evans, and Longcor [*Ind. Eng. Chem.*, 31, 599 (1939)].

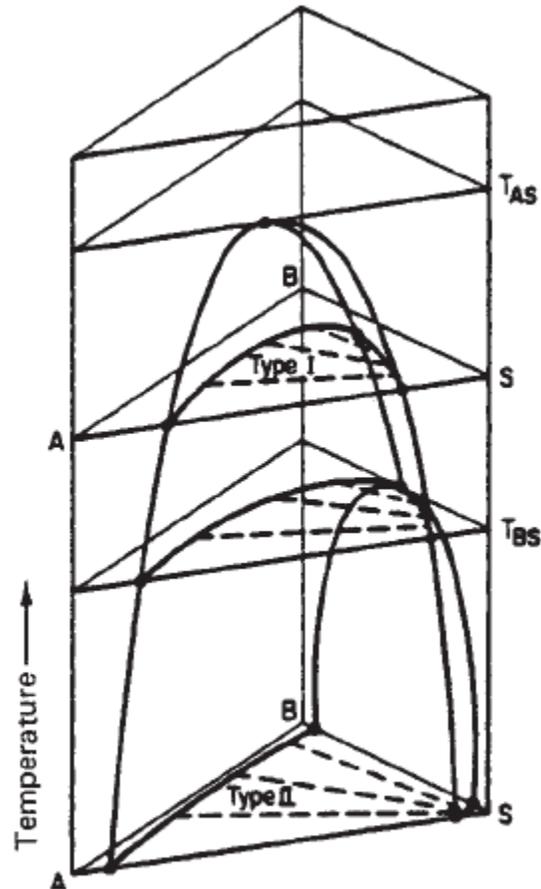
Tabla 2. Hoja de cálculo del diagrama triangular del sistema ternario Agua/Ácido Acético/MIBK con datos de equilibrio líquido-líquido a 25°C

Fracción peso variable	Ácido Acético $x$	MIBK $Y_1$	MIBK $Y_2$	$1 - w_f AA$ $Y_3$
Agua	0.0000	0.0155		1.0000
Línea	0.0285	0.0170		0.9715
	0.1170	0.0250		0.8830
y	0.2050	0.0380		0.7950
cima del triángulo	0.2620	0.0600		0.7380
	0.3280	0.1220		0.6720
	0.3460	0.2250		0.6540
	1.0000			0.0000
MIBK	0.0000		0.9788	
Fase	0.0187		0.9533	
Línea	0.0890		0.8570	
	0.1730		0.7350	
	0.2460		0.6090	
	0.3080		0.4720	
	0.3360		0.3540	
Línea conectora 1	0.0285	0.0170		
	0.0187	0.9533		
Línea conectora 2	0.1170		0.0250	
	0.0890		0.8570	
Línea conectora 3	0.2050	0.0380		
	0.1730	0.7350		
Línea conectora 4	0.2620		0.0600	
	0.2460		0.6090	
Línea conectora 5	0.3280	0.1220		
	0.3080	0.4720		
Línea conectora 6	0.3460		0.2250	
	0.3360		0.3540	

Datos de Sherwood, Evans, and Longcor [*Ind. Eng. Chem.*, **31**, 599 (1939)].

Muchos sistemas líquidos inmiscibles exhiben una temperatura crítica de la solución más allá de la cual el sistema no se separa más en dos fases. Esto se muestra en la figura siguiente en que un incremento de la temperatura pueda cambiar un sistema tipo II a un tipo I arriba de la temperatura crítica del sistema binario soluto y extractante  $T_{BS}$ . El sistema se hace totalmente miscible por arriba de la temperatura crítica del solvente y el sistema extracción-solvente  $T_{AS}$ . Ocasionalmente un sistema puede tener una temperatura crítica más baja debajo de la cual el sistema será totalmente miscible.<sup>2</sup>

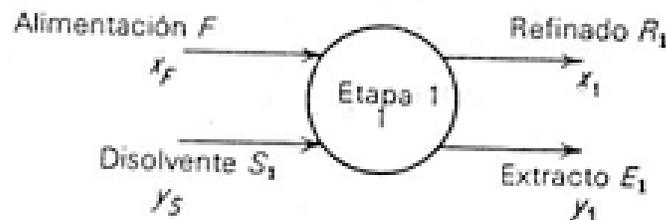
<sup>2</sup> Treybal, Robert E. *Operaciones de Transferencia de Masa*. 2ª ed. México, Mc Graw-Hill, 1988.



**FIG. 1** Efecto de la temperatura sobre el equilibrio líquido líquido ternario. A = alimentación de solvente, B = soluto, y S = extracción solvente

### Balances de materia en el sistema y diagrama triangular <sup>3</sup>

Para la extracción en una sola etapa:



**Fig. 2** Extracción en una sola etapa

F estará constituido por el líquido (A) y el soluto que tenga disuelto (C).

$x_F$  será la fracción en peso de C en la alimentación.

S será el disolvente, va a estar compuesto mayoritariamente por el compuesto B.

$y_S$  será la fracción en peso de C en el disolvente. Si el disolvente es puro  $y_S = 0$ .

Al mezclar F y S, tiene lugar una transferencia de materia hasta el equilibrio una parte va al refinado y otra parte al extracto.

$y_1$ ,  $x_1$  son las composiciones en el equilibrio, son los extremos de las líneas de unión o de reparto.

$y_1$  es la fracción en peso de C en E1

$x_1$  es la fracción en peso de C en R1

<sup>3</sup> Varcárcel, Miguel. *Técnicas analíticas de separación*. Barcelona, Reverté, 1988, p. 173-211

Se considera una etapa teórica o ideal porque las composiciones del refinado y del extracto están en equilibrio.

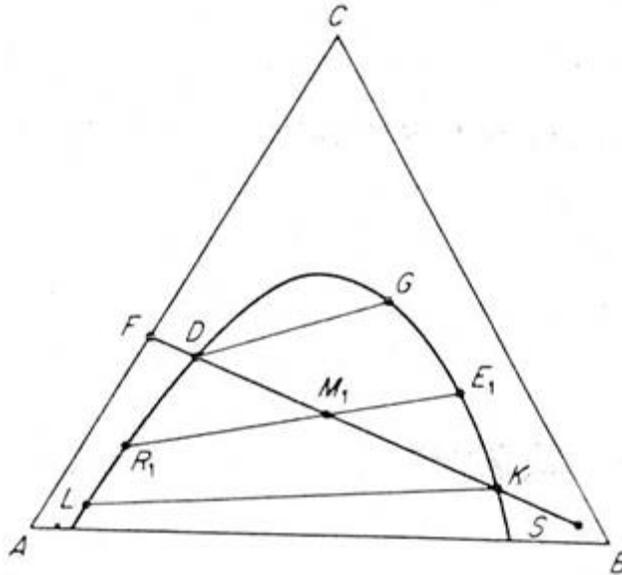


fig.3 Extracción en una sola etapa

Se da el tiempo necesario para que el soluto se distribuya entre las dos fases y se tengan dos fases inmiscibles.

La línea de unión que pasa por  $M$ , va a determinar  $R_1$  y  $E_1$ , que estarán situados en la curva binodal. Las cantidades de  $R_1$  y  $E_1$  las podremos obtener aplicando la regla de la palanca.

Ecuación básica de un balance

$$E - S + G - D = A$$

E = entradas

S = salidas

G = generación

D = consumo

A = acumulación

Si no hay reacción química  $G = 0$  y  $D = 0$

En estado estacionario  $A = 0$

Por tanto queda que  $E = S$

Balances de materia del sistema

$$\text{B.M. total } F + S = M_1 = E_1 + R_1$$

$$\text{B.M. componente } F x_F + S y_S = M_1 x_{M_1} = E_1 y_1 + R_1 x_1$$

La localización de  $M_1$  se da mediante la regla de la palanca

$$x_{M_1} = \frac{F x_F + S y_S}{M_1} = \frac{F x_F + S y_S}{F + S}$$

Ahora las cantidades de E1 y R1

BM total  $M_1 = E_1 + R_1$ ;  $R_1 = M_1 - E_1$

BM componente M1  $x_{M_1} = E_1 y_1 + (M_1 - E_1) x_1$

$M_1 x_{M_1} = E_1 y_1 + M_1 x_1 - E_1 x_1$

$M_1 (x_{M_1} - x_1) = E_1 (y_1 - x_1)$

$$E = \frac{M_1(x_{M_1} - x_1)}{(y_1 - x_1)}$$

$x_1, y_1$  se obtienen gráficamente

Para la extracción en varias etapas:

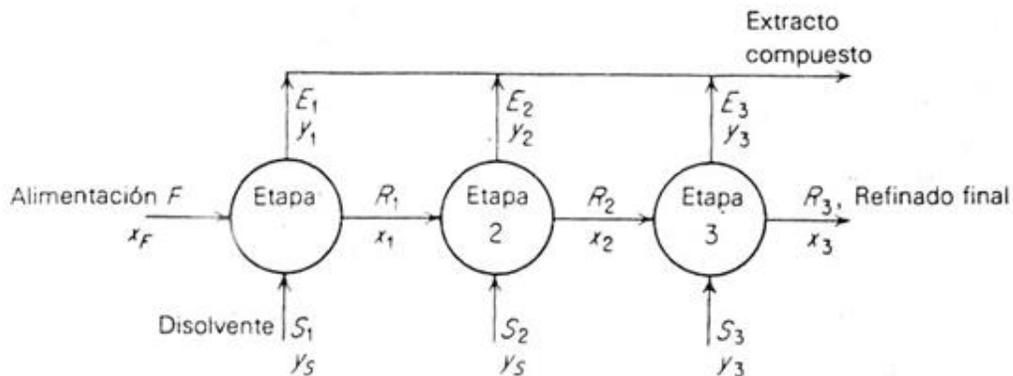


fig. 4 Extracción a corriente cruzada

B. M. total  $R_{n-1} + S_n = E_n + R_n = M_n$

B. M. componente  $R_{n-1} \cdot x_{n-1} + S_n y_S = M_n x_{M_n} = E_n y_n + R_n x_n$

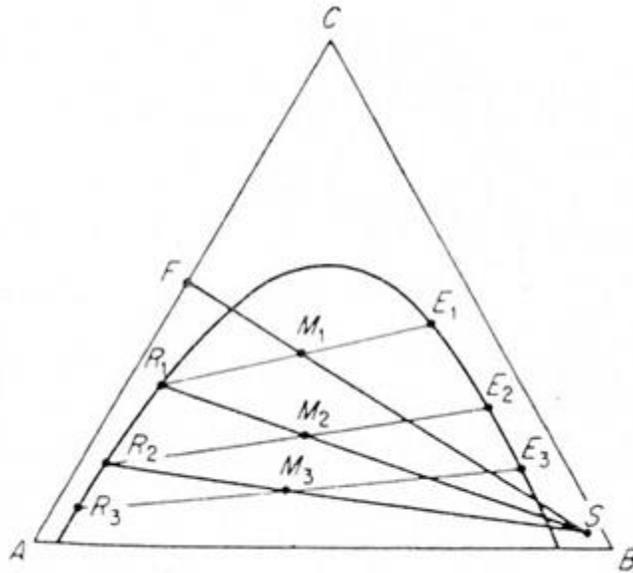


Fig. 5 Extracción a corriente cruzada.

$R_1$  fase rica en A

$R_3$  refinado final

$E_1$  fase rica en B

$E_3$  Extracción del compuesto

En primer lugar se hace un balance para saber donde se tiene que situar la composición de la mezcla.

$M_1$  composición de la mezcla que da la etapa 1. Se tiene que interpolar la línea de unión que pasa por el punto  $M_1$ . De sus extremos se obtiene la composición del extracto y del refinado.

Se une el refinado  $R_1$  con el disolvente. Seg3n las caracter3sticas (calculando mediante balances de materia), situamos el punto  $M_2$ . Se interpola la l3nea de uni3n que pasa por  $M_2$  y en sus extremos se sit3a el extracto  $E_2$  y el refinado  $R_2$ .

Se une el refinado  $R_2$  con el disolvente y en funci3n de sus caracter3sticas situamos el punto  $M_3$ . Interpolamos la l3nea de uni3n determinando las composiciones del extracto  $E_3$  y del refinado  $R_3$ .

## BIBLIOGRAFÍA

Perry, Robert H. y Don W. Green. *PERRY, Manual del Ingeniero Qu3mico*. Trad. Fernando Ra3l Corral Garc3a. 7ª ed. Vol. 2. M3xico, McGraw Hill, 1999. Cap. 15, p. 15-6 a 15-8.

Treybal, Robert E. *Operaciones de Transferencia de Masa*. 2ª ed. M3xico, Mc Graw-Hill, 1988.

Varc3rcel, Miguel. *T3cnicas anal3ticas de separaci3n*. Barcelona, Revert3, 1988, p. 173-211.

## 2. Aplicaciones Experimentales.

- Estudio de una columna de extracción liquido-liquido.
- Funcionamiento de una columna empacada de extracción liquido-líquido a contra corriente.
- Aplicación de procesos de separación liquido - líquido.
- Determinación de los coeficientes de transferencia de masa.
- Estudio de operaciones unitarias.
- Estudio de los componentes de una columna de extracción líquido-líquido.
- Estudio del comportamiento hidrodinámico de la columna.
- Estudio termodinámico de equilibrio líquido - liquido.
- Estudio de diagramas de fases.
- Estudio de sistemas ternarios.
- Eficiencia de la columna.
- Número de etapas de equilibrio teóricas
- Altura de etapas de equilibrio teóricas.
- Balances de materia en todo el sistema.

### 3. Prácticas propuestas.

- 3.1 Operación de una columna de extracción líquido-líquido empacada para separar una mezcla de etanol-hexano (50% volumen-50% volumen) utilizando agua como solvente de extracción.
- 3.2 Operación de una columna de extracción líquido-líquido empacada para separar una mezcla de etanol-hexano (65% volumen-35% volumen) utilizando agua como solvente de extracción.
- 3.3 Operación de una columna de extracción líquido-líquido empacada para separar una mezcla de etanol-hexano (35% volumen-65% volumen) utilizando agua como solvente de extracción.

Para las tres prácticas propuestas la experimentación consiste en lo siguiente:

- A. Determinación de los flujos de la mezcla y del solvente de extracción.
- B. Determinación del comportamiento hidrodinámico de la columna con el nivel de la interfase en el domo de la columna.
- C. Cálculo de la densidad de la mezcla.
- D. Elaboración de un diagrama de fases triangular.
- E. De acuerdo a los flujos obtenidos para cada una de las corrientes, calcular el número de etapas teóricas y su altura.
- F. Balance de materia en el proceso.

Se recomienda realizar al menos dos prácticas propuestas y comparar los resultados.

#### 4. Especificaciones Técnicas.

- Unidad piloto completamente instrumentada de pequeña escala para laboratorio.
- Montada sobre estructura en perfil de aluminio reforzado tipo industrial con ruedas.
- Compuesta de una unidad de proceso y un gabinete de control, ambas unidades están interconectadas entre sí formando una sola instalación.
- Columna de extracción líquido - líquido fabricada con componentes de tipo industrial, acero inoxidable, vidrio y PTFE.
- Columna de extracción líquido - líquido fabricada en vidrio borosilicato, empacada. Diámetro Nominal DN 50 de dos pulgadas. Con tres secciones de 20 cm, altura de la columna 60 cm. Funcionamiento a contra corriente. Empaque: Anillos Raschig 6 x 6.
- Plato de abastecimiento de líquido fabricado en PTFE
- Plato soporte con empaque de PTFE con puertos de toma de muestra de líquido.
- Cabezales de domo y fondo de columna fabricados en vidrio borosilicato con entrada lateral, brida y tapa de acero inoxidable.
- Sistema para regulación de interfase en la columna de extracción con controlador electrónico de nivel. Fabricado en vidrio borosilicato, diámetro nominal DN 50 de dos pulgadas.
- Sensor de nivel con controlador local digital tipo PID, señal de salida 4-20 mA.
- Electroválvula de accionamiento para control de interfase.

- Recibidor de fase extraída con disolvente fabricado en vidrio borosilicato con capacidad de un litro, con brida y tapa de acero inoxidable. Válvula de vaciado y toma de muestra manual.
- Recibidor de fase refinada, fabricado en vidrio borosilicato con capacidad de un litro, con brida y tapa de acero inoxidable. Válvula de vaciado y toma de muestra manual.
- Tanque de alimentación del disolvente a columna de extracción líquido-líquido, fabricado en polietileno de alta densidad HDPE, con capacidad de 20 litros.
- Tanque de alimentación de la mezcla a extraer a columna de extracción líquido-líquido, fabricado en polietileno de alta densidad, con capacidad de 20 litros.
- Bomba de abastecimiento del disolvente a columna de extracción líquido-líquido, con internos de PTFE, tipo dosificadora con control electrónico digital de flujo y pantalla digital de totalización de flujo. Pichancha de material cerámico para succión de líquido en tanque.
- Bomba de abastecimiento de la mezcla a extraer a columna de extracción líquido-líquido, con internos de PTFE, tipo dosificadora con control electrónico digital de flujo y pantalla digital de totalización de flujo. Pichancha de material cerámico para succión de líquido en tanque.
- Válvulas para toma de muestra en diferentes secciones de la columna.
- Tubería y accesorios fabricados en acero inoxidable y PTFE.



Manual de operaciones y prácticas.

PS-EL-001 / PE  
EXTRACCION LIQUIDO-LIQUIDO EN COLUMNA  
EMPACADA A PEQUEÑA ESCALA

## **GABINETE DE CONTROL**

- Tipo industrial NEMA 4X
- Foco indicador luminoso de tablero energizado
- Botones de marcha y paro de bombas de alimentación de líquido con indicador luminoso
- Contactores de protección y arranque para bombas de alimentación de líquido.
- Portafusibles de protección.
- Botón de paro de emergencia tipo hongo de media vuelta.
- Cableado por medio de canaleta y con números de identificación.
- Componentes eléctricos montados sobre riel.

## **DIMENSIONES APROXIMADAS**

Largo: 1.00 metros

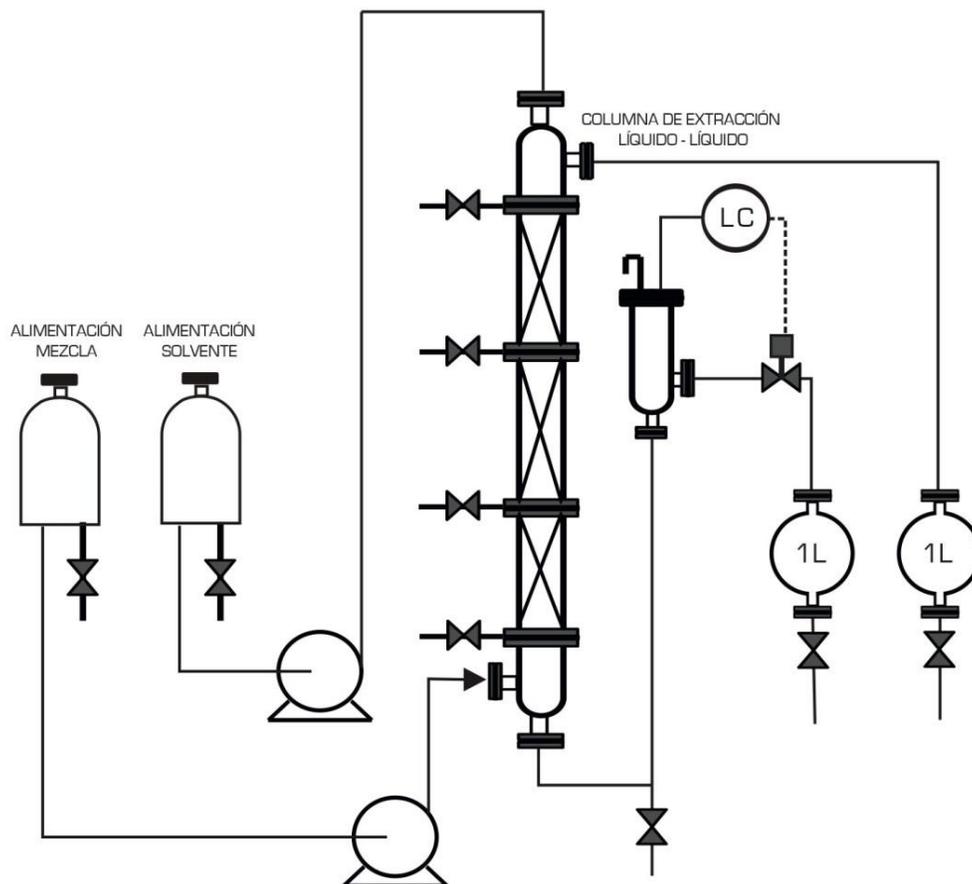
Profundidad: 0.70 metros

Altura: 1.85 metros

## **SERVICIOS NECESARIOS**

- Alimentación eléctrica: 120 VAC, 60 Hz.
- Protección: 12 Ampere.

## PS-EL-001/PE



## 5. Seguridad e higiene.

Seguridad e higiene son los procedimientos, técnicas y elementos que se aplican en los centros de trabajo y laboratorios, para el reconocimiento, evaluación y control de los agentes nocivos que intervienen en los procesos y actividades, con el objeto de establecer medidas y acciones para la prevención de accidentes o enfermedades, a fin de conservar la vida, salud e integridad física de las personas, así como evitar cualquier posible deterioro al lugar.

A continuación se enumeran algunas normas que se deben de acatar dentro del laboratorio cuando se esté manejando el equipo.

- Todas las actividades que se realicen con este equipo deberán estar supervisadas por el personal responsable.
- Siempre que el equipo opere es necesario revisar que la puerta del gabinete de control se encuentre cerrada. Si hay necesidad de abrirla, el gabinete debe estar desenergizado.
- Es obligatorio que todos los operadores sigan las normas de seguridad e higiene, indicadas en el reglamento interno del laboratorio.
- Debe revisarse que la estructura del equipo esté fija con los frenos puestos colocados en las llantas.
- Si no se tiene conocimiento de algún componente interno del gabinete, consultar el *Manual Técnico* en el apartado correspondiente y notificar a Generatoris.



- Antes de iniciar la experimentación, es necesario revisar que la alineación del equipo sea correcta.
- Al finalizar la experimentación el equipo debe dejarse perfectamente limpio para usos posteriores
- Es obligatorio que todos los operadores usen:
- Bata y lentes de seguridad durante la operación y limpieza de este equipo.
- Es indispensable estudiar las sustancias y su toxicidad antes de iniciar cualquier experimento.
- **No usar como mezcla de experimentación la mezcla Agua, Acetona, Ácido acético, ya que se forma acetato de etilo el cual puede dañar algunos de los componentes del equipo.**

## 6. Operación del equipo.

El equipo para estudio de una columna de extracción líquido-líquido fue fabricado con el propósito reproducir una de las operaciones unitarias más socorridas en la industria química. La separación se efectúa isotérmicamente y a temperatura ambiente.

En el equipo pueden realizarse balances de materia y energía, ya sea para una etapa del proceso o para el final de la experimentación.

### 6.1. Alineación y energizado.

#### Alineación

1. Cerrar las válvulas para purga de la columna, tanques contenedores de reactivos y receptores de extracto y refinado.
2. Cerrar las válvulas de muestreo en los platos.
3. Definir la experimentación a realizar y preparar los reactivos necesarios colocándolos en el tanque correspondiente para ser introducidos al sistema.
4. Verificar que las válvulas de pie (pichancha) de las bombas, estén completamente sumergidas en el líquido para evitar la succión de aire.

## Energizado

5. Asegurarse que se cuente con suministro de corriente eléctrica a 110 VAC
6. Verificar la puerta del gabinete de control se encuentre perfectamente cerrada.
7. Verificar que la protección de corriente del equipo sea superior a 32 Amperes.
8. Verificar que el equipo se encuentre debidamente conectado en el tomacorriente.
9. Asegurarse que el botón tipo hongo de paro de emergencia de media vuelta, esté en la posición adecuada, no presionado. De lo contrario, dar vuelta para liberarlo.
10. Colocar el interruptor general en la posición ON. Deben estar iluminados el indicador luminoso de tablero energizado (blanco) así como los botones rojos de paro de las bombas.

### 6.2. Puesta en marcha.

11. Verificar alimentación de agua de la red para la limpieza del equipo.
12. Verificar la disposición de drenaje.
13. Revisar la toxicidad de los componentes que se van a emplear.
14. Habiendo revisado los puntos anteriores el equipo está listo para ponerse en marcha

### 6.3. Equipo en operación.

#### Calibración de las bombas

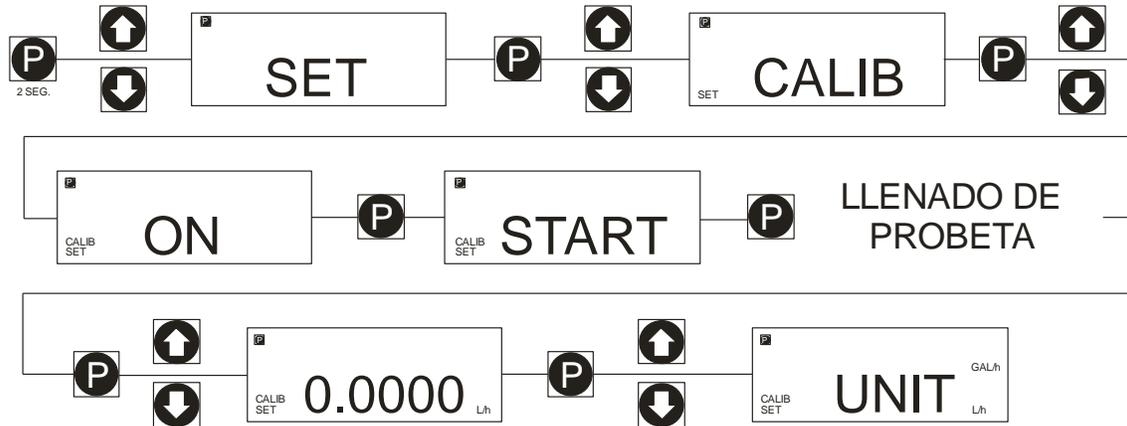
15. La alimentación de mezcla problema y solvente de extracción, se lleva a cabo presionando los botones verdes correspondientes a cada bomba. Antes de comenzar con la experimentación, es necesario calibrar las bombas con los reactivos que se van a usar en la práctica. Con ello, cada bomba quedará calibrada a la densidad del fluido o mezcla de fluidos que impulsará. Debe calibrarse la bomba cada que se cambie el fluido de trabajo.
16. Se describen a continuación los pasos para la operación y calibración de una bomba dosificadora. Tienen que seguirse al pie de la letra los pasos a continuación descritos, y así se garantiza un funcionamiento adecuado de la bomba. Se sugiere leer completa esta guía antes de hacer operaciones de programación.
17. Verificar que esté encendida la bomba, de lo contrario accionarla con el botón correspondiente en el gabinete de control.
18. Las carátulas de las bombas dosificadoras por lo regular están compuestas por cinco botones y una perilla reguladora; del lado izquierdo están los botones de encendido y apagado de la bomba (STOP/START) y el de cambio individual de dígitos (i) que en sí, proporciona información de los datos de programación de la bomba. Al centro está el botón (P) mediante el cual se puede ingresar al menú de programación y confirmar datos. A la derecha se encuentran las flechas de desplazamiento para modificación de valores numéricos. En la carátula también hay una pantalla digital y tres indicadores luminosos. El rojo, nos indica que la bomba tiene un problema grave y es probable que no pueda operar; el amarillo, es señal de alarma. Al calibrar la bomba, se

selecciona un porcentaje de apertura del cabezal de bombeo, y se cuenta con un rango de trabajo del  $\pm 10\%$  del valor seleccionado. Por ejemplo, si se selecciona un 50% de apertura, el rango de trabajo será entre 40% y 60%. Fuera de este rango, el indicador amarillo se encenderá, avisando que no se está en el rango de operación en el que la bomba fue calibrada. El indicador verde, siempre estará activo cuando la bomba esté energizada y opere correctamente.

19. Antes de poner la bomba a funcionar, es necesario contar con una probeta graduada de 1000 mL colocada en la manguera de succión. Debe revisarse que la válvula de pie (pichancha) esté sumergida completamente en el seno de líquido y hasta el fondo de la probeta. Con esto se evitará que durante la calibración se impulse aire y cambie la densidad del fluido con el que se está calibrando.
20. Asegurarse que el nivel de líquido en la probeta quede en la marca de 1000 mL, esto con la pichancha completamente sumergida.
21. Seleccionar manualmente el porcentaje de apertura del cabezal de bombeo, manipulado la perilla que está al centro de la carátula de la bomba. Para poder visualizar el porcentaje en la pantalla de la bomba, debe presionarse la tecla "i" hasta que aparezca el porcentaje (%).
22. Ajustar la frecuencia de la bomba, es decir; el número de pulsaciones por minuto. El mínimo en la bomba es una pulsación por minuto y la máxima frecuencia son 180 pulsaciones por minuto. Para ello, debe presionarse la tecla "i" hasta que en la pantalla aparezca la palabra "freq". Con las flechas ( $\uparrow$ ) ( $\downarrow$ ), debe ajustarse el valor deseado.
23. Para programar la bomba, estando ésta encendida; es necesario pulsar el botón (P) durante 6 segundos hasta que en la pantalla aparezca la palabra MODE.
24. Con la palabra MODE en la pantalla, pulsar la flecha de desplazamiento superior ( $\uparrow$ ) hasta que en la pantalla esté la palabra SET.

25. Pulsar el botón (P) y aparecerá la palabra AUX.
26. Presione cuantas veces sea necesario el botón de desplazamiento superior (↑) hasta que en la pantalla se vea la palabra CALIB.
27. Confirmar con el botón (P). Aparecerá la palabra ON.
28. Confirmar nuevamente con el botón (P). Aparecerá la palabra START.
29. Confirmar con (P). Inicialá la bomba la succión.
30. Deben dejarse pasar 200 pulsaciones. El conteo de pulsaciones se visualiza en todo momento en la pantalla de la bomba. Al llegar a 200 pulsaciones debe detenerse el bombeo con la tecla “P”.
31. Medir en la probeta el volumen desplazado
32. Al detener el bombeo después de las 200 pulsaciones, la bomba automáticamente desplegará en la pantalla una serie de números. Ahí es donde debe colocarse el valor que se haya medido en la probeta. Para ello; solo uno de los números parpadea a la vez. El valor debe ajustarse con las teclas (↑) (↓). A cada numero que se ajuste debe presionarse una sola vez la tecla (P) para desplazarse al dígito siguiente. Al terminar debe presionarse la tecla (P)
33. Con las teclas (↑) (↓) definir las unidades de trabajo. Litros o galones.
34. Presionar la tecla (P).
35. Con ello la bomba queda calibrada

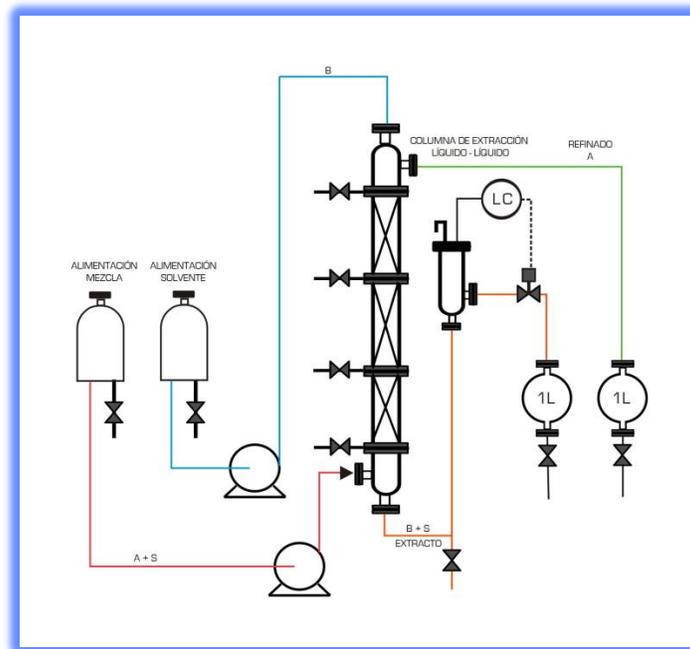
Representación gráfica de la calibración



Alimentación de reactivo a columna de extracción líquido-líquido.

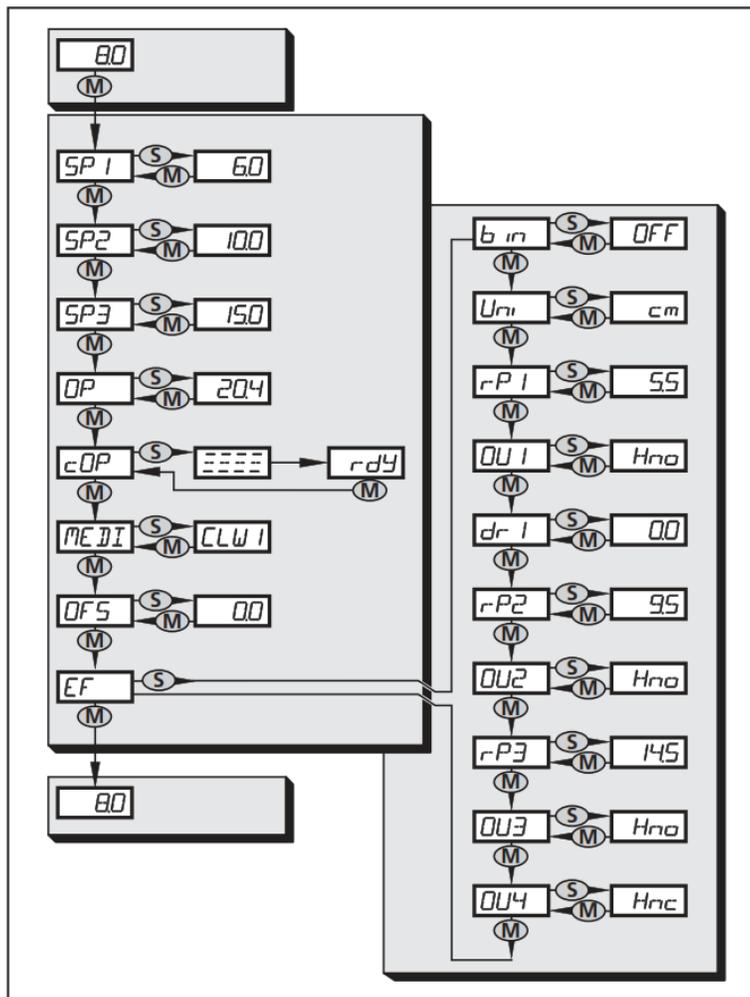
36. Poner en marcha la bomba dosificadora que alimenta la mezcla de reactivos con el botón correspondiente localizado en el gabinete de control. La alimentación de la mezcla es por la parte inferior de la columna. Es importante que la alimentación sea con flujos bajos para dar mayor tiempo de contacto entre los componentes de separación.
37. Poner en marcha la bomba dosificadora con el botón correspondiente localizado en el gabinete de control, que alimenta el componente que por arrastre se llevará a un componente miscible en él (solvente de extracción). La alimentación de este componente es por la parte superior de la columna. Es importante que la alimentación sea con flujos bajos para dar mayor tiempo de contacto entre los componentes de separación.

38. El esquema muestra la forma en que se lleva a cabo la separación. La mezcla problema es alimentada por la parte inferior de la columna. El solvente de extracción se alimenta por el domo a contracorriente con la mezcla. La fase ligera, saldrá por la parte superior de la columna, a través del brazo lateral. La nueva mezcla, saldrá por la parte inferior de la columna por el brazo lateral y formará un vaso comunicante con el tanque que tiene el sensor de nivel. Este hará que en la columna se tenga un comportamiento hidrodinámico adecuado, dando el tiempo de residencia necesario para efectuar la extracción. Cuando alcance la altura programada en el tanque de nivel, el sensor enviará una señal electrónica a la electroválvula (solenioide) para que abra y permita que envíe parte de la nueva mezcla hacia el tanque contenedor de un litro. Al ocurrir esto, el nivel en la columna bajará, lo que permitirá que siga entrando solvente de extracción para terminar de separar el componente ligero. La experimentación concluye cuando ya no se aprecia interface en la columna.



39. Para llevar a cabo la programación en el sensor –controlador de nivel para el ajuste de la interfase se deberá seguir la siguiente secuencia:

**Estructura del menú  
Switching Mode (bin = OFF)**



#### 40. Indicaciones importantes para el usuario de las instrucciones de uso

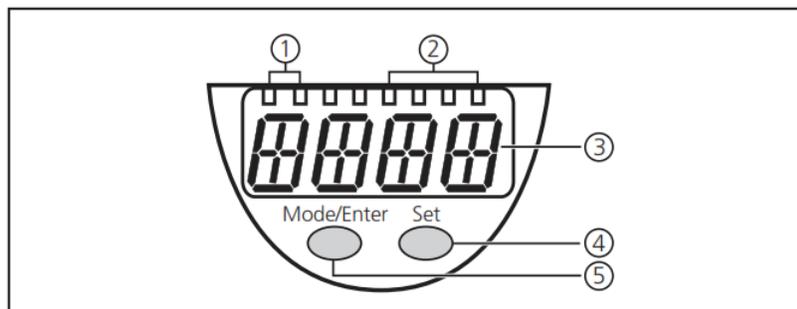
Estas instrucciones de uso forman parte del producto. Léalas atentamente antes de utilizar el producto. Guarde las instrucciones de uso para futuras consultas. Entregue estas instrucciones al siguiente dueño o usuario del producto. En caso de recibir algún suplemento de las instrucciones, inclúyalo en las mismas.

##### Indicaciones de seguridad

El dispositivo sólo puede ser instalado por técnicos electricistas. Se deben cumplir los reglamentos tanto nacionales como internacionales para el establecimiento de instalaciones electrotécnicas. Suministro de tensión según EN50178, MBTS y MBTP.

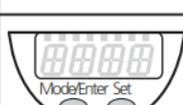
El dispositivo cumple con los reglamentos y directivas europeas pertinentes. El uso indebido o no conforme a lo estipulado puede provocar fallos de funcionamiento en el dispositivo o consecuencias no deseadas en su aplicación. Por este motivo, el montaje, la conexión eléctrica, la puesta en marcha, el manejo y el mantenimiento del dispositivo sólo pueden ser llevados a cabo por personal cualificado, autorizado además por el responsable de la instalación. El equipo cumple con la norma EN61000-6-4. En entornos domésticos el equipo puede provocar interferencias radiofónicas. En caso de que se produjeran interferencias, el usuario debe tomar las medidas adecuadas para encontrar una solución.

#### Elementos de manejo y visualización



①	2 x LED verde	LED encendido = unidad de indicación configurada: - LED 1 = indicación del nivel en cm. - LED 2 = indicación del nivel en inch.
②	4 x LED amarillo	Indicación del estado de conmutación; se enciende cuando la salida correspondiente ha conmutado. - LED 1 = OUT1 (salida de libre configuración). - LED 2 = OUT2 (salida de libre configuración). - LED 3 = OUT3 (salida de libre configuración). - LED 4 = OUT-OP (protección de desbordamiento).
③	Display alfanumérico de 4 dígitos	- Indicación del nivel actual, - Indicación de funcionamiento y errores - Indicación de los parámetros y de los valores de los parámetros.
④	Tecla de programación Set	- Configuración de los valores de los parámetros (de forma continua si se mantiene pulsada la tecla; uno por uno si se presiona la tecla una sola vez).
⑤	Tecla de programación Mode / Enter	Selección de los parámetros y confirmación de los valores de los parámetros.

#### 41. Programación:

1			Pulse la tecla <b>Mode/Enter</b> hasta que aparezca en el display el <b>parámetro deseado</b> .
2		 	Pulse la tecla <b>Set</b> y manténgala pulsada. El <b>valor actual del parámetro parpadea</b> en la pantalla durante 5 s, <b>después va aumentando*</b> (uno por uno si se presiona una vez o de forma continua si se deja pulsada la tecla)
3			Pulse <b>brevemente</b> la tecla <b>Mode/Enter</b> (para confirmar). El parámetro se muestra de nuevo. Este nuevo <b>valor es el que está ahora configurado</b> .
4	<b>Cambiar otros parámetros:</b> Comience de nuevo con el paso 1.		<b>Finalizar programación:</b> Espere 15 s o presione la tecla "Mode/Enter" hasta que aparezca el valor de medición actual.



Manual de operaciones y prácticas.

PS-EL-001 / PE

EXTRACCION LIQUIDO-LIQUIDO EN COLUMNA  
EMPACADA A PEQUEÑA ESCALA

42. \*Para reducir el valor: pulse la tecla hasta que en la pantalla aparezca el valor máximo de configuración. Tras éste, empieza de nuevo a contar desde el valor mínimo de configuración.
43. **Timeout:** Si durante el proceso de programación no se pulsa ninguna tecla durante 15 s, el aparato retorna al modo operativo sin que se produzca ninguna modificación de los valores (excepción: **cOP**).
44. Para llevar a cabo la programación, siga los siguientes pasos en el orden indicado:

Paso	Proceso de programación	Parámetro
1	<p><b>Acceso a las funciones avanzadas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Presionar la tecla Mode/Enter hasta que aparezca EF en el display.</li> <li>• Presionar la tecla Set. En la pantalla aparece ahora <b>bin</b>, el primer parámetro del menú avanzado.</li> <li>• Presionando la tecla Mode/Enter se irán visualizando los distintos parámetros</li> <li>• Si se vuelve a presionar la tecla Set, se muestra el valor correspondiente del parámetro.</li> </ul>	EF
2	<p><b>Selección del modo de conmutación / modo binario</b> Estado en el momento de entrega: modo de conmutación; <b>bin = OFF</b> Si desea mantener esta configuración de fábrica, omita este paso.</p>	bin
3	<p><b>Selección de la unidad de indicación</b> Configure la unidad de indicación deseada: <b>cm / inch</b>. Configure la unidad de indicación antes de ajustar los límites de conmutación (<b>SPx, rPx, OP</b>). De este modo, evitará errores de redondeo en la conversión interna a la otra unidad y dispondrá de valores exactos. Estado en el momento de entrega: <b>Uni = cm</b>. Si desea mantener esta configuración de fábrica, omita este paso.</p>	Uni
4	<p><b>Configuración del fluido</b> Vuelva al nivel principal del menú (pulsando varias veces la tecla Mode/Enter). Ajuste la sensibilidad y el modo de detección apropiados para el fluido. Se pueden seleccionar las siguientes configuraciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>MEDI = CLW1</b> para agua, fluidos acuosos, emulsiones refrigerantes.</li> <li>• <b>MEDI = CLW2</b> para fluidos acuosos con temperaturas &gt; 35°C (funcionamiento con tubo aislante térmico).</li> <li>• <b>MEDI = OIL1</b> para aceites especiales (p.ej. sintéticos) o fluidos con una constante dieléctrica un poco más alta que la de los aceites minerales.</li> <li>• <b>MEDI = OIL2</b> para aceites minerales (constante dieléctrica ≈ 2).</li> </ul> <p>Seleccione también la configuración <b>MEDI = OIL1</b> cuan-</p>	MEDI

Paso	Proceso de programación	Parámetro
	<p>do el fluido se pueda detectar con la configuración <b>MEDI = OIL2</b>, pero en conjunto el sensor reacciona de forma muy sensible. En caso de duda, compruebe que el sensor funciona correctamente mediante un test de aplicación.</p> <p><b>Advertencia:</b> En las configuraciones <b>CLW1</b> y <b>CLW2</b> se omiten los residuos adheridos (p.ej. virutas de metal). En las configuraciones <b>OIL1</b> y <b>OIL2</b> se omiten los residuos de agua o virutas de varios centímetros en el fondo del depósito y que tienen una mayor constante dieléctrica. Si no hay ninguna capa de aceite (o es muy fina), se detecta el residuo del fondo.</p>	
5	<p><b>Configuración del valor Offset</b></p> <p>La zona entre el fondo del depósito y el borde inferior de la sonda se puede configurar como valor Offset. De esta forma, la información indicada y los puntos de conmutación se refieren al nivel real. Estado en el momento de entrega: <b>OFS = 0</b>.</p> <p>El rango de configuración <b>OFS</b> se encuentra en la tabla de la página 19.</p> <p>Nota: configure el valor <b>OFS</b> antes de programar los límites de conmutación (<b>SPx</b>, <b>rPx</b>) y el parámetro <b>OP</b>. Así se evitan configuraciones erróneas por descuido.</p>	<b>OFS</b>
6	<p><b>Definición del punto de conmutación de desbordamiento</b></p> <p>Este parámetro determina la posición del punto de conmutación de desbordamiento <b>OP</b> (overflow protection point). El valor configurado se refiere a la mitad del segmento de medición. Normalmente, OP ya se activa cuando se alcanza el segmento OP.</p> <p>Se deben tener en cuenta las distancias mínimas y las indicaciones de montaje (→ página 10). El rango de configuración OP se encuentra en la tabla de la página 19.</p> <p>Nota:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Configure el valor OP antes de ajustar el SPx. Si el valor OP se reduce después de configurar el SPx a un valor <math>\leq</math> SPx, éste disminuye.</li> <li>- El valor OP es el límite máximo del rango de medición.</li> </ul>	<b>OP</b>

Paso	Proceso de programación	Parámetro
7	<p><b>Definición de los puntos de conmutación</b> Determine las posiciones para los puntos de conmutación (<b>SPx</b> = valor límite superior del nivel). Los rangos de configuración se encuentran en la tabla de la página 20.</p>	<p><i>SP 1</i> <i>SP 2</i> <i>SP 3</i></p>
8	<p><b>Definición de los puntos de desconmutación</b> Acceda de nuevo a las funciones avanzadas (véase paso 1, <b>EF</b>). Determine las posiciones para los puntos de desconmutación (<b>rPx</b> = valor límite inferior del nivel). Los rangos de configuración se encuentran en la tabla de la página 20.</p>	<p><i>rP 1</i> <i>rP 2</i> <i>rP 3</i></p>
9	<p><b>Configuración de las salidas de conmutación</b> Función de conmutación para OUT1, OUT2, OUT3. Se pueden elegir 4 configuraciones: función de histéresis (<b>H.</b>) o de ventana (<b>F.</b>), respectivamente como normalmente abierto (<b>no</b>) o normalmente cerrado (<b>nc</b>).</p>	<p><i>OU 1</i> <i>OU 2</i> <i>OU 3</i></p>
10	<p><b>Configuración de la salida de desbordamiento (OUT-OP)</b> Se pueden elegir dos configuraciones: <b>Hno</b> (histéresis normalmente abierto) y <b>Hnc</b> (histéresis normalmente cerrado). Advertencia: por motivos de seguridad se recomienda la función normalmente cerrado (<b>Hnc</b>) para la salida OUT-OP. Por medio del principio de corriente de reposo también se garantiza la detección de roturas en los cables o en los hilos conductores.</p>	<p><i>OU 4</i></p>
11	<p><b>Configuración del retardo de desconmutación para OUT1</b> (p.ej. para ciclos de bombas de larga duración). Rango de configuración: 0...5 s en intervalos de 0,2 s. <b>dr1</b> sólo está activado cuando <b>OU1 = Hno</b> o <b>Hnc</b>.</p>	<p><i>dr 1</i></p>
12	<p><b>Ajuste en vacío del segmento OP</b> Vuelva al nivel principal del menú (pulsando varias veces la tecla Mode/Enter). Después de montar el dispositivo en el emplazamiento previsto, lleve a cabo un ajuste en vacío del segmento OP. Durante este paso está permitido un llenado parcial del depósito. Sin embargo, durante el proceso de ajuste el</p>	<p><i>cOP</i></p>

Paso	Proceso de programación	Parámetro
	<p>segmento OP no puede estar cubierto por el fluido, ya que de lo contrario podría producirse un funcionamiento erróneo. Distancia mínima entre OP y el fluido durante el ajuste:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• LK8122: 2,0 cm / 0,8 inch</li> <li>• LK8123: 3,5 cm / 1,4 inch</li> <li>• LK8124: 5,0 cm / 2,0 inch</li> </ul> <p><b>Proceso de ajuste</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Presione la tecla Mode/Enter hasta que aparezca <b>cOP</b> en el display.</li> <li>• Presione la tecla Set y manténgala pulsada. La indicación <b>====</b> parpadea en el display. Suelte la tecla cuando el display deje de parpadear.</li> <li>• Si el ajuste se ha efectuado correctamente, aparecerá <b>rdy</b> en el display.</li> </ul> <p>Para volver al menú, presione la tecla Mode/Enter.</p> <p>Durante el ajuste, el dispositivo controla las condiciones de instalación evaluando la señal de medición generada por el elemento OP. Si la señal de medición está situada en una zona no válida (cuando p.ej. la distancia mínima de montaje está por debajo del valor mínimo), aparece en el display un mensaje de error (→ página 22, Indicación de funcionamiento y errores).</p> <p>Compruebe la posición del punto OP cuando no se pueda efectuar su ajuste. Probablemente, el OP esté demasiado cerca del adaptador de montaje o de otros objetos metálicos, o quizá esté cubierto por el fluido.</p> <p>En el caso de depósitos muy llenos, puede ser necesario vaciarlos un poco (si es posible) o aumentar el valor OP.</p>	



El sensor sólo puede ponerse en marcha tras haber sido efectuado un ajuste en vacío. Si éste no se lleva a cabo, el dispositivo retorna al modo operativo, en el display se muestra.



El ajuste del OP se debe realizar siempre que se hayan modificado parámetros sensibles (configuración del fluido, valor OP). En cuanto el dispositivo detecta modificaciones importantes, aparece en el display.

45. Estando el equipo en operación, se deberán realizar conforme a lo señalado los ajustes de nivel de interfase necesarios.
46. Tomar muestras a diferentes etapas de la columna a distintos tiempos de la experimentación abriendo las válvulas colocadas para este fin. Estas muestras deben llevarse a un laboratorio de análisis cuantitativo para su análisis.
47. Tomar los datos experimentales correspondientes a la experimentación.

#### 6.4. Paro del equipo.

48. Para detener la experimentación, es necesario presionar los botones rojos de paro de las bombas, localizados en el gabinete de control.
49. Es necesario drenar la columna y todos los tanques del equipo.
50. La limpieza del equipo debe ser inmediata al término de la experimentación. Para llevarla a cabo deben seguirse los mismos pasos, como si se estuviera desarrollando una práctica. En primera instancia debe hacerse un enjuague, solo con agua. Después enjuagar con una mezcla Etanol-Agua (50%-50%) y por último enjuagar nuevamente con agua. Dejar completamente drenada la columna y todos los tanques del equipo.
51. Después de la limpieza se sugiere dejar abiertas las todas las válvulas para la ventilación del equipo.
52. Una vez que se han apagado los componentes del equipo, presione el botón de paro de emergencia. Deben apagarse todos los indicadores y botones del gabinete.
53. Gire el interruptor general a posición OFF.
54. Opcionalmente puede desconectarse la clavija del tomacorriente.

## 7. Guión Experimental.

### 1. Práctica

Separación de una mezcla con 50% de Hexano y 50% de etanol, utilizando agua como disolvente

### 2. Objetivos

- Determinación del caudal de la mezcla y solvente de extracción
- Determinación del comportamiento hidrodinámico de la columna
- Cálculo de la densidad de la mezcla
- Elaboración de un diagrama triangular
- Balance de materia en la columna

### 3. Desarrollo experimental

#### 3.1 Materiales y servicios auxiliares

- Suministro de agua de la toma del laboratorio.
- Material de limpieza para instrumental de laboratorio.
- Refractómetro (no debe medir °Brix, los °Brix son para medición de azúcar).
- Picnómetro (25 mL, en caso de no contar con el refractómetro).
- Probetas de 1 litro para calibración de bombas y medición de volúmenes de extracto y refinado).
- Contenedores para mezclas resultantes

### 3.2 Reactivos y sus propiedades

#### Reactivos

- Agua destilada
- Etanol (verificar el grado de pureza y considerarlo en los cálculos)
- Hexano (verificar el grado de pureza y considerarlo en los cálculos)
- **Nunca debe usarse como reactivo de experimentación acetato de etilo o reactivos que lo generen debido a que los elementos de teflón del equipo no resisten este compuesto. En este caso, el etanol es precursor del acetato de etilo. Al finalizar la experimentación debe limpiarse el equipo solo con agua. Hay que poner a destilar agua, como si se desarrollara una experimentación, para que el agua se lleve por arrastre las trazas de etanol que hayan quedado en la columna, cabezal de reflujo, tubería y tanques de almacenamiento.**

#### Propiedades

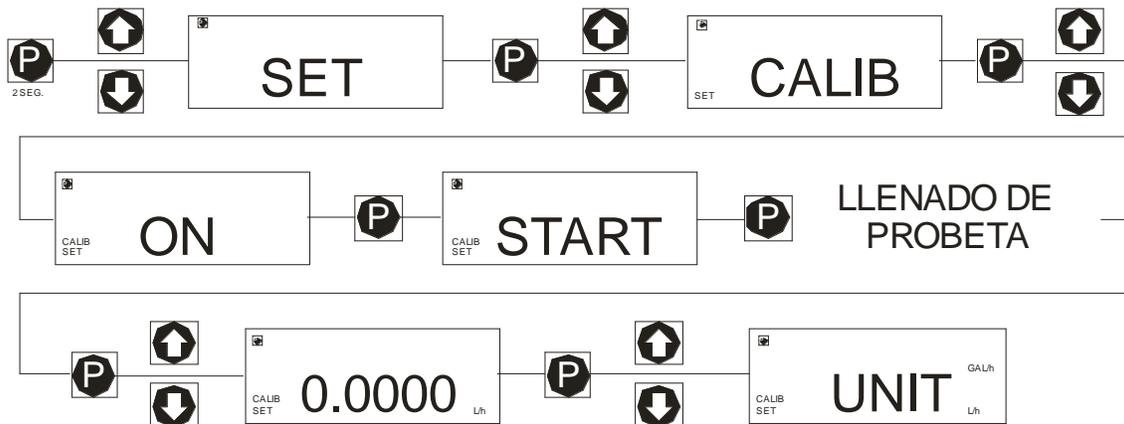
Ver apéndice al final del guión experimental

### 3.3. Operación del equipo

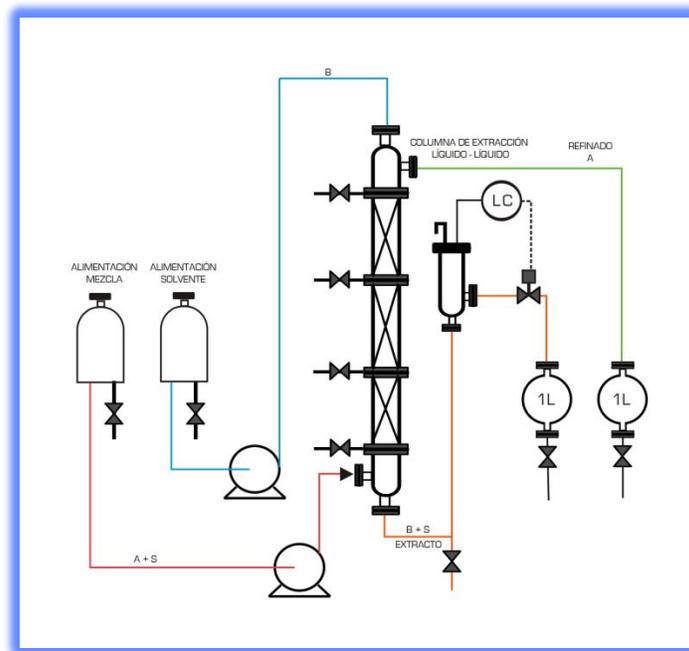
La operación a detalle del equipo se encuentra en el apartado 6 del presente Manual (Manual de Operaciones y prácticas). Aquí se señala una breve descripción de uso y manejo del equipo.

1. Preparar la mezcla problema con la composición definida 50% Hexano, 50% etanol y colocarla en el tanque correspondiente
2. Llenar el tanque de solvente de extracción; para este caso en particular, agua.
3. Asegurarse que el equipo se encuentre debidamente conectado a 110 VAC.
4. Si el equipo está conectado y no hay corriente eléctrica en el gabinete de control asegurarse que el interruptor general esté en posición ON y el botón de paro de emergencia liberado; de lo contrario dar media vuelta en el sentido de orientación de las flechas.
5. Calibrar las bombas con la solución correspondiente. Se recomiendan flujos bajos. (Pruebas del fabricante, reportan 2 L/h)
6. La bomba debe calibrarse con la solución problema. Si se cambia de solución es necesario volver a calibrar la bomba para evitar errores de precisión.

Representación gráfica de la calibración.



7. El esquema muestra la forma en que se lleva a cabo la separación. La mezcla problema es alimentada por la parte inferior de la columna. El solvente de extracción se alimenta por el domo a contracorriente con la mezcla. La fase ligera, saldrá por la parte superior de la columna, a través del brazo lateral. La nueva mezcla, saldrá por la parte inferior de la columna por el brazo lateral y formará un vaso comunicante con el tanque que tiene el sensor de nivel. Este hará que en la columna se tenga un comportamiento hidrodinámico adecuado, dando el tiempo de residencia necesario para efectuar la extracción. Cuando alcance la altura programada en el tanque de nivel, el sensor enviará una señal electrónica a la electroválvula (solenoides) para que abra y permita que envíe parte de la nueva mezcla hacia el tanque contenedor de un litro. Al ocurrir esto, el nivel en la columna bajará, lo que permitirá que siga entrando solvente de extracción para terminar de separar el componente ligero. La experimentación concluye cuando ya no se aprecia interface en la columna.



#### 4. Obtención de datos experimentales

Deben llenarse las siguientes tablas como formato para la información experimental

##### Información de las soluciones

Mezcla de extracción	
Composición mezcla	
Solvente de extracción	
Condiciones del solvente	
Densidad de la mezcla	
Densidad del solvente	
Pureza de los reactivos	



Manual de operaciones y prácticas.

PS-EL-001 / PE  
EXTRACCION LIQUIDO-LIQUIDO EN COLUMNA  
EMPACADA A PEQUEÑA ESCALA

### Calibración de las bombas

Bomba solvente	
% Apertura	
Frecuencia	
Caudal de calibración	

Bomba mezcla	
% Apertura	
Frecuencia	
Caudal de calibración	



Manual de operaciones y prácticas.

PS-EL-001 / PE  
EXTRACCION LIQUIDO-LIQUIDO EN COLUMNA  
EMPACADA A PEQUEÑA ESCALA

### Datos experimentales

Caudal mezcla	
Caudal solvente	
Volumen refinado	
Volumen extracto	

## 5 Desarrollo de datos experimentales

Datos auxiliares para el desarrollo de cálculos

Densidad y peso molecular.<sup>4</sup>

Compuesto	Densidad	PM
Agua	1	18.016
Hexano	0.659 (20/4)	86.17
Etanol	0.789 (20/4)	46.07

**Coefficiente de distribución K para el sistema.<sup>5</sup>**

**K = 0.00212 (a 25°C)**

- Determinar el porcentaje de peso de cada mezcla, utilizando las densidades del agua, hexano y etanol y los volúmenes finales de extracto y refinado. Las densidades de la mezclas pueden calcularse con la siguiente ecuación:

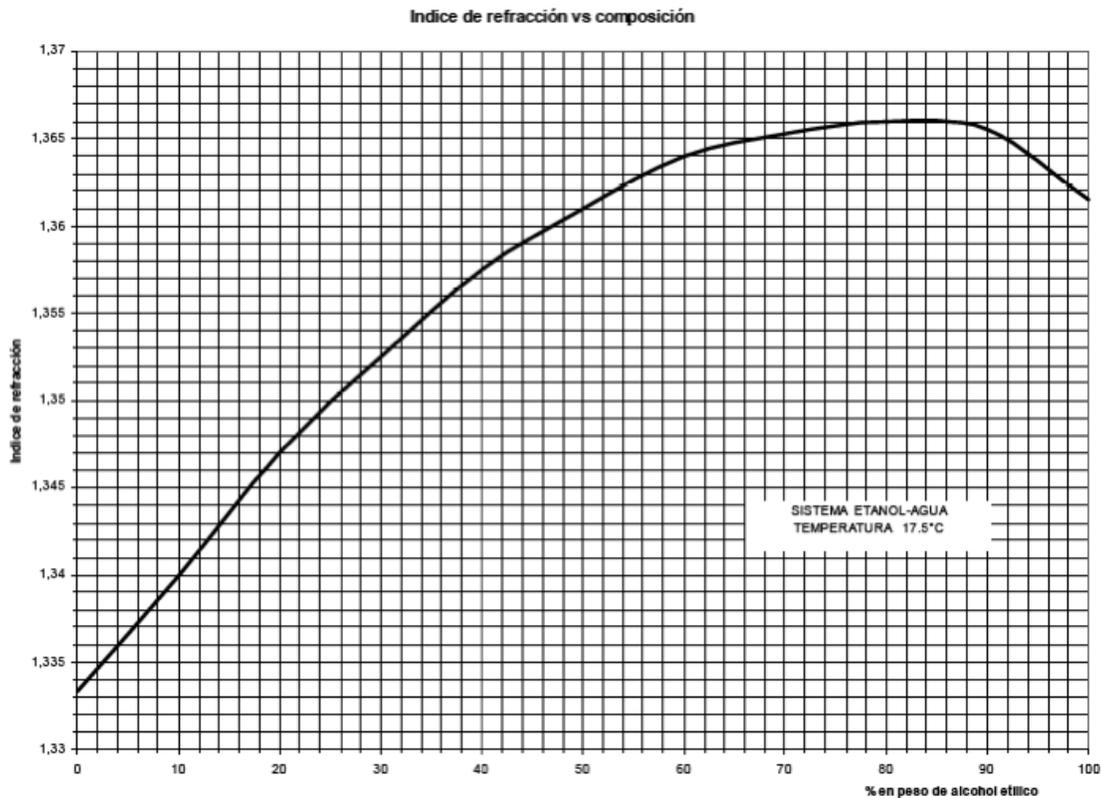
$$\frac{1}{\rho} = \frac{X_a}{\rho_a} + \frac{X_w}{\rho_w}$$

<sup>4</sup> Perry, Robert H. y Don W. Green. *PERRY, Manual del Ingeniero Químico. Op. Cit.* Cap. 3, p. 3-42, 3-46.

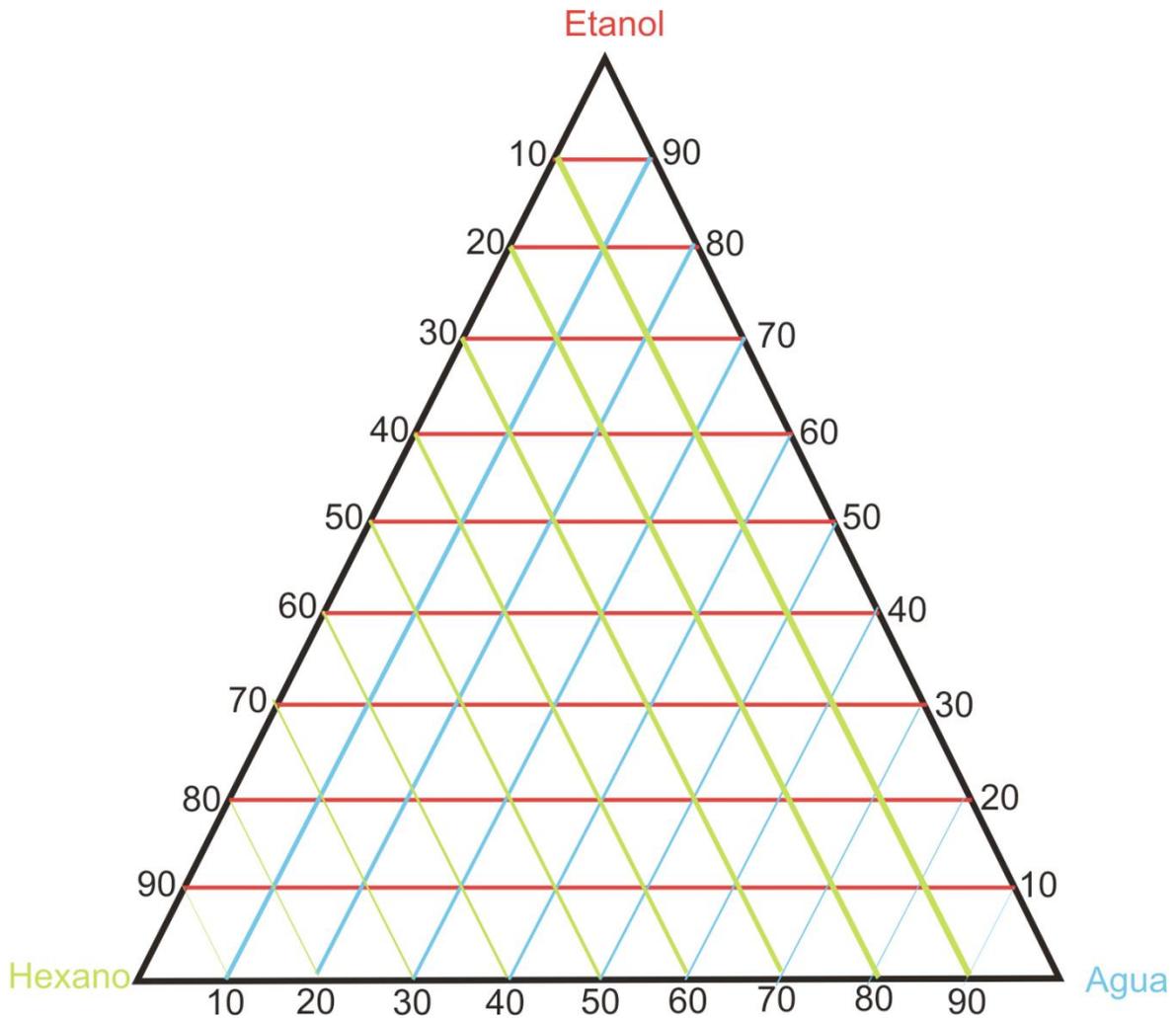
<sup>5</sup> *Ibidem.* Cap. 15, p. 15-11

- La concentración del extracto puede determinarse haciendo uso de un refractómetro y leyendo el porcentaje en peso en el diagrama anexo a este guión
- Con las concentraciones de los 3 componentes; graficar en el diagrama ternario las líneas de unión.
- Determinar el punto crítico que consiste en graficar el peso del agua en la fase acuosa contra el cociente que resulta de dividir el peso del agua en la fase acuosa, entre el peso del hexano en la fase orgánica, para cada línea de unión

## Apéndices



Representación del diagrama ternario.



## 8. Mantenimiento y limpieza.

El programa o plan de mantenimiento preventivo se trata de la descripción detallada de las tareas de mantenimiento preventivo asociadas a un equipo o máquina, explicando las acciones, plazos y recambios a utilizar; en general, hablamos de tareas de limpieza, comprobación, ajuste, lubricación y sustitución de piezas.

- El equipo para el estudio de una columna de extracción líquido-líquido requiere poco mantenimiento y la limpieza es realmente fácil.
- Es fundamental drenar los reactivos en la columna y tanques apenas se termine la experimentación.
- Después de utilizar el equipo se deberá vaciar totalmente y llenar para poner en operación con agua destilada de preferencia, sin embargo es posible utilizar agua corriente de la toma considerando las propiedades de dureza de la misma. En caso de requerirlo podrá operarse el equipo con una solución de etanol-agua diluida y después agua. La mezcla etanol agua puede ser de gran utilidad para arrastrar las trazas de hexano que hayan quedado en el equipo después de la experimentación.
- Las bombas deberán permanecer operando para asegurar su limpieza.
- Una vez realizado el lavado por medio de la operación del equipo con la mezcla referida, es necesario volver a poner en marcha utilizando solamente agua.
- Después de realizada la limpieza del equipo, se deberá drenar por completo para evitar acumulación de agua y formación de hongos.



- Es recomendable revisar las condiciones de los sellos y empaques de las tuberías de válvulas en forma general semestralmente.
- Se recomienda remover el polvo acumulado semanalmente, si es que el equipo permanece sin actividad. Para ello es suficiente el uso de un lienzo húmedo.
- **No debe usarse solvente para la limpieza del equipo y especialmente para el gabinete de control pues se corre el riesgo de daño. Se recomienda el uso de ceras de pulimento para automóviles (polish).**
- En general los componentes de la unidad son de tipo industrial y no requieren de mantenimiento. En caso de falla consultar con los anexos técnicos de este manual.
- Generatoris S.A. de C. V. realizará visitas anuales a las instalaciones de sus equipos ante su solicitud escrita en menos de una semana. En caso de requerir algún servicio extraordinario antes de lo pactado por favor, no dude en contactarnos.



Manual de operaciones y prácticas.

PS-EL-001 / PE  
EXTRACCION LIQUIDO-LIQUIDO EN COLUMNA  
EMPACADA A PEQUEÑA ESCALA

## 9. Apéndice.

- 9.1. Hoja de seguridad del Hexano.
- 9.2. Hoja de seguridad del Etanol.

## HOJA DE SEGURIDAD. HEXANO.

FORMULA: C<sub>6</sub>H<sub>14</sub>

PESO MOLECULAR: 86.17 g/mol

COMPOSICION: C: 83.62 %, H: 16.38 %.

### GENERALIDADES:

El hexano es un líquido incoloro con un olor parecido al del petróleo. Es menos denso que el agua es insoluble en ella, sus vapores son mas densos que el aire. El producto comercial generalmente contiene otros productos hidrocarbonados como isómeros de seis carbonos, benceno, algunos compuestos de 5 y 7 carbonos y otros con azufre, oxígeno, cloro o dobles ligaduras, aunque en menor proporción. Se obtiene del petróleo. Por destilación de fracciones de las que se obtienen gasolinas o a través de reformados catalíticos, por medio de los que se obtienen compuestos aromáticos. Una forma de obtener n-hexano de gran pureza es pasarlo a través de malla molecular, en la cual se retienen la n-parafinas y eluyen las ramificadas, cíclicas y compuestos aromáticos. Un posterior cambio de temperatura y/o presión, permite recuperar las parafinas lineales. En el caso de contener impurezas con dobles ligaduras u otros elementos como azufre, oxígeno o halógenos, entonces la purificación debe llevarse a cabo mediante hidrogenación. Forma parte de la gasolina de automóviles y es utilizado en la extracción de aceite de semillas, como disolvente en reacciones de polimerización y en la formulación de algunos productos adhesivos, lacas, cementos y pinturas. También se utiliza como desnaturizante de alcohol y en termómetros para temperaturas bajas, en lugar de mercurio. Por último, en el laboratorio se usa como disolvente y como materia prima en síntesis.

### NUMEROS DE IDENTIFICACION:

CAS: 110-54-3

RTECS: MN9275000

UN:1208

HAZCHEM CODE: 3 YE

NIOSH: MN 9275000

El producto está incluido en: CERCLA

NOAA: 851

MARCAJE: LIQUIDO INFLAMABLE.

STCC: 4908183

### SINONIMOS:

n- hexano

En inglés: skellysolve-b, hexane

Otros idiomas: esani (italiano), heksan (polaco), hexanen (holandes).

### PROPIEDADES FISICAS Y TERMODINAMICAS:

Punto de ebullición: 69 °C

Punto de fusión: -95.6 °C

Densidad (g/ml): 0.66 (a 20 °C)

Indice de refracción (20 °C): 1.38

Presión de vapor (a 15.8 °C): 100 mm de Hg

Temperatura de autoignición: 223 °C

Límites de explosividad (% en volumen en el aire): 1.2-7.7 Densidad de vapor (aire=1):

Punto de inflamación (flash point): -21.7 °C

Temperatura de autoignición: 225 °C.

En la tabla a continuación , se presentan las características de algunos hexanos comerciales.

COMPOSICION Y PROPIEDADES DE ALGUNOS HEXANOS COMERCIALES

	Hexano A	Hexano B	Hexano C
<i>Hidrocarburos (% en volumen)</i>			
2,3-dimetilbutano	0.05	0.16	
2-metilpentano	3.48	1.49	0.3
3-metilpentano	9.38	5.4	3.27
n-hexano	63.91	81.23	88.19
metil-ciclopentano	19.43	11.71	8.23
ciclohexano	0.78		
benceno	2.81	0.004	0.01
demetil-pentanos	0.16		
<i>Propiedades</i>			
Destilación,p.eb. inicial (°C)	68.3	68.2	67.1
Punto de inflamación (°C) (flash point)		-23	
Número de bromo		0.0001	0.0016
Peróxidos como H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (ppm)		menor de 1	menor de 1
Carbonilos como acetona (ppm)		menor de 1	3.8
Sulfuros (ppm)	25	menor de 1	0.4
Fenoles (ppm)			menor de 1
Agua (ppm)			54

\*Hexano A: Se obtiene por destilación de los líquidos provenientes del gas natural. Contiene una gran cantidad de benceno y compuestos de azufre.

\*\*Hexano B: Es recuperado de procesos de hidrogenación, por lo que el contenido de benceno, compuestos de azufre y olefinas, es bajo.

\*\*\*Hexano C: Es de un alto grado de pureza y es utilizado en reacciones de polimerización.

Solubilidad: Inmiscible en agua. Miscible con etanol, acetona, benceno y éter dietílico.

## PROPIEDADES QUIMICAS:

Productos de descomposición: monóxido y dióxido de carbono.

Reacciona vigorosamente con materiales oxidantes como cloro, fluor o perclorato de magnesio.

## NIVELES DE TOXICIDAD:

RQ: 1 IDLH: 5000 ppm

México: CPT: 360 mg/m<sup>3</sup> (100 ppm).

Estados Unidos: TLV TWA: 180 mg/m<sup>3</sup> (50 ppm)

Reino Unido: Periodos largos: 360 mg/m<sup>3</sup> (100 ppm) Periodos cortos:450 mg/m<sup>3</sup> (125 ppm)

Francia: VME: 50 mg/m<sup>3</sup> (170 ppm)

Alemania: MAK:180 mg/m<sup>3</sup> (50 ppm)

Suecia: Periodos cortos: 250 mg/m<sup>3</sup> (75 ppm) Periodos largos: 180 mg/m<sup>3</sup> (50 ppm)

### **MANEJO:**

Equipo de protección personal: Para manejar este producto deben utilizarse bata, lentes de seguridad y guantes, evitando todo contacto con la piel, en un lugar bien ventilado y no deben utilizarse lentes de seguridad mientras se trabaja con él. Si la cantidad a manejar es considerable, debe utilizarse un equipo de respiración autónoma. Para trasvasar pequeñas cantidades debe usarse propipeta, NUNCA ASPIRAR CON LA BOCA.

### **RIESGOS:**

**Riesgos de fuego y explosión:** Es un compuesto altamente inflamable, cuyos vapores pueden viajar a una fuente de ignición y regresar con fuego al lugar que los originó, pueden explotar en una área cerrada y generar mezclas explosivas con aire.

**Riesgos a la salud:** En forma de vapor, irrita a la nariz y garganta; como líquido, irrita a la piel y ojos. Se sospecha que el n-hexano es una neurotoxina y se ha encontrado que su metabolito más tóxico es la 2,5-hexanediona. Por otra parte se ha observado un efecto sinérgico de la metil-etilcetona en la neurotoxicidad del hexano y la metil-butilcetona (ambos tienen una ruta metabólica en común), mientras que el tolueno disminuye esa toxicidad.

**Inhalación:** Causa tos y cansancio a concentraciones bajas. A concentraciones altas, tiene efecto narcótico provocando adormecimiento, confusión mental e inconciencia. En este caso puede presentarse también, congestión de los pulmones, lo que provoca dificultad para respirar. Una exposición crónica provoca una pérdida de sensibilidad en manos y pies y se han observado efectos neurotóxicos aún después de varios meses de la exposición, seguida de una recuperación muy lenta. Además, existen riesgos de daños en la médula espinal en pacientes dañados de manera severa.

**Contacto con ojos:** Causa irritación y enrojecimiento.

**Contacto con la piel:** Causa irritación y enrojecimiento. Si la exposición es constante, se genera dermatitis.

**Ingestión:** Causa náusea, vómito e irritación de la garganta. En casos severos, puede perderse la conciencia.

**Carcinogenicidad:** No existe información al respecto.

**Mutagenicidad:** No existe información al respecto.

**Peligros reproductivos:** No existe información al respecto.

### **ACCIONES DE EMERGENCIA:**

Primeros auxilios:

**Inhalación:** Transportar a la víctima a una zona bien ventilada. Si no respira, proporcionar respiración artificial y oxígeno. Mantenerla en reposo y abrigada.

**Ojos:** Lavar inmediatamente con agua o disolución salina neutra, asegurándose de abrir bien los párpados.

**Piel:** Lavar inmediatamente el área contaminada con agua y jabón. Si es necesario, eliminar la ropa contaminada para evitar riesgos de inflamabilidad.

**Ingestión:** Dar a beber agua para diluir. No inducir el vómito. EN TODOS LOS CASOS DE EXPOSICION, EL PACIENTE DEBE SER TRANSPORTADO AL HOSPITAL TAN PRONTO COMO SEA POSIBLE.

#### **CONTROL DE FUEGO:**

Utilizar, preferentemente, espuma resistente al alcohol para incendios grandes. Usar agua para enfriar los contenedores que se encuentren cerca del fuego. Para incendios pequeños, utilizar extinguidores de espuma, polvo químico seco o dióxido de carbono.

**Fugas y derrames:** Debe utilizarse bata, lentes de seguridad, guantes y dependiendo de la magnitud del derrame se procederá a evacuar la zona y utilizar equipo de respiración autónoma y botas. Mantener alejados del derrame flamas o cualquier fuente de ignición. Evitar que el líquido derramado tenga contacto con fuente de agua y drenajes para evitar explosiones. Para ello, construir diques con tierra, cemento en polvo o bolsas de arena, con lo cual también se absorberá el líquido. Los vapores generados se dispersan con agua. Tanto el agua contaminada como los sólidos utilizados para absorber el derrame deben almacenarse en lugares seguros para su tratamiento posterior. Pequeñas cantidades pueden absorberse con papel y evaporarlas en una campana de extracción, nunca deben tirarse al drenaje pues pueden alcanzar concentraciones explosivas.

**Desechos:** Los desechos de hexano deben incinerarse de manera adecuada, pudiendo servir como combustible en condiciones controladas. Pequeñas cantidades pueden evaporarse en una campana extractora de gases.

**ALMACENAMIENTO:** Debe almacenarse alejado de cualquier fuente de ignición y de materiales oxidantes, en lugares bien ventilados y de la luz directa del sol. Pequeñas cantidades pueden almacenarse en frascos de vidrios, pero para cantidades considerables, debe hacerse en tanques metálicos protegidos de descargas estáticas. Recordar que los vapores son mas pesados que el aire, por lo que pueden acumularse y viajar hacia fuentes de ignición y regresar, generando fuego en las zonas de almacenamiento.

**REQUISITOS DE TRANSPORTE Y EMPAQUE:** Transportación terrestre: Marcaje: 1208, sustancia inflamable. Código HAZCHEM: 3 YE. Transportación marítima: Código IMDG: 3034.7 Clase 3.1 Marcaje: Líquido inflamable. Transportación aérea: Código ICAO/IATA: 1208 Clase 3 Cantidad máxima en vuelos comerciales: 5 l. Cantidad máxima en vuelos de carga: 60 l.

## ETANOL.

FORMULA: C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O, CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>OH.

PESO MOLECULAR: 46.07 g/mol.

COMPOSICION: C: 52.24 %; H: 13.13 % y O: 34.73 %.

### GENERALIDADES:

El etanol es un líquido incoloro, volátil, con un olor característico y sabor picante. También se conoce como alcohol etílico. Sus vapores son mas pesados que el aire. Se obtiene, principalmente, al tratar etileno con ácido sulfúrico concentrado y posterior hidrólisis. Algunas alternativas de síntesis son: hidratación directa de etileno en presencia de ácido fosfórico a temperaturas y presiones altas y por el método Fischer-Tropsch, el cual consiste en la hidrogenación catalítica de monóxido de carbono, también a temperaturas y presiones altas. De manera natural, se obtiene a través de fermentación, por medio de levaduras a partir de frutas, caña de azúcar, maíz, cebada, sorgo, papas y arroz entre otros, generando las variadas bebidas alcohólicas que existen en el mundo. Después de la fermentación puede llevarse a cabo una destilación para obtener un producto con una mayor cantidad de alcohol. El etanol se utiliza industrialmente para la obtención de acetaldehído, vinagre, butadieno, cloruro de etilo y nitrocelulosa, entre otros. Es muy utilizado como disolvente en síntesis de fármacos, plásticos, lacas, perfumes, cosméticos, etc. También se utiliza en mezclas anticongelantes, como combustible, como antiséptico en cirugía, como materia prima en síntesis y en la preservación de especímenes fisiológicos y patológicos. El llamado alcohol desnaturalizado consiste en etanol al que se le agregan sustancias como metanol, isopropanol o, incluso, piridinas y benceno. Estos compuestos desnaturalizantes son altamente tóxicos por lo que, este tipo de etanol, no debe de ingerirse.

### NUMEROS DE IDENTIFICACION:

CAS: 64-17-5

STCC: 4909146 UN: 1170

RTECS: KQ 6300000

NIOSH: KQ 6300000

NFPA: Salud: 0 Reactividad: 0 Fuego: 3

NOAA : 667

HAZCHEM CODE: 2 SE

MARCAJE: liquido inflamable.

### SINONIMOS:

etanol absoluto, alcohol, alcohol anhidro, alcohol deshidratado, alcohol etílico, etanol, metil carbinol, hidrato de etilo, alcohol de fermentacion, alcohol de grano, alcohol de papa,

En inglés: ethyl alcohol, anhydrol, alcare hand degermer, algrain, cologne spirit, ethanol 200 proof, ethicap, hidroxido de etilo, molasses alcohol, sd alcohol 23-hydrogen, jaysol, jaysol s, spirt, tecsol, synasol, fresh m, tecsol c, spirits of wine.

Otros idiomas: aethanol (aleman), etanolo (italiano) aethylalkohol (aleman), alkoholu etylowego (polaco) alkohol (aleman), etylowy alkohol (polaco), alcool ethylique (frances), ethylalcohol (holandes), alcool etílico (italiano).

## PROPIEDADES FISICAS Y TERMODINAMICAS:

Punto de ebullición: 78.3 oC.

Punto de fusión: -130 oC.

Índice de refracción (a 20 oC): 1.361

Densidad: 0.7893 a 20 oC.

Presión de vapor: 59 mm de Hg a 20 oC.

Densidad de vapor: 1.59 g /ml

Temperatura de ignición: 363 oC

Punto de inflamación (Flash Point): 12 oC ( al 100 %), 17 oC (al 96 %), 20 oC (al 80%), 21 oC (al 70 %), 22 oC (al 60 %), 24 oC (al 50 %), 26 oC (al 40 %), 29 oC (al 30 %), 36 oC (al 20 %), 49 oC (al 10 %) y 62 oC (al 5 %).

Límites de explosividad: 3.3- 19 %

Temperatura de autoignición: 793 oC.

Punto de congelación: -114.1 oC

Calor específico:(J/g oC): 2.42 (a 20 oC).

Conductividad térmica (W/m K): 0.17 (a 20 oC).

Momento dipolar: 1.699 debyes.

Constante dieléctrica: 25.7 (a 20 oC).

Solubilidad: Miscible con agua en todas proporciones, éter, metanol, cloroformo y acetona.

Temperatura crítica: 243.1 oC.

Presión crítica: 63.116 atm.

Volumen crítico: 0.167 l/mol.

Tensión superficial (din/cm): 231 (a 25 oC).

Viscosidad (cP): 1.17 (a 20 oC).

Calor de vaporización en el punto normal de ebullición (J/g): 839.31.

Calor de combustión (J/g): 29677.69 (a 25 oC)

Calor de fusión (J/g): 104.6

El etanol es un líquido inflamable cuyos vapores pueden generar mezclas explosivas e inflamables con el aire a temperatura ambiente.

## PROPIEDADES QUIMICAS:

Se ha informado de reacciones vigorosas de este producto con una gran variedad de reactivos como: difluoruro de disulfuro, nitrato de plata, pentafluoruro de bromo, perclorato de potasio, perclorato de nitrosilo, cloruro de cromilo, percloruro de clorilo, perclorato de uranilo, trióxido de cromo, nitrato de fluor, difluoruro de dióxígeno, hexafluoruro de uranio, heptafluoruro de yodo, tetraclorosilano, ácido permangánico, ácido nítrico, peróxido de hidrógeno, ácido peroxodisulfúrico, dióxido de potasio, peróxido de sodio, permanganato de potasio, óxido de rutenio (VIII), platino, potasio, t-butóxido de potasio, óxido de plata y sodio. En general, es incompatible con ácidos, cloruros de ácido, agentes oxidantes y reductores y metales alcalinos.

## NIVELES DE TOXICIDAD:

LD50 (oral en ratas): 13 ml/Kg

México: CPT: 1900 mg/m<sup>3</sup> (1000 ppm)

Estados Unidos: TLV (TWA): 1900 mg/m<sup>3</sup> (1000 ppm)

Reino Unido: VLE: 9500 mg/m<sup>3</sup> (5000 ppm)

Francia: VME: 1900 mg/m<sup>3</sup> (1000 ppm)

Alemania: MAK: 1900 mg/m<sup>3</sup> (1000 ppm)

Periodos largos: 1900 mg/m<sup>3</sup> (1000 ppm)

Suecia: Periodos largos: 1900 mg/m<sup>3</sup> (1000 ppm)

Alcohol desnaturalizado: LDLo (oral en humanos): 1400 mg/Kg. LD50 (oral en ratas): 7060 mg/Kg. LC 50 (inhalaado en ratas): 20000 ppm /10 h

Niveles de irritación a piel de conejos: 500 mg/ 24h, severa. Niveles de irritación a ojos de conejos: 79 mg, 100 mg/24h, moderada.

### **MANEJO:**

Equipo de protección personal: Para manejar este producto es necesario utilizar bata y lentes de seguridad, en un área bien ventilada. Cuando el uso es constante, es conveniente utilizar guantes. No utilizar lentes de contacto al trabajar con este producto.

Al trasvasar pequeñas cantidades con pipeta, utilizar propipetas, NUNCA ASPIRAR CON LA BOCA.

### **RIESGOS:**

**Riesgos de fuego y explosión:** Por ser un producto inflamable, los vapores pueden llegar a un punto de ignición, prenderse y transportar el fuego hacia el material que los originó. Los vapores pueden explotar si se prenden en un área cerrada y pueden generar mezclas explosivas e inflamables con el aire a temperatura ambiente. Los productos de descomposición son monóxido y dióxido de carbono.

**Riesgos a la salud:** El etanol es oxidado rápidamente en el cuerpo a acetaldehído, después a acetato y finalmente a dióxido de carbono y agua, el que no se oxida se excreta por la orina y sudor.

**Inhalación:** Los efectos no son serios siempre que se use de manera razonable. Una inhalación prolongada de concentraciones altas (mayores de 5000 ppm) produce irritación de ojos y tracto respiratorio superior, náuseas, vómito, dolor de cabeza, excitación o depresión, adormecimiento y otros efectos narcóticos, coma o incluso, la muerte. Un resumen de los efectos de este compuesto en humanos se dan a continuación:

mg/l en el aire Efecto en humanos

10-20 Tos y lagrimeo que desaparecen después de 5 o 10 minutos.

30 Lagrimeo y tos constantes, puede ser tolerado, pero molesto.

40 Tolerable solo en periodos cortos.

Mayor de 40 Intolerable y sofocante aún en periodos cortos.

**Contacto con ojos:** Se presenta irritación solo en concentraciones mayores a 5000 a 10000 ppm.

**Contacto con la piel:** El líquido puede afectar la piel, produciendo dermatitis caracterizada por resequedad y agrietamiento.

**Ingestión:** Dosis grandes provocan envenenamiento alcohólico, mientras que su ingestión constante, alcoholismo. También se sospecha que la ingestión de etanol aumenta la toxicidad de otros productos químicos presentes en las industrias y laboratorios, por inhibición de su excreción o de su metabolismo, por ejemplo: 1,1,1-tricloroetano, xileno, tricloroetileno, dimetilformamida, benceno y plomo. La ingestión constante de grandes cantidades de etanol provoca daños en el cerebro, hígado y riñones, que conducen a la muerte. La ingestión de alcohol desnaturalizado aumenta los efectos tóxicos, debido a la presencia de metanol, piridinas y benceno, utilizados como agentes desnaturalizantes, produciendo ceguera o, incluso, la muerte a corto plazo.

**Carcinogenicidad:** No hay evidencia de que el etanol tenga este efecto por el mismo, sin embargo, algunos estudios han mostrado una gran incidencia de cáncer en laringe después de exposiciones a alcohol sintético, con sulfato de dietilo como agente responsable.

**Mutagenicidad:** No se ha encontrado este efecto en estudios con Salmonella, pero se han encontrado algunos cambios mutagénicos transitorios en ratas macho tratados con grandes dosis de este producto.

**Riesgos reproductivos:** Existen evidencias de toxicidad al feto y teratogenicidad en experimentos con animales de laboratorio tratados con dosis grandes durante la gestación. El etanol induce el aborto.

#### **ACCIONES DE EMERGENCIA:**

Primeros auxilios:

**Inhalación:** Translade a la víctima a un lugar ventilado. Aplicar respiración artificial si ésta es dificultosa, irregular o no hay. Proporcionar oxígeno.

**Ojos:** Lavar inmediatamente con agua o disolución salina de manera abundante.

**Piel:** Eliminar la ropa contaminada y lavar la piel con agua y jabón.

**Ingestión:** No inducir el vómito. EN TODOS LOS CASOS DE EXPOSICION, EL PACIENTE DEBE RECIBIR AYUDA MEDICA TAN PRONTO COMO SEA POSIBLE.

**Control de fuego:** Utilizar el equipo de seguridad necesario, dependiendo de la magnitud del incendio. Usar agua en forma de neblina lo mas lejos posible del incendio, los chorros pueden resultar inefectivos. Enfriar los contenedores que se vean afectados con agua. En el caso de fuegos pequeños, pueden utilizarse extinguidores de espuma , polvo químico seco o dióxido de carbono.

**Fugas y derrames:** Evitar respirar los vapores y permanecer en contra del viento. Usar guantes, bata, lentes de seguridad, botas y cualquier otro equipo de seguridad necesario, dependiendo de la magnitud del siniestro. Mantener alejadas del área, flamas o cualquier otra fuente de ignición. Evitar que el derrame llegue a fuentes de agua o drenajes. Para lo cual, deben construirse diques para contenerlo, si es necesario. Absorber el líquido con arena o vermiculita y trasladar a una zona segura para su incineración posterior. Usar rocío de agua para dispersar el vapor y almacenar esta agua contaminada en recipientes adecuados, para ser tratada de manera adecuada, posteriormente. En el caso de derrames pequeños, el etanol puede absorberse con papel, trasladarlo a un lugar seguro y dejarlo evaporar o quemarlo. Lavar el área contaminada con agua.

**Desechos:** La mejor manera de desecharlo es por incineración, aunque para pequeñas cantidades puede recurrirse a la evaporación en un lugar seguro.

#### **ALMACENAMIENTO:**

Cantidades grandes de este producto deben ser almacenadas en tanques metálicos especiales para líquidos inflamables y conectados a tierra. En pequeñas cantidades pueden ser almacenados en recipientes de vidrio. En el lugar de almacenamiento debe haber buena ventilación para evitar la acumulación de concentraciones tóxicas de vapores de este producto y los recipientes deben estar protegidos de la luz directa del sol y alejados de fuentes de ignición.

#### **REQUISITOS DE TRANSPORTE Y EMPAQUE:**

Transportación terrestre: Marcaje:1170. Líquido inflamable. HAZCHEM: 2 SE. Transportación marítima: Código IMDG: 3074 Clase: 3.2 Marcaje: líquido inflamable. Transportación aérea:

Código ICAO/IATA: 1170 Clase: 3 Cantidad máx. en vuelo comercial: 5 l. Cantidad max. en vuelo de carga: 60 l.