

CALCULO DE LAS PROPIEDADES DE LIQUIDOS PUROS
A PARTIR DE GRAFICAS DE SUSTANCIA DE
REFERENCIA

THE UNIVERSITY OF CHICAGO

PHYSICS DEPARTMENT

REPORT

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades
Departamento de Ingeniería Química



**CALCULO DE LAS PROPIEDADES DE LIQUIDOS PUROS
A PARTIR DE GRAFICAS DE SUSTANCIA DE
REFERENCIA**

LUIS ALFONSO RODRIGUEZ CANO



Trabajo de graduación presentado
para optar al grado académico de

LICENCIATURA EN INGENIERIA QUIMICA

Guatemala

1997

UNIVERSITY OF CALIFORNIA
LIBRARY



UNIVERSITY OF CALIFORNIA
LIBRARY

UNIVERSITY OF CALIFORNIA

LIBRARY

UNIVERSITY OF CALIFORNIA

LIBRARY

UNIVERSITY OF CALIFORNIA

LIBRARY

UNIVERSITY OF CALIFORNIA

A Dios por darme la oportunidad
de culminar con éxito mi carrera.
A mis padres por darme su apoyo
incondicional en todo momento.
A mi familia y compañeros por
su ayuda en momentos difíciles.

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
LIBRARY
540 EAST 57TH STREET
CHICAGO, ILL. 60637
TEL: 773-936-3200

CONTENIDO

	Páginas
RESUMEN	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. ANTECEDENTES	3
A. Presión de vapor	3
B. Selección de la sustancia de referencia	7
C. Base de datos	15
III. JUSTIFICACIÓN	19
IV. OBJETIVOS	21
V. PROBLEMA A RESOLVER	23
VI. METODOLOGÍA	25
VII. RESULTADOS	29
A. Requisitos de equipo mínimo para el uso de los programas de computadora	53
B. Manual para la construcción y uso de las gráficas de sustancia de referencia.	53
C. Manual para el uso del programa en FoxPro para la estimación de las magnitudes de las pendientes de compuestos orgánicos e inorgánicos	55
VIII. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	65

	Páginas
IX. CONCLUSIONES	69
X. RECOMENDACIONES	71
XI. BIBLIOGRAFÍA	73
Anexos	75
Anexo A Datos de presiones de vapor de sol. acuosas de Acido Clorhídrico (HCl)	75
Anexo B Datos de presiones de vapor de sol. acuosas de Acido Sulfúrico (H ₂ SO ₄)	79
Anexo C Datos de presiones de vapor de sol. acuosas de Acido Nítrico (HNO ₃)	81
Anexo D Datos de presiones de vapor de sol. acuosas de Acido Bromhídrico (HBr)	85
Anexo E Datos de presiones de vapor de sol. acuosas de Amoníaco (NH ₃)	87
Anexo F Datos de presiones de vapor de sol. acuosas de Metanol (CH ₄ O)	89
Anexo G Datos de presiones de vapor de sol. acuosas de Hidróxido de Sodio (NaOH)	91
Anexo H Datos de presión de vapor de Compuestos Orgánicos	93
Anexo I Datos de presión de vapor de Compuestos Inorgánicos	107
Anexo J Ejemplos de utilización	111

LISTA DE TABLAS Y GRAFICAS

Tabla	Página
7.1 Pendientes de compuestos orgánicos	29
7.2 Pendientes de compuestos inorgánicos	44

Gráfica	Página
7.1 Gráfica de sustancia de referencia para el HCl	46
7.2 Gráfica de sustancia de referencia para el H ₂ SO ₄	47
7.3 Gráfica de sustancia de referencia para el HNO ₃	48
7.4 Gráfica de sustancia de referencia para el HBr	49
7.5 Gráfica de sustancia de referencia para el NH ₃	50
7.6 Gráfica de sustancia de referencia para el CH ₄ O	51
7.7 Gráfica de sustancia de referencia para el NaOH	52

THE UNIVERSITY OF CHICAGO

1	Introduction	1
2	1. The problem	2
3	2. The method	3
4	3. The results	4
5	4. The discussion	5
6	5. The conclusion	6
7	6. The appendix	7
8	7. The references	8
9	8. The notes	9
10	9. The acknowledgments	10
11	10. The summary	11
12	11. The bibliography	12
13	12. The index	13
14	13. The errata	14
15	14. The appendix	15
16	15. The references	16
17	16. The notes	17
18	17. The acknowledgments	18
19	18. The summary	19
20	19. The bibliography	20
21	20. The index	21
22	21. The errata	22
23	22. The appendix	23
24	23. The references	24
25	24. The notes	25
26	25. The acknowledgments	26
27	26. The summary	27
28	27. The bibliography	28
29	28. The index	29
30	29. The errata	30
31	30. The appendix	31
32	31. The references	32
33	32. The notes	33
34	33. The acknowledgments	34
35	34. The summary	35
36	35. The bibliography	36
37	36. The index	37
38	37. The errata	38
39	38. The appendix	39
40	39. The references	40
41	40. The notes	41
42	41. The acknowledgments	42
43	42. The summary	43
44	43. The bibliography	44
45	44. The index	45
46	45. The errata	46
47	46. The appendix	47
48	47. The references	48
49	48. The notes	49
50	49. The acknowledgments	50
51	50. The summary	51
52	51. The bibliography	52
53	52. The index	53
54	53. The errata	54
55	54. The appendix	55
56	55. The references	56
57	56. The notes	57
58	57. The acknowledgments	58
59	58. The summary	59
60	59. The bibliography	60
61	60. The index	61
62	61. The errata	62
63	62. The appendix	63
64	63. The references	64
65	64. The notes	65
66	65. The acknowledgments	66
67	66. The summary	67
68	67. The bibliography	68
69	68. The index	69
70	69. The errata	70
71	70. The appendix	71
72	71. The references	72
73	72. The notes	73
74	73. The acknowledgments	74
75	74. The summary	75
76	75. The bibliography	76
77	76. The index	77
78	77. The errata	78
79	78. The appendix	79
80	79. The references	80
81	80. The notes	81
82	81. The acknowledgments	82
83	82. The summary	83
84	83. The bibliography	84
85	84. The index	85
86	85. The errata	86
87	86. The appendix	87
88	87. The references	88
89	88. The notes	89
90	89. The acknowledgments	90
91	90. The summary	91
92	91. The bibliography	92
93	92. The index	93
94	93. The errata	94
95	94. The appendix	95
96	95. The references	96
97	96. The notes	97
98	97. The acknowledgments	98
99	98. The summary	99
100	99. The bibliography	100

RESUMEN

En el presente trabajo se tabularon las presiones de vapor de alrededor de 600 líquidos puros, entre orgánicos e inorgánicos. Con esos datos se calculó la pendiente de la recta que representa a la gráfica de sustancia de referencia del líquido en cuestión, tomando como líquido de referencia al agua, por su amplia gama de datos encontrados en la literatura. Con ello se calcularon sus propiedades tales como:

(a) presión de vapor, (b) calores latentes de vaporización, (c) composición de soluciones acuosas binarias, (d) coeficientes de actividad del solvente.

Todo el trabajo de las gráficas de sustancia de referencia, se basó en un modelo matemático que se fundamenta en un arreglo de la ecuación de Clausius-Clapeyron tomando en cuenta las presiones de vapor de los líquidos puros. Se encontró que, a medida que el peso molecular aumenta, también lo hace su pendiente de la recta de la gráfica de sustancia de referencia. Por otro lado, se advirtió que a medida que las fuerzas intermoleculares eran más fuertes, la pendiente disminuía.

Los rangos de desviaciones de los datos reales al ser comparados con los obtenidos a partir de las gráficas de sustancia de referencia, tienen una exactitud aceptable para fines prácticos y docentes, por lo que se concluyó que es un método sencillo, rápido, preciso y exacto de utilizar.

I. INTRODUCCION

Existe una gran variedad de líquidos que se utilizan en la industria guatemalteca en diferentes procesos. Para la operación óptima de cada uno de estos procesos, es importante conocer las propiedades de los líquidos que se están manipulando, para poder tener un mejor control y por consiguiente poder aprovechar al máximo los recursos.

Muchas veces no se tiene el suficiente conocimiento de las propiedades de los líquidos que se están utilizando, lo que se debe a que:

(a) la información es muy escasa en la literatura impresa disponible, (b) no se encuentra en el Internet o, (c) no se tiene el suficiente tiempo para investigarlo.

Un método muy conveniente para este efecto, por su sencillez y rapidez de manejo, es el de las gráficas de sustancias de referencia, el cual tiene su base científica en la ecuación de Clausius-Clapeyron. En base a gráficas de sustancia de referencia se pueden calcular:

(a) presiones de vapor, (b) calores latentes de vaporización, (c) temperaturas a la que se encuentra el líquido a partir de su presión de vapor, (d) compo-

siones de soluciones binarias y, (e) coeficientes de actividad de sustancias puras.

Este método se utiliza para calcular las anteriores propiedades de líquidos poco conocidos a partir de propiedades de otros líquidos que se conocen muy bien. Esto se consigue con un arreglo de la ecuación de Clausius-Clapeyron para obtener una expresión que represente una línea recta. Debido a la gran gama de datos que se tienen del agua, ésta se toma generalmente como sustancia de referencia. En este trabajo se mostrará la construcción y uso de las gráficas de sustancias de referencia, como método de cálculo de propiedades de líquidos puros. Se compararán los datos empíricos obtenidos con los teóricos disponibles, y se elaborarán ejemplos para mostrar su exactitud y sencillez de construcción. Por último, se prepararán ejemplos para mostrar el uso práctico.

II. ANTECEDENTES

Por muchos años se ha venido trabajando para desarrollar métodos para calcular las propiedades de los líquidos. Muchas veces se pretende que dichos métodos sigan una relación lineal y no una curva, ya que esto facilita los cálculos de interpolaciones entre datos, además de que ofrece un menor error de cálculo. Utilizar la relación de Clausius-Clapeyron para la estimación de la presión de vapor es de mucha facilidad y precisión de uso, lo que la convierte en una herramienta conveniente para el cálculo de dicha propiedad (XI.6).

A. Presión de vapor

Cuando se evapora un líquido en un recipiente cerrado, las moléculas de vapor no pueden escapar de la vecindad del líquido. En el transcurso de su movimiento desordenado, algunas moléculas regresan al líquido. La velocidad de regreso de las moléculas de vapor al líquido, depende de la concentración de las moléculas en el vapor. Cuanto mayor sea el número de moléculas en un determinado volumen de vapor, mayor será la probabilidad de que alguna de ellas choque con el líquido y sea recapturada (XI.4).

La velocidad de regreso de las moléculas del vapor al líquido, es lenta debido a que hay pocas moléculas en el vapor. El proceso de la evaporación continúa, aumentando la concentración de las moléculas en el vapor, por lo que la

velocidad de condensación también aumenta. Este proceso se realiza hasta que el sistema alcanza un punto en el que la velocidad de evaporación es igual a la velocidad de condensación: el llamado punto de equilibrio (XI.4).

Puesto que la concentración de las moléculas de vapor es constante en el equilibrio, la presión que ejercen las moléculas del vapor es también constante. Esta presión es la llamada presión de vapor del líquido, y es una característica de cada líquido a una temperatura determinada (XI.4).

En un líquido, las fuerzas intermoleculares tienen una intensidad moderada. Conforme se le va agregando energía a la sustancia, las fuerzas intermoleculares se van debilitando, debido a que las moléculas van adquiriendo una mayor energía interna, lo que contribuye a que su movimiento sea más desordenado. Así pues, cuanto mayor sea la temperatura a la que se encuentre el líquido, más fácil es el escape de las moléculas que se encuentren en su superficie hacia la fase gaseosa. De esta forma, se concluye con que a temperaturas bajas, es menor el número de moléculas de sustancia que se encuentran en la fase gaseosa, y como consecuencia de ello, la presión de vapor que ejerzan sobre el líquido será baja.

Así pues, la presión de vapor de un líquido aumentará proporcionalmente al incremento de la temperatura (XI.4).

1. Presión de vapor de soluciones. La presión de vapor de cualquier solución, es la suma de las presiones parciales de los componentes de la solución. Por mucho tiempo se ha utilizado la ley de Raoult para encontrar las presiones parciales de los componentes en soluciones ideales.

La Ley de Raoult se enuncia de la siguiente forma:

$$p_1 = X_1 \cdot P^{\circ}_1 \quad (a)$$

donde X_1 es la fracción molar del componente 1 y P°_1 es la presión de vapor del componente 1 puro, a la temperatura que se efectúan las mediciones (XI.4).

Esta ley se cumple muy bien para condiciones de presión y temperatura normales (TPN), pero a temperaturas y presiones altas, existen ciertas desviaciones a la idealidad, por lo que se deben introducir ciertas modificaciones a las expresiones para obtener datos confiables (XI.4).

En realidad, una solución que contuviese a los componentes A y B sería ideal sólo si las fuerzas intermoleculares de atracción entre sus moléculas fueran iguales a las de los componentes puros. En este caso, la presión parcial de un componente sería solamente la proporción de moléculas de ese componente que están presentes en el número total de moléculas presentes sobre la superficie líquida de la solución (XI.4).

Pocas son las soluciones que cumplen con la idealidad, observándose que hay dos desviaciones con respecto a la ley de Raoult: (a) las positivas y (b) las

negativas. Las desviaciones positivas se deben a que la presión de vapor total es mayor que la de los componentes puros y se muestran cuando las fuerzas de atracción entre las moléculas son más débiles que las que existen si estuvieran puros. Por su parte, las desviaciones negativas se presentan cuando la presión de vapor total es menor que la de los componentes puros y se debe a que las atracciones intermoleculares son más fuertes que las que existen si estuviesen puros (XI.4).

2. Cálculo de gráficas de sustancia de referencia. se puede lograr relacionar a las presiones de vapor de una sustancia poco conocida con otra de la que se tiene una amplia gama de datos utilizando la ecuación de Clausius-Clapeyron. Esto permite construir las gráficas de sustancias de referencia para la estimación de presiones de vapor, calores latentes de vaporización y temperaturas para sustancias puras (XI.9).

Las gráficas de sustancia de referencia, son gráficas de las cuales se pueden obtener datos de sustancias poco conocidas a partir de datos de sustancias de las que se tiene bastante información (XI.3).

Desafortunadamente, la curva presión de vapor vrs. temperatura que se obtiene con muchos métodos de estimación para un gran número de líquidos, muestra cierta concavidad. Esto ha provocado que se haya propuesto establecer

un método para la linealización de esa curva para facilitar las interpolaciones. La gran mayoría de esos métodos, parten de un arreglo logarítmico de la ecuación de Clausius-Clapeyron, no importando el sistema de unidades que se utilice (XI.6).

B. Selección de la sustancia de referencia

Se debe tener como requisito básico para la sustancia de referencia, que ésta tenga una buena gama de datos tabulados en la literatura, para que así con ellos se puedan encontrar las propiedades de las otras sustancias en relación. El agua cumple muy bien con esta condición (XI.6).

Especial cuidado se debe tener al utilizar las gráficas de sustancia de referencia y es que la gráfica funciona en un amplio rango de condiciones, pero la misma deja de ser recta cerca de los puntos críticos de las sustancias en relación, debido a los altos cambios de las propiedades de las sustancias cerca de ellos. Esto hace que cerca de esos puntos los datos obtenidos se deban tomar como poco confiables y tengan que verificarse por otros métodos para su comparación y análisis (XI.6).

Para poder utilizar el método de las gráficas de sustancias de referencia se supone lo siguiente:

1. Que la relación de los calores latentes de vaporización es constante en el rango de temperaturas utilizado.
2. Que se cumplen condiciones de gas ideal.
3. Que el volumen del líquido es despreciable en comparación con el volumen del mismo.

Una característica deseable de la sustancia de referencia, es que ésta debe ser similar a los materiales con los que se relacionará, con lo cual se logrará balancear las irregularidades de las propiedades en discusión y minimizará el error en su cálculo (XI.6).

Ya se dijo que generalmente se ha utilizado al agua como sustancia de referencia para relacionarla con una gran diversidad de compuestos, ya que de ella se tiene una amplia gama de datos. Además, también tiene la ventaja de que su calor latente de vaporización cambia poco en un amplio rango de temperaturas, lo que la hace muy conveniente para esta función, debido a que mantendrá la relación de los calores latentes de vaporización (que es la pendiente de la gráfica de sustancia de referencia) constante en un rango más amplio, proporcionando así datos más confiables (XI.6).

1. Desarrollo matemático para la construcción de la gráfica de sustancia de referencia para la presión de vapor de líquidos. para la construcción de las gráficas de sustancia de referencia se utilizan como principios básicos las ecuaciones fisicoquímicas que relacionan a la propiedad estudiada. Para el caso de la presión de vapor, se seguirá el procedimiento sugerido por Othmer (XI.6). El procedimiento se enuncia a continuación.

Se parte de la ecuación de Clausius-Clapeyron, la que se expresa de la siguiente forma:

$$\frac{dp}{dT} = \frac{\lambda'}{T^*(v_g - v_l)} \quad (b)$$

donde: λ' = calor latente molar de vaporización del líquido, T = temperatura, v_g = volumen del gas, v_l = volumen del líquido y p = presión de vapor (XI.6).

Por la ecuación de gas ideal se sabe que:

$$v_g = RT/P \quad (c)$$

donde R es la constante universal de los gases (XI.6).

Se tiene también que el volúmen del líquido es despreciable en comparación al volumen del gas, de manera que:

$$(v_g - v_l) \approx v_g \quad (d)$$

Con esto, la ecuación (b) queda de la siguiente forma:

$$\frac{dP}{dT} = \frac{\lambda'}{(v_g - v_l) \cdot T} = \frac{\lambda'}{v_g \cdot T} = \frac{P \lambda'}{RT^2} \quad (e)$$

Arreglando la ecuación (e) se tiene:

$$\frac{1}{\lambda'} \frac{dP}{P} = \frac{dT}{RT^2} \quad (f)$$

Integrando la ecuación (f) se obtiene la siguiente fórmula:

$$\frac{\ln(p)}{\lambda'} = -\frac{1}{R \cdot T} + \text{constante} \quad (g)$$

Reordenando la ecuación (g) se obtiene:

$$\ln(p) = -\frac{\lambda'}{R \cdot T} + \text{constante} \quad (h)$$

Para la relación de la sustancia de referencia con la sustancia poco conocida se divide (h) entre la misma expresión, denotando a la sustancia de referencia con el subíndice "r":

$$\ln(p) = \frac{M \cdot \lambda}{M_r \cdot \lambda_r} \cdot \ln(p_r) + \text{constante} \quad (i)$$

donde M = las respectivas masas moleculares de los compuestos en relación.

La ecuación (i) relaciona las presiones de vapor de ambas sustancias. Se puede advertir que esta expresión representa una línea recta y tiene como

pendiente la relación molar de los calores latentes de vaporización de las sustancias en cuestión (XI.6).

2. Desarrollo matemático para la construcción de la gráfica de sustancia de referencia para el coeficiente de actividad de soluciones acuosas. Antes de enunciar propiamente el procedimiento de construcción de la gráfica de sustancia de referencia para el coeficiente de actividad de soluciones acuosas, y para mayor claridad para el lector, se presentará una breve descripción del coeficiente de actividad.

Definición del coeficiente de actividad: las soluciones líquidas con frecuencia se tratan más fácilmente por medio de propiedades que miden sus desviaciones con respecto al comportamiento de soluciones ideales propuesto por la Ley de Raoult. Estas propiedades se denominan propiedades en exceso. Así por ejemplo, si M representa un valor molar de una propiedad termodinámica extensiva, entonces una propiedad en exceso M^E se define como la diferencia entre el valor de la propiedad real y la que ésta tendría si fuese una solución ideal. Así:

$$M^E = M - M^{si} \quad (j)$$

donde el superíndice "si" denota solución ideal.

Las propiedades en exceso no tienen sentido para líquidos puros, ya que no es posible contar con un comportamiento de solución ideal en una sustancia pura en la que las propiedades siempre serán homogéneas y nunca se desviarán de ese comportamiento a menos que se les agregue otra sustancia (XI.8).

Por ejemplo, aplicando la ecuación (j) a la propiedad termodinámica extensiva llamada energía libre de Gibbs, se tiene:

$$G^E_i = G_i - G^{Si}_i \quad (k)$$

donde: G_i = energía molar de Gibbs del componente i , G^E_i = energía molar de Gibbs en exceso del componente i y G^{Si}_i = energía molar de Gibbs componente i suponiendo comportamiento de solución ideal.

(En Termodinámica, la asociación de las variables H , T y S -entalpía, temperatura y entropía-

$$H - TS$$

aparecía con tanta frecuencia, que se decidió agruparlas y crear una nueva propiedad termodinámica de estado: la energía de Gibbs, a la cual se le dió por símbolo "G".

Estudios posteriores permitieron demostrar que la energía de Gibbs era un excelente punto de partida para determinar si una solución estaba o no en equilibrio. Por ello se le utiliza como ejemplo en el presente trabajo).

Multiplicando la ecuación (k) por n , que es el número de moles, y diferenciando con respecto al número de moles del compuesto i a temperatura, presión y los moles de los demás componentes constantes, se obtiene una relación análoga a la ecuación (k):

$$\bar{G}^E_i = \bar{G}_i - \bar{G}^{Si}_i \quad (l)$$

donde: \bar{G}_i = energía molar parcial de Gibbs del componente i , \bar{G}^E_i = energía molar parcial de Gibbs en exceso del componente i y \bar{G}^{Si}_i = energía molar parcial de Gibbs componente i suponiendo comportamiento de solución ideal.

La anterior ecuación, constituye la definición que se denomina energía libre molar parcial en exceso de Gibbs (XI.8).

Por otro lado se tiene que para soluciones reales se puede utilizar la siguiente ecuación:

$$dG_i = RT d(\ln f_i) \quad (m)$$

donde f_i = fugacidad del componente i .

Integrando la ecuación (m) a presión y temperatura constante para un cambio en el componente i desde su estado puro, donde $G_i = G_i$ y $f_i = f_i$, hasta su estado en solución a una fracción molar arbitraria x_i , se obtiene:

$$\bar{G}_i - G_i = RT \ln(\hat{f}_i/f_i) \quad (n)$$

donde R = la constante universal de los gases, T = temperatura, f = fugacidades del componente i y \hat{f} = fugacidad parcial del componente i (XI.8).

El potencial químico γ se define como:

$$\gamma G^{Si} = G_i + RT \ln(x_i) \quad (o)$$

donde G^{Si} = potencial químico para un componente i en una solución ideal.

Como el potencial químico γ_i y la energía libre parcial de Gibbs son iguales, la ecuación (o) da la energía libre parcial de Gibbs para el componente i en una solución ideal:

$$\bar{G}^{Si} - G_i = RT \ln(x_i) \quad (p)$$

Restando la ecuación (n) con la ecuación (p) se obtiene:

$$\bar{G}_i - \bar{G}^{Si} = RT * \ln(\hat{f}_i/x_i * f_i) \quad (q)$$

donde $\bar{G}_i - \bar{G}^{Si}$ = energía libre en exceso parcial de Gibbs y la expresión adimensional $(\hat{f}_i/x_i * f_i)$ recibe el nombre de coeficiente de actividad del componente i en solución. Por lo tanto:

$$\mu_i = \hat{f}_i / (x_i \cdot f_i) \quad (r)$$

Para las soluciones ideales G^E_i es cero y el coeficiente de actividad es igual a la unidad. Los valores del coeficiente de actividad, son accesibles experimentalmente para los datos de equilibrio vapor/líquido (XI.8).

Debido a la complejidad de los experimentos de los equilibrios vapor/líquido y al tiempo que se lleva en su realización, se propone el uso de gráficas de sustancia de referencia para el cálculo de los coeficientes de actividad de los distintos líquidos. Este método es más sencillo y no se deben hacer corridas experimentales sino que basta únicamente con la recopilación de datos tabulados de los líquidos puros (XI.6).

C. Bases de Datos

Para el presente trabajo de graduación se utilizará una gran cantidad de informes, entre los que están las presiones de vapor de los diferentes líquidos puros que se investigarán, por lo que se necesita una herramienta que tenga la capacidad de poder manejar la información suministrada, además de realizar cálculos de manera rápida y confiable.

Las bases de datos constituyen un conjunto no redundante que representa la realidad de alguna situación y que constituye una fuente de información a todo

usuario que lo accesa. Representa un apoyo para los usuarios en la toma de decisiones, garantizando la veracidad y seguridad de la información (XI.10).

Un sistema de bases de datos es un conjunto de elementos que permiten crear y administrar un ambiente de trabajo para la utilización de una o varias bases de datos. El objetivo principal de un sistema de ordenamiento en una base de datos es controlar y usar la información efectivamente. Las bases de datos están divididas en campos, los cuales son definidos por el creador de la base de datos según sus necesidades de información (XI.1).

Las bases de datos tienen una infinidad de aplicaciones. Se utilizan cuando se trabaja con grandes cantidades de información, la cual se desea que se maneje de la forma más segura y con rapidez.

Una aplicación de una base de datos requiere de la presencia de un programa que controle la computadora (por ejemplo Fox Pro); éste provee instrucciones a la máquina para el manejo de la información. El programa generalmente es escrito en un lenguaje de procedimientos orientados (POL), que muchas veces es llamado compilador (XI.10).

El software que permite a una o varias personas usar y modificar la base de datos, es llamado el sistema administrativo de la base (DBMS). Este actúa como

un intérprete entre el usuario y la máquina para realizar las tareas necesarias en el manejo de la información (XI.10).

Entre las funciones principales del DBMS están:

1. Seguridad
2. Integridad
3. Sincronización
4. Protección contra fallas

Un sistema de bases de datos requiere para su funcionamiento, de una estructura de trabajo que garantice su funcionalidad. Dentro de algunos de los elementos que constituyen dicha estructura se tiene:

1. El lenguaje de definición de datos
2. El lenguaje para la manipulación de los datos
3. El administrador de la base de datos (programa)
4. El gestor de la base de datos
5. El gestor de archivos
6. El gestor de recuperación
7. Controlador de concurrencia
8. El gestor de autorización e integridad
9. Programa de aplicación

10. Programas utilitarios (XI.10)

1. Beneficios de las bases de datos: a diferencia de un sistema sin base de datos que tiene un conjunto de archivos de datos para la aplicación, un sistema de base de datos integra archivos que pueden ser utilizados por varios programas de aplicación de manera compartida. Las ventajas que se logran en la utilización de dicho sistema son:

1. Minimizar la redundancia de datos
2. Mantener la consistencia de los datos
3. Aplicar restricciones de seguridad
4. Mantener la integridad (exactitud en la información)

La arquitectura de las bases de datos se desenvuelve en un ambiente de tres niveles, para hacer que al usuario se le presente la información sin que él conozca detalles sobre el almacenamiento y mantenimiento de los datos. Los niveles de la arquitectura son:

1. Nivel físico
2. Nivel lógico
3. Nivel visual

Cabe mencionar que las bases de datos se limitan a la manipulación de los datos como reportes, pero no poseen la aplicación de graficación de los mismos. Para lograr esto último es necesario la utilización de otro tipo de programas (XI.10).

III. JUSTIFICACION

En muchas industrias guatemaltecas se utiliza una gran variedad de líquidos para la producción de diversos productos que se comercializan tanto dentro como fuera del mercado nacional. Sin embargo, en muchas ocasiones se sabe poco o nada de las propiedades de estos líquidos, lo que provoca problemas en el proceso y manejo de los mismos.

Es de mucha importancia conocer por lo menos las propiedades básicas de los líquidos que se manejan en la industria, ya que esto ayuda a conocer mejor el comportamiento que los mismos presentarán durante el proceso.

Muchas veces, la recopilación de las propiedades de los líquidos en la literatura disponible toma mucho tiempo y muchas veces no se encuentran, lo que obliga a utilizar métodos para su estimación. Estos métodos muchas veces se alejan de la realidad, al salirse de sus rangos de aplicación ya que son métodos empíricos. Sucede también que estas estimaciones se cumplen en un rango muy reducido de condiciones que no son las que el investigador necesita.

Un campo poco estudiado y que puede ser utilizado como una herramienta muy poderosa, son las llamadas gráficas de sustancias de referencia, las cuales

permiten comparar una sustancia de la que se sabe mucho de sus propiedades con otra sustancia de la que se sabe muy poco. Con estas gráficas, se pueden encontrar las propiedades de la sustancia en cuestión, en un amplio rango de condiciones de una manera fácil, rápida y confiable, ya que tiene un fundamento teórico-científico en la ecuación de Clausius-Clapeyron.

IV. OBJETIVOS

A. General

- Construcción de gráficas de sustancia de referencia utilizando como sustancia de referencia al agua para poder encontrar presiones de vapor , calores latentes de vaporización , temperaturas de sustancias puras . Además del coeficiente de actividad del agua y composiciones de soluciones binarias.

B. Específicos

- Elaboración de un programa de computadora para la construcción de las gráficas de sustancia de referencia, para el cálculo de las propiedades de sustancias puras.
- Cálculo de coeficiente de actividad del agua, a partir de gráficas de sustancia de referencia.
- Cálculo de porcentajes en peso de soluciones binarias a partir de gráficas de sustancia de referencia.
- Elaboración de instructivo para la metodología de la construcción

de las gráficas de sustancia de referencia para cualquier líquido que se desee estudiar.

- Elaboración de un instructivo para el uso del programa de computadora para el cálculo de las propiedades de los líquidos a partir de las gráficas de sustancias de referencia.
- Comprobar los datos teóricos con los datos obtenidos con las gráficas de sustancia de referencia construidas.

V. PROBLEMA A RESOLVER

Existe muy poca información en la literatura disponible, de una gran variedad de líquidos puros que se manejan en muchas industrias. Las ecuaciones para la estimación de sus propiedades son muy complicadas y se aplican a cortos rangos de condiciones. Esto da como resultado que se sepa poco de su comportamiento, durante alguna transformación o proceso.

El método de la gráfica de sustancia de referencia es una herramienta de mucha utilidad para la estimación de propiedades de líquidos puros, minimizando los cálculos necesarios para obtener resultados, además de obtenerlos confiables.

VI. METODOLOGIA

A. Selección de las propiedades a estudiar

1. Investigación de las propiedades a estudiar
2. Selección de las ecuaciones a utilizar para el cálculo de las propiedades de los líquidos como sustancias puras.

B. Desarrollo de las ecuaciones

1. Desarrollo matemático de las ecuaciones seleccionadas
2. Construcción de las expresiones que relacionan la sustancia de referencia con los líquidos que se estudiarán.

C. Selección de los líquidos a estudiar

1. Recopilación de datos útiles para la construcción de gráficas de sustancia de referencia de los líquidos.

D. Programación para la construcción de las gráficas de sustancia de referencia.

1. Elaboración del algoritmo para la construcción de las gráficas.
2. Programación del algoritmo en Excel.

E. Programación en una base de datos para el cálculo de las magnitudes de las propiedades en estudio.

1. Elaboración del esquema del programa
2. Programación del esquema en Fox Pro.

F. Elaboración de Manuales de uso y cálculo de las gráficas de sustancia de referencia.

1. Elaboración del manual para la construcción y uso de las gráficas de sustancias de referencia.
2. Elaboración del manual para el uso del programa de computadora para la construcción de las gráficas de sustancia de referencia.
3. Elaboración del manual para el uso del programa de la

base de datos para la estimación de las magnitudes de la propiedades en estudio de la sustancia pura en cuestión.

4. Comparación de datos teóricos con los datos obtenidos con las gráficas de sustancia de referencia.
5. Preparación de ejemplos para mostrar el método y uso del programa de computadora y las gráficas de sustancia de referencia.

VII. RESULTADOS

A continuación se presentarán los resultados obtenidos en el presente trabajo, los cuales se dividen en resultados de las pendientes obtenidas para compuestos orgánicos y para los compuestos inorgánicos (tablas 7.1 y 7.2 respectivamente).

Además, se muestran los manuales para: (a) construcción y uso de las gráficas de sustancia de referencia, (b) construcción e impresión de gráficas de sustancia de referencia, (c) uso de gráficas de sustancia de referencia para cálculo de composiciones y (d) coeficientes de actividad.

Finalmente, se muestran las gráficas de sustancia de referencia que se utilizan para el cálculo de composiciones de soluciones acuosas binarias.

Tabla 7.1

Pendientes de compuestos orgánicos para la construcción de su gráfica de sustancia de referencia para el cálculo de presión de vapor.

Sustancia de referencia: agua

Compuesto	Formula	Pendiente
1,1,1,2-TETRABROMOETANO	$C_2H_2Br_4$	1.415
1,1,1,2-TETRACLOROPETANO	$C_2H_2Cl_4$	0.728
1,1,1-TRICLOROETANO	$C_2H_3Cl_3$	0.740
1,1,1-TRICLOROPROPANO	$C_3H_5Cl_3$	0.844
1,1,2,2-TETRACLORO-1,2-DIFLUOMETANO	$C_2Cl_4F_2$	0.837
1,1,2,2-TETRACLOROETANO	$C_2H_2Cl_4$	0.969
1,1,2-TRIBROMOBUTANO	$C_4H_7Br_3$	0.234
1,1,2-TRICLOROETANO	$C_2H_3Cl_3$	0.863
1,1-DICLORO ETANO	$C_2H_4Cl_2$	0.716
1,1-DICLORO-2-METILPROPANO	$C_4H_8Cl_2$	0.847
1,2,2-TRIBROMOBUTANO	$C_4H_7Br_3$	1.179

Tabla 7.1 (continuación)
 Pendientes de compuestos orgánicos para la construcción
 de su gráfica de sustancia de referencia para el cálculo de presión de vapor.
 Sustancia de referencia: agua

Compuesto	Formula	Pendiente
1,2,3,4-TETRAETILBENCENO	$C_{10}H_{14}$	1.290
1,2,3,5-TETRAETILBENCENO	$C_{10}H_{14}$	1.396
1,2,3-TRIBROMOPROPANO	$C_3H_5Br_3$	1.229
1,2,3-TRICLOROBUTANO	$C_4H_7Cl_3$	0.935
1,2,3-TRICLOROPROPANO	$C_3H_5Cl_3$	1.059
1,2,3-TRIMETILBENCENO	C_9H_{12}	1.079
1,2,4,5-TETRAETILBENCENO	$C_{10}H_{14}$	1.448
1,2,4-TRIMETILBENCENO	C_9H_{12}	1.059
1,2-BUTADIENO	C_4H_6	0.577
1,2-DIBROMO ETANO	$C_2H_4Br_2$	0.842
1,2-DIBROMO-2-METILPROPANO	$C_4H_8Br_2$	0.733
1,2-DIBROMOBUTANO	$C_4H_8Br_2$	1.002
1,2-DIBROMOPENTANO	$C_5H_{10}Br_2$	1.105
1,2-DIBROMOPROPANO	$C_3H_6Br_2$	0.954
1,2-DICLORO ETANO	$C_2H_4Cl_2$	0.789
1,2-DICLORO PROPANO	$C_3H_6Cl_2$	0.795
1,2-DICLORO TETRAETIL BENZENO	$C_{14}H_{20}Cl_2$	1.541
1,2-DICLORO-2-METILPROPANO	$C_4H_8Cl_2$	0.880
1,2-DICLOROBENCENO	$C_6H_4Cl_2$	1.083
1,2-DICLOROBUTANO	$C_4H_8Cl_2$	0.845
1,2-DIETILBENCENO	$C_{10}H_{14}$	1.093
1,2-DIETOXI ETANO	$C_6H_{14}O_2$	0.773
1,2-DIISOPROPIL BENCENO	$C_{12}H_{18}$	1.201
1,2-DIMETOXI ETANO	$C_4H_{10}O_2$	0.717
1,2-DIPROPOXI ETANO	$C_8H_{18}O_2$	0.615
1,2-ETANODIOL	$C_2H_6O_2$	1.338
1,2-ETENAMIDA	$C_2H_8N_2$	1.008
1,2-PROPANEDIOL	$C_3H_8O_2$	1.374
1,3,5-TRIMETILBENCENO	C_9H_{12}	1.042
1,3-DIBROMO-2-METILPROPANO	$C_4H_8Br_2$	1.038
1,3-DIBROMOPROPANO	$C_3H_6Br_2$	1.023
1,3-DICLORO-2-METILPROPANO	$C_4H_8Cl_2$	1.026
1,3-DICLORO-2-PROPANOL	$C_3H_6Cl_2O$	1.184
1,3-DICLOROBENCENO	$C_6H_4Cl_2$	1.038
1,3-DIETILBENCENO	$C_{10}H_{14}$	1.084
1,3-DIISOPROPIL BENCENO	$C_{12}H_{18}$	1.141
1,3-DIVINIL BENCENO	$C_{10}H_{10}$	1.133
1,3-BUTANEDIOL	$C_4H_{10}O_2$	1.055

Tabla 7.1 (continuación)

Pendientes de compuestos orgánicos para la construcción
de su gráfica de sustancia de referencia para el cálculo de presión de vapor.

Sustancia de referencia: agua

Compuesto	Formula	Pendiente
1,4-BROMOCLOROBENCENO	C_6H_4BrCl	1.170
1,4-DIBROMOBENCENO	$C_6H_4Br_2$	1.923
1,4-DIBROMOBUTANO	$C_4H_8Br_2$	1.122
1,4-DICLORO-2-ETILBENCENO	$C_8H_8Cl_2$	1.098
1,4-DICLOROBENCENO	$C_6H_4Cl_2$	1.062
1,4-DICLOROTETRAETIL BENCENO	$C_{14}H_{20}Cl_2$	1.383
1,4-DIETILBENCENO	$C_{10}H_{14}$	1.078
1,4-DIOXANO	$C_4H_8O_2$	0.832
1,4-DIOXANO-2,6-DIONA	$C_4H_4O_4$	1.427
1,5-DICLOROHEXAMILTRISOLOEXANO	$C_6H_{18}Cl_2O_2Si$	1.140
1-BROMO-1-CLOROETANO	C_2H_4BrCl	0.813
1-BROMO-2-BUTANOL	C_4H_9BrO	1.328
1-BROMO-2-BUTANONA	C_4H_7BrO	1.081
1-BROMO-3-METILBUTANO	$C_5H_{11}Br$	0.886
1-BROMO-4-ETILBENCENO	C_8H_9Br	0.650
1-BROMOETILENO	C_2H_3Br	0.552
1-BROMONAFTALENO	$C_{10}H_7Br$	1.474
1-BROMOPROPANO	C_3H_7Br	0.737
1-CLOROBUTANO	C_4H_9Cl	0.752
1-CLOROPROPANO	C_3H_7Cl	0.674
1-DECENO	$C_{10}H_{20}$	1.047
1-DIHIROCARVONA	$C_{10}H_{16}O$	1.146
1-DODECENO	$C_{12}H_{24}$	1.217
1-HEPTANOL	$C_7H_{16}O$	1.443
1-PROPANETIOL	C_3H_8S	0.732
1-PROPANOL	C_3H_8O	1.073
1-YODO-2-METILPROPANO	C_4H_9I	0.925
1-YODO-3-METILBUTANO	$C_5H_{11}I$	0.980
1-YODPROPANO	C_3H_7I	0.803
2,2,3-TRIBROMOBUTANO	$C_4H_7Br_3$	1.193
2,2,3-TRIMETILBUTANO	C_7H_{16}	0.732
2,2,3-TRIMETILPENTANO	C_8H_{18}	0.842
2,2,4-TRIMETIL-3-PENTANONA	$C_8H_{16}O$	1.250
2,2,4-TRIMETILPENTANO	C_8H_{18}	0.799
2,2-DIMETIL BUTANO	C_6H_{14}	0.646
2,2-DIMETIL PENTANO	C_7H_{16}	0.744
2,3,3-TRIMETILPENTANO	C_8H_{18}	0.846
2,3,4-TRIMETILPENTANO	C_8H_{18}	0.857

Tabla 7.1 (continuación)

Pendientes de compuestos orgánicos para la construcción
de su gráfica de sustancia de referencia para el cálculo de presión de vapor.

Sustancia de referencia: agua

Compuesto	Fórmula	Pendiente
2,3-BUTILENGLICOL	$C_4H_{10}O_2$	1.348
2,3-DIBROMOPROPENO	$C_3H_4Br_2$	0.962
2,3-DICLORO ESTIRENO	$C_8H_6Cl_2$	1.319
2,3-DICLOROBUTANO	$C_4H_8Cl_2$	0.858
2,3-DIMETIL BUTANO	C_6H_{14}	0.675
2,3-DIMETIL FENOL	$C_8H_{10}O$	1.328
2,3-DIMETIL PENTANO	C_7H_{16}	0.786
2,4,6-TRIMETILESTIRENO	$C_{11}H_{14}$	1.185
2,4-DICLORO ESTIRENO	$C_8H_6Cl_2$	1.271
2,4-DICLOROFENOL	$C_6H_4Cl_2O$	1.360
2,4-DIMETIL ESTIRENO	$C_{10}H_{12}$	1.155
2,4-DIMETIL FENOL	$C_8H_{10}O$	1.311
2,4-DIMETIL PENTANO	C_7H_{16}	0.877
2,4-XALDEHIDO	$C_9H_{10}O$	1.410
2,4-XILIDINA	$C_8H_{11}N$	1.356
2,5-DICLORO ESTIRENO	$C_8H_6Cl_2$	1.294
2,5-DIETILSTIRENO	$C_{12}H_{16}$	1.199
2,5-DIMETIL ESTIRENO	$C_{10}H_{12}$	1.139
2,5-DIMETIL FENOL	$C_8H_{10}O$	1.311
2,6-DICLORO ESTIRENO	$C_8H_6Cl_2$	1.236
2,6-DICLOROFENOL	$C_6H_4Cl_2O$	1.393
2,6-XILIDINA	$C_8H_{11}N$	1.208
2,7-DIMETIL OCTANO	$C_{10}H_{22}$	1.024
2-ANILINOETANOL	$C_8H_{11}NO$	1.615
2-BROMO-1,4-XILENO	C_8H_9Br	1.171
2-BROMO-4,6-DICLOROFENOL	$C_6H_3BrCl_2O$	1.467
2-BROMO-4-FENILFENOL	$C_{12}H_9BrO$	1.460
2-BROMOETIL-2-CLOROETIL ETER	C_4H_8BrClO	1.201
2-BROMOETIL-BENCENO	C_8H_9Br	1.218
2-BROMOETIL-CICLOEXANO	$C_8H_{15}Br$	1.149
2-BROMOPROPANO	C_3H_7Br	0.694
2-BROMOTOLUENO	C_7H_7Br	1.158
2-BUTANONA	C_4H_8O	0.749
2-BUTIL-2-ETILBUTANO-1,3-DIOL	$C_{10}H_{22}O_2$	1.704
2-BUTINO	C_4H_6	0.619
2-CIANO-2-n-BUTIL ACETATO	$C_7H_{11}NO_2$	1.273
2-CLORO ETANOL	C_2H_5ClO	1.044
2-CLOROBUTANO	C_4H_9Cl	0.705
2-CLOROPROPANO	C_3H_7Cl	0.604

Tabla 7.1 (continuación)
 Pendientes de compuestos orgánicos para la construcción
 de su gráfica de sustancia de referencia para el cálculo de presión de vapor.
 Sustancia de referencia: agua

Compuesto	Fórmula	Pendiente
2-DECANONA	$C_{10}H_{20}O$	1.199
2-ETIL ANISOLA	$C_9H_{12}O$	1.171
2-ETIL FENOL	$C_8H_{10}O$	1.208
2-ETIL HEXIL ACRILATO	$C_{11}H_{20}O_2$	1.263
2-ETIL TOLUENO	C_9H_{12}	1.043
2-ETIL-1,4-XILENO	$C_{10}H_{14}$	1.113
2-FURALDEHIDO	$C_5H_4O_2$	1.138
2-HEPTANONA	$C_7H_{14}O$	1.202
2-HEPTENO	C_7H_{14}	0.812
2-HEXANONA	$C_6H_{12}O$	1.214
2-METIL-1-BUTENO	C_5H_{10}	0.545
2-METIL-1-PENTANOL	$C_6H_{14}O$	1.189
2-METIL-2-BUTENO	C_5H_{10}	0.649
2-METIL-2-HEPTENO	C_8H_{16}	0.931
2-METIL-2-PENTANOL	$C_6H_{14}O$	1.080
2-METIL-3-ETILPENTANO	C_8H_{18}	0.873
2-METIL-4-PENTANOL	$C_6H_{14}O$	1.066
2-METILHEPTANO	C_8H_{18}	0.897
2-METILHEXANO	C_7H_{16}	0.794
2-METILPENTANO	C_6H_{14}	0.665
2-METOXI ETANO	$C_3H_8O_2$	0.959
2-METOXIANILINA	C_7H_9NO	1.397
2-METOXIFENOL	$C_7H_8O_2$	1.366
2-PENTANOL	$C_5H_{12}O$	1.195
2-PENTANONA	$C_5H_{10}O$	1.076
2-PROPANOL	C_3H_8O	1.010
2-PROPENAL	C_3H_4O	0.691
2-sec-BUTILFENOL	$C_{10}H_{14}O$	1.296
2-tert-BUTIL-4-CRESOL	$C_{11}H_{16}O$	1.425
2-tert-BUTIL-4-ETILFENOL	$C_{12}H_{18}O$	1.437
2-tert-BUTILFENOL	$C_{10}H_{14}O$	1.312
2-tert-BUTILFENOL	$C_{10}H_{14}O$	1.293
2-TOLUENONITRILO	C_8H_7N	1.163
2-TOLUIDINA	C_7H_9N	1.324
2-VINILANISOLA	$C_9H_{10}O$	1.287
2-XILENO	C_8H_{10}	0.985
2-YODOPROPANO	C_3H_7I	0.767
3,3-DIMETIL PENTANO	C_7H_{16}	0.756
3,4-DICLORO ESTIRENO	$C_8H_6Cl_2$	1.312

Tabla 7.1 (continuación)
 Pendientes de compuestos orgánicos para la construcción
 de su gráfica de sustancia de referencia para el cálculo de presión de vapor.
 Sustancia de referencia: agua

Compuesto	Fórmula	Pendiente
3,4-DICLORO-TRIFLUOROTOLUENO	$C_7H_3Cl_2F_3$	0.980
3,4-DIMETIL FENOL	$C_8H_{10}O$	1.452
3,5-DICLORO ESTIRENO	$C_8H_6Cl_2$	1.271
3,5-DIETIL TOLUENO	$C_{11}H_{16}$	1.117
3,5-DIMETIL FENOL	$C_8H_{10}O$	1.453
3-BROMO-2,4,6-TRICLOROFENOL	$C_6H_2BrCl_3O$	1.607
3-BROMOPIRIDINA	C_5H_4BrN	1.078
3-BROMOTOLUENO	C_7H_7Br	1.131
3-BUTENENITRILO	C_4H_5N	0.905
3-CLOROPROPENO	C_3H_5Cl	0.665
3-ETIL CUMINA	$C_{11}H_{16}$	1.141
3-ETIL ESTIRENO	$C_{10}H_{12}$	1.131
3-ETIL FENOL	$C_8H_{10}O$	1.484
3-ETIL HEXANO	C_8H_{18}	0.902
3-ETIL PENTANO	C_7H_{16}	0.800
3-ETIL TOLUENO	C_9H_{12}	1.034
3-ETILANISOLA	$C_9H_{12}O$	1.169
3-METIL-2-BUTANONA	$C_5H_{10}O$	1.050
3-METIL-3-ETILPENTANO	C_8H_{18}	0.862
3-METILHEPTANO	C_8H_{18}	0.907
3-METILHEXANO	C_7H_{16}	0.798
3-METILPENTANO	C_6H_{14}	0.704
3-PENTANONA	$C_5H_{10}O$	1.079
3-TOLUIDINA	C_7H_9N	1.205
3-VINILANISOLA	$C_9H_{10}O$	1.282
3-XILENO	C_8H_{10}	0.967
4,6-DIMETIL RESORCINOL	$C_8H_{10}O_2$	1.266
4-ALILVERATROLA	$C_{11}H_{14}O_2$	1.629
4-BROMOANISOLA	C_7H_7BrO	1.215
4-BROMOBIFENILO	$C_{12}H_9Br$	1.473
4-BROMOTLUENO	C_7H_7Br	1.074
4-ETIL ANILINA	$C_8H_{11}N$	1.281
4-ETIL CUMINA	$C_{11}H_{18}$	1.679
4-ETIL ESTIRENO	$C_{10}H_{12}$	1.114
4-ETIL FENETOLA	$C_{10}H_{14}O$	1.323
4-ETIL FENOL	$C_8H_{10}O$	1.424
4-ETIL TOLUENO	C_9H_{12}	1.036
4-ETIL-1,3-XILENO	$C_{10}H_{14}$	1.116
4-ETILANISOLA	$C_9H_{12}O$	1.168

Tabla 7.1 (continuación)
 Pendientes de compuestos orgánicos para la construcción
 de su gráfica de sustancia de referencia para el cálculo de presión de vapor.
 Sustancia de referencia: agua

Compuesto	Fórmula	Pendiente
4-iso-BUTILFENOL	$C_{10}H_{14}O$	1.419
4-iso-BUTILFENOL	$C_{10}H_{14}O$	1.438
4-iso-PROPILESTIRENO	$C_{11}H_{14}$	1.141
4-iso-PROPILESTIRENO	$C_{11}H_{14}$	1.140
4-METIL ESTIRENO	C_9H_{10}	1.063
4-METIL-2-PENTANONA	$C_6H_{12}O$	1.128
4-METILHEPTANO	C_8H_{18}	0.899
4-sec-BUTILFENOL	$C_{10}H_{14}O$	1.301
4-sec-BUTILFENOL	$C_{10}H_{14}O$	2.111
4-tert-AMILFENOL	$C_{11}H_{16}O$	1.419
4-tert-BUTILFENOL	$C_{10}H_{14}O$	1.430
4-TOLUENONIRILO	C_8H_7N	1.116
4-TOLUIDINA	C_7H_9N	1.241
4-VINILANISOLA	$C_9H_{10}O$	1.199
4-XILENO	C_8H_{10}	0.955
5-ETIL-1,3-XILENO	$C_{10}H_{14}$	1.094
6-METIL-3-HEPTE-2-OL	$C_8H_{16}O$	1.392
6-METIL-5-HEPTE-2-OL	$C_8H_{16}O$	1.380
α -ACIDO ETILACRILICO	$C_5H_8O_2$	1.476
α -CLOROPROPIONATO ETILICO	$C_5H_9ClO_2$	1.085
α -ETIL ACRILONITRILO	C_5H_7N	0.825
α -METIL ESTIRENO	C_9H_{10}	0.991
α -TERPINEOL	$C_{10}H_{18}O$	1.238
ACETALDEHIDO	C_2H_4O	0.641
ACETATO DE BENZILO	$C_9H_{10}O_2$	1.232
ACETATO GERANILICO	$C_{12}H_{20}O_2$	1.405
ACETATO iso-PROPILICO	$C_5H_{10}O_2$	0.825
ACETATO n-PROPILICO	$C_5H_{10}O_2$	0.905
ACETATO VINILICO	$C_4H_6O_2$	0.799
ACETOFENONA	C_8H_8O	1.186
ACETONA	C_3H_6O	0.724
ACETONITRILO	C_2H_3N	0.757
ACIDO ACELAICO	$C_9H_{16}O_4$	2.314
ACIDO ACETICO	$C_2H_4O_2$	0.942
ACIDO ACETICO ANHIDRO	$C_4H_6O_2$	1.058
ACIDO ACRILICO	$C_3H_4O_2$	1.050

Tabla 7.1 (continuación)
 Pendientes de compuestos orgánicos para la construcción
 de su gráfica de sustancia de referencia para el cálculo de presión de vapor.
 Sustancia de referencia: agua

Compuesto	Fórmula	Pendiente
ACIDO BROMOACETICO	$C_2H_3BrO_2$	1.442
ACIDO BUTIRICO	$C_4H_8O_2$	1.246
ACIDO DICLOROACETICO	$C_2H_2Cl_2O_2$	1.322
ACIDO ENANTICO	$C_7H_{14}O_2$	1.697
ACIDO iso-VALERICO	$C_5H_{10}O_2$	1.334
ACIDO n-VALERICO	$C_5H_{10}O_2$	1.364
ACIDO PIRUVICO	$C_3H_4O_3$	1.179
ACIDO PROPIONICO	$C_3H_6O_2$	1.081
ACIDO PROPIONICO ANHIDRO	$C_6H_{10}O_3$	1.157
ACIDO TRICLOROACETICO	$C_2HCl_3O_2$	1.428
ACRILONITRILLO	C_3H_3N	0.729
ALCOHOL α -METILBENCILICO	$C_8H_{10}O$	0.725
ALCOHOL ACETOBENCILICO	C_7H_8O	1.419
ALCOHOL ALILICO	C_3H_6O	1.018
ALCOHOL ETILICO	C_2H_6O	0.981
ALCOHOL FURFURILICO	$C_5H_6O_2$	1.268
AMIL ISOPROPIONATO	$C_8H_{16}O_2$	1.032
ANETOLA	$C_{10}H_{12}O$	1.313
ANGELONITRILLO	C_5H_7N	0.932
ANHIDRIDO GLUTARICO	$C_5H_6O_3$	1.608
ANILINA	C_6H_7N	1.285
ANISALDEHIDO	$C_8H_8O_2$	1.405
ANISOLA	C_7H_8O	1.025
AZELALDEHIDO	$C_9H_{18}O$	1.201
BENCENO	C_6H_6	0.771
BENCENONITRILLO	C_7H_5N	1.122
BENCENOPROPENILICO	C_9H_{10}	1.059
BENCENOTIOL	C_6H_6S	1.125
BENCIL	$C_{14}H_{10}O_2$	1.699
BENCILAMINA	C_7H_9N	1.144
BENZALDEHIDO	C_7H_6O	1.185
BENZOANTO METILICO	$C_8H_8O_2$	1.209

Tabla 7.1 (continuación)

Pendientes de compuestos orgánicos para la construcción
de su gráfica de sustancia de referencia para el cálculo de presión de vapor.

Sustancia de referencia: agua

Compuesto	Fórmula	Pendiente
BIFENIL	$C_{12}H_{10}$	1.356
BROMO ISOBUTIRATO ETILICO	$C_6H_{11}BrO_2$	1.053
BROMOBENCENO	C_6H_5Br	1.010
BROMOTOLUENO	C_7H_7Br	1.125
BROMURO 2-METILPROPILICO	C_4H_7BrO	1.079
BROMURO CIANOGENO	$CBrN$	1.007
BROMURO DE BENZOILO	C_7H_5BrO	1.172
BROMURO ETILICO	C_2H_5Br	0.640
BROMURO TRICLOROACETICO	C_2BrCl_3O	0.940
BUTIL CARBITOL	$C_8H_{18}O_3$	1.669
CAPRILATO METILICO	$C_9H_{18}O_2$	1.225
CAPROATO METILICO	$C_7H_{14}O_2$	1.046
CARBAMATO ETILICO	$C_3H_7NO_2$	1.349
CICLOHEXANO	C_6H_{12}	0.752
CICLOHEXANOL	$C_6H_{12}O$	1.176
CICLOHEXANONA	$C_6H_{10}O$	4.072
CICLOPENTANO	C_5H_{10}	0.661
CIMENA	$C_{10}H_{14}$	1.071
cis-1,2-DICLOROETILENO	$C_2H_2Cl_2$	0.732
cis-1,2-DIMETIL CICLOHEXANO	C_8H_{16}	0.912
cis-2-BUTENO	C_4H_8	0.533
cis-CROTONITRILO	C_4H_5N	0.842
cis-DECALIN	$C_{10}H_{18}$	1.029
cis-DIETIL CITRACONATO	$C_9H_{14}O_4$	1.327
CLOROACETATO ETILICO	$C_4H_7ClO_2$	1.024
CLOROACETATO iso-PROPILICO	$C_5H_9ClO_2$	1.022
CLOROACETATO METILICO	$C_3H_5ClO_2$	1.058
CLOROGLOXILATO ETILICO	$C_4H_5ClO_3$	0.997
CLOROGLOXILATO PROPILICO	$C_5H_7ClO_3$	1.152
CLOROTOLUENO	C_7H_7Cl	1.110
CLORURO BENZALICO	$C_7H_6Cl_2$	1.118
CLORURO DE ACETILO	C_2H_3OCl	0.718
CLORURO DE BENCENOSULFONILO	$C_6H_5ClO_2S$	1.321
CLORURO DE BENZOILO	C_7H_5ClO	1.162
CLORURO ENTANILICO	$C_7H_{13}ClO$	1.525
CLORURO GLUTARICO	$C_5H_6Cl_2O_2$	1.315
CLORURO SUCINILICO	$C_4H_4Cl_2O_2$	1.258

Tabla 7.1 (continuación)
 Pendientes de compuestos orgánicos para la construcción
 de su gráfica de sustancia de referencia para el cálculo de presión de vapor.

Sustancia de referencia: agua

Compuesto	Fórmula	Pendiente
CUMINA	C_9H_{12}	1.026
d-BORNIL ACETATO	$C_{12}H_{20}O_2$	1.132
d-FECONA	$C_{10}H_{16}O$	1.124
d-FEQUIL ALCOHOL	$C_{10}H_{18}O$	0.418
DECANO	$C_{10}H_{22}$	1.062
Di(2-CLORORETIL)ETER	$C_4H_8Cl_2O$	1.134
DI-n-PROPIL ETER	$C_6H_{14}O$	0.767
DI-n-PROPIL KETONA	$C_7H_{14}O$	1.332
DI-N-PROPIL OXALATO	$C_8H_{14}O_4$	1.272
DIALIL-DICLOROSILANO	$C_6H_{10}Cl_2Si$	1.034
DIATIL MALATO	$C_8H_{14}O_5$	1.470
DIBROMOMETANO	CH_2Br_2	0.829
DICICLOPENTADIENO	$C_{10}H_8$	0.993
DICLORO-4-TOLISILANO	$C_7H_8Cl_2Si$	1.363
DICLOROACETATO METILICO	$C_3H_4Cl_2O_2$	1.066
DICLOROETOXIMETILSILANO	$C_3H_8Cl_2OSi$	1.036
DICLOROFENIL ACETONITRILLO	$C_8H_5Cl_2N$	1.312
DICLOROFENIL ARSINA	$C_6H_5AsCl_2$	1.300
DICLOROISILNO BENCILICO	$C_7H_8Cl_2Si$	1.304
DICLOROMETANO	CH_2Cl_2	0.640
DICLOROMETILFENILSILANO	$C_7H_8Cl_2Si$	1.186
DIETIL ARSANILATO	$C_{10}H_{16}AsNO_3$	1.324
DIETIL CARBONATO	$C_5H_{10}O_3$	0.976
DIETIL DIOXOSUCINATO	$C_8H_{10}O_6$	1.448
DIETIL ETILMALONATO	$C_9H_{16}O_4$	1.281
DIETIL FTALATO	$C_{12}H_{14}O_4$	1.580
DIETIL FUMARATO	$C_8H_{12}O_4$	1.246
DIETIL GLUTARATO	$C_9H_{16}O_4$	1.359
DIETIL ISOSUCCINATO	$C_8H_{14}O_4$	1.237
DIETIL MALEATO	$C_8H_{12}O_4$	1.328
DIETIL MALONATO	$C_7H_{12}O_4$	1.236
DIETIL MESACONATO	$C_9H_{14}O_4$	1.378
DIETIL OXALATO	$C_6H_{10}O_4$	1.410
DIETIL SUCINATO	$C_8H_{14}O_4$	1.325
DIETIL SULFATO	$C_4H_{10}O_4S$	1.217
DIETILAMINA	$C_4H_{11}N$	0.705
DIETILEN GLICOL	$C_4H_{10}O_3$	1.676
DIETILN GLICOL CLOROACETATO	$C_8H_{12}Cl_2O_5$	1.936
DIETOXI DIMETILSILANO	$C_6H_{16}O_2Si$	0.934

Tabla 7.1 (continuación)
 Pendientes de compuestos orgánicos para la construcción
 de su gráfica de sustancia de referencia para el cálculo de presión de vapor.
 Sustancia de referencia: agua

Compuesto	Fórmula	Pendiente
DIISOBUTILAMINA	$C_8H_{19}N$	0.974
DIISOPROPIL ETER	$C_9H_{20}O_3$	1.296
DIISOPROPIL ETER	$C_6H_{14}O$	0.705
DIISOPROPIL OXALATO	$C_8H_{14}O_4$	1.300
DIMETIL CITROCONATO	$C_7H_{10}O_4$	1.265
DIMETIL FENIL SILANO	$C_8H_{12}Si$	1.016
DIMETIL ITOCONATO	$C_7H_{10}O_4$	1.701
DIMETIL MALEATO	$C_6H_8O_4$	1.298
DIMETIL MALONATO	$C_5H_8O_4$	1.297
DIMETIL OXALATO	$C_4H_6O_4$	1.155
DINIROSOMETIL AMINA	$C_2H_5N_3O_2$	1.016
DIPENTENO	$C_{10}H_{16}$	1.032
DIVINIL ACETILENO	C_6H_6	0.773
dl-2,3-DIBROMOBUTANO	$C_4H_8Br_2$	0.826
ENANTONITRILO	$C_7H_{13}N$	1.066
EPICLORO HIDRINA	C_3H_5ClO	0.943
ESTIRENO	C_8H_8	0.930
ETANETIOL	C_2H_6S	0.632
ETER DICLORODIISOPROPILICO	$C_6H_{12}Cl_2O$	1.175
ETER DIETILICO	$C_4H_{10}O$	0.654
ETER DIISOAMILICO	$C_{10}H_{22}O$	1.102
ETER ISOPROPILICO	$C_6H_{12}O$	0.821
ETIL α -ETILACETO ACETATO	$C_8H_{14}O_3$	1.241
ETIL ACETATO	$C_4H_8O_2$	0.821
ETIL ACETOACETATO	$C_6H_{10}O_3$	1.170
ETIL ACRILATO	$C_5H_8O_2$	0.877
ETIL BENCENO	C_8H_{10}	0.947
ETIL BENIL ETER	$C_9H_{12}O$	1.127
ETIL BENZOATO	$C_9H_{10}O_2$	1.199
ETIL CICLOHEXANO	C_8H_{16}	0.915
ETIL CICLOPENTANO	C_7H_{14}	0.826
ETIL DICLOROACETATO	$C_4H_6Cl_2O_2$	1.066
ETIL FORMATO	$C_3H_6O_2$	0.719
ETIL GLUCOLATO	$C_4H_8O_3$	1.117
ETIL ISOTIOCIANATO	C_3H_5NS	0.920
ETIL ISOVALERATO	$C_7H_{14}O_2$	0.988
ETIL I-LEUCINATO	$C_8H_{17}NO_2$	1.046
ETIL LEVULINATO	$C_7H_{12}O_3$	0.714
ETIL METIL CARBAMATO	$C_4H_9NO_2$	1.202

Tabla 7.1 (continuación)
 Pendientes de compuestos orgánicos para la construcción
 de su gráfica de sustancia de referencia para el cálculo de presión de vapor.
 Sustancia de referencia: agua

Compuesto	Fórmula	Pendiente
ETIL PROPIL ETER	$C_5H_{12}O$	0.656
ETIL PROPIONATO	$C_5H_{10}O_2$	0.896
ETIL TRICLORO ACETATO	$C_4H_5Cl_3O_2$	1.165
ETIL TRIMETIL DE PLOMO	$C_5H_{14}Sn$	0.840
ETIL TRIMETIL SILANO	$C_5H_{14}Si$	0.691
ETIL-2-FUROATO	$C_7H_8O_3$	1.221
ETILAMINA	C_2H_7N	0.656
ETOXI DIMETILFENIL SILANO	$C_{10}H_{16}OSi$	1.193
FENETOLA	$C_8H_{10}O$	1.098
FENIL BENCIL ETER	$C_{13}H_{12}O$	1.512
FLUOROBENCENO	C_6H_5F	0.785
FORMALATO	$C_6H_{12}O_2$	0.902
FORMAMIDA	CH_3NO	1.225
FORMATO iso-PROPILICO	$C_4H_8O_2$	0.766
FORMATO n-PROPILICO	$C_4H_8O_2$	0.810
FORMATO BORNILICO	$C_{11}H_{18}O_2$	1.203
g-VALEROLACTONA	$C_5H_8O_2$	1.170
GERANIL FORMATO	$C_{11}H_{18}O_2$	1.370
GERANIL ISOBUTIRATO	$C_{14}H_{24}O_2$	1.677
GERANIL n-BUTIRATO	$C_{14}H_{24}O_2$	1.733
GERANIOL	$C_{10}H_{18}O$	1.443
GLICEROL	$C_3H_8O_3$	2.003
GLICOL ACETATO	$C_6H_{10}O_4$	1.254
GLOCOLATO METILCO	$C_3H_6O_3$	1.094
GLUTARONITRILO	$C_5H_6N_2$	1.443
HENEICOSANO	$C_{21}H_{44}$	1.795
HEPTADECANO	$C_{17}H_{36}$	1.855
HEPTALDEHIDO	$C_7H_{14}O$	1.237
HEPTILBENCENO	$C_{13}H_{20}$	1.313
HEXACLOROBENCENO	C_6Cl_6	1.586
HEXACLOROETANO	C_2Cl_6	0.827
isi-BUTIL BUTIRATO	$C_8H_{16}O_2$	1.046
iso-AMIL ACETATO	$C_7H_{14}O_2$	1.030
iso-AMIL ALCOHOL	$C_5H_{12}O$	1.246
iso-AMIL ISOVALERATO	$C_{10}H_{20}O_2$	1.667
iso-AMIL LEVULINATO	$C_{10}H_{18}O_3$	1.444
iso-AMIL LEVULINATO NITRATO	$C_5H_{11}NO_3$	1.055
iso-AMILBENZOATO	$C_{12}H_{16}O_2$	1.223
iso-BUTIL ACETATO	$C_6H_{12}O_2$	0.891

Tabla 7.1 (continuación)
 Pendientes de compuestos orgánicos para la construcción
 de su gráfica de sustancia de referencia para el cálculo de presión de vapor.
 Sustancia de referencia: agua

Compuesto	Fórmula	Pendiente
iso-BUTIL ALCOHOL	$C_4H_{10}O$	1.098
iso-BUTIL AMINA	$C_4H_{11}N$	0.776
iso-BUTIL BENZOATO	$C_{11}H_{14}O_2$	1.352
iso-BUTIL DICLOROACETATO	$C_6H_{10}Cl_2O_2$	1.158
iso-BUTIL ISOVALERATO	$C_9H_{18}O_2$	1.088
iso-BUTIL LEVULINATO	$C_9H_{16}O_3$	1.437
iso-BUTIL n-BUTIRATO	$C_8H_{16}O_2$	1.012
iso-BUTIL PROPIONATO	$C_7H_{14}O_2$	1.022
iso-BUTILBENCENO	$C_{10}H_{14}$	1.055
iso-CLORURO DE BUTILO	C_4H_9Cl	0.732
ISOBUTIRATO	$C_9H_{18}O_2$	1.073
ISOBUTIRATO BORNILICO	$C_{14}H_{24}O_2$	1.400
ISOBUTIRATO ETILICO	$C_6H_{12}O_2$	0.888
ISOBUTIRATO iso-PROPILOCO	$C_7H_{14}O_2$	0.935
ISOBUTIRATO METILICO	$C_5H_{10}O_2$	0.855
ISOBUTIRATO n-PROPILICO	$C_7H_{14}O_2$	0.815
ISOCAPROATO ETILICO	$C_8H_{16}O_2$	1.072
ISOTIOCIANATO	C_4H_5NS	0.971
ISOTIOCIANATO BENCILICO	C_8H_7NS	1.567
ISOTIOCIANATO METILICO	C_2H_3NS	0.795
ISOVALERATO METILICO	$C_6H_{12}O_2$	0.914
ISOVALERATO PROPILICO	$C_8H_{16}O_2$	1.055
m-CRESOL	C_7H_8O	1.429
meso-2,3-DIBROMOBUTANO	$C_4H_8Br_2$	0.975
METILCICLOHEXANO	C_7H_{14}	0.800
METILCICLOPENTANO	C_6H_{12}	0.724
MIRCENO	$C_{10}H_{16}$	1.056
N,N-DIMETIL ANILINA	$C_8H_{11}N$	1.139
N,N-DIMETIL ARSANILATO	$C_8H_{12}AsNO_3$	1.110
N,N-DIMETIL-2-TOLUIDINA	$C_9H_{13}N$	1.200
N,N-DIMETIL-4-TOLUIDINA	$C_9H_{13}N$	1.306
n-AMIL ALCOHOL	$C_5H_{12}O$	1.253
n-AMIL LEVULINATO	$C_{10}H_{18}O_3$	1.526
N-BUTIL ACRILATO	$C_7H_{12}O_2$	0.998
n-BUTIL ALCOHOL	$C_4H_{10}O$	1.155
N-BUTILBENCENO	$C_{10}H_{14}$	1.099
n-BUTIRATO	$C_9H_{18}O_2$	1.105
n-BUTIRATO ETILICO	$C_6H_{12}O_2$	0.906
n-BUTIRATO METILICO	$C_5H_{10}O_2$	0.897

Tabla 7.1 (continuación)
 Pendientes de compuestos orgánicos para la construcción
 de su gráfica de sustancia de referencia para el cálculo de presión de vapor.

Sustancia de referencia: agua

Compuesto	Fórmula	Pendiente
n-BUTIRATO n-PROPILICO	$C_7H_{14}O_2$	0.997
N-DIETILANILINA	$C_{10}H_{15}N$	1.277
n-DODECANO	$C_{12}H_{26}$	1.229
N-ETIL ANILINA	$C_8H_{11}N$	1.142
n-HEPTANO	C_7H_{16}	0.829
N-METILANILINA	C_7H_9N	1.212
n-PROPIL ETER	$C_6H_{12}O$	0.810
n-PROPILAMINA	C_3H_9N	0.699
NITRILO DE BENZOILO	C_8H_5NO	1.255
o-CRESOL	C_7H_8O	0.485
p-CRESOL	C_7H_8O	1.328
P-METOXI ALIL BENCENO	$C_{10}H_{12}O$	1.290
PIRALOFENONA	$C_{11}H_{14}O$	1.380
PIRIDINA	C_5H_5N	0.917
PROPILBENCENO	C_9H_{12}	1.038
PROPIOFENONA	$C_9H_{10}O$	1.230
PROPIONATO BORNILICO	$C_{13}H_{22}O_2$	1.381
PROPIONATO METILICO	$C_4H_8O_2$	0.821
PROPIONATO PROPILICO	$C_6H_{12}O_2$	0.942
PROPIONATO PROPILICO	$C_6H_{12}O_2$	0.942
PROPIONITRILO	C_3H_5N	0.828
SALICILDEHIDO	$C_7H_6O_2$	1.133
sec-AMILBENCENO	$C_{11}H_{16}$	1.143
sec-BUTIL FORMATO	$C_5H_{10}O_2$	0.848
sec-BUTIL GLICOLATO	$C_6H_{12}O_3$	1.220
sec-BUTILBENCENO	$C_{10}H_{14}$	1.100
sec-CLOROACETATO DE BUTILO	$C_6H_{11}ClO_2$	1.093
SELENOFENONA	C_4H_4Se	0.730
SULFITO DIETILICO	$C_4H_{10}O_3S$	1.067
SULFURO DIALILICO	$C_6H_{10}S$	0.936
SULFURO DIBUTILICO	$C_8H_{18}S$	1.107
SULFURO DIETILICO	$C_4H_{10}S$	0.825
SULFURO DIMETILICO	C_2H_6S	0.641
TERPENOLINA	$C_{10}H_{16}$	1.193
tert-AMIL ALCOHOL	$C_5H_{12}O$	1.074
tert-BUTIL ALCOHOL	$C_4H_{10}O$	1.061
tert-BUTILBENCENO	$C_{10}H_{14}$	1.065
tert-CLORURO DE BUTILO	C_4H_9Cl	0.650
TETRACLOROETILENO	C_2Cl_4	0.883

Tabla 7.1 (continuación)

Pendientes de compuestos orgánicos para la construcción
de su gráfica de sustancia de referencia para el cálculo de presión de vapor.

Sustancia de referencia: agua

Compuesto	Fórmula	Pendiente
TETRAETILO DE PLOMO	$C_8H_{20}Pb$	1.381
TETRAETILSILANO	$C_8H_{20}Si$	0.969
TETRAETOXISILANO	$C_8H_{20}O_4Si$	1.096
TETRAMETIL DE ESTAÑO	$C_4H_{12}Sn$	0.734
TETRAMETIL DE PLOMO	$C_4H_{12}Pb$	0.842
TIGLONITRILO	C_5H_7N	0.828
TIISOBUTILAMINA	$C_{12}H_{27}N$	1.229
TIISOBUTILENO	$C_{12}H_{24}$	1.082
TIOCIANATO METILICO	C_2H_3NS	0.907
TOGLALDEHIDO	C_5H_8O	0.869
TOLUENO	C_7H_8	0.861
trans-1,2-DICLOROETILENO	$C_2H_2Cl_2$	0.698
trans-1,2-DIMETIL CICLOHEXAN	C_8H_{16}	0.897
trans-1,3-DIMETIL CICLOHEXAN	C_8H_{16}	0.888
trans-2-BUTENO	C_4H_8	0.522
trans-CLORURO FUMARILICO	$C_4H_2Cl_2O_2$	1.081
trans-CROTONITRILO	C_4H_5N	0.891
trans-DECALIN	$C_{10}H_{18}$	0.805
trans-DIMETIL MESACONATO	$C_7H_{10}O_4$	1.217
TRIBROMOACETLALDEHIDO	C_2HBr_3O	1.093
TRIBROMOMETANO	$CHBr_3$	0.957
TRICLOROETILENO	C_2HCl_3	0.774
TRICLOROTOLUENO	$C_7H_5Cl_3$	1.232
TRIETIL DE TALIO	$C_6H_{15}Tl$	0.956
TRIETIL ORTOFORMATO	$C_7H_{16}O_3$	1.078
TRIETILFOSFATO	$C_6H_{15}O_4P$	1.163
TRIETOXIMETILSILANO	$C_7H_{18}O_3Si$	1.012
TRIFLUOROETILSILANO	$C_6H_5F_3Si$	0.869
UNDECANO	$C_{11}H_{24}$	1.251
VALERONITRILO	C_5H_9N	0.969
YODUTO ETILICO	C_2H_5I	0.724

Tabla 7.2

Pendientes de compuestos inorgánicos para la construcción
de su gráfica de sustancia de referencia para el cálculo de presión de vapor.

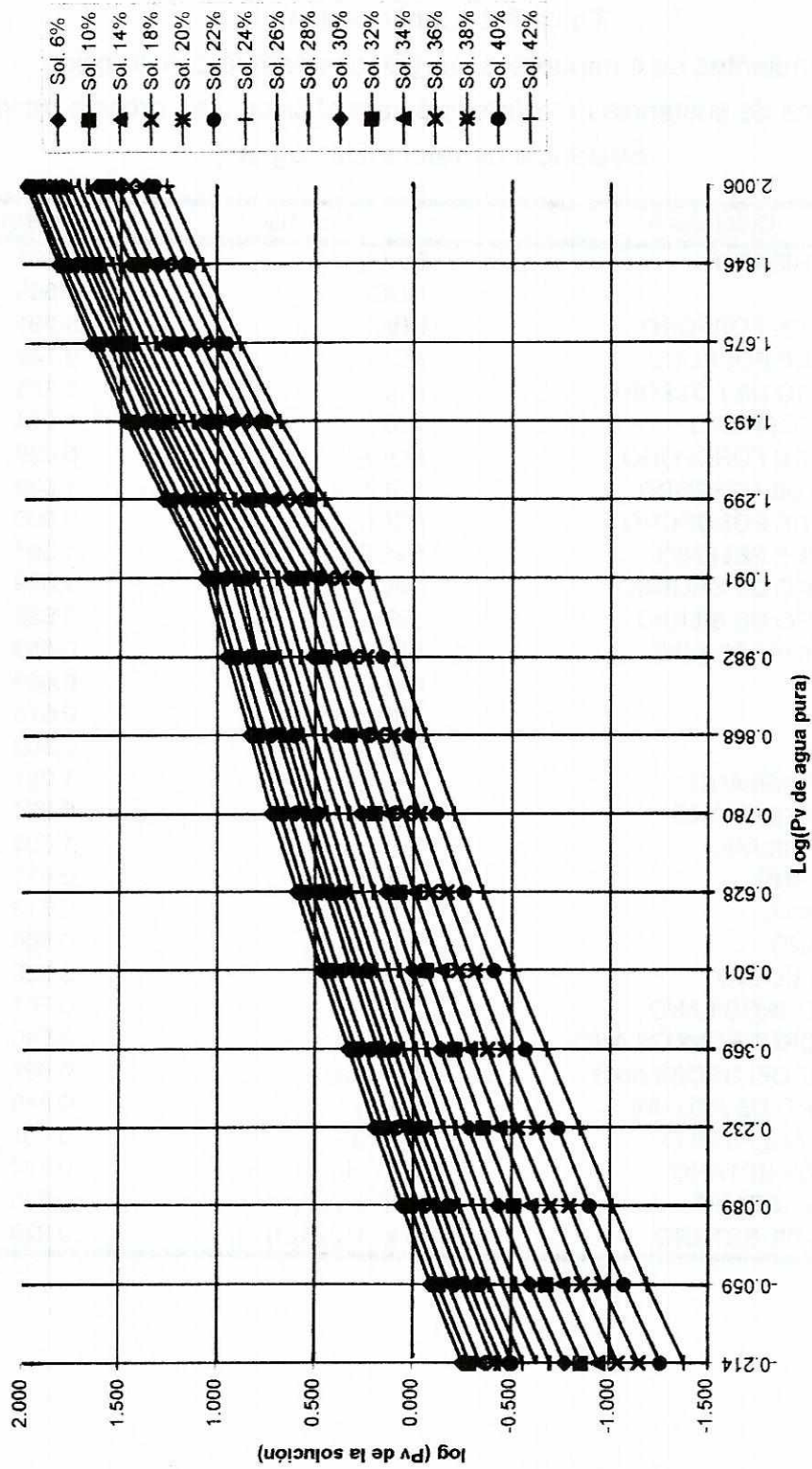
Sustancia de referencia: agua

Compuesto	Formula	Pendiente
TRICLORURO DE ARSENICO	AsCl ₃	0.944
TRIFLUORURO DE ARSENICO	AsF ₃	0.836
TRIAMINA DE BORO	B ₃ N ₃ H ₆	0.732
TETRAHIDROBORANO	B ₅ H ₉	0.769
TETRAHIDROPENTABORANO	B ₅ H ₁₁	0.808
TETRAHIDROTETRABORANO	B ₄ H ₁₀	0.620
TRIBROMURO DE BORO	BBr ₃	0.794
TRICLORURO DE BORO	BCl ₃	0.563
BROMO	Br ₂	0.740
PENTAFLUORURO DE BORO	BrF ₅	0.734
DISULFURO DE CARBONO	CS ₂	0.634
SELENOSULFURO DE CARBONO	CSeS	0.742
TETRACLORURO DE CARBONO	CCl ₄	0.747
TRIFLUORURO DE CLORO	ClF ₃	0.543
MONOXIDO DE CLORO	Cl ₂ O	0.562
HEPTOXIDO DE CLORO	Cl ₂ O ₇	0.798
ACIDO CLOROSULFONICO	HSO ₃ Cl	1.426
CARBONILO DE CROMO	Cr(CO) ₆	1.488
OXICLORURO DE CROMO	CrO ₂ Cl ₂	0.930
NITROCARBONIL DE COBALTO	Co(CO) ₃ NO	0.821
BROMURO DE GERMANIO	GeBr ₄	1.017
CLORURO DE GERMANIO	GeCl ₄	0.746
TRICLORURO ACIDO DE GERMANIO	GeHCl ₃	0.830
TETRAMETIL GERMANICO	Ge(CH ₃) ₄	0.640
DIGERMANICO	Ge ₂ H ₆	0.581
TRIGERMANICO	Ge ₃ H ₈	0.771
FLUORURO DE HIDROGENO	H ₂ F ₂	0.561
DISULFURO DE HIDROGENO	H ₂ S ₂	0.907
HEPTAFLUORURO DE YODO	IF ₇	0.715
MERCURIO	Hg	1.511
HEXAFLORURO DE MOLIBDENO	MoF ₆	0.674
CLORURO DE TITANIO	TiCl ₄	0.895
DIETIL DE ZINC	Zn(C ₂ H ₅) ₂	0.882
ACIDO BROMHIDRICO	HBr	0.388
ACIDO CLORHIDRICO	HCl	0.371
ACIDO SULFIDRICO	H ₂ S	0.437

Tabla 7.2 (Continuación)
 Pendientes de compuestos inorgánicos para la construcción
 de su gráfica de sustancia de referencia para el cálculo de presión de vapor.
 Sustancia de referencia: agua

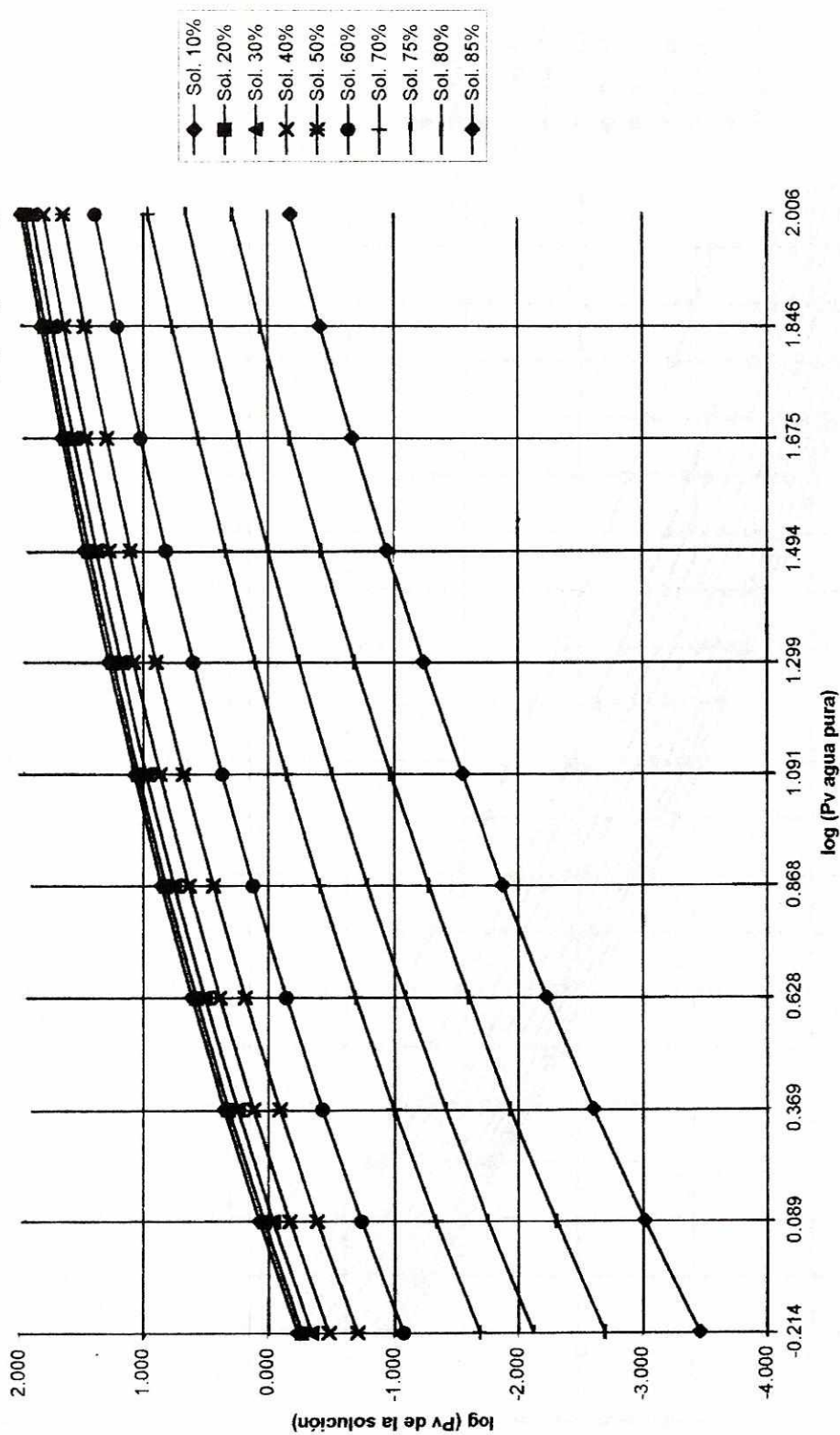
Compuesto	Formula	Pendiente
CLORURO DE HIERRO	Fe_2Cl_6	3.696
FOSGENO	$COCl_2$	0.565
TRIBROMURO DE FOSFORO	PBr_3	0.981
TRICLORURO DE FOSFORO	PCl_3	0.748
PENTACLORURO DE FOSFORO	PCl_5	1.323
TRIOXIDO DE FOSFORO	P_4O_6	1.054
OXICLORURO DE FOSFORO	$POCl_2$	0.838
TIOBROMURO DE FOSFORO	$PSBr_3$	1.539
TIOCLORURO DE FOSFORO	$PSCl_3$	0.900
OXICLORURO DE SELENIO	$SeOCl_2$	1.394
TETRACLORURO DE SELENIO	$SeCl_4$	1.899
TETRACLORURO DE SILICIO	$SiCl_4$	0.686
TRICLOROFLUROSILANO	$SiFCl_3$	0.559
TRISILANO	Si_3H_8	0.669
TRISILAZANO	$(SiH_3)_3N$	0.675
TETRASILANO	Si_4H_{10}	0.902
OCTACLOROTRISILANO	Si_3Cl_8	1.281
HEXAFLUORODISILOXANO	$(SiCl_3)_2O$	0.991
HEXAFLUORODISILANO	Si_2Cl_6	1.095
TRIBROMOSILANO	$SiHBr_3$	0.821
TRICLOROSILANO	$SiHCl_3$	0.613
DIBROMOSILANO	SiH_2Br_2	0.686
MONOBROMOSILANO	SiH_3Br	0.535
TRIBROMOFLUROSILANO	$SiFBr_3$	0.761
DICLOROFLUOROBROMOSILANO	$SiFCl_2Br$	0.540
DIBROMOCLOROFLUROSILANO	$SiFCIBr_2$	0.667
MONOCLORURO DE AZUFRE	S_2Cl_2	0.948
CLORURO DE SULFURILO	SO_2Cl_2	0.752
TETRAMETIL DE ESTANO	$Sn(CH_3)_4$	0.734
TRIMETIL ETIL ESTANO	$Sn(CH_3)_2C_2H_5$	0.846
TRIMETIL PROPIL ESTANO	$Sn(CH_3)_3C_3H_7$	0.929

Gráfica 7.1
Gráfica de sustancia de referencia de soluciones acuosas de Acido Clorhídrico (HCl) vrs. agua



% Vol./Vol. Referencia: agua
 Presión de vapor en kPa
 Trabajo de Graduación
 Luis Alfonso Rodríguez Cano
 Datos en anexo A

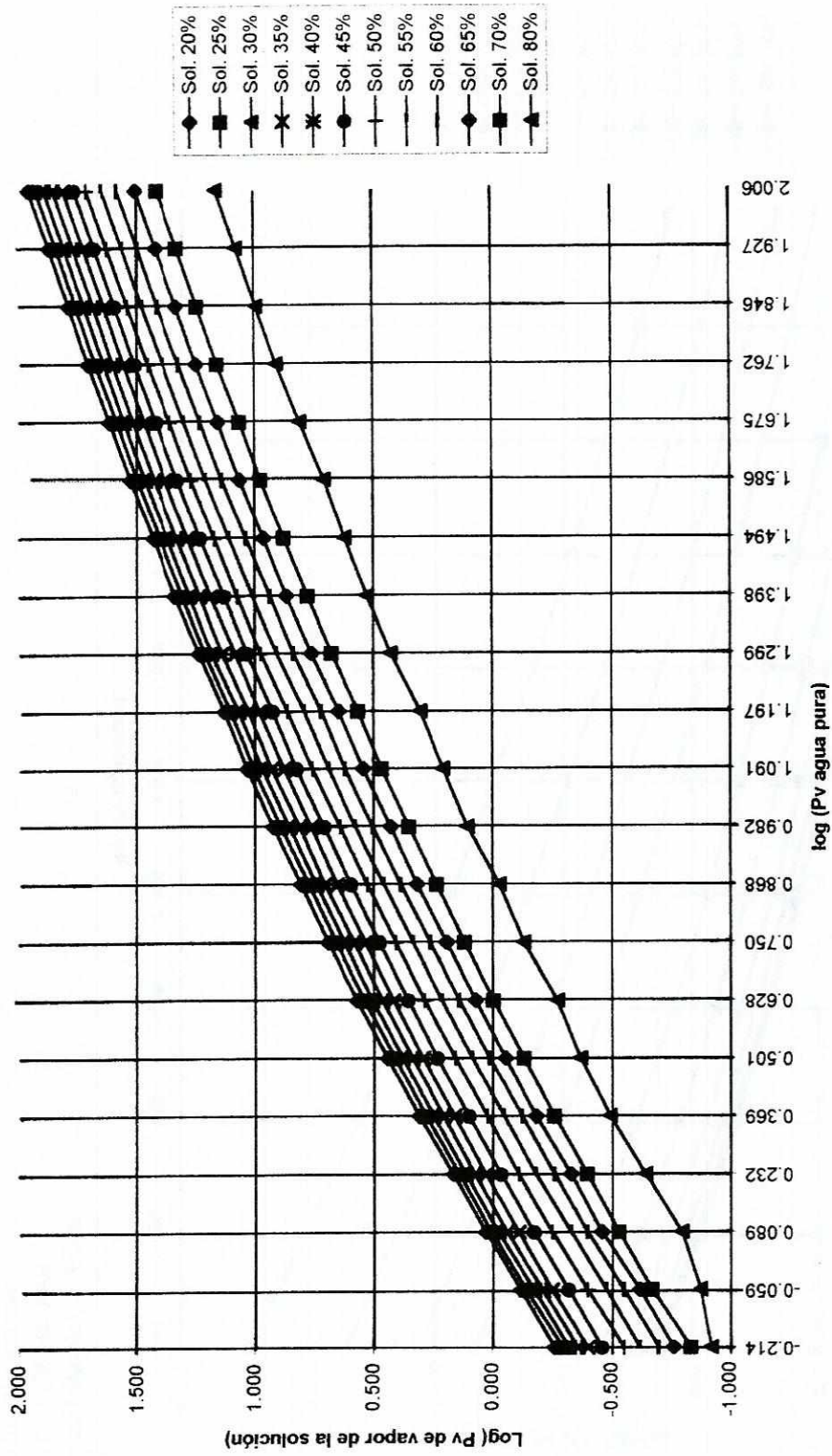
Gráfica 7.2
 Gráfica de sustancia de referencia de soluciones acuosas de Acido Sulfúrico (H₂SO₄) vrs. agua



% Vol./Vol. Referencia: Agua
 Presión de vapor en kPa
 Trabajo de Graduación
 Luis Alfonso Rodríguez Cano
 Datos en anexo B

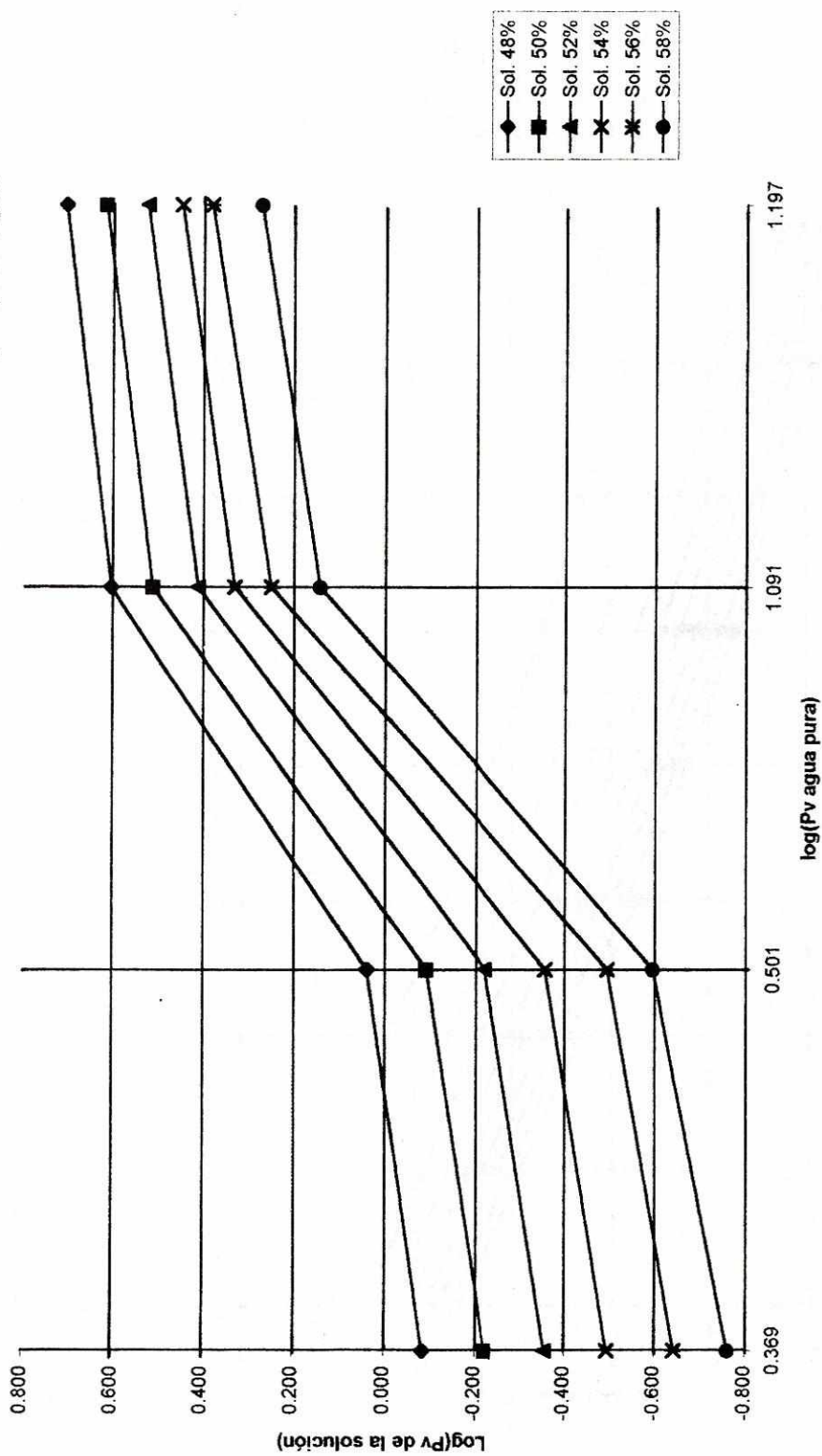
Gráfica 7.3

Gráfica de sustancia de referencia de soluciones acuosas de Acido Nítrico (HNO_3) vrs agua



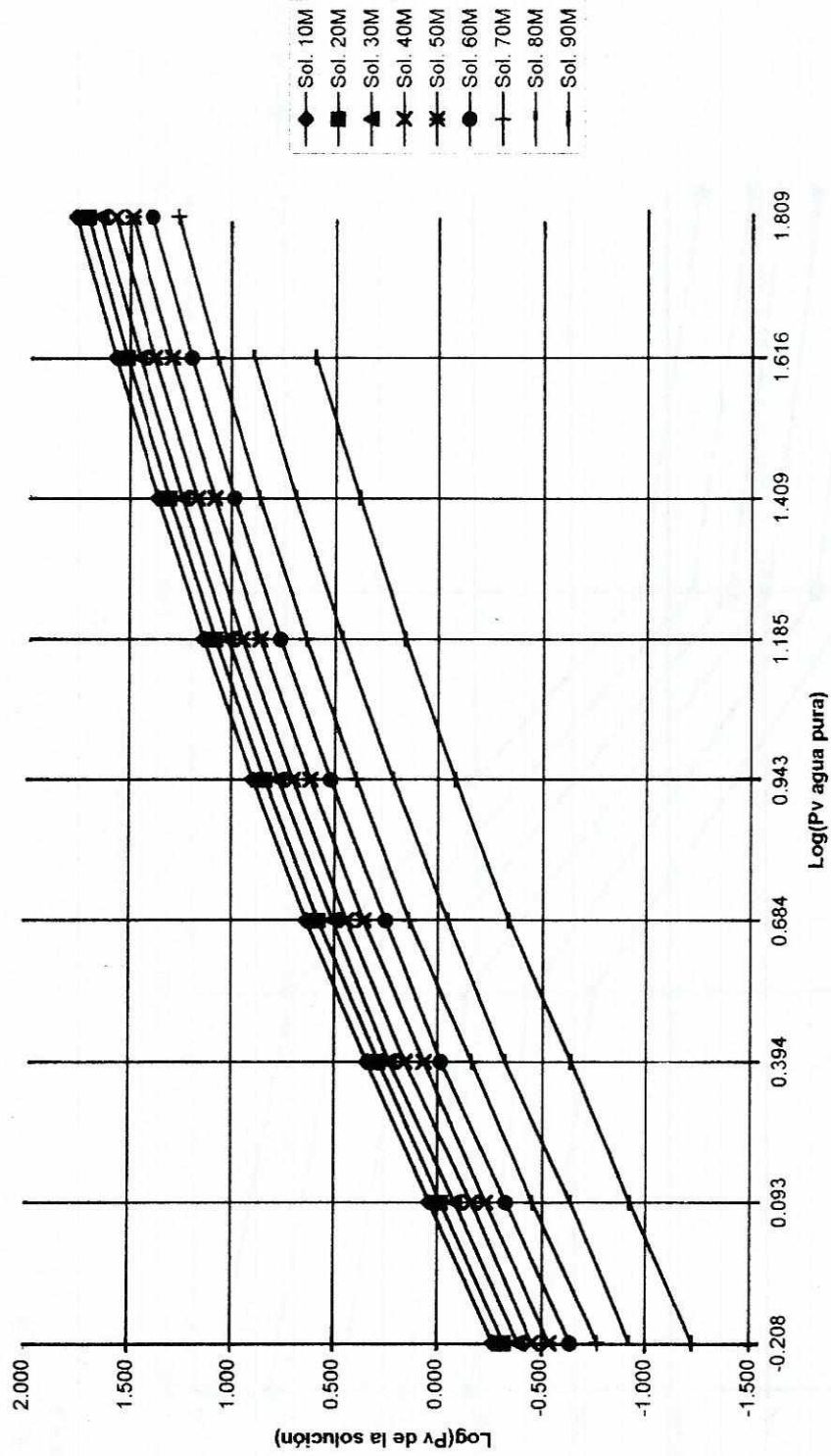
% Peso/Peso. Referencia: Agua
 Presión de vapor en kPa
 Trabajo de Graduación
 Luis Alfonso Rodríguez Cano
 Datos en anexo C

Gráfica 7.4
Gráfica de sustancia de referencia de soluciones acuosas de Acido Bromhídrico (HBr) vrs. Agua



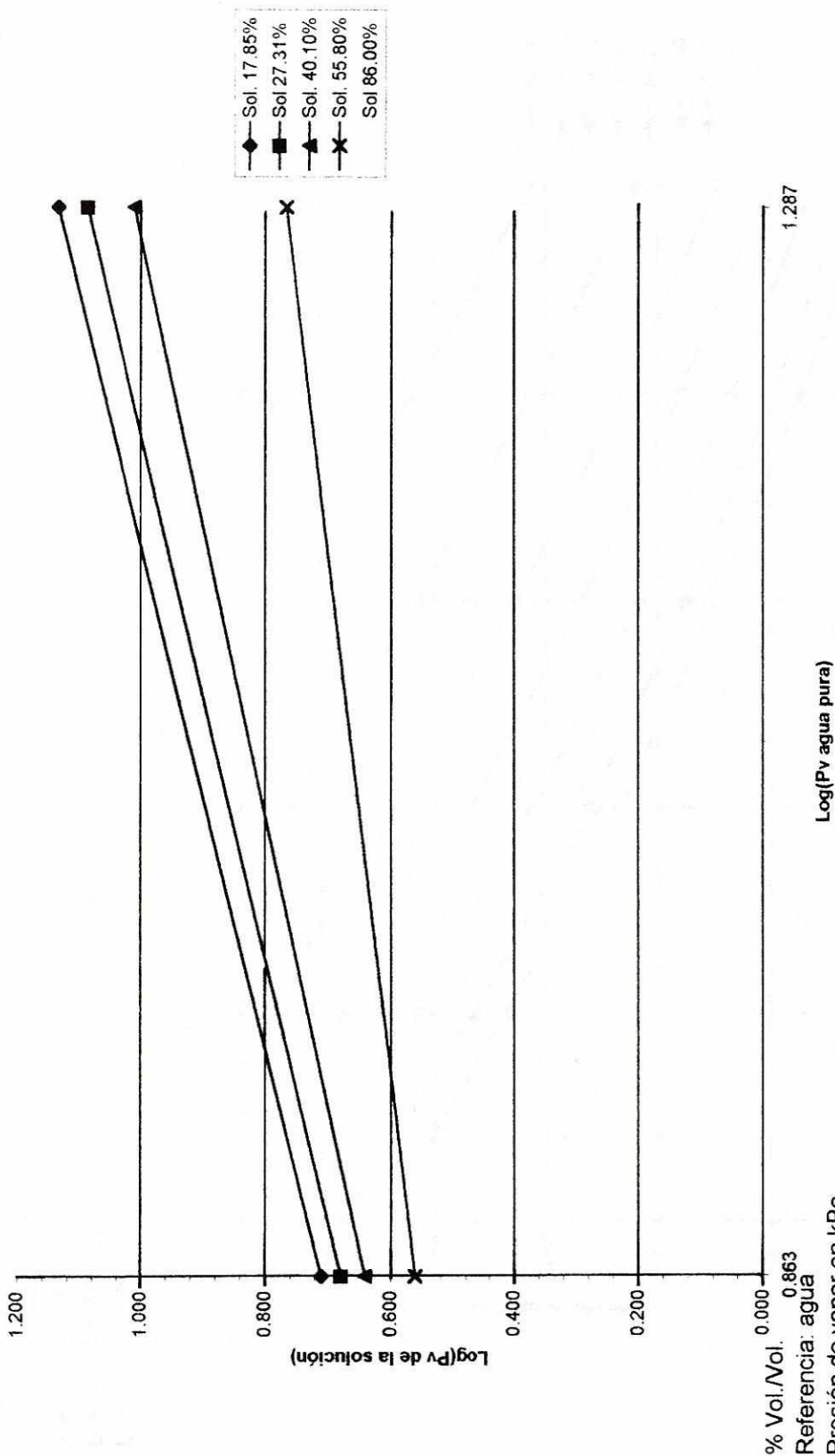
% Vol./Vol.
Referencia: agua
Presión de vapor en kPa
Trabajo de Graduación
Luis Alfonso Rodríguez Cano
Datos en anexo D

Gráfica 7.5
Gráfica de sustancia de referencia de soluciones acuosas de Amoníaco (NH₃) vrs. agua



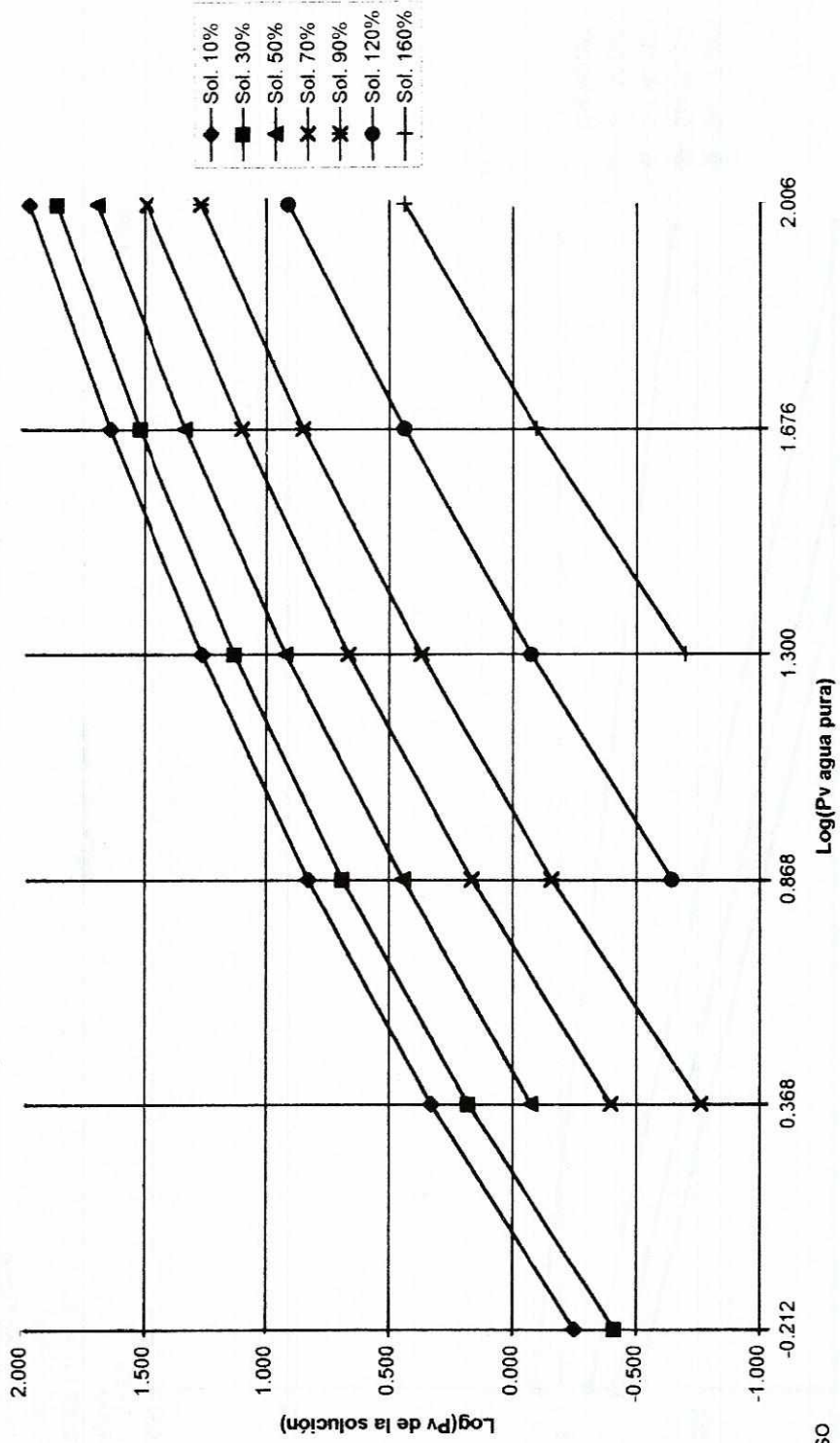
Referencia: agua
 Presión de vapor en kPa
 Trabajo de Graduación
 Luis Alfonso Rodríguez Cano
 Datos en anexo E

Gráfica 7.6
 Gráfica de sustancia de referencia de soluciones acuosas de Metanol (CH₄O) vrs agua



% Vol./Vol. 0.863
 Referencia: agua
 Presión de vapor en kPa
 Trabajo de Graduación
 Luis Alfonso Rodríguez Cano
 Datos en anexo F

Gráfica 7.7
 Gráfica de suatancia de referencia de soluciones acuosas de Hidróxido de Sodio (NaOH) vrs Agua



% Peso/Peso
 Referencia: agua
 Presión de vapor en kPa
 Trabajo de Graduación
 Luis Alfonso Rodríguez Cano
 Datos en anexo G

A. Requerimientos de equipo mínimo para el uso de los programas de computadoras:

1. Computadora 486 Dx2 33MHz
2. Tener instalado Windows 3.1
3. Tener instalado Excel 5.0
4. Tener instalado Fox Pro Lan 2.0
5. Poseer drive de 3 1/2
6. Poseer mouse (opcional)
7. Impresora (si se desea sacar impresiones)
8. Conocimientos básicos de manejo de DOS, Fox Pro 2.0, Windows 3.1, Excel 5.0

B. Manual para la construcción y uso de las gráficas de sustancia de referencia

Construcción:

1. Seleccionar la sustancia de referencia (generalmente se elige el agua, por su amplia gama de datos encontrados en la literatura).
2. Investigar las presiones de vapor de la sustancia de referencia y la referida (al menos deben tenerse dos datos de presión de vapor de la sustancia referida), luego de encontrar las presiones de vapor de la sustancia referida se deben buscar las presiones de vapor de la sustancia de referencia a la misma temperatura que las presiones de vapor de la sustancia referida.

3. Aplicar la ecuación:

$$m = \frac{\log(P1) - \log(P2)}{\log(Pr1) - \log(Pr2)} \quad (s)$$

donde P1 = dato 1 de presión de vapor de compuesto referido, P2 = dato 2 de presión de vapor de compuesto referido, Pr1 = dato 1 de presión de vapor de compuesto de referencia a la misma temperatura que P1 y Pr2 = dato 2 de presión de vapor de compuesto de referencia a la misma temperatura que P2.

Con ello se encuentra la pendiente de la recta de la gráfica de sustancia de referencia, que es la misma pendiente de la ecuación (i, pagina 12), además de ser la relación molar de los calores latentes de vaporización de las sustancias en relación en función de la temperatura dada.

4. Ya con la pendiente de la recta de la gráfica de sustancia de referencia y un punto del inciso 2 utilizado para el cálculo de la misma pendiente, se puede construir la recta en el programa elaborado en el paquete de computadora EXCEL 5.0 (Ver procedimiento a continuación) para mostrar la gráfica y poder así obtener una impresión de la misma.

C. Manual para el uso del programa elaborado en EXCEL para la construcción de las gráficas de sustancia de referencia

1. Ingresar al paquete EXCEL desde Windows.
2. Ingresar al menú FILE.
3. Ingresar al menú OPEN y seleccionar el archivo llamado GRAFICA.XLS en el drive "a".
4. Ingresar la pendiente de la gráfica en la celda destinada para ello (obtenida de las tablas 7.1 y 7.2 dependiendo del tipo de compuesto).
5. Ingresar la presión de vapor de la sustancia de referencia en la celda destinada para la Pr1, al mismo tiempo ingresar la presión de vapor de la sustancia referida a la misma temperatura en la celda destinada para P1. Las presiones de vapor deben estar expresadas en kPa y a la misma temperatura.
6. Luego del ingreso de los datos anteriores, la gráfica de sustancia de referencia del compuesto estudiado aparecerá en el lado inferior de la pantalla.
7. Si desea imprimirla, oprima rápidamente 2 veces el botón izquierdo del mouse sobre la gráfica y seguir el siguiente procedimiento:
 - 7.1 Seleccionar el menú FILE
 - 7.2 Seleccionar PRINT

- 7.3 Verificar que la impresora esté encendida y en On Line
- 7.4 Oprimir el botón [OK] que aparecerá en una ventana
- 7.5. En seguida empezará la impresora a sacar una copia de la gráfica en el papel.

8. Si desea otra impresión de la misma gráfica, seguir de nuevo el paso 7.
9. Si desea construir una grafica de referencia con distinta sustancia, repetir desde el paso 4.
10. Si desea terminar el trabajo seguir el siguiente procedimiento:
 - 10.1 Seleccionar el menú FILE.
 - 10.2 Seleccionar EXIT.
 - 10.3. En seguida saldrá un mensaje si desea salvar los cambios.
Se debe seleccionar NO.
 - 10.4. Se saldrá inmediatamente al PROGRAM MANAGER de Windows.

D. Manual para el uso del programa elaborado en Fox Pro para la estimación de las magnitudes de las pendientes de compuestos orgánicos e inorgánicos

1. Desde el DOS teclear el nombre "PENDIENT" y presionar ENTER.
2. Presionar dos veces la tecla ENTER para pasar las pantallas de presentación.

3. Aparecerá una pantalla en donde se podrá trabajar con 2 opciones que son la de compuestos orgánicos e inorgánicos respectivamente. Para seleccionar el tipo de compuesto deseado mover con las flechas.
4. Luego de seleccionar el tipo de compuesto, aparecerá otro menú en el que aparecerán las siguientes opciones: (1) Mantenimiento, (2) Cálculo, (3) Impresión (4) Salida.

(1) *Mantenimiento*: al seleccionar esta opción aparecerá otro menú en el que se podrán modificar datos de presiones de vapor de compuestos orgánicos e inorgánicos en base a los datos existente que se podrán borrar datos o añadir según sea el deseo del usuario.

(2) *Cálculo*: Se podrán calcular las pendientes de los distintos compuestos que se desee, lo único que requerirá el programa es ingresar la presión de vapor del agua pura a la temperatura que se desee el cálculo. Y realizado el cálculo, se verá en la pantalla el resultado y si se requiere se podrá hacer una impresión del mismo agregando una "S" en la pregunta que

aparecerá al finalizar el cálculo, si no desea la impresión del cálculo teclear una "N" y regresará al menú anterior.

(3) *Impresión*: esta opción proporciona reportes de las pendientes de los compuestos que se encuentran en las bases de datos. Estos se pueden ordenar en orden alfabético o por orden de fórmula según lo que el usuario seleccione con las flechas al entrar a dicho menú.

(4) *Salida*: esta opción ayuda al usuario a regresar el menú anterior para repetir alguna operación o si se ingresó a algún menú por equivocación y se desea regresar a otra opción diferente.

Los menús son iguales tanto al ingresar a los compuestos orgánicos como a los inorgánicos. La diferencia está en que el programa utiliza distintas bases de datos para su cálculo, según sea el tipo de compuestos que se desee trabajar.

NOTA: todos los nombres de los compuestos deben ser escritos en su totalidad en mayúsculas (por ejemplo BENCENO) y las fórmulas se

escriben con mayúsculas seguidas de sus respectivos subíndices (por ejemplo C6H6)

E. Método para el cálculo de presiones de vapor a partir de gráficas de sustancia de referencia.

1. Se puede calcular de dos formas distintas como lo es con el programa elaborado en Fox Pro y la otra por método gráfico:

a. *Por medio del programa en Fox Pro:*

Para calcular las presiones de vapor de los distintos compuestos por medio del programa en Fox Pro se debe seguir el procedimiento descrito en la sección D.

b. *Por el método gráfico:*

Para utilizar este método, se debe hacer una impresión de la gráfica de sustancia de referencia, el procedimiento a seguir se describe en la sección C.

Ya teniendo la gráfica impresa, se debe encontrar la presión de vapor a la temperatura que se quiere calcular la presión de vapor del compuesto desconocido. Todas las presiones se deben manejar en kPa. Ya teniendo el dato, se le saca el logaritmo de base diez y se obtiene la coordenada X de la gráfica. Luego se debe prolongar una línea

perpendicular al eje X hasta intersectar la línea de la gráfica. Ya intersectada se debe leer el valor del eje Y que es el logaritmo de base diez de la presión de vapor del compuesto referido.

Por último se le saca el antologaritmo de base diez al valor leído en el eje Y con lo que se obtendrá la presión de vapor del compuesto referido en kPa. Un ejemplo de este procedimiento se encuentra en el Ejemplo J.1 en el Anexo J.

F. Método para el cálculo de composiciones de soluciones acuosas binarias a partir de gráficas de sustancia de referencia.

Este es otro tipo de cálculos que se pueden obtener a partir de las gráficas de sustancia de referencia. Se explicará el método de construcción de las gráficas y la forma de utilizarlas.

- a. *Construcción:* Se debe buscar en la literatura, tablas en las que aparezcan las presiones de vapor de soluciones acuosas binarias, en ella aparecerán las presiones de vapor a distintas temperaturas de soluciones a distinta concentración incluyendo la del agua pura a las mismas temperaturas de las soluciones. Estas presiones de vapor se tabulan (en kPa) de la forma que aparece en la tabla A.5 del Anexo A.

Ya tabuladas las presiones de vapor de soluciones a distinta concentración, se procede a aplicarles logaritmo de base diez a las presiones de vapor como se muestra en la tabla A.6 del Anexo A. Ya hecho el anterior cálculo, se tiene que la columna del logaritmo de base diez de las presiones de vapor del agua pura representa el eje X;

mientras que las columnas de los logaritmos de base diez de las presiones de vapor de las soluciones son los datos del eje Y. Con todos estos datos se obtienen las gráficas de sustancia de referencia para soluciones acuosas binarias como las que se muestran en las gráficas 7.1, 7.2, 7.3, 8.4, 7.5, 7.6 y 7.7.

- b. *Uso:* Ya construídas las gráficas de sustancia de referencia de soluciones acuosas binarias, se procede de la siguiente manera: Basta con conocer el tipo de solución acuosa binaria, la temperatura de la solución y la presión de la misma para poder obtener la composición de ella.

Por ejemplo, conociendo la temperatura, se puede obtener de las tablas de vapor la presión de vapor del agua en kPa, teniendo la presión de vapor de la solución en kPa y sacándole el logaritmo de base diez a ella se obtiene el eje Y de la gráfica. Por otro lado el logaritmo de base diez de la presión de vapor del agua es el eje X, con lo que prolongando una recta perpendicular sobre el eje respectivo en el vapor calculado e intersectándolas, se obtiene un punto que se encontrará entre algunas líneas que representan la composición dentro de la que se encuentra la solución que se está estudiando, por lo que basta hacer una interpolación gráfica para obtener la composición aproximada de la solución acuosa binaria que se está estudiando. Un ejemplo de este uso de las gráficas de sustancia de referencia se encuentra en el Ejemplo J.2 en el Anexo J.

G. Método para el cálculo de coeficientes de actividad a partir de gráficas de sustancia de referencia

Por último, se puede calcular el coeficiente de actividad del solvente de una solución acuosa binaria a partir de gráficas de sustancia de referencia. Basta con tener las gráficas de sustancia de referencia de la solución que se desee utilizar para encontrar el

coeficiente de actividad, las gráficas de sustancia de referencia son como las gráficas 7.1, 7.2, 7.3, 8.4, 7.5, 7.6 y 7.7. Ya teniendo una de estas gráficas se procede de la siguiente manera para calcular el coeficiente de actividad del solvente en la solución:

Primero se debe saber la temperatura a la que se desea calcular el coeficiente de actividad del solvente que para las gráficas 7.1, 7.2, 7.3, 8.4, 7.5, 7.6 y 7.7 es el agua. Ya con la temperatura, se encuentra la presión de vapor de agua saturada en las tablas de vapor y se le aplica el logaritmo de base diez, este es el valor del punto 1.

Seguidamente, se procede a dibujar una recta a 45° partiendo del punto de coordenadas (0,0) que es la recta que representa a la concentración 0.00% o sea el solvente puro.

Además, se debe conocer la concentración de la solución acuosa binaria para efectos del cálculo. Con el logaritmo de base diez de la presión de vapor a la temperatura del cálculo, se tiene el valor del eje X. Se prolonga una recta perpendicular del eje X desde el valor en ese mismo eje hasta intersectar la línea que representa la concentración de la solución que se está manejando. Desde ese punto se prolonga otra línea paralela al eje X hacia la izquierda hasta intersectar la línea que representa la concentración 0.00% (solvente puro). Desde allí se prolonga una última línea perpendicular al eje X hasta la base del eje para leer el valor que se obtiene que es el punto 2.

Por último, para encontrar el valor del coeficiente de actividad del solvente en la solución se divide el punto 2 dentro del punto 1, y para soluciones ideales es igual a la unidad. Un ejemplo de este tipo de cálculo en las gráficas de sustancia de referencia, se encuentra en el Ejemplo J.2 en el Anexo J.

H. Comparación de los datos teóricos con los datos obtenidos a partir de las gráficas de sustancia de referencia y ejemplos de uso

Los ejemplos de uso de las gráficas de sustancia de referencia para el cálculo de presiones de vapor (Ejemplo J.1), calores latentes de vaporización (Ejemplo J.1), cálculo de composiciones de soluciones acuosas binarias (Ejemplo J.2) y cálculo de coeficientes de actividad del solvente en una solución acuosa binaria (Ejemplo J.2) se encuentran en los ejemplos mostrados en el Anexo J, además de la comparación de dichos resultados con los teóricos encontrados en la literatura.

1. The first part of the document is a letter from the author to the editor, dated 10/10/1954. The letter discusses the author's interest in the subject of the journal and the possibility of publishing a paper on the topic.

2. The second part of the document is a letter from the editor to the author, dated 10/15/1954. The editor expresses interest in the author's work and suggests that the author submit a paper for consideration. The editor also mentions that the author's work is of high quality and that it would be a valuable contribution to the field.

3. The third part of the document is a letter from the author to the editor, dated 10/20/1954. The author thanks the editor for the letter and expresses interest in the editor's suggestions. The author also mentions that the author is currently working on a paper on the topic and will submit it to the editor as soon as it is ready.

4. The fourth part of the document is a letter from the editor to the author, dated 10/25/1954. The editor thanks the author for the letter and expresses interest in the author's work. The editor also mentions that the editor is currently reviewing the author's paper and will contact the author again when a decision has been reached.

5. The fifth part of the document is a letter from the author to the editor, dated 10/30/1954. The author thanks the editor for the letter and expresses interest in the editor's suggestions. The author also mentions that the author is currently working on a paper on the topic and will submit it to the editor as soon as it is ready.

6. The sixth part of the document is a letter from the editor to the author, dated 11/5/1954. The editor thanks the author for the letter and expresses interest in the author's work. The editor also mentions that the editor is currently reviewing the author's paper and will contact the author again when a decision has been reached.

7. The seventh part of the document is a letter from the author to the editor, dated 11/10/1954. The author thanks the editor for the letter and expresses interest in the editor's suggestions. The author also mentions that the author is currently working on a paper on the topic and will submit it to the editor as soon as it is ready.

8. The eighth part of the document is a letter from the editor to the author, dated 11/15/1954. The editor thanks the author for the letter and expresses interest in the author's work. The editor also mentions that the editor is currently reviewing the author's paper and will contact the author again when a decision has been reached.

9. The ninth part of the document is a letter from the author to the editor, dated 11/20/1954. The author thanks the editor for the letter and expresses interest in the editor's suggestions. The author also mentions that the author is currently working on a paper on the topic and will submit it to the editor as soon as it is ready.

10. The tenth part of the document is a letter from the editor to the author, dated 11/25/1954. The editor thanks the author for the letter and expresses interest in the author's work. The editor also mentions that the editor is currently reviewing the author's paper and will contact the author again when a decision has been reached.

VIII. DISCUSION DE RESULTADOS

Debido a que el investigador muchas veces se encuentra en aprietos debido a la poca información que se tiene de algunos líquidos puros y que algunas veces no se encuentran, es necesario encontrar métodos para la estimación de las propiedades de estos líquidos puros.

Muchos métodos son muy complicados de calcular y poseen muchas limitantes, como por ejemplo que el rango de uso es muy reducido, y muchas veces ese rango no es el apropiado para el cálculo propuesto.

El método de las gráficas de sustancia de referencia para el cálculo de propiedades de líquidos puros, es una solución muy conveniente debido a su sencillez de uso, construcción y porque proporciona resultados aceptables.

En la selección de un líquido puro para actuar como sustancia de referencia, se escogió el agua, debido a la amplia gama de datos que se tiene de ella. Además posee un calor latente molar de vaporización constante en un amplio rango de temperatura, lo que permite la optimización de la curva resultante.

Al calcular las pendientes a partir de los logaritmos de las presiones de vapor de la sustancia de referencia y referida según la ecuación (s) página 58 de los distintos compuestos para la construcción de las gráficas de sustancia de referencia de compuestos orgánicos, se tuvo un rango de las mismas entre 0.230 a 4.070, estando el rango modal comprendido entre 0.500 a 2.000.

Por otra parte, se puede ver que entre más polar sea la molécula, el compuesto posee una pendiente menor. Esto es debido a que al poseer cada vez mayores cargas netas, éstas logran retener sus moléculas unidas por más tiempo, lo que hace que su vaporización se dificulte, provocando que los cambios de temperatura no cambien demasiado su presión de vapor, obteniendo con esto, pendientes menores.

Por otro lado el rango de pendientes de los compuestos inorgánicos fue de 0.371 a 3.696, obteniendo el rango modal entre 0.500 a 1.500. Este rango es menor que el de los compuestos orgánicos, debido a que en estos últimos existe una mayor diversidad de compuestos (cadenas más largas, más complicadas espacialmente, etc.). Además, los compuestos inorgánicos que se encuentran en estado líquido en el rango de las

temperaturas utilizadas, son menor en número que los compuestos orgánicos correspondientes.

Así pues, se ha comprobado que el uso de las gráficas de sustancia de referencia para el cálculo de composiciones de soluciones binarias, es un método muy versátil, debido a que únicamente se necesita la presión de vapor de la solución y su temperatura, para poder estimar las proporciones de los componentes.

Con las mismas gráficas de sustancia de referencia para el cálculo de composiciones de soluciones, se puede calcular el respectivo coeficiente de actividad del líquido de referencia en dicha solución. Esta se encuentra relacionando la presión de vapor del líquido en la solución y la presión de vapor del líquido puro a la misma temperatura.

Para todos los cálculos anteriores, se desarrolló un programa en la base de datos elaborada en Fox Pro, por medio del cual se puede calcular las pendientes de los distintos compuestos (orgánicos e inorgánicos), así como también añadir o eliminar compuestos de la base de datos que se presente.

Por otro lado, si el usuario desea construir la gráfica y además imprimirla, también se desarrolló un programa en la hoja electrónica Excel.

Para ello se utilizaron los resultados mostrados en las tablas 7.1 y 7.2, obtenidos de los cálculos efectuados en la base de datos generada en Fox Pro. (Para facilitar el uso de estos archivos al usuario, se muestran manuales para el uso de los distintos programas).

Finalmente, un cálculo muy importante que se puede ejecutar en base a gráficas de sustancia de referencia, es el de coeficientes de actividad del solvente en una solución acuosa binaria. Para ello se utilizan las gráficas de la 7.1 a la 7.7 dependiendo el soluto que se tenga. Este método es muy versátil ya que de una forma gráfica se puede calcular dicha propiedad termodinámica de una manera rápida y precisa, sin necesidad de manejar propiedades termodinámicas algunas veces difíciles de utilizar y calcular (como lo son algunas veces las fugacidades), como se calculan actualmente de una manera clásica. Se debe anticipar que para obtener datos confiables para el cálculo de los coeficientes de actividad a partir de las gráficas de sustancia de referencia, se debe ser muy exacto en las mediciones que se están haciendo y el uso geométrico de las líneas que están involucradas en dicho cálculo, ya que al tener un pequeño error en la medición, ésta aumenta al manipular dichas mediciones con logaritmos de base diez.

IX. CONCLUSIONES

1. Mediante el uso de las gráficas de sustancia de referencia, se pueden obtener resultados satisfactorios para el cálculo de propiedades de líquidos puros, utilizando el agua como sustancia de referencia, y siempre que no se trabaje en regiones cercanas al punto crítico de los líquidos en mención.
2. Las gráficas de sustancia de referencia se pueden tener como una herramienta para la estimación de composiciones de soluciones acuosas, además de que permite calcular el coeficiente de actividad del solvente en soluciones binarias con diferentes compuestos, a partir de la temperatura y presión de vapor de la solución.
3. La pendiente de las gráficas de sustancia de referencia, disminuye a medida que las fuerzas intermoleculares del líquido estudiado son más fuertes.
4. Se observa en las gráficas de sustancia de referencia 7.1a la 7.7, que a medida que la curva de la solución de cierta concentración se acerca

a la curva de solución 0.00%, su coeficiente de actividad se acerca más a la unidad.

5. La limitación de utilización del método de gráficas de sustancia de referencia utilizando al agua como referencia se encuentra en la región en la que ésta se encuentra en su estado líquido, rango entre 273.15 a 376.15 K, dónde se obtienen mejores resultados.

X. RECOMENDACIONES

1. A pesar de la amplia gama de líquidos, tanto orgánicos como inorgánicos, presentados en la base de datos original, se recomienda dar mantenimiento a las diferentes bases de datos para ampliar las mismas y poder así tener información más completa.
2. Para una mayor exactitud en el cálculo de propiedades o composiciones a partir de la gráfica de sustancia de referencia, es preferible optimizar el rango de los ejes de las gráficas, dependiendo del punto que se esté analizando.
3. Al tomar en cuenta una propiedad de un líquido calculada a partir de gráficas de sustancias de referencia, debe verificarse que no se esté trabajando cerca de las condiciones críticas de los líquidos involucrados, ya que en esos puntos se crean desviaciones grandes del modelo normal de cálculo de la propiedades de los líquidos puros.
4. Para obtener una mejor exactitud en las cálculos que se hacen al utilizar las gráficas de sustancia de referencia, se debe utilizar una regla graduada en milímetros y se deben optimizar las medidas ya que

al manejar los logaritmos, éstos acrecentan más el error en medidas poco exactas, en especial al manejar las gráficas de sustancia de referencia para calcular coeficientes de actividad del solvente.

5. Se recomienda utilizar Fox Pro para Windows en lugar de Fox Pro Lan 2.0 debido a la mejor manipulación de los datos entre Fox Pro y las gráficas generadas en EXCEL.

XII. BIBLIOGRAFIA

- XII.1 Flores, I. 1981. Data Base Architecture. Van Nostrand Reinhold Co. New York.
- XII.2 Fogiel, M. 1989. The Essential of Thermodynamics I & II. Research and Education Association. New Jersey.
- XII.3 Himmelblau, D. 1988. Balances de Materia y Energía. Prentice-Hall. Hispanoamericana, S.A. 4a. Edición. México.
- XII.4 Mortimer, C. 1983, Química. Grupo Editorial Iberoamericana. México.
- XII.5 Othmer, D, R. White. 1942. Correlating Gas Solubilities and Partial Pressure Data. Industrial and Engineering Chemistry. 34:952-959.
- XII.6 Othmer, D. et. al. 1940. Correlating Vapor Pressure and Latent Heat Data. Industrial and Engineering Chemistry. 32:841-856.
- XII.7 Perry, R. et. al. 1984. Perry's Chemical Engineers' Handbook. McGraw-Hill. 6th. Edition. New York.
- XII.8 Smith, J. H. Van Ness. Introducción a la termodinámica en la Ingeniería Química. McGraw-Hill. 4a. Edición. México.
- XII.9 Treybal, R. 1988. Operaciones de transferencia de masa. McGraw-Hill. 2a. Edición. México.
- XII.10 Ullman, J. 1980. Database Systems. Computer Science Press. Maryland.

MEMORANDUM

TO : Mr. Tolson

FROM : Mr. [Name]

SUBJECT: [Subject]

Reference is made to [Reference]

It is noted that [Note]

The Bureau is advised that [Bureau]

It is suggested that [Suggestion]

Very respectfully,
[Signature]

Enclosure

100-100000-1000

Anexo A

Tabla A.1

Datos de presiones de vapor de soluciones acuosas de HCl a diferentes concentraciones

Temp. (K)	Pv H2O (kPa)	Pv Sol. 6% (kPa)	Pv Sol. 10% (kPa)	Pv Sol. 14% (kPa)	Pv Sol. 18% (kPa)	Pv Sol. 20% (kPa)	Pv Sol. 22% (kPa)
273.15	0.610	0.557	0.512	0.452	0.383	0.349	0.311
278.15	0.872	0.805	0.736	0.655	0.561	0.511	0.453
283.15	1.228	1.127	1.027	0.927	0.789	0.720	0.643
288.15	1.705	1.560	1.427	1.287	1.101	1.000	0.900
293.15	2.338	2.120	1.947	1.747	1.507	1.373	1.240
298.15	3.167	2.906	2.666	2.400	2.053	1.880	1.680
303.15	4.243	3.880	3.573	3.213	2.746	2.533	2.280
308.15	6.023	5.253	4.733	4.253	3.666	3.346	3.040
313.15	7.376	6.746	6.266	5.613	4.853	4.444	4.026
318.15	9.583	8.826	8.199	7.373	6.386	6.213	5.306
323.15	12.334	11.466	10.666	9.599	8.333	7.599	6.933
333.15	19.916	18.532	17.332	15.465	13.599	12.466	11.412
343.15	31.134	29.331	27.198	24.665	21.598	19.998	18.398
353.15	47.343	44.396	41.330	36.397	33.064	30.664	28.131
363.15	70.096	65.595	61.728	56.662	49.863	45.996	42.263
373.15	101.325	95.326	90.259	83.327	73.327	67.994	62.262

Tabla A.1 (Continuación)

Datos de presiones de vapor de soluciones acuosas de HCl a diferentes concentraciones

Pv H2O (kPa)	Pv Sol. 2% (kPa)	Pv Sol. 26% (kPa)	Pv Sol. 28% (kPa)	Pv Sol. 30% (kPa)	Pv Sol. 32% (kPa)	Pv Sol. 34% (kPa)	Pv Sol. 36% (kPa)
0.610	0.273	0.235	0.200	0.168	0.139	0.113	0.091
0.872	0.405	0.347	0.299	0.253	0.209	0.172	0.137
1.228	0.575	0.495	0.428	0.364	0.303	0.249	0.200
1.705	0.804	0.695	0.605	0.517	0.433	0.360	0.292
2.338	1.107	0.961	0.843	0.721	0.607	0.508	0.413
3.167	1.520	1.327	1.167	1.003	0.849	0.713	0.588
4.243	2.053	1.800	1.573	1.360	1.160	0.976	0.811
6.023	2.720	2.400	2.106	1.827	1.560	1.327	1.111
7.376	3.613	3.200	2.813	2.453	2.093	1.800	1.520
9.583	4.760	4.226	3.720	3.240	2.800	2.413	2.053
12.334	6.226	5.533	4.866	4.266	3.693	3.200	2.720
19.916	10.266	9.199	8.093	7.133	6.199	5.400	4.640
31.134	16.532	14.932	13.199	11.666	10.199	8.866	7.599
47.343	25.865	23.065	20.532	18.132	15.999	13.866	11.999
70.096	38.663	34.797	31.197	27.598	24.531	21.465	18.665
101.325	56.795	51.596	46.530	41.330	36.664	32.397	28.264

Tabla A.1 (Continuación)
 Datos de presiones de vapor de soluciones acuosas de HCl a
 diferentes concentraciones

Pv H2O (kPa)	Pv Sol. 38% (kPa)	Pv Sol. 40% (kPa)	Pv Sol. 42% (kPa)
0.610	0.071	0.055	0.041
0.872	0.108	0.084	0.064
1.228	0.160	0.125	0.096
1.705	0.233	0.183	0.141
2.338	0.335	0.267	0.208
3.167	0.480	0.384	0.307
4.243	0.671	0.545	0.437
6.023	0.923	0.757	0.613
7.376	1.269	1.047	0.860
9.583	1.733	1.427	1.187
12.334	2.320	1.933	1.613
19.916	3.946	3.333	2.826
31.134	6.546	5.613	4.773
47.343	10.332	8.973	7.626
70.096	15.999	13.999	11.892
101.325	24.265	21.065	17.999

Tabla A.2
 Logaritmos de las presiones de vapor de soluciones acuosas
 de HCl a diferentes concentraciones

Temp. (K)	log Pv H2O	log Pv Sol. 6%	log Pv Sol. 10%	log Pv Sol. 14%	log Pv Sol. 18%	log Pv Sol. 20%	log Pv Sol. 22%
273.15	-0.214	-0.254	-0.291	-0.345	-0.417	-0.457	-0.508
278.15	-0.059	-0.094	-0.133	-0.184	-0.251	-0.292	-0.344
283.15	0.089	0.052	0.011	-0.033	-0.103	-0.143	-0.192
288.15	0.232	0.193	0.154	0.109	0.042	0.000	-0.046
293.15	0.369	0.326	0.289	0.242	0.178	0.138	0.093
298.15	0.501	0.463	0.426	0.380	0.312	0.274	0.225
303.15	0.628	0.589	0.553	0.507	0.439	0.404	0.358
308.15	0.780	0.720	0.675	0.629	0.564	0.525	0.483
313.15	0.868	0.829	0.797	0.749	0.686	0.648	0.605
318.15	0.982	0.946	0.914	0.868	0.805	0.793	0.725
323.15	1.091	1.059	1.028	0.982	0.921	0.881	0.841
333.15	1.299	1.268	1.239	1.189	1.134	1.096	1.057
343.15	1.493	1.467	1.435	1.392	1.334	1.301	1.265
353.15	1.675	1.647	1.616	1.561	1.519	1.487	1.449
363.15	1.846	1.817	1.790	1.753	1.698	1.663	1.626
373.15	2.006	1.979	1.955	1.921	1.865	1.832	1.794

Tabla A.2 (Continuación)
 Logaritmos de las presiones de vapor de soluciones acuosas
 de HCl a diferentes concentraciones

log Pv H ₂ O	log Pv Sol. 24%	log Pv Sol. 26%	log Pv Sol. 28%	log Pv Sol. 30%	log Pv Sol. 32%	log Pv Sol. 34%	log Pv Sol. 36%
-0.214	-0.563	-0.630	-0.699	-0.775	-0.858	-0.946	-1.043
-0.059	-0.392	-0.460	-0.525	-0.596	-0.679	-0.765	-0.862
0.089	-0.241	-0.306	-0.369	-0.439	-0.519	-0.603	-0.699
0.232	-0.095	-0.158	-0.218	-0.286	-0.363	-0.444	-0.535
0.369	0.044	-0.017	-0.074	-0.142	-0.217	-0.294	-0.384
0.501	0.182	0.123	0.067	0.001	-0.071	-0.147	-0.231
0.628	0.312	0.255	0.197	0.134	0.064	-0.011	-0.091
0.780	0.435	0.380	0.324	0.262	0.193	0.123	0.046
0.868	0.558	0.505	0.449	0.390	0.321	0.255	0.182
0.982	0.678	0.626	0.571	0.511	0.447	0.383	0.312
1.091	0.794	0.743	0.687	0.630	0.567	0.505	0.435
1.299	1.011	0.964	0.908	0.853	0.792	0.732	0.666
1.493	1.218	1.174	1.121	1.067	1.009	0.948	0.881
1.675	1.413	1.363	1.312	1.258	1.204	1.142	1.079
1.846	1.587	1.542	1.494	1.441	1.390	1.332	1.271
2.006	1.754	1.713	1.668	1.616	1.564	1.511	1.451

Tabla A.2 (Continuación)
 Logaritmos de las presiones de vapor de soluciones acuosas
 de HCl a diferentes concentraciones

log Pv H ₂ O	log Pv Sol. 38%	log Pv Sol. 40%	log Pv Sol. 42%
-0.214	-1.151	-1.262	-1.384
-0.059	-0.967	-1.076	-1.194
0.089	-0.796	-0.902	-1.018
0.232	-0.632	-0.738	-0.850
0.369	-0.475	-0.574	-0.682
0.501	-0.319	-0.416	-0.513
0.628	-0.174	-0.263	-0.359
0.780	-0.035	-0.121	-0.212
0.868	0.104	0.020	-0.066
0.982	0.239	0.154	0.074
1.091	0.365	0.286	0.208
1.299	0.596	0.523	0.451
1.493	0.816	0.749	0.679
1.675	1.014	0.953	0.882
1.846	1.204	1.146	1.075
2.006	1.385	1.324	1.255

Table 1

Summary of data for the first set of experiments

Experimental conditions and results

Run	Time (s)	Temp (°C)	Pressure (atm)	Flow Rate (L/min)	Yield (%)	Quality Index
1	10	100	1.0	1.0	95	0.9
2	20	100	1.0	1.0	90	0.8
3	30	100	1.0	1.0	85	0.7
4	40	100	1.0	1.0	80	0.6
5	50	100	1.0	1.0	75	0.5
6	60	100	1.0	1.0	70	0.4
7	70	100	1.0	1.0	65	0.3
8	80	100	1.0	1.0	60	0.2
9	90	100	1.0	1.0	55	0.1
10	100	100	1.0	1.0	50	0.0
11	10	120	1.0	1.0	92	0.85
12	20	120	1.0	1.0	88	0.8
13	30	120	1.0	1.0	84	0.75
14	40	120	1.0	1.0	80	0.7
15	50	120	1.0	1.0	76	0.65
16	60	120	1.0	1.0	72	0.6
17	70	120	1.0	1.0	68	0.55
18	80	120	1.0	1.0	64	0.5
19	90	120	1.0	1.0	60	0.45
20	100	120	1.0	1.0	56	0.4
21	10	140	1.0	1.0	90	0.8
22	20	140	1.0	1.0	86	0.75
23	30	140	1.0	1.0	82	0.7
24	40	140	1.0	1.0	78	0.65
25	50	140	1.0	1.0	74	0.6
26	60	140	1.0	1.0	70	0.55
27	70	140	1.0	1.0	66	0.5
28	80	140	1.0	1.0	62	0.45
29	90	140	1.0	1.0	58	0.4
30	100	140	1.0	1.0	54	0.35

Table 2

Summary of data for the second set of experiments

Experimental conditions and results

Run	Time (s)	Temp (°C)	Pressure (atm)	Flow Rate (L/min)	Yield (%)	Quality Index
31	10	160	1.0	1.0	88	0.75
32	20	160	1.0	1.0	84	0.7
33	30	160	1.0	1.0	80	0.65
34	40	160	1.0	1.0	76	0.6
35	50	160	1.0	1.0	72	0.55
36	60	160	1.0	1.0	68	0.5
37	70	160	1.0	1.0	64	0.45
38	80	160	1.0	1.0	60	0.4
39	90	160	1.0	1.0	56	0.35
40	100	160	1.0	1.0	52	0.3
41	10	180	1.0	1.0	85	0.7
42	20	180	1.0	1.0	81	0.65
43	30	180	1.0	1.0	77	0.6
44	40	180	1.0	1.0	73	0.55
45	50	180	1.0	1.0	69	0.5
46	60	180	1.0	1.0	65	0.45
47	70	180	1.0	1.0	61	0.4
48	80	180	1.0	1.0	57	0.35
49	90	180	1.0	1.0	53	0.3
50	100	180	1.0	1.0	49	0.25

Anexo B

Tabla B.1

Datos de presiones de vapor de soluciones acuosas de H₂SO₄
a diferentes concentraciones

Temp. (K)	Pv H ₂ O (kPa)	Pv Sol. 10% (kPa)	Pv Sol. 20% (kPa)	Pv Sol. 30% (kPa)	Pv Sol. 40% (kPa)	Pv Sol. 50% (kPa)	Pv Sol. 60% (kPa)
273.2	0.610	5.820E-01	5.340E-01	4.480E-01	3.260E-01	1.930E-01	8.360E-02
283.2	1.228	1.170E+00	1.070E+00	9.090E-01	6.700E-01	4.050E-01	1.800E-01
293.2	2.338	2.230E+00	2.050E+00	1.740E+00	1.300E+00	8.020E-01	3.670E-01
303.2	4.243	4.040E+00	3.730E+00	3.190E+00	2.410E+00	1.510E+00	7.100E-01
313.2	7.376	7.030E+00	6.490E+00	5.580E+00	4.270E+00	2.720E+00	1.310E+00
323.2	12.334	1.170E+01	1.090E+01	9.390E+00	7.250E+00	4.700E+00	2.320E+00
333.2	19.916	1.890E+01	1.750E+01	1.520E+01	1.190E+01	7.820E+00	3.950E+00
343.2	31.157	2.960E+01	2.750E+01	2.390E+01	1.880E+01	1.260E+01	6.510E+00
353.2	47.343	4.490E+01	4.170E+01	3.650E+01	2.900E+01	1.960E+01	1.040E+01
363.2	70.096	6.640E+01	6.170E+01	5.420E+01	4.340E+01	2.980E+01	1.610E+01
373.2	101.325	9.570E+01	8.910E+01	7.860E+01	6.340E+01	4.410E+01	2.440E+01

Tabla B.1 (Continuación)

Datos de presiones de vapor de soluciones acuosas de H₂SO₄
a diferentes concentraciones

Pv H ₂ O (kPa)	Pv Sol. 70% (kPa)	Pv Sol. 75% (kPa)	Pv Sol. 80% (kPa)	Pv Sol. 85% (kPa)
0.610	2.070E-02	7.470E-03	1.970E-03	3.430E-04
1.228	4.670E-02	1.750E-02	4.900E-03	9.520E-04
2.338	9.950E-02	3.880E-02	1.150E-02	2.450E-03
4.243	2.010E-01	8.110E-02	2.530E-02	5.890E-03
7.376	3.870E-01	1.620E-01	5.310E-02	1.330E-02
12.334	7.150E-01	3.090E-01	1.060E-01	2.860E-02
19.916	1.270E+00	5.650E-01	2.040E-01	5.840E-02
31.157	2.170E+00	9.970E-01	3.760E-01	1.140E-01
47.343	3.600E+00	1.700E+00	6.680E-01	2.130E-01
70.096	5.780E+00	2.810E+00	1.150E+00	3.830E-01
101.325	9.050E+00	4.520E+00	1.920E+00	6.660E-01

Tabla B.2
Logaritmos de las presiones de vapor de soluciones acuosas de
 H_2SO_4 a diferentes concentraciones

(K) Temp	log Pv H ₂ O	log Pv Sol. 10%	log Pv Sol. 20%	log Pv Sol. 30%	log Pv Sol. 40%	log Pv Sol. 50%	log Pv Sol. 60%
273.2	-0.214	-0.235	-0.272	-0.349	-0.487	-0.714	-1.078
283.2	0.089	0.068	0.029	-0.041	-0.174	-0.393	-0.745
293.2	0.369	0.348	0.312	0.241	0.114	-0.096	-0.435
303.2	0.628	0.606	0.572	0.504	0.382	0.179	-0.149
313.2	0.868	0.847	0.812	0.747	0.630	0.435	0.117
323.2	1.091	1.068	1.037	0.973	0.860	0.672	0.365
333.2	1.299	1.276	1.243	1.182	1.076	0.893	0.597
343.2	1.494	1.471	1.439	1.378	1.274	1.100	0.814
353.2	1.675	1.652	1.620	1.562	1.462	1.292	1.017
363.2	1.846	1.822	1.790	1.734	1.637	1.474	1.207
373.2	2.006	1.981	1.950	1.895	1.802	1.644	1.387

Tabla B.2 (Continuación)
Logaritmos de las presiones de vapor de soluciones acuosas de
 H_2SO_4 a diferentes concentraciones

log Pv H ₂ O	log Pv Sol. 70%	log Pv Sol. 75%	log Pv Sol. 80%	log Pv Sol. 85%
-0.214	-1.684	-2.127	-2.706	-3.465
0.089	-1.331	-1.757	-2.310	-3.021
0.369	-1.002	-1.411	-1.939	-2.611
0.628	-0.697	-1.091	-1.597	-2.230
0.868	-0.412	-0.790	-1.275	-1.876
1.091	-0.146	-0.510	-0.975	-1.544
1.299	0.104	-0.248	-0.690	-1.234
1.494	0.336	-0.001	-0.425	-0.943
1.675	0.556	0.230	-0.175	-0.672
1.846	0.762	0.449	0.061	-0.417
2.006	0.957	0.655	0.283	-0.177

Anexo C

Tabla C.1
 Datos de presiones de vapor de soluciones acuosas de HNO₃
 a diferentes concentraciones

Temp. (K)	Pv H ₂ O (kPa)	Pv Sol. 20% (kPa)	Pv Sol. 25% (kPa)	Pv Sol. 30% (kPa)	Pv Sol. 35% (kPa)	Pv Sol. 40% (kPa)	Pv Sol. 45% (kPa)
273.15	0.610	0.547	0.507	0.480	0.440	0.400	0.347
278.15	0.872	0.760	0.720	0.667	0.613	0.560	0.480
283.15	1.228	1.067	1.013	0.947	0.867	0.773	0.667
288.15	1.705	1.453	1.373	1.293	1.187	1.067	0.920
293.15	2.338	2.027	1.893	1.760	1.600	1.440	1.253
298.15	3.167	2.746	2.560	2.373	2.160	1.947	1.693
303.15	4.243	3.680	3.426	3.173	2.893	2.600	2.253
308.15	5.623	4.866	4.506	4.146	3.773	3.400	2.973
313.15	7.376	6.333	5.866	5.466	5.026	4.466	3.906
318.15	9.583	8.266	7.666	7.066	6.399	5.733	5.066
323.15	12.334	10.666	9.999	9.199	8.399	7.466	6.599
328.15	15.737	13.332	12.532	11.599	10.532	9.466	8.333
333.15	19.916	17.065	16.132	15.065	13.599	11.999	10.666
338.15	25.003	21.598	20.132	18.665	16.932	15.199	13.332
343.15	31.157	26.664	24.931	23.198	21.198	19.065	16.799
348.15	38.544	33.331	31.197	28.931	26.398	23.731	21.065
353.15	47.343	40.930	38.264	35.597	32.397	29.064	25.998
358.15	57.809	50.396	46.929	43.330	39.597	35.730	31.997
363.15	70.096	61.062	56.795	52.396	47.863	43.330	38.930
368.15	84.513	73.994	68.928	63.728	58.129	52.529	47.329
373.15	101.325	89.993	83.726	77.327	70.661	63.995	57.329

Tabla C.1 (Continuación)
 Datos de presiones de vapor de soluciones acuosas de HNO_3
 a diferentes concentraciones

Pv H ₂ O (kPa)	Pv Sol. 5% (kPa)	Pv Sol. 55% (kPa)	Pv Sol. 60% (kPa)	Pv Sol. 65% (kPa)	Pv Sol. 70% (kPa)	Pv Sol. 80% (kPa)
0.610	0.280	0.240	0.200	0.173	0.147	0.120
0.872	0.400	0.333	0.280	0.240	0.213	0.133
1.228	0.560	0.467	0.400	0.347	0.293	0.160
1.705	0.773	0.653	0.547	0.467	0.400	0.227
2.338	1.053	0.893	0.747	0.653	0.547	0.320
3.167	1.427	1.213	1.027	0.880	0.733	0.427
4.243	1.920	1.627	1.373	1.173	0.987	0.533
5.623	2.533	2.146	1.813	1.547	1.307	0.733
7.376	3.333	2.840	2.413	2.066	1.707	0.933
9.583	4.333	3.733	3.160	2.666	2.226	1.267
12.334	5.666	4.840	4.133	3.466	2.906	1.600
15.737	7.199	6.133	5.200	4.400	3.640	2.000
19.916	9.333	7.999	6.799	5.733	4.706	2.666
25.003	11.732	10.133	8.533	7.266	5.933	3.333
31.157	14.665	12.666	10.799	9.066	7.466	4.133
38.544	18.398	15.999	13.599	11.466	9.333	5.066
47.343	22.665	19.732	16.799	14.132	11.466	6.399
57.809	28.131	24.265	20.798	17.465	14.265	7.999
70.096	34.397	29.731	25.598	21.332	17.332	9.733
84.513	41.997	36.264	31.064	25.998	21.065	11.866
101.325	51.062	44.130	37.997	31.731	25.598	14.399

Tabla C.2
 Logaritmos de las presiones de vapor de soluciones acuosas
 de HNO_3 a diferentes concentraciones

Temp. (K)	log Pv H ₂ O	log Pv Sol. 20%	log Pv Sol. 25%	log Pv Sol. 30%	log Pv Sol. 35%	log Pv Sol. 40%	log Pv Sol. 45%
273.15	-0.214	-0.262	-0.295	-0.319	-0.357	-0.398	-0.460
278.15	-0.059	-0.119	-0.143	-0.176	-0.212	-0.252	-0.319
283.15	0.089	0.028	0.006	-0.024	-0.062	-0.112	-0.176
288.15	0.232	0.162	0.138	0.112	0.074	0.028	-0.036
293.15	0.369	0.307	0.277	0.245	0.204	0.158	0.098
298.15	0.501	0.439	0.408	0.375	0.334	0.289	0.229
303.15	0.628	0.566	0.535	0.501	0.461	0.415	0.353
308.15	0.750	0.687	0.654	0.618	0.577	0.531	0.473
313.15	0.868	0.802	0.768	0.738	0.701	0.650	0.592
318.15	0.982	0.917	0.885	0.849	0.806	0.758	0.705
323.15	1.091	1.028	1.000	0.964	0.924	0.873	0.820
328.15	1.197	1.125	1.098	1.064	1.023	0.976	0.921
333.15	1.299	1.232	1.208	1.178	1.134	1.079	1.028
338.15	1.398	1.334	1.304	1.271	1.229	1.182	1.125
343.15	1.494	1.426	1.397	1.365	1.326	1.280	1.225
348.15	1.586	1.523	1.494	1.461	1.422	1.375	1.324
353.15	1.675	1.612	1.583	1.551	1.511	1.463	1.415
358.15	1.762	1.702	1.671	1.637	1.598	1.553	1.505
363.15	1.846	1.786	1.754	1.719	1.680	1.637	1.590
368.15	1.927	1.869	1.838	1.804	1.764	1.720	1.675
373.15	2.006	1.954	1.923	1.888	1.849	1.806	1.758

Tabla C.2 (Continuación)
 Logaritmos de las presiones de vapor de soluciones acuosas
 de HNO₃ a diferentes concentraciones

log Pv H ₂ O	log Pv Sol. 50%	log Pv Sol. 55%	log Pv Sol. 60%	log Pv Sol. 65%	log Pv Sol. 70%	log Pv Sol. 80%
-0.214	-0.553	-0.620	-0.699	-0.761	-0.834	-0.921
-0.059	-0.398	-0.477	-0.553	-0.620	-0.671	-0.875
0.089	-0.252	-0.331	-0.398	-0.460	-0.533	-0.796
0.232	-0.112	-0.185	-0.262	-0.331	-0.398	-0.645
0.369	0.023	-0.049	-0.127	-0.185	-0.262	-0.495
0.501	0.154	0.084	0.011	-0.056	-0.135	-0.370
0.628	0.283	0.211	0.138	0.069	-0.006	-0.273
0.750	0.404	0.332	0.258	0.189	0.116	-0.135
0.868	0.523	0.453	0.383	0.315	0.232	-0.030
0.982	0.637	0.572	0.500	0.426	0.348	0.103
1.091	0.753	0.685	0.616	0.540	0.463	0.204
1.197	0.857	0.788	0.716	0.643	0.561	0.301
1.299	0.970	0.903	0.832	0.758	0.673	0.426
1.398	1.069	1.006	0.931	0.861	0.773	0.523
1.494	1.166	1.103	1.033	0.957	0.873	0.616
1.586	1.265	1.204	1.134	1.059	0.970	0.705
1.675	1.355	1.295	1.225	1.150	1.059	0.806
1.762	1.449	1.385	1.318	1.242	1.154	0.903
1.846	1.537	1.473	1.408	1.329	1.239	0.988
1.927	1.623	1.559	1.492	1.415	1.324	1.074
2.006	1.708	1.645	1.580	1.501	1.408	1.158

Anexo D

Tabla D.1
 Datos de presiones de vapor de soluciones acuosas de HBr a
 diferentes concentraciones

Temp (K)	Pv H2O (kPa)	Pv Sol. 48% (kPa)	Pv Sol. 50% (kPa)	Pv Sol. 52% (kPa)	Pv Sol. 54% (kPa)	Pv Sol. 56% (kPa)	Pv Sol. 58% (kPa)	Pv Sol. 60% (kPa)
293.2	2.338	0.827	0.600	0.440	0.320	0.227	0.173	
298.2	3.167	1.093	0.813	0.600	0.440	0.320	0.253	
323.2	12.334	4.026	3.240	2.573	2.133	1.773	1.387	
328.2	15.737	5.066	4.133	3.333	2.800	2.400	1.867	1.520

Tabla D.2
 Logaritmos de las presiones de vapor de soluciones acuosas de
 HBr a diferentes concentraciones

Temp (K)	log Pv H2O	log Pv Sol. 48%	log Pv Sol. 50%	log Pv Sol. 52%	log Pv Sol. 54%	log Pv Sol. 56%	log Pv Sol. 58%	log Pv Sol 60%
283.2	0.369	-0.083	-0.222	-0.357	-0.495	-0.645	-0.761	
293.2	0.501	0.039	-0.090	-0.222	-0.357	-0.495	-0.596	
303.2	1.091	0.605	0.511	0.410	0.329	0.249	0.142	
313.2	1.197	0.705	0.616	0.523	0.447	0.380	0.271	0.182

Anexo E

Tabla E.1
 Datos de presiones de vapor de soluciones acuosas de NH₃
 a diferentes concentraciones

Temp. (K)	Pv H2O (kPa)	Pv Sol. 10M (kPa)	Pv Sol. 20M (kPa)	Pv Sol. 30M (kPa)	Pv Sol. 40M (kPa)	Pv Sol. 50M (kPa)	Pv Sol. 60M (kPa)
273.2	0.62	0.54	0.48	0.41	0.35	0.29	0.23
283.2	1.24	1.10	0.97	0.83	0.69	0.59	0.47
294.3	2.48	2.21	1.93	1.72	1.45	1.17	0.97
305.4	4.83	4.34	3.79	3.24	2.76	2.28	1.79
316.5	8.76	7.86	6.89	5.93	5.03	4.14	3.31
327.6	15.31	13.65	12.00	10.41	8.83	7.24	5.79
338.7	25.65	22.82	20.06	17.37	14.75	12.13	9.72
349.8	41.30	36.82	32.41	28.06	23.79	19.58	15.72
360.9	64.40	57.36	50.47	43.71	37.09	30.61	24.48

Tabla E.1 (Continuación)
 Datos de presiones de vapor de soluciones acuosas de NH₃
 a diferentes concentraciones

Pv H2O (kPa)	Pv Sol. 70M (kPa)	Pv Sol. 80M (kPa)	Pv Sol. 90M (kPa)
0.62	0.17	0.12	0.06
1.24	0.35	0.23	0.12
2.48	0.69	0.48	0.23
4.83	1.38	0.9	0.46
8.76	2.48	1.65	0.83
15.31	4.34	2.9	1.45
25.65	7.31	4.9	2.41
41.3	11.79	7.79	3.93
64.4	18.27		

Tabla E.2
Logaritmos de las presiones de vapor de soluciones acuosas
de NH_3 a diferentes concentraciones

Temp. (K)	log Pv H ₂ O	log Pv Sol. 10M	log Pv Sol. 20M	log Pv Sol. 30M	log Pv Sol. 40M	log Pv Sol. 50M	log Pv Sol. 60M
273.2	-0.208	-0.268	-0.319	-0.387	-0.456	-0.538	-0.638
283.2	0.093	0.041	-0.013	-0.081	-0.161	-0.229	-0.328
294.3	0.394	0.344	0.286	0.236	0.161	0.068	-0.013
305.4	0.684	0.637	0.579	0.511	0.441	0.358	0.253
316.5	0.943	0.895	0.838	0.773	0.702	0.617	0.520
327.6	1.185	1.135	1.079	1.017	0.946	0.860	0.763
338.7	1.409	1.358	1.302	1.240	1.169	1.084	0.988
349.8	1.616	1.566	1.511	1.448	1.376	1.292	1.196
360.9	1.809	1.759	1.703	1.641	1.569	1.486	1.389

Tabla E.2 (Continuación)
Logaritmos de las presiones de vapor de soluciones acuosas
de NH_3 a diferentes concentraciones

log Pv H ₂ O	log Pv Sol. 70M	log Pv Sol. 80M	log Pv Sol. 90M
-0.208	-0.770	-0.921	-1.222
0.093	-0.456	-0.638	-0.921
0.394	-0.161	-0.319	-0.638
0.684	0.140	-0.046	-0.337
0.943	0.394	0.217	-0.081
1.185	0.637	0.462	0.161
1.409	0.864	0.690	0.382
1.616	1.072	0.892	0.594
1.809	1.262		

Anexo F

Tabla F.1
 Datos de presiones de vapor de soluciones acuosas de
 Metanol a diferentes concentraciones

Temp. (K)	Pv H2O (kPa)	Pv Sol. 17.85% (kPa)	Pv Sol. 27.31% (kPa)	Pv Sol. 40.10% (kPa)	Pv Sol. 55.80% (kPa)	Pv Sol. 86.00% (kPa)
313.1	7.293	5.133	4.773	4.373	3.640	1.347
332.6	19.385	13.626	12.226	10.252	5.840	

Tabla F.2
 Logaritmos de las presiones de vapor de soluciones acuosas
 de Metanol a diferentes concentraciones

Temp. (K)	log Pv H2O	log Pv Sol. 17.85%	log Pv Sol 27.31%	log Pv Sol. 40.10%	log Pv Sol. 55.80%	log Pv Sol 86.00%
313.1	0.863	0.710	0.679	0.641	0.561	0.129
332.6	1.287	1.134	1.087	1.011	0.766	

Anexo G

Tabla G.1
 Datos de presiones de vapor de soluciones acuosas de NaOH
 a diferentes concentraciones

Temp. (K)	Pv H2O (kPa)	Pv Sol. 10% (kPa)	Pv Sol. 30% (kPa)	Pv Sol. 50% (kPa)	Pv Sol. 70% (kPa)	Pv Sol. 90% (kPa)	Pv Sol. 120% (kPa)	Pv Sol. 160% (kPa)
273.2	0.613	0.560	0.387					
293.2	2.333	2.133	1.507	0.840	0.400	0.173		
313.2	7.373	6.746	4.880	2.760	1.453	0.693	0.227	
333.2	19.932	18.265	13.466	8.333	4.600	2.333	0.840	0.200
353.2	47.396	43.396	32.797	21.398	12.532	7.066	2.733	0.800
373.2	101.325	92.926	71.594	49.063	30.797	18.398	8.133	2.733

Tabla G.2
 Logaritmos de las presiones de vapor de soluciones acuosas
 de NaOH a diferentes concentraciones

Temp. (K)	log Pv H2O	log Pv Sol. 10%	log Pv Sol. 30%	log Pv Sol. 50%	log Pv Sol. 70%	log Pv Sol. 90%	log Pv Sol. 120%	log Pv Sol. 160%
273.2	-0.212	-0.252	-0.413					
293.2	0.368	0.329	0.178	-0.076	-0.398	-0.761		
313.2	0.868	0.829	0.688	0.441	0.162	-0.159	-0.645	
333.2	1.300	1.262	1.129	0.921	0.663	0.368	-0.076	-0.699
353.2	1.676	1.637	1.516	1.330	1.098	0.849	0.437	-0.097
373.2	2.006	1.968	1.855	1.691	1.489	1.265	0.910	0.437

TABLE 1

Summary of the results of the analysis of variance for the effect of the treatment on the yield of the crop

Treatment	Yield (kg/ha)	Standard Error
Control	10.5	0.5
T1	12.0	0.5
T2	13.5	0.5
T3	15.0	0.5
T4	16.5	0.5
T5	18.0	0.5
T6	19.5	0.5
T7	21.0	0.5
T8	22.5	0.5
T9	24.0	0.5
T10	25.5	0.5
T11	27.0	0.5
T12	28.5	0.5
T13	30.0	0.5
T14	31.5	0.5
T15	33.0	0.5
T16	34.5	0.5
T17	36.0	0.5
T18	37.5	0.5
T19	39.0	0.5
T20	40.5	0.5

TABLE 2

Summary of the results of the analysis of variance for the effect of the treatment on the yield of the crop

Treatment	Yield (kg/ha)	Standard Error
Control	10.5	0.5
T1	12.0	0.5
T2	13.5	0.5
T3	15.0	0.5
T4	16.5	0.5
T5	18.0	0.5
T6	19.5	0.5
T7	21.0	0.5
T8	22.5	0.5
T9	24.0	0.5
T10	25.5	0.5
T11	27.0	0.5
T12	28.5	0.5
T13	30.0	0.5
T14	31.5	0.5
T15	33.0	0.5
T16	34.5	0.5
T17	36.0	0.5
T18	37.5	0.5
T19	39.0	0.5
T20	40.5	0.5

Anexo H

Tabla H.1
 Datos de presión de vapor para
 Compuestos orgánicos (en kPa)

P1: Dato 1 Presión de vapor compuesto referido

P2: Dato 2 Presión de vapor compuesto referido

PR1: Dato 1 Presión de vapor compuesto referencia

PR2: Dato 2 Presión de vapor compuesto referencia

Compuesto	Formula	P1	P2	PR1	PR2
1,1,1,2-TETRABROMOETANO	C ₂ H ₂ Br ₄	0.670	1.330	53.420	86.720
1,1,1,2-TETRACLORPETANO	C ₂ H ₂ Cl ₄	0.670	13.330	1.030	62.490
1,1,1-TRICLOROETANO	C ₂ H ₃ Cl ₃	5.330	101.330	0.690	36.960
1,1,1-TRICLOROPROPANO	C ₃ H ₅ Cl ₃	1.330	53.330	0.820	64.930
1,1,2,2-TETRACLORO-1,2-FMETA	C ₂ Cl ₄ F ₂	2.670	101.330	0.980	75.590
1,1,2,2-TETRACLOROETANO	C ₂ H ₂ Cl ₄	0.670	13.330	2.440	53.440
1,1,2-TRIBROMOBUTANO	C ₄ H ₇ Br ₃	0.670	1.330	3.470	64.930
1,1,2-TRIBROMOETANO	C ₂ H ₃ Br ₃	0.670	2.670	18.140	55.580
1,1,2-TRICLOROETANO	C ₂ H ₃ Cl ₃	1.330	53.330	1.090	78.470
1,1-DICLORO-2-METILPROPANO	C ₄ H ₈ Cl ₂	1.330	53.330	0.740	57.810
1,2,2-TRIBROMOBUTANO	C ₄ H ₇ Br ₃	0.670	2.670	29.830	96.360
1,2,3,4-TETRAETILBENCENO	C ₁₀ H ₁₄	0.670	2.670	29.800	87.040
1,2,3,5-TETRAETILBENCENO	C ₁₀ H ₁₄	0.670	2.670	26.130	70.360
1,2,3-TRIBROMOPROPANO	C ₃ H ₅ Br ₃	0.670	1.330	40.130	70.100
1,2,3-TRICLOROBUTANO	C ₄ H ₇ Cl ₃	0.670	13.330	3.610	88.320
1,2,3-TRICLOROPROPANO	C ₃ H ₅ Cl ₃	0.670	13.330	5.230	88.000
1,2,3-TRIMETILBENCENO	C ₉ H ₁₂	0.670	8.000	8.590	85.450
1,2,4,5-TETRAETILBENCENO	C ₁₀ H ₁₄	0.670	2.670	25.000	64.940
1,2,4-TRIMETILBENCENO	C ₉ H ₁₂	0.670	8.000	6.730	69.990
1,2-BUTADIENO	C ₄ H ₆	53.330	101.330	0.700	2.130
1,2-DIBROMO ETANO	C ₂ H ₄ Br ₂	0.670	26.660	0.850	67.460
1,2-DIBROMO-2-METILPROPANO	C ₄ H ₈ Br ₂	1.330	26.660	1.270	75.880
1,2-DIBROMOBUTANO	C ₄ H ₈ Br ₂	0.670	13.330	5.090	100.600
1,2-DIBROMOPENTANO	C ₅ H ₁₀ Br ₂	0.670	8.000	9.780	92.270
1,2-DIBROMOPROPANO	C ₃ H ₆ Br ₂	0.670	26.660	1.970	93.610
1,2-DICLORO PROPANO	C ₃ H ₆ Cl ₂	2.670	101.330	0.930	90.280
1,2-DICLORO TETRAETIL BENZEN	C ₁₄ H ₂₀ Cl ₂	0.670	5.330	341.380	1311.100
1,2-DICLORO-2-METILPROPANO	C ₄ H ₈ Cl ₂	1.330	53.330	0.980	64.930
1,2-DICLOROBENCENO	C ₆ H ₄ Cl ₂	0.670	8.000	10.090	99.530
1,2-DICLOROBUTANO	C ₄ H ₈ Cl ₂	1.330	26.660	1.360	47.330
1,2-DIETILBENCENO	C ₁₀ H ₁₄	0.670	5.330	11.560	77.020
1,2-DIETOXI ETANO	C ₆ H ₁₄ O ₂	1.330	53.330	0.690	81.750
1,2-DIISOPROPIL BENCENO	C ₁₂ H ₁₈	0.670	2.670	28.550	90.280
1,2-DIMETOXI ETANO	C ₄ H ₁₀ O ₂	5.330	101.330	1.290	78.470
1,2-DIPROPOXI ETANO	C ₈ H ₁₈ O ₂	1.330	13.330	0.870	36.960
1,2-ETANODIOL	C ₂ H ₆ O ₂	0.670	1.330	45.460	75.880
1,2-ETENAMIDA	C ₂ H ₈ N ₂	0.670	53.330	1.270	97.760

Tabla H.1 (Continuación)
 Datos de presión de vapor para
 Compuestos orgánicos (en kPa)

P1: Dato 1 Presión de vapor compuesto referido

P2: Dato 2 Presión de vapor compuesto referido

PR1: Dato 1 Presión de vapor compuesto referencia

PR2: Dato 2 Presión de vapor compuesto referencia

Compuesto	Formula	P1	P2	PR1	PR2
1,3,5-TRIMETILBENCENO	C ₉ H ₁₂	0.670	13.330	5.530	97.410
1,3-DIBROMO-2-METILPROPANO	C ₄ H ₈ Br ₂	0.670	8.000	7.380	80.540
1,3-DIBROMOPROPANO	C ₃ H ₆ Br ₂	0.670	8.000	5.750	64.940
1,3-DICLORO-2-METILPROPANO	C ₄ H ₈ Cl ₂	0.670	26.660	2.430	88.000
1,3-DICLORO-2-PROPANOL	C ₃ H ₆ Cl ₂ O	0.670	5.330	13.610	78.470
1,3-DICLOROBENCENO	C ₆ H ₄ Cl ₂	0.670	8.000	6.990	76.160
1,3-DIETILBENCENO	C ₁₀ H ₁₄	0.670	5.330	10.510	71.170
1,3-DIISOPROPIL BENCENO	C ₁₂ H ₁₈	0.670	2.670	21.830	73.350
1,3-DIVINIL BENCENO	C ₁₀ H ₁₀	0.670	2.670	19.920	67.460
1,3-BUTANEDIOL	C ₄ H ₁₀ O ₂	0.670	2.670	27.330	101.330
1,4-BROMOCLOROBENCENO	C ₆ H ₄ BrCl	0.670	2.670	19.920	64.940
1,4-DIBROMOBENCENO	C ₆ H ₄ Br ₂	0.670	1.330	45.460	64.930
1,4-DIBROMOBUTANO	C ₄ H ₈ Br ₂	0.670	2.670	18.930	64.930
1,4-DICLORO-2-ETILBENCENO	C ₈ H ₈ Cl ₂	0.670	2.670	28.550	100.600
1,4-DICLOROBENCENO	C ₆ H ₄ Cl ₂	1.330	8.000	15.730	85.140
1,4-DICLOROTETRAETIL BENCENO	C ₁₄ H ₂₀ Cl ₂	0.670	2.670	239.330	650.160
1,4-DIETILBENCENO	C ₁₀ H ₁₄	0.670	5.330	10.670	73.080
1,4-DIOXANO	C ₄ H ₈ O ₂	2.670	53.330	1.400	51.260
1,4-DIOXANO-2,6-DIONA	C ₄ H ₄ O ₄	0.670	2.670	108.780	286.700
1,5-DICLOROHEXAMILTRISOLOEX	C ₆ H ₁₈ Cl ₂ O ₂ Si	0.670	5.330	13.610	83.890
1-BROMO-1-CLOROETANO	C ₂ H ₄ BrCl	2.670	101.330	0.610	53.410
1-BROMO-2-BUTANOL	C ₄ H ₉ BrO	0.670	13.330	9.780	92.940
1-BROMO-2-BUTANONA	C ₄ H ₇ BrO	0.670	13.330	4.240	67.470
1-BROMO-4-ETILBENCENO	C ₈ H ₉ Br	0.670	2.670	8.420	70.630
1-BROMOETILENO	C ₂ H ₃ Br	53.330	101.330	0.560	1.790
1-BROMONAFTALENO	C ₁₀ H ₇ Br	0.670	2.670	186.280	476.000
1-BROMOPROPANO	C ₃ H ₇ Br	8.000	101.330	1.040	32.520
1-DECENO	C ₁₀ H ₂₀	0.670	8.000	7.490	79.950
1-DIHIROCARVONA	C ₁₀ H ₁₆ O	0.670	1.330	38.540	70.100
1-DODECENO	C ₁₂ H ₂₄	0.670	1.330	36.960	64.940
1-HEPTANOL	C ₇ H ₁₆ O	0.670	5.330	23.910	100.600
1-PROPANETIOL	C ₃ H ₈ S	8.000	101.330	0.850	27.330
1-PROPANOL	C ₃ H ₈ O	0.670	101.330	0.870	93.610
1-YODO-2-METILPROPANO	C ₄ H ₉ I	0.670	26.660	0.920	49.290
1-YODO-3-METILBUTANO	C ₅ H ₁₁ I	0.670	13.330	2.630	55.570
1-YODPROPANO	C ₃ H ₇ I	2.670	53.330	1.230	51.290
2,2,3-TRIBROMOBUTANO	C ₄ H ₇ Br ₃	0.670	2.670	26.140	83.270
2,2,3-TRIMETILBUTANO	C ₇ H ₁₆	5.330	101.330	0.880	49.290

Tabla H.1 (Continuación)
 Datos de presión de vapor para
 Compuestos orgánicos (en kPa)

P1: Dato 1 Presión de vapor compuesto referido

P2: Dato 2 Presión de vapor compuesto referido

PR1: Dato 1 Presión de vapor compuesto referencia

PR2: Dato 2 Presión de vapor compuesto referencia

Compuesto	Formula	P1	P2	PR1	PR2
2,2,4-TRIMETIL-3-PENTANONA	$C_8H_{16}O$	0.670	13.330	5.940	64.930
2,2,4-TRIMETILPENTANO	C_8H_{18}	2.670	101.330	1.040	98.460
2,2-DIMETIL BUTANO	C_6H_{14}	26.660	101.330	1.540	12.150
2,2-DIMETIL PENTANO	C_7H_{16}	5.330	101.330	0.870	45.460
2,3,3-TRIMETILPENTANO	C_8H_{18}	1.330	53.330	0.990	77.600
2,3,4-TRIMETILPENTANO	C_8H_{18}	1.330	53.330	1.010	75.030
2,3-BUTILENGLICOL	$C_4H_{10}O_2$	0.670	2.670	28.550	79.650
2,3-DIBROMOPROPENO	$C_3H_4Br_2$	0.670	26.660	2.050	94.290
2,3-DICLORO ESTIRENO	$C_8H_6Cl_2$	0.670	26.660	70.360	1148.800
2,3-DICLOROBUTANO	$C_4H_8Cl_2$	1.330	53.330	1.110	82.050
2,3-DIMETIL BUTANO	C_6H_{14}	13.330	101.330	0.900	18.140
2,3-DIMETIL FENOL	$C_6H_{10}O$	0.670	1.330	55.460	92.940
2,3-DIMETIL PENTANO	C_7H_{16}	2.670	101.330	0.660	67.470
2,4,6-TRIMETILESTIRENO	$C_{11}H_{14}$	0.670	2.670	26.130	83.890
2,4-DICLORO ESTIRENO	$C_8H_6Cl_2$	0.670	8.000	51.320	361.380
2,4-DICLOROFENOL	$C_6H_4Cl_2O$	0.670	13.330	47.340	427.090
2,4-DIMETIL ESTIRENO	$C_{10}H_{12}$	0.670	2.670	21.820	72.250
2,4-DIMETIL FENOL	$C_8H_{10}O$	0.670	1.330	43.640	73.630
2,4-DIMETIL PENTANO	C_7H_{16}	5.330	101.330	1.650	47.340
2,4-XALDEHIDO	$C_9H_{10}O$	0.670	1.330	60.120	97.760
2,4-XILIDINA	$C_8H_{11}N$	0.670	1.330	47.330	78.470
2,5-DICLORO ESTIRENO	$C_8H_6Cl_2$	0.670	26.660	55.570	957.360
2,5-DIETILSTIRENO	$C_{12}H_{16}$	0.670	1.330	43.640	77.310
2,5-DIMETIL ESTIRENO	$C_{10}H_{12}$	0.670	2.670	16.510	55.570
2,5-DIMETIL FENOL	$C_8H_{10}O$	0.670	1.330	43.640	73.630
2,6-DICLORO ESTIRENO	$C_8H_6Cl_2$	0.670	26.660	40.130	790.000
2,6-DICLOROFENOL	$C_6H_4Cl_2O$	0.670	26.660	64.930	913.680
2,6-XILIDINA	$C_8H_{11}N$	0.670	1.330	35.420	62.490
2,7-DIMETIL OCTANO	$C_{10}H_{22}$	0.670	13.330	4.370	81.150
2-BROMO-1,4-XILENO	C_8H_9Br	0.670	2.670	25.000	81.450
2-BROMO-4,6-DICLOROFENOL	$C_6H_3BrCl_2O$	0.670	5.330	174.650	718.310
2-BROMO-4-FENILFENOL	$C_{12}H_9BrO$	0.670	2.670	322.290	831.060
2-BROMOETIL-CICLOEXANO	$C_8H_{15}Br$	0.670	2.670	26.140	87.040
2-BROMOPROPANO	C_3H_7Br	13.330	101.330	1.070	19.920
2-BROMOTOLUENO	C_7H_7Br	0.670	5.330	12.150	72.800
2-BUTANONA	C_4H_8O	5.330	101.330	0.930	47.330
2-BUTIL-2-ETILBUTANO-1,3-DIO	$C_{10}H_{22}O_2$	0.670	2.670	211.450	476.000
2-BUTINO	C_4H_6	53.330	101.330	1.280	3.610

Tabla H.1 (Continuación)
 Datos de presión de vapor para
 Compuestos orgánicos (en kPa)

P1: Dato 1 Presión de vapor compuesto referido

P2: Dato 2 Presión de vapor compuesto referido

PR1: Dato 1 Presión de vapor compuesto referencia

PR2: Dato 2 Presión de vapor compuesto referencia

Compuesto	Formula	P1	P2	PR1	PR2
2-CLORO ETANOL	C_2H_5ClO	0.670	26.660	2.200	75.030
2-CLOROBUTANO	C_4H_9Cl	8.000	101.330	0.780	28.550
2-CLOROPROPANO	C_3H_7Cl	26.660	101.330	0.670	6.110
2-DECANONA	$C_{10}H_{20}O$	0.670	1.330	33.940	60.120
2-ETIL ANISOLA	$C_9H_{12}O$	0.670	5.330	16.510	97.060
2-ETIL FENOL	$C_8H_{10}O$	0.670	1.330	35.420	62.490
2-ETIL HEXIL ACRILATO	$C_{11}H_{20}O_2$	0.670	1.330	43.600	75.030
2-ETIL TOLUENO	C_9H_{12}	0.670	13.330	5.560	97.760
2-ETIL-1,4-XILENO	$C_{10}H_{14}$	0.670	5.330	13.610	87.680
2-FURALDEHIDO	$C_5H_4O_2$	0.670	8.000	8.400	74.190
2-HEPTANONA	$C_7H_{14}O$	0.670	8.000	8.910	70.090
2-HEPTENO	C_7H_{14}	2.670	101.330	1.090	96.010
2-HEXANONA	$C_6H_{12}O$	0.670	26.660	3.960	82.360
2-METIL-1-BUTENO	C_5H_{10}	53.330	101.330	0.730	2.370
2-METIL-1-PENTANOL	$C_6H_{14}O$	0.670	13.330	6.630	82.050
2-METIL-2-BUTENO	C_5H_{10}	26.660	101.330	0.870	6.810
2-METIL-2-HEPTENO	C_8H_{16}	0.670	26.660	0.980	51.330
2-METIL-2-PENTANOL	$C_6H_{14}O$	0.670	26.660	1.910	57.810
2-METIL-3-ETILPENTANO	C_8H_{18}	1.330	53.330	1.190	81.450
2-METIL-4-PENTANOL	$C_6H_{14}O$	0.670	26.660	2.660	84.200
2-METILHEPTANO	C_8H_{18}	0.670	53.330	0.670	88.320
2-METILHEXANO	C_7H_{16}	2.670	101.330	0.720	70.100
2-METILPENTANO	C_6H_{14}	13.330	101.330	1.080	22.850
2-METOXI ETANO	$C_3H_8O_2$	0.670	26.660	1.240	57.810
2-METOXIANILINA	C_7H_9NO	0.670	2.670	64.940	174.650
2-METOXIFENOL	$C_7H_8O_2$	0.670	2.670	45.460	125.040
2-PENTANOL	$C_5H_{12}O$	0.670	13.330	2.660	32.520
2-PENTANONA	$C_5H_{10}O$	0.670	53.330	1.070	62.490
2-PROPANOL	C_3H_8O	1.330	101.330	0.730	53.360
2-PROPENAL	C_3H_4O	13.330	101.330	0.730	13.720
2-sec-BUTILFENOL	$C_{10}H_{14}O$	0.670	2.670	60.120	174.650
2-tert-BUTIL-4-CRESOL	$C_{11}H_{16}O$	0.670	5.330	94.290	404.200
2-TOLUENONITRILLO	C_8H_7N	0.670	2.670	23.910	78.470
2-VINILANISOLA	$C_9H_{10}O$	0.670	2.670	28.550	83.580
2-XILENO	C_8H_{10}	0.670	13.330	2.370	49.290
2-YODOPROPANO	C_3H_7I	2.670	101.330	0.610	70.060
3,3-DIMETIL PENTANO	C_7H_{16}	5.330	101.330	1.220	60.120

Tabla H.1 (Continuación)
 Datos de presión de vapor para
 Compuestos orgánicos (en kPa)

P1: Dato 1 Presión de vapor compuesto referido

P2: Dato 2 Presión de vapor compuesto referido

PR1: Dato 1 Presión de vapor compuesto referencia

PR2: Dato 2 Presión de vapor compuesto referencia

Compuesto	Formula	P1	P2	PR1	PR2
3,4-DICLORO-TRIFLUOROMTOLUEN	$C_7H_3Cl_2F_3$	0.670	8.000	6.730	84.510
3,4-DIMETIL FENOL	$C_8H_{10}O$	0.130	0.670	26.140	80.840
3,5-DICLORO ESTIRENO	$C_8H_6Cl_2$	0.670	8.000	51.320	361.380
3,5-DIETIL TOLUENO	$C_{11}H_{16}$	0.670	1.330	20.860	38.540
3,5-DIMETIL FENOL	$C_8H_{10}O$	0.130	0.670	21.830	67.470
3-BROMO-2,4,6-TRICLOROFENOL	$C_6H_2BrCl_3O$	0.670	5.330	427.900	1554.900
3-BROMOPIRIDINA	C_5H_4BrN	0.670	8.000	8.200	81.750
3-BROMOTOLUENO	C_7H_7Br	0.670	5.330	12.960	81.150
3-BUTENENITRILLO	C_4H_5N	0.670	53.330	0.750	94.290
3-CLOROPROPENO	C_3H_5Cl	26.660	101.330	1.260	9.390
3-ETIL CUMINA	$C_{11}H_{18}$	0.670	5.330	16.400	100.960
3-ETIL ESTIRENO	$C_{10}H_{12}$	0.670	5.330	15.740	98.460
3-ETIL FENOL	$C_8H_{10}O$	0.130	0.670	19.920	60.120
3-ETIL HEXANO	C_8H_{18}	0.670	53.330	0.710	90.940
3-ETIL PENTANO	C_7H_{16}	2.670	101.330	0.850	79.950
3-ETIL TOLUENO	C_9H_{12}	0.670	13.330	4.840	87.350
3-ETILANISOLA	$C_9H_{12}O$	0.670	2.670	19.920	64.990
3-METIL-2-BUTANONA	$C_5H_{10}O$	1.330	101.330	1.090	67.460
3-METIL-3-ETILPENTANO	C_8H_{18}	1.330	53.330	1.220	88.320
3-METILHEPTANO	C_8H_{18}	0.670	53.330	0.740	92.270
3-METILHEXANO	C_7H_{16}	2.670	101.330	0.790	75.310
3-METILPENTANO	C_6H_{14}	8.000	101.330	0.620	22.850
3-PENTANONA	$C_5H_{10}O$	0.670	53.330	1.040	60.120
3-TOLUIDINA	C_7H_9N	0.670	2.670	28.550	89.950
3-VINILANISOLA	$C_9H_{10}O$	0.670	2.670	31.160	91.600
3-XILENO	C_8H_{10}	0.670	26.660	1.910	86.080
4,6-DIMETIL RESORCINOL	$C_8H_{10}O_2$	0.670	1.330	41.880	71.980
4-ALILVERATROLA	$C_{11}H_{14}O_2$	0.670	2.670	163.620	382.310
4-BROMOANISOLA	C_7H_7BrO	0.670	8.000	41.880	322.290
4-BROMOBIFENILO	$C_{12}H_9Br$	0.670	5.330	307.070	1255.100
4-BROMOTLUENO	C_7H_7Br	0.670	5.330	10.880	75.030
4-ETIL CUMINA	$C_{11}H_{16}$	0.670	5.330	18.140	62.390
4-ETIL ESTIRENO	$C_{10}H_{12}$	0.670	5.330	14.280	91.930
4-ETIL FENETOLA	$C_{10}H_{14}O$	0.670	1.330	40.180	67.470
4-ETIL FENOL	$C_8H_{10}O$	0.130	0.670	19.010	60.120
4-ETIL-1,3-XILENO	$C_{10}H_{14}$	0.670	5.330	14.290	91.600
4-iso-BUTILFENOL	$C_{10}H_{14}O$	0.670	5.330	104.630	451.010
4-iso-BUTILFENOL	$C_{10}H_{14}O$	0.670	8.000	104.630	587.250

Tabla H.1 (Continuación)
 Datos de presión de vapor para
 Compuestos orgánicos (en kPa)

P1: Dato 1 Presión de vapor compuesto referido

P2: Dato 2 Presión de vapor compuesto referido

PR1: Dato 1 Presión de vapor compuesto referencia

PR2: Dato 2 Presión de vapor compuesto referencia

Compuesto	Formula	P1	P2	PR1	PR2
4-iso-PROPILESTIRENO	C ₁₁ H ₁₄	0.670	2.670	21.820	73.350
4-METIL ESTIRENO	C ₉ H ₁₀	0.670	8.000	8.200	84.510
4-METIL-2-PENTANONA	C ₈ H ₁₂ O	0.670	26.660	2.290	60.060
4-METILHEPTANO	C ₈ H ₁₈	0.670	53.330	0.680	88.640
4-sec-BUTILFENOL	C ₁₀ H ₁₄ O	0.670	8.000	60.120	404.200
4-sec-BUTILFENOL	C ₁₀ H ₁₄ O	0.670	2.670	103.150	198.540
4-tert-AMILFENOL	C ₁₁ H ₁₆ O	0.670	5.330	143.270	618.060
4-tert-BUTILFENOL	C ₁₀ H ₁₄ O	0.670	8.000	98.460	557.670
4-TOLUENONIRILO	C ₈ H ₇ N	0.670	1.330	32.530	60.120
4-TOLUIDINA	C ₇ H ₉ N	0.670	2.670	28.560	87.040
4-VINILANISOLA	C ₉ H ₁₀ O	0.670	1.330	33.940	60.120
4-XILENO	C ₈ H ₁₀	0.670	26.660	1.760	83.270
5-ETIL-1,3-XILENO	C ₁₀ H ₁₄	0.670	5.330	11.620	77.310
6-METIL-3-HEPTE-2-OL	C ₈ H ₁₈ O	0.670	2.670	25.000	67.490
6-METIL-5-HEPTE-2-OL	C ₈ H ₁₈ O	0.670	2.670	26.140	71.170
a-ACIDO ETILACRILICO	C ₅ H ₈ O ₂	0.670	2.670	32.400	82.660
a-CLOROPROPIONATO ETILICO	C ₉ H ₉ ClO ₂	0.670	13.330	4.290	67.470
a-ETIL ACRILONITRILLO	C ₈ H ₇ N	1.330	53.330	0.870	76.160
a-METIL ESTIRENO	C ₉ H ₁₀	0.670	8.000	5.320	64.950
a-TERPINEOL	C ₁₀ H ₁₈ O	0.670	1.330	47.340	82.360
ACETALDEHIDO	C ₂ H ₄ O	53.330	101.330	0.870	2.370
ACETATO DE BENZILLO	C ₉ H ₁₀ O ₂	0.670	2.670	35.420	108.780
ACETATO GERANILICO	C ₁₂ H ₂₀ O ₂	0.670	5.330	108.780	476.000
ACETATO iso-PROPILICO	C ₅ F ₁₀ O ₂	2.670	101.330	0.820	67.470
ACETATO n-PROPILICO	C ₅ H ₁₀ O ₂	1.330	53.330	0.870	51.320
ACETATO VINILICO	C ₄ H ₆ O ₂	5.330	101.330	0.890	35.420
ACETOFENONA	C ₈ H ₈ O	0.670	2.670	23.910	76.730
ACETONA	C ₃ H ₆ O	13.330	101.330	1.050	17.310
ACETONITRILLO	C ₂ H ₃ N	5.330	101.330	1.050	51.320
ACIDO ACELAICO	C ₉ H ₁₆ O ₄	0.670	2.670	1907.700	3467.200
ACIDO ACETICO	C ₂ H ₄ O ₂	0.670	26.660	0.950	47.340
ACIDO ACETICO ANHIDRO	C ₄ H ₆ O ₂	0.670	26.660	3.120	101.330
ACIDO ACRILICO	C ₃ H ₄ O ₂	0.670	8.000	3.630	38.540
ACIDO BROMOACETICO	C ₂ H ₃ BrO ₂	0.670	2.670	51.320	133.900
ACIDO BUTIRICO	C ₄ H ₈ O ₂	0.670	8.000	12.210	89.290
ACIDO DICLOROACETICO	C ₂ H ₂ Cl ₂ O ₂	0.670	2.670	31.160	88.640

Tabla H.1 (Continuación)
 Datos de presión de vapor para
 Compuestos orgánicos (en kPa)

P1: Dato 1 Presión de vapor compuesto referido

P2: Dato 2 Presión de vapor compuesto referido

PR1: Dato 1 Presión de vapor compuesto referencia

PR2: Dato 2 Presión de vapor compuesto referencia

Compuesto	Formula	P1	P2	PR1	PR2
ACIDO iso-VALERICO	$C_5H_{10}O_2$	0.670	5.330	19.910	94.290
ACIDO n-VALERICO	$C_5H_{10}O_2$	0.670	2.670	28.550	78.680
ACIDO PIRUVICO	$C_3H_4O_3$	0.670	8.000	9.980	81.750
ACIDO PROPIONICO	$C_3H_6O_2$	0.670	13.330	3.780	60.060
ACIDO PROPIONICO ANHIDRO	$C_6H_{10}O_3$	0.670	8.000	9.730	82.970
ACIDO TRICLOROACETICO	$C_2HCl_3O_2$	0.670	1.330	40.180	64.940
ACRILONITRILLO	C_3H_3N	5.330	101.330	0.800	45.460
ALCOHOL a-METILBENCILICO	$C_8H_{10}O$	0.670	1.330	25.210	64.940
ALCOHOL ACETOBENCILICO	C_7H_8O	0.670	2.670	47.340	125.400
ALCOHOL ALILICO	C_3H_6O	1.330	101.330	1.270	89.620
ALCOHOL ETILICO	C_2H_6O	2.670	101.330	1.070	43.640
ALCOHOL FURFURILICO	$C_5H_6O_2$	0.670	8.000	16.510	116.680
AMIL ISOPROPIONATO	$C_8H_{16}O_2$	0.670	8.000	5.230	57.810
ANETOLA	$C_{10}H_{12}O$	0.670	5.330	74.460	361.380
ANGELONITRILLO	C_5H_7N	0.670	26.660	1.700	88.640
ANHIDRIDO GLUTARICO	$C_5H_6O_3$	0.670	2.670	304.070	718.310
ANILINA	C_6H_7N	0.670	8.000	18.140	125.040
ANISALDEHIDO	$C_8H_8O_2$	0.670	5.330	108.780	476.000
ANISOLA	C_7H_8O	0.670	13.330	4.240	78.470
AZELALDEHIDO	$C_9H_{18}O$	0.670	5.330	18.140	102.050
BENCENO	C_6H_6	5.330	101.330	1.040	47.340
BENCENONITRILLO	C_7H_5N	0.670	5.330	15.730	99.890
BENCENOPROPENILICO	C_9H_{10}	0.670	8.000	9.010	93.610
BENCENOTIOL	C_6H_6S	0.670	8.000	8.960	81.150
BENCIL	$C_{14}H_{10}O_2$	0.670	2.670	718.310	1621.000
BENCILAMINA	C_7H_9N	0.670	5.330	15.000	91.930
BENZALDEHIDO	C_7H_6O	0.670	8.000	12.330	99.890
BENZOANTO METILICO	$C_8H_8O_2$	0.670	2.670	23.910	75.030
BENZOINA	$C_{14}H_{12}O_2$	0.670	2.670	792.020	1832.600
BIFENIL	$C_{12}H_{10}$	0.670	5.330	108.780	502.080
BROMO ISOBUTIRATO ETILICO	$C_6H_{11}BrO_2$	0.670	13.330	5.880	100.600
BROMOBENCENO	C_6H_5Br	0.670	13.330	3.740	72.250
BROMOTOLUENO	C_7H_7Br	0.670	2.670	19.010	64.940
BROMURO 2-METILPROPILICO	C_4H_7BrO	0.670	8.000	6.770	67.460
BROMURO CIANOGENO	$CBrN$	5.330	101.330	1.120	20.860

Tabla H.1 (Continuación)
 Datos de presión de vapor para
 Compuestos orgánicos (en kPa)

P1: Dato 1 Presión de vapor compuesto referido

P2: Dato 2 Presión de vapor compuesto referido

PR1: Dato 1 Presión de vapor compuesto referencia

PR2: Dato 2 Presión de vapor compuesto referencia

Compuesto	Formula	P1	P2	PR1	PR2
BROMURO ETILICO	C_2H_5Br	26.660	101.330	0.840	6.770
BROMURO TRICLOROACETICO	C_2BrCl_3O	0.670	26.660	1.900	95.670
BUTIL CARBITOL	$C_8H_{18}O_3$	0.670	2.670	86.720	198.540
CAPRILATO METILICO	$C_9H_{18}O_2$	0.670	2.670	21.820	67.470
CAPROATO METILICO	$C_7H_{14}O_2$	0.670	13.330	4.240	73.910
CARBAMATO ETILICO	$C_3H_7NO_2$	0.670	2.670	26.130	72.800
CICLOHEXANO	C_6H_{12}	5.330	101.330	0.980	49.260
CICLOHEXANOL	$C_6H_{12}O$	0.670	8.000	9.100	75.030
CICLOHEXANONA	$C_6H_{10}O$	0.670	13.330	3.440	7.170
CICLOPENTANO	C_5H_{10}	26.660	101.330	1.580	11.910
CIMENA	$C_{10}H_{14}$	0.670	8.000	9.050	91.600
cis-1,2-DICLOROETILENO	$C_2H_2Cl_2$	13.330	101.330	1.190	19.010
cis-1,2-DIMETIL CICLOHEXANO	C_8H_{16}	0.670	26.660	1.020	57.810
cis-2-BUTENO	C_4H_8	53.330	101.330	0.240	0.800
cis-CROTONITRILLO	C_4H_5N	1.330	53.330	0.810	64.940
cis-DECALIN	$C_{10}H_{18}$	0.670	5.330	12.200	91.600
cis-DIETIL CITRACONATO	$C_9H_{14}O_4$	0.670	13.330	64.940	618.060
CLOROACETATO ETILICO	$C_4H_7ClO_2$	0.670	13.330	3.240	60.120
CLOROACETATO iso-PROPILICO	$C_5H_9ClO_2$	0.670	13.330	3.800	70.900
CLOROACETATO METILICO	$C_3H_5ClO_2$	0.670	26.660	2.200	71.440
CLOROGLOXILATO ETILICO	$C_4H_5ClO_3$	0.670	26.660	2.060	82.970
CLOROGLOXILATO PROPILICO	$C_5H_7ClO_3$	0.670	13.330	4.840	64.940
CLOROTOLUENO	C_7H_7Cl	0.670	8.000	11.050	103.150
CLORURO BENZALICO	$C_7H_6Cl_2$	0.670	2.670	23.910	82.360
CLORURO DE ACETILO	C_2H_3OCl	13.330	101.330	0.770	12.960
CLORURO DE BENCENOSULFONILO	$C_6H_5ClO_2S$	0.670	2.670	89.290	254.350
CLORURO DE BENZOILO	C_7H_5ClO	0.670	2.670	19.010	62.490
CLORURO ENTANILICO	$C_7H_{13}ClO$	0.670	8.000	15.730	79.950
CLORURO GLUTARICO	$C_5H_6Cl_2O_2$	0.670	1.330	55.570	93.610
CLORURO SUCINILICO	$C_4H_4Cl_2O_2$	0.670	2.670	25.000	75.030
CUMINA	C_9H_{12}	0.670	13.330	3.520	64.940
d-BORNIL ACETATO	$C_{12}H_{20}O_2$	0.670	1.330	38.540	70.630
d-FECONA	$C_{10}H_{16}O$	0.670	5.330	15.730	99.530
d-FEQUIL ALCOHOL	$C_{10}H_{18}O$	0.670	2.670	3.160	86.400
DI-n-PROPIL ETER	$C_6H_{14}O$	2.670	101.330	0.610	69.990
DI-N-PROPIL OXALATO	$C_8H_{14}O_4$	0.670	1.330	47.340	81.150
DIALIL-DICLOROSILANO	$C_6H_{10}Cl_2Si$	0.670	13.330	5.560	100.240
DIATIL MALATO	$C_8H_{14}O_5$	0.670	5.330	143.270	587.250

Tabla H.1 (Continuación)
 Datos de presión de vapor para
 Compuestos orgánicos (en kPa)

P1: Dato 1 Presión de vapor compuesto referido

P2: Dato 2 Presión de vapor compuesto referido

PR1: Dato 1 Presión de vapor compuesto referencia

PR2: Dato 2 Presión de vapor compuesto referencia

Compuesto	Formula	P1	P2	PR1	PR2
DICICLOPENTADIENO	$C_{10}H_8$	0.670	8.000	5.350	64.940
DICLORO-4-TOLISILANO	$C_7H_8Cl_2Si$	0.670	2.670	33.940	93.610
DICLOROACETATO METILICO	$C_3H_4Cl_2O_2$	0.670	13.330	3.500	57.810
DICLOROETOXIMETILSILO	$C_3H_8Cl_2OSi$	1.330	53.330	1.340	47.340
DICLOROFENIL ACETONITRIL	$C_8H_5Cl_2N$	0.670	5.330	55.570	270.130
DICLOROFENIL ARSINA	$C_6H_5AsCl_2$	0.670	8.000	101.330	683.000
DICLOROISILNO BENCILICO	$C_7H_8Cl_2Si$	0.670	2.670	31.160	89.950
DICLOROMETANO	CH_2Cl_2	26.660	101.330	0.950	7.650
DICLOROMETILFENILSILO	$C_7H_8Cl_2Si$	0.670	2.670	23.910	76.730
DIETIL ARSANILATO	$C_{10}H_{16}AsNO_3$	0.670	2.670	22.850	64.940
DIETIL CARBONATO	$C_5H_{10}O_3$	0.670	26.660	1.430	62.390
DIETIL DIOXOSUCINATO	$C_8H_{10}O_6$	0.670	26.660	94.290	1201.000
DIETIL ETILMALONATO	$C_9H_{16}O_4$	0.670	1.330	43.600	74.460
DIETIL FTALATO	$C_{12}H_{14}O_4$	0.670	1.330	361.380	557.670
DIETIL FUMARATO	$C_8H_{12}O_4$	0.670	1.330	49.290	85.450
DIETIL GLUTARATO	$C_9H_{16}O_4$	0.670	13.330	83.580	754.450
DIETIL ISOSUCCINATO	$C_8H_{14}O_4$	0.670	2.670	27.330	83.580
DIETIL MALEATO	$C_8H_{12}O_4$	0.670	5.330	60.120	286.700
DIETIL MALONATO	$C_7H_{12}O_4$	0.670	2.670	28.550	87.360
DIETIL MESACONATO	$C_9H_{14}O_4$	0.670	2.670	72.800	198.540
DIETIL OXALATO	$C_6H_{10}O_4$	0.670	2.670	33.860	90.280
DIETIL SUCINATO	$C_8H_{14}O_4$	0.670	1.330	53.410	89.620
DIETIL SULFATO	$C_4H_{10}O_4S$	0.670	1.330	36.960	64.940
DIETILAMINA	$C_4H_{11}N$	13.330	101.330	0.930	16.510
DIETILEN GLICOL	$C_4H_{10}O_3$	0.670	8.000	198.540	871.600
DIETILN GLICOL CLOROACETATO	$C_8H_{12}Cl_2O_5$	0.670	1.330	1002.700	1428.900
DIETOXI DIMETILSILO	$C_6H_{16}O_2Si$	0.670	53.330	0.730	79.060
DIISOBUTILAMINA	$C_8H_{19}N$	0.670	26.660	2.120	92.940
DIISOPROPIL ETER	$C_9H_{20}O_3$	0.670	1.330	35.420	60.120
DIISOPROPIL ETER	$C_6H_{14}O$	8.000	101.330	0.780	28.550
DIISOPROPIL OXALATO	$C_8H_{14}O_4$	0.670	2.670	29.830	86.400
DIMETIL CITROCONATO	$C_7H_{10}O_4$	0.670	1.330	43.640	75.030
DIMETIL FENIL SILO	$C_8H_{12}Si$	0.670	13.330	4.320	82.050
DIMETIL ITOCONATO	$C_7H_{10}O_4$	0.130	0.670	31.060	81.450
DIMETIL MALEATO	$C_6H_8O_4$	0.670	1.330	35.420	60.060
DIPENTENO	$C_{10}H_{16}$	0.670	8.000	7.530	83.270
DIVINIL ACETILENO	C_6H_6	5.330	101.330	1.230	55.570
dl-2,3-DIBROMOBUTANO	$C_4H_8Br_2$	0.670	8.000	4.240	85.450

Tabla H.1 (Continuación)
 Datos de presión de vapor para
 Compuestos orgánicos (en kPa)

P1: Dato 1 Presión de vapor compuesto referido

P2: Dato 2 Presión de vapor compuesto referido

PR1: Dato 1 Presión de vapor compuesto referencia

PR2: Dato 2 Presión de vapor compuesto referencia

Compuesto	Formula	P1	P2	PR1	PR2
EPICLORO HIDRIN	C_3H_5ClO	0.670	53.330	0.910	94.290
ESTIRENO	C_8H_8	0.670	13.330	2.060	51.320
ETANETIOL	C_2H_6S	26.660	101.330	0.680	5.620
ETER DICLORODIISOPROPILICO	$C_6H_{12}Cl_2O$	0.670	5.330	15.740	91.930
ETER DIETILICO	$C_4H_{10}O$	26.660	101.330	0.720	5.540
ETER DIISOAMILICO	$C_{10}H_{22}O$	0.670	8.000	9.240	87.680
ETER ISOPROPILICO	$C_6H_{12}O$	5.330	101.330	1.310	47.340
ETIL a-ETILACETO ACETATO	$C_8H_{14}O_3$	0.670	2.670	27.330	83.270
ETIL ACETATO	$C_4H_8O_2$	5.330	101.330	1.160	41.880
ETIL ACETOACETATO	$C_6H_{10}O_3$	0.670	5.330	15.000	88.320
ETIL ACRILATO	$C_5H_8O_2$	1.330	101.330	0.710	99.530
ETIL BENGENO	C_8H_{10}	0.670	26.660	1.590	77.600
ETIL BENIL ETER	$C_9H_{12}O$	0.670	5.330	13.610	85.770
ETIL BENZOATO	$C_9H_{10}O_2$	0.670	1.330	33.940	60.120
ETIL CICLOHEXANO	C_8H_{16}	0.670	26.660	1.160	64.940
ETIL CICLOPENTANO	C_7H_{14}	2.670	53.330	1.370	51.320
ETIL DICLOROACETATO	$C_4H_6Cl_2O_2$	0.670	13.330	5.320	88.000
ETIL FORMATO	$C_3H_6O_2$	26.660	101.330	2.340	15.000
ETIL GLUCOLATO	$C_4H_8O_3$	0.670	13.330	6.920	100.600
ETIL ISOTIOCIANATO	C_3H_5NS	0.670	26.660	1.280	70.100
ETIL ISOVALERATO	$C_7H_{14}O_2$	0.670	26.660	1.940	80.840
ETIL l-LEUCINATO	$C_8H_{17}NO_2$	0.670	2.670	17.310	64.940
ETIL LEVULINATO	$C_7H_{12}O_3$	0.670	1.330	23.910	62.490
ETIL METIL CARBAMATO	$C_4H_9NO_2$	0.670	5.330	12.960	72.800
ETIL PROPIL ETER	$C_5H_{12}O$	13.330	101.330	0.990	21.820
ETIL PROPIONATO	$C_5H_{10}O_2$	1.330	101.330	0.780	98.110
ETIL TRICLORO ACETATO	$C_4H_5Cl_3O_2$	0.670	8.000	9.830	82.660
ETIL TRIMETIL DE PLOMO	$C_5H_{14}Sn$	1.330	53.330	0.800	64.930
ETIL TRIMETIL SILANO	$C_5H_{14}Si$	13.330	101.330	1.160	21.830
ETIL-2-FUROATO	$C_7H_8O_3$	0.670	2.670	23.910	74.190
ETILAMINA	C_2H_7N	53.330	101.330	0.710	1.890
ETOXI DIMETILFENIL SILANO	$C_{10}H_{16}OSi$	0.670	2.670	22.850	72.800
FENETOLA	$C_8H_{10}O$	0.670	8.000	8.960	85.770
FENIL BENCIL ETER	$C_{13}H_{12}O$	0.670	5.330	254.350	1002.700
FLUOROBENCENO	C_6H_5F	5.330	101.330	1.360	57.810
FORMALATO	$C_6H_{12}O_2$	0.670	26.660	0.900	53.410
FORMAMIDA	CH_3NO	0.670	53.330	1.330	47.340
g-VALEROLACTONA	$C_5H_8O_2$	0.670	2.670	26.130	85.140

Tabla H.1 (Continuación)
 Datos de presión de vapor para
 Compuestos orgánicos (en kPa)

P1: Dato 1 Presión de vapor compuesto referido

P2: Dato 2 Presión de vapor compuesto referido

PR1: Dato 1 Presión de vapor compuesto referencia

PR2: Dato 2 Presión de vapor compuesto referencia

Compuesto	Formula	P1	P2	PR1	PR2
GERANIL ISOBUTIRATO	$C_{14}H_{24}O_2$	0.670	5.330	198.540	683.560
GERANIL n-BUTIRATO	$C_{14}H_{24}O_2$	0.670	5.330	239.330	792.020
GERANIOL	$C_{10}H_{18}O$	0.670	5.330	90.800	382.310
GLICEROL	$C_3H_8O_3$	0.670	5.330	529.290	1490.900
GLICOL ACETATO	$C_6H_{10}O_4$	0.670	5.330	23.910	125.040
GLOCOLATO METILCO	$C_3H_6O_3$	0.670	13.330	5.230	80.540
GLUTARONITRILLO	$C_5H_6N_2$	0.670	8.000	225.040	1255.100
HENEICOSANO	$C_{21}H_{44}$	0.670	1.330	1201.010	1759.800
HEPTADECANO	$C_{17}H_{36}$	0.670	1.330	427.090	618.060
HEPTALDEHIDO	$C_7H_{14}O$	0.670	13.330	4.950	55.570
HEPTILBENCENO	$C_{13}H_{20}$	0.670	5.330	83.270	404.200
HEXACLOROBENCENO	C_6Cl_6	0.670	5.330	476.000	1759.800
HEXACLOROETANO	C_2Cl_6	0.670	2.670	12.210	64.930
iso-BUTIL BUTIRATO	$C_8H_{16}O_2$	0.680	13.330	3.780	64.940
iso-AMIL ACETATO	$C_7H_{14}O_2$	0.670	8.000	2.930	32.520
iso-AMIL ALCOHOL	$C_5H_{12}O$	0.670	13.330	4.470	49.290
iso-AMIL ISOVALERATO	$C_{10}H_{20}O_2$	0.670	5.330	29.830	103.520
iso-AMIL LEVULINATO	$C_{10}H_{18}O_3$	0.670	8.000	116.680	650.120
iso-AMIL LEVULINATO NITRATO	$C_5H_{11}NO_3$	0.670	13.330	3.960	67.470
iso-AMILBENZOATO	$C_{12}H_{16}O_2$	0.670	2.670	116.680	361.380
iso-BUTIL ACETATO	$C_6H_{12}O_2$	0.670	53.330	0.680	92.600
iso-BUTIL ALCOHOL	$C_4H_{10}O$	0.670	53.330	1.370	73.910
iso-BUTIL AMINA	$C_4H_{11}N$	5.330	101.330	0.670	29.830
iso-BUTIL BENZOATO	$C_{11}H_{14}O_2$	0.670	8.000	80.250	502.080
iso-BUTIL DICLOROACETATO	$C_6H_{10}Cl_2O_2$	0.670	5.330	15.000	89.950
iso-BUTIL ISOVALERATO	$C_9H_{16}O_2$	0.670	8.000	7.860	76.730
iso-BUTIL LEVULINATO	$C_9H_{16}O_3$	0.670	2.670	75.880	198.540
iso-BUTIL n-BUTIRATO	$C_8H_{16}O_2$	0.670	13.330	4.240	81.450
iso-BUTILBENCENO	$C_{10}H_{14}$	0.670	8.000	7.570	79.350
iso-CLORURO DE BUTILO	C_4H_9Cl	8.000	101.330	0.930	29.830
ISOBUTIRATO	$C_4H_8O_2$	0.670	8.000	7.410	74.750
ISOBUTIRATO BORNILICO	$C_{14}H_{24}O_2$	0.670	2.670	100.600	270.130
ISOBUTIRATO ETILICO	$C_6H_{12}O_2$	1.330	53.330	1.100	70.100
ISOBUTIRATO iso-PROPILOCO	$C_7H_{14}O_2$	0.670	26.660	0.920	47.360
ISOBUTIRATO METILICO	$C_5H_{10}O_2$	2.670	101.330	1.100	77.310
ISOBUTIRATO n-PROPILOCO	$C_7H_{14}O_2$	0.670	13.330	1.910	75.030
ISOCAPROATO ETILICO	$C_8H_{16}O_2$	0.670	13.330	5.880	95.670
ISOTIOCIANATO METILICO	C_2H_3NS	1.330	53.330	0.900	93.610

Tabla H.1 (Continuación)
 Datos de presión de vapor para
 Compuestos orgánicos (en kPa)

P1: Dato 1 Presión de vapor compuesto referido

P2: Dato 2 Presión de vapor compuesto referido

PR1: Dato 1 Presión de vapor compuesto referencia

PR2: Dato 2 Presión de vapor compuesto referencia

Compuesto	Formula	P1	P2	PR1	PR2
ISOVALERATO PROPILICO	$C_8H_{16}O_2$	0.670	13.330	4.970	84.510
m-CRESOL	C_7H_8O	0.670	1.330	40.180	64.930
meso-2,3-DIBROMOBUTANO	$C_4H_8Br_2$	0.670	13.330	3.480	74.750
METILCICLOHEXANO	C_7H_{14}	2.670	53.330	1.120	47.330
METILCICLOPENTANO	C_6H_{12}	8.000	101.330	1.020	33.940
MIRCENO	$C_{10}H_{16}$	0.670	8.000	7.380	77.310
N,N-DIMETIL ANILINA	$C_8H_{11}N$	0.670	2.670	16.510	55.570
N,N-DIMETIL ARSANILATO	$C_8H_{12}AsNO_3$	0.670	8.000	7.220	67.400
N,N-DIMETIL-2-TOLUIDINA	$C_9H_{13}N$	0.670	5.330	15.000	84.510
N,N-DIMETIL-4-TOLUIDINA	$C_9H_{13}N$	0.670	1.330	36.960	62.490
n-AMIL ALCOHOL	$C_5H_{12}O$	0.670	13.330	5.530	60.110
n-AMIL LEVULINATO	$C_{10}H_{18}O_3$	0.670	5.330	143.270	557.670
N-BUTIL ACRILATO	$C_7H_{12}O_2$	0.670	13.330	2.890	57.810
n-BUTIL ALCOHOL	$C_4H_{10}O$	0.670	13.330	2.340	31.160
N-BUTILBENCENO	$C_{10}H_{14}$	0.670	5.330	11.620	76.730
n-BUTIRATO	$C_8H_{16}O_2$	0.670	8.000	10.670	100.600
n-BUTIRATO ETILICO	$C_6H_{12}O_2$	0.670	26.660	0.810	47.330
n-BUTIRATO METILICO	$C_5H_{10}O_2$	1.330	53.330	0.870	53.410
n-BUTIRATO n-PROPILICO	$C_7H_{14}O_2$	0.670	13.330	2.660	53.400
N-DIETILANILINA	$C_{10}H_{15}N$	0.670	8.000	43.640	304.070
n-DODECANO	$C_{12}H_{26}$	0.670	1.330	40.130	70.100
N-ETIL ANILINA	$C_8H_{11}N$	0.670	2.670	26.140	87.680
n-HEPTANO	C_7H_{16}	2.670	101.330	1.190	95.670
N-METILANILINA	C_7H_9N	0.670	2.670	22.840	71.440
n-PROPIL ETER	$C_6H_{12}O$	2.670	101.330	0.800	71.440
n-PROPILAMINA	C_3H_9N	13.330	101.330	0.630	11.450
NITRILO DE BENZOILO	C_8H_5NO	0.670	2.670	33.900	102.050
o-CRESOL	C_7H_8O	0.670	2.670	4.130	71.440
p-CRESOL	C_7H_8O	0.670	1.330	40.260	67.460
P-METOXI ALIL BENCENO	$C_{10}H_{12}O$	0.670	1.330	47.340	80.540
PIRALOFENONA	$C_{11}H_{14}O$	0.670	5.330	60.120	270.130
PROPILBENCENO	C_9H_{12}	0.670	13.330	4.570	81.450
PROPIOFENONA	$C_9H_{10}O$	0.670	1.330	43.620	76.160
PROPIONATO BORNILICO	$C_{13}H_{22}O_2$	0.670	5.330	80.540	361.380
PROPIONATO METILICO	$C_4H_8O_2$	5.330	101.330	1.310	47.330
PROPIONATO PROPILICO	$C_6H_{12}O_2$	0.670	26.660	1.070	53.400
PROPIONATO PROPILICO	$C_6H_{12}O_2$	0.670	26.660	1.070	53.410
sec-AMILBENCENO	$C_{11}H_{16}$	0.670	5.330	16.510	101.330

Tabla H.1 (Continuación)
 Datos de presión de vapor para
 Compuestos orgánicos (en kPa)

P1: Dato 1 Presión de vapor compuesto referido

P2: Dato 2 Presión de vapor compuesto referido

PR1: Dato 1 Presión de vapor compuesto referencia

PR2: Dato 2 Presión de vapor compuesto referencia

Compuesto	Formula	P1	P2	PR1	PR2
sec-BUTIL GLICOLATO	$C_6H_{12}O_3$	0.670	5.330	15.000	82.050
sec-BUTILBENCENO	$C_{10}H_{14}$	0.670	8.000	9.200	87.680
sec-CLOROACETATO DE BUTILO	$C_6H_{11}ClO_2$	0.670	8.000	8.110	78.470
SELENOFENONA	C_4H_4Se	2.670	53.330	1.160	70.060
SULFITO DIETILICO	$C_4H_{10}O_3S$	0.670	13.330	5.380	88.640
SULFURO DIALILICO	$C_6H_{10}S$	0.670	26.660	1.640	83.890
SULFURO DIBUTILICO	$C_8H_{18}S$	0.670	5.330	13.470	87.680
SULFURO DIETILICO	$C_4H_{10}S$	5.330	101.330	1.830	64.940
SULFURO DIMETILICO	C_2H_6S	26.660	101.330	0.740	5.940
TERPENOLINA	$C_{10}H_{16}$	0.670	2.670	18.140	57.810
tert-AMIL ALCOHOL	$C_5H_{12}O$	0.670	53.330	1.020	60.120
tert-BUTIL ALCOHOL	$C_4H_{10}O$	1.330	101.330	0.900	53.410
tert-BUTILBENCENO	$C_{10}H_{14}$	0.670	8.000	6.990	71.710
tert-CLORURO DE BUTILO	C_4H_9Cl	26.660	101.330	1.660	12.960
TETRACLOROETILENO	C_2Cl_4	0.670	26.660	0.730	47.340
TETRAETILO DE PLOMO	$C_8H_{20}Pb$	0.670	2.670	23.860	64.940
TETRAETILSILANO	$C_8H_{20}Si$	0.670	13.330	2.970	64.940
TETRAETOXISILANO	$C_8H_{20}O_4Si$	0.670	8.000	7.490	71.980
TETRAMETIL DE ESTAÑO	$C_4H_{12}Sn$	5.330	101.330	0.790	43.640
TETRAMETIL DE PLOMO	$C_4H_{12}Pb$	1.330	53.330	0.840	67.470
TIGLONITRILO	C_5H_7N	1.330	53.330	1.160	100.240
TIISOBTILAMINA	$C_{12}H_{27}N$	0.670	5.330	17.320	93.610
TIISOBTILENO	$C_{12}H_{24}$	0.670	8.000	9.100	89.950
TIOCIANATO METILICO	C_2H_3NS	0.670	26.660	1.210	70.090
TOGLALDEHIDO	C_6H_8O	1.330	53.330	1.230	86.080
TOLUENO	C_7H_8	1.330	53.330	0.960	70.020
trans-1,2-DICLOROETILENO	$C_2H_2Cl_2$	26.660	101.330	1.630	11.050
trans-1,2-DIMETIL CICLOHEXAN	C_8H_{16}	0.670	26.660	0.780	47.340
trans-1,3-DIMETIL CICLOHEXAN	C_8H_{16}	0.670	26.660	0.780	49.290
trans-2-BUTENO	C_4H_8	53.330	101.330	0.190	0.650
trans-CLORURO FUMARILICO	$C_4H_2Cl_2O_2$	0.670	8.000	6.810	67.470
trans-CROTONITRILO	C_4H_5N	0.670	26.660	0.790	49.300
trans-DIMETIL MESACONATO	$C_7H_{10}O_4$	0.670	1.330	36.960	64.930
TRIBROMOACETLADEHIDO	C_2HBr_3O	0.670	8.000	9.580	92.600
TRIBROMOMETANO	$CHBr_3$	0.670	13.330	2.640	60.120
TRICLOROTOLUENO	$C_7H_5Cl_3$	0.670	2.670	35.420	108.780
TRIETIL DE TALIO	$C_6H_{15}Tl$	0.670	8.000	6.480	86.720
TRIETIL ORTOFORMATO	$C_7H_{16}O_3$	0.670	13.330	4.050	64.940

Tabla H.1 (Continuación)
 Datos de presión de vapor para
 Compuestos orgánicos (en kPa)

P1: Dato 1 Presión de vapor compuesto referido

P2: Dato 2 Presión de vapor compuesto referido

PR1: Dato 1 Presión de vapor compuesto referencia

PR2: Dato 2 Presión de vapor compuesto referencia

Compuesto	Formula	P1	P2	PR1	PR2
TRIETOXIMETILSILANO	$C_7H_{18}O_3Si$	0.670	13.330	2.780	53.330
TRIFLUOROETILSILANO	$C_6H_5F_3Si$	1.330	101.330	0.650	95.320
UNDECANO	$C_{11}H_{24}$	0.670	2.670	19.910	60.120
VALERONITRILLO	C_5H_9N	0.670	26.660	2.080	93.280
YODUTO ETILICO	C_2H_5I	8.000	101.330	1.020	33.940

Anexo I

Tabla I.1

Datos de presión de vapor para
Compuestos inorgánicos (en kPa)

P1: Dato 1 Presión de vapor compuesto referido

P2: Dato 2 Presión de vapor compuesto referido

PR1: Dato 1 Presión de vapor compuesto referencia

PR2: Dato 2 Presión de vapor compuesto referencia

Compuesto	Formula	P1	P2	PR1	PR2
TRICLORURO DE ARSENICO	AsCl ₃	0.670	13.330	1.370	32.520
TRIFLUORURO DE ARSENICO	AsF ₃	8.000	53.330	0.820	7.940
TRIAMINA DE BORO	B ₃ N ₃ H ₆	13.330	101.330	0.810	12.950
TETRAHIDROBORANO	B ₅ H ₉	13.330	53.330	1.270	7.700
TETRAHIDROPENTABORANO	B ₅ H ₁₁	8.000	53.330	1.240	12.960
TETRAHIDROTETRABORANO	B ₄ H ₁₀	53.330	101.330	0.650	1.830
TRIBROMURO DE BORO	BBr ₃	2.670	26.660	0.680	12.330
TRICLORURO DE BORO	BCl ₃	53.330	101.330	0.470	1.470
BROMO	Br ₂	13.330	101.330	1.170	18.140
PENTAFLUORURO DE BORO	BrF ₅	26.660	101.330	1.220	7.530
SELENOSULFURO DE CARBONO	CSeS	5.330	53.330	1.120	25.000
DISULFURO DE CARBONO	C ₃ S ₂	0.670	8.000	7.860	87.680
TETRACLORURO DE CARBONO	CCl ₄	5.330	53.330	0.830	18.140
TRIFLUORURO DE CLORO	ClF ₃	53.330	101.330	0.420	1.370
MONOXIDO DE CLORO	Cl ₂ O	53.330	101.330	0.230	0.720
HEPTOXIDO DE CLORO	Cl ₂ O ₇	5.330	26.660	1.250	9.390
ACIDO CLOROSULFONICO	HSO ₃ Cl	0.670	26.660	15.000	198.540
CARBONILO DE CROMO	Cr(CO) ₆	1.330	53.330	28.550	341.380
OXICLORURO DE CROMO	CrO ₂ Cl ₂	0.670	53.330	0.770	85.140
NITROCARBONIL DE COBALTO	Co(CO) ₃ NO	5.330	101.330	1.310	47.340
BROMURO DE GERMANIO	GeBr ₄	0.670	53.330	8.780	650.160
CLORURO DE GERMANIO	GeCl ₄	5.330	101.330	1.070	55.570
TRICLORURO ACIDO DE GERMANIO	GeHCl ₃	5.330	53.330	1.130	18.140
TETRAMETIL GERMANICO	Ge(CH ₃) ₄	26.660	101.330	1.130	9.100
DIGERMANICO	Ge ₂ H ₆	53.330	101.330	1.530	4.620
TRIGERMANICO	Ge ₃ H ₈	2.670	26.660	1.380	27.330
FLUORURO DE HIDROGENO	H ₂ F ₂	53.330	101.330	0.730	2.290
DISULFURO DE HIDROGENO	H ₂ S ₂	5.330	101.330	0.930	23.910
HEPTAFLUORURO DE YODO	IF ₇	53.330	101.330	0.330	0.810
CLORURO DE HIERRO	Fe ₂ Cl ₆	2.670	53.330	3715.700	8353.200

Tabla I.1 (Continuación)
 Datos de presión de vapor para
 Compuestos inorgánicos (en kPa)

P1: Dato 1 Presión de vapor compuesto referido

P2: Dato 2 Presión de vapor compuesto referido

PR1: Dato 1 Presión de vapor compuesto referencia

PR2: Dato 2 Presión de vapor compuesto referencia

Compuesto	Formula	P1	P2	PR1	PR2
MERCURIO	Hg	0.670	5.330	683.560	2696.500
HEXAFLORURO DE MOLIBDENO	MoF ₆	26.660	101.330	0.820	5.940
FOSGENO	COCl ₂	53.330	101.330	0.350	1.090
TRIBROMURO DE FOSFORO	PBr ₃	1.330	53.330	11.050	476.000
TRICLORURO DE FOSFORO	PCl ₃	5.330	101.330	0.720	36.960
PENTAFLORURO DE FOSFORO	PF ₅	0.670	53.330	16.510	451.010
TRIOXIDO DE FOSFORO	P ₂ O ₆	1.330	101.330	14.290	871.600
OXICLORURO DE FOSFORO	POCl ₂	1.330	101.330	0.710	125.040
TIOBROMURO DE FOSFORO	PSBr ₃	2.670	101.330	86.080	913.680
TIOCLORURO DE FOSFORO	PSCl ₃	0.670	53.330	0.840	108.780
OXICLORURO DE SELENIO	SeOCl ₂	2.670	101.330	55.570	754.450
TETRAFLORURO DE SELENIO	SeCl ₄	1.330	101.330	133.910	1311.100
TETRAFLORURO DE SILICIO	SiCl ₄	13.330	101.330	0.900	17.310
TRICLOROFLUOROSILANO	SiFCl ₃	53.330	101.330	0.450	1.420
TRISILANO	Si ₃ H ₈	13.330	101.330	0.690	14.290
TRISILAZANO	(SiH ₃) ₃ N	26.660	101.330	1.600	11.560
TETRASILANO	Si ₄ H ₁₀	1.330	101.330	0.830	101.330
OCTAFLOROTRISILANO	Si ₃ Cl ₈	1.330	101.330	67.470	1985.200
HEXAFLORODISILOXANO	(SiCl ₃) ₂ O	0.670	101.330	2.040	322.290
HEXAFLORODISILANO	Si ₂ Cl ₆	1.330	101.330	6.920	361.380
TRIBROMOSILANO	SiHBr ₃	1.330	101.330	0.780	153.160
TRICLOROSILANO	SiHCl ₃	53.330	101.330	1.650	4.700
DIBROMOSILANO	SiH ₂ Br ₂	8.000	101.330	0.770	31.160
MONOBROMOSILANO	SiH ₃ Br	53.330	101.330	0.220	0.730
TRIBROMOFLUOROSILANO	SiFBr ₃	5.330	101.330	1.160	55.570
DICLOROFLUOROBROMOSILANO	SiFCl ₂ Br	53.330	101.330	1.750	5.750
DIBROMOCLOROFLUOROSILANO	SiFClBr ₂	13.330	101.330	0.950	19.920

Tabla I.1 (Continuación)
 Datos de presión de vapor para
 Compuestos inorgánicos (en kPa)

P1: Dato 1 Presión de vapor compuesto referido

P2: Dato 2 Presión de vapor compuesto referido

PR1: Dato 1 Presión de vapor compuesto referencia

PR2: Dato 2 Presión de vapor compuesto referencia

Compuesto	Formula	P1	P2	PR1	PR2
MONOCLORURO DE AZUFRE	S_2Cl_2	2.670	101.330	7.380	341.380
CLORURO DE SULFURILO	SO_2Cl_2	8.000	101.330	1.020	29.830
TETRAMETIL DE ESTANO	$Sn(CH_3)_4$	5.330	101.330	0.790	43.640
TRIMETIL ETIL ESTANO	$Sn(CH_3)_2C_2H_5$	1.330	101.330	0.800	133.900
TRIMETIL PROPIL ESTANO	$Sn(CH_3)_3C_3H_7$	0.670	101.330	1.290	286.700
CLORURO DE TITANIO	$TiCl_4$	0.670	101.330	1.180	322.290
DIETIL DE ZINC	$Zn(C_2H_5)_2$	1.330	101.330	1.370	186.280
ACIDO BROMHIDRICO	HBr	2026.500	6079.500	1.910	32.510
ACIDO CLORHIDRICO	HCl	3039.750	6079.500	0.930	6.010
ACIDO SULFIDRICO	H_2S	2026.500	6079.500	3.260	40.180

Anexo J

Ejemplo J.1: uso de las gráficas de sustancia de referencia para el cálculo de presiones de vapor

Construir la gráfica de sustancia de referencia del benceno, además calcular lo siguiente:

- (a) Determinar la presión de vapor del benceno a 373.15 K
- (b) Determinar el calor latente de vaporización del benceno a 298.15 K

Solución:

- (a) Se construye la gráfica de sustancia de referencia a partir de buscar la pendiente del benceno que se encuentra en la tabla 8.1 y se encuentra que es **0.771**. Además se tiene un punto de referencia de que la presión del benceno a 280.15 K es de **5.330 kPa** (P1) y la presión de vapor del agua a esa misma temperatura es de **1.040 kPa** (PR1). Introduciendo estos datos en la hoja electrónica elaborada en el presente trabajo, se obtiene la gráfica J.1, la cual muestra la recta de la gráfica de sustancia de referencia.

Como se quiere obtener la presión de vapor del benceno a 373.15 K, la presión correspondiente de vapor del agua a esa temperatura es de 101.33 kPa, sacándole logaritmo se obtiene:

$$\log (PR1) = \log (101.33) = 2.01$$

Este dato se localiza en el eje de las "x" y se dibuja una línea perpendicular a ese eje hasta tocar la línea de correlación y se lee el respectivo valor en el eje de las "y", lo que se obtiene:

$$\text{lectura en el eje "y"} = 2.28 = \log (P_v \text{ Benceno a } 373.15 \text{ K})$$

De lo que se obtiene que:

$$P_v \text{ Benceno a } 373.15 \text{ K} = \text{alog} (2.28) = 190.54 \text{ kPa}$$

$$P_v \text{ Benceno teórico a } 373.15 \text{ K} = 184.20 \text{ kPa}$$

$$\% \text{ Diferencia: } ((190.54 - 184.20) \text{ kPa} / 184.20 \text{ kPa}) * 100\% = \mathbf{3.44\%}$$

(b) Como se obtiene de la tabla J.1 la pendiente es de **0.771**, como se tiene que la pendiente es la relación de los calores latentes de vaporización molares de los compuestos involucrados, se tiene que:

$$m = 0.771 = (M^* \lambda) / (M_r^* \lambda_r)$$

$$M = \text{masa molecular del benceno} = 78.05 \text{ kg/mol}$$

$$M_r = \text{masa molecular del agua} = 18.02 \text{ kg/mol}$$

λ = calor latente molar de vaporización del benceno

λ_r = calor latente molar de vaporización del agua = 2443×10^3 kNm/kg

despejando λ se obtiene:

$$\lambda = (0.771 * (18.02 * 2443 \times 10^3)) / (78.05) = 434.87 \text{ kNm/kg}$$

El valor aceptado para el calor latente de vaporización del benceno a 298.15 K es de 434 kNm/kg, por lo que se obtiene un porcentaje de diferencia de:

$$\% \text{diferencia} = (434.87 - 434.00) / 434.00 * 100\% = \mathbf{0.20\%}$$

Ejemplo J.2: uso de las gráficas de sustancia de referencia para el cálculo de composiciones de soluciones acuosas binarias y coeficiente de actividad

Se tiene una solución en el laboratorio. Lo único que se conoce es que es una solución acuosa de ácido sulfúrico. Hallar su composición a partir de que se sabe que a una temperatura de 374.15 K la presión de vapor del agua de la solución en cuestión es de 0.11 kPa. Además, encontrar el coeficiente de

actividad de una solución acuosa de Acido sulfúrico al 60% vol/vol a una temperatura de 353.15 K.

Solución:

Para resolver este problema, se puede recurrir al método de las gráficas de sustancia de referencia, para las soluciones acuosas de ácido sulfúrico se utilizará la gráfica 8.2.

Se tiene que la temperatura es de 374.15 K por lo que la presión de vapor del agua pura a esa temperatura es de **12.96 kPa**, por lo que al sacarle el logaritmo de base diez se obtiene el valor del eje "x", de donde:

$$\log (12.96) = 1.11 = \text{coordenada en eje } x$$

Por otro lado se sabe que la presión de vapor del agua de la solución a esa temperatura es de 0.11 kPa, por lo que su logaritmo de base diez es el valor de eje "y", entonces:

$$\log (0.11) = -0.95 = \text{coordenada eje } y$$

Ahora se procede a buscar el punto con coordenadas (1.11,-095), es el punto que indicará la composición de la solución en cuestión.

De la gráfica 8.2 al identificar el punto que se indicó anteriormente, por interpolación gráfica se obtiene que es una solución acuosa de ácido sulfúrico al **60% Vol/Vol**.

Por último, se calculará el coeficiente de actividad del agua en la solución al 78% de ácido sulfúrico de la siguiente manera:

Se dibuja una recta a 45° desde el punto con coordenadas (0,0) en la gráfica 8.2.

La presión de vapor del agua pura a 353.15 K es de = **47.36 kPa** que es el **punto 1**.

$$\text{Log}(47.36 \text{ kPa}) = 1.675$$

El valor que se encuentra perpendicular al eje X al intersectar la línea de 0.00% (solvente puro) es de 0.940.

Sacando el antilogaritmo de base diez a 0.940 se obtiene:

$$\text{Alog}(0.940) = 8.719 \text{ kPa} \text{ que es el punto 2}$$

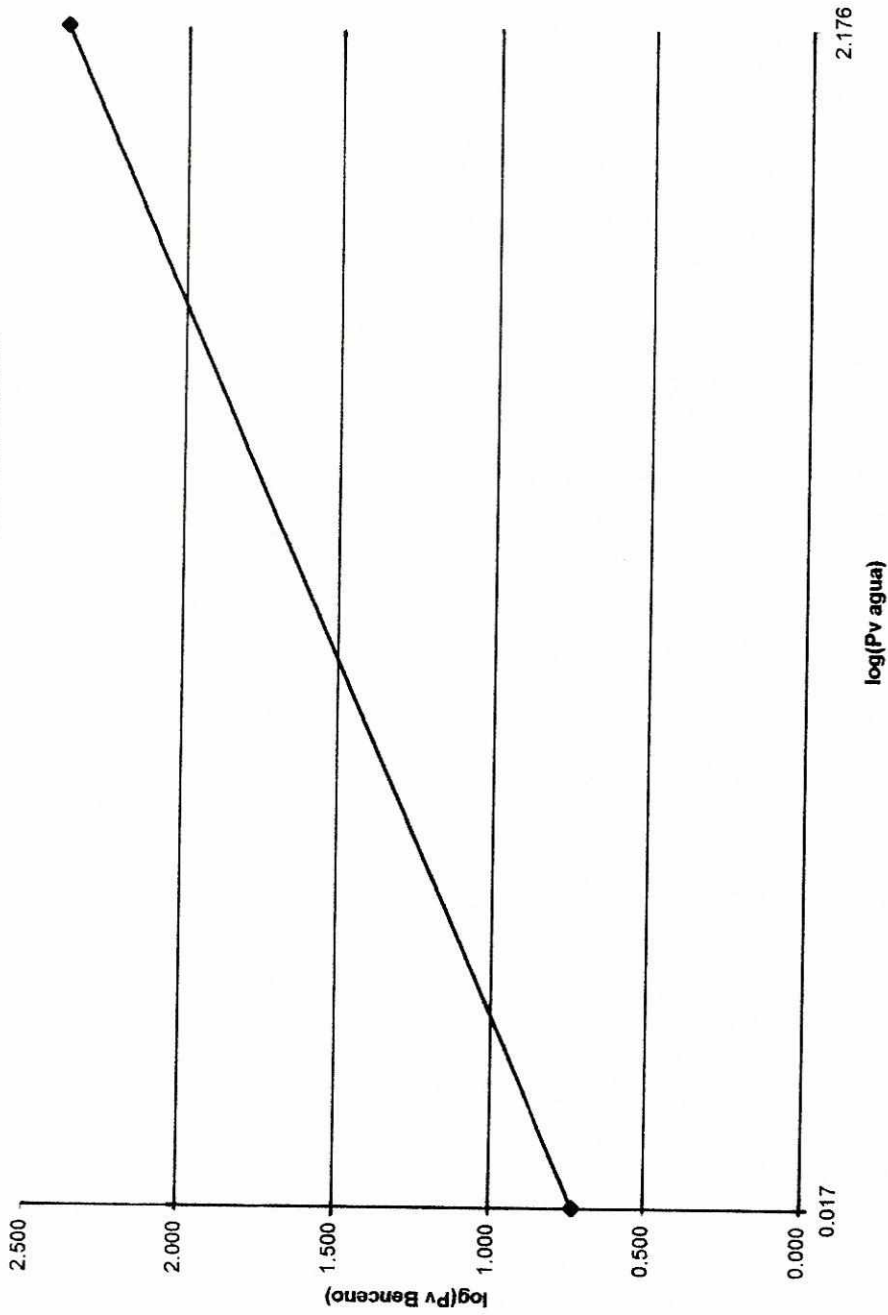
De los anteriores datos se obtiene el coeficiente de actividad, dividiendo el punto 2 dentro del punto 1, de la siguiente manera:

$$\mu = (8.719 \text{ kPa}) / (47.36 \text{ kPa}) = 0.1841$$

De donde se obtiene que el coeficiente de actividad del agua a una temperatura de 353.15 K en una solución al 60% vol/vol de Acido sulfúrico es:

$$\mu = \underline{0.1841}$$

Gráfica J.1
Gráfica de sustancia de referencia del Benceno



Gráfica para ejemplificar el uso de las gráficas de sustancia de referencia para el cálculo de presiones de vapor.
Referencia: agua
Presión de vapor en kPa

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

