

5. REQUISITOS DE CALIDAD PARA EL AGUA POTABLE

5.1 COMPONENTES MICROBIOLÓGICOS.

Para garantizar la calidad microbiológica del agua se deben cumplir las siguientes disposiciones:

5.1.1 CALIDAD BACTERIOLOGICA

El agua potable no debe contener bacterias patógenas. Las muestras deben cumplir con los requisitos establecidos en la siguiente tabla:

TABLA 1

AGUA TRATADA Y DISTRIBUIDA	
Coliformes totales	Ausencia en 100 mL
Coliformes termotolerantes o <i>Escherichia coli</i>	Ausencia en 100 mL
<i>Pseudomona aeruginosa</i>	Ausencia en 10 mL
<p><i>NOTA:</i> Aunque <i>E.coli</i> es el indicador de contaminación fecal más preciso, el recuento de bacterias Coliformes termotolerantes es una opción aceptable. El volumen a analizar debe ser 100 mL por el método que se especifique en la sección correspondiente.</p>	

A los efectos de analizar la aceptabilidad del sistema de distribución, el agua distribuida debe cumplir con los requisitos de la siguiente tabla:

TABLA 2

AGUA DISTRIBUIDA	
Consideraciones estadísticas:	
Coliformes totales	<p>a) Para sistemas de abastecimiento que analizan 40 o más muestras mensuales, debe cumplirse ausencia en 100 mL, en el 95% de las muestras examinadas en el mes.</p> <p>b) Para sistemas que analizan menos de 40 muestras por mes, solamente 1 muestra mensual puede presentar resultado positivo en 100 mL.</p> <p>En ningún caso se acepta la presencia de Coliformes termotolerantes o <i>Escherichia coli</i>.</p>
Bacterias Aerobias Heterotróficas	<p>Se recomienda el recuento de bacterias heterotróficas en el 20% de las muestras mensuales para análisis de Coliformes totales en los sistemas de distribución.</p> <p>En caso de superar 500 UFC/mL, se debe implementar las medidas correctivas que correspondan.</p>

5.1.2 CALIDAD HIDROBIOLOGICA

El examen hidrobiológico es para investigar la presencia de organismos que pueden afectar, tanto la calidad sanitaria como organoléptica del agua para consumo humano.

El control se realiza sobre muestras de agua tratada y distribuida (cuando sea necesario se extenderá al agua bruta y a las diferentes etapas del tratamiento), según el siguiente esquema de clasificación:

5.1.2.1 – Organismos que pueden presentar riesgo para la salud

TABLA 3

COMPONENTES PLANCTONICOS DIFERENCIADOS		
Organismo	VMR	Observaciones
Cianobacterias potencialmente tóxicas	Ausencia en 25 mL	Las cianobacterias son productoras potenciales de cianotoxinas, por lo que se debe prestar especial atención al valor recomendado. El análisis hidrobiológico cualitativo permite la identificación y recuento de cianobacterias, pero no mide la toxicidad que puedan llegar a producir estas algas (ver Tabla 5 – B.3)

51.2.2 - Organismos que pueden interferir en las operaciones de producción/distribución y/o modificar las características organolépticas del agua

TABLA 4

COMPONENTES PLANCTONICOS NO DIFERENCIADOS		
Organismo	VMR	Observaciones
Algas, actinomicetes, rotíferos, copépodos, dáfidos, insectos, nemátodos, hongos, diatomeas, cianobacterias no tóxicas, otros	Ausencia en 25 mL	Según las Guías OMS/ 2004 Cap. 10.1.1 estos organismos no presentan riesgo para la salud pública, pero se recomienda evitar su presencia, por generar modificaciones diversas en la calidad del agua (turbiedad, sabor y olor).

Nota: Cuando se constaten residuos biológicos (presencia en 25 mL), se complementará con análisis del significado sanitario y estudio de las técnicas de tratamiento que correspondan en cada caso.

5.1.3 OTROS COMPONENTES BIOLOGICOS

El agua potable no debe contener virus patógenos ni formas resistentes de parásitos intestinales (huevos, quistes u ooquistes) tales como Virus entéricos, *Giardia*, *Cryptosporidium*, *Entamoeba histolítica*. Para el control de estos componentes biológicos, se debe tener en cuenta las recomendaciones de la Tabla 6 - A referente al parámetro turbiedad.

5.2 COMPONENTES QUIMICOS Y CARACTERÍSTICAS FISICAS

5.2.1 SUSTANCIAS QUIMICAS QUE PRESENTAN RIESGO PARA LA SALUD

TABLA 5

(cr): control recomendado

PARAMETRO	VMP	UNIDAD	OBSERVACIONES
A. Componentes inorgánicos			
Antimonio	0,005	mg/l	(cr) - Descargas de refinerías de petróleo; cerámicas; electrónica.
Arsénico	0,05	mg/l	Este límite fue establecido de acuerdo con las características geológicas de algunos depósitos naturales cercanos a pozos de extracción. La OMS recomienda 0,01 mg/l. En próximas revisiones de esta norma, los valores presentarán tendencia decreciente para homologar criterios. <i>Erosión de depósitos naturales; residuos agropecuarios y de las industrias del vidrio y la electrónica.</i>
Bario	0,7	mg/l	(cr) - Residuos en perforaciones; descargas de metalúrgicas; erosión de depósitos naturales.
Boro	0,5	mg/l	(cr)
Cadmio	0,003	mg/l	<i>Corrosión de tuberías galvanizadas; erosión de depósitos naturales; descargas de metalúrgicas; residuos de baterías y pinturas.</i>
Cianuro (como CN libre)	0,1	mg/l	(cr) - Descargas de minería, acerías y metalúrgicas; fábricas de plásticos y fertilizantes.
Cobre	Ver Tabla 6 - B		A concentraciones > 1 mg/l afecta la calidad organoléptica del agua. <i>Corrosión de tuberías domésticas; erosión de depósitos naturales.</i>
Cromo (total)	0,05	mg/l	<i>Descargas de acerías y papeleras; erosión de depósitos naturales.</i>
Flúor	1,5	mg/l	<i>Erosión de depósitos naturales; descargas de fábricas de fertilizantes y de aluminio.</i>
Manganeso	Ver Tabla 6 - B		A concentraciones > de 0,1 mg/l afecta las características organolépticas del agua.
Mercurio	0,001	mg/l	<i>Erosión de depósitos naturales; descargas de refinerías y fábricas; filtraciones de tierras de cultivo y de rellenos sanitarios.</i>
Molibdeno	0,07	mg/l	(cr)
Níquel	0,02	mg/l	(cr)
Nitrato (como NO ₃ ⁻)	50	mg/l	Ver Nota (*) al final de esta tabla. <i>Filtraciones por uso de fertilizantes; pozos sépticos; aguas residuales; erosión de depósitos naturales.</i>
Nitrito (como NO ₂ ⁻)	3	mg/l	Ver Nota (*) al final de esta tabla. <i>Filtraciones por uso de fertilizantes; pozos sépticos; aguas residuales; erosión de depósitos naturales.</i>
Plomo	0,03	mg/l	La OMS recomienda 0,01 mg/l. En próximas revisiones de esta norma, los valores presentarán tendencia decreciente para homologar criterios. <i>Corrosión de tuberías; erosión de depósitos naturales.</i>

PARAMETRO	VMP	UNIDA D	OBSERVACIONES
Selenio	0,01	mg/l	Descargas de refin��rias de petróleo y miner��as: erosión de depósitos naturales.
(*) NOTA – Cuando est��n presentes nitratos y nitritos se debe cumplir que la suma del cociente entre la concentración de cada uno y su VMP correspondiente, no debe ser mayor a 1: $[\text{NO}_3]/50 + [\text{NO}_2]/3 \leq 1$			
B. Componentes orgánicos			
B.1 Generales			
Acilamida	0,5	��g/l	(cr) - Aditivos de tratamiento.
Benceno	10	��g/l	Descargas industriales: filtraciones de tanques de reserva de gas y rellenos sanitarios.
Benzo (a) pireno(PAHs)	0,7	��g/l	Desprendimientos de revestimientos de tanques de reserva de agua y líneas de distribución.
Bifenilos policlorados - PCBs- Arocloros como decaclorobifenilos)	0,5	��g/l	(cr)-Uso como dieléctricos en transformadores.
Cloruro de vinilo	5	��g/l	(cr) - Descargas de industrias químicas
1,2-Diclorobenceno	Ver Tabla 6 - C		(cr) - A concentraciones >1 ��g/l afecta la calidad organoléptica del agua.
1,2-Dicloroetano	30	��g/l	(cr)- Descargas de industrias químicas.
1,1-Dicloroetano	30	��g/l	(cr)- Descargas de industrias químicas
Diclorometano	20	��g/l	(cr) - Descargas de industrias químicas y residuos de la industria farmacéutica.
1,3-Dicloropropeno	20	��g/l	(cr) - Descargas de industrias químicas
Dioxina (2,3,7,8-TCDD) (COP)	3 x 10 ⁻⁶	��g/l	(cr) - Emisiones de la incineración de desechos y otras combustiones: descargas de industrias químicas.
Epiclorhidrina	0,4	��g/l	(cr) - Aditivos de tratamiento
Estireno	20	��g/l	(cr) - Descarga de industrias químicas
Etilbenceno	Ver Tabla 6 - C		(cr) - A concentraciones >200 ��g/l afecta las características organolépticas del agua.
Monoclorobenceno	Ver Tabla 6 - C		(cr) - A concentraciones > 30 ��g/l afecta las características organolépticas del agua.
Tetracloroetano	40	��g/l	(cr)- Descargas de industrias químicas
Tetracloruro de carbono	5	��g/l	Descargas de industrias químicas
Tolueno	Ver Tabla 6 - C		(cr) - A concentraciones > 170 ��g/l afecta las características organolépticas del agua. Descarga de refin��rias de petróleo.
Tricloroetano	70	��g/l	(cr)- Descargas de industrias químicas
Triclorobencenos (totales)	20	��g/l	(cr) - Descargas de industrias químicas.
Xileno	Ver Tabla 6 - C		(cr) – A concentraciones > 300 ��g/l afecta las características organolépticas del agua. Descarga de refin��rias de petróleo e industrias químicas.
B.2 Agrotóxicos			
Alaclor	20	��g/l	Residuo de herb��cidas
Aldrin y Dieldrin	0,03	��g/l	Residuo de insecticidas
Atrazina	3	��g/l	Residuo de herb��cidas
Clordano (total is��meros)	0,2	��g/l	Residuo de insecticidas
2,4 D (total is��meros)	30	��g/l	Residuo de herb��cidas
DDT (total is��meros)	2	��g/l	Residuo de insecticidas
Endrin	2	��g/l	Residuo de insecticidas
Glifosato	900	��g/l	(cr) - Residuo de herb��cidas

PARAMETRO	VMP	UNIDA D	OBSERVACIONES
Heptacloro y heptacloroep��xido	0,03	��g/l	Residuo de insecticidas
Hexaclorobenceno	1	��g/l	Descargas de refin��rias de metales e industrias de agroquímicos
Lindano	2	��g/l	Residuo de insecticidas usados en ganadería y agricultura
Metoxicloro	20	��g/l	Residuo de insecticidas usados en frutas, vegetales, alfalfa
Molinate	6	��g/l	(cr) – Residuo de herb��cidas usados en cultivos de arroz
Pentaclorofenol	9	��g/l	Descargas de industrias madereras
Permetrina	20	��g/l	Residuo de insecticidas
Propanil	20	��g/l	Residuo de herb��cidas
Simazina	2	��g/l	Residuo de herb��cidas
Para evaluar la presencia de insecticidas organofosforados y carbamatos en el agua, se recomienda la determinación de la actividad de la enzima acetilcolinesterasa, considerando límites máximos de 15% o 20% de inhibición enzimática, cuando la enzima utilizada fuera proveniente de insectos o mamíferos, respectivamente			
B.3 Cianotoxinas			
Microcistina	1	��g/l	Es aceptable una concentración de 10��g/l de microcistina hasta en 3 muestras, en los análisis realizados en los últimos 12 meses
C. Desinfectantes y productos secundarios de la desinfección			
Acidos acéticos clorados:			Subproductos de la desinfección con cloro
Acido monocloroacético	0,02	mg/l	(cr)
Acido dicloroacético	0,05	mg/l	(cr)
Acido tricloroacético	0,2	mg/l	(cr)
Tricloroacetaldeh��do(hidrato de cloral)	0,01	mg/l	(cr)
Aldehídos (totales)	0,9	mg/l	(cr) - Incluye: Formaldehído; Acetaldehído; Glioxal; Metilglioxal
Bromato (BrO ₃ ⁻)	0,01	mg/l	(cr) - Subproducto de la desinfección con ozono
Cloraminas totales	3	mg/l	Subproducto de la desinfección con cloro
Clorato (ClO ₃ ⁻)	0,7	mg/l	(cr) - Subproducto de la desinfección con dióxido de cloro
Clorito (ClO ₂ ⁻)	0,7	mg/l	(cr) - Subproducto de la desinfección con dióxido de cloro
Cloro libre	Ver Tabla 6 - B		A concentraciones > 2.5 mg/l afecta las características organolépticas del agua
Dióxido de cloro (ClO ₂)	0,8	mg/l	(cr) – Agente desinfectante / oxidante
2,4,6 Triclorofenol	Ver Tabla 6 - C		(cr)- A concentraciones > 0,002 mg/l afecta las características organolépticas del agua
Trihalometanos			
Bromoformo	0,1	mg/l	Subproductos de la desinfección
BDCM (bromodiclorometano)	0,1	mg/l	
Cloroformo	0,2	mg/l	
DBCM (dibromoclorometano)	0,06	mg/l	
Trihalometanos Totales	0,5	mg/l	

5.2.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y SUSTANCIAS QUÍMICAS QUE AFECTAN LA CALIDAD ORGANOLEPTICA DEL AGUA

TABLA 6

(cr): control recomendado

PARAMETRO		VMP	UNIDA D	OBSERVACIONES
A. Características físicas				
Color verdadero		15	U. Pt-Co	
Olor y sabor		No objetable		Olor y sabor característicos, ausencia de olores extraños
PH		6,5 – 8,5		
Temperatura			°C	Preferentemente menor que 25 °C
Turbiedad	Agua Tratada	1,0	N.T.U.	VMR < 0,5 N.T.U. para favorecer la adecuada remoción de microorganismos patógenos (enterovirus, quistes de <i>Giardia</i> y ooquistes de <i>Cryptosporidium</i>).
	Agua Distribuida	3,0	N.T.U.	
B. Sustancias inorgánicas				
Aluminio		0,2	mg/l	Principal fuente como coagulante en procesos de potabilización
Amonio (como NH ₄ ⁺)		1,5	mg/l	VMP sólo para muestras con pH > 8.0
Cloro libre		2,5	mg/l	A concentraciones > 5 mg/l puede afectar la salud
Cloruros		250	mg/l	
Cobre		1	mg/l	A concentraciones > 2 mg/l puede afectar la salud
Dureza total		500	mg/l	
Hierro		0,3	mg/l	
Manganeso		0,1	mg/l	A concentraciones > 0,5 mg/l puede afectar la salud
Sodio		200	mg/l	
Sólidos totales disueltos		1000	mg/l	
Sulfatos		400	mg/l	Según OMS a valores > 1000 mg/l puede tener efectos laxantes.
Sulfuro de hidrógeno		0,05	mg/l	(cr) - (como H ₂ S) – Olor característico a huevo podrido
Zinc		5	mg/l	
C. Sustancias orgánicas				
Detergentes sintéticos		200	µg/l	(cr) - (como laurilsulfato de sodio)
2,4,6 Triclorofenol		2	µg/l	(cr) – A concentraciones >200 µg/l puede afectar la salud
1,2 Diclorobenceno		1	µg/l	(cr) - A concentraciones > 1000 µg/l puede afectar la salud
Etilbenceno		200	µg/l	(cr) - A concentraciones > 300 µg/l puede afectar la salud
Monoclorobenceno		30	µg/l	(cr) - A concentraciones > 300 µg/l puede afectar la salud
Tolueno		170	µg/l	(cr) - A concentraciones > 700 µg/l puede afectar la salud
Xileno		300	µg/l	(cr) - A concentraciones > 500 µg/l puede afectar la salud

TARIFAS MEDIANOS CONSUMIDORES

Con carácter opcional para los servicios que presenten en el tramo horario Punta-Llano una potencia contratada igual o mayor que 10 kW y una potencia contratada máxima menor o igual que 40 kW o también igual o mayor que 200 kW. Por reglamentación a los servicios con potencia contratada máxima mayor que 40 kW y menor que 200 kW.

1. Cargos por consumo de energía, por potencia y cargo fijo:

Tarifa	Nivel de tensión kV	Precio de energía \$/kWh			Potencia máxima medida \$/kW	Cargo Fijo mensual \$
		Valle	Llano	Punta	Punta-Llano	
MC1	0,230 - 0,400	1,854	4,079	9,279	316,5	587,9
MC2	6,4 - 15 - 22	1,792	3,730	7,178	207,8	587,9
MC3 *	31,5	1,775	3,708	6,321	131,8	587,9

* Opción tarifaria solo con potencia contratada máxima inferior a 250 kW.

2. Períodos horarios.

Los cargos por energía se distribuyen en tres períodos horarios, durante todos los días que integran la factura mensual, de acuerdo al siguiente detalle.

- horas Punta: de 18:00 a 22:00 hrs.
- horas Llano: de 07:00 a 18:00 y de 22:00 a 24:00 hrs.
- horas Valle: de 00:00 a 07:00 hrs.

3. Potencia

La potencia de facturación será igual a la mayor entre la potencia máxima mensual medida en las horas de Punta y de Llano (Punta-Llano), durante las dos fechas tomadas en cuenta para el cálculo de la factura mensual, y el 50% de la potencia contratada en dicho tramo horario.

La contratación de potencia en cada tramo horario de facturación de potencia deberá respetar la condición:

$$\text{Potencia Contratada en Punta-Llano} \leq \text{Potencia Contratada en Valle}$$

4. Recargo por Potencia Excedentaria

Se entiende por Potencia Excedentaria la porción de la máxima potencia demandada en horas Punta-Llano que exceda la potencia contratada.

El recargo por Potencia Excedentaria será igual a:

- 100% del precio correspondiente a cada kW, por cada kW demandado que no supere o iguale en 30% la potencia contratada.
- 300% del precio correspondiente a cada kW, por cada kW demandado que resulte 30% superior a la potencia contratada.

TARIFAS GRANDES CONSUMIDORES

Para los servicios en los niveles de tensión menores o iguales que 22 kV, que presenten una Potencia Contratada en el tramo horario punta-llano igual o mayor que 200 kW, con carácter opcional.

Para los servicios en nivel de tensión 31,5 kV que presenten una potencia contratada en el tramo horario Llano igual o mayor que 200 kW, con carácter opcional, y por reglamentación a los servicios con Potencia Contratada máxima igual o mayor que 250 kW.

Para los servicios en niveles de tensión 63, 110 y 150 kV que presenten una potencia contratada en el tramo horario Llano igual o mayor que 200 kW, por reglamentación.

1. Cargos por consumo de energía, por potencia y cargo fijo.

Tarifa	Nivel de tensión kV	Precio de energía \$/kWh			Potencia máxima medida \$/kW				Cargo Fijo mensual \$
		Valle	Llano	Punta	Valle	Llano	Punta	Punta-Llano	
GC1	0,230 - 0,400	1,791	3,235	9,732	-	-	-	424,8	12.381
GC2	6,4 - 15 - 22	1,765	3,049	7,840	-	-	-	274,8	12.381
GC3	31,5	1,745	3,005	5,930	24,5	90,9	150,1	-	12.381
GC4	63	1,745	3,005	5,358	24,5	66,4	104,6	-	12.381
GC5 *	110 - 150	1,720	2,905	4,832	21,0	66,0	87,0	-	12.381

* La tarifa GC5 es aplicable exclusivamente a servicios cuyos titulares hayan contratado con anterioridad a la aprobación de los decretos 276/002; 277/002 y 360/002.

2. Períodos horarios.

Los cargos por energía se distribuyen en tres períodos horarios, durante todos los días que integran la factura mensual, de acuerdo al siguiente detalle.

- horas Punta: de 18:00 a 22:00 hrs.
- horas Llano: de 07:00 a 18:00 y de 22:00 a 24:00 hrs.
- horas Valle: de 00:00 a 07:00 hrs.

3. Potencia

- 3.1. En las tarifas para niveles de tensión 0,230 , 0,400 , 6,4 , 15 y 22 kV (GC1 y GC2), la potencia de facturación será igual a la mayor entre la potencia máxima mensual medida en las horas de Punta y de Llano (Punta-Llano), durante las dos fechas tomadas en cuenta para el cálculo de la factura mensual, y el 50% de la potencia contratada en dicho tramo horario.

La contratación de potencia en cada tramo horario de facturación de potencia deberá respetar la condición:

$$\text{Potencia Contratada en Punta-Llano} \leq \text{Potencia Contratada en Valle}$$

- 3.2. Niveles de tensión 31,5 , 63 y 110 - 150 kV (GC3, GC4 y GC5):

Hasta el 31 de julio de 2019, en las tarifas para niveles de tensión 31,5 , 63 y 110 - 150 kV (GC3, GC4 y GC5), las potencias de facturación serán tres, en forma independiente por cada tramo horario (Punta, Llano y Valle); serán iguales a las mayores entre la potencia máxima mensual medida en cada tramo, durante las dos fechas tomadas en cuenta para el cálculo de la factura mensual, y el 85% de la potencia contratada en el tramo horario respectivo.

A partir del 1 de agosto de 2019, en las tarifas para niveles de tensión 31,5 , 63 y 110 - 150 kV (GC3, GC4 y GC5), las potencias de facturación serán tres, en forma independiente por cada tramo horario (Punta, Llano y Valle); serán iguales a las mayores entre la potencia máxima mensual medida en cada tramo, durante las dos fechas tomadas en cuenta para el cálculo de la factura mensual, y la potencia contratada en el tramo horario respectivo.

La contratación de potencia en cada tramo horario deberá respetar la condición:

$$\text{Potencia Contratada en Punta} \leq \text{Potencia Contratada en Llano} \leq \text{Potencia Contratada en Valle}$$

Vigente desde el 07/01/2019

4. Recargo por Potencia Excedentaria

Se entiende por Potencia Excedentaria la porción de la máxima potencia demandada que exceda la potencia contratada. Se podrá tener hasta tres potencias excedentarias, ya que la misma se determina en forma independiente en las horas de cada tramo horario.

En cada uno de estos tramos horarios (Punta-Llano o Punta, Llano y Valle), el recargo por Potencia Excedentaria será igual a:

- 100% del precio correspondiente a cada kW, por cada kW demandado que no supere o iguale en 30% la potencia contratada en el tramo horario respectivo.
- 300% del precio correspondiente a cada kW, por cada kW demandado que resulte 30% superior a la potencia contratada en el tramo horario respectivo.

Vigente desde el 07/01/2019

R-717, AMONÍACO: PROPIEDADES.

Temp. °C	Presion kg/cm2	Dens Liq kg/m3	Vol.Esp.Vapor m3/kg	Entalpía Kcal/kg		Entropía kcal/kg.°C	
				Líquido	Vapor	Líquido	Vapor
-40	0.7319	690.1	1.5520	0.00	332.00	0.0000	1.4242
-39	0.7718	688.8	1.4772	1.05	332.35	0.0046	1.4287
-38	0.8139	687.5	1.4060	2.14	332.74	0.0091	1.4333
-37	0.8577	686.3	1.3391	3.21	333.14	0.0136	1.4110
-36	0.9033	685.0	1.2760	4.26	333.51	0.0181	1.4067
-35	0.9506	683.8	1.2164	5.33	333.89	0.0226	1.4025
-34	1.0000	682.7	1.1600	6.41	334.27	0.0270	1.3983
-33	1.0519	681.5	1.1067	7.46	334.61	0.0315	1.3941
-32	1.1055	680.2	1.0563	8.52	334.98	0.0360	1.3900
-31	1.1609	679.0	1.0088	9.62	335.37	0.0408	1.3859
-30	1.2191	677.7	0.9633	10.67	335.72	0.0488	1.3818
-29	1.2799	676.4	0.9211	11.77	336.07	0.0496	1.3778
-28	1.3429	675.1	0.8810	12.82	336.42	0.0535	1.3738
-27	1.4081	673.9	0.8424	13.87	336.77	0.0579	1.3699
-26	1.4760	672.6	0.8061	14.96	337.12	0.0623	1.3660
-25	1.5464	671.4	0.7716	16.06	337.46	0.0666	1.3622
-24	1.6193	670.1	0.7389	17.13	337.82	0.0709	1.3583

R-717, AMONÍACO: PROPIEDADES, Cont.

Temp. °C	Presión kg/cm2	Dens Liq kg/m3	Vol Esp. Vapor m3/kg	Entalpía kcal/kg		Entropía kcal/kg.°C	
				Líquido	Vapor	Líquido	Vapor
-23	1.6950	668.8	0.7080	18.20	338.17	0.0747	1.3545
-22	1.7737	667.5	0.6786	19.29	338.51	0.0781	1.3508
-21	1.8556	666.2	0.6506	20.34	338.82	0.0838	1.3470
-20	1.9398	665.1	0.6237	21.44	339.17	0.0880	1.3433
-19	2.0277	663.8	0.5984	22.49	339.47	0.0923	1.3397
-18	2.1185	662.5	0.5744	23.59	339.81	0.0966	1.3360
-17	2.2121	661.1	0.5514	24.69	340.12	0.1008	1.3324
-16	2.3093	659.8	0.5296	25.77	340.42	0.1050	1.3288
-15	2.4094	658.5	0.5088	26.83	340.72	0.1092	1.3253
-14	2.5138	657.1	0.4890	27.93	341.02	0.1133	1.3218
-13	2.6215	656.0	0.4701	29.03	341.38	0.1176	1.3184
-12	2.7326	654.7	0.4521	30.13	341.68	0.1217	1.3149
-11	2.8472	653.4	0.4349	31.23	341.98	0.1259	1.3114
-10	2.9655	652.1	0.4185	32.33	342.28	0.1300	1.3081
-09	3.0882	650.7	0.4028	33.38	342.52	0.1341	1.3047
-08	3.2149	649.4	0.3879	34.48	342.82	0.1383	1.3014
-07	3.3452	648.1	0.3736	35.58	343.12	0.1424	1.2980
-06	3.4799	646.7	0.3599	36.68	343.37	0.1465	1.2947

R-717, AMONÍACO: PROPIEDADES, cont.

Temp. °C	Presion kg/cm2	Dens Liq. kg/m3	Vol Esp. Vapor m3/kg	Entalpía kcal/kg		Entropía kcal/kg.°C	
				Líquido	Vapor	Líquido	Vapor
-05	3.6187	645.4	0.3468	37.78	343.67	0.1505	1.2951
-04	3.7644	644.1	0.3344	38.88	343.92	0.1546	1.2883
-03	3.9096	642.7	0.3224	39.98	344.21	0.1587	1.2850
-02	4.0615	641.4	0.3110	41.08	344.46	0.1627	1.2818
-01	4.2179	639.9	0.3000	42.18	344.74	0.1668	1.2787
00	4.3794	638.5	0.2895	43.28	345.00	0.1708	1.2755
+01	4.5451	637.2	0.2795	44.38	345.24	0.1748	1.2732
+02	4.7163	635.8	0.2699	45.48	345.49	0.1788	1.2693
+03	4.8922	634.5	0.2606	46.60	345.73	0.1828	1.2662
+04	5.0734	633.2	0.2517	47.73	345.98	0.1867	1.2632
+05	5.2590	631.8	0.2433	48.83	346.22	0.1908	1.2602
+06	5.4506	630.3	0.2351	49.93	346.47	0.1948	1.2571
+07	5.6476	628.9	0.2273	51.03	346.68	0.1987	1.2542
+08	5.8497	627.4	0.2198	52.19	346.93	0.2027	1.2512
+09	6.0572	626.2	0.2126	53.29	347.13	0.2066	1.2483
+10	6.2707	624.7	0.2056	54.39	347.33	0.2105	1.2453
+11	6.4900	623.3	0.1990	55.54	347.59	0.2145	1.2424
+12	6.7150	621.8	0.1926	56.64	347.79	0.2184	1.2395

R-717, AMONÍACO: PROPIEDADES, cont.

Temp. °C	Presion kg/cm2	Dens Liq. kg/m3	Vol. Esp. Vapor m3/kg	Entalpía kcal/kg		Entropía kcal/kg.°C	
				Líquido	Vapor	Líquido	Vapor
+13	6.9463	620.4	0.1864	57.77	347.99	0.2223	1.2367
+14	7.1840	619.0	0.1805	58.90	348.19	0.2261	1.2338
+15	7.4244	617.5	0.1748	60.06	348.39	0.2301	1.2310
+16	7.6775	616.1	0.1693	61.16	348.59	0.2340	1.2281
+17	7.9306	614.6	0.1641	62.31	348.79	0.2379	1.2253
+18	8.1936	613.2	0.1590	63.41	348.93	0.2417	1.2225
+19	8.4664	611.7	0.1541	64.57	349.13	0.2455	1.2198
+20	8.7392	610.3	0.1494	65.72	349.33	0.2494	1.2170
+21	9.0232	608.9	0.1448	66.82	349.48	0.2533	1.2143
+22	9.3143	607.4	0.1405	67.98	349.64	0.2571	1.2116
+23	9.6082	605.8	0.1363	69.13	349.82	0.2609	1.2089
+24	9.9133	604.4	0.1322	70.24	349.97	0.2647	1.2062
+25	10.2226	602.9	0.1283	71.39	350.11	0.2685	1.2035
+26	10.5446	601.3	0.1245	72.54	350.27	0.2724	1.2009
+27	10.8666	599.9	0.1208	73.70	350.42	0.2761	1.1982
+28	11.2055	598.3	0.1173	74.86	350.58	0.2799	1.1956
+29	11.5416	596.7	0.1139	76.02	350.73	0.2837	1.1930
+30	11.8959	595.2	0.1106	77.17	350.83	0.2875	1.1904
+31	12.2503	593.7	0.1075	78.32	350.99	0.2913	1.1878
+32	12.6159	592.2	0.1044	79.48	351.09	0.2950	1.1852
+33	12.9927	590.6	0.1014	80.63	351.21	0.2987	1.1826

R-717, AMONÍACO: PROPIEDADES, Cont.

Temp. °C	Presión kg/cm2	Dens Liq. kg/m3	Vol Esp Vapor m3/kg	Entalpía kcal/kg Líquido Vapor	Entropía kcal/kg.°C Líquido Vapor
+34	13.3738	589.0	0.0986	81.80 351.30	0.3025 1.1801
+35	13.7661	587.4	0.0958	83.00 351.44	0.3062 1.1775
+36	14.1640	585.8	0.0931	84.14 351.53	0.3100 1.1750
+37	14.5732	584.3	0.0905	85.31 351.61	0.3137 1.1725
+38	14.9909	582.7	0.0880	86.49 351.69	0.3174 1.1700
+39	15.4169	581.1	0.0856	87.68 351.79	0.3211 1.1674
+40	15.7769	579.5	0.0833	88.83 351.89	0.3248 1.1649
+41	16.2958	577.8	0.0787	90.03 351.93	0.3285 1.1624
+42	16.7485	576.2	0.0788	91.20 352.00	0.3322 1.1599
+43	17.2097	574.7	0.0766	92.38 352.06	0.3359 1.1574
+44	18.0912	572.9	0.0746	93.58 352.11	0.3396 1.1549
+45	18.1673	571.4	0.0726	94.78 352.17	0.3433 1.1524
+46	18.6595	569.6	0.0706	95.98 352.17	0.3470 1.1500
+47	19.1587	567.9	0.0688	97.18 352.22	0.3507 1.1475
+48	19.6747	566.4	0.0670	98.38 352.22	0.3543 1.1449
+49	20.1950	564.6	0.0652	99.58 352.22	0.3580 1.1424
+50	20.7265	562.9	0.0635	100.78 352.22	0.3618 1.1400
+51.7	20.9388	560.0	0.0608	102.17 352.22	0.3659 1.1372

PRESION DE SATURACION		TEMPERATURA DE SATURACION (°C)								
kPa	psig	R-12	R-22	R-123	R-134a	R-170	R-404A	R-500	R-502	R-717
0	(29.9)	-102	-104	-73	---	---	---	---	---	---
17	(25)	-65	-73	-15	---	---	---	-68	---	-64
34	(20)	-53	-62	0.5	-47	---	---	-57	-67	-53
52	(15)	-45	-55	10	-40	-101	---	-48	-59	-46
69	(10)	-39	-49	17	-34	-96	---	-42	-54	-41
86	(5)	-34	-45	22	-29	-92	-49.4	-38	-49	-37
101.3	0	-29.8	-40.7	27.8	-26.1	-88.6	-46.1	-33.5	-45.4	-33.3
115	2	-26.7	-38	29.4	-22.8	-85.5	-43.3	-30.3	-42.6	-30.8
129	4	-23.9	-35.5	33.3	-20	-84	-40.5	-28.3	-40.1	-28.4
143	5	-22.8	-33.2	36.6	-17.8	-82	-39.4	-25.5	-37.8	-26.3
156	8	-19.0	-31.1	40.5	-15.5	-80.5	-36.1	-23	-35.6	-24.4
170	10	-16.8	-29	42.8	-13.8	-78.3	-34.4	-20.8	-33.6	-22.5
184	12	-14.7	-27.2	45.5	-11.6	-76.6	-32.8	-19.2	-31.8	-20.7
198	14	-12.8	-25.4	47.8	-10	-75	-30.6	-17.2	-30	-19.2
212	16	-10.9	-23.6	50	-8.3	-73.8	-28.9	-15.1	-28.3	-17.6
225	18	-9.2	-22.1	51.7	-6.6	-72.2	-27.8	-13.3	-26.6	-16.1
239	20	-7.5	-20.5	53.3	-5.5	-70.5	-26.1	-11.9	-25.1	-14.7
253	22	-5.9	-19	55.4	-3.9	-69.4	-24.4	-10.3	-23.7	-13.4
267	24	-4.2	-17.8	57.2	-2.2	-68.3	-23.3	-9	-22.3	-12.2
281	26	-3.1	-16.4	59	-1.1	-67.2	-22.2	-7.4	-21	-10.8
294	28	-1.3	-15	60.5	0.5	-66.1	-20.6	-5.9	-19.7	-9.7
308	30	0	-13.8	62	1.6	-64.8	-19.4	-4.6	-18.2	-8.6
322	32	1.3	-12.7	63.6	2.7	-64.1	-18.3	-3.3	-17.2	-7.5
336	34	2.5	-11.5	65.2	3.9	-63	-17.2	-2.2	-16.1	-6.4
350	36	3.9	-10.3	66.6	5	-62.2	-16.1	-1.1	-14.7	-5.3
363	38	5.3	-9.2	67.3	6.1	-60.9	-15	0	-13.6	-4.4
377	40	6.4	-8	69.4	7.2	-60.2	-13.9	1.4	-12.7	-3.4
391	42	7.5	-7.1	70.7	8.3	-58.9	-13.3	2.2	-11.7	-2.5
404	44	8.6	-5.8	72	9.4	-58.3	-12.2	3.3	-10.8	-1.6
418	46	9.7	-4.7	73.3	10.5	-57.5	-11.1	4.4	-9.8	-0.6
432	48	10.8	-4.2	74.5	11.6	-56.2	-10	5.6	-8.6	0.2
446	50	11.9	-3.3	75.7	12.2	-55.6	-8.9	6.8	-7.8	1
460	52	12.8	-2.3	77.2	13.1	-55	-8.3	7.4	-7	1.9
474	54	13.6	-1.4	78.6	14	-54.2	-7.2	8.4	-5.9	2.7
487	56	14.7	-0.8	80.0	14.8	-53.3	-6.7	9.6	-5.3	3.4
501	58	15.8	0.3	---	15.8	-52.3	-5.6	10.3	-4.2	4.3
515	60	16.6	1.2	---	16.6	-21.9	-5	11.1	-3.6	5
529	62	17.5	1.8	---	17.5	-51.1	-3.9	11.9	-2.5	5.7
543	64	18.5	2.5	---	18.4	-50.5	-3.3	12.8	-1.9	6.4
556	66	19.4	3.4	---	19.2	-49.8	-2.8	14.3	-0.9	6.9
570	68	20.2	4.2	---	19.8	-48.8	-1.7	14.5	-0.2	7.8
584	70	20.7	5	---	20.5	-48.2	-1.1	15.4	0.6	8.5

Tabla 12.9 - Relación de presión - temperatura para varios refrigerantes.

Continúa tabla página siguiente...

Presiones abajo de la atmosférica. () Pulgadas de mercurio.

PRESION DE SATURACION		TEMPERATURA DE SATURACION (°C)								
kPa	psig	R-12	R-22	R-123	R-134a	R-404A	R-170	R-500	R-502	R-717
598	72	21.9	5.7	88	21.4	0	-47.7	16.1	1.4	9.2
612	74	22.6	6.2	89	22.3	0.6	-46.7	17.2	2.1	9.8
625	76	23.5	7.2	90	23.1	0.8	-46.3	17.7	2.9	10.4
639	78	24.3	7.9	91	23.7	1.4	-45.7	18.4	3.5	11.1
653	80	25	8.6	92	24.4	2.8	-45	19.1	4.3	11.8
687	85	27	10	94	26	4	-44	21	6	13
722	90	29	12	---	28	6	-43	23	8	15
756	95	31	14	---	29	7	-41	24	9	16
791	100	32	15	---	31	9	-40	26	11	18
825	105	34	17	---	33	10	-38	28	13	19
860	110	36	18	---	34	11	-37	29	14	20
894	115	37	19	---	36	13	-35	31	15	21
929	120	39	21	---	37	14	-34	32	17	23
963	125	40	22	---	38	15	-33	34	18	24
998	130	42	23	---	39	16	-32	35	19	25
1,032	135	43	25	---	41	18	-31	36	20	26
1,067	140	44	26	---	42	19	-30	37	22	27
1,101	145	46	27	---	43	20	-39	39	23	28
1,136	150	47	28	---	44	21	-28	40	24	29
1,170	155	48	29	---	46	22	-27	41	25	30
1,204	160	50	30	---	47	23	-26	42	26	31
1,239	165	51	32	---	48	24	-25	44	27	32
1,273	170	52	33	---	49	26	-24	45	28	33
1,308	175	53	34	---	50	27	-23	46	30	34
1,342	180	54	35	---	51	28	-22	47	31	35
1,377	185	55	36	---	52	28	-21	49	32	36
1,411	190	57	37	---	53	29	-20	49	33	37
1,446	195	58	38	---	54	31	-19	50	34	37
1,480	200	59	39	---	55	31	-18	51	35	38
1,515	205	60	40	---	56	32	-18	52	36	39
1,549	210	61	40	---	56	33	-17	53	37	40
1,584	215	62	41	---	57	34	-16	54	38	41
1,618	220	63	42	---	58	35	-15	55	39	41
1,653	225	64	43	---	59	36	-14	56	39	42
1,687	230	65	44	---	60	37	-13	57	40	43
1,722	235	66	45	---	61	37	-13	58	41	44
1,756	240	67	46	---	62	38	-12	59	42	45
1,790	245	68	47	---	63	39	-11	60	43	45
1,825	250	69	47	---	64	40	-11	60	44	46
1,859	255	70	48	---	65	41	-10	61	45	47

Tabla 12.9 - Relación de presión - temperatura para varios refrigerantes.

Continúa tabla página siguiente...

PRESION DE SATURACION		TEMPERATURA DE SATURACION (°C)								
kPa	psig	R-12	R-22	R-123	R-134a	R-404A	R-170	R-500	R-502	R-717
1,894	260	72	49	---	66	42	-9	62	46	48
1,963	270	74	51	---	67	43	-8	63	47	49
2,032	280	75	52	---	68	44	-6	65	49	50
2,100	290	77	53	---	70	46	-5	67	50	51
2,170	300	79	55	---	71	47	-4	69	51	52
2,239	310	80	56	---	73	49	-3	70	53	54
2,308	320	82	58	---	74	50	-1	---	54	55
2,377	330	---	59	---	76	51	0	---	56	57
2,446	340	---	60	---	77	52	1	---	57	58
2,514	350	---	62	---	78	54	2	---	58	---
2,583	360	---	63	---	79	55	3	---	60	---
2,652	370	---	64	---	80	57	4	---	61	---
2,721	380	---	65	---	81	---	5	---	62	---
2,790	390	---	67	---	82	---	7	---	63	---
2,859	400	---	68	---	83	---	8	---	65	---

Tabla 12.9 - Relación de presión - temperatura para varios refrigerantes.

to volumétrico, debido a la gran cantidad de vapor que producen al evaporarse. Un kilogramo de R-30, cuando pasa de líquido a vapor a -15°C, de ocupar un volumen de aproximadamente 3/4 de litro, en fase líquida, su vapor tendría un volumen de 3,115 litros (3.115 m³). Por esta razón generalmente los refrigerantes con alto valor de volumen específico en fase vapor, se utilizan con compresores centrífugos, los cuales manejan grandes cantidades de vapor de refrigerante.

Por otra parte, un kg de R-22 en las mismas condiciones, al evaporarse, ocupa un volumen de 77.6 litros, que es aproximadamente 40 veces menos que el R-30. Puede observarse también, que las variaciones de los

volúmenes específicos de los refrigerantes en estado líquido, son muy pequeñas, comparándolas con las correspondientes en el estado de vapor.

4. Entalpia

Es la propiedad que representa la cantidad total de energía térmica o contenido de calor, en un fluido. Sus unidades son kcal/kg. Para la mayoría de los refrigerantes, se considera que su entalpia es cero a una temperatura de saturación de -40°C. Entonces, el calor agregado o sustraído de un refrigerante, desde ese punto, se considera que es su entalpia total. En la mayoría de los trabajos de transferencia de calor, se manejan los cambios de entalpia que ocurren durante un proceso. Generalmente, no hay necesidad de conocer el contenido de energía absoluta.

En la tabla 12.11, se muestran los valores de entalpia de varios refrigerantes, a una temperatura de -15°C, excepto el R-718, que está a 5°C. Estas temperaturas se seleccionaron arbitrariamente, para efectos de comparación. Para cada refrigerante se muestran los valores de entalpia en la fase líquida (hf), el calor latente (hfg) y la entalpia en la fase vapor (hg).

Entalpia del Líquido Saturado (hf). Este valor es la cantidad de kilocalorías por cada kilogramo de refrigerante líquido saturado; esto es, el líquido que se encuentra a su temperatura de saturación, como las que se muestran en la figura 12.9.

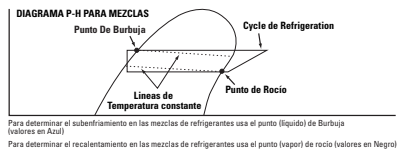
Este contenido de calor del líquido, es calor sensible basado en la suposición de que el líquido saturado a -40°C, no tiene calor sensible. Esto no es cierto, ya que aún a -75°C, el líquido contiene algo de calor.

REFRIG. N°	VOLUMEN ESPECIFICO (l/kg)	
	LIQUIDO vf	VAPOR vg
12	0.6925	91.1
22	0.7496	77.6
30	0.7491	3115.1
123	0.64	856.3
134a	0.7376	120
170	2.3098	33
502	0.7254	50
507	0.9704	51
717	1.4982	508.8
718	1	152,600

Tabla 12.10 - Volumen específico a -15°C de varios refrigerantes.

SPORLAN		TABLA TEMPERATURA - PRESION							
		REFRIGERANTE - psig							
°C	°F	22 (V)	134a (J)	410A (Z)	502 (R)	507 (P)	404A (S)	407C (N)	
-50	-58.0	10.9	21.1	0.4	0.3	4.5	5.5	15.1	
-48	-54.4	8.8	20.0	2.1	3.4	1.8	3.0	13.4	
-46	-50.8	6.6	18.9	3.9	0.8	0.5	0.2	11.5	
-44	-47.2	4.2	17.6	5.8	1.0	2.1	1.3	9.5	
-42	-43.6	1.6	16.2	7.9	2.5	3.7	2.9	7.2	
-40	-40.0	0.6	14.7	10.1	4.1	5.5	4.6	4.8	
-38	-36.4	2.0	13.0	12.5	5.8	7.4	6.4	2.2	
-36	-32.8	3.6	11.2	15.1	7.7	9.4	8.3	0.3	
-34	-29.2	5.3	9.3	17.9	9.7	11.6	10.4	1.8	
-32	-25.6	7.1	7.2	20.8	11.8	13.9	12.6	3.4	
-30	-22.0	9.1	4.9	24.0	14.0	16.4	15.0	5.2	
-28	-18.4	11.1	2.4	27.4	16.4	19.0	17.5	7.0	
-26	-14.8	13.4	0.1	31.0	18.9	21.8	20.1	9.0	
-24	-11.2	15.7	1.5	34.8	21.6	24.8	23.0	11.2	
-22	-7.6	18.2	3.0	38.8	24.5	28.0	26.0	13.5	
-20	-4.0	20.9	4.6	43.1	27.5	31.3	29.2	15.9	
-19	-2.2	22.3	5.4	45.4	29.1	33.0	30.9	17.2	
-18	-0.4	23.7	6.3	47.7	30.7	34.8	32.6	18.6	
-17	1.4	25.2	7.2	50.1	32.4	36.7	34.3	19.9	
-16	3.2	26.7	8.1	52.5	34.1	38.5	36.2	21.4	
-15	5.0	28.3	9.1	55.0	35.9	40.5	38.0	22.8	
-14	6.8	29.9	10.1	57.6	37.7	42.5	39.9	24.3	
-13	8.6	31.5	11.1	60.2	39.5	44.5	41.9	25.9	
-12	10.4	33.2	12.2	62.9	41.4	46.6	43.9	27.5	
-11	12.2	35.0	13.3	65.7	43.4	48.8	46.0	29.1	
-10	14.0	36.8	14.4	68.6	45.4	51.0	48.1	30.9	
-9	15.8	38.6	15.6	71.5	47.5	53.3	50.3	32.6	
-8	17.6	40.5	16.8	74.6	49.6	55.6	52.6	34.4	
-7	19.4	42.5	18.0	77.6	51.7	58.0	54.9	36.3	
-6	21.2	44.4	19.3	80.8	53.9	60.4	57.3	38.2	
-5	23.0	46.5	20.6	84.1	56.2	62.9	59.7	40.2	
-4	24.8	48.6	22.0	87.4	58.5	65.5	62.2	42.2	
-3	26.6	50.8	23.4	90.8	60.9	68.1	64.7	44.3	
-2	28.4	53.0	24.8	94.3	63.4	70.8	67.3	46.4	
-1	30.2	55.2	26.3	97.9	65.9	73.6	70.0	48.6	
0	32.0	57.5	27.8	101.6	68.4	76.4	72.7	50.9	
1	33.8	59.9	29.3	105.3	71.0	79.3	75.5	53.2	
2	35.6	62.4	30.9	109.2	73.7	82.3	78.4	55.6	
3	37.4	64.9	32.6	113.1	76.5	85.3	81.4	58.0	
4	39.2	67.4	34.3	117.1	79.3	88.4	84.4	60.5	
5	41.0	70.0	36.0	121.2	82.1	91.5	87.4	63.1	
6	42.8	72.7	37.8	125.4	85.1	94.8	90.6	65.8	
7	44.6	75.5	39.6	129.8	88.1	98.1	93.8	68.5	
8	46.4	78.3	41.5	134.2	91.1	101.5	97.1	71.3	
9	48.2	81.2	43.4	138.7	94.2	105.0	100.5	74.1	
10	50.0	84.1	45.4	143.3	97.4	108.6	105.5	76.4	
11	51.8	87.1	47.5	148.0	100.7	112.2	109.1	79.8	
12	53.6	90.2	49.5	152.8	104.0	115.9	112.7	103.3	
13	55.4	93.3	51.7	157.7	107.4	119.7	116.4	106.8	
14	57.2	96.5	53.9	162.7	110.9	123.6	119.2	110.4	
15	59.0	99.8	56.1	167.8	114.4	127.5	124.1	114.1	
16	60.8	103.2	58.4	173.0	118.0	131.6	128.0	117.9	
17	62.6	106.6	60.8	178.4	121.7	135.7	132.1	121.7	
18	64.4	110.1	63.2	183.8	125.3	139.8	136.2	125.7	
19	66.2	113.7	65.7	189.4	129.3	144.2	140.4	129.7	
20	68.0	117.3	68.2	195.0	133.2	148.6	144.7	133.8	
21	69.8	121.1	70.8	200.8	137.2	153.1	149.1	138.0	
22	71.6	124.9	73.5	206.7	141.2	157.7	153.5	142.3	
23	73.4	128.8	76.2	212.8	145.4	162.3	158.1	146.6	
24	75.2	132.7	78.9	218.9	149.6	167.1	162.9	151.1	
25	77.0	136.8	81.8	225.2	153.9	172.0	167.5	155.7	
26	78.8	140.9	84.7	231.6	158.3	176.9	172.3	160.3	
27	80.6	145.1	87.7	238.1	162.7	182.0	177.3	165.0	
28	82.4	149.4	90.7	244.8	167.3	187.2	182.3	169.9	
29	84.2	153.8	93.8	251.5	171.9	192.5	187.4	174.8	
30	86.0	158.2	97.0	258.5	176.6	197.8	192.7	179.8	
31	87.8	162.8	100.2	265.5	181.4	203.3	198.0	184.9	
32	89.6	167.4	103.6	272.7	186.3	208.9	203.4	190.2	
33	91.4	172.1	106.9	280.0	191.2	214.6	208.0	195.5	
34	93.2	177.0	110.4	287.5	196.3	220.5	214.6	200.9	
35	95.0	181.9	113.9	295.0	201.4	226.4	220.4	206.4	
36	96.8	186.9	117.5	302.8	206.7	232.5	226.2	212.0	
37	98.6	192.0	121.2	310.7	212.0	238.6	232.2	217.8	
38	100.4	197.1	125.0	318.7	217.4	244.8	238.3	223.6	
39	102.2	202.4	128.8	326.9	222.9	251.4	244.4	229.5	
40	104.0	207.8	132.7	335.2	228.5	257.9	250.7	235.6	
41	105.8	213.3	136.7	343.7	234.2	264.6	257.2	241.7	
42	107.6	218.9	140.8	352.4	240.0	271.4	263.7	248.0	
43	109.4	224.5	144.9	361.2	245.9	278.3	270.3	254.4	
44	111.2	230.3	149.2	370.1	251.9	285.4	277.1	260.9	
45	113.0	236.2	153.5	379.3	258.0	292.6	284.0	267.5	
46	114.8	242.2	157.9	388.6	264.2	299.9	291.0	274.2	
47	116.6	248.0	162.4	398.0	270.5	307.4	298.1	281.0	
48	118.4	254.5	167.0	407.6	276.9	315.0	305.3	288.0	
49	120.2	260.8	171.7	417.5	283.4	322.8	312.7	295.0	
50	122.0	267.2	176.4	427.4	290.1	330.7	320.2	302.2	
52	125.6	280.3	186.2	447.9	303.6	347.0	335.6	317.0	
54	129.2	283.9	196.4	469.2	317.7	364.0	351.5	332.2	
56	132.8	307.9	206.9	491.2	332.2	381.5	368.0	347.9	
58	136.4	322.5	217.8	514.0	347.1	399.8	385.0	364.2	
60	140.0	337.5	229.2	537.6	362.6	418.7	402.6	380.9	
62	143.6	353.0	240.9	562.0	378.6	438.4	420.8	398.2	
64	147.2	367.3	253.1	587.3	395.1	458.9	439.5	416.1	
66	150.8	385.5	265.7	613.5	412.2	480.1	458.9	434.5	
68	154.4	402.5	278.7	640.6	429.9	502.1	479.4	453.4	
70	158.0	420.1	292.2	668.7	448.2	524.9	500.8	472.9	
72	161.6	438.2	306.2	**	467.2	**	523.2	493.1	
74	165.2	456.9	320.7	**	486.9	**	541.7	513.7	

** Excede la temperatura crítica.
PRESION- Libras por pulgada cuadrada
VACIO - Pulgadas de mercurio - letras itálicas



Cual es su Recalentamiento?

EJEMPLO: REFRIGERANTE 410A

Obtenga presión de succión 117 PSIG (del bulbo)

Temperatura aquí mide 10°C 4°C 6°C

CONVERTIDA A TEM. RECALENTAMIENTO

RETORNO DE LIQUIDO - Solo durante el arranque

CAUSAS POSIBLES

- Válvula sobredimensionada
- Fuga en asiento de la válvula solenoide
- Fuga en asiento de VET (ciclo de apagado)
- Compresor ubicado en un lugar frío
- Ajuste de recalentamiento bajo
- Línea de succión en un lugar frío
- Carga termostática incorrecta
- Evaporador drenando libremente hacia el compresor
- Instalación del bulbo
 - Contacto térmico pobre
 - Ubicación en lugar caliente
- Fuga en válvula de descarga del compresor
- Evacuación del sistema interrumpida
- Recalentador externo obstruido o restringido

RECUERDE ESTOS PASOS

- 1ºo Escuche la Queja
- 2ºo Use Instrumentos Precisos
- 3ºo Use Tarjetas Para Analizar

GUIAS GENERALES PARA AJUSTE DE RECALENTAMIENTO			
APLICACION *	AIRE ACONDICIONADO Y BOMBAS DE CALOR	REFRIGERACION COMERCIAL	REFRIGERACION DE BAJA TEMPERATURA
TEMPERATURA DE EVAPORADOR °C	10 a 5 (41°F a 50°F)	5 a -20 (-41°F a -4°F)	-20 a -40 (-4°F a -40°F)
AJUSTE DE RECALENTAMIENTO °C	5 a 7 (8 a 12°F)	3 a 5 (6 a 8°F)	2 a 3 (4 a 6°F)

Estos ajustes son solamente estimados para diseños de sistemas típicos, y deben usarse solo si no están disponibles los ajustes del fabricante del equipo.

Consejos Para de Solución de Problemas

BAJA PRESIÓN DE SUCCIÓN
Sin reducción de la capacidad del compresor

RECALENTAMIENTO ALTO

Sube y Baja Síntomas CAUSAS POSIBLES

- Humedad, Buzara, Cera.
- Válvula subdimensionada.
- Ajuste de recalentamiento alto.
- Migración de la carga del bulbo a la cabeza de la válvula.
- Elemento termostático sin carga.
- Carga termostática incorrecta.
- Caída de presión en el evaporador (válvula sin equalizador externo)
- Ubicación del equalizador externo.
- Equalizador externo obstruido o no conectado.
- Carga de refrigerante baja.
- Vapor en la línea de líquido
 - Ascenso vertical.
 - Caida por mucha fricción.
 - Línea larga o pequeña.
 - Filtro o malla obstruidos.
 - Poca caída de presión a través de la válvula
 - Igual al #11 arriba.
 - Esprea o circuitos del distribuidor muy pequeños.
 - Baja temperatura de condensación.

ALTA PRESIÓN DE SUCCIÓN
Sin reducción de la capacidad del compresor

RECALENTAMIENTO BAJO

Sube y Baja Síntomas CAUSAS POSIBLES

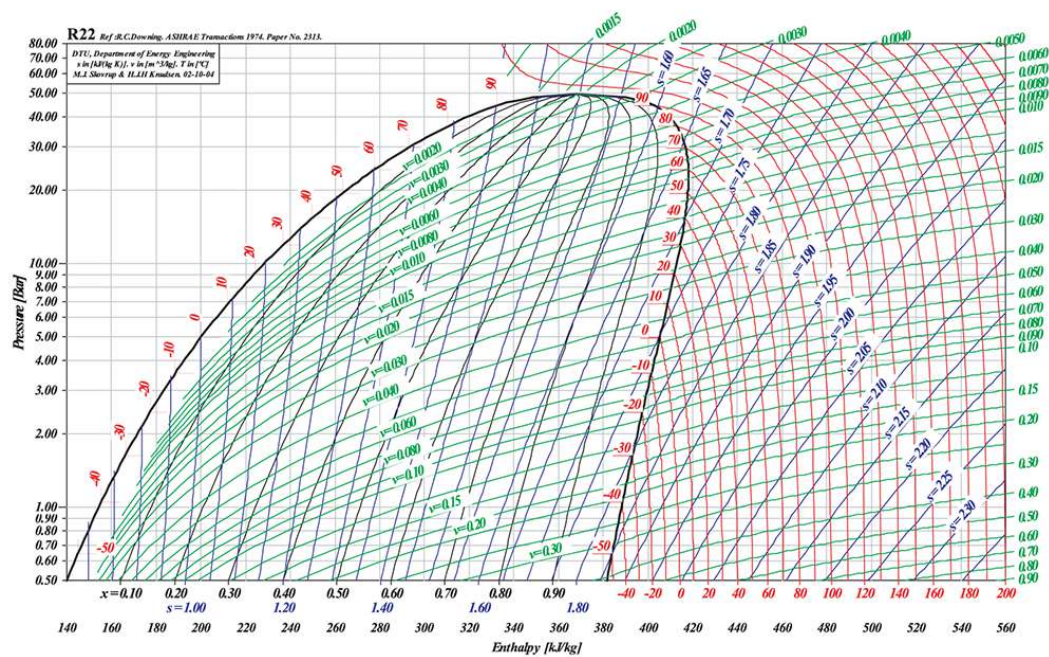
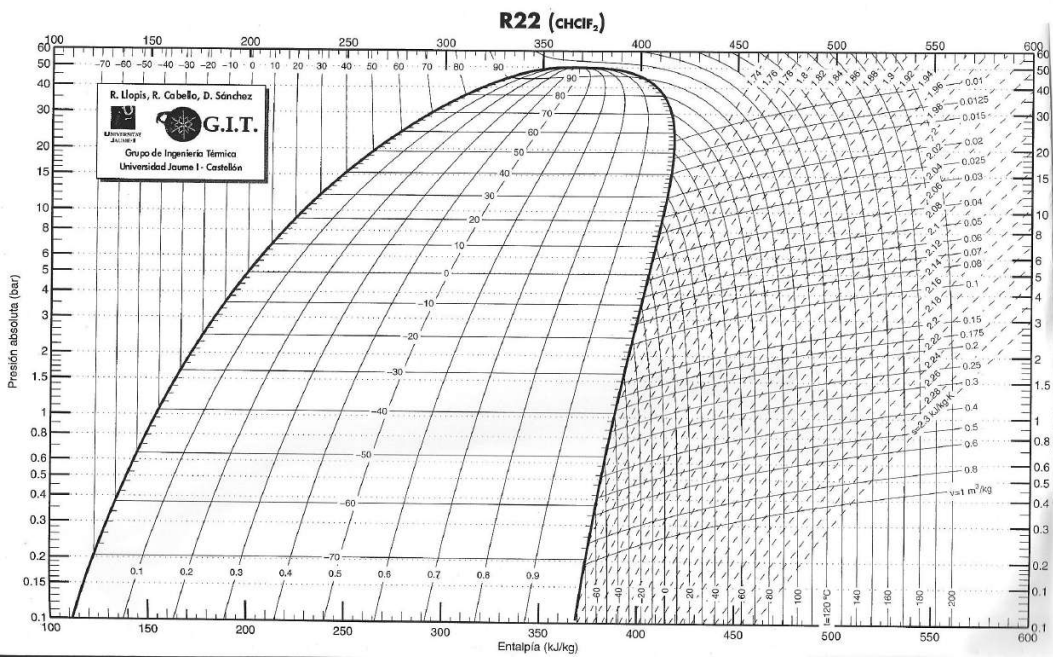
- Válvula sobredimensionada.
- Fugas en el asiento de la VET.
- Ajuste de recalentamiento bajo.
- Instalación del bulbo
 - Contacto térmico pobre.
 - Ubicación en lugar caliente.
- Carga termostática incorrecta.
- Compresor dañado - baja capacidad.
- Humedad, suciedad, cera.
- Equalizador externo ubicado incorrectamente.

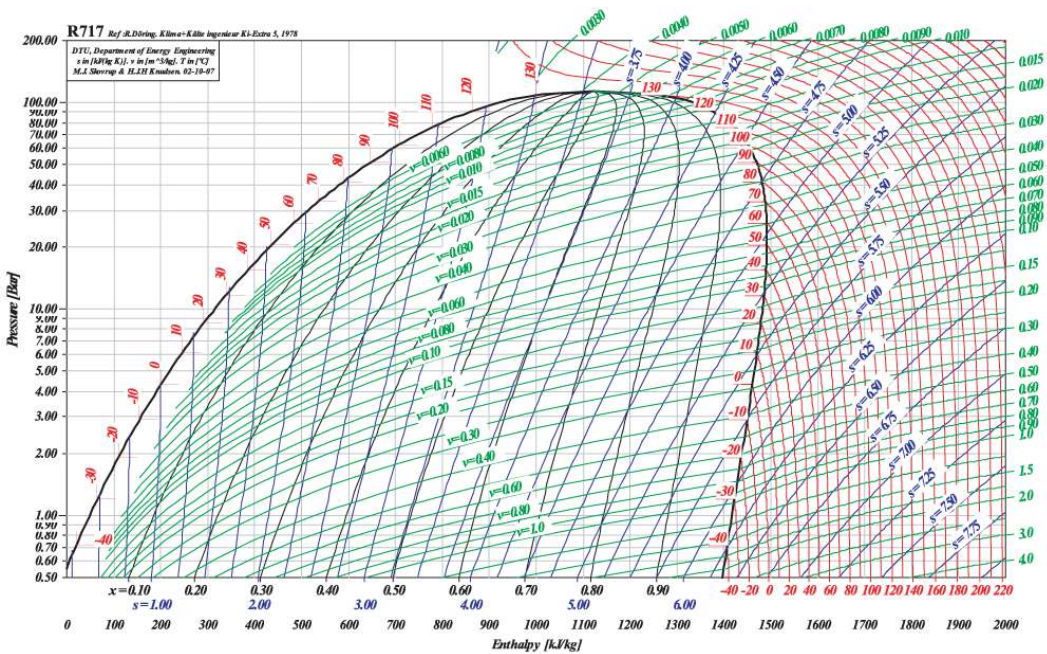
BAJA PRESIÓN DE SUCCIÓN
Sin reducción de la capacidad del compresor

RECALENTAMIENTO BAJO

Sube y Baja Síntomas CAUSAS POSIBLES

- Carga baja
 - No hay suficiente aire.
 - Filtros de aire sucios.
 - Aire demasiado frío.
 - Escarcha en el serpentín.
 - Pobre distribución de aire.
- Pobre distribución de refrigerante.
- Balance compresor-evaporador inadecuado.
- Evaporador atascado con aceite.
- El flujo de una VET está afectando el bulbo de otra VET.





Requisitos Colector

Parámetro	Valor Límite Actual
Material Flotante	Ausente
Temperatura	35°C
pH	5,5-9,5
DBO5	700 ppm
SSed	10mL/L
A&G	200 ppm

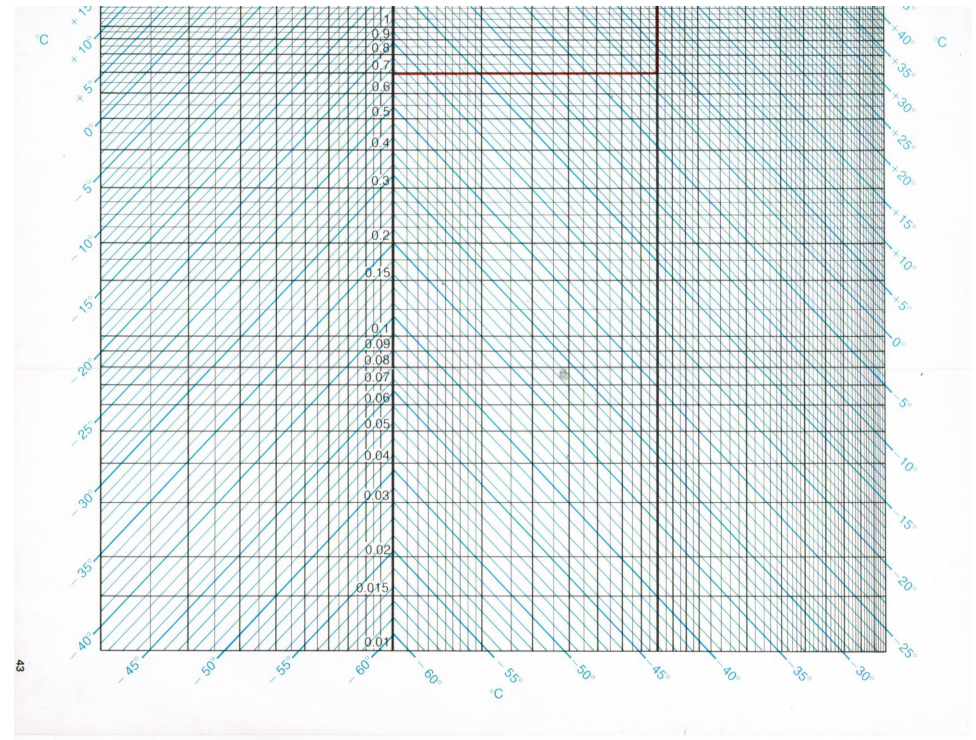
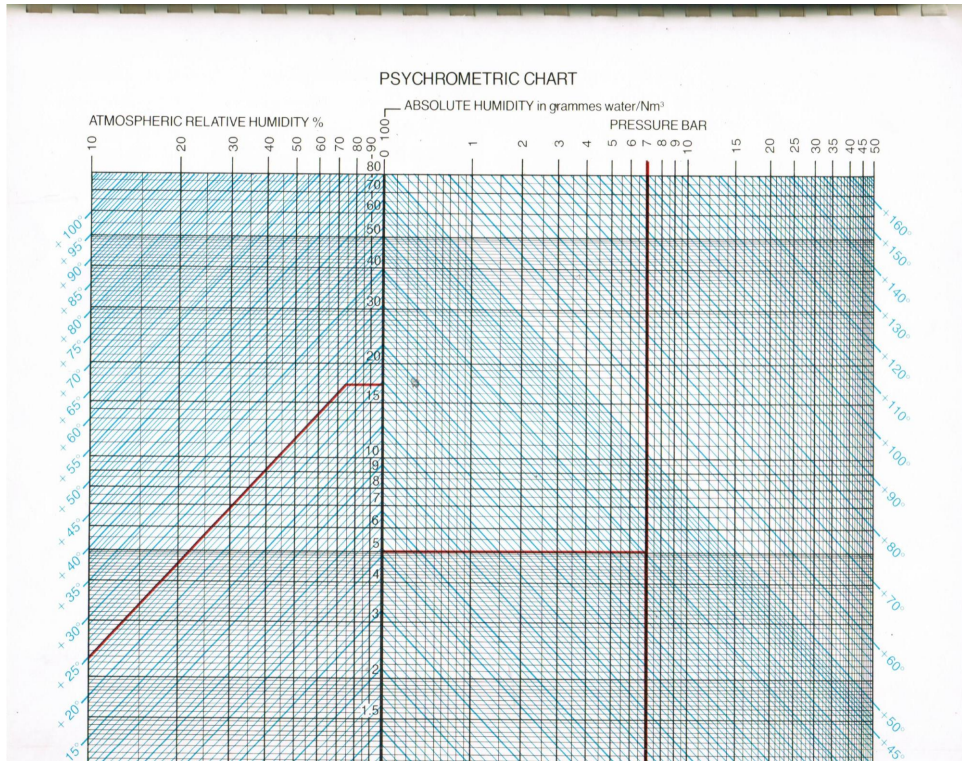
Curso de Agua

Parámetro	Valor Límite Actual
Material Flotante	Ausente
Temperatura	30°C
pH	6-9
DBO5	60 ppm
SST	150 ppm
A&G	50 ppm
CFecales	5000 UFC/100mL
Fosforo	5 ppm
Nitrógeno Amoniacal	5 ppm

Infiltración al terreno

- Solo en zonas rurales
- Distancia mínima a cursos de agua o pozos manantiales: 50m
- Distancia mínima a medianeras: 10m

Material Flotante	Ausente
Temperatura	35°C
pH	5,5-9
SS	10 mL/L
A y G	200 ppm
ST	700 ppm



Air temperature (°F)	Density of air ¹⁾ (lb/ft ³)											
	Gauge Pressure (psi)											
	0	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
30	0.081	0.109	0.136	0.192	0.247	0.302	0.357	0.412	0.467	0.522	0.578	0.633
40	0.080	0.107	0.134	0.188	0.242	0.295	0.350	0.404	0.458	0.512	0.566	0.620
50	0.078	0.105	0.131	0.185	0.238	0.291	0.344	0.397	0.451	0.504	0.557	0.610
60	0.076	0.102	0.128	0.180	0.232	0.284	0.336	0.388	0.440	0.492	0.544	0.596
70	0.075	0.101	0.126	0.177	0.228	0.279	0.330	0.381	0.432	0.483	0.534	0.585
80	0.074	0.099	0.124	0.174	0.224	0.274	0.324	0.374	0.424	0.474	0.524	0.574
90	0.072	0.097	0.121	0.171	0.220	0.269	0.318	0.367	0.416	0.465	0.515	0.564
100	0.071	0.095	0.119	0.168	0.216	0.264	0.312	0.361	0.409	0.457	0.505	0.554
120	0.069	0.092	0.115	0.162	0.208	0.255	0.302	0.348	0.395	0.441	0.488	0.535
140	0.066	0.089	0.111	0.156	0.201	0.246	0.291	0.337	0.382	0.427	0.472	0.517
150	0.065	0.087	0.109	0.154	0.198	0.242	0.287	0.331	0.375	0.420	0.464	0.508
200	0.060	0.081	0.101	0.142	0.183	0.225	0.265	0.306	0.347	0.388	0.429	0.470
250	0.056	0.075	0.094	0.132	0.170	0.208	0.246	0.284	0.322	0.361	0.399	0.437
300	0.052	0.070	0.088	0.123	0.159	0.195	0.230	0.266	0.301	0.337	0.372	0.408
400	0.046	0.062	0.078	0.109	0.141	0.172	0.203	0.235	0.266	0.298	0.329	0.360
500	0.041	0.056	0.070	0.098	0.126	0.154	0.182	0.210	0.238	0.267	0.295	0.323
600	0.038	0.050	0.063	0.089	0.114	0.140	0.165	0.190	0.216	0.241	0.267	0.292

¹⁾ [Density](#) is based on atmospheric pressure 14.696 psia and [molecular weight of air](#) 28.97

- density - 1 lb/ft³ = 16.018 kg/m³
- pressure - 1 psi (lb/in²) = 6,894.8 Pa (N/m²)
- temperature - T(°C) = 5/9[T(°F) - 32]

Air temperature (°F)	Density of air ¹⁾ (lb/ft ³)											
	Gauge Pressure (psi)											
	120	140	150	200	250	300	400	500	700	800	900	1000
30	0.743	0.853	0.909	1.185	1.460	1.736	2.29	2.84	3.94	4.49	5.05	5.60
40	0.728	0.836	0.890	1.161	1.431	1.702	2.24	2.78	3.86	4.40	4.95	5.49
50	0.717	0.823	0.876	1.142	1.408	1.674	2.21	2.74	3.80	4.33	4.87	5.40
60	0.700	0.804	0.856	1.116	1.376	1.636	2.16	2.68	3.72	4.24	4.76	5.28
70	0.687	0.789	0.840	1.095	1.350	1.605	2.12	2.63	3.65	4.16	4.67	5.18
80	0.674	0.774	0.824	1.075	1.325	1.575	2.08	2.58	3.58	4.08	4.58	5.08
90	0.662	0.760	0.809	1.055	1.301	1.547	2.04	2.53	3.51	4.00	4.50	4.99
100	0.650	0.747	0.795	1.036	1.278	1.519	2.00	2.48	3.45	3.93	4.42	4.90
120	0.628	0.721	0.768	1.001	1.234	1.467	1.933	2.40	3.33	3.80	4.26	4.73
140	0.607	0.697	0.742	0.967	1.193	1.418	1.868	2.32	3.22	3.67	4.12	4.57
150	0.597	0.686	0.730	0.951	1.173	1.395	1.838	2.28	3.17	3.61	4.05	4.50
200	0.552	0.634	0.675	0.879	1.084	1.289	1.698	2.11	2.93	3.34	3.75	4.16
250	0.513	0.589	0.627	0.817	1.088	1.198	1.579	1.959	2.72	3.10	3.48	3.86
300	0.479	0.550	0.586	0.764	0.941	1.119	1.475	1.830	2.54	2.90	3.25	3.61
400	0.423	0.486	0.518	0.675	0.832	0.989	1.303	1.618	2.25	2.56	2.87	3.19
500	0.379	0.436	0.464	0.604	0.745	0.886	1.167	1.449	2.01	2.29	2.58	2.86
600	0.343	0.394	0.420	0.547	0.675	0.802	1.057	1.312	1.822	2.08	2.33	2.59

¹⁾ [Density](#) is based on atmospheric pressure 14.696 psia and [molecular weight of air](#) 28.97

- density - 1 lb/ft³ = 16.018 kg/m³
- pressure - 1 psi (lb/in²) = 6,894.8 Pa (N/m²)
- temperature - T(°C) = 5/9[T(°F) - 32]

TABLE 5 HEAT REMOVED IN COOLING AIR TO STORAGE CONDITIONS (BTU PER CU FT)									
STORAGE ROOM TEMP., °F	TEMPERATURE OF OUTSIDE AIR, °F								
	85		90		95		100		
	RELATIVE HUMIDITY, PERCENT								
	50	60	50	60	50	60	50	60	
65	0.32	0.52	0.58	0.81	0.85	1.12	1.15	1.46	
60	0.58	0.78	0.83	1.00	1.10	1.37	1.39	1.70	
55	0.80	1.00	1.05	1.20	1.32	1.59	1.61	1.92	
50	1.01	1.21	1.26	1.49	1.53	1.79	1.82	2.13	
45	1.20	1.40	1.45	1.68	1.71	1.98	2.00	2.31	
40	1.37	1.57	1.62	1.85	1.88	2.15	2.17	2.48	
35	1.54	1.74	1.78	2.01	2.04	2.31	2.33	2.64	
30	1.78	2.01	2.05	2.31	2.33	2.64	2.65	3.00	
STORAGE ROOM TEMP., °F	TEMPERATURE OF OUTSIDE AIR, °F								
	40		50		60		70		
	RELATIVE HUMIDITY, PERCENT								
	70	80	70	80	50	60	50	60	
30	0.21	0.26	0.55	0.62	2.05	2.31	2.05	3.00	
25	0.37	0.43	0.71	0.78	2.20	2.46	2.29	3.14	
20	0.52	0.59	0.86	0.93	2.33	2.60	2.93	3.28	
15	0.68	0.72	1.00	1.07	2.46	2.72	3.05	3.40	
10	0.80	0.85	1.13	1.20	2.58	2.84	3.17	3.52	
5	0.92	0.97	1.25	1.32	2.69	2.95	3.28	3.63	
0	1.04	1.09	1.36	1.43	2.80	3.06	3.38	3.74	
-5	1.15	1.20	1.47	1.55	2.90	3.16	3.48	3.84	
-10	1.26	1.31	1.58	1.65	3.00	3.26	3.58	3.93	
-15	1.37	1.42	1.69	1.76	3.10	3.35	3.68	4.03	
-20	1.47	1.52	1.79	1.86	3.19	3.46	3.77	4.12	
-25	1.57	1.62	1.89	1.96	3.29	3.55	3.86	4.21	
-30	1.67	1.72	1.99	2.06	3.38	3.64	3.95	4.30	

From 1972 ASHRAE Handbook of Fundamentals -- Reprinted by Permission

$1 m^3 = 35.3 ft^3$

TABLE 4A AVERAGE AIR CHANGES PER 24 HRS FOR MED. TEMPERATURE (ABOVE 32°F) ROOMS DUE TO INFILTRATION AND DOOR OPENINGS							
VOLUME CU FT	AIR CHANGES PER 24 HR	VOLUME CU FT	AIR CHANGES PER 24 HR	VOLUME CU FT	AIR CHANGES PER 24 HR	VOLUME CU FT	AIR CHANGES PER 24 HR
200	44.0	1000	17.5	6000	6.5	30000	2.7
300	34.5	1500	14.0	8000	5.5	40000	2.3
400	29.5	2000	12.0	10000	4.9	50000	2.0
500	26.0	3000	9.5	15000	3.9	75000	1.6
600	23.0	4000	8.2	20000	3.5	100000	1.4
800	20.0	5000	7.2	25000	3.0	200000	0.9

Note: For heavy usage, multiply above values by 2. For long storage, multiply the above values by 0.60. Not valid if ventilating ducts or grilles are used. (in unventilated rooms).

$N = \frac{A}{V} \sqrt{H \cdot \Delta T}$
 $N = \frac{A}{V} \sqrt{H \cdot \Delta T}$
 $N = \frac{A}{V} \sqrt{H \cdot \Delta T}$

TABLE 4B AVERAGE AIR CHANGES PER 24 HRS FOR LOW TEMPERATURE (BELOW 32°F) ROOMS DUE TO INFILTRATION AND DOOR OPENINGS							
VOLUME CU FT	AIR CHANGES PER 24 HR	VOLUME CU FT	AIR CHANGES PER 24 HR	VOLUME CU FT	AIR CHANGES PER 24 HR	VOLUME CU FT	AIR CHANGES PER 24 HR
250	29.0	1000	13.5	5000	5.6	25000	2.3
300	26.2	1500	11.0	6000	5.0	30000	2.1
400	22.5	2000	9.3	8000	4.3	40000	1.8
500	20.0	2500	8.1	10000	3.8	50000	1.6
600	18.0	3000	7.4	15000	3.0	75000	1.3
800	15.3	4000	6.3	20000	2.6	100000	1.1

Note: For heavy usage, multiply above values by 2. For long storage, multiply the above values by 0.6. Not valid if ventilating ducts or grilles are used.