

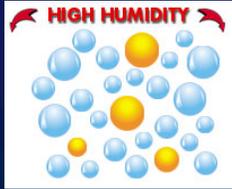
HOSPITAL CLINICO UNIVERSIDAD DE CHILE

# HUMIDIFICACION DE LA VIA AEREA

HOSPITAL CLINICO UNIVERSIDAD DE CHILE

# HUMEDAD

“Cantidad de vapor de agua en un gas”.



HOSPITAL CLINICO UNIVERSIDAD DE CHILE

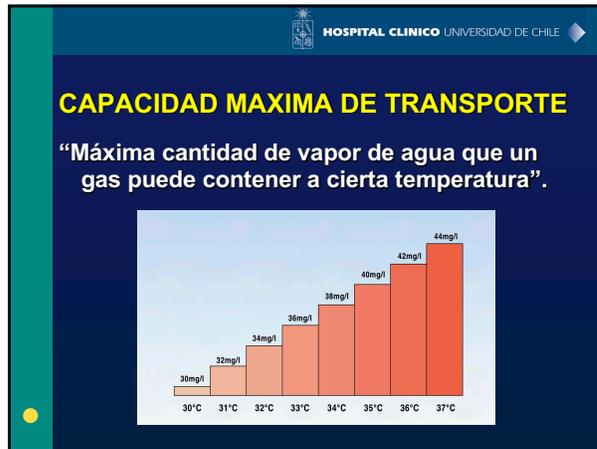
## HUMEDAD ABSOLUTA

“Masa de vapor de agua contenida en un litro de gas”

Se expresa en mg(H<sub>2</sub>O)/L gas

es la cantidad de vapor de agua por litro de gas, medido en mg/l.

AH=22mg/l

HOSPITAL CLINICO UNIVERSIDAD DE CHILE

## RELACIÓN ENTRE TEMPERATURA Y CAPACIDAD DE TRANSPORTE

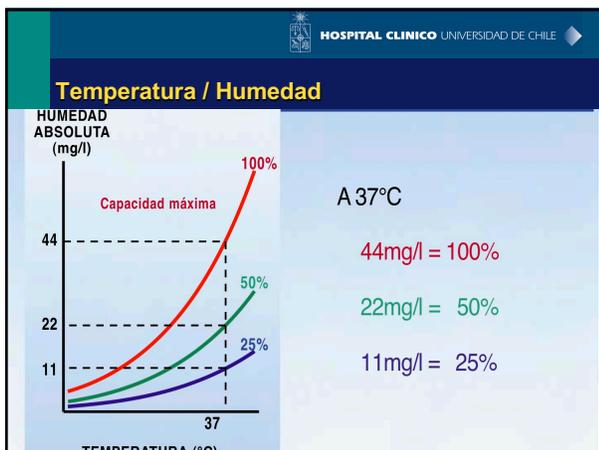
Temperatura (°C)	H.A. (mgH <sub>2</sub> O/L)
37	44.0
36	41.8
34	37.6
32	33.8
30	30.4
25	23.1
22	19.5
20	17.3

HOSPITAL CLINICO UNIVERSIDAD DE CHILE

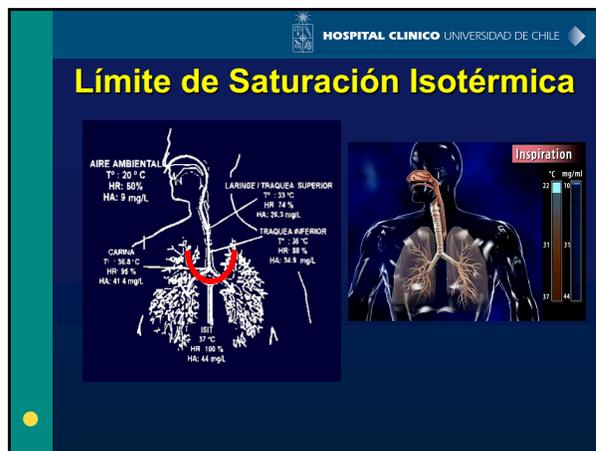
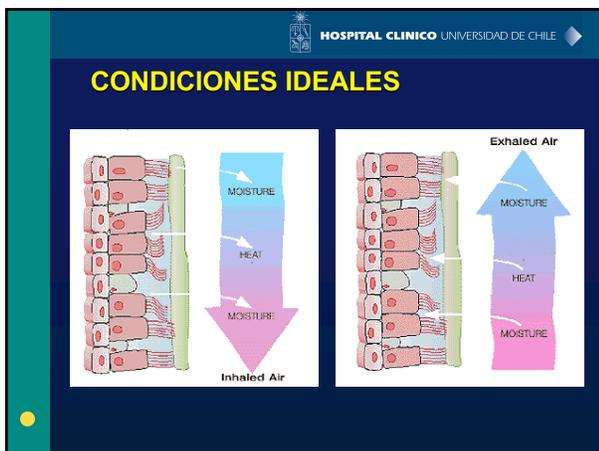
## HUMEDAD RELATIVA

“La cantidad de vapor de agua de un gas comparada con el contenido máximo de vapor a esa temperatura”

$$HR\% = \frac{\text{Humedad Absoluta}}{\text{Capac. Máxima de Transporte}} \times 100$$

- HOSPITAL CLINICO UNIVERSIDAD DE CHILE
- ### ¿QUE PASA SI EXISTE MALA HUMEDIFICACIÓN?
- ALTERACIÓN DE LA MECANICA PULMONAR.
  - PERDIDA DE AGUA.
  - PERDIDA DE CALOR.
- Acta Otolaryngol 1975;79: 133-139



HOSPITAL CLINICO UNIVERSIDAD DE CHILE

### Límite de Saturación Isotérmica

**Boca:** T: 20°C, HR: 0-10%, HA: 0-2 mg/L  
**Tubo Endotraqueal entrega 7 mg/L**  
**Tráquea Superior:** T: 32°C, HR: 30%, HA: 10 mg/L  
**PSIT:** T: 37°C, HR: 100%, HA: 44 mg/L

Inspiration

HOSPITAL CLINICO UNIVERSIDAD DE CHILE

### Respiración de Aire Ambiental por Traqueostomía

**(Sin Sistema Humidificador/Oxigenoterapia)**  
**Aire Ambiental:** T: 20°C, HR: 50%, HA: 9 mg H<sub>2</sub>O/L  
**Tráquea Superior:** T: 33°C, HR: 74%, HA: 26 mg H<sub>2</sub>O/L

HOSPITAL CLINICO UNIVERSIDAD DE CHILE

### ALTERACIÓN DE LA MECÁNICA PULMONAR

**Gases toman temperatura y humedad de la mucosa de la vía aérea**  
**Hipotermia local**  
**Disminución agua en secreciones**  
**Retención de secreciones**  
**Inactividad ciliar**

Anaesthesiology 1972;37:338

HOSPITAL CLINICO UNIVERSIDAD DE CHILE

### Actividad Ciliar

**Frecuencia (batidas/min)**  
**Temperatura (°C)**  
**Humedad Relativa (%)**

HOSPITAL CLINICO UNIVERSIDAD DE CHILE

### Actividad Ciliar

HOSPITAL CLINICO UNIVERSIDAD DE CHILE

### Paciente intubado sin humidificación

**Alteración de mucosa y cilios.**  
**Obstrucción de VA periférica.**  
**Resistencia y trabajo respiratorio.**

**ATELECTASIA**  
**INVASIÓN BACTERIANA**  
**INFLAMACIÓN**  
**HIPOXEMIA**  
**ALTERACIÓN SURFACTANTE**

Respir Care 1989;34:85-97

HOSPITAL CLINICO UNIVERSIDAD DE CHILE

### Paciente intubado sin humidificación



37°C, 44mg/L

Respir Care 1989;34:85-97

HOSPITAL CLINICO UNIVERSIDAD DE CHILE

### Humedificación



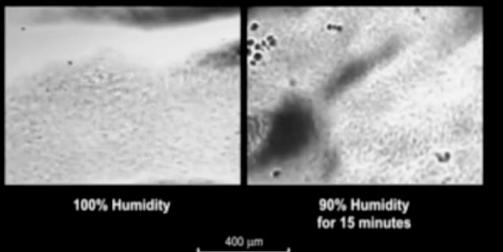
Pausa (x)

0:30 / 0:41

HOSPITAL CLINICO UNIVERSIDAD DE CHILE

### Paciente intubado sin humidificación

Fisher & Paykel HEALTHCARE



100% Humidity

90% Humidity for 15 minutes

400 μm

Respir Care 1989;34:85-97

HOSPITAL CLINICO UNIVERSIDAD DE CHILE

### HUMEDIFICADOR OPTIMO

- Proporcionar adecuado nivel de humedad.
- Mantener temperatura corporal.
- Ser seguro.
- Bajo riesgo de infección.
- Propiedades físicas óptimas.
- Fácil de usar.
- Bajo costo.

HOSPITAL CLINICO UNIVERSIDAD DE CHILE

### EQUIPOS DE HUMEDIFICACIÓN CLASIFICACIÓN

- **Capacidad de entregar temperatura:**
  - HUMEDIFICADORES CALEFACCIONADOS.
  - HUMEDIFICADORES NO CALEFACCIONADOS.
- **Capacidad de entregar humedad:**
  - HUMEDIFICADORES ACTIVOS.
  - HUMEDIFICADORES PASIVOS.

HOSPITAL CLINICO UNIVERSIDAD DE CHILE

### TIPOS DE HUMEDIFICADORES

- HUMEDIFICADOR DE SOBREPASO.
- HUMEDIFICADOR DE BURBUJA.
- HUMEDIFICADOR TIPO JET.
- HUMEDIFICADOR DE CASCADA.
- HUMEDIFICADOR DE CAMISA.
- INTERCAMBIADOR DE CALOR Y HUMEDAD (HME)

HOSPITAL CLINICO UNIVERSIDAD DE CHILE

## TIPOS DE HUMEDIFICADORES

Fig. 1. Level of humidity provided by different humidification devices and the levels of absolute humidity associated with endotracheal tube occlusion.

Respir Care 2009;54(4):450-452

HOSPITAL CLINICO UNIVERSIDAD DE CHILE

## Humedificador de Sobrepaso

- El gas pasa sobre la superficie del líquido y luego se libera al paciente.
- Humedad relativa <25% cuando no es calentado.

HOSPITAL CLINICO UNIVERSIDAD DE CHILE

## Humedificador de sobrepaso

HOSPITAL CLINICO UNIVERSIDAD DE CHILE

## Humedificador de Burbuja

- Es el más común de los humidificadores usados.
- El flujo de gas interactúa directamente con el líquido provocando burbujas.
- HR entre el 35% al 45%.

HOSPITAL CLINICO UNIVERSIDAD DE CHILE

## Humedificador tipo jet

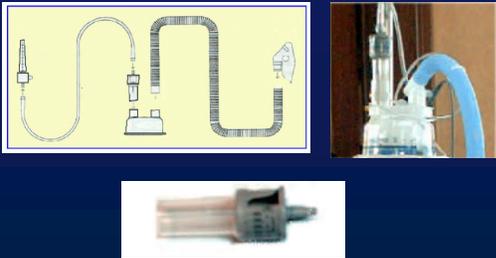
- Calefaccionado o no
- Principio de Bernoulli
- Jet modificado (bajo agua)
- Nebuliza → partículas de agua > 5µm.
- Mayor obstrucción

HOSPITAL CLINICO UNIVERSIDAD DE CHILE

## Humedificador tipo jet en Halo

HOSPITAL CLINICO UNIVERSIDAD DE CHILE

### Humificador tipo jet en Halo



The diagram shows a jet-type humidifier connected to a Halo system. The photograph shows the physical setup with a blue tube leading to the Halo chamber.

HOSPITAL CLINICO UNIVERSIDAD DE CHILE

### Humidificación en Halo



Two photographs showing the humidification setup in Halo. The top left photo shows the Halo chamber with a humidifier. The top right photo shows a humidifier bottle. The bottom photo shows a baby inside the Halo chamber.

HOSPITAL CLINICO UNIVERSIDAD DE CHILE

### Humificador de cascada

- Humificador de burbuja modificado
- Mayor tamaño de difusión, por lo tanto, mayor interfase gas/agua
- H.R. 100%
- Mayor condensación



A photograph of a cascade humidifier, which is a modified bubble humidifier with a larger diffusion surface.

HOSPITAL CLINICO UNIVERSIDAD DE CHILE

### Humificador de camisa

- Papel absorbente
- Aumenta la superficie de intercambio
- Calefaccionado
- H.R. 100%



A photograph of a shirt humidifier, which uses absorbent paper to increase the surface area for gas exchange.

HOSPITAL CLINICO UNIVERSIDAD DE CHILE

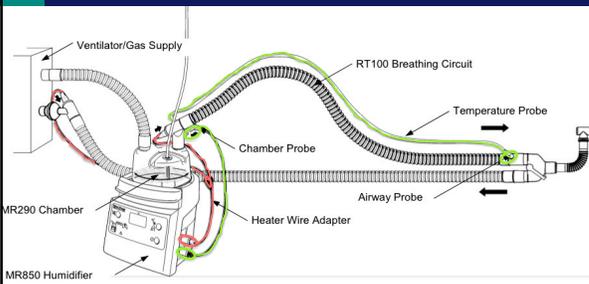
### Uso de Humificador



A photograph showing a humidifier unit connected to a ventilator and a patient's breathing circuit in a clinical setting.

HOSPITAL CLINICO UNIVERSIDAD DE CHILE

### Uso de Humificador



The diagram illustrates the connection of an MR850 Humidifier to an MR290 Chamber. It shows the Ventilator/Gas Supply, RT100 Breathing Circuit, Chamber Probe, Temperature Probe, Airway Probe, and Heater Wire Adapter.

## Uso de Cable Calefactor



## Factores que afectan la eficacia del Humedificador

- Longitud del circuito
- Tiempo de exposición gas/agua
- Superficie de contacto gas/agua
- Flujo
- Uso de trampas de agua
- Temperatura ambiente
- Uso de nebulizadores
- Condensado en circuito

## INTERCAMBIADOR CALOR-HUMEDAD



- Calor y humedad del gas espirado
- H.R.: 70% - 90%
- T° : 28 - 34 ° C

## FILTRO HUMIDIFICADOR

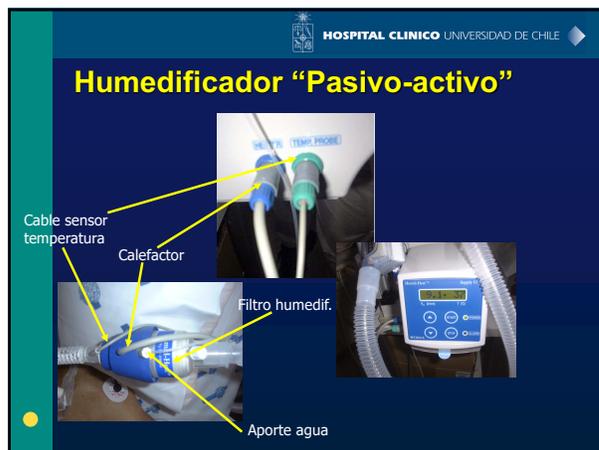
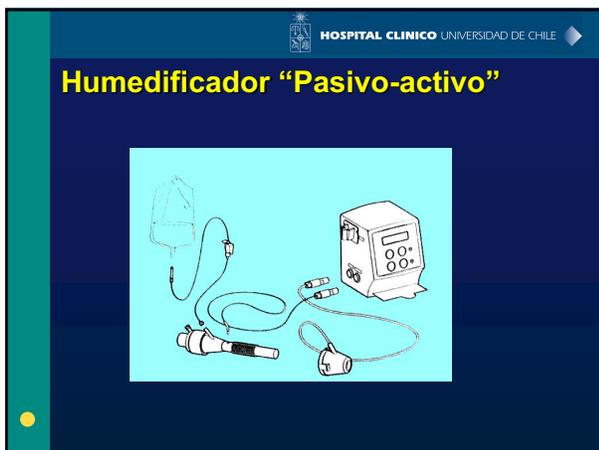


## FILTRO HUMIDIFICADOR



## Humedificador "Pasivo-activo"





### SISTEMAS DE HUMIDIFICACION

HUMIDIFICADOR	TEMPERATURA (°C)	HUMEDAD RELATIVA (%)	HUMEDAD ABSOLUTA (mgH <sub>2</sub> O/L)
ACTIVO NO CALEFACCIONADO	18 – 23	< 100	15 – 20
ACTIVO CALEFACCIONADO	36 – 38	100	42 – 47
PASIVO	29 - 34	90 - 100	25 – 37

### HUMIDIFICADORES ACTIVOS

<p><b>VENTAJAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- CONFIABILIDAD</li> <li>- MONITORIZACION</li> <li>- USO UNIVERSAL</li> </ul>	<p><b>DESVENTAJAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- POCO TRANSPORTABLES</li> <li>- ALTO COSTO</li> <li>- RIESGO CONTAMINACION</li> <li>- RIESGO ELECTRICO</li> </ul>
---	---

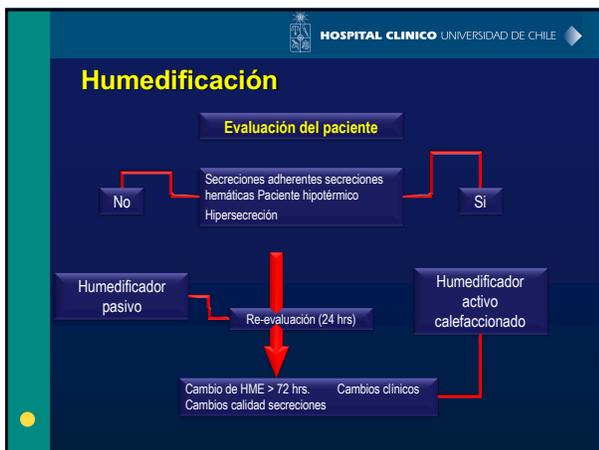
### Benefits of Invasive Ventilation with Heated Humidification

Benefits
<b>Airway Defense</b>
Increased airway defense, reducing risk of respiratory infection
<b>Ventilation</b>
Increased patency of endotracheal tubes via decreased secretion build-up
Reduction in incidence of small airway blockage
Ability to deliver lower tidal volumes (e.g. ARDS)
Reduced respiratory effort
More effective weaning

1 Morán, J Bellapart, A Vari, J Mancobo Intensive Care Medicine 2006; 32: 524-531  
A Doyle, M Joshi, P Frank, T Craven, P Moondi, P Young Journal of Critical Care 2011; 26(6): 637.e1-637.e4

### HUMIDIFICADORES PASIVOS

<p><b>VENTAJAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- BAJO COSTO</li> <li>- FACIL USO</li> <li>- PORTATIL</li> <li>- BAJO RIESGO</li> <li>- PROP. FISICAS</li> </ul>	<p><b>DESVENTAJAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- &gt; ESPACIO MUERTO</li> <li>- RIESGO DE OCLUSION</li> <li>- &gt; RESISTENCIA</li> <li>- USO LIMITADO</li> </ul>
--	---



**HOSPITAL CLINICO UNIVERSIDAD DE CHILE**

### Respiración Espontánea con VA Artificial Realidad UPC Centros de Salud

Centro de Salud	TUBO-T/HBUR+SCV	TUBO-T/HME	TRQ/TL+HBU R+SCV	TRQ/HME	TRQ/ACTIVO
HCUC	XXX		XX	XX	
HCUC	XXX			XXX	XX
Posta Central			XX	XX	
HFACH	XXX		X	XX	X
HSJ	XXX		XX	XX	
HSJD					
C. Indisa	XXX		X	XXX	X
C.Alemana	XXX			XXX	X
C. Sta. María	XXX				

100% utiliza      No uso      Mayoría utiliza

**HOSPITAL CLINICO UNIVERSIDAD DE CHILE**

### Evaluación del Rendimiento y Producción de Humedad de los Humidificadores de Burbuja Usados con Mascarillas de Concentración Variable

Navarro R., Oyarzún M., Vidal F., Arellano D.  
Hospital Clínico Universidad de Chile  
Noviembre 2009

**HOSPITAL CLINICO UNIVERSIDAD DE CHILE**

### Materiales y Método

**MEDICIÓN HR**

- Higrómetro digital (Marca Veto, Italia)
- Psicrómetro análogo (Marca Hygromat, Alemania)
- Cámara de acrílico
- Se conectó inyector del sistema de oxigenoterapia



## Materiales y Método

### MEDICIÓN HR CON HUMIDIFICACIÓN

## Discusión (1)

### FiO2 24%

Relación Aire:O2 → 1:19  
Flujo operativo mascarilla: 3 LPM

## Discusión (2)

### FiO2 50%

Relación Aire:O2 → 1:1,6  
Flujo operativo mascarilla: 15 LPM

## Resultados (1)

### TEMPERATURA (°C)

	sin humidificador	con humidificador	
24%	21,9	22,1	n.s.
26%	21,7	22,2	n.s.
28%	21,6	22,2	n.s.
30%	21,7	22,2	n.s.
35%	21,8	22,1	n.s.
40%	21,8	22,2	n.s.
50%	21,8	22,2	n.s.

- La temperatura del gas a distintas concentraciones de O<sub>2</sub> no tuvo cambios significativos al compararse con y sin humidificador.
- Flujos sobre 6 LPM activaron la válvula liberadora de presión

## Resultados (2)

### HUMEDAD RELATIVA (T° 22 ° C)

	sin humidificador	con humidificador	
24%	41,0	41,1	n.s.
26%	42,0	41,0	n.s.
28%	41,0	41,4	n.s.
30%	41,0	39,6	n.s.
35%	36,0	43,0	p< 0.05
40%	35,0	43,1	p< 0.05
50%	35,0	43,7	p< 0.05

Sólo se generaron cambios estadísticamente significativos en la HR a concentraciones de O<sub>2</sub> > 35%.

## Resultados (3)

### HUMEDAD ABSOLUTA (T° 22 ° C)\*

	sin humidificador	con humidificador	Dif. (mg(H2O)/L)	
24%	8,0	8,0	0,0	n.s.
26%	8,2	8,0	-0,2	n.s.
28%	8,0	8,1	0,1	n.s.
30%	8,0	7,7	-0,3	n.s.
35%	7,0	8,4	1,4	p< 0.05
40%	6,8	8,4	1,6	p< 0.05
50%	6,8	8,5	1,7	p< 0.05

\*Capacidad máxima de transporte de vapor de agua a 22° C: 19,5 mg(H2O)/L  
Humedad y T° necesaria a nivel alveolar: 37° C y 44 mg(H2O)/L (HR 100%)

Cambios mínimos en la entrega de humedad al ser evaluada la HA

**Humidification Performance of Humidifying Devices for Tracheostomized Patients With Spontaneous Breathing: A Bench Study**

Yusuke Chikata, Jun Oto MD, Mutsuo Onodera MD, and Masaji Nishimura MD

		Absolute Humidity* (mg/L)	Dead Space (mL)
Trach-Vent+		27.0	10
Trach-Vent		27.0	10
Tracheolife II		28.5	29
Aqua+ T		24.0	15
Hydro-Trach II		26.0	19
Thermovent T2		25.0	11
Thermovent T		25.0	9

*Respir Care 2013;58(9):1442-1448*

