

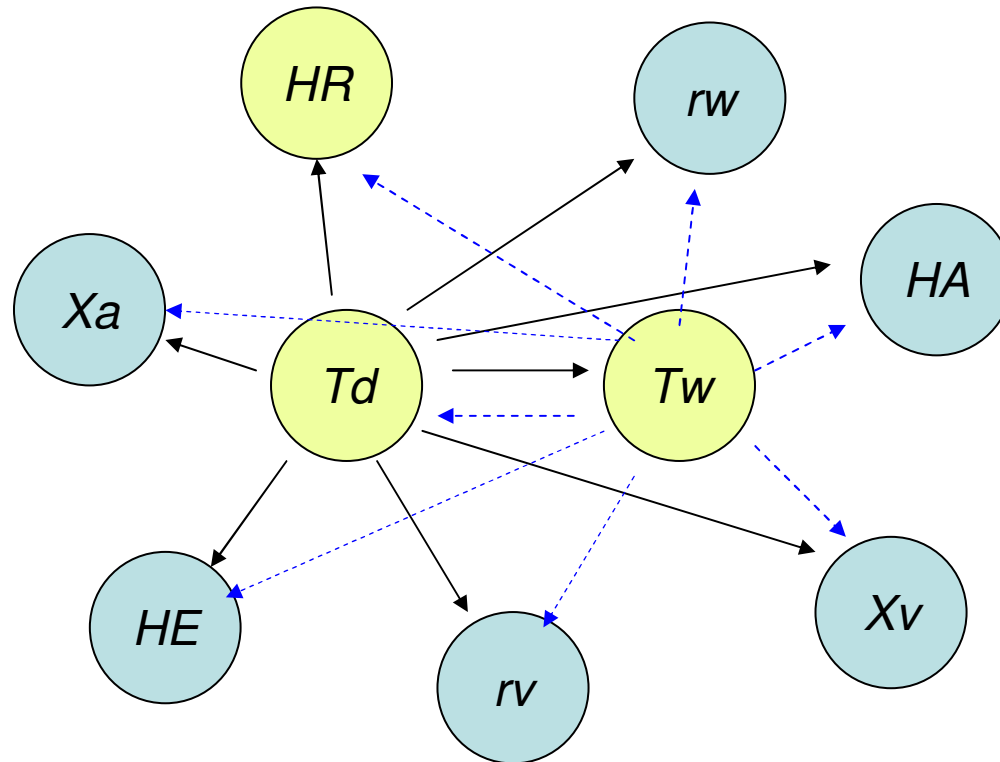
DEFINICIONES DE HUMEDAD Y SU EQUIVALENCIA

Enrique Martines López

Contenido

- Introducción
- Conversión entre HR, td y tw
- Incertidumbre de la conversión
- Ejemplos
- Conclusiones

Introducción

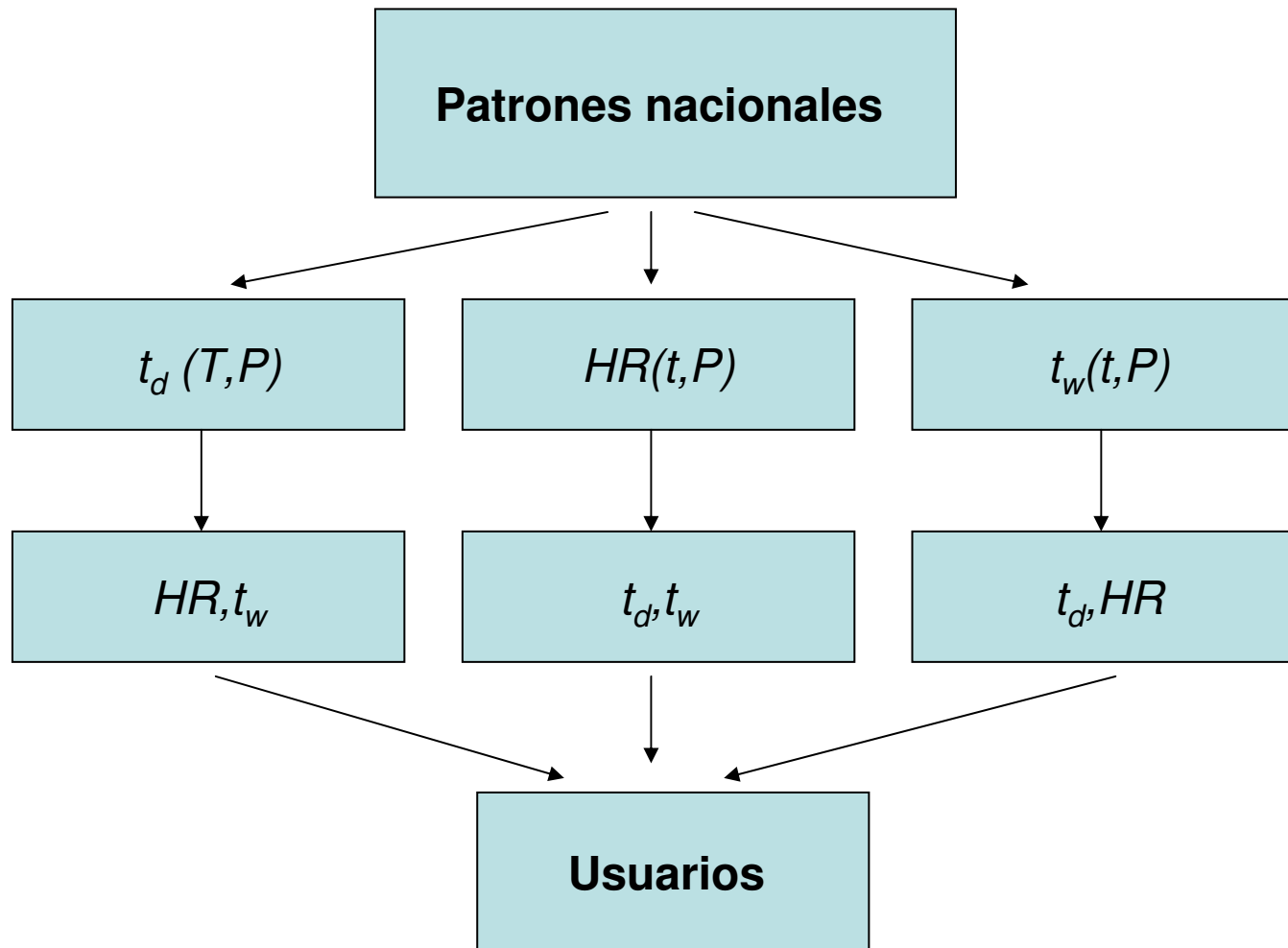


Magnitudes que sirven para expresar el contenido de humedad

Magnitudes: clasificación

Magnitud	Símbolo	Determinación
Razón de masas	r_w	Depende de m
Razón de volúmenes	r_v	Depende m
Fracción molar de aire seco	X_a	Depende m
Fracción molar de vapor de agua	X_v	Depende m
Humedad específica	q	Depende de m y V
Humedad "absoluta"	ρ_v	Depende de m y V
Densidad de aire seco	ρ_a	Depende de m y V
Densidad de aire húmedo	ρ_w	Depende de m y V
Temperatura de punto de rocío/escarcha	$t_{d/f}$	Depende de P
Humedad relativa	HR	Depende de P y t
Temperatura de bulbo húmedo	t_w	Depende de P y t

Esquemas de trazabilidad en la calibración de medidores de humedad



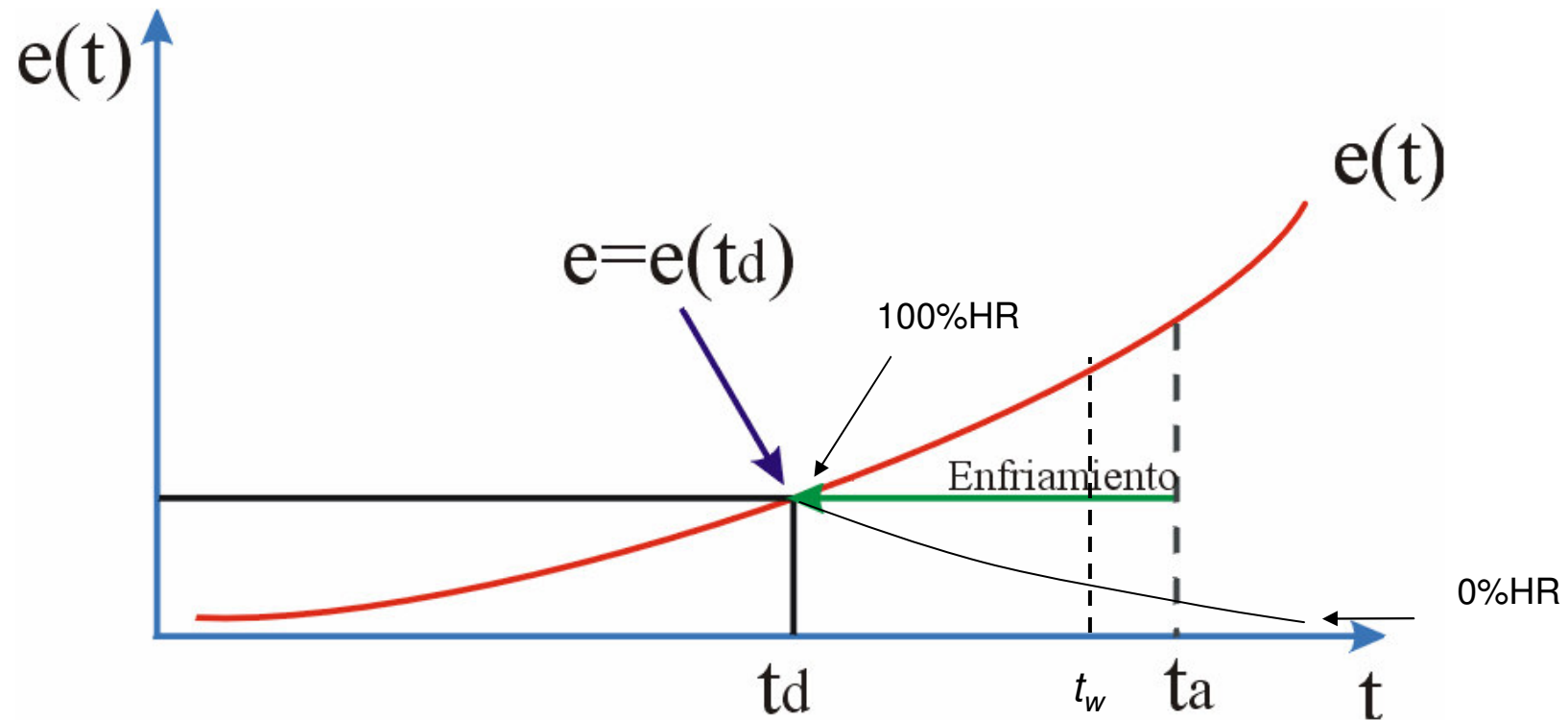
Medidor de temperatura de punto de rocío



Conversión entre HR , t_d y t_w

- a) Condiciones conocidas de entrada: ψ , P y t .
- b) Relación entre ψ y la magnitud de interés (X).
- c) Análisis y selección de los factores involucrados (ecuaciones de aproximación, y constantes involucradas).
- d) Evaluación numérica del valor de interés X :
Sustitución directa o por métodos numéricos.

Relación entre HR , t_d y t_w



Relación entre HR , t_d y t_w

		Valores conocidos		
Valores calculados		HR, t, P	t_d, t, P	t_w, t, P
	HR	1	$HR = \frac{e(t_d)}{e(t)}$	$HR = \frac{e(t_w) - AP \bullet (t - t_w)}{e(t)}$
	t_d	$e(t_d) = e(t) \bullet HR$	1	$e(t_w) - AP \bullet (t - t_w) = e(t_d)$
	t_w	$e(t_w) - AP(t - t_w) = e(t) \bullet HR$	$e(t_w) - AP \bullet (t - t_w) = e(t_d)$	1

Incertidumbre en la conversión

		Valores de incertidumbre conocidos	
Incertidumbre calculada		$u(HR)$	$u(t_d)$
	$u(HR)$	-----	$\left(\frac{uHR}{HR}\right)^2 = \left(\frac{ue(t_d)}{e(t_d)}\right)^2 + \left(\frac{ue(t)}{e(t)}\right)^2$
	$u(t_d)$	$ut_d = \sqrt{\frac{\left(\frac{ue(t)}{e(t)}\right)^2 + \left(\frac{uHR}{HR}\right)^2}{\left(\frac{\partial e(t_d)}{\partial t_d} \frac{1}{e(t_d)}\right)^2}}$	-----
	$u(t_w)$	$ut_w = \sqrt{\left(\frac{\partial t_w}{\partial t} ut\right)^2 + \left(\frac{\partial t_w}{\partial HR} uHR\right)^2 + \left(\frac{\partial t_w}{\partial P} uP\right)^2 + \left(\frac{\partial t_w}{\partial A} uA\right)^2}$	$ut_w = \sqrt{\left(\frac{\partial t_w}{\partial t} ut\right)^2 + \left(\frac{\partial t_w}{\partial t_d} ut_d\right)^2 + \left(\frac{\partial t_w}{\partial P} uP\right)^2 + \left(\frac{\partial t_w}{\partial A} uA\right)^2}$
		$u(t_w)$	-----
	$u(HR)$	$uHR = \sqrt{\left(\frac{\partial HR}{\partial t} ut\right)^2 + \left(\frac{\partial HR}{\partial t_w} ut_w\right)^2 + \left(\frac{\partial HR}{\partial P} uP\right)^2 + \left(\frac{\partial HR}{\partial A} uA\right)^2}$	-----
	$u(t_d)$	$ut_d = \sqrt{\left(\frac{\partial t_d}{\partial t_w} ut_w\right)^2 + \left(\frac{\partial t_d}{\partial T} ut\right)^2 + \left(\frac{\partial t_d}{\partial P} uP\right)^2 + \left(\frac{\partial t_d}{\partial A} uA\right)^2}$	-----

Ejemplos

1. Calibración de un higrómetro capacitivo usando como patrón un medidor de punto de rocío.

Instrumento patrón		Instrumento bajo calibración
$t_d / ^\circ\text{C}$	$t(^{\circ}\text{C})$	%HR
3,64	22,01	30,2
7,79	22,00	40,1
11,11	22,05	50,0
13,88	22,02	59,9
16,28	22,01	69,8

$t=22\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,05\text{ }^{\circ}\text{C}$
 $P=81\text{ kPa}$
 $u_{t_d}=0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$
 $k=1$

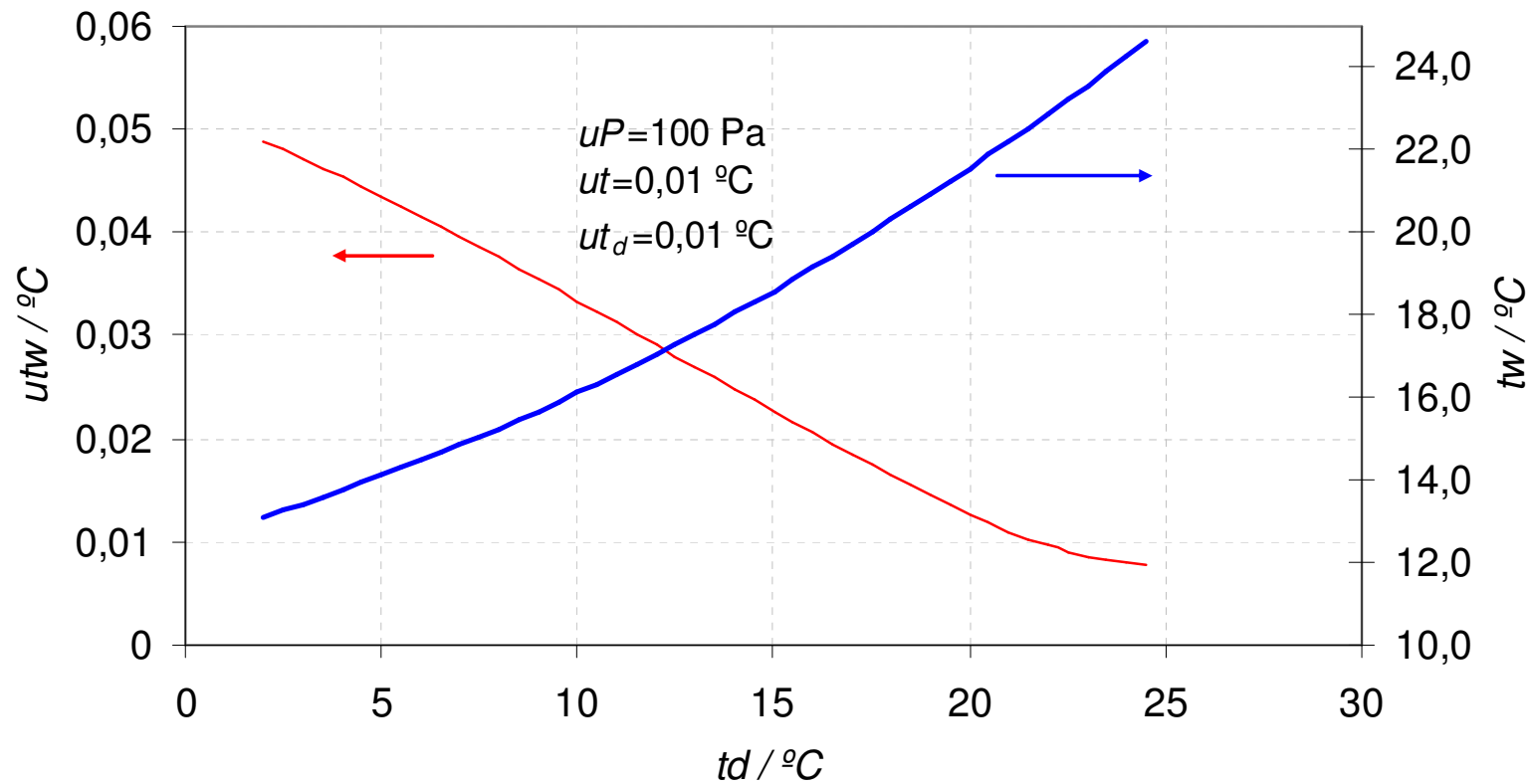
Resultados de la calibración de un higrómetro capacitivo

Ejemplo_continua: Conversión de los valores de t_d a HR

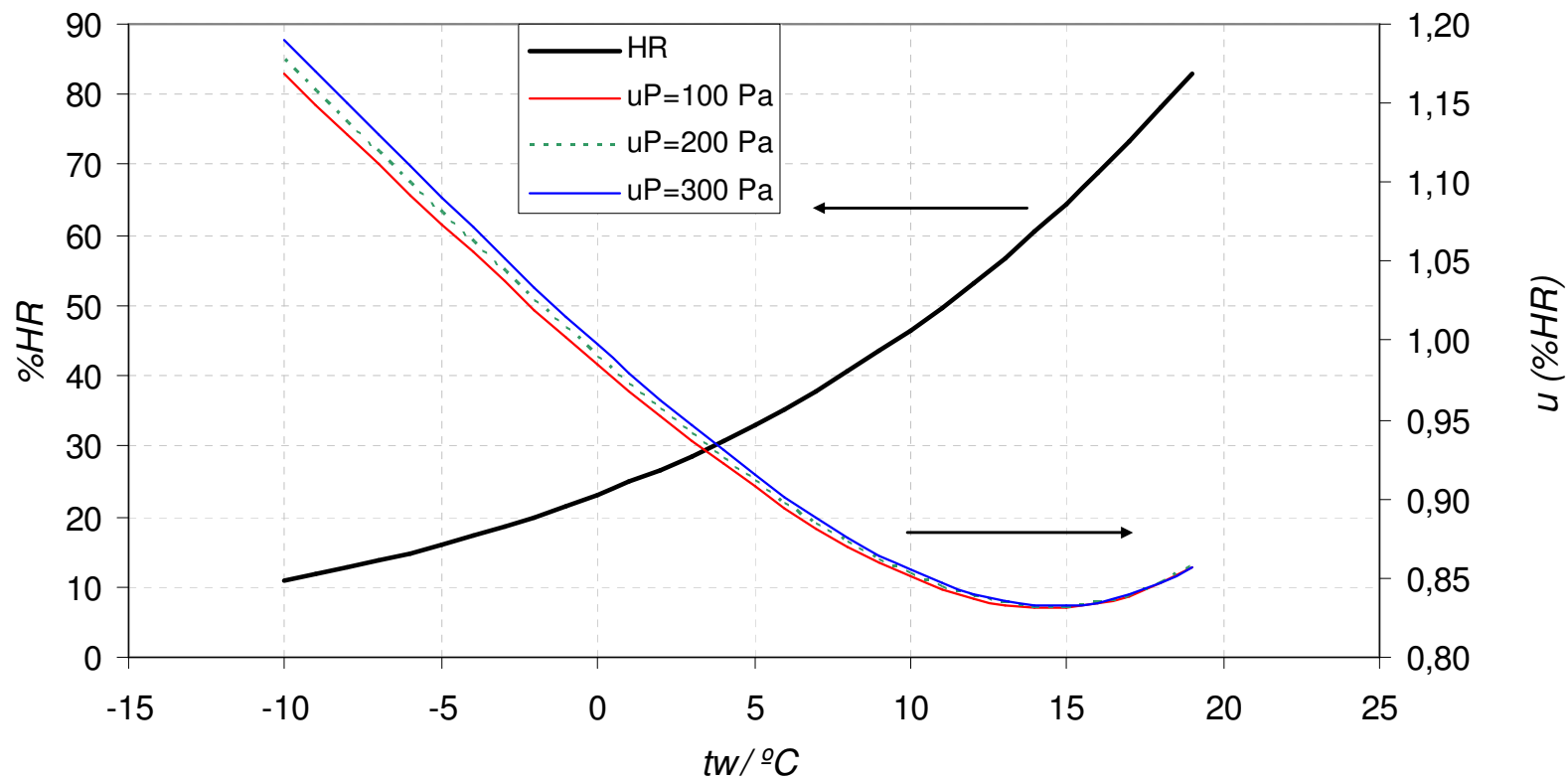
Instrumento patrón			Instrumento bajo calibración	
$t_d(^{\circ}\text{C})$	%HR	U_{conv} (%HR)	%HR	$Corr$ (%HR)
3,64	30,0	0,4	30,2	-0,2
7,79	40,0	0,6	40,1	-0,1
11,11	49,8	0,7	50,0	-0,2
13,88	59,9	0,8	59,9	0,0
16,28	70,0	0,9	69,8	-0,2

Ejemplo:

2. Relación entre t_d y t_w



3. Relación entre HR y t_w



Conclusiones

En la conversión y propagación de incertidumbre es necesario:

- Contar con una metodología.
- La conversión se puede realizar de dos maneras: a) calculo directo, y b) método iterativo.
- Conocer todas las magnitudes involucradas y evaluar su influencia en los resultados.
- Interpretar los resultados obtenidos en términos del experimento realizado así como considerar las fuentes adicionales de incertidumbre involucradas en el mismo.