

NTP 105: Sistemas aplicables para la toma de muestras de contaminantes químicos

Calibration systems for air contaminants sampling
Systèmes de calibration pour l'échantillonnage des contaminants chimiques

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

Redactores:

Juan Guasch Farrás
Ldo. en Ciencias Químicas

Pablo Luna Mendaza
Ldo. en Ciencias Químicas

CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y ASISTENCIA TÉCNICA DE BARCELONA

Objetivo

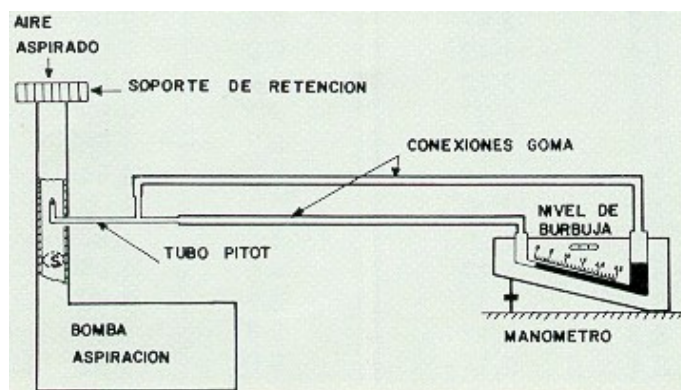
Se pretende hacer un repaso a los principales sistemas de calibración de un caudal de aire aspirado por un muestreador personal, de los que habitualmente se utilizan en Higiene Industrial para la Toma de Muestras de Contaminantes Químicos presentes en el aire ambiente de los diferentes puestos de trabajo, dar instrucciones sobre su principio de actuación e incluir algunas recomendaciones adicionales con relación a las baterías recargables de los muestreadores para una buena calibración.

Sistemas de calibración

De entre los posibles sistemas de calibración, son aplicables en Higiene Industrial los siguientes:

Manómetro

Este sistema se basa en la medición de la presión dinámica (presión total - presión estática) en un conducto por donde circula el aire aspirado, según se detalla en el esquema.



Para conocer el caudal de aire aspirado (calibración) se emplea la siguiente expresión:

$$Q = 24,27 \cdot 10^4 \cdot S \cdot \sqrt{0,8 PD}$$

siendo:

Q = Caudal de aire aspirado en litros por minuto (lpm).

S = Sección del conducto de calibración en m².

P_D = Presión dinámica máxima en el conducto (mm cda).

Orificio crítico

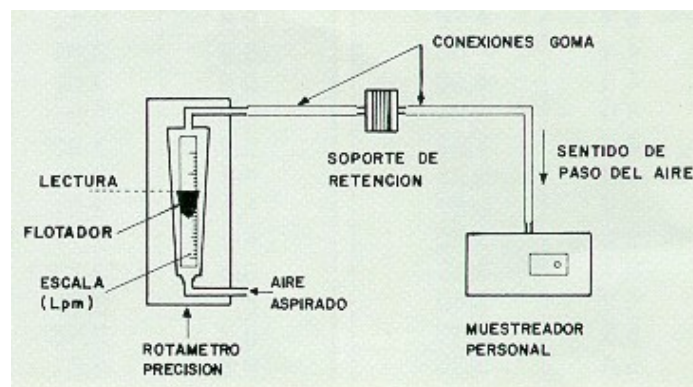
Es una boquilla convergente-divergente a la que se hace trabajar en condiciones de flujo crítico, bajo las cuales el caudal másico de fluido, no depende más que de la sección del orificio y de la presión absoluta en la entrada del orificio.

Es independiente del vacío que se realice aguas abajo del orificio.

Rotámetro

Se debe utilizar un rotámetro en el que el caudal de calibración deseado se obtenga con el flotador en la zona central de la escala de lectura

Con este sistema de calibración y utilizando el montaje detallado en el esquema, se determina el caudal de calibración por lectura directa de la posición del flotador sobre la escala graduada que esta impresa en el tubo del rotámetro.



Contador de gas

Debe prestarse una especial atención en que el rango de caudales de utilización del contador elegido englobe el caudal de calibración deseado.

Con este sistema de calibración y de acuerdo con el montaje detallado en el esquema se puede estimar el caudal de calibración del sistema de aspiración de aire que se desee utilizar, mediante la siguiente expresión:

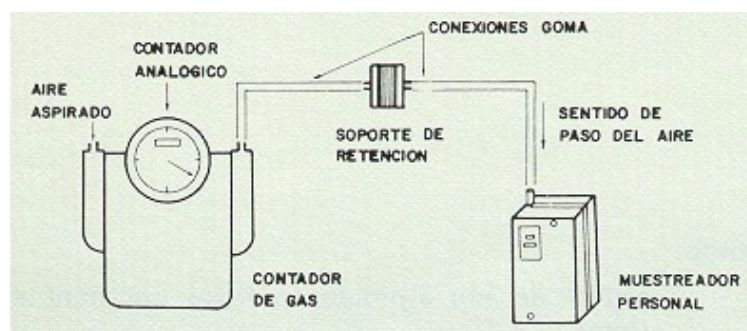
$$Q = V/T$$

donde:

Q = caudal de aire aspirado en la calibración en l.p.m.

V = Volumen de aire medido por el contador en litros.

T = Tiempo en el que se ha medido el volumen de aire "V" expresado en minutos.



Bureta con solución jabonosa

El sistema está basado en el cronometraje del tiempo de ascensión entre marcas de una burbuja de solución jabonosa (50% jabón

líquido alcalino en agua destilada) por el interior de una bureta graduada.

Este sistema es el que puede ser considerado como PRIMARIO o de referencia sobre los demás sistemas de calibración de muestreadores personales; el montaje es el que se detalla en el esquema.

En función de los caudales de aspiración deseados y con el fin de optimizar la calibración se deberán utilizar buretas de diferente aforo, las más usuales son de 600 cc, 120 cc y 12 cc.

Se deben realizar como mínimo tres cronometrajes consecutivos cada 1/10 de segundo.

Se debe realizar como mínimo tres cronometrajes consecutivos con idéntico resultado, para poder afirmar cual es el caudal de aire aspirado por el muestreador personal (caudal de calibración).

Relacionando el volumen de aire aspirado por desplazamiento de la burbuja entre marcas con el tiempo invertido según la expresión se obtiene el caudal de calibración.

$$Q = 6 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{V}{T}$$

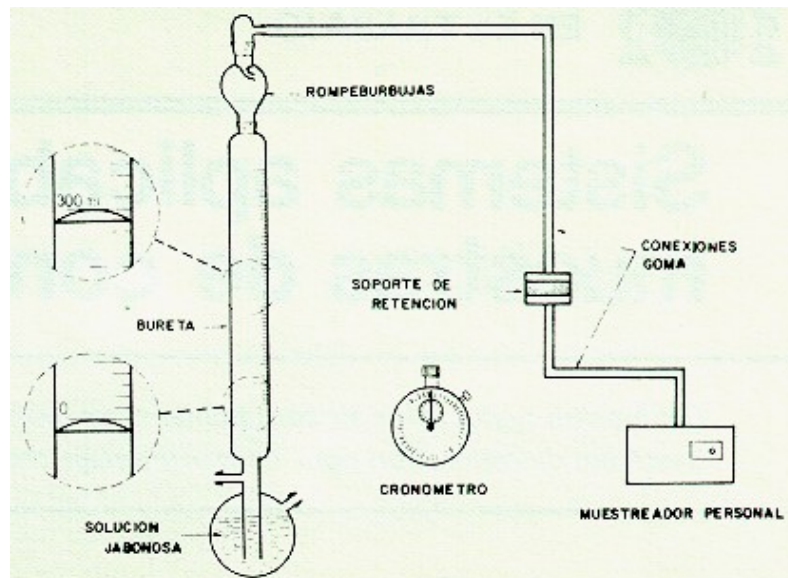
siendo:

Q = Caudal de calibración en litros por minuto (lpm).

V = Volumen de aire aspirado dentro de la bureta centímetros cúbicos (cc).

T = Tiempo en el que se ha medido el volumen de aire "V" expresado en segundos.

En las Tablas adjuntas se detallan los caudales de calibración en función del tiempo de ascensión de la burbuja, en las diferentes buretas que por su aforo tienen interés en Higiene Industrial.



Relación entre tiempo y caudal para un volumen de 300 cc.

T(seg)	Q(lpm)	T(seg)	Q(lpm)	T(seg)	Q(lpm)	T(seg)	Q(lpm)
4,0	4,50	5,5	3,27	7,0	2,57	8,5	2,12
4,1	4,39	5,6	3,21	7,1	2,54	8,6	2,09
4,2	4,28	5,7	3,16	7,2	2,50	8,7	2,07
4,3	4,18	5,8	3,10	7,3	2,47	8,8	2,05
4,4	4,09	5,9	3,05	7,4	2,43	8,9	2,02
4,5	4,00	6,0	3,00	7,5	2,40	9,0	2,00
4,6	3,91	6,1	2,95	7,6	2,37	9,1	1,98
4,7	3,83	6,2	2,90	7,7	2,34	9,2	1,96
4,8	3,75	6,3	2,86	7,8	2,31	9,3	1,94
4,9	3,67	6,4	2,81	7,9	2,28	9,4	1,92
5,0	3,60	6,5	2,77	8,0	2,25	9,5	1,89
5,1	3,53	6,6	2,73	8,1	2,22	9,6	1,88
5,2	3,46	6,7	2,69	8,2	2,20	9,7	1,86
5,3	3,40	6,8	2,65	8,3	2,17	9,8	1,84
5,4	3,33	6,9	2,61	8,4	2,14	9,9	1,82
10,0	1,80	13,5	1,33	17,4	1,03	26,2	0,68
10,1	1,78	13,6	1,32	17,7	1,02	26,6	0,67
10,2	1,76	13,7	1,31	17,9	1,01	27,0	0,66
10,3	1,75	13,8	1,30	18,0	1,00	27,4	0,65
10,4	1,73	13,9	1,29	18,1	0,99	27,8	0,64
10,5	1,71	14,0	1,29	18,2	0,98	28,2	0,63
10,6	1,70	14,1	1,28	18,4	0,97	28,6	0,62
10,7	1,68	14,2	1,27	18,7	0,96	29,1	0,61
10,8	1,67	14,3	1,26	18,8	0,95	29,6	0,60
10,9	1,65	14,4	1,25	19,0	0,94	30,0	0,600
11,0	1,64	14,5	1,24	19,2	0,93	31,0	0,581
11,1	1,62	14,6	1,23	19,4	0,92	32,0	0,563
11,2	1,61	14,7	1,22	19,6	0,91	33,0	0,545
11,3	1,59	14,8	1,22	19,9	0,90	34,0	0,529
11,4	1,58	14,9	1,21	20,1	0,89	35,0	0,514
11,5	1,57	15,0	1,20	20,3	0,88	36,0	0,500
11,6	1,55	15,1	1,19	20,5	0,87	37,0	0,486
11,7	1,54	15,2	1,18	20,8	0,86	38,0	0,474
11,8	1,53	15,3	1,18	21,0	0,85	39,0	0,462
11,9	1,51	15,4	1,17	21,3	0,84	40,0	0,450
12,0	1,50	15,5	1,16	21,5	0,83	41,0	0,439
12,1	1,49	15,6	1,15	21,8	0,82	42,0	0,429
12,2	1,48	15,7	1,15	22,0	0,81	43,0	0,419
12,3	1,46	15,8	1,14	22,3	0,80	44,0	0,409
12,4	1,45	15,9	1,13	22,6	0,79	45,0	0,400
12,5	1,44	16,0	1,13	22,9	0,78	46,0	0,391
12,6	1,43	16,1	1,12	23,2	0,77	47,0	0,383
12,7	1,42	16,2	1,11	23,5	0,76	48,0	0,375
12,8	1,41	16,3	1,10	23,8	0,75	49,0	0,367
12,9	1,40	16,6	1,09	24,1	0,74	50,0	0,360
13,0	1,38	16,7	1,08	24,4	0,73	51,0	0,353
13,1	1,37	16,8	1,07	24,8	0,72	52,0	0,346
13,2	1,36	17,0	1,06	25,1	0,71	53,0	0,340
13,3	1,35	17,1	1,05	25,4	0,70	54,0	0,333
13,4	1,34	17,3	1,04	25,8	0,69	55,0	0,327

10 cc		10 cc	
T(seg)	Q(ccpm)	T(seg)	Q(cpm)
5	120,0	33	18,1
6	100,0	34	17,6
7	85,7	35	17,1
8	75,0	36	16,6
9	66,6	37	16,2
10	60,0	38	15,8
11	54,5	39	15,4
12	50,0	40	15,0
13	46,1	41	14,6
14	42,8	42	14,3
15	40,0	43	13,9
16	37,5	44	13,6
17	35,3	45	13,3
18	33,3	46	13,0
19	31,6	47	12,7
20	30,0	48	12,5
21	28,5	49	12,2
22	27,5	50	12,0
23	26,1	51	11,7
24	25,0	52	11,5
25	24,0	53	11,3
26	23,1	54	11,1
27	22,2	55	10,9
28	21,4	56	10,7
29	20,7	57	10,5
30	20,0	58	10,3
31	19,3	59	10,1
32	18,7		

Relación entre tiempo y caudal para un volumen de 10 cc.

50 cc		50 cc	
T(seg)	Q(lpm)	T(seg)	Q(lpm)
5	0,600	33	0,091
6	0,500	34	0,088
7	0,428	35	0,085
8	0,375	36	0,083
9	0,333	37	0,081
10	0,300	38	0,079
11	0,272	39	0,077
12	0,250	40	0,075
13	0,230	41	0,073
14	0,214	42	0,071
15	0,200	43	0,069
16	0,187	44	0,068
17	0,176	45	0,066
18	0,166	46	0,065
19	0,158	47	0,064
20	0,150	48	0,062
21	0,143	49	0,061
22	0,136	50	0,060
23	0,130	51	0,059
24	0,125	52	0,057
25	0,120	53	0,056
26	0,115	54	0,055
27	0,111	55	0,054
28	0,107	56	0,053
29	0,103	57	0,052
30	0,100	58	0,051
31	0,097	59	0,050
32	0,094		

Relación entre tiempo y caudal para un volumen de 50 cc.

Recomendaciones prácticas

El sistema más adecuado de calibración de muestreadores personales es el de la bureta con solución jabonosa. El sistema de calibración debe incluir el soporte de retención que se vaya a utilizar durante el muestreo.

Debe utilizarse un sistema de estimación del caudal de aire aspirado en el que el caudal de calibración esté en la zona central de su rango de medición.

Como que habitualmente el muestreador personal estará recién salido de la operación de recarga de sus baterías, es conveniente, antes de proceder a su calibración el tenerlo funcionando durante 20 / 30 minutos para que elimine la posible sobrecarga recibida.

Si se utiliza un soporte de retención para la calibración distinto del que se va a utilizar durante el muestreo (aunque sea el mismo tipo de filtro, tubo, etc.) es conveniente asegurarse que la pérdida de carga que presentan ambos, al caudal de calibración sea la misma.