

# Gases anestésicos en ámbitos no quirúrgicos (I): sistemas de aplicación

*Anesthetic gases in non surgical areas (I): Application systems  
Gaz anesthésiques dans l'air ambient non chirurgicale (I): Systèmes d'application*

## Redactores:

M<sup>a</sup>. Gracia Rosell Farrás  
*Ingeniero Técnico Químico*  
CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES  
DE TRABAJO

Begoña Macarrón Gómez  
*Doctora en Ciencias Biológicas*  
HOSPITAL PARC TAULÍ. SABADELL

Adriano Muñoz Martínez  
*Técnico Superior de Prevención*  
HOSPITAL SANT PAU. BARCELONA

Gerard Claver Abad  
*Ingeniero Químico*  
HOSPITAL CLÍNIC. BARCELONA

M<sup>a</sup>. José Méndez Liz  
*Licenciada en Ciencias Químicas*  
HOSPITAL CLÍNIC. BARCELONA

*La aplicación de sedación/anestesia mediante la utilización de óxido de dinitrógeno (N<sub>2</sub>O), isoflurano y/o sevoflurano fuera del ámbito quirúrgico ha aumentado considerablemente y con ello el número de trabajadores expuestos a estos gases. Esta Nota Técnica de Prevención (NTP) es un complemento de las NTP nºs 141 y 606 y en ella se describen los diferentes sistemas de aplicación, lugares donde se utilizan y el personal que está expuesto.*

Vigencia	Actualizada	Observaciones
VÁLIDA		Complementa la NTP 606. Complementada por la NTP 933

## 1. INTRODUCCIÓN

Desde el punto de vista de la prevención de riesgos laborales, la utilización y el control ambiental de los gases anestésicos en quirófanos y salas de reanimación está ampliamente estudiado. La utilización, cada vez más extendida, del N<sub>2</sub>O, isoflurano y sevoflurano como analgésicos-sedantes inhalatorios fuera del área quirúrgica hace necesario disponer de unas zonas que reúnan los requisitos técnicos necesarios para mantener el nivel de concentración ambiental por debajo de los valores límite ambientales de exposición profesional (VLA-ED<sup>®</sup>, VLA-EC<sup>®</sup>) y poder garantizar la seguridad y salud de los trabajadores. El objetivo de esta NTP es establecer los requisitos mínimos que deben reunir estos locales, así como, los sistemas de control y protección más adecuados, teniendo en cuenta que existe una estrecha relación entre la seguridad del paciente y la seguridad del trabajador. La eficacia y seguridad en la aplicación de las técnicas de sedación mediante gases anestésicos no debe verse afectada por la implementación de las medidas de prevención y protección de los trabajadores.

## 2. TOXICIDAD DE LOS GASES ANESTÉSICOS

La toxicidad de los gases anestésicos y los efectos de tipo general producidos por exposiciones agudas, subcrónicas y crónicas a estos gases están descritos en las tablas 2 y 3 de la NTP nº 606. Algunos efectos más específicos del NO<sub>2</sub>, isoflurano y sevoflurano se detallan a continuación:

- N<sub>2</sub>O (óxido de dinitrógeno, protóxido de nitrógeno, óxido nitroso)

Causa inhibición de la síntesis de la metionina. A altas concentraciones produce disminución de leucocitos en sangre periférica o leucopenia periférica. El N<sub>2</sub>O inactiva parcialmente la función biológica de la vitamina B12 y, en consecuencia, pueden aparecer síntomas de neurotoxicidad y anemia en exposiciones crónicas a altas concentraciones o en personal especialmente sensible, si bien, la prevalencia de esta sensibilidad en la población activa es muy baja. A una concentración ambiental de 100 ppm el N<sub>2</sub>O puede generar estrés y deficiencias en la capacidad de coordinación.

- *Isoflurano*  
A muy altas concentraciones (1000 ppm) el isoflurano induce lesiones hepáticas en ratones, ratas y cobayas aunque con una incidencia mucho más baja que el halotano.
- *Sevoflurano*  
El producto generado por la degradación del sevoflurano, el 2-fluorometoxi-1,1,3,3,3-pentafluoro-1-propeno, también conocido como compuesto A, causa la muerte del 50% de las ratas expuestas a concentraciones entre 330 y 420 ppm durante 3 horas. No hay datos concluyentes sobre sus efectos genotóxicos y cancerígenos aunque no se pueden excluir completamente.

### Toxicología reproductiva

El informe del Committee for Compounds Toxic to Reproduction del Committee of the Health Council of the Netherlands de mayo del 2002, evalúa los efectos del N<sub>2</sub>O sobre la reproducción. En este informe, se presenta una propuesta de clasificación del N<sub>2</sub>O como tóxico para la reproducción de 3ª categoría recomendando la asignación de las frases R62 "posible riesgo de perjudicar la

fertilidad” y R63 “posible riesgo durante el embarazo de efectos adversos al feto” equivalentes, según el Reglamento (CE) nº 1272/2008 sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas (CLP), a las frases H360Df “posible riesgo de perjudicar la fertilidad” y H361d “riesgo durante el embarazo de efectos adversos para el feto”. Por otra parte, debido a una falta de datos concluyentes sobre los efectos del N<sub>2</sub>O durante la fase de lactancia, desestima la asignación de la frase R64 “puede perjudicar a los niños alimentados con leche materna” que corresponde a la frase H362 “puede perjudicar a los niños alimentados con leche materna” del reglamento CLP. Sirva la mención de este estudio como un ejemplo que pone de relevancia la constatación de posibles efectos del N<sub>2</sub>O sobre la reproducción y sobre el embarazo, pese a no existir hasta la fecha de publicación de esta NTP una clasificación del mismo en este sentido.

Desde el punto de vista de la prevención de riesgos laborales y aplicando el principio de precaución, debe considerarse la evolución de la clasificación de este agente a efectos de una adecuada evaluación de los riesgos sobre la fertilidad y sobre la maternidad, en virtud de lo que establecen los artículos 25 y 26 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, así como la modificación que del RD 39/1997 hace el RD 289/2009 para promover la mejora de la seguridad y de la salud en el trabajo de la trabajadora embarazada, que haya dado a luz o en período de lactancia. Precisamente, cabe recordar que la exposición a sustancias etiquetadas con las frases R62 y

R63, (equivalentes a las frases H360Df y H361d del CLP) está recogida en la “Lista no exhaustiva de agentes, procedimientos y condiciones de trabajo que pueden influir negativamente en la salud de las trabajadoras embarazadas o en período de lactancia natural, del feto o del niño durante el período de la lactancia natural” (Anexo VII del RD 289/2009) y que, por tanto, debe ser también objeto de una evaluación del riesgo.

### 3. PERSONAL EXPUESTO Y ÁREAS DE APLICACIÓN

Pueden estar expuestos a estos gases el personal facultativo, diplomados (DUE) y auxiliares de enfermería, así como las comadronas en salas de parto. Respecto a los profesionales de soporte o para-asistenciales (administración, limpieza, mantenimiento, etc.), el técnico especialista en higiene industrial debe valorar la posible exposición. En la tabla 1 se describen las áreas donde se aplican estos gases, el tipo de anestesia para cada aplicación y algunos ejemplos de su utilización.

### 4. VALORES LÍMITE AMBIENTALES Y BIOLÓGICOS

En el documento Límites de Exposición Profesional para Agentes Químicos en España del 2012 el sevoflurano no tiene asignado un valor límite ambiental (VLA-ED<sup>®</sup>,

ÁREA DE APLICACIÓN	TIPO DE SEDACIÓN/ ANESTESIA	EJEMPLO DE APLICACIÓN	
UCI pediátrica	Mezcla equimolar 50/50 de óxido de dinitrógeno + oxígeno (N <sub>2</sub> O + O <sub>2</sub> )	Punciones arteriales, venopunciones, ... Procedimientos dolorosos (lumbares/medulares, ...)	
Urgencias pediátricas		Drenaje torácico Reducción de fracturas Suturas Procedimientos dolorosos	
Hospital de día de pediatría		Punción intratecal de fármacos Punción articular Punciones medulares/lumbares Suturas	
Planta hospitalización		Punción intratecal de fármacos Punción articular Punciones medulares /lumbares	
UCI post quirúrgica		Toracocentesis, drenajes,....	
Urgencias traumatología		Reducción de fracturas simples y luxaciones menores Suturas	
Ginecología/Obstetricia		Trabajo de parto	
Odontología		Analgesia en procedimientos dolorosos (extracciones, abscesos,..)	
UCI adulta		Aplicación inhalatoria de halogenados: isoflurano y/o sevoflurano	Procedimientos en pacientes críticos Traslado de pacientes críticos
Quirófano ambulatorio			Exploraciones de cirugía menor Cardioversión Terapia electroconvulsiva
Exploraciones radiológicas	Procedimientos con pacientes entubados en: RMN Radiología intervencionista Hemodinámica		
Endoscopia digestiva Endoscopia pulmonar	Exploraciones/biopsias en endoscopia digestiva		

Tabla 1. Aplicaciones de sedación/anestesia inhalatoria.

	SEVOFLURANO				ISOFLURANO				ÓXIDO DE DINITRÓGENO			
	VLA (8h)		VLA(15 min)		VLA (8h)		VLA(15 min)		VLA (8h)		VLA(15 min)	
	ppm	mg/m <sup>3</sup>	ppm	mg/m <sup>3</sup>	ppm	mg/m <sup>3</sup>	ppm	mg/m <sup>3</sup>	ppm	mg/m <sup>3</sup>	ppm	mg/m <sup>3</sup>
España					50	383			50	92		
Suecia	10	80	20	170	10	80	20	150	100	180	500	900
Reino Unido					50	383			100	180		
Alemania									100	180	200	360
USA (NIOSH)			2 (1h)				2 (1h)		25	45		

Tabla 2. Valores Límite Ambientales

VLA-EC®) y ninguno de ellos tiene asignado un valor límite biológico (VLB®).

En las tablas 6 y 7 de la NTP nº 606 sobre exposición laboral a gases anestésicos se describen algunas propuestas de VLB. Alemania y Suiza tienen asignado para el halotano un VLB, el ácido trifluoroacético total en sangre: 2,5 mg/l. También se puede tomar para el halotano un valor indicativo de ácido trifluoroacético en orina de 10 mg/g creatinina. Otros anestésicos por inhalación que se pueden determinar en orina son el N<sub>2</sub>O (exposiciones de 100 ppm de N<sub>2</sub>O corresponden a una concentración urinaria de 50 a 60 µg/l), y el isoflurano (concentraciones de 2 ppm de corresponden a 4-6 µg/l en orina).

En la tabla 2 y a título orientativo, se describen los valores límite ambientales (VLA) asignados en España y otros países.

## 5. APARATOS Y SISTEMAS DE APLICACIÓN

### Sistemas desechables de administración de sevoflurano e isoflurano (figura 1)

La administración de isoflurano o sevoflurano como anestésico en pacientes con ventilación mecánica, a través de tubo endotraqueal o traqueostomía, en el ámbito no quirúrgico puede realizarse mediante sistemas con recirculación de gases, que permiten que el aire del respirador entre mezclado con el gas anestésico. El dispositivo posibilita una reducción del consumo de anestésico al reutilizar los gases espirados del paciente, minimizando a su vez la cantidad de éstos que pueden pasar al ambiente y a los que, por lo tanto, pueden estar expuestos los trabajadores de estos ámbitos.



Figura 1. Sistema de aplicación de isoflurano y sevoflurano desechable

El dispositivo funciona de manera que al expirar, aproximadamente el 90% del gas anestésico exhalado queda retenido en un filtro de carbón, mientras el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) pasa al ambiente. Durante la siguiente inspiración del paciente, el gas anestésico es liberado del filtro

de carbón y nuevamente transportado hacia el paciente, junto con el anestésico suministrado de nuevo (figura 2).

Para su uso, el dispositivo debe estar conectado a un respirador, a un monitor (con el que se controle en todo momento la concentración de gases y CO<sub>2</sub>) y a una bomba de suministro de gas anestésico (figura 3).

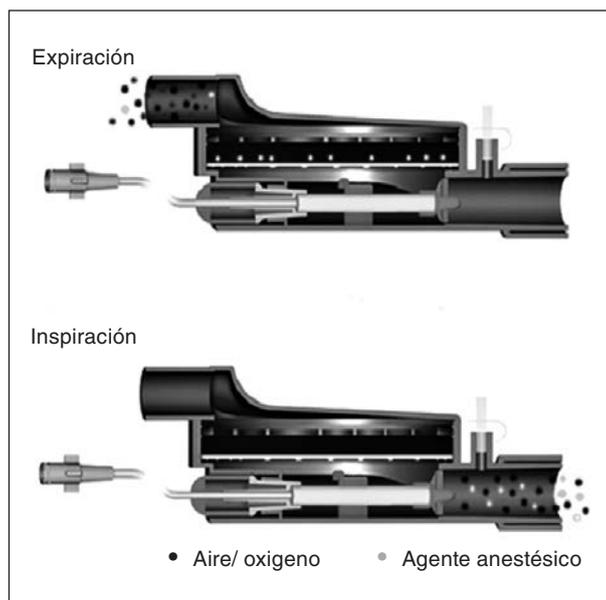


Figura 2. Funcionamiento del sistema

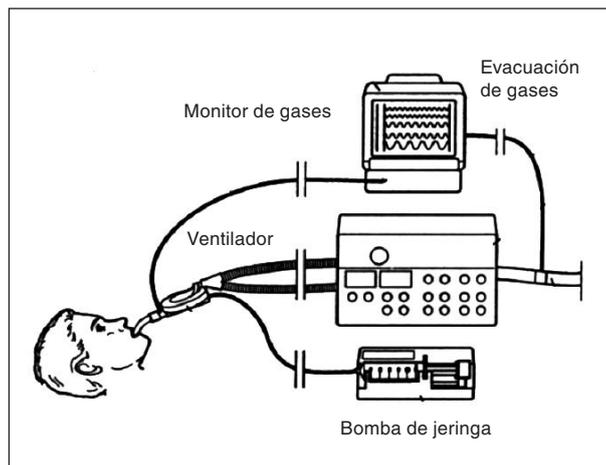


Figura 3. Esquema de la aplicación de isoflurano y sevoflurano

Estos sistemas suelen ser de un solo uso y deben reemplazarse cada 24h, y siempre que sea necesario, como por ejemplo ante el bloqueo de vías aéreas por secreción. Estos sistemas también disponen de un filtro antibacteriano.

#### Sistema de administración de $N_2O/O_2$ (mezcla equimolar) (ver figuras 4, 5 y 6)

El anestésico utilizado es un medicamento gaseoso compuesto en un 50% por oxígeno medicinal y en un 50% por  $N_2O$  que al ser analgésico, debe suministrarse durante el tiempo que dure el dolor, sin exceder 1 hora seguida y en caso de repetición, no aplicarse durante más de 15 días.

La administración debe realizarse de la forma más estanca posible, utilizando mascarilla facial adaptada a la morfología del paciente, dotada de válvula automática o válvula antiretorno. La mascarilla se adapta a un *kit* de administración que se conecta a la botella de gas. Entre la mascarilla y el *kit* se coloca un filtro antibacteriano, que es de un solo uso. Lo más adecuado, siempre que sea posible, es realizar una autoadministración.

En el caso de uso en odontología puede utilizarse tanto mascarilla nasal como nasobucal, según el modo de ventilación del paciente.

En el uso en obstetricia, durante el trabajo de parto, la administración del gas puede realizarse tanto con boquilla como con mascarilla. La utilización de la denominada "boquilla de cooperación activa" asegura que el gas no fugue mientras dura el proceso gracias a la presencia de una válvula que se abre automáticamente sólo cuando la usuaria, al inspirar, aplica una presión negativa. La presencia de óxido nitroso en el ambiente se debe a la espiración del paciente.

La mezcla de gases ( $N_2O/O_2$ ) se suministra en botella, que ha de mantenerse sujeta y en posición vertical y a temperatura ambiente para su administración. Hay que tener en cuenta que las botellas llenas, antes de su utilización, han de permanecer un mínimo de 48 h a



Figura 4. Mezcla  $N_2O / O_2$  (mezcla equimolar)



Figura 5. Aplicador mezcla  $N_2O / O_2$  (mezcla equimolar)

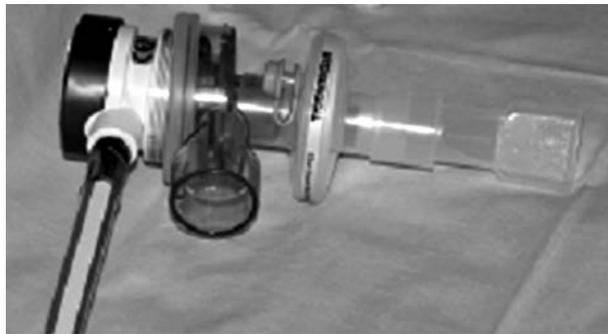


Figura 6. Aplicador mezcla  $N_2O / O_2$  (mezcla equimolar) pediátrico

temperaturas entre 10 y 30°C. Debe evitarse exponer las botellas a temperaturas inferiores a los 0°C para evitar la licuación de parte del óxido nitroso.

Los locales en los que se suministre este medicamento deben de estar bien ventilados, a fin de permitir que la concentración de óxido nitroso se encuentre por debajo de los 50 ppm (en 8h de exposición).

## BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

AGENCIA ESPAÑOLA DE MEDICAMENTOS Y PRODUCTOS SANITARIOS.

**Kalinox@170 Bar.**

<https://sinaem4.agemed.es/consaem/especialidad.do?metodo=verFichaWordPdf&codigo=67701&formato=pdf&formulario=PROSPECTOS>

CCE.

**Anestésicos por vía inhalatoria. Biological indicators for the assessment of human exposure to industrial chemicals. EUR 12174 EN.**

Bruselas - Luxemburgo, 1989. Versión española de la Generalitat Valenciana. Conselleria de Sanitat. Direcció General de Salut Pública. Valencia 1997

COMMITTEE FOR COMPOUNDS TOXIC TO REPRODUCTION, A COMMITTEE OF THE HEALTH COUNCIL OF THE NETHERLANDS

**Nitrous oxide. Evaluation of the effects on reproduction, recommendation for classification**

Minister and State Secretary of Social Affairs and Employment. No. 2000/03OSH, The Hague, 1 May 2000

MEZQUITA E.

**Los Gases Anestésicos se abren paso en las UCI**

*Diario Medico Com, 22 de Diciembre de 2010*

<http://anestesiologia.diariomedico.com/area-cientifica/especialidades/anestesiologia>

SANDOVAL P.

**Cuadernos de Neurología**

*P. Universidad Católica de Chile. XXIV. 2000*