

DR. ERNEST MILLAN
ANESTESIOLOGIA, REANIMACIÓ I TERÀPIA DEL DOLOR.
FUNDACIÓ SANITÀRIA MOLLET.



GASOS ANESTÈSICS I EL SEU IMPACTE EN L'EMPREMTA DE CARBONI

WHY A GREEN HOSPITAL PROJECT?

1. D'ON VENIM

2. CAP A ON ANEM

3. QUÈ PODEM FER (QUÈ PUC FER)



EL NOSTRE PROPÒSIT

Millorar la vida de la nostra gent

Climate change

Health risk

Vulnerability factors

- Demographic
- Geographical
- Biological factors & health status
- Sociopolitical
- Socioeconomic
- Health system capacity
- Gender & equity

Climate-related hazards

- Extreme weather events
- Heat
- Sea level rise
- Air pollution
- Vector distribution & ecology
- Water scarcity
- Reduced food production

Exposure

- People & communities
- Health workforce
- Infrastructure
- Energy systems
- Water systems
- Food systems
- Health systems

Environmental threats and GHG emissions

Health outcomes

Health systems & facilities



Injury and mortality from extreme weather events



Heat-related illness



Respiratory illness



Water-borne diseases and other water-related health impacts



Zoonoses



Vector-borne diseases



Malnutrition and food-borne diseases



Noncommunicable diseases (NCDs)



Mental and psychosocial health



Impacts on health care facilities



Effects on health systems

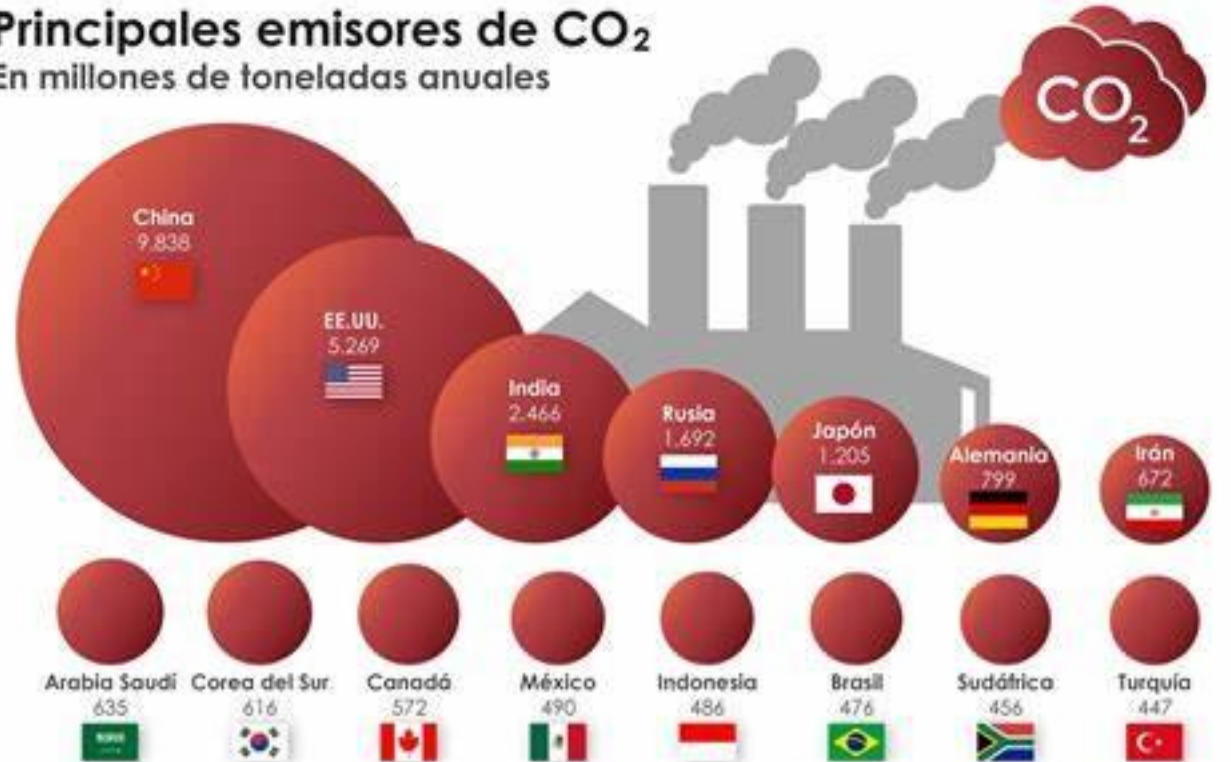
EL CANVI CLIMÀTIC ÉS LA CRISI DE SALUT MÉS IMPORTANT DEL SEGLE XXI

- Morbilitat i mortalitat per events climàtics extrems.
- Malalties relacionades amb calor extrem.
- Malalties respiratòries.
- Malalties per deteriorament de la distribució i qualitat de l'aigua.
- Malalties procedents dels animals (zoonosi)
- Augment de malalties per vectors/transmissors.
- Malnutrició (reduced food production).
- Malalties mentals i psicològiques.
- Neoplàsies relacionades amb la contaminació ambiental.
- ...

EL CANVI CLIMÀTIC ÉS LA CRISI DE SALUT MÉS IMPORTANT DEL SEGLE XXI

El **sector salut** en cas de comparar-lo amb la contaminació d'un país, seria equivalent al 5è país més contaminant del món

Principales emisoras de CO₂
En millones de toneladas anuales



Cartografía:
Abel Gil Lobo (2019)
Fuente:
Global Carbon Atlas (2017)

EOM
elordenmundial.com

LA INDÚSTRIA MUNDIAL DE L'ATENCIÓ MÈDICA GENERA GAIREBÉ EL 5% DE GASOS D'EFECTE HIVERNACLE

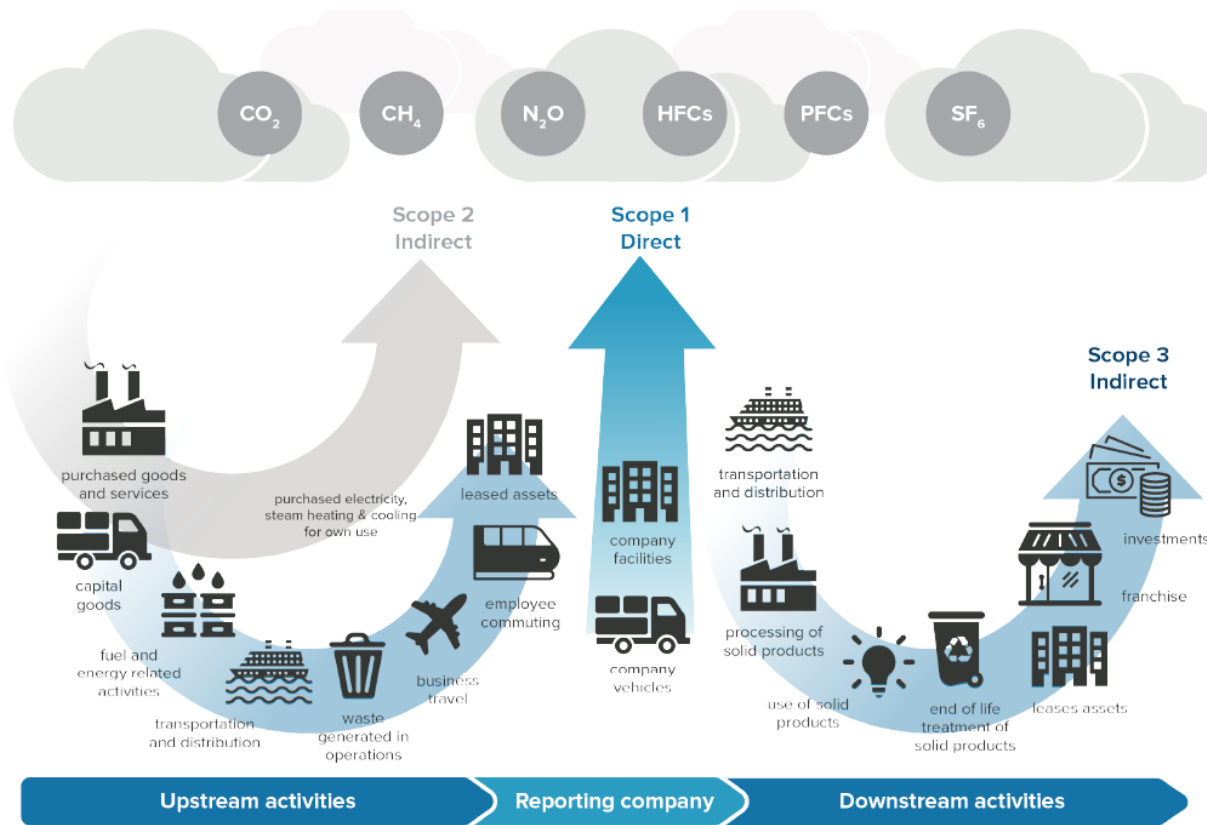


Figure 3: Greenhouse Gas Protocol Scopes 1, 2, and 3. (Source: Greenhouse Gas Protocol)

- Els hospitals són els responsables del 4,4% del total d'emissions de CO₂ a Europa.
- Regne Unit 5% de les seves emissions.
- Índia i Xina 5.5% de les seves emissions.
- EEUU 10% de les seves emissions corresponen a atenció mèdica.

EL NOSTRE PROPÒSIT

Millorar la vida de la nostra gent



Fundació 
Sanitària Mollet

**Compromesos amb el
medi ambient**

FSM 

Avui som un

Hospital Universitari
Net Zero



A NetZero
University Hospital



Fundació Sanitària Mollet

Des de l'FSM i al llarg de 12 anys hem treballat per **reduir progressivament l'impacte de la nostra activitat en el medi ambient i la nostra petjada de carboni.**



1. Governança
2. Estructures
3. Processos
4. Cultura



Patis de llums i arquitectura sostenible

40% menys de consum per il·luminació



Sostres radiants i cobertes sostenibles

Aïllament tèrmic i control acústic



Recollida i aprofitament de l'aigua pluvial

En 10 anys, s'ha reduït el consum d'aigua de 32.000m³ a 26.000m³ anuals



Energia geotèrmica

148 pous que redueixen el consum energètic de climatització en un 30%



**100% d'energia
elèctrica renovable**

Energia renovable certificada



Nova instal·lació de Plaques fotovoltaiques

- 1.368 panells solars en 6.500m²
Un estalvi de 120 tones d'emissions de CO₂
- 12.5% de mitjana del total d'energia que consumeix l'hospital



Plantem **240**
arbres cada any



18 de 37



Reciclatge i gestió de residus

De 9 a 29 tipus de residus gestionats

Nou sistema més eficient: Armaris semiautomàtics de medicació

La generació de residus de medicació s'ha reduït un 38% del 2021 vs 2022.



Reducció dels dies d'estada a hospitalització



Priorització d'hospitalització a domicili



Fast-track per a pròtesis de cadera i genoll

Evitar duplicacions innecessàries de proves diagnòstiques

- Alt impacte de les proves de diagnòstic en el consum d'energia i la generació de residus



Evitar viatges innecessaris

- 7% de les emissions són degudes al transport



Las consultas Online s'han incrementat un 24%



Nou canal de Youtube de Rehabilitació per millorar el seguiment del tractament des de casa



Nova consulta d'urologia d'alt rendiment

- L'ÚS D'ANESTÈSICS VOLÀTILS JUGA UN PAPER IMPORTANT EN LA PRODUCCIÓ DE GASOS D'EFECTE HIVERNACLE.
- LA FINALITAT ÉS PRODUIR ZERO EMISSIONS DE CO2 DERIVAT DELS GASOS ANESTÈSICS ALS QUIRÒFANS.
- PELS ANESTESIÒLEGS MINIMITZAR L'IMPACTE EN LA SALUT AMBIENTAL NO NOMÉS ÉS DESITJABLE SINO ÈTICAMENT NECESSARI.

ANESTESIA SOSTENIBLE CON DESFLURANO



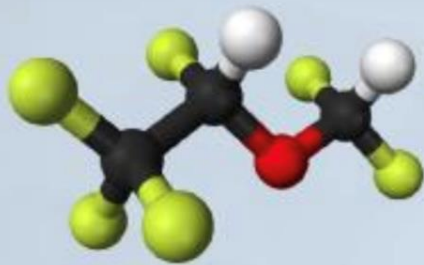
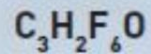
Factores asistenciales – sostenibles y de calidad para el paciente

¿CÓMO AYUDA SUPRANE A UNA ANESTESIA SOSTENIBLE?

TODOS LOS BENEFICIOS CLÍNICOS DE SUPRANE

IMPACTO EN LA CAPA DE OZONO

Molécula de Desflurano



IMPACTO
CLIMÁTICO

NO contiene Br ni Cl

**NO destruye
la capa de ozono^{2,8}**

2. Duane B et al. Public Health. 2014;128(10):920-924.



**Desflurano tiene
un potencial de depleción de
Ozono = 0**

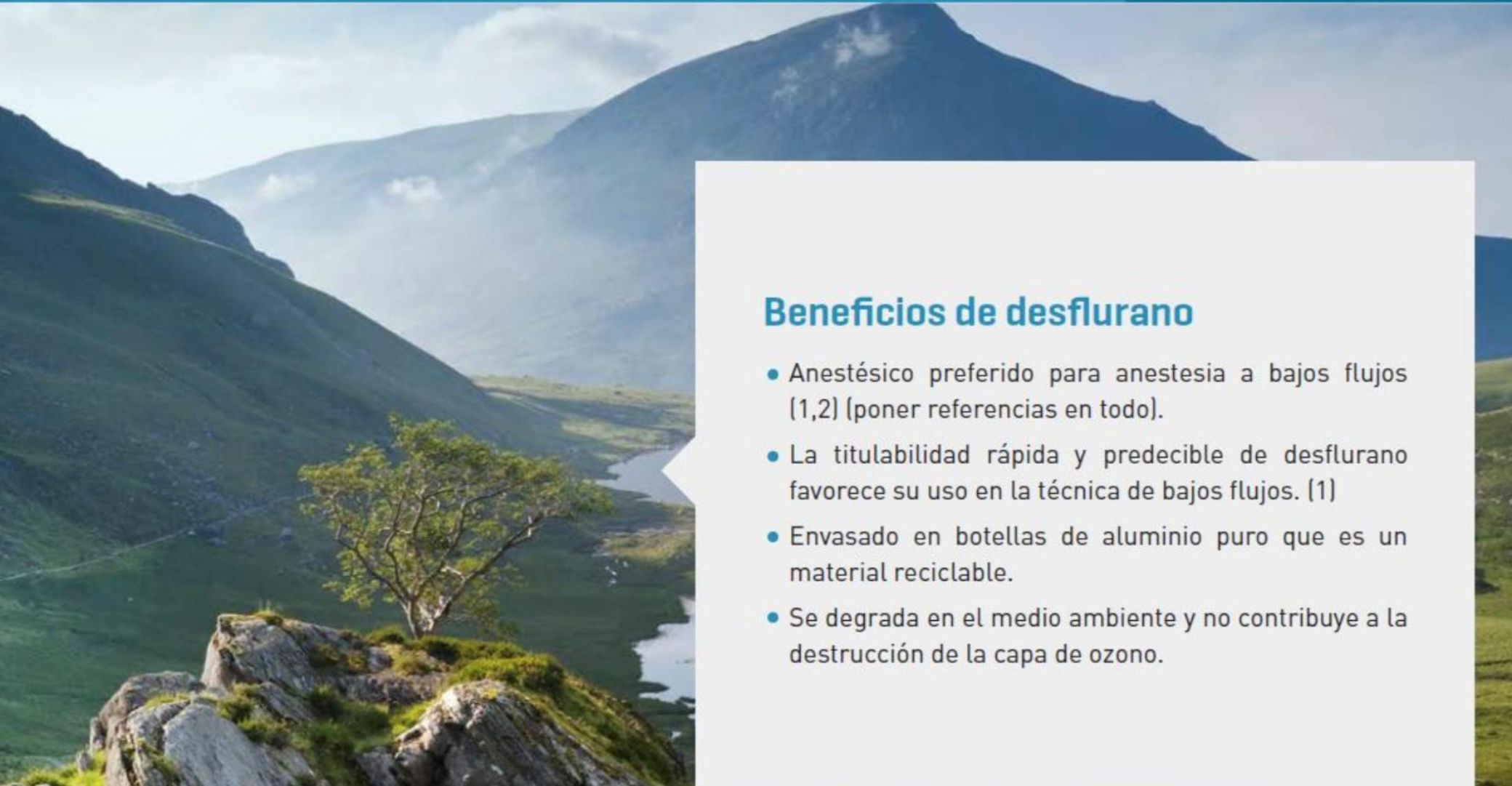
Desflurano y el medio ambiente



De los 38 000 000 000 toneladas de emisión de CO_2 a nivel mundial, representadas por el volumen de una piscina olímpica (2 500 000 000 mL), comparativamente las emisiones anuales de desflurano, equivaldrían a 10 cucharitas de café (50 mL).

**IMPACTO
CLIMÁTICO
EQUIVALENTE**

10 cucharillas de
café vs UNA
PISCINA OLÍMPICA



Beneficios de desflurano

- Anestésico preferido para anestesia a bajos flujos (1,2) [poner referencias en todo].
- La titulabilidad rápida y predecible de desflurano favorece su uso en la técnica de bajos flujos. (1)
- Envasado en botellas de aluminio puro que es un material reciclable.
- Se degrada en el medio ambiente y no contribuye a la destrucción de la capa de ozono.

IMPACTO EN LA CAPA DE OZONO

- **Solo impactan las moléculas que contienen Br y Cl**^{4,5}
 - Isoflurano y Enflurano contienen cloro
 - Halotano contiene cloro y bromo^{1,3}
 - Óxido nitroso^{4,6}
- **Desflurano y Sevoflurane NO destruyen la capa de ozono**^{1,7}



⁴ Ishizawa Y. Special article: general anesthetic gases and the global environment. *Anesth Analg.* 2011;112(1):213-7.

⁵ Rowland FS. Stratospheric ozone depletion. *Philos Trans R Soc Lond, B, Biol Sci.* 2006;361(1469):769-90.

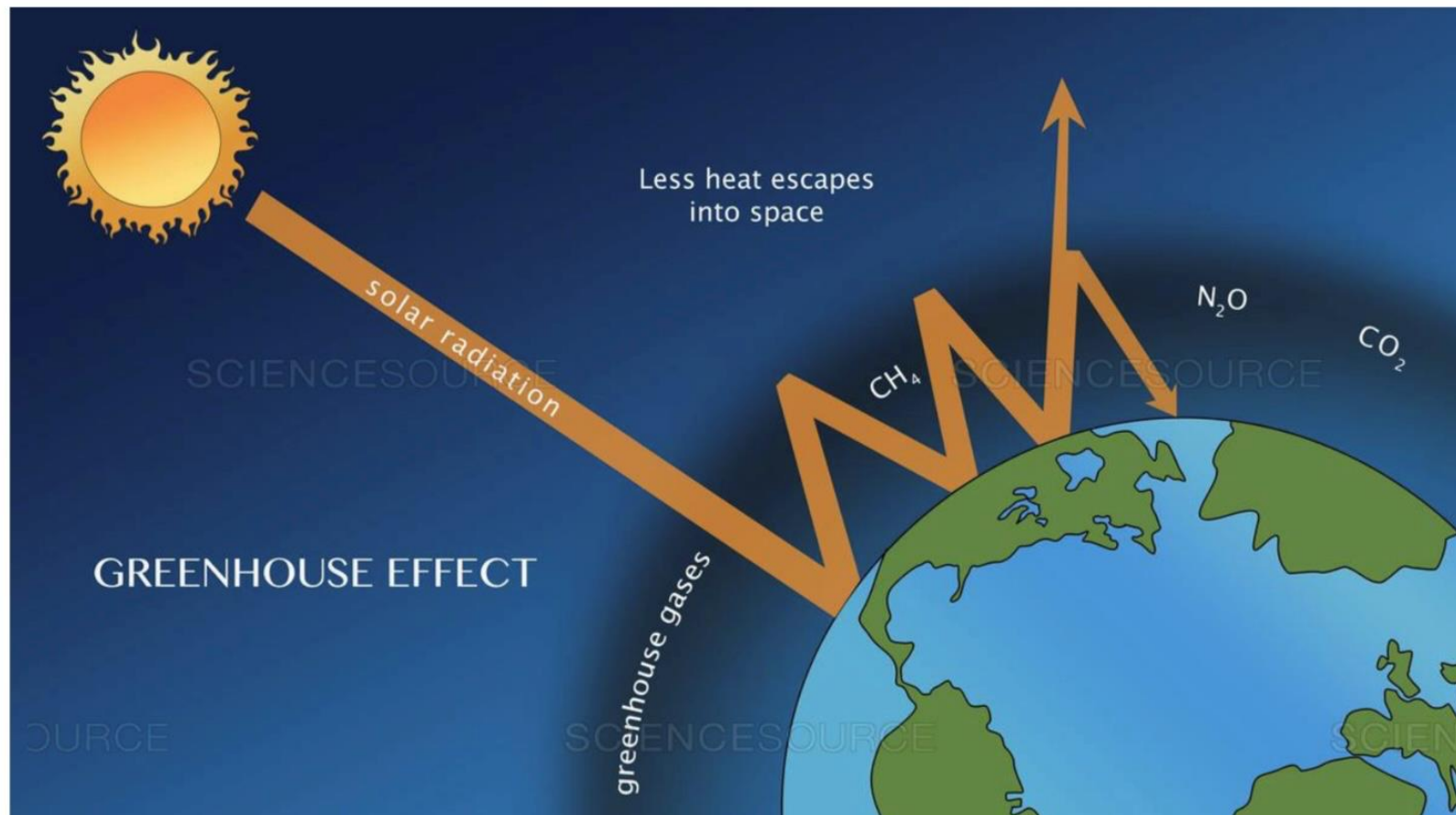
CALENTAMIENTO GLOBAL

Calentamiento gradual de la superficie de la Tierra por la acumulación de gases de efecto invernadero en el medioambiente⁵

⁵National Centers for Environmental Information (U.S.) - <http://www.ncdc.noaa.gov/monitoring-references/faq/global-warming.php>



IMPACTO — EFECTO INVERNADERO



- ELS GASOS ANESTÈSICS CLOROFLUOROCARBONATS (CFC) PRESENTEN EFECTES SOBRE LA CAPA D'OSÓ I L'ESCALFAMENT GLOBAL: ISOFLURANE, ENFLURANE.
- ELS GASOS ANESTÈSICS HIDROFLUOROCARBONATS (HFC) PRESENTEN EFECTE SOBRE L'ESCALFAMENT PERÒ NO SOBRE LA CAPA D'OSÓ: SEVORANE, DESFLORANE.
- ES METABOLITZEN POC A L'ORGANISME I S'ELIMINEN SENSE CANVIS DIRECTAMENT A L'ATMOSFERA, EL QUE FA QUE ACTUIN COM A GEH (GASOS D'EFECTE HIVERNACLE).

➤ UNITAT GWP (GLOBAL WARMING POTENTIAL)

- LA CONTRIBUCIÓ DELS GASOS D'EFECTE HIVERNACLE (GEH) I ALTRES AGENTS DE CANVI CLIMÀTIC ES MEDEIXEN EN UNITATS GWP (POTENCIAL D'ESCALFAMENT GLOBAL).
- DONAT QUE EL GAS DE REFERÈNCIA PER EVALUAR L'ESCALFAMENT GLOBAL ÉS EL CO₂ LA UNITAT GWP COMPARA LA CONTRIBUCIÓ D'UNA MASSA DETERMINADA GEH AMB LA MATEIXA MASSA DE CO₂ DURANT UN PERÍODE DE TEMPS DETERMINAT.

➤ ELS GASOS ANESTÈSICS SÓN RESPONSABLES DE L'ALLIBERAMENT EQUIVALENT A 3 MILIONS DE TONES DE CO₂.

ANESTÉSICOS INHALADOS EN PERSPECTIVA

- Los AI se usan en cantidades muy pequeñas en relación al resto de combustibles fósiles
- 200 millones de actos anestésicos/año



En 2015, la concentración atmosférica:

- **de CO₂ alcanzó 400 ppb**
- **la de desflurano fue de 0,0003 ppb (3)**

Contribución mundial de los anestésicos* a todos los gases de efecto invernadero **0,006%**

*incluye el óxido nitroso

LOS GASES MEDICINALES OCUPAN EL 2º PUESTO EN LA GENERACIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO EN UN HOSPITAL



Volumen
97
9/1/2023

ORIGINAL

Recibido: 4/1/2022
Aceptado: 20/12/2022
Publicado: 9/1/2023

e202301001

e1-e11

Zero Emissions. A shared responsibility. Gas capture and recycling project at the Cruces University Hospital (Spain).

Emisiones Zero. *Una responsabilidad compartida. Proyecto captura de gases y reciclado en el Hospital Universitario de Cruces.*

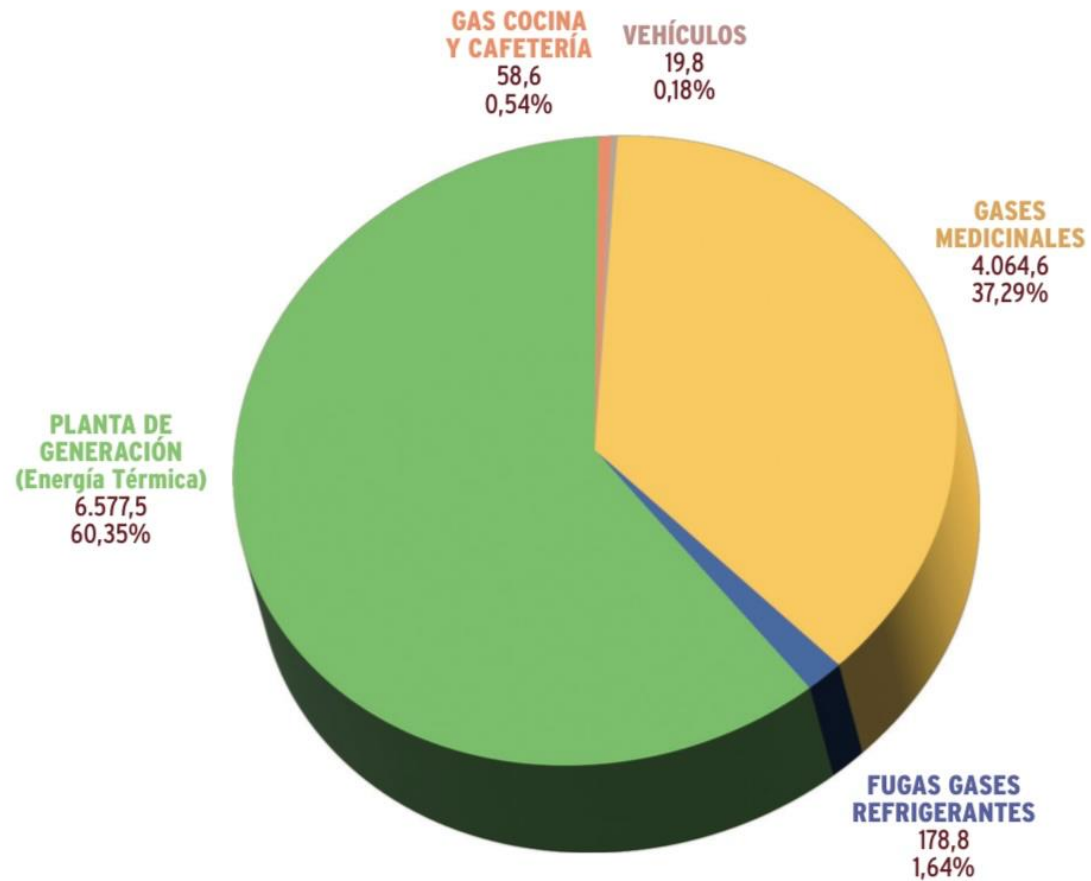
AUTORES

Alberto Martínez Ruíz	(1,2)	[ORCID: 0000-0002-7274-563X]
María Jesús Maroño Boedo	(1)	[ORCID: 0000-0002-2956-4956]
Ane Guereca Gala	(1)	
Blanca Anuncia Escontrela Rodríguez	(3)	[ORCID: 0000-0003-0091-5393]
Sergio D. Bergese	(4)	[ORCID: 0000-0001-5641-5908]

FILIACIONES

- (1)** Departamento de Anestesia, Reanimación y Terapéutica del Dolor, Hospital Universitario de Cruces. Biocruces Instituto de Investigación Médica. Barakaldo. España.
- (2)** Facultad de Medicina, Universidad del País Vasco. Leioa. España.
- (3)** Departamento de Anestesia y Reanimación, Hospital Universitario Infanta Leonor. Unidad de Cuidados Intensivos, Hospital de Emergencias Isabel Zendal. Madrid. España.
- (4)** Departamento de Anestesiología, Universidad Stony Brook. Nueva York. Estados Unidos.

Figura 3
Reparto de emisiones de gases de efecto invernadero en 2020.



Anestésico	Rango de absorción de IR (μm)	Vida útil troposférica (año)	GWP 100	Contenedor estándar	Kg CO _{2e} por contenedor	CAM 40	CAM CO _{2e} relativo comparado con sevoflurano
Sevoflurano	7-10	1,1	130	250 ml	49	1,8	1
Isoflurano	7,5-9,5	3,2	510	250 ml	191	1,2	2,6
Desflurano	7,5-9,5	14	2.540	240 ml	893	6,6	72
Óxido Nitroso	4,5, 7,6, 12,5	110	298	Tamaño del cilindro G	5.066	104	132

Referencias: Vida útil calculada a partir de JPL (<http://jpldataeval.jpl.nasa.gov>); GWP 100 de Sulbaek Andersen 2012 (<http://dx.doi.org/10.1021/jpl2077598>); CAM₄₀ (Concentración Alveolar Mínima 40) de Tom Pierce, Asesor Medioambiental del Colegio Real de Anestésistas, Reino Unido.

- DELS HFC EL SEVORANE ÉS EL QUE TÉ LA VIDA ÚTIL MÉS CURTA (1-5 ANYS) I UN GWP ESTIMAT MÉS BAIX EN COMPARACIÓ AL DESFLURANE (9-21 ANYS).
- 1H DE SEVORANE AL 2% AMB UN FLUXE DE 2L/MIN EQUIVAL A 7KG DE CO2
- 1H DE DESFLORANE AL 6% AMB UN FLUXE DE 2L EQUIVAL A 187KG DE CO2

Figura 2
Emisiones de CO₂ por consumo total de gases medicinales en 2020.

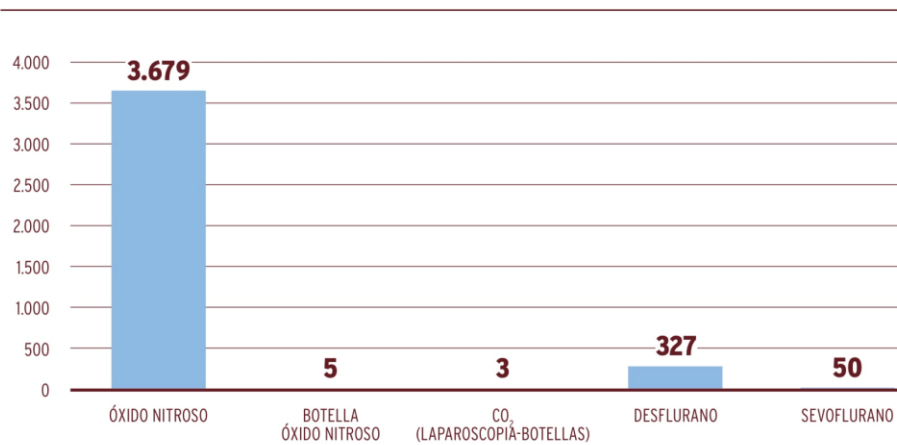
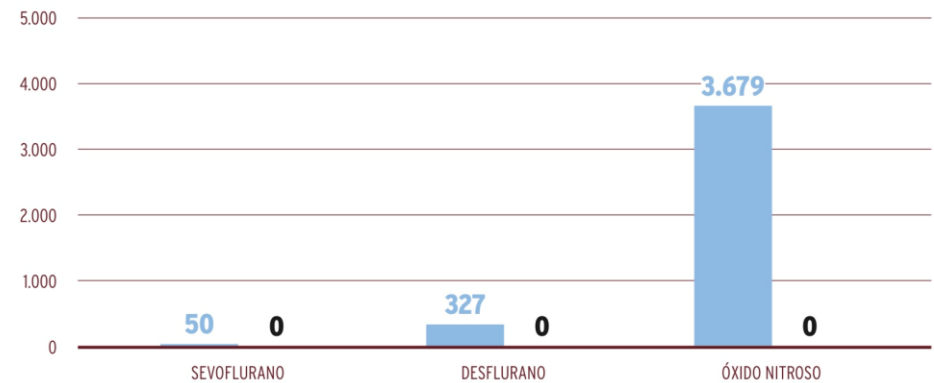


Figura 4
Emisiones relacionadas con el uso de gases anestésicos antes (azul) y después (negro) de la implementación del *Plan Emisiones Zero*.



Anestésico	Rango de absorción de IR (μm)	Vida útil troposférica (año)	GWP 100	Contenedor estándar	Kg CO _{2e} por contenedor	CAM 40	CAM CO _{2e} relativo comparado con sevoflurano
Sevoflurano	7-10	1,1	130	250 ml	49	1,8	1
Isoflurano	7,5-9,5	3,2	510	250 ml	191	1,2	2,6
Desflurano	7,5-9,5	14	2.540	240 ml	893	6,6	72
Óxido Nitroso	4,5, 7,6, 12,5	110	298	Tamaño del cilindro G	5.066	104	132

Referencias: Vida útil calculada a partir de JPL (<http://jpldataeval.jpl.nasa.gov>); GWP 100 de Sulbaek Andersen 2012 (<http://dx.doi.org/10.1021/jpl2077598>); CAM₄₀ (Concentración Alveolar Mínima 40) de Tom Pierce, Asesor Medioambiental del Colegio Real de Anestésistas, Reino Unido.

- DELS HFC EL SEVORANE ÉS EL QUE TÉ LA VIDA ÚTIL MÉS CURTA (1-5 ANYS) I UN GWP ESTIMAT MÉS BAIX EN COMPARACIÓ AL DESFLURANE (9-21 ANYS).
- 1H DE SEVORANE AL 2% AMB UN FLUXE DE 2L/MIN EQUIVAL A 7KG DE CO2
- 1H DE DESFLORANE AL 6% AMB UN FLUXE DE 2L EQUIVAL A 187KG DE CO2

Manufactured by
ZeoSys
Medical GmbH

Distributed by
Baxter

CONTRAfluran™ Anaesthetic Gas Capture System: User Guide



07-19-00-4044A1

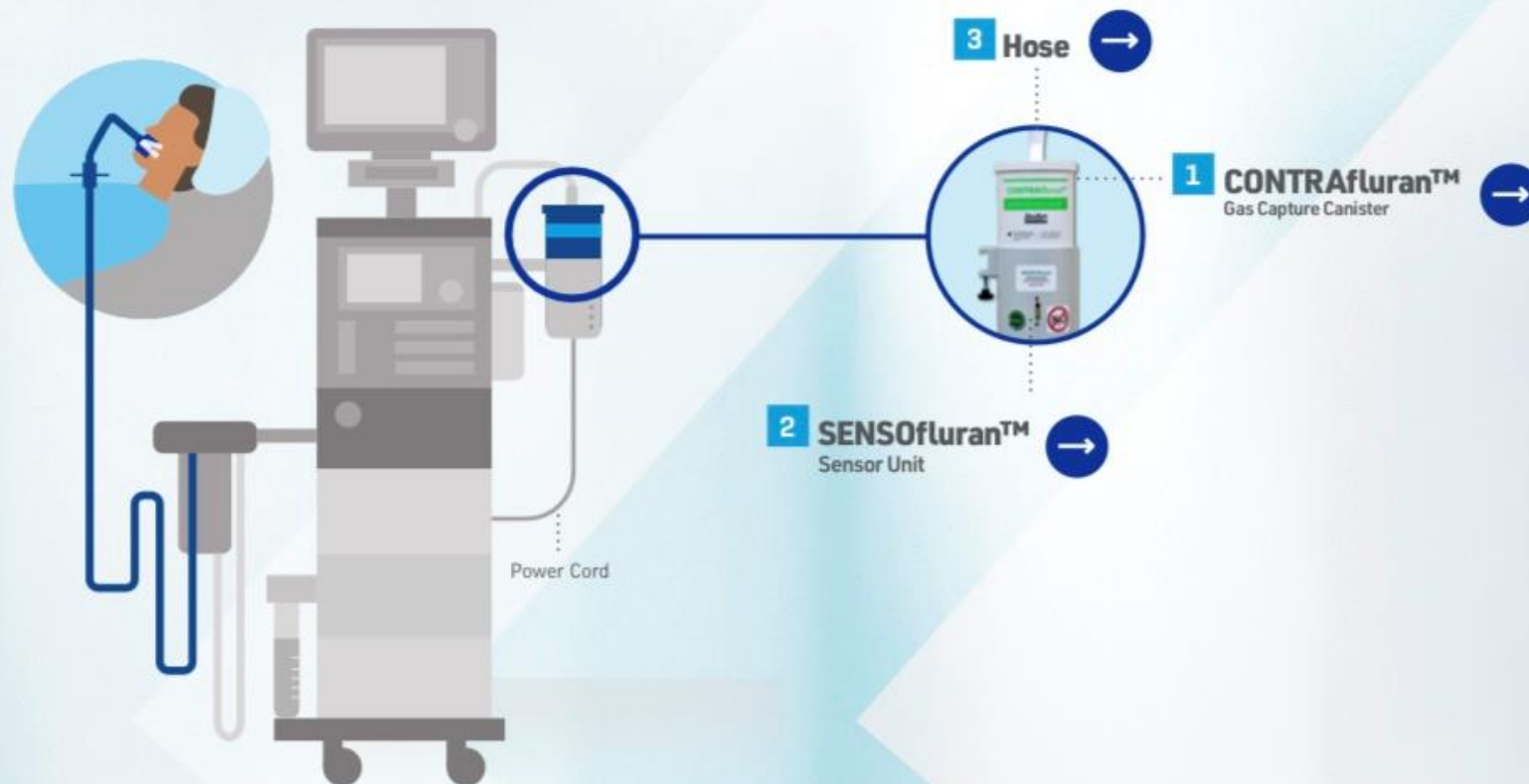
SISTEMA CONTRAFLURAN AL BLOC QUIRÚRGIC



- CONTRAFLURAN (ZEOZYS/BAXTER) USA CARTUTXOS DE POLIPROPILE RECICLABLES I FILTRES DE CARBÓ VEGETAL DE PELA DE COCO.
- 400GR PER ENVÀS, CORRESPONENT A UN VIAL DE SEVORANE O DESFLORANE DE 240ML.
- EFICIÈNCIA D'ABSORCIÓ SUPERIOR AL 99%.
- VÀLID PER SEVOFLURANE I DESFLURANE.
- ESTALVI D'ENERGIA EN COMPARACIÓ A SISTEMES D'EXTRACCIÓ DE GASOS ACTUALS JA QUE HAN D'ESTAR CONECTATS A LA CORRENT DE FORMA CONTÍNUA PER PROTEGIR ELS PROFESSIONALS.



The components of the **CONTRAfluran™** Anaesthetic Gas Capture System



3.1 Ejemplo de instalación de la SENSOfluran PLUS



Inicialmente, el **reservorio (1)**, que está interpuesto entre su equipo de anestesia y el SEGA (dentro o sobre el equipo), debe desconectarse del sistema. El conector de salida del equipo de anestesia **(2)** deberá entonces conectarse directamente a la entrada del cartucho para gas anestésico **CONTRAfluran™ (3)**. Coloque el cartucho CONTRAfluran en la unidad SENSOfluran PLUS **(3 → 4)**. El conector de la unidad de control del nivel de llenado SENSOfluran PLUS se conecta al SEGA (un ejemplo de dicha conexión se muestra en la figura **(4→5)**).

SISTEMA CONTRAFLURAN AL BLOC QUIRÚRGIC



Camp de selecció	Valor	
Material	110359	
Centre	FPHM	
Magatzem	GRAL	
Classe de moviment	101	102
Llegir doc. de base de dades	X	
Base de dades	X	

12.09.2024 Llista de documents de material

1

Material	Text breu material	Ce.	Nombre 1
Mag.	CIM I DocMat	Pos.	DComptab.
		Qtt.	en UME UME
110359	CARTUTXO CONTRAFLURAN		FPHM Fund. Priv. Hospital de Mollet
GRAL 101	5000127497	1	26.08.2024 18 UN
GRAL 101	5000125517	1	26.06.2024 36 UN
GRAL 101	5000122979	1	18.04.2024 18 UN
GRAL 101	5000118802	1	14.12.2023 24 UN
GRAL 101	5000116588	1	09.10.2023 12 UN
GRAL 101	5000114770	1	11.08.2023 18 UN
GRAL 101	5000113721	1	14.07.2023 12 UN
GRAL 101	5000110079	1	05.04.2023 30 UN
* Total			168 UN

Nº de quirófanos	Horas de quirófano/mes	Botellas gas Al/mes	Cartuchos/mes	Nº cajas cartuchos/mes (caja de 6 cartuchos)	Precio servicio retirada/cartucho	Precio servicio retirada 1/2 pallet /caja	Ppto/mes (€)	Hora quirófano (€)
9	2160	14	10	2	50	300	481	0,22

Escenario considerado

Nº quirófanos con	9
horas de quirófano/día	10
días de quirófano/mes	24
botellas de gases Al/MES	14
Botellas de Sevo	173
Botellas de Suprane	0
Ratio botella sevo Desflura	1,5
Retirada 1/2 pallet	16

	CARTUCHOS	CAJAS
1 pallet	192	32
1/2 pallet	96	16

8 quirofanos
2 gabinetes

4/2023-4/2024: 114 CARTUTXOS CONTRAFLURAN

91% menys emissions directes de CO2 en 12 anys

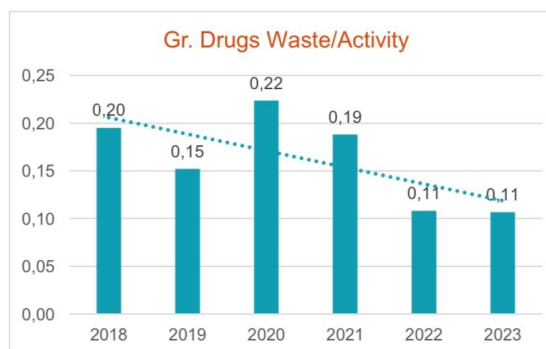
El 9% restant el compensem a través del programa Compensació Voluntària de l'Oficina Catalana de Cambio Climático

Residus Grup I i II



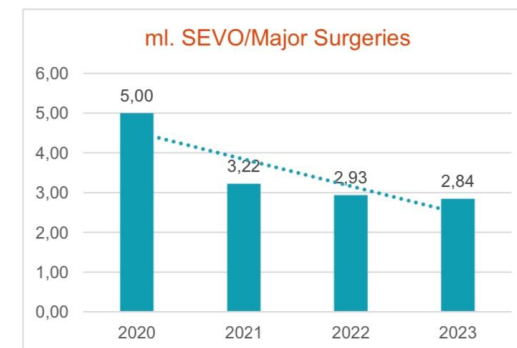
Atès que l'activitat de l'hospital ha augmentat els darrers 12 anys a causa de l'augment de la població que atén. Tot i això, la generació de residus vs activitat ha disminuït un 31%.

Residus Medicació



La generació de residus de medicació vs activitat s'ha reduït un 50% en els últims 6 anys.

Gasos Anestèsics



El consum de sevoflurano vs cirurgies majors, en els últims 4 anys s'ha reduït un 43%.

REFLEXIONEM...

FSM 



REFLEXIONEM...



120 G CO2/KM VS 215 G CO2/KM

GRÀCIES

FSM 

GRÀCIES

FUNDACIÓ SANITÀRIA MOLLET

ERNEST MILLAN ISERN

CAP DE SERVEI ANESTESIOLOGIA I BLOC QUIRÚRGIC

e.millan@fsm.cat



Fundació 
Sanitària Mollet

Hospital 
Universitari **Mollet**

Sociosanitari 
Hospital Sociosanitari **Mollet**

Salut Mental 
i Addiccions **Mollet**

Residència 
Santa Rosa

Residència 
Pedra Serrada

Residència 
La Vinyota

Obra Social 
El Roure

