



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

ESCUELA DE POSTGRADO





**Evaluación de la calidad y efectos del
aire generado por el uso doméstico de
briquetas de carbón antracita,
en Trujillo-La Libertad-Perú**

Martín Taboada Neira

E-mail: martin.taboada@hotmail.com

Cel. 947886026 RPM: *649745

Trujillo, marzo del 2012



DATOS ESCALOFRIANTES



EN EL MUNDO:

+3 millones/año, mueren por cont. Atm.
2 millones por la exp. al aire interior.
1,8 millones en países en desarrollo.
(OMS, BM; OMS/OPS-Perú; Ortiz, 2003)

EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

+100 millones están exp. sobre ECAs
+400 mil/año mueren en la región (MP)
300 mil de ellas por exposición en
interiores. (Korc, datos [OMS:CEPAL](#))

EN PERÚ

70% zonas urbanas usan comb. Fósil.
(INEI, 2003)



¿A QUÉ SE DEBEN ESTAS ALARMANTES CIFRAS?



1. +80% tiempo: dentro casa u otro recinto.
2. Más de la mitad de los hogares usan combustibles de biomasa y fósiles.
3. Las viviendas en las urbes son cada vez mas reducidas y mal ventiladas.
4. Los más afectados son los sectores más pobres (grupos sensibles):
 - Tugurización y hacinamiento.
 - Carecen de servicios básicos.
 - Deficiente alimentación (desnutrición)
 - Deficiente atención médica.
 - Bajos niveles de educación. (Ortiz, 2003)



ORIGEN DE LAS BRIQUETAS EN EL PERÚ



Estudios previos y programas pilotos en Lima, Ancash y La Libertad 1990-1995.

El objetivo fundamental del Proyecto Metropolitano de briquetas de carbón fue mejorar el nivel socioeconómico de la población de escasos recursos económicos.

(Soldi y Barrios, 1993; Programa metropolitano del carbón, 1993)



EL CARBÓN: ALTERNATIVA ENERGÉTICA DOMESTICA



En el mundo

- El consumo de energía hasta se triplicará desde 1985 a 2060. (Glynn y Heinke, 1999, pp. 60 y 64)

Reservas en Perú

- 1 200 millones de TM reservas en Perú (74,9% antracita)
 - 270 millones de TM, Alto Chicama, La Libertad,
 - 136,6 Millones de TM, Oyón, Lima
 - 332 Millones de TM, Santa, Ancash
 - 74 Millones de TM), Cupismique, Cajamarca
- (Minero Perú, 1994, pp. 20-22)



CONSUMO DE BRIQUETAS



- En Trujillo se inicia 1995 y desde el 2000 se uso es extensivo.
- Bajo precio respecto a los otros combustibles tradicionales.
 - Alto rendimiento calórico.
 - Más en los sectores populares (distrititos), en menor magnitud en la ciudad metrópoli.
 - A la existencia de una cadena de distribución y comercialización.
 - Se estima que la producción supera las 50 mil briquetas/día.



LOS CENTROS DE PRODUCCIÓN



- En su mayoría son informales.
- No aplican técnicas reconocidas en sus procesos de fabricación.
- No prevén la contaminación ambiental.
- Operan sin tomar en cuenta condiciones de seguridad e higiene industrial.



PROBLEMAS POR USO DE BRIQUETAS



USUARIOS

- Escasa información.
- Desconocen sobre los riesgos.
- No tienen buenas prácticas de uso de briqueta.



PRODUCTORES

- En su mayoría son informales.
- No aplican técnicas reconocidas.
- No prevén la contaminación.
- Operan sin condiciones de seguridad e higiene industrial.



Combustibles fósiles

- Carbón Mineral

 - Hulla

 - Lignito

 - Antracita

- Petróleo y sus derivados

 - Petróleo Diesel

 - Kerosén

 - Gasolina

- Gas natural

CO

CO₂

SO₂

NO

NO₂

O₃

Pb

COV

MP



CONTAMINANTES CRITERIO



Para determinar la calidad e aire:

- Monóxido de carbono (CO)
- Óxidos de azufre (SO₂)
- Óxidos de nitrógeno (NO_x)
- Ozono (O₃)
- Material particulado



EFFECTOS DEL CO, SO₂ y PM₁₀



Efectos agudos

- Se presentan en periodos menor de 24 horas.
- Con dolor de cabeza, náuseas, vértigo, debilidad, irritabilidad, inconciencia, y en personas con enfermedades de corazón preexistente y arterosclerosis, dolor de cabeza, de pecho y dolor de pierna, etc. Generalmente pueden ser reversibles.

Efectos crónicos

- Se presentan en periodos mayor de 24 horas, a ratos, en exposiciones repetidas puede envenenar y causar señales persistentes y síntomas permanentes. Tos, dolores espalda, etc. Son irreversibles, cancerígenos.



EL EFECTO VECINDARIO



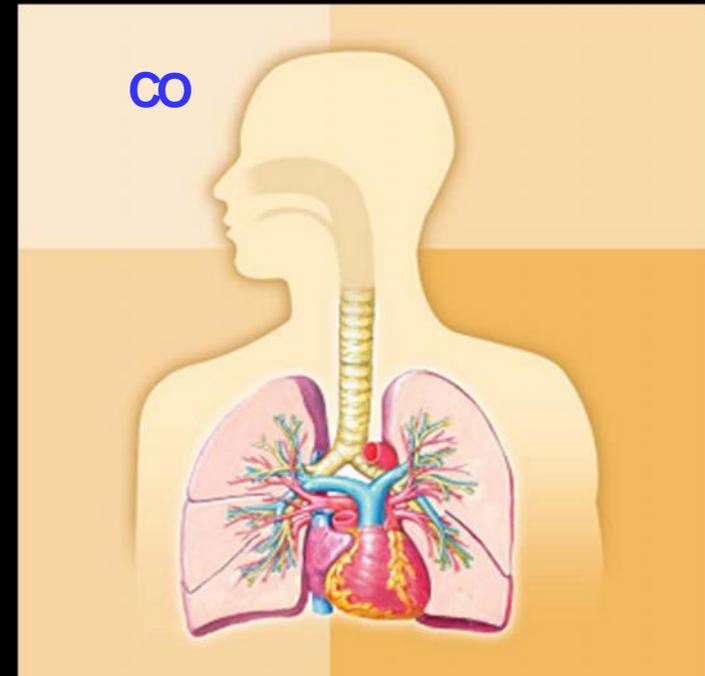
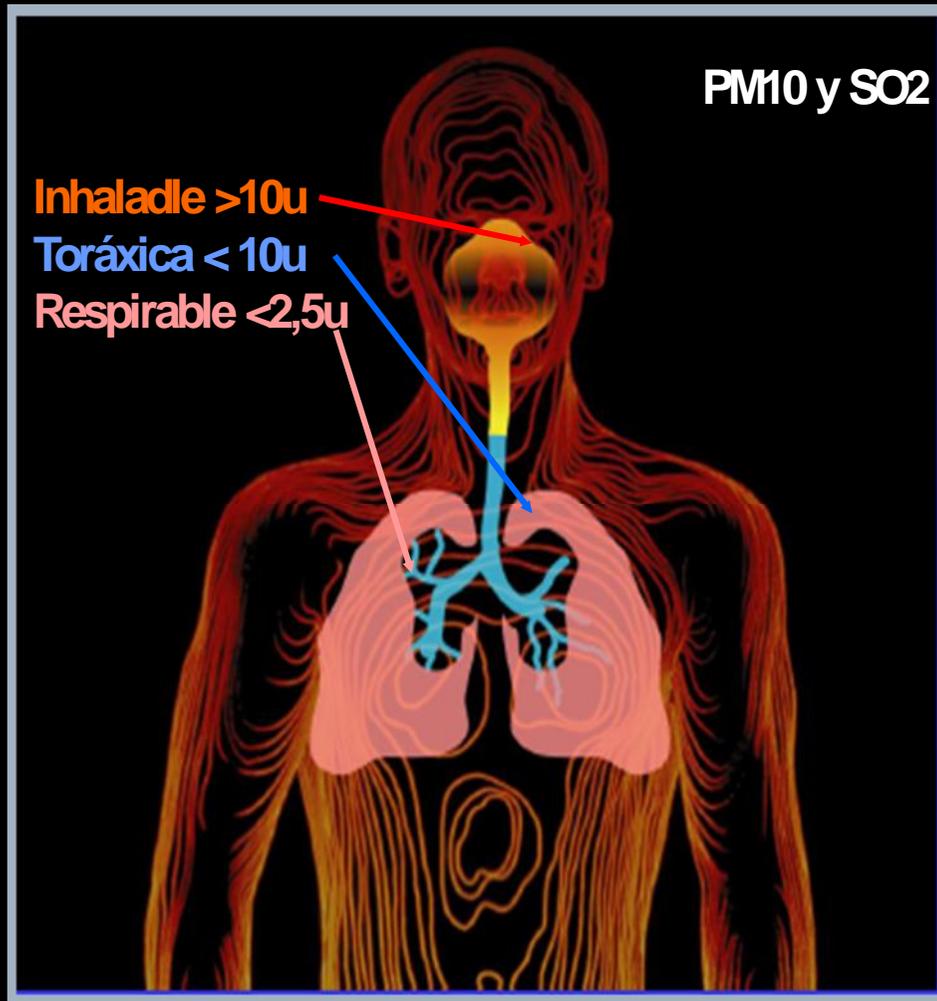
Se presenta en áreas densamente urbanizadas y se produce cuando los niveles de contaminación alrededor de alguna vivienda, puede influir significativamente en los niveles interiores de otras viviendas contiguas (o al ambiente externo colindante)

(OMS 2004, p. 150).

El "efecto vecindario", en el caso de las emanaciones por la combustión de briquetas en el interior de una vivienda, es muy común encontrar agentes contaminantes (olores sulfurosos) en las viviendas contiguas, identificados por inhalación o a menudo por reclamos de los vecinos.



EFFECTOS DEL CO, SO2 Y PM10



CO, SO2 y PM10 :
Afecta al sistema broncopulmonar.
Afectan al sistema cardiovascular.

EFFECTOS ADVERSOS: agudos y crónicos



CALIDAD DE AIRE



Calidad de aire interior “es el grado en el que se satisfacen las exigencias del ser humano”, por parte del aire que respira. “Básicamente, los ocupantes de un espacio exigen dos cosas al aire que respiran: percibir el aire fresco, en lugar de viciado, cargado o irritante; y saber que el riesgo para la salud que pudiera derivarse de la respiración de ese aire es despreciable” (Hernández).



VALORES DE REFERENCIA TLV-TWA



Con base a la duración de la briqueta entre 8 y 10, es el tiempo que están expuestas las personas que queman briquetas por día. Se usaron los *Valores Límites Permisibles – Media Ponderada en el Tiempo* (TLV-TWA) ocho horas:

<i>Sustancia</i>	<i>Límite permisible</i>	<i>Norma</i>
CO	25 ppm (29 ug/m ³)	Perú (D.S.Nº 015-2005.SA)
SO ₂	2 ppm (5,2 mg/m ³)	Perú (D.S.Nº 015-2005.SA)
PM ₁₀	3 mg/m ³	NIOSH, ACGIH

- *Threshold Limits Values* (Valores Umbral Límites). Fijado por ACGIH. Son los límites en el lugar de trabajo, sin que los trabajadores estén expuestos día tras día efectos a la salud.
 - TWA, *Time Weighted Average*. (Media ponderada en el tiempo 8 horas).
 - TLV-TWA, Valor límite permisible-media ponderada en el tiempo 8 horas, al cual el trabajador puede estar expuesto sin sufrir efectos adversos en su salud.
- NIOSH, *National Institute for Occupational Safety and Health*.
ACGIH, *American Conference of Governmental Industrial Hygienists*.



ÍNDICE DE CALIDAD DE AIRE (AQI)



AQI	Color	Calidad del aire	Característica de la calidad (efectos en la salud)
301-500>	Marrón	Peligrosa	Todos efectos críticos para la población, y para grupos sensibles estado mortal.
201-300	Morado	Muy dañina	Condiciones de salud son de alarma, todos presentan efectos agudos, grupos sensibles en estado crítico
151-200	Rojo	Dañina	Toda la población comienzan a experimentar efectos en la salud y en grupos sensibles efectos severos
101-150 ECAs	Anaranjado	Dañina a la salud de grupos sensibles	Grupos sensibles son directamente afectados en la salud a diferencia del resto.
51-100	Amarillo	Moderada	Puede causar algunas molestias a la salud de grupos sensibles.
0-50	Verde	Buena	No riesgo a la salud.

AQI: Air Quality Index, basado en la EPA (*Environment protection Administration*) de USA



LA INVESTIGACIÓN



Los objetivos planteados:

- a. Caracterizar la calidad y efectos del aire a nivel global y parcial, en ambientes: cerrado, semiabierto y abierto, respecto del CO, SO₂ y PM₁₀.
- b. Determinar si existe diferencia significativa entre las concentraciones de exposición de CO, SO₂ y PM₁₀, en briquetas de diferentes centros de producción.



MATERIAL Y MÉTODOS



Tres ambientes intradomiciliarios simulados:

1. Ambientes cerrados
2. Ambiente semiabierto
3. Ambientes abiertos

Las briquetas han sido tomadas de cuatro centros de fabricación: El Milagro (EM)

La Hermelinda 1 (H1)

La Hermelinda 2 (H2)

El Porvenir (EP).



1. Briquetas de 15 cm de alto y 15 cm de diámetro, con peso aproximado de 3.2 Kg, con 22 orificios de ventilación de 1.5 cm de diámetro.
2. Cocina típica de una hornilla, sin chimenea de extracción de gases, como es de uso ordinario



MUESTREO DEL CO



ToxiPro es altamente útil, detector de gas reutilizable con lecturas en tiempo real de STEL, pico y TWA, así como cuenta con sistema de almacenamiento tipo caja negra. Cuenta con opción de registrar datos en la computadora.

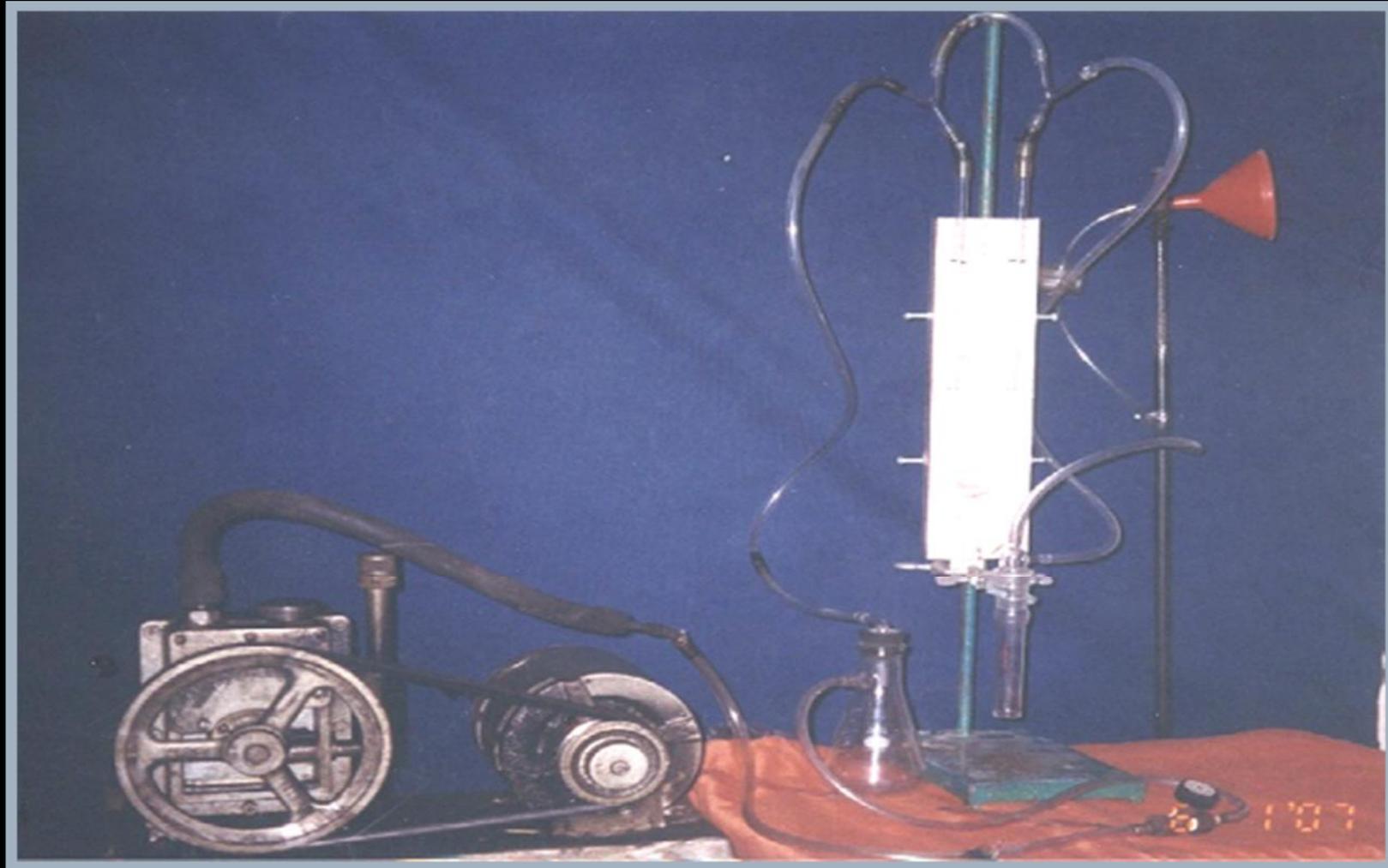
Toxi Ltd es un detector desechable con un tiempo de vida de 2 años con una pantalla amplia y registro de 20 eventos.

Sofisticada tecnología de detección. El más amplio conjunto de características. Fácil de usar, con el más bajo costo en el mercado.

Nadie lo hace más fácil que Biosystems.



TREN DE MUESTREO DEL SO₂





TREN DE MUESTREO DEL PM10





TOMA DE MUESTRAS DE BRIQUETAS Y ENCENDIDO





SISTEMA DE MUESTRO CO, SO₂ Y PM₁₀



- Toxi Pro (CO)
- Impactador Harvard (PM₁₀)
- Altura (1,4 – 1,5) m
- Captador de (SO₂)
- Manómetro Control flujo
- Cocina briquetera





RESULTADOS DE MONÓXIDO DE CARBONO



PROMEDIOS DE LAS MEDIAS PONDERADAS DE LAS EXPOSICIONES DE CO POR TIPO DE AMBIENTE Y LUGAR DE PROCEDENCIA DE LAS BRIQUETAS

<i>Procedencia de la briqueta</i>	<i>Promedio de las medias ponderadas de exposición CO (ppm)</i>		
	<i>Ambiente cerrado</i>	<i>Ambiente semiabierto</i>	<i>Ambiente abierto</i>
EM	527	119	115
H1	547	161	135
H2	693	175	158
EP	615	130	134
Promedio	596	146	136
Valor “p”	0,27	0,04	0,01

EM: El Milagro
H2: Hermelinda 2

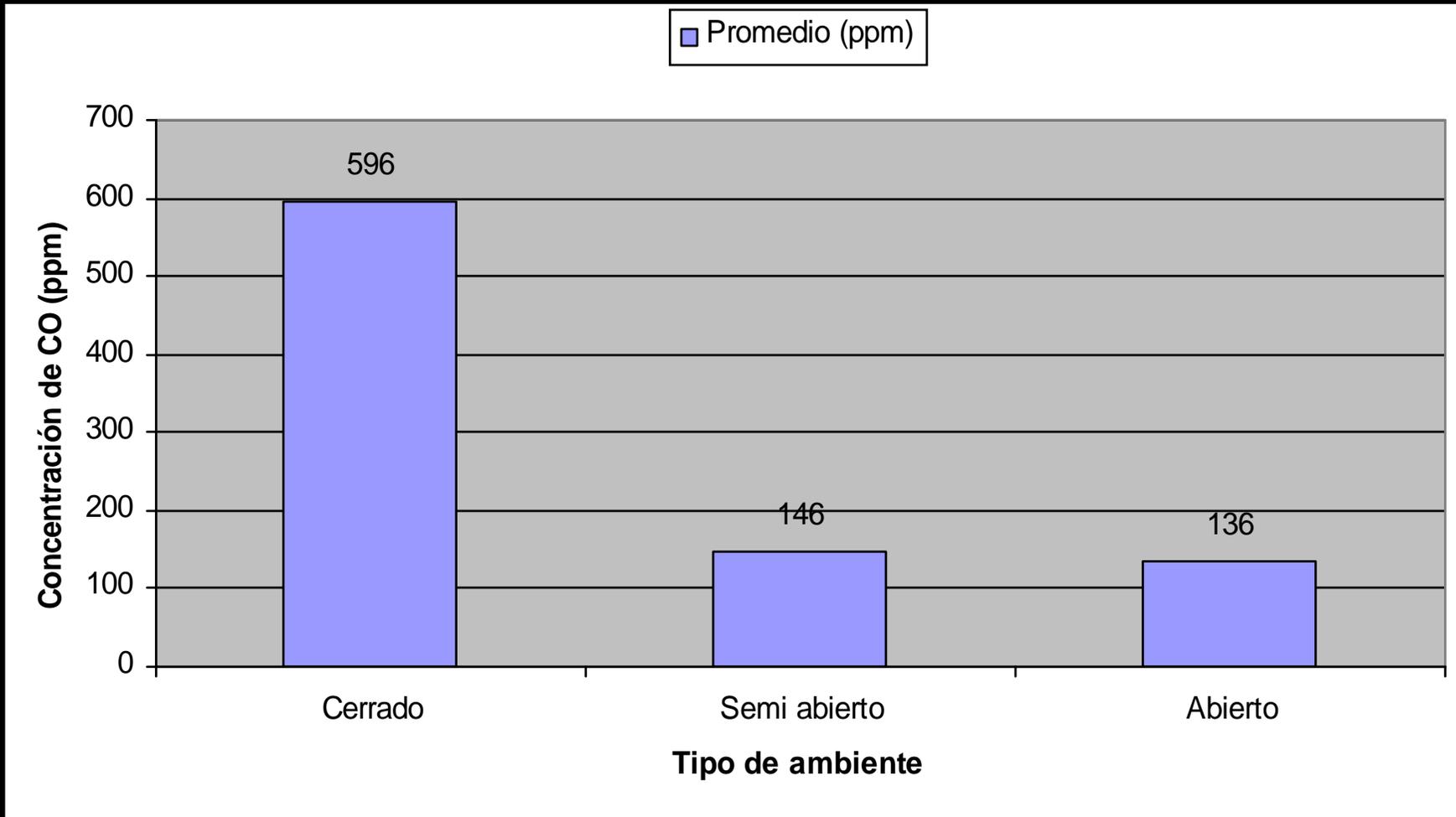
H1 : Hermelinda 1
EP : El Porvenir



RESULTADOS DE MONÓXIDO DE CARBONO



COMPARACIÓN DE LOS PROMEDIOS DE LAS MEDIAS PONDERADAS DE EXPOSICIÓN DE CO POR TIPO DE AMBIENTE

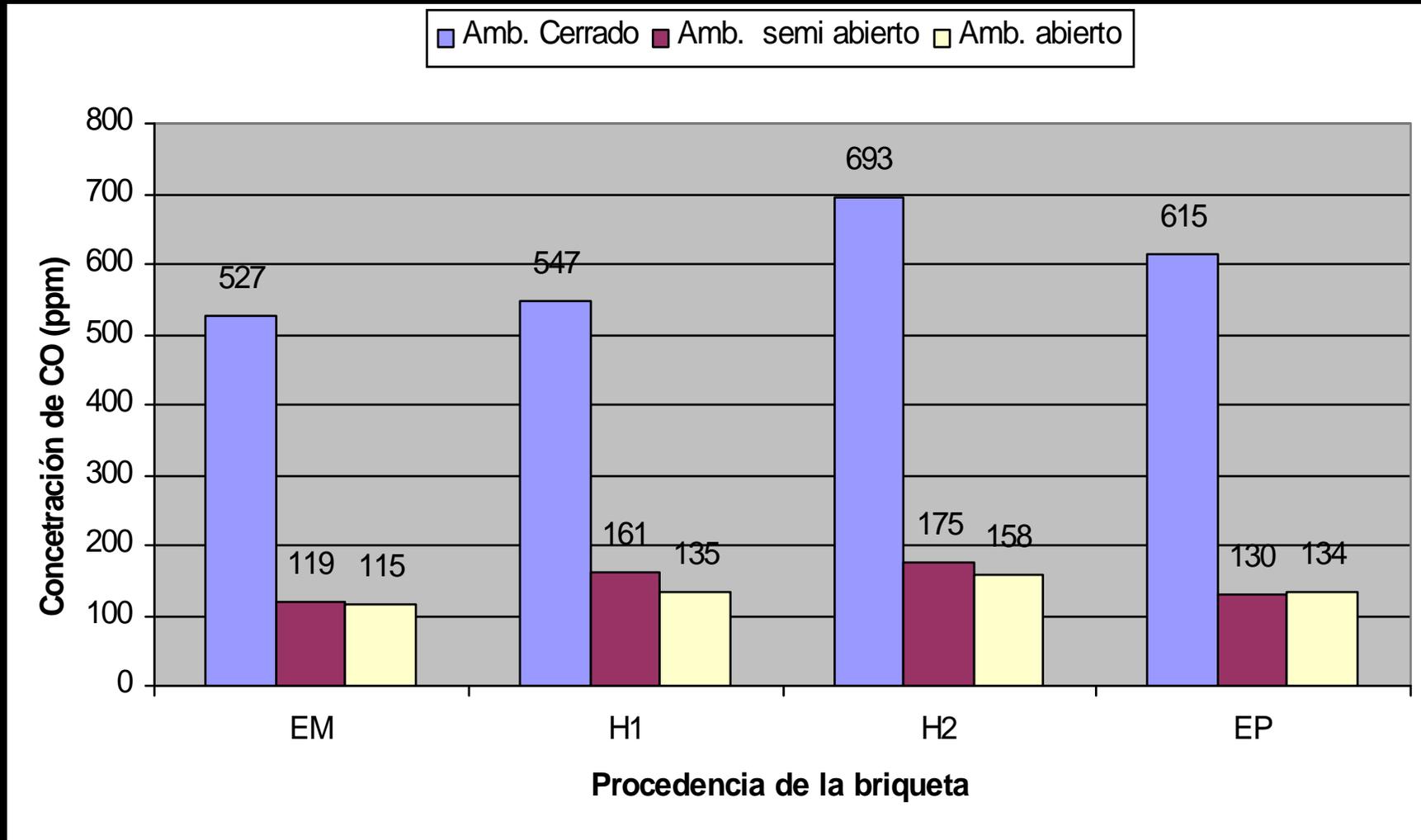




RESULTADOS DE MONÓXIDO DE CARBONO



COMPARACIÓN DE LOS PROMEDIOS DE LAS MEDIAS PONDERADAS DE EXPOSICIÓN DE CO POR TIPO DE AMBIENTE Y LUGAR DE PROCEDENCIA DE LAS BRIQUETAS.





RESULTADOS DE MONÓXIDO DE CARBONO



PROMEDIO DE EXPOSICIÓN DE CO POR HORA Y PROMEDIOS PONDERADOS POR TIPO DE AMBIENTE

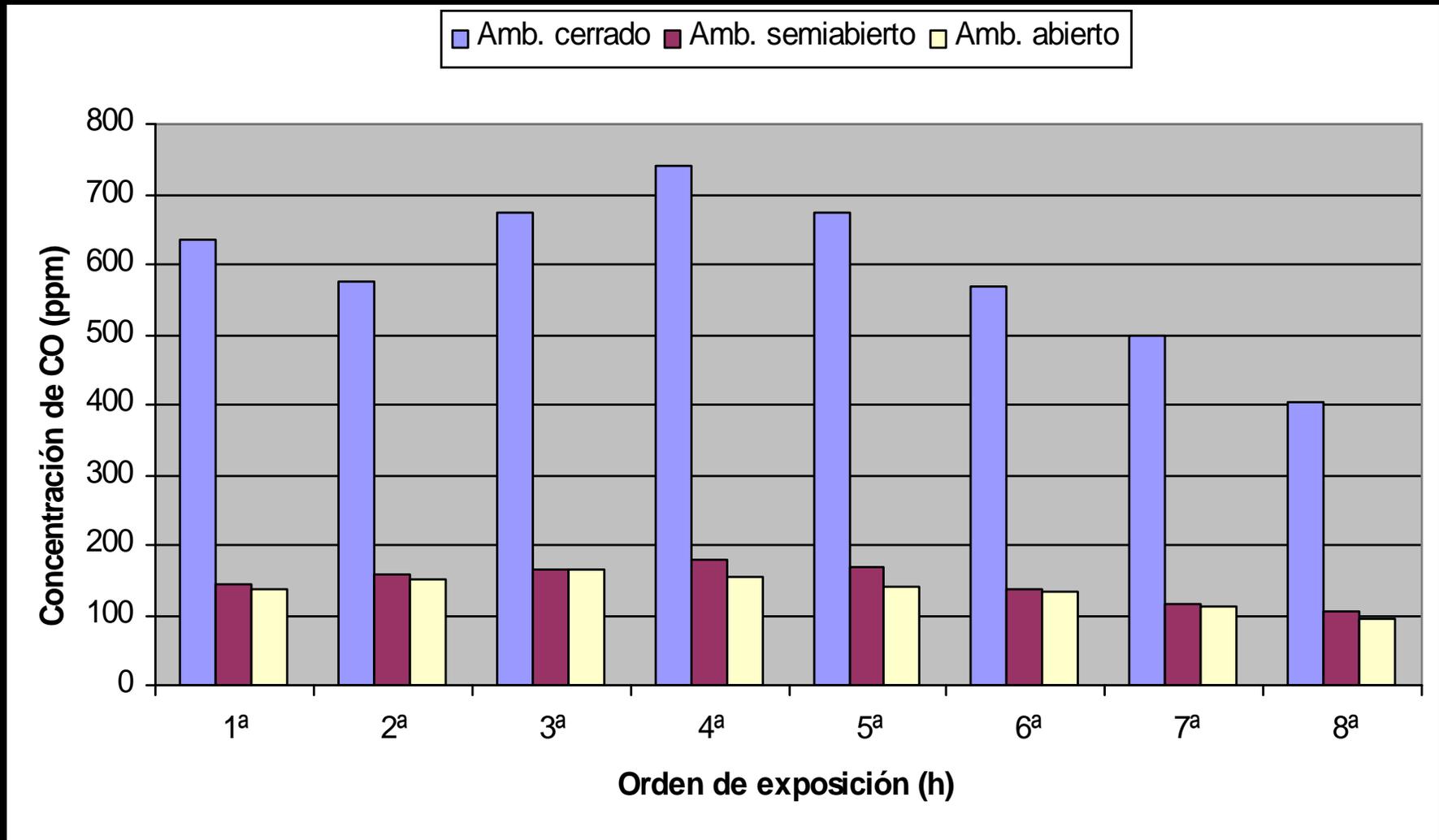
<i>Tipo de ambiente</i>	<i>Promedio de exposición CO por hora (ppm)</i>								<i>Prom. Pond. (ppm)</i>
	<i>1^a</i>	<i>2^a</i>	<i>3^a</i>	<i>4^a</i>	<i>5^a</i>	<i>6^a</i>	<i>7^a</i>	<i>8^a</i>	
Ambiente cerrado	636	574	672	739	672	569	498	405	596
Ambiente semiabierto	142	158	166	178	168	138	116	104	146
Ambiente abierto	136	150	164	155	140	132	112	96	136



RESULTADOS DE MONÓXIDO DE CARBONO



COMPARACIÓN DE LOS PROMEDIOS DE EXPOSICIÓN DE CO POR HORA Y POR TIPO DE AMBIENTE





RESULTADOS DE DIÓXIDO DE AZUFRE



PROMEDIOS DE LAS MEDIAS PONDERADAS DE EXPOSICIÓN DE SO₂ POR TIPO DE AMBIENTE Y LUGAR DE PROCEDENCIA DE LAS BRIQUETAS.

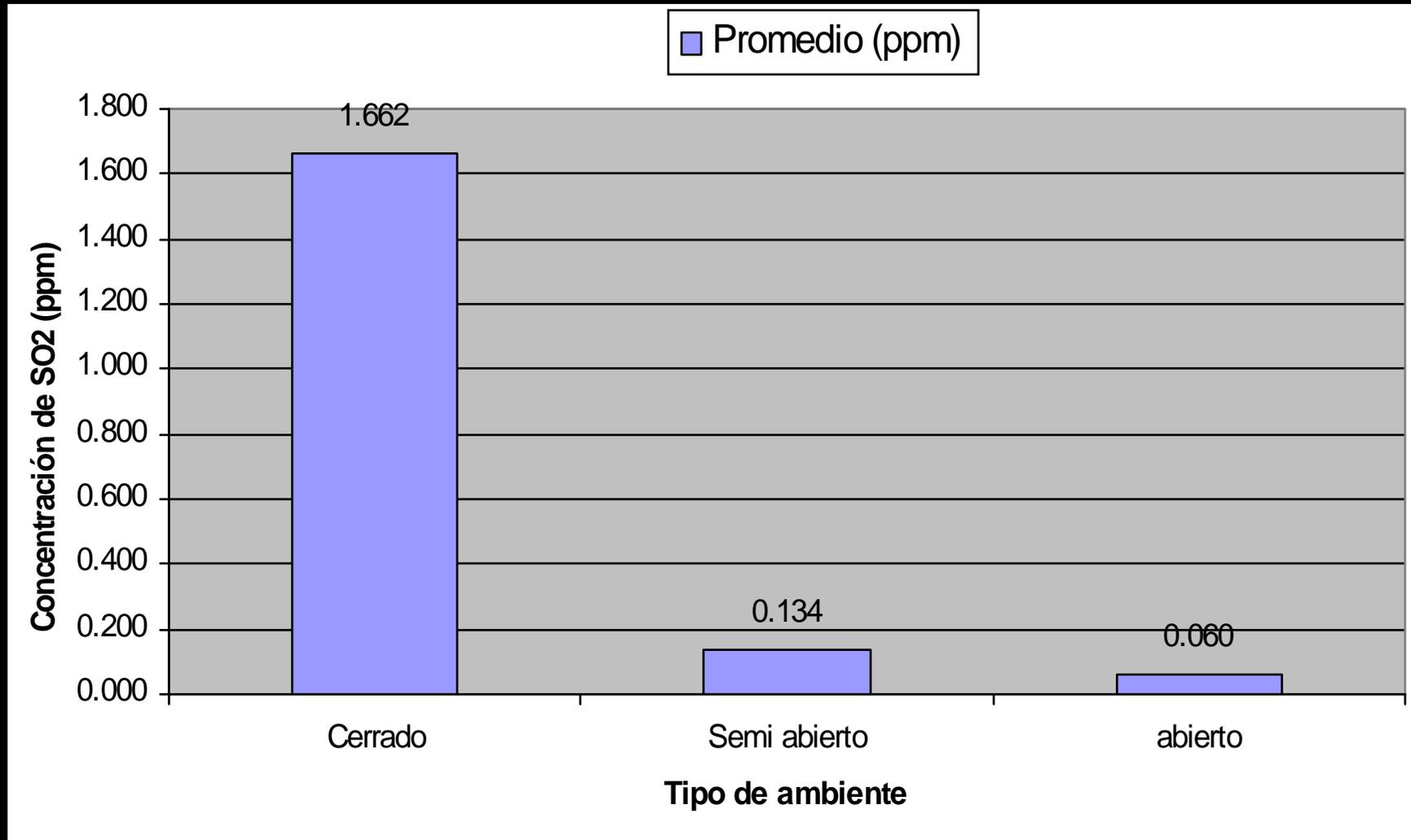
<i>Procedencia de la briqueta</i>	<i>Promedio de las medias ponderadas de exposición de SO₂ (ppm)</i>		
	<i>Ambiente cerrado</i>	<i>Ambiente semiabierto</i>	<i>Ambiente abierto</i>
EM	0,363	0,122	0,035
H1	1,610	0,126	0,062
H2	1,195	0,090	0,049
EP	3,480	0,197	0,098
Promedio	1,662	0,134	0,061
Valor "p"	0,001	0,002	0,020



RESULTADOS DE DIÓXIDO DE AZUFRE



COMPARACIÓN DE LOS PROMEDIOS DE LAS MEDIAS PONDERADAS DE EXPOSICIÓN DE SO₂ POR TIPO DE AMBIENTE

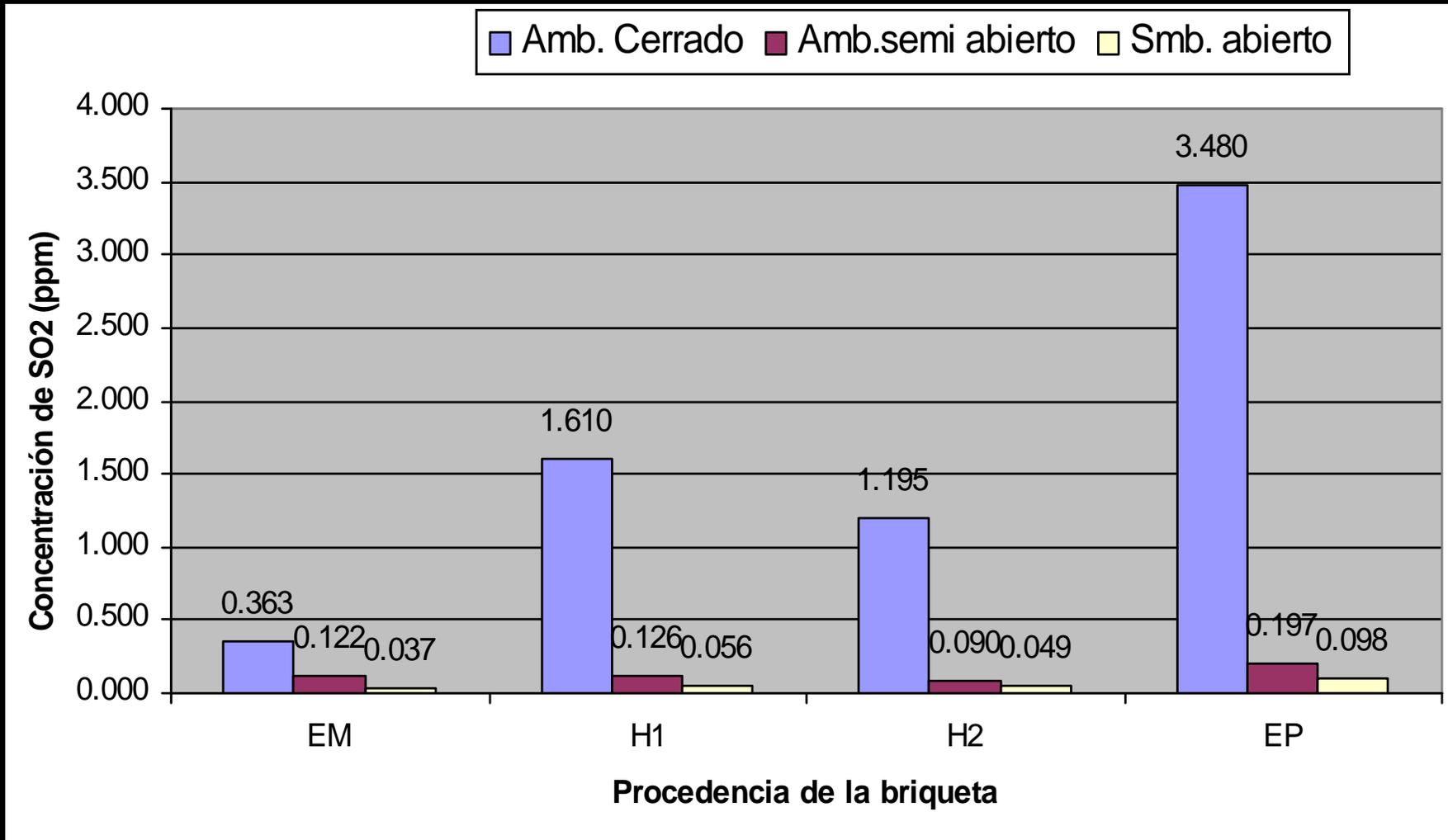




RESULTADOS DE DIÓXIDO DE AZUFRE



COMPARACIÓN DE LOS PROMEDIOS DE LAS MEDIAS PONDERADAS DE EXPOSICIÓN DE SO₂ POR TIPO DE AMBIENTE Y LUGAR DE PROCEDENCIA DE LAS BRIQUETAS.





RESULTADOS DE PM10



PROMEDIOS DE LAS MEDIAS PONDERADAS DE EXPOSICIÓN DE PM₁₀ POR TIPO DE AMBIENTE Y LUGAR DE PROCEDENCIA DE LAS BRIQUETAS.

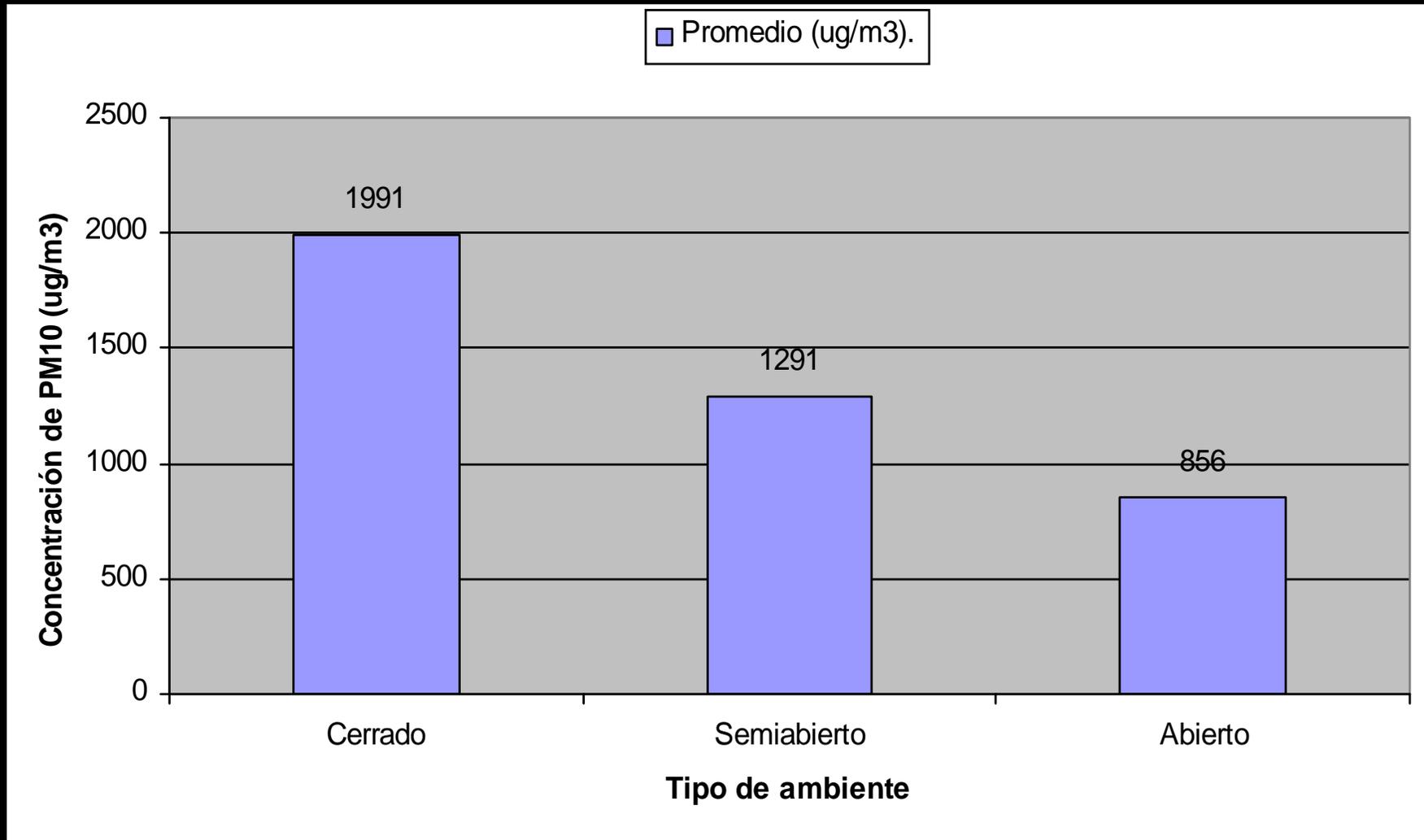
<i>Procedencia de la briqueta</i>	<i>Promedio de las medias ponderadas de exposición de PM₁₀ (ug/m³)</i>		
	<i>Ambiente cerrado</i>	<i>Ambiente semiabierto</i>	<i>Ambiente abierto</i>
EM	1 634	1 143	701
H1	2 098	1 322	924
H2	2 167	1 354	882
EP	2 064	1 346	915
Promedio	1 991	1 291	856
Valor “p”	0,47	0,40	0,06



RESULTADOS DE PM10



COMPARACIÓN DE LOS PROMEDIOS DE LAS MEDIAS PONDERADAS DE EXPOSICIÓN DE PM10 POR TIPO DE AMBIENTE

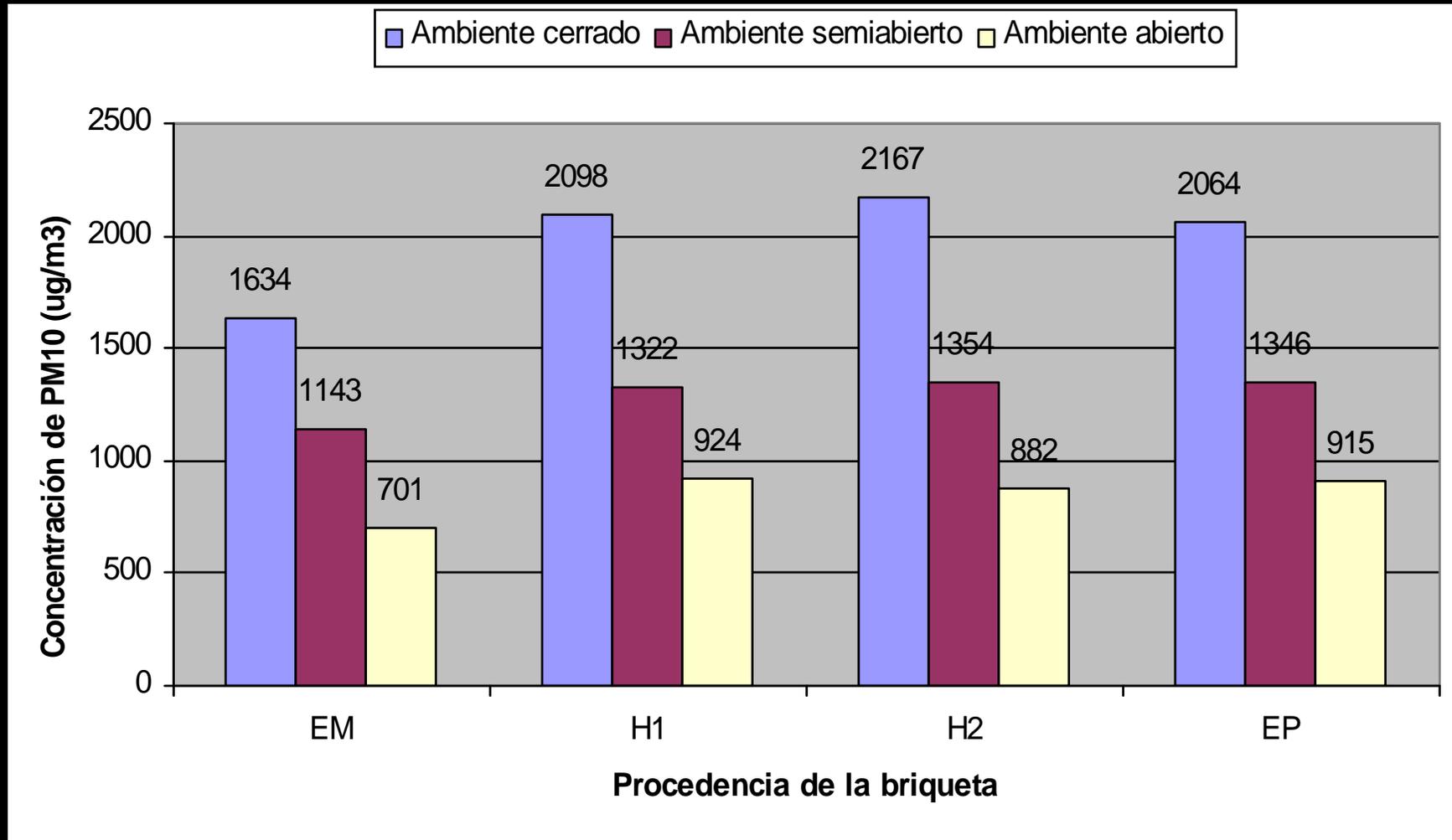




RESULTADOS DE PM10



COMPARACIÓN DE LOS PROMEDIO DE LAS MEDIAS PONDERADAS DE EXPOSICIÓN DE PM10 POR TIPO DE AMBIENTE Y LUGAR DE PROCEDENCIA DE LAS BRIQUETAS





CALIDAD DEL AIRE BASADO EN EL AQI de la EPA



Índice AQI	Categoría de calidad	Efectos de la categoría de calidad de aire		
		CO (ppm)	SO ₂ (ppm)	PM ₁₀ (ug/m ³)
301-500>	Color Marrón Peligroso	Agravamientos severos de síntomas cardiovasculares, como dolor del pecho en personas con enfermedad del corazón; y disminución de actividades en la población en general.	Severos síntomas respiratorios, como jadeo y rapidez de respiración en personas con asma; aumento de agravamiento del corazón o enfermedad pulmonar; y posibles efectos respiratorios en la población en general.	Agravamiento serio del corazón o enfermedad pulmonar y mortalidad prematura en personas con enfermedad cardiopulmonar y los ancianos; y serios riesgo de efectos respiratorios en la población en general.
201-300	Color morado Muy dañina	Agravamiento significativo de síntomas cardiovasculares, como dolor del pecho, en personas con enfermedad del corazón.	Aumento significativo de síntomas respiratorios, como jadeo y rapidez de respiración en personas con asma; agravamiento de corazón o enfermedad pulmonar.	Agravamiento significativo de corazón o enfermedad del pulmón y mortalidad prematura en personas con enfermedad cardiopulmonar y los ancianos; y aumento significante en efectos respiratorios en la población en general.
151-200	Color Rojo Dañina	Aumento de síntomas cardiovasculares, como dolor de pecho en personas, con enfermedad del corazón.	Aumento de síntomas respiratorios, como estrechez del pecho y jadeo en personas con asma; posible agravamiento del corazón o enfermedad pulmonar.	Aumento del agravamiento del corazón o enfermedad del pulmonar y mortalidad prematura en personas con enfermedad cardiopulmonar y los ancianos; y aumento de efectos respiratorios en la población en general.
101-150	Color anaranjado Dañina a Grupos sensibles	Probabilidad de creciente de síntomas cardiovasculares, como dolor del pecho en personas con enfermedad del corazón.	Probabilidad creciente de síntomas respiratorios, como estrechez del pecho y respiración incómoda en personas con asma.	Probabilidad creciente de síntomas respiratorios en individuos sensibles, agravamiento de las enfermedades del corazón o pulmón y mortalidad prematura en personas con enfermedad cardiopulmonar y adultos mayores.
51-100	Color amarillo Moderada	Ninguna	Ninguna	Posibles síntomas respiratorios en individuos muy sensibles, posible agravamiento de corazón, o enfermedad pulmonar en personas con enfermedad cardiopulmonar y adultos mayores.
0-50	Color verde Buena	Ninguna	Ninguna	Ninguna



ÍNDICE DE CALIDAD DEL AIRE TLV-TWA: CO, SO₂ y PM₁₀



Calificación de la calidad de aire		Indicadores para caracterizar la calidad de aire según valores de referencia TLV-TWA		
		CO (ppm)	SO ₂ (ppm)	PM ₁₀ (ug/m ³)
Índice calidad aire ^c	Categorías de calidad de aire	TLV-TWA Perú ^a	TLV-TWA Perú ^a	TLV-TWA ACGIH ^b
301-500 y >	Peligrosa	125	10,0	15 000
2001-300	Muy Dañina	75	6,0	9 000
151-200	Dañina	50	4,0	6 000
101-150	Dañina a grupo sensible	38	3,0	4 500
51-100	Moderada	25	2,0	3 000
0-50	Buena	12,5	1,0	1 500

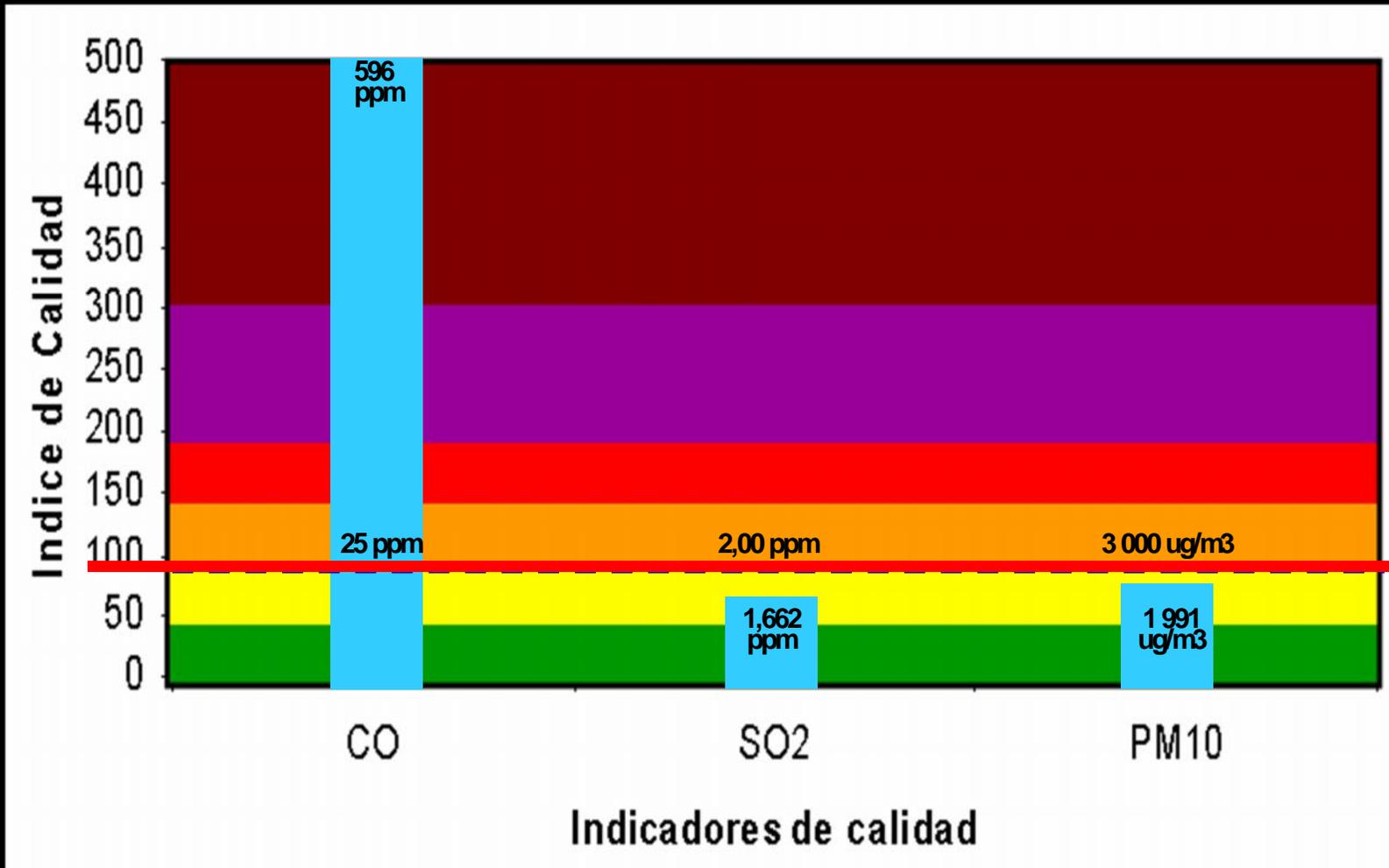
(a) D.S. Nº 074-2001-PCM

(b) NIOSH, *Nacional Institute for Occupational and Health*. (Basado en riesgos de efectos cardiovasculares)

(c) AQI (*Air Quality Index*), basado en la EPA (*Environment protection Administration*) de USA (denominado también (USEPA) (NTP 607)^o

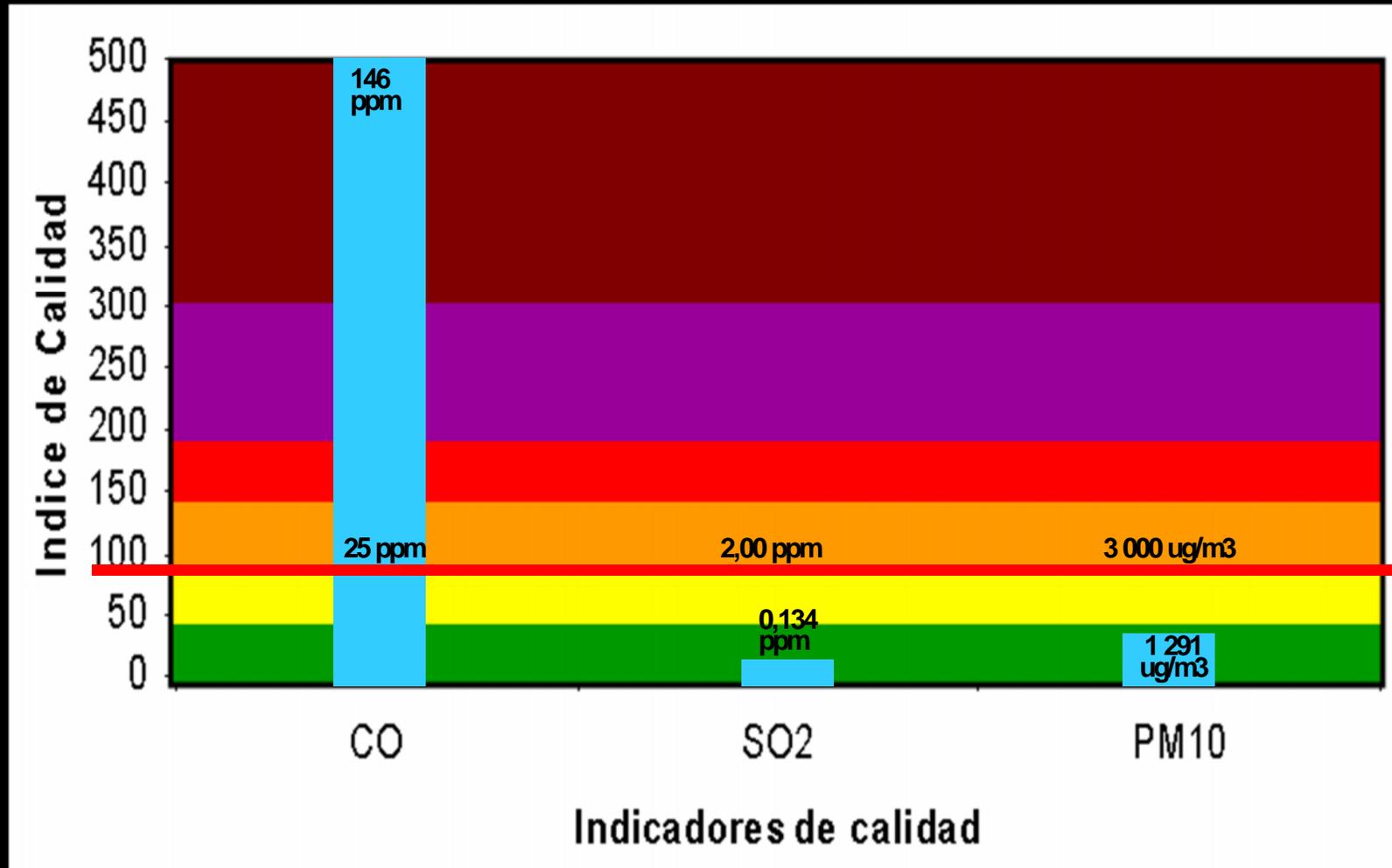


CALIDAD DEL AIRE EN AMBIENTE CERRADO



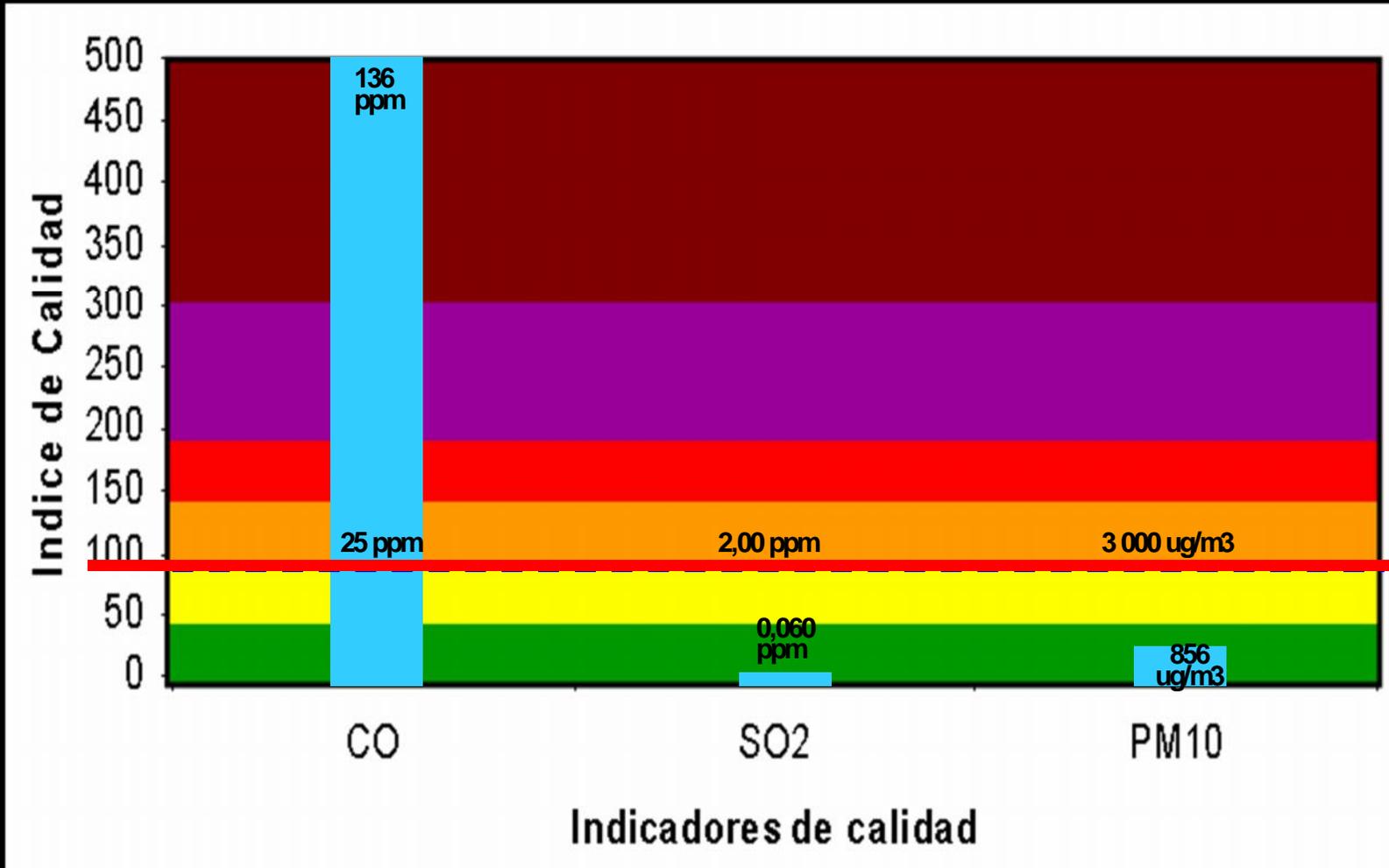


CALIDAD DEL AIRE EN AMBIENTE SEMIABIERTO





CALIDAD DEL AIRE EN AMBIENTE ABIERTO





CALIDAD DEL AIRE SEGÚN VALORES DE REF.: AMBIENTE CERRADO



Calificación de la		Indicadores de la calidad del aire en ambiente cerrado según valores de referencia													
calidad del aire		CO (ppm)				SO ₂ (ppm)						PM ₁₀ (ug/m ³)			
Índice de calidad	Categorías de la salud	1 h OMS Perú	8 h OMS Perú	8 h TLV-TVA Perú	1/10 TLV-TWA	1 h OMS	3 h EPA	8 h TLV-TWA Perú	1/10 TLV-TWA	24 h OMS	24 h EPA Perú	8 h TLV-TWA ACGIH	1/10 TLV TWA	24 h EPA Perú	24 h OMS
500 >	Peligrosa	104	45	125	12,5	0,65	2,5	10,0	1,0	0,240	0,70	15 000	1500	750	250
300	Muy Dañina a la salud	78	27	75	7,5	0,40	1,50	6,0	0,6	0,144	0,42	9 000	900	450	150
200	Dañina a la salud	52	18	50	5,0	0,26	1,00	4,0	0,4	0,096	0,28	6 000	600	300	100
150	Dañina a la salud de grupo sensible	40	14	38	3,8	0,20	0,75	3,0	0,3	0,072	0,21	4 500	400	225	75
100	Moderada	26	9	25	2,5	0,13	0,50	2,0	0,2	0,048	0,14	3 000	300	150	50
50	Buena	13	4,5	12,5	2,25	0,62	0,25	1,0	0,1	0,024	0,07	1 500	150	75	25
0															
Calidad del aire	Ambiente cerrado														
Indicadores de calidad		596 ppm de CO				1,662 ppm de SO ₂						1 991 ug/m ³ PM ₁₀			



CALIDAD DEL AIRE SEGÚN VALORES DE REF.: AMBIENTE SEMIABIERTO



Calificación de la		Indicadores de la calidad del aire en ambiente semiabierto según valores de referencia													
calidad del aire		CO (ppm)				SO ₂ (ppm)						PM ₁₀ (ug/m ³)			
Índice de calidad	Categorías de la salud	1 h OMS Perú	8 h OMS Perú	8 h TLV-TVA Perú	1/10 TLV-TWA	1 h OMS	3 h EPA	8 h TLV-TWA Perú	1/10 TLV-TWA	24 h OMS	24 h EPA Perú	8 h TLV-TWA ACGIH	1/10 TLV TWA	24 h EPA Perú	24 h OMS
500 >	Peligrosa	104	45	125	12,5	0,65	2,5	10,0	1,0	0,240	0,70	15 000	1500	750	250
300	Muy Dañina a la salud	78	27	75	7,5	0,40	1,50	6,0	0,6	0,144	0,42	9 000	900	450	150
200	Dañina a la salud	52	18	50	5,0	0,26	1,00	4,0	0,4	0,096	0,28	6 000	600	300	100
150	Dañina a la salud de grupo sensible	40	14	38	3,8	0,20	0,75	3,0	0,3	0,072	0,21	4 500	400	225	75
100	Moderada	26	9	25	2,5	0,13	0,50	2,0	0,2	0,048	0,14	3 000	300	150	50
50	Buena	13	4,5	12,5	2,25	0,62	0,25	1,0	0,1	0,024	0,07	1 500	150	75	25
0															
Calidad del aire	Ambiente semiabierto														
Indicadores de calidad		146 ppm de CO				0,134 ppm de SO ₂						1 291 PM ₁₀			



CALIDAD DEL AIRE SEGÚN VALORES DE REF.: AMBIENTE ABIERTO



Calificación de la		Indicadores de la calidad del aire en ambiente abierto según valores de referencia														
calidad del aire		CO (ppm)				SO ₂ (ppm)						PM ₁₀ (ug/m ³)				
Índice de calidad	Categorías de la salud	1 h OMS Perú	8 h OMS Perú	8 h TLV-TVA Perú	1/10 TLV-TWA	1 h OMS	3 h EPA	8 h TLV-TWA Perú	1/10 TLV-TWA	24 h OMS	24 h EPA Perú	8 h TLV-TWA ACGIH	1/10 TLV TWA	24 h EPA Perú	24 h OMS	
500 >	Peligrosa	104	45	125	12,5	0,65	2,5	10,0	1,0	0,240	0,70	15 000	1500	750	250	
300	Muy Dañina a la salud	78	27	75	7,5	0,40	1,50	6,0	0,6	0,144	0,42	9 000	900	450	150	
200	Dañina a la salud	52	18	50	5,0	0,26	1,00	4,0	0,4	0,096	0,28	6 000	600	300	100	
150	Dañina a la salud de grupo sensible	40	14	38	3,8	0,20	0,75	3,0	0,3	0,072	0,21	4 500	400	225	75	
100	Moderada	26	9	25	2,5	0,13	0,50	2,0	0,2	0,048	0,14	3 000	300	150	50	
50	Buena	13	4,5	12,5	2,25	0,62	0,25	1,0	0,1	0,024	0,07	1 500	150	75	25	
0																
Calidad del aire	Ambiente abierto															
Indicadores de calidad		136 ppm de CO				0,060 ppm de SO ₂						856 ug/m ³ de PM ₁₀				



CONCLUSIONES



1. La calidad del aire a nivel global se caracteriza como muy peligrosa, por las altas concentraciones de CO con 596 ppm en ambiente cerrado, 146 ppm en ambiente semiabierto y 136 ppm en ambiente abierto, que superan los valores límites permisibles nacionales e internacionales, probablemente con serios riesgos de efectos agudos y crónicos a la salud humana.



CONCLUSIONES



- 2.a. A nivel parcial, después del CO, las exposiciones de PM10, la calidad del aire es peligrosa con relación a los valores ambientales de referencia de la EPA, OMS y Perú.
- 2.b. Por las exposiciones de SO₂, la calidad del aire es dañina con relación a los valores ambientales de referencia de la OMS.
- 2.c. En ambos casos, existe probabilidad de riesgos de efectos crónicos a la salud humana, por exposiciones diarias y repetidas de corta duración.



CONCLUSIONES



3. Existe diferencia significativa en las exposiciones del SO_2 cuando se queman briquetas de diferentes centros de producción, en grado mucho menor respecto al CO y no es significativa con respecto al PM_{10} .



PROPUESTA



PROPUESTA: fundamento



- Conceptos de desarrollo sostenible.
- *Encuentro de Río, en 1992:*
 - “La Agenda 21”, apoya los principios: a) precaución, b) el que contaminan paga y c) prevención; y
 - “Carta de la tierra”, que considera a la *Educación Ambiental* como fundamental para que las poblaciones puedan adquirir conciencia, valores y actitudes, técnicas y comportamientos, para la toma de decisiones y su participación en el abordaje de cuestiones ambientales.



PROPUESTA: fundamento



- El precio de las briquetas es bajo en comparación a los precios de los combustibles derivados del petróleo.
- Es probable que el consumo de briquetas se siga incrementando, y
- Por consiguiente los impactos en el medio ambiente y en la salud humana, se plantea:

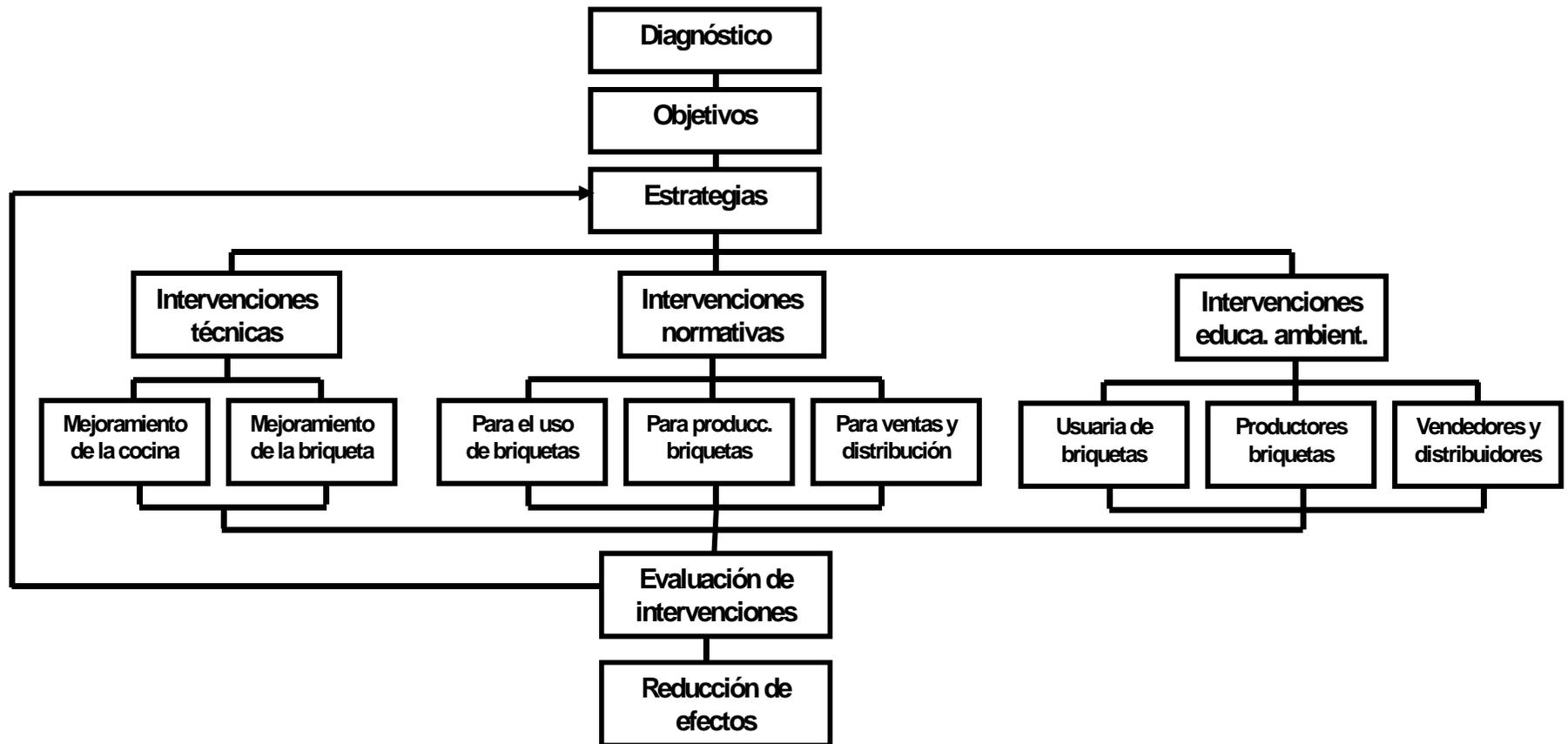
«Propuesta para reducir la contaminación del aire, generada por la quema de briquetas de carbón antracita como combustible de uso doméstico»



PROPUESTA



MODELO PARA REDUCIR CONTAMINACIÓN DEL AIRE INTERIOR POR LA COMBUSTIÓN DE BRIQUETAS





PROPUESTA: diagnóstico



Centros de producción





PROPUESTA: diagnóstico



Centros de producción





PROPUESTA: diagnóstico



Equipos de producción





PROPUESTA: diagnóstico



Condiciones de trabajo





PROPUESTA: diagnóstico



Condiciones de trabajo





PROPUESTA: diagnóstico



- Descargas al medio con base a 50 000 briquetas/ día.
428,57 (t):
321,5 t de CO₂
51,10 t de CO
1,92 t de SO₂
9,05 t de volátiles del carbón
35,35 t de cenizas totales y
9,60 t de vapor de agua
- Población usuaria expuesta 100 000 personas
- Involucrados:
 - Productores
 - Instituciones públicas y privadas
 - Organismos gubernamentales
 - Instituciones educativas
 - Medios de información



PROPUESTA: objetivos



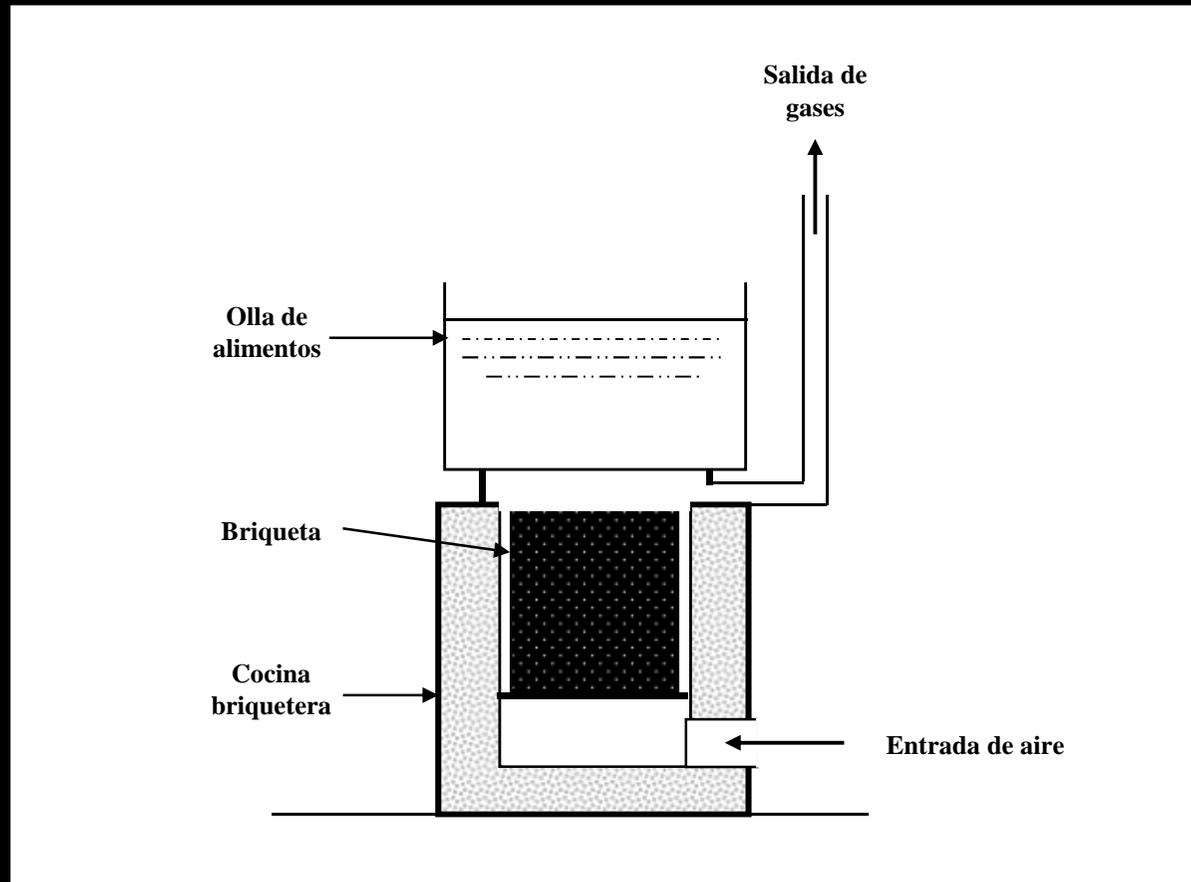
1. Disminuir los niveles de exposición de sustancias tóxicas generadas durante la combustión de briquetas de carbón.
2. Minimizar los riesgos a la salud de las personas expuestas a sustancias tóxicas emitidas por la quema de briquetas de carbón al interior de las viviendas.
3. Desarrollar en la población involucrada una conducta ambiental positiva para su participación activa en el control de la contaminación.



PROPUESTA: Estrategias técnicas



Mejoramiento de la cocina





PROPUESTA: Estrategias técnicas



Mejoramiento de la briqueta

1. Agregar a la mezcla de materiales de la briqueta, una proporción adecuada de cal (dióxido de calcio, CaO), entre el 1,5% a 5,0% por peso de carbón, dependiendo del contenido de azufre. (Programa Metropolitano de Carbón, 1993, pp. 17-25)
2. Lo recomendado por pruebas realizadas en carbón de Alto Chicama, está entre 2,0% y 2,2% de cal, que reduce entre 77% y 89% de SO_2 (Castillo y Gamarra, 2006).
3. Otra alternativa, es el lavado previo de carbón, pero poco práctico en la fabricación de briquetas.



PROPUESTA: Estrategias Normativas



1. *Acciones normativas para el uso de briquetas*

- La MPT debe emitir normas para el buen uso doméstico de briquetas.
- DESA-LL, debe monitorear el cumplimiento de los ECAs.

2. *Acciones normativas para la distribución y venta de briquetas*

- La MPT debe dictar normas para regular la distribución y venta de briquetas.
- La MPT debe establecer multas para obligar el cumplimiento de las normas establecidas.



PROPUESTA: Estrategias Normativas



3. Acciones normativas para la fabricación de briquetas

- La MP: formalización de las empresas productoras.
- La DREM-LL debe emitir normas para regular los procesos de producción y normas para los niveles de emisión.
- La DREM-LL y la MPT deben establecer multas para obligar el cumplimiento de las normas establecidas.



PROPUESTA: Acción educativa para reducir la contaminación



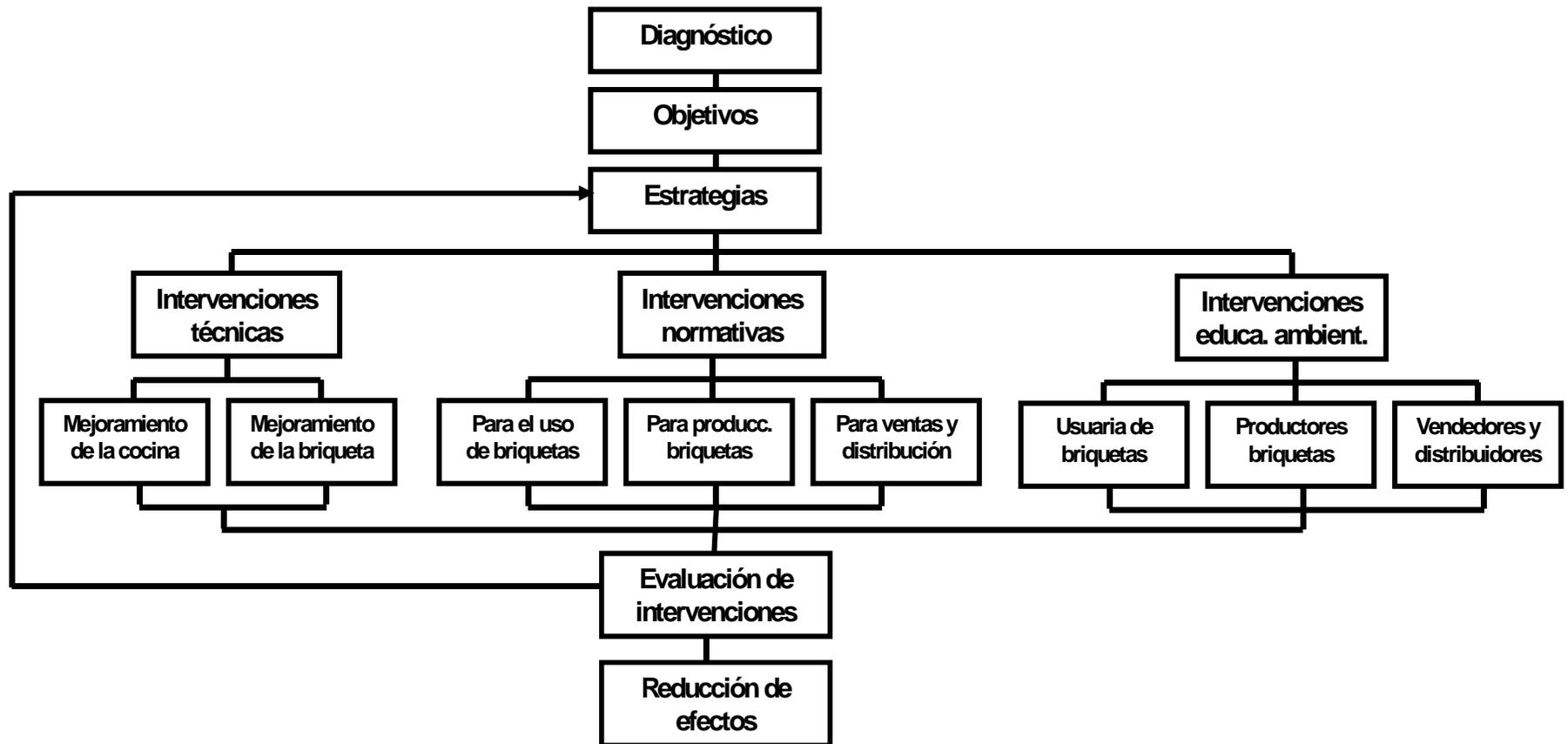
<i>Grupos sociales Involucrados</i>	<i>Actuación</i>	<i>Ámbito</i>	<i>Institución Responsable</i>
1. Población usuaria de briquetas	<ol style="list-style-type: none">1. Campañas de presión política a las autoridades e instituciones para que se dicten políticas o normas legales que conlleven una mejora ambiental por el uso y producción de briquetas.2. Programas de sensibilización sobre las buenas prácticas del uso de briquetas, riesgos a la salud y contaminación ambiental.3. Trabajo con grupos de representantes de organismos e instituciones para conciliar criterios e incorporar valores ambientales, respecto al uso de briquetas y su efecto en el medio ambiente y la salud humana.4. Programas de difusión en medios de comunicación sobre las buenas prácticas para el uso adecuado de briquetas para evitar riesgos adversos a la salud y los efectos al medio ambiente.5. Cursos de capacitación a facilitadores-motivadores sociales para que puedan participar en las jornadas de sensibilización y difusión.	<ol style="list-style-type: none">1. Político.2. Educativo3. Educativo, técnico.4. Educativo.5. Educativo.	<ol style="list-style-type: none">1. UNT, Organizaciones ambientalistas.2. MPT3. UNT, MPT, DESA-LL4. MPT.5. UNT, MPT.
2. Población de productores de briquetas (empresarios y trabajadores)	<ol style="list-style-type: none">1. Charlas de sensibilización sobre contaminación ambiental, seguridad e higiene industrial.2. Cursos capacitación técnica sobre materiales y el proceso de producción de briquetas.	<ol style="list-style-type: none">1. Educativo, técnico.2. Técnico.	<ol style="list-style-type: none">1. UNT, DREM-LL, DESA-RLL2. UNT, DREM-LL
3. Población de vendedores y comercializadores de briquetas	<ol style="list-style-type: none">1. Charlas de sensibilización sobre contaminación ambiental y capacitación para la manipulación distribución y venta de briquetas.2. Charlas de capacitación para el encendido y transporte de briquetas.	<ol style="list-style-type: none">1. Educativo. técnico.2. Técnico	<ol style="list-style-type: none">1. MPT, DREM-LL2. DREM-LL



PROPUESTA



MODELO PARA REDUCIR CONTAMINACIÓN DEL AIRE INTERIOR POR LA COMBUSTIÓN DE BRIQUETAS





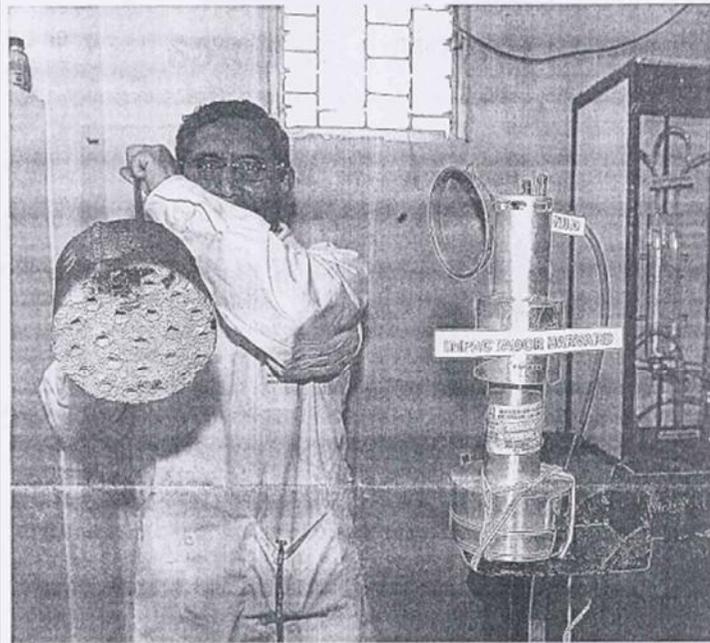




> ADVERTENCIA > EMITEN GAS VENENOSO DEBIDO AL USO DE MATERIALES DE DESECHO

El gas, asesino silencioso que emiten las briquetas

PROBLEMA SE ORIGINA POR LOS PÉSIMOS INSUMOS QUE SE UTILIZAN EN LA FABRICACIÓN DE ESTOS PRODUCTOS



PELIGRO. El profesor de Metalurgia de UNT, Martín Taboada Neira, formuló un estudio sobre el peligro de las briquetas.

William Prado Morales
williamprado@industria.com

■ Las briquetas de carbón -el combustible de los más pobres y de la clase media- se ha convertido en peligro mortal para las personas que respiran el aparente humo inofensivo de que emiten.

Según un estudio realizado en el laboratorio de metalurgia de la Universidad Nacional de Trujillo (UNT), el problema se origina debido a los insumos de pésima calidad que se utilizan en la fabricación de las mismas.

El profesor de Metalurgia de UNT, Martín Taboada Neira, explicó que de acuerdo a las primeras investigaciones en tesis de maestría, se ha determinado que durante el encendido de una briqueta de carbón se registra una contaminación de 170 partes por millón de monóxido de carbono.

Lo máximo permitido -según estudios científicos- para que no cause problemas en la salud es sólo 35 partes por millón. Entre 35 a 100 partes por millón de monóxido de carbono es peligroso, y sobre 100 es superpeligroso y cuando supera los 200, es letal.

Sin embargo en la actualidad hay briquetas que pueden llegar a emitir entre 500 y 800 partes por millón de monóxido de carbono, lo cual es sumamente peligroso para la salud de las personas.

¿Qué es el monóxido de carbono?

El monóxido de carbono es un gas sin olor que se produce con la combustión y forma par-

“

En el encendido de una briqueta de carbón se registra una contaminación de 170 partes por millón de monóxido de carbono, cuando lo permitido, es sólo 35.

te del humo. Este gas es un asesino silencioso, un depredador de la sangre, un veneno furtilvo que se conoce por su aparición con la combustión del carbón de piedra, de la leña y de los motores. También aparece cuando se quema el tabaco, penetra en la sangre de los fumadores y queda en el humo del ambiente afectando a los que no fuman.

El monóxido de carbono, o CO, es un gas tóxico incoloro e inodoro. Es el producto de la combustión incompleta de combustibles sólidos, líquidos y gaseosos. Los artefactos domésticos alimentados con gas, petróleo, kerosene, carbón o leña pueden producir CO. Si tales artefactos no están debidamente instalados y mantenidos o no son correctamente utilizados, se puede acumular CO, y este puede llegar a niveles peligrosos, e incluso letales, en automóviles, casas o zonas con ventilación deficiente.

En el proceso respiratorio normal, el aire es aspirado a los pulmones y en los alveolos el oxígeno pasa a la sangre, combinándose con la hemoglobina de los glóbulos rojos como oxihemoglobina, que transporta el oxígeno a todos los te-

jidós. Pero si el aire se contamina con monóxido de carbono, éste ocupa el lugar del oxígeno en la hemoglobina.

Los efectos del monóxido de carbono en la salud humana son consecuencia de su capacidad para combinarse en forma casi irreversible con la hemoglobina, produciendo carboxihemoglobina, la cual se forma al desplazar un átomo de hierro, estableciendo una fuerte unión con la hemoglobina, impidiendo su remoción de la sangre.

El transporte de oxígeno por la sangre, desde los pulmones hasta los tejidos, asegurado por la oxihemoglobina (hemoglobina combinada con el oxígeno), queda así comprometido debido a la ocupación del centro activo de la hemoglobina por el monóxido de carbono.

Los diferentes niveles de carboxihemoglobina pueden provocar diferentes tipos de efectos en los individuos afectados, tales como dificultades respiratorias y asfixia. La transformación del 50% de hemoglobina en carboxihemoglobina puede conducir a la muerte.

La afinidad del monóxido de carbono por la hemoglobina, que es la que transporta el oxígeno en la sangre por nuestro organismo, es 250 veces mayor que la del oxígeno, formando carboxihemoglobina, disminuyendo la cantidad de oxígeno que llega a los distintos tejidos y actuando como agente asfixiante.

Los síntomas típicos son mareos, dolor de cabeza concentrado, náuseas, sonoridad en los oídos y golpeteo del corazón (latidos intensos). La exposición a

altas concentraciones puede tener efectos graves permanentes, y en algunos casos, fatales.

Además las briquetas de carbón también expiden bióxido de azufre y material particulado que afecta a las vías respiratorias y a los pulmones.

Sin duda que en los ambientes cerrados, debido a la concentración del monóxido de carbono, el peligro es mayor que en las zonas abiertas o semiabitadas; pero hay que tener cuidado, pues hay que tener en cuenta que los aires que vienen en diversas direcciones difunden el monóxido de carbono y, según los resultados del estudio de la UNT, a la larga causan los mismos daños en la salud.

¿Qué causa el peligro?

Los efectos negativos que están causados las briquetas de carbón se debe a la mala combustión que es ocasionada por la pésima composición de materiales que se utilizan en la fabricación, explica Taboada Neira.

Por ejemplo en la actualidad se utiliza fisco de carbón (desperdicios) son ningún control y lo mezclan con arcilla de mala calidad. Además a la mezcla no se le agrega la cantidad necesaria de cal para bajar el azufre.

El problema es que en la actualidad, no se escoge el tipo de control de carbón, pues los hay de varias calidades. Hay uno que tiene bajo contenido de azufre y otro que contiene alta cantidad.

“Sin duda, el carbón de alto contenido de azufre no debe utilizarse y para colmo lo mezclan con materiales de desecho. Es-

¡TENGA CUENTA

Contenido. Una briqueta está compuesta por 3 kilogramos de carbón antracita, 500 gramos de arcilla, agua y cal.

Cuidado. El monóxido de carbono transportado por las corrientes de aire tiende a quedarse en las habitaciones.

Si se puede. Si se puede fabricar una briqueta no contaminante si se siguen todas las recomendaciones técnicas.

to es lo que está ocasionando que las briquetas en la actualidad se hayan convertido en un gran peligro para la población”, expresa Taboada Neira.

Por supuesto que no todas las briquetas del mercado están mal fabricadas. “Se les puede reconocer por su color. Por ejemplo, cuando son muy negras, esto es una indicación que tienen más materiales contaminantes”, precisa.

Teniendo en cuenta que actualmente la mayoría de briquetas están mal fabricadas, la primera recomendación es no utilizarlas en ambientes cerrados, sino bastante ventilados, abiertos y no exponerse al humo que despiden.

Está comprobado que una briqueta en un ambiente cerrado, el monóxido de carbono causa la muerte. Por eso, se debe formar conciencia sobre los peligros de este producto.



LA VIDA DEPENDE DE LO QUE RESPIRAMOS



- El ser humano adulto inhala cada día (15 a 18) Kg o (11 000 a 14 000) litros de aire.
- Absorbe unos 2 litros de agua y
- Consume 1,5 Kg de alimentos.

De los tres:

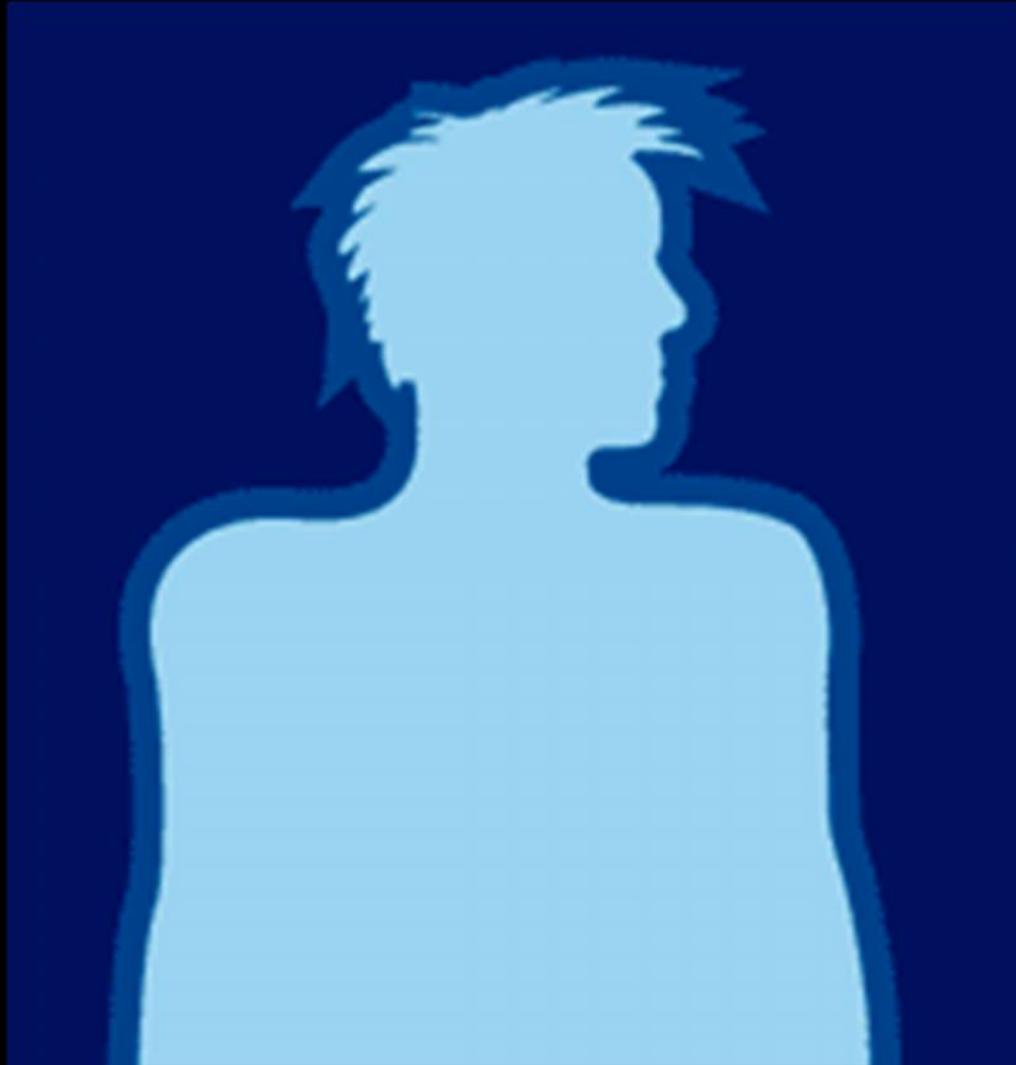
La interrupción del aire, por 5 minutos acaba con La vida.

(Estudio de PM10 en la Paz-Bolivia: Aldunate, Paz y Halvorsen, 2005, Cuzco)



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

ESCUELA DE POSTGRADO



Gracias