

DISEÑO DE UN SISTEMA DE EXTRACCIÓN LOCALIZADA EN EL PROCESO DE “PLANTA PAQUETE” EN CARBOQUÍMICA

UNIVERSIDAD EL BOSQUE
Facultad de Ingeniería Ambiental
Mónica Esperanza Ballesteros Delgado
Director Robinson Rodríguez



INGENIERIA AMBIENTAL



OBJETIVO GENERAL

Diseñar un sistema de extracción localizada eficiente en el proceso de “Planta Paquete” en Carboquímica.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

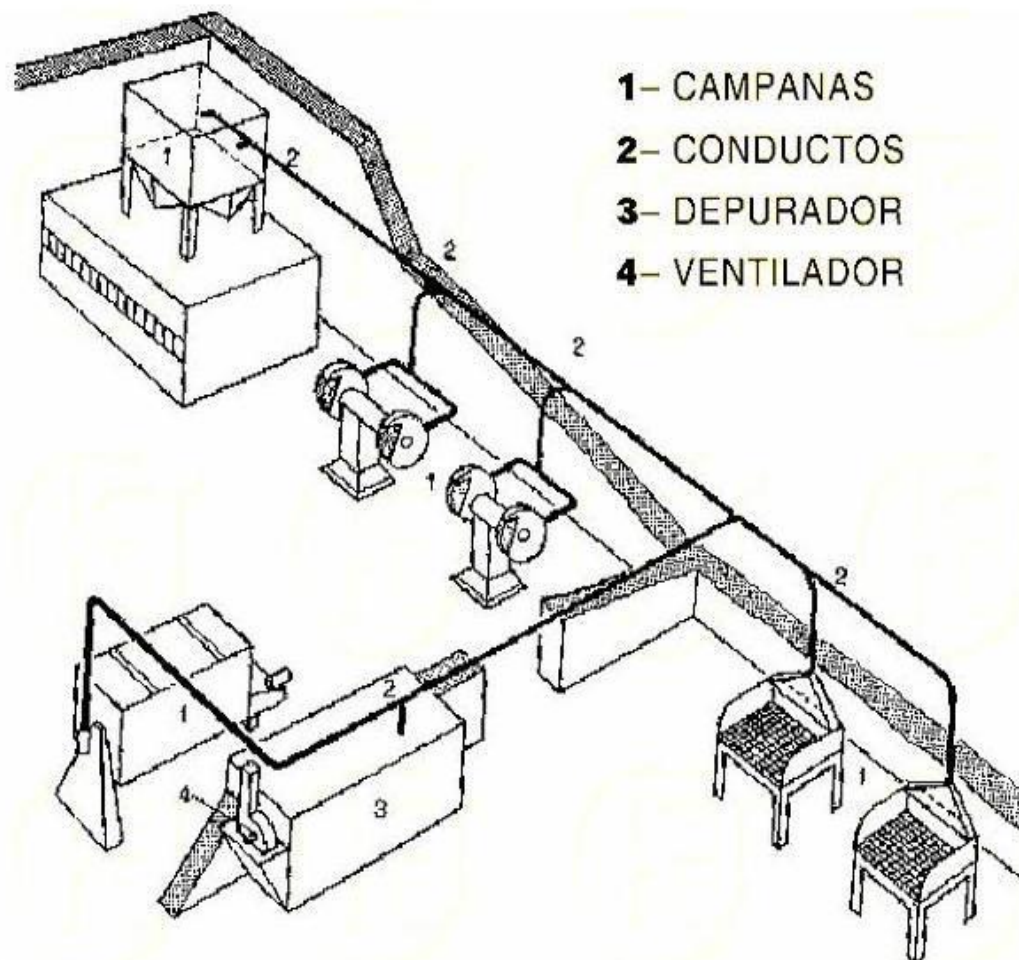
- Diseñar campanas extractoras que tengan la capacidad de extraer los caudales de gases calculados.
- Diseñar una red de conductos que sea capaz de transportar el caudal de gases generados en el proceso.
- Seleccionar el sistema de depuración de gases.
- Elegir un ventilador capaz de extraer los caudales calculados.

PROBLEMA



- *En "Planta Paquete" en Carboquímica, la mezcla y reacción genera vapor de agua que arrastra vapores orgánicos que presenta un olor característico en esta planta, generando un ambiente de trabajo molesto para los trabajadores ya que el olor es desagradable para ellos y para la comunidad que vive en los alrededores de la empresa.*

EJEMPLO DE SISTEMA DE EXTRACCIÓN LOCALIZADA.



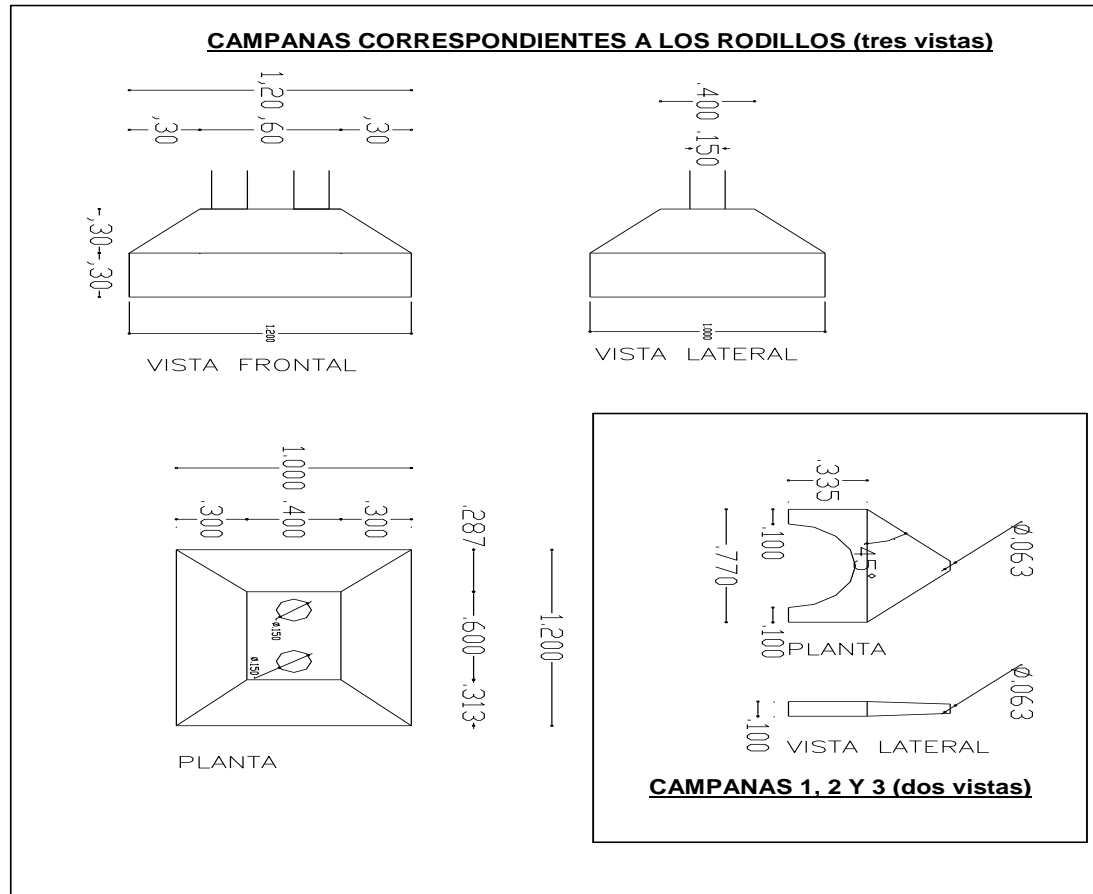
METODOLOGÍA



1. Dimensionamiento en campo.
2. Diseño de las campanas.
3. Diseño de sistema de conductos.
4. Elaboración de campanas en cartón.
5. Pruebas de tratamiento para gases.
6. Selección del ventilador.
7. Elección del material del sistema.

CAMPANAS

: *Diseño de Campanas extractoras en metros, m**



*El dimensionamiento de las campanas se realizó en la planta.

Diseño y dibujo por Mónica Esperanza Ballesteros Delgado

CALCULOS

HOJA DE CÁLCULO POR EL MÉTODO DE LA PRESIÓN DINÁMICA

Empresa: Carboquímica

Altitud: 2548msnm

Fecha: Abril 2005

Notas:

Dirección:

Temperatura: 18°C

Referencia planos: W33039901

Equilibrado por compuertas

Departamento:

Factor: 1

Elaborado por: Mónica E. Ballesteros D.

0	Identificación del tramo del conducto								
1	Área de entrada en la campana		m ²						
2	Caudal		m ³ /s						Fórmula a
3	Velocidad mínima de transporte		m/s						Tabla 1
4	Sección de diseño del conducto		m ²						ítems 2/3
5	Diámetro de diseño del conducto		mm						Fórmula b
6	Diámetro de diseño del conducto		pulg						Fórmula c
7	Diámetro real del conducto		pulg	ajuste a diámetro de tubería comercial con sección inmediatamente inferior a la calculada					
8	Diámetro real del conducto		mm						Fórmula d
9	Sección real del conducto		m ²						Fórmula e
10	Velocidad real en conducto		m/s						ítems 2/9
11	Presión Dinámica		mmcda						Fórmula f
12	S U C C I Ó N A C A M P A N A	Área de la rendija		m ²					
13		R	Velocidad en rendija	m/s					ítems 2/12
14		E	Presión Dinámica en rendija	mmcda					Fórmula g
15		N	Factor pérdida rendija						
16		I	Factor de aceleración	0 ó 1					
17		J	Pérdidas en pleno (en PD)						ítems 15+16
18		A	PE en el pleno	mmcda					ítems 14*17
19		C	Factor de pérdida en la entrada						
20		A	Factor de aceleración	0 ó 1					
21		P	Pérdida en entrada (PD)						ítems 19+20
22	A	Pérdida en la entrada						ítems 11*21	
23	A	Otras pérdidas	mmcda						
24	Succión en campana		mmcda						ítems 18+22+23
25	Longitud de conducto recto		m						
26	Factor de pérdidas (hf)								Fórmula h
27	Pérdidas en PD								ítems 25*26
28	Nº de codos de 90º								
29	Pérdida de codos en PD								ítems 28*factor(i)
30	Nº de uniones								
31	Pérdida en uniones en PD								ítems 30*factor(i)
32	Factor de pérdida de accesorios especiales								
33	Pérdidas en tramo en PD								ítems 27+29+30+32
34	Pérdidas en el tramo		mmcda						ítems 11*33
35	Pérdida de PE en tramo		mmcda						ítems 24+34
36	PE acumulada		mmcda						
37	PE controlante		mmcda						
38	Caudal corregido		m ³ /s						
39	Presión Dinámica resultante		mmcda						Fórmula j

HOJA DE CÁLCULO POR EL MÉTODO DE LA PRESIÓN DINÁMICA

Empresa: Carboquímica

Altitud: 2548msl Fecha: Abril 2005

Notas:

Dirección:

Temperatura: 18 Referencia planos: W33039901

Equilibrado por compuertas

Departamento:

Factor: 1

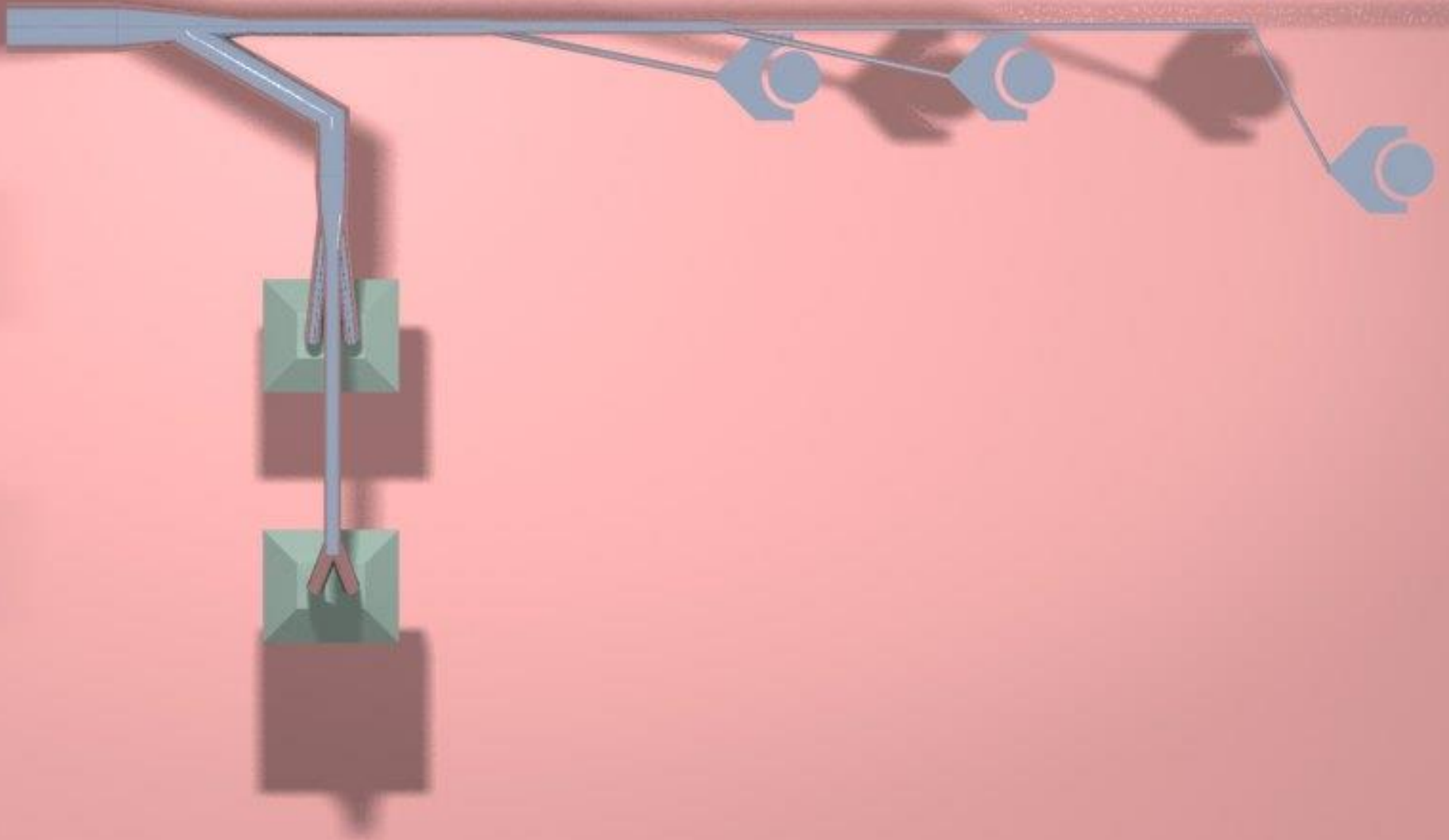
Elaborado por: Mónica E. Ballesteros D.

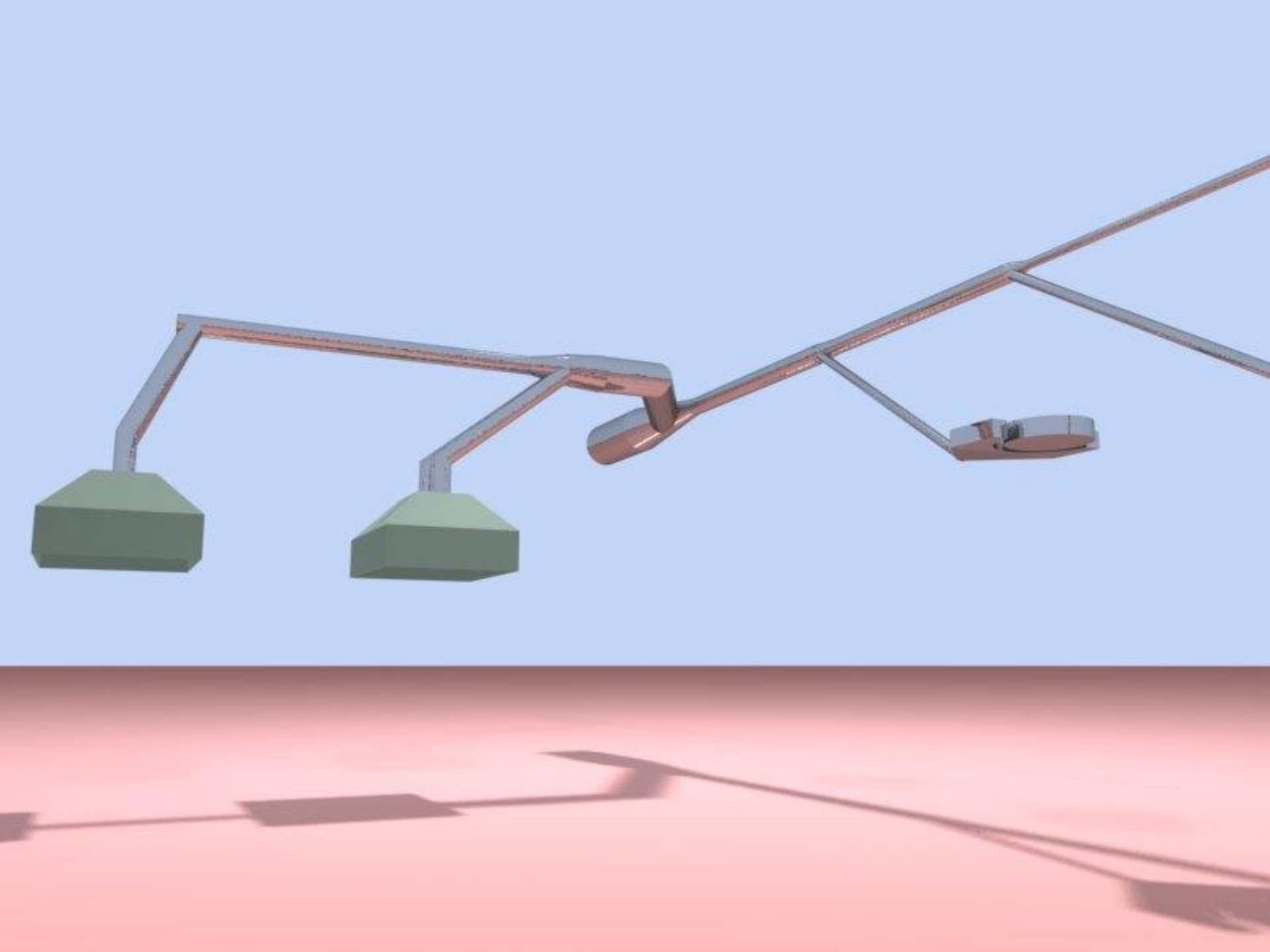
0	Identificación del tramo del conducto		1-A	2-A	A-B	3-B	B-F	4-C	5-C	C-D	6-D	D-E	7-E	E-F	F-G
1	Área de entrada en la campana	m ²	0,077	0,077		0,077		0,40	0,4		0,4		0,4		
2	Caudal	m ³ /s	0,039	0,039	0,077	0,039	0,116	0,100	0,100	0,200	0,100	0,300	0,100	0,400	0,516
3	Velocidad mínima de transporte	m/s	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
4	Sección de diseño del conducto	m ²	0,008	0,008	0,015	0,008	0,023	0,020	0,020	0,040	0,020	0,060	0,020	0,080	0,103
5	Diámetro de diseño del conducto	mm	99,01	99,01	140,03	99,01	171,50	159,58	159,58	225,68	159,58	276,39	159,58	319,15	362,31
6	Diámetro de diseño del conducto	pulg	3,898	3,898	5,513	3,898	6,752	6,283	6,283	8,885	6,283	10,882	6,283	12,565	14,264
7	Diámetro real del conducto	pulg	2,5	2,5	5	2,5	6	6	6	6	6	10	6	12	14
8	Diámetro real del conducto	mm	63,5	63,5	127,0	63,5	152,4	152,4	152,4	152,4	152,4	254,0	152,4	304,8	355,6
9	Sección real del conducto	m ²	0,0032	0,0032	0,0127	0,0032	0,0182	0,0182	0,0182	0,0182	0,0182	0,0507	0,0182	0,0730	0,0993
10	Velocidad real en conducto	m/s	12,157	12,157	6,078	12,157	6,332	5,482	5,482	10,964	5,482	5,921	5,482	5,482	5,191
11	Presión Dinámica	mmcda	9,041	9,041	2,260	9,041	2,453	1,839	1,839	7,354	1,839	2,144	1,839	1,839	1,648
12	UNIONES	Área de la rendija													
13		Velocidad en rendija	m/s												
14		Presión Dinámica en rendija	mmcda												
15		Factor pérdida rendija													
16		Factor de aceleración	0 ó 1												
17		Pérdidas en pleno (en PD)													
18		PE en el pleno	mmcda												
19	Factor de pérdida en la entrada		0,25	0,25		0,25		0,25	0,25		0,25		0,25		
20	Factor de aceleración	0 ó 1	1	1		1		1	1		1		1		
21	Pérdida en entrada (PD)		1,25	1,25		1,25		1,25	1,25		1,25		1,25		
22	Pérdida en la entrada		11,30	11,30		11,30		2,30	2,30		2,30		2,30		
23	Otras pérdidas	mmcda													
24	Succión en campana	mmcda	11,30	11,30		11,30		2,30	2,30		2,30		2,30		
25	Longitud de conducto recto	m	5,97	2,12	1,87	2,09	2,06	0,61	0,61	2,65	1,20	0,31	1,02	2,10	1,00
26	Factor de pérdidas (hf)		0,43	0,43	0,19	0,43	0,16	0,16	0,16	0,15	0,16	0,08	0,16	0,07	0,06
27	Pérdidas en PD		2,57	0,91	0,36	0,90	0,32	0,10	0,10	0,39	0,19	0,03	0,16	0,14	0,06
28	Nº de codos de 90º		0,33	0,33		0,33		0,33	0,33		0,33		0,33	0,33	
29	Pérdida de codos en PD		0,09	0,09		0,09		0,09	0,09		0,09		0,09	0,09	
30	Nº de uniones			1		1		1	1		1		1	1	
31	Pérdida en uniones en PD			0,18		0,18		0,18	0,18		0,18		0,18	0,18	
32	Factor de pérdida de accesorios especiales														
33	Pérdidas en tramo en PD		2,661	1,182	0,364	1,169	0,320	0,365	0,365	0,394	0,458	0,026	0,429	0,410	0,056
34	Pérdidas en el tramo	mmcda	24,057	10,690	0,823	10,573	0,785	0,671	0,671	2,899	0,841	0,056	0,789	0,754	0,092
35	Pérdida de PE en tramo	mmcda	35,36	21,99	0,82	21,87	0,78	2,97	2,97	2,90	3,14	0,06	3,09	0,75	0,09
36	PE acumulada	mmcda	-35,36	-21,992	-36,18	-21,875	-36,97	-2,969	-2,969	-5,87	-3,14	-5,92	-3,09	-6,68	-37,06
37	PE controlante	mmcda	-36,18			-36,18		-2,969			-5,87		-5,92	-36,97	
38	Caudal corregido	m ³ /s				COMP								COMP	
39	Presión Dinámica resultante	mmcda													

Total de gases a transportar

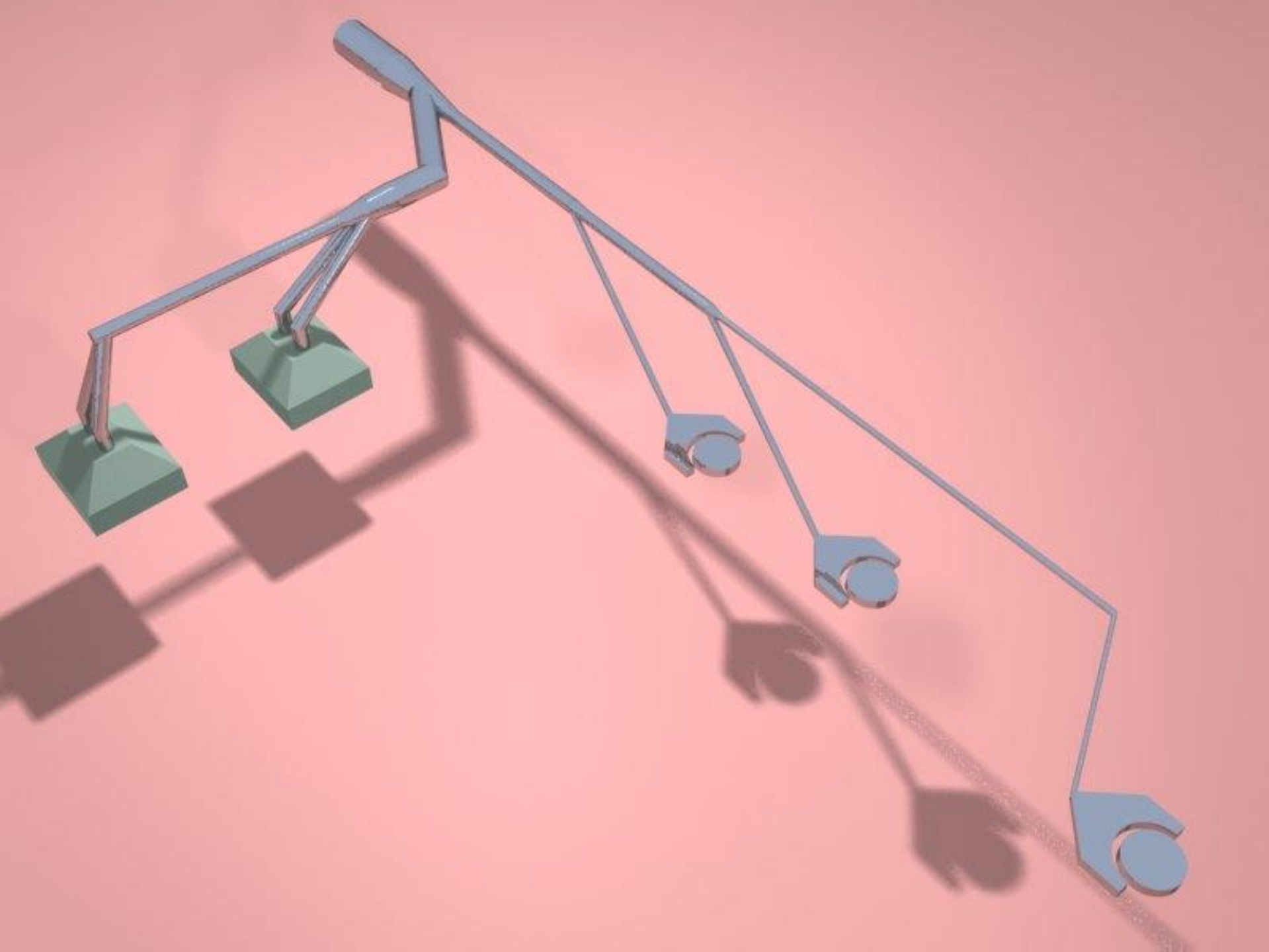
Pérdida de carga total 53,701

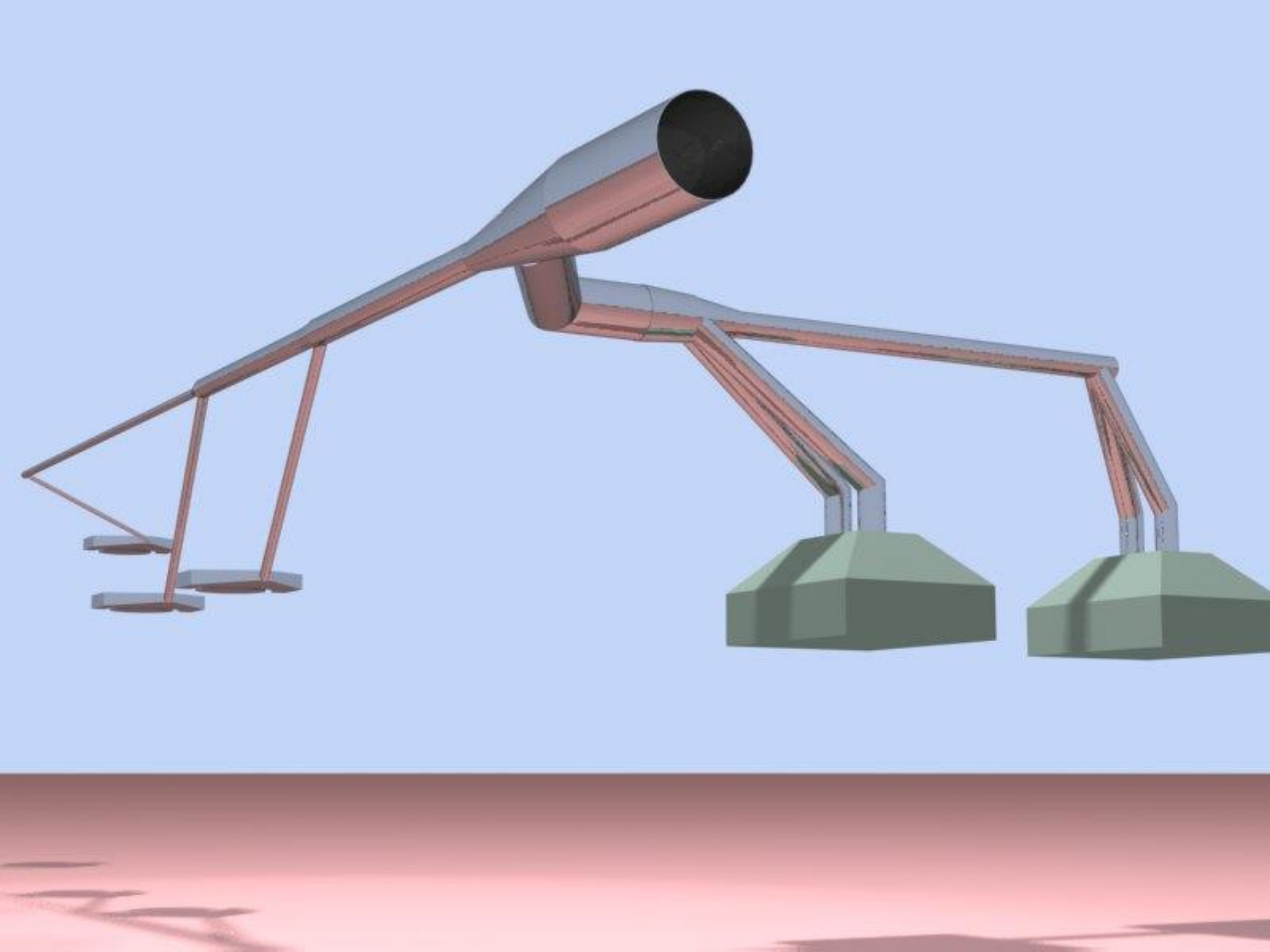
CONDUCTOS

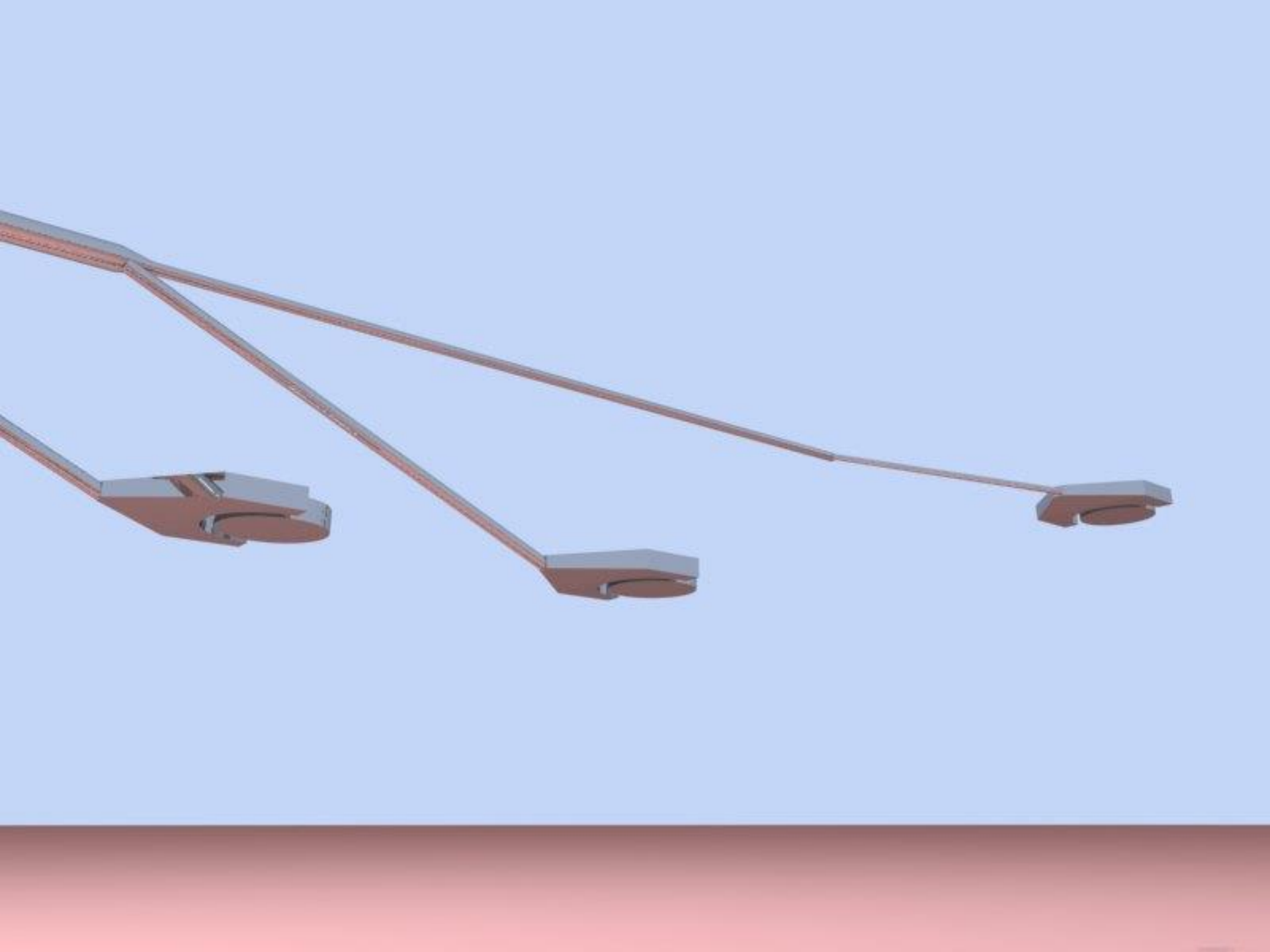


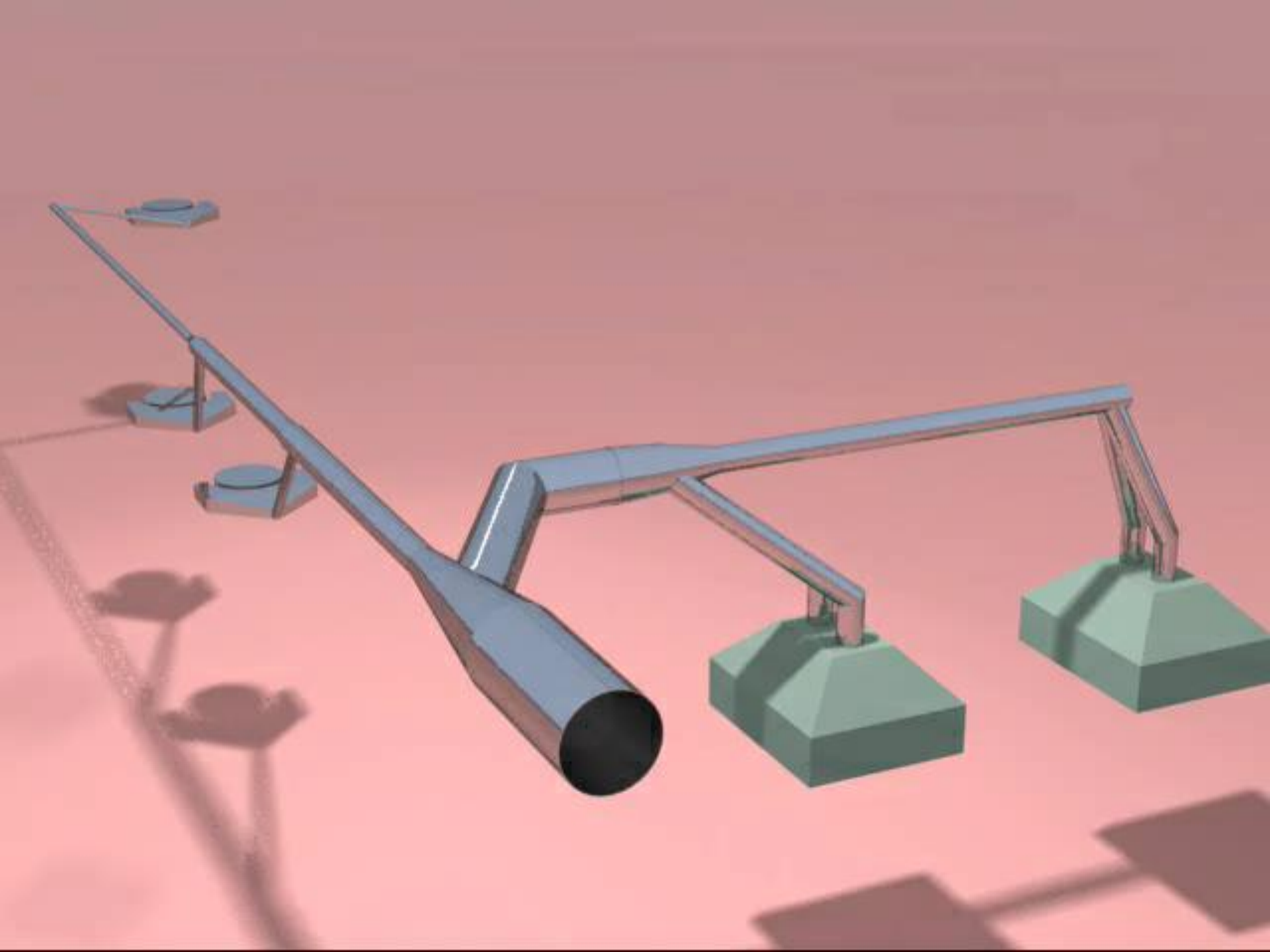












PRUEBAS DE TRATAMIENTO

1. Passport PID II Organic Vapor Monitor.
2. Cápsula de retención de COVs
3. Estufa
4. Base de Acero inoxidable.
5. Sonda del Passport PID II.
6. Termómetro.



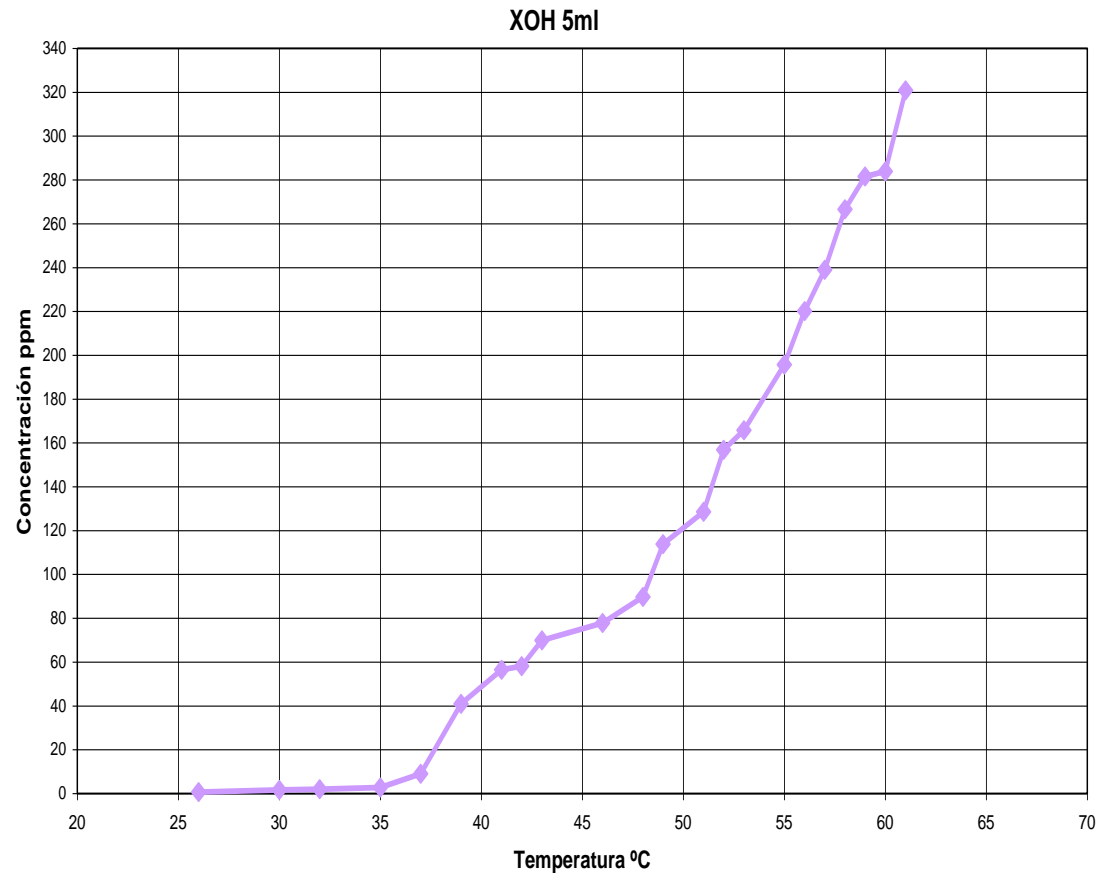
PROCEDIMIENTO



- Se calientan 5ml de XOH (contaminante)
- cuatro soluciones de 58ml de soda cáustica (NaOH 5%,10%, 15%,20%) y 2ml de XOH
- cuatro soluciones de 55ml de soda cáustica (NaOH 5%,10%, 15%,20%) y 5ml de XOH
- cuatro soluciones de 58ml de peróxido de hidrógeno (H₂O₂ 5%,10%, 15%,20%) y 2ml de XOH
- cuatro soluciones de 55ml de peroxido de hidrógeno (H₂O₂ 5%,10%, 15%,20%) y 5ml de XOH

Concentración Vs Temperatura de XOH puro

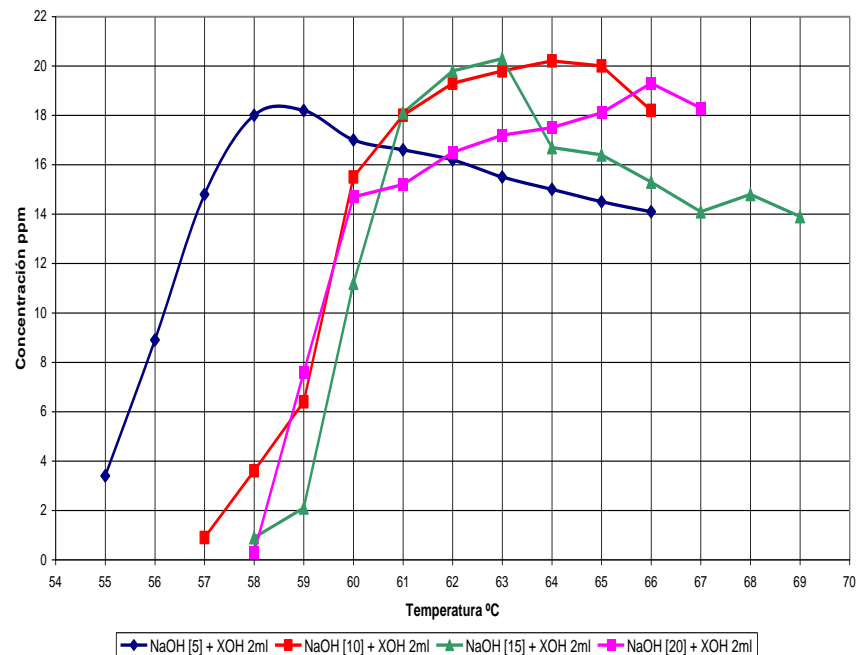
XOH 5ml	
Temperatura °C	Concentración COVs ppm
26	0,7
30	1,7
32	2
35	2,7
37	9
39	41
41	56,5
42	58,1
43	69,9
46	77,8
48	89,7
49	113,8
51	128,6
52	156,9
53	165,8
55	195,7
56	220,1
57	239
58	266,6
59	281,6
60	283,9
61	320,9



Ensayos con NaOH y 2ml de XOH

SISTEMAS CON 2 ml DE XOH CON DIFERENTES SOLUCIONES DE NaOH							
NaOH [5] + XOH 2ml		NaOH [10] + XOH 2ml		NaOH [15] + XOH 2ml		NaOH [20] + XOH 2ml	
T(°C)	Conc. (ppm)	T(°C)	Conc. (ppm)	T(°C)	Conc. (ppm)	T(°C)	Conc. (ppm)
54	No detectable	54	No detectable	54	No detectable	54	No detectable
55	3,4	55	No detectable	55	No detectable	55	No detectable
56	8,9	56	No detectable	56	No detectable	56	No detectable
57	14,8	57	0,9	57	No detectable	57	No detectable
58	18	58	3,6	58	0,9	58	0,3
59	18,2	59	6,4	59	2,1	59	7,6
60	17,0	60	15,5	60	11,2	60	14,7
61	16,6	61	18	61	18,1	61	15,2
62	16,2	62	19,3	62	19,8	62	16,5
63	15,5	63	19,8	63	20,3	63	17,2
64	15,0	64	20,2	64	16,7	64	17,5
65	14,5	65	20	65	16,4	65	18,1
66	14,1	66	18,2	66	15,3	66	19,3
67	**	67	**	67	14,1	67	18,3
68	**	68	**	68	14,8	68	**
69	**	69	**	69	13,9	69	**

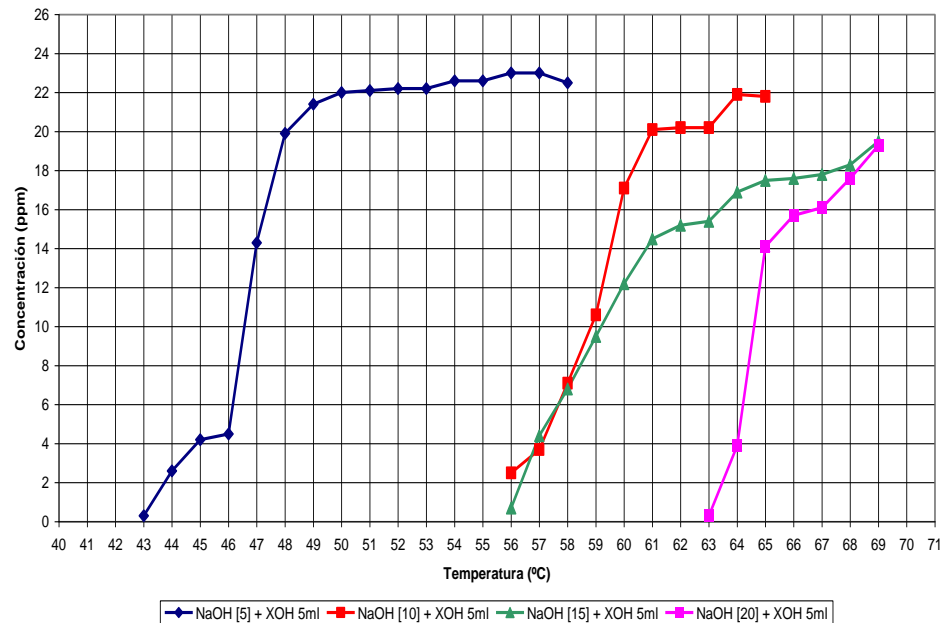
CONCENTRACIÓN vs TEMPERATURA PARA SISTEMAS CON 2 ml DE XOH CON DIFERENTES SOLUCIONES DE NaOH



Ensayos con NaOH y 5ml de XOH

SISTEMAS CON 5 ml DE XOH CON DIFERENTES SOLUCIONES DE NaOH							
NaOH [5] + XOH 5ml		NaOH [10] + XOH 5ml		NaOH [15] + XOH 5ml		NaOH [20] + XOH 5ml	
T(°C)	Conc. (ppm)	T(°C)	Conc. (ppm)	T(°C)	Conc. (ppm)	T(°C)	Conc. (ppm)
42	No detectable	42	No detectable	42	No detectable	42	No detectable
43	0,3	43	No detectable	43	No detectable	43	No detectable
44	2,6	44	No detectable	44	No detectable	44	No detectable
45	4,2	45	No detectable	45	No detectable	45	No detectable
46	4,5	46	No detectable	46	No detectable	46	No detectable
47	14,3	47	No detectable	47	No detectable	47	No detectable
48	19,9	48	No detectable	48	No detectable	48	No detectable
49	21,4	49	No detectable	49	No detectable	49	No detectable
50	22	50	No detectable	50	No detectable	50	No detectable
51	22,1	51	No detectable	51	No detectable	51	No detectable
52	22,2	52	No detectable	52	No detectable	52	No detectable
53	22,2	53	No detectable	53	No detectable	53	No detectable
54	22,6	54	No detectable	54	No detectable	54	No detectable
55	22,6	55	No detectable	55	No detectable	55	No detectable
56	23	56	2,5	56	0,7	56	No detectable
57	23	57	3,7	57	4,4	57	No detectable
58	22,5	58	7,1	58	6,8	58	No detectable
59	**	59	10,6	59	9,5	59	No detectable
60	**	60	17,1	60	12,2	60	No detectable
61	**	61	20,1	61	14,5	61	No detectable
62	**	62	20,2	62	15,2	62	No detectable
63	**	63	20,2	63	15,4	63	0,3
64	**	64	21,9	64	16,9	64	3,9
65	**	65	21,8	65	17,5	65	14,1
66	**	66	**	66	17,6	66	15,7
67	**	67	**	67	17,8	67	16,1
68	**	68	**	68	18,3	68	17,6
69	**	69	**	69	19,5	69	19,3

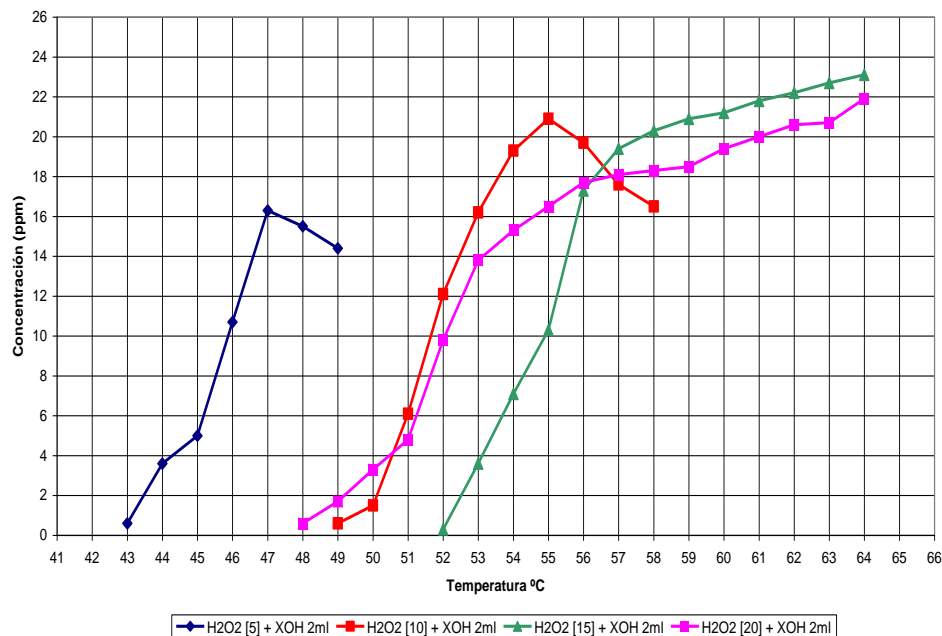
CONCENTRACIÓN vs TEMPERATURA PARA SISTEMAS CON 5 ml DE XOH CON DIFERENTES SOLUCIONES DE NaOH



Ensayos con H_2O_2 y 2ml de XOH

SISTEMAS CON 2 ml DE XOH CON DIFERENTES SOLUCIONES DE H2O2							
H2O2 [5] + XOH 2ml		H2O2 [10] + XOH 2ml		H2O2 [15] + XOH 2ml		H2O2 [20] + XOH 2ml	
T(°C)	Conc. (ppm)	T(°C)	Conc. (ppm)	T(°C)	Conc. (ppm)	T(°C)	Conc. (ppm)
42	No detectable	42	No detectable	42	No detectable	42	No detectable
43	0,6	43	No detectable	43	No detectable	43	No detectable
44	3,6	44	No detectable	44	No detectable	44	No detectable
45	5,0	45	No detectable	45	No detectable	45	No detectable
46	10,7	46	No detectable	46	No detectable	46	No detectable
47	16,3	47	No detectable	47	No detectable	47	No detectable
48	15,5	48	No detectable	48	No detectable	48	0,6
49	14,4	49	0,6	49	No detectable	49	1,7
50	**	50	1,5	50	No detectable	50	3,3
51	**	51	6,1	51	No detectable	51	4,8
52	**	52	12,1	52	0,3	52	9,8
53	**	53	16,2	53	3,6	53	13,8
54	**	54	19,3	54	7,1	54	15,3
55	**	55	20,9	55	10,3	55	16,5
56	**	56	19,7	56	17,3	56	17,7
57	**	57	17,6	57	19,4	57	18,1
58	**	58	16,5	58	20,3	58	18,3
59	**	59	**	59	20,9	59	18,5
60	**	60	**	60	21,2	60	19,4
61	**	61	**	61	21,8	61	20,0
62	**	62	**	62	22,2	62	20,6
63	**	63	**	63	22,7	63	20,7
64	**	64	**	64	23,1	64	21,9

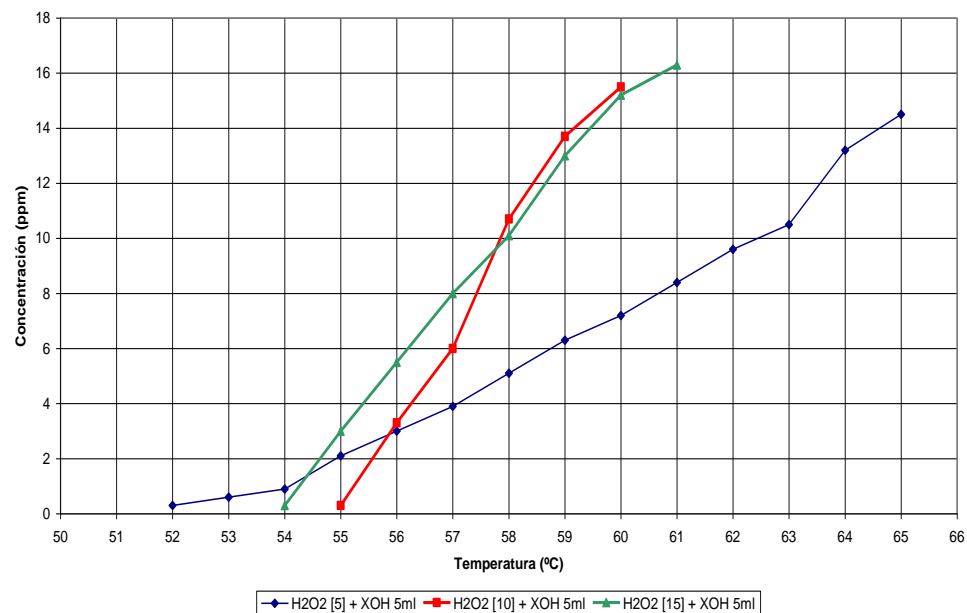
CONCENTRACIÓN vs TEMPERATURA PARA SISTEMAS CON 2 ml DE XOH CON DIFERENTES SOLUCIONES DE H2O2



Ensayos con H_2O_2 y 5ml de XOH

SISTEMAS CON 5 ml DE XOH CON DIFERENTES SOLUCIONES DE H2O2							
H2O2 [5] + XOH 5ml		H2O2 [10] + XOH 5ml		H2O2 [15] + XOH 5ml		H2O2 [20] + XOH 5ml	
T(°C)	Conc. (ppm)	T(°C)	Conc. (ppm)	T(°C)	Conc. (ppm)	T(°C)	Conc. (ppm)
51	No detectable	51	No detectable	51	No detectable	**	**
52	0,3	52	No detectable	52	No detectable	**	**
53	0,6	53	No detectable	53	No detectable	**	**
54	0,9	54	No detectable	54	0,3	**	**
55	2,1	55	0,3	55	3,0	**	**
56	3,0	56	3,3	56	5,5	**	**
57	3,9	57	6,0	57	8,0	**	**
58	5,1	58	10,7	58	10,1	**	**
59	6,3	59	13,7	59	13,0	**	**
60	7,2	60	15,5	60	15,2	**	**
61	8,4	61	**	61	16,3	**	**
62	9,6	62	**	62	**	**	**
63	10,5	63	**	63	**	**	**
64	13,2	64	**	64	**	**	**
65	14,5	65	**	65	**	**	**

CONCENTRACIÓN vs TEMPERATURA PARA SISTEMAS CON 5 ml DE XOH CON DIFERENTES SOLUCIONES DE H2O2



VENTILADORES

Ventilador Axial Helicoidal

Pérdidas menores a 25mmcda



Fuente: Cabano Engenharia. Brasil.

Ventilador Axial Tubular

Pérdidas menores a 50mmcda



Fuente: Cimbria Bratney Company. Estados Unidos.

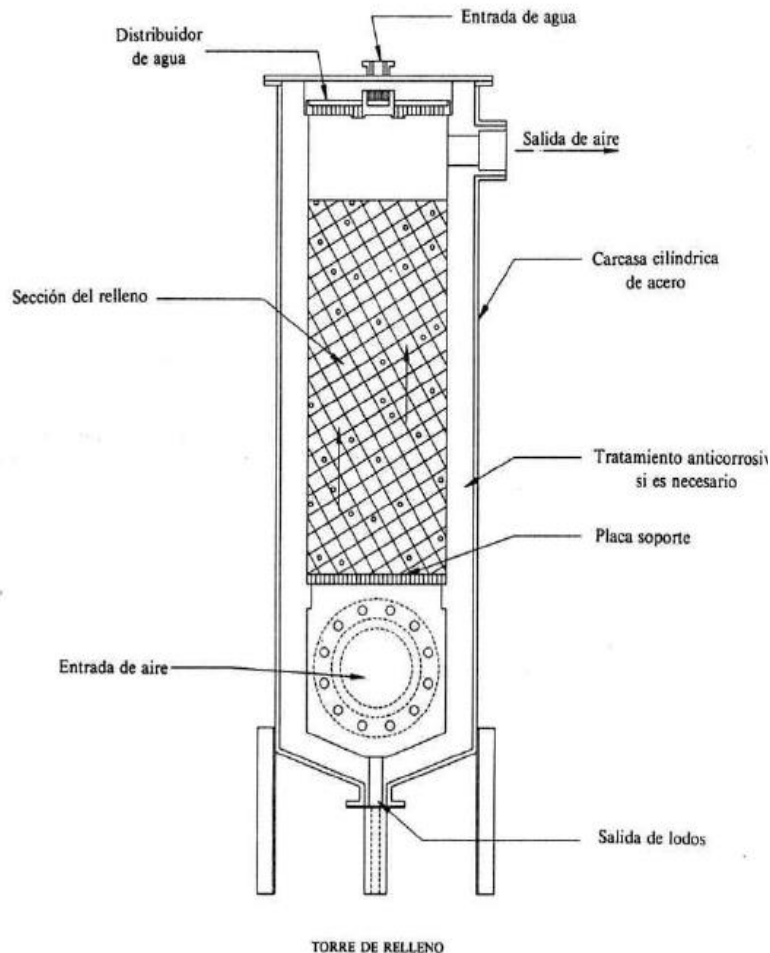
Ventilador Axial Tubular con Directrices



Pérdidas hasta 200mmcda

Fuente: Climatécnica, aire acondicionado, calefacción y ventilación. Argentina.

Torre de Relleno, para contaminantes en fase gas



El sistema de depuración debe ser un equipo que funcione por el principio de absorción (sección 5.3) ya que para la eliminación del contaminante debe entrar en contacto con una solución de agua y peróxido de hidrógeno al 5%. La torre de relleno (figura 9) es el equipo que se utiliza principalmente para eliminar gases, en donde la solución de agente oxidante (H_2O_2 [5]) se distribuye mediante canales en forma de V. La pérdida de carga de la corriente de aire en una torre, varía entre 35 y 90mmcda*.

*American Conference of governmental Industrial Hygienists. Ventilación Industrial. Página 4-19.



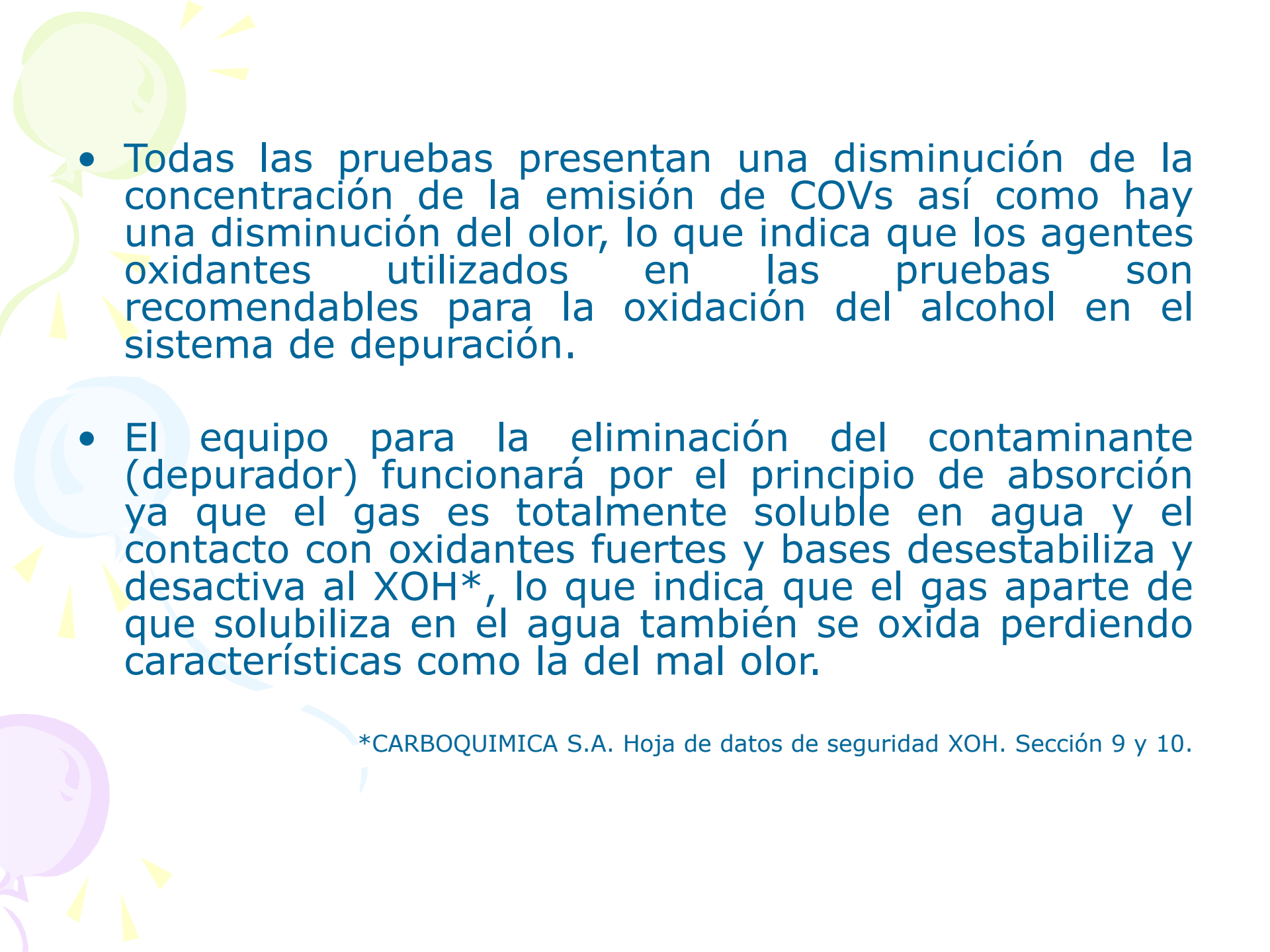
Para el sistema de Extracción localizada en “Planta Paquete” se requiere de un ventilador axial, con capacidad de extraer $0.51\text{m}^3/\text{seg}$ que es el caudal total de gases y para un conducto de entrada de 14” y que supere una pérdida de carga de 53.7mmcda para el sistema de conducción más la pérdida de carga del depurador que varía entre 35 y 90mmcda , es decir, que el ventilador debe superar una pérdida entre 88.7 y 143.7mmcda .

El ventilador más apropiado es un ventilador tubular con directrices ya que este está en capacidad de superar pérdidas de hasta 200mmcda .

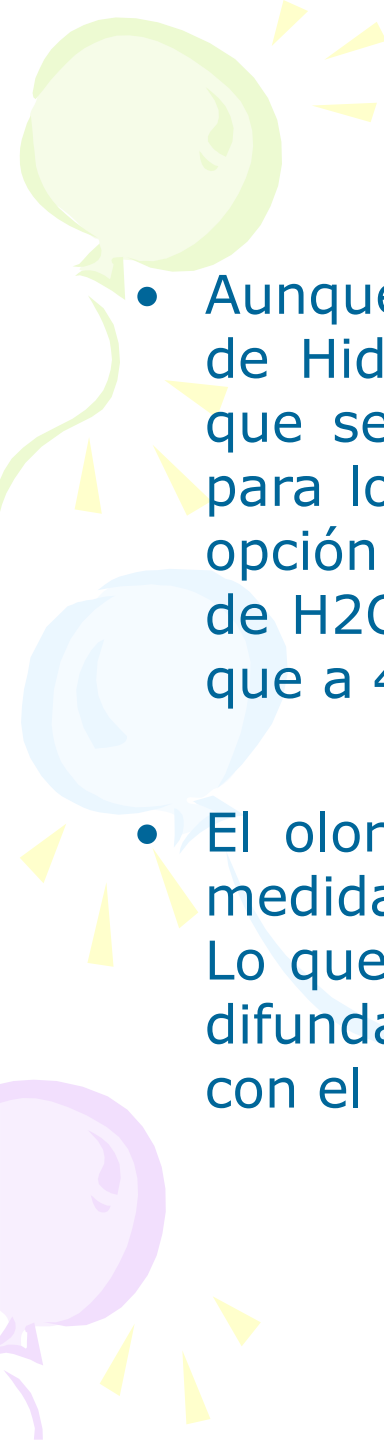



CONCLUSIONES

- Las pruebas se hicieron con Soda Cáustica y Peróxido de Hidrógeno pues estos son los agentes oxidantes más utilizados en la industria por su disponibilidad en procesos para el control de COVs, que resultan en la mayoría de casos, dependiendo de los compuestos químicos, nocivos para la salud de los trabajadores y molestos para la comunidad haciéndose de gran importancia la implementación de proyectos de mitigación y corrección de un problema ambiental.

- 
- Todas las pruebas presentan una disminución de la concentración de la emisión de COVs así como hay una disminución del olor, lo que indica que los agentes oxidantes utilizados en las pruebas son recomendables para la oxidación del alcohol en el sistema de depuración.
 - El equipo para la eliminación del contaminante (depurador) funcionará por el principio de absorción ya que el gas es totalmente soluble en agua y el contacto con oxidantes fuertes y bases desestabiliza y desactiva al XOH*, lo que indica que el gas aparte de que solubiliza en el agua también se oxida perdiendo características como la del mal olor.

*CARBOQUIMICA S.A. Hoja de datos de seguridad XOH. Sección 9 y 10.

- 
- Aunque la Soda Cáustica es más económica que el Peróxido de Hidrógeno, este segundo ostentó ser muy eficiente ya que se requiere de menor cantidad de sustancia oxidante para lograr la eliminación de COVs por lo que es la mejor opción para el lavado de gases. Por consiguiente la prueba de H₂O₂ [5] y 5ml de XOH es la más eficiente ya que hace que a 45°C no haya emisión de COVs.
 - El olor característico del alcohol en el ambiente reduce a medida que la concentración de COVs emitidos disminuye. Lo que indica que con la captura de los gases antes que se difundan en el lugar de trabajo y el tratamiento de estos con el Peróxido de Hidrógeno reduce el olor.

- 
- Al estar completo el diseño, los gases de XOH de mal olor, no se difundirán en el área de trabajo ni mucho menos en el espacio de la comunidad, lo que facilitará el confort de los trabajadores así como la salud de ellos y mejorará el ambiente urbano, evitando sanciones y problemas de tipo legal a la empresa.
 - Este trabajo es una muestra del interés de Carboquímica S.A. hacia la protección del trabajador como habitante de la comunidad, previniendo problemas a la salud de las personas de la comunidad y mitigando y corrigiendo un problema ambiental.

RECOMENDACIONES

- El agua residual resultante del sistema de depuración debe ir a la planta de tratamiento de aguas residuales industriales de la empresa
- El material de construcción para el sistema de extracción localizada en la "Planta Paquete", puede ser en hierro, acero, cobre, etc., ya que el gas que será conducido por el sistema no es un compuesto que pueda corroer fácilmente estos materiales; sin embargo por las temperaturas el mejor material para el sistema es el acero inoxidable, que aunque es un poco más costoso que otros materiales, este es más resistente a factores ambientales como humedad, calor, polvo, etc.
- A la salida del ventilador deberá haber una chimenea dispuesta en tal forma que el aire descargado no sea reintroducido en el lugar de trabajo y que cumpla con los requerimientos de la normatividad de las autoridades ambientales competentes.