



Olores.org

**IV CONFERENCIA SOBRE OLORES Y COVs EN EL
MEDIO AMBIENTE
20-21 SEPTIEMBRE 2017, VALLADOLID**



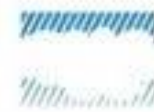
**ESTIMACIÓN DEL TIEMPO CRÍTICO DE FUNCIONAMIENTO DE UN
BIOFILTRO PARA LA MITIGACIÓN DE CONTAMINACIÓN
ATMOSFÉRICA POR EMISIÓN DE ESTIRENO Y OTROS COVs EN LA
INDUSTRIA DE POLIÉSTER REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO.**



UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO



FACULTAD DE INGENIERIA
en acción continua...



MAESTRÍA EN
INGENIERÍA AMBIENTAL

APLICACIÓN DEL PROYECTO

- PLANTA DE PRODUCCIÓN DE TUBERÍAS, TANQUES Y POSTES DE POLIÉSTER REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO.
- CANTIDAD DE PERSONAL: 650 PERSONAS
- VOLUMEN DE RESINA ANUAL (3.600 Tn/año/planta).
- COMPAÑÍA CON 3 PLANTAS EN SUDAMÉRICA.

OBJETIVOS DEL PROYECTO

1. Disminuir las emisiones de COVs provenientes del proceso de FW y ChH combinados;
2. Diseñar alternativa técnico-económica más viable para la disminución de emisiones;
3. Diseñar mantenimiento preventivo de la alternativa de mitigación propuesta;
4. Disminuir la generación de residuos sólidos provenientes del proceso;

LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

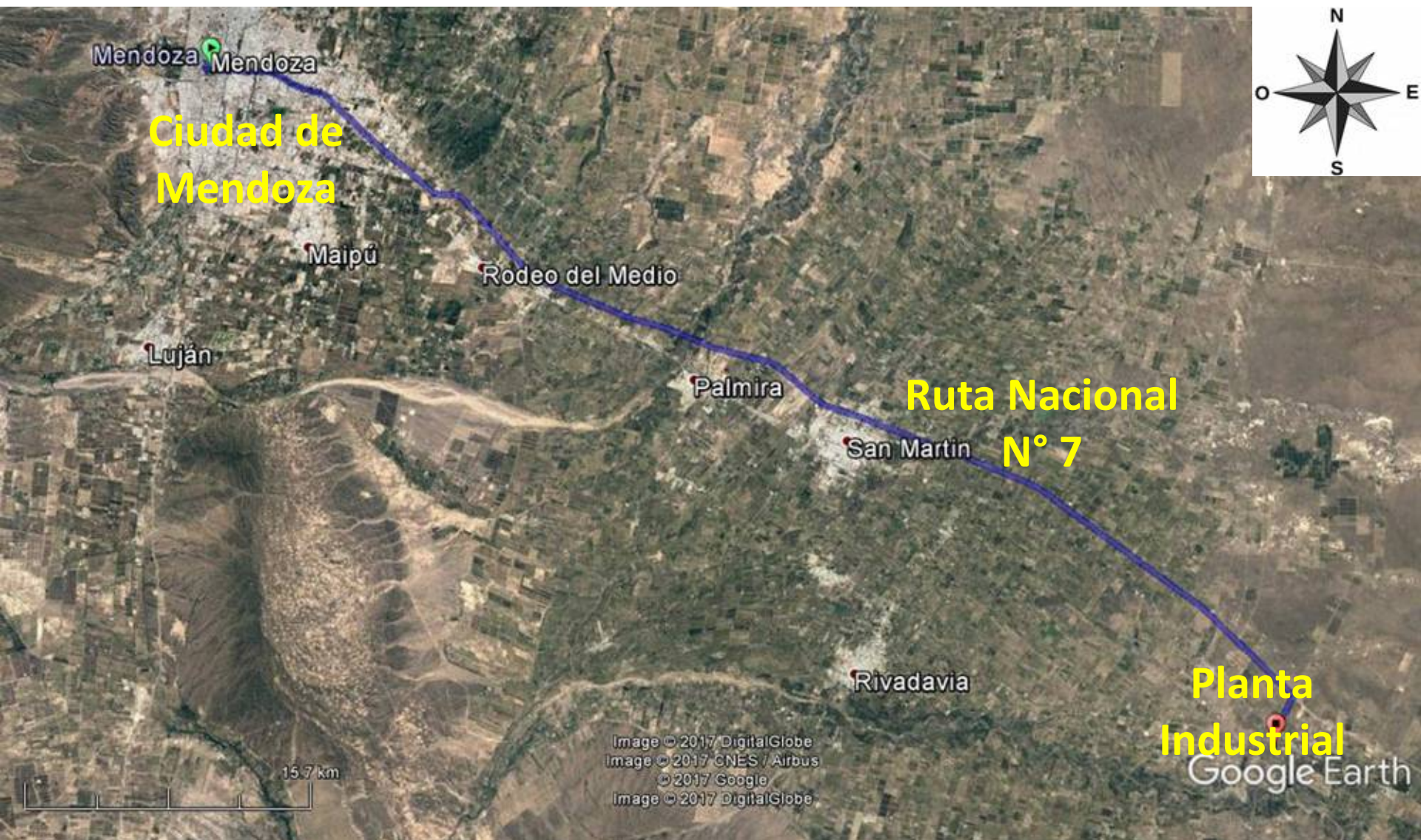
REPÚBLICA
ARGENTINA

A satellite map of Argentina and surrounding regions, including parts of Brazil, Chile, and Uruguay. The map shows the geographical context of the project. Yellow dots are scattered across the country, indicating specific project locations. These dots are concentrated in the southern part of Argentina, particularly in the Patagonian region, and a few are visible in the northern and central areas. The text 'LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO' is at the top, and 'REPÚBLICA ARGENTINA' is centered over the country.

LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO



LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO





PLANTA INDUSTRIAL

PLANTA INDUSTRIAL

**ALMACÉN DE
PRODUCTO
TERMINADO**

**DEPÓSITO MATERIAS
PRIMAS**

SCRAP



PROCESOS PRODUCTIVOS

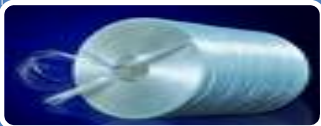
MATERIALES DE INGRESO AL PROCESO



VIDRIO PICADO

↳ TEX 2400

↳ TEX 2200



VIDRIO CONTINUO

↳ TEX 2200



RESINAS POLIÉSTER



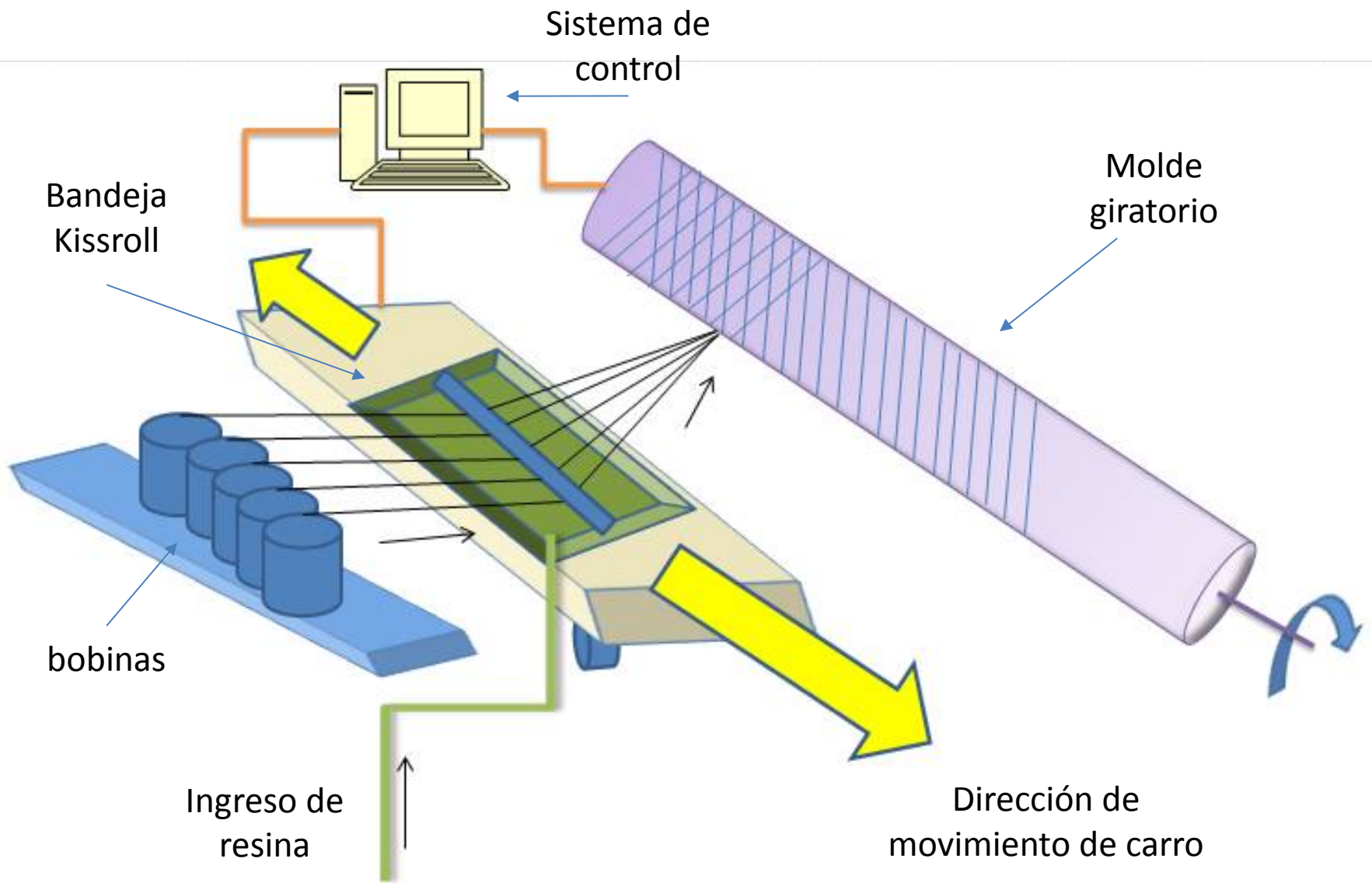
CATALIZADORES



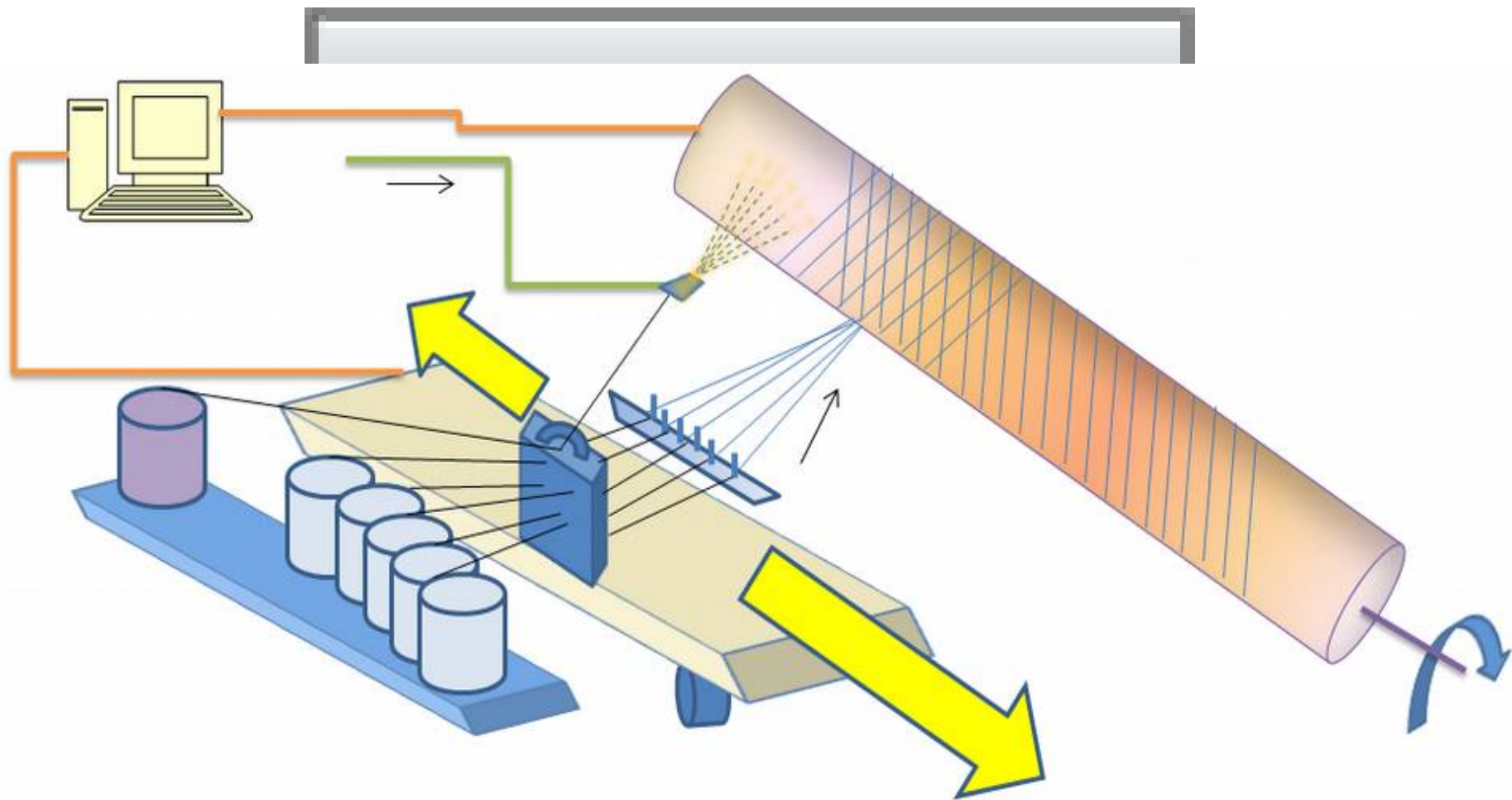
INHIBIDORES



ARENA

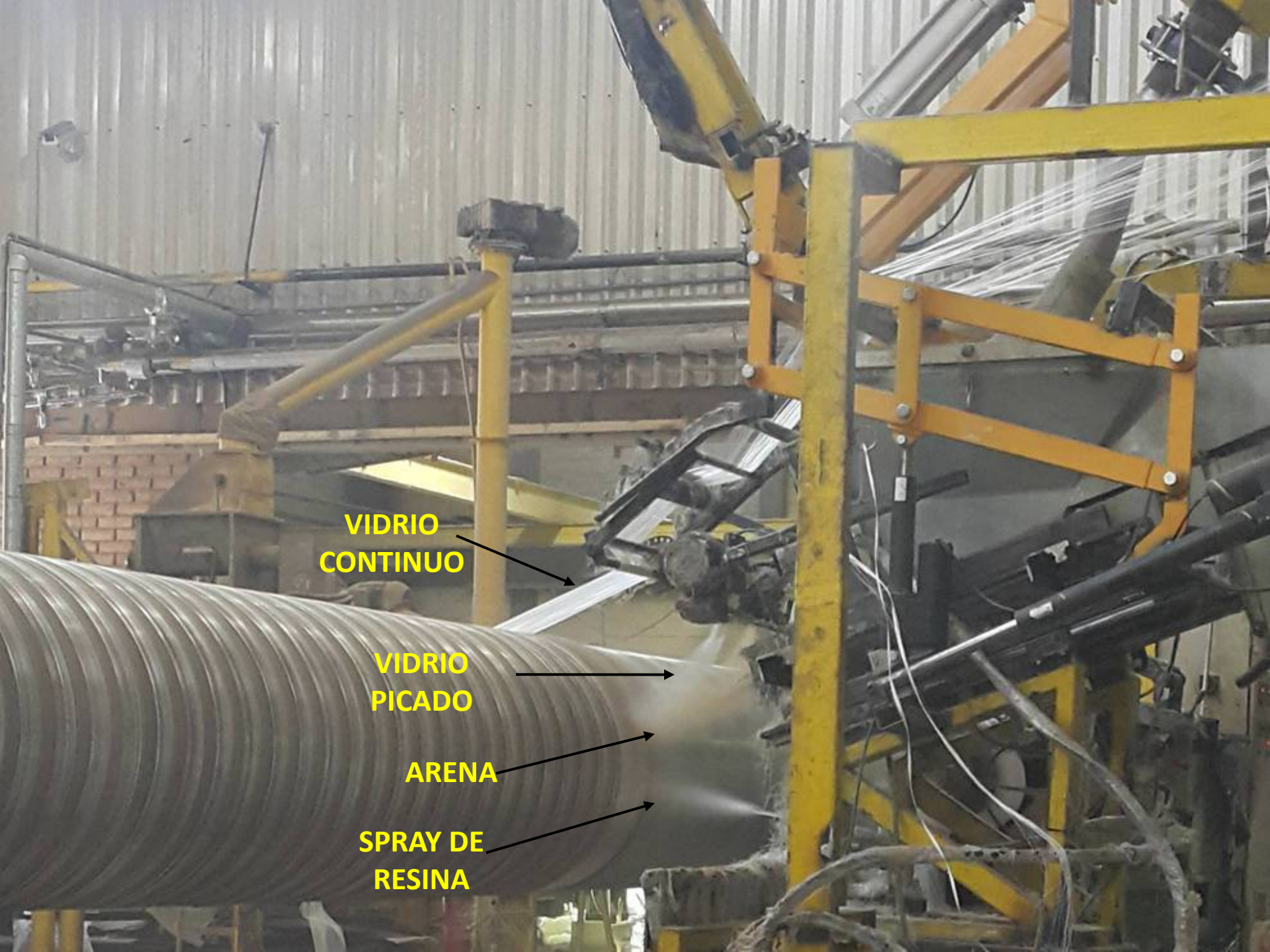


Sistema de Bobinado Continuo Filament Winding



Sistema de Bobinado Hop ChooP –Filament Winding



A photograph of a large industrial machine used for processing glass. The machine features a large horizontal roller on the left and a complex assembly of yellow metal frames and mechanical components on the right. A continuous glass ribbon is being processed, moving from the roller towards the right. Labels with arrows point to specific parts of the machine and the glass being processed. The background shows a corrugated metal wall and some structural elements of the factory.

**VIDRIO
CONTINUO**

**VIDRIO
PICADO**

ARENA

**SPRAY DE
RESINA**

POSPOLIMERIZACIÓN



PRODUCTO FINAL

PRODUCTO FINAL



ETAPA I

APLICACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA:

- a) Reducción distancia pico aspersor-molde (300 a 100 mm);
- b) Reducción de velocidad de avance del pico aspersor;
- c) Scrap sólido: cambio de piso plástico por arena, recambio diario.
- d) Implementación de mantenimiento autónomo en línea de producción de tubería;
- e) Ordenamiento del scrap en contenedores;

RESULTADO

- Reducción de recambio de contenedores semanales de 3 a 2 unidades de 20 m³ cada una.
- Reducción del 30% en el costo de recambio.



ANTES

**REORDENAMIENTO DE
SÓLIDOS**



DESPUÉS

ETAPA II

DEFINICIÓN Y ESTIMACIÓN DEL GAS A TRATAR (monómero de estireno)



ESTUDIO DE ALTERNATIVAS (Revisión de documentación, handbooks, papers, aplicaciones pre-existent)

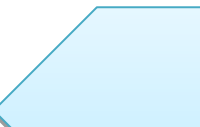
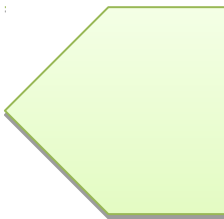
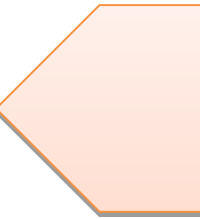


SELECCIÓN DE ALTERNATIVA PARA MITIGACIÓN DE EMISIONES GASEOSAS



DISEÑO DE BIOFILTRO DE LECHO ABIERTO

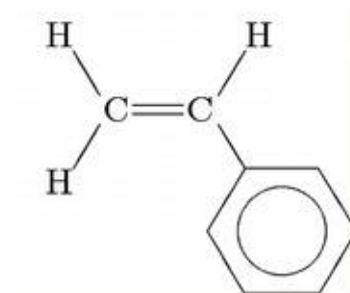
DEFINICIÓN Y ESTIMACIÓN DEL GAS A TRATAR



DEFINICIÓN Y ESTIMACIÓN DEL GAS A TRATAR

- Por cantidad emitida se considera el estireno;
- Características físico-químicas:

Propiedad	Valor
Estado Físico	Líquido
Punto de ebullición (a 1 atm de presión)	145-146 °C
Punto de fusión	-30,6 °C
Presión de Vapor	5 mmHg (667 Pa) a 20 °C
Solubilidad en Agua	300 mg/l a 20 °C
Coeficiente de Partición Agua-Octanol	3,02 (valor Log)
Densidad	0,906 g/cm ³ a 20 °C
Densidad de Vapor (aire=1)	3,6
Punto de Ignición	31 °C, 34,4 °C
Auto Inflamabilidad/Auto ignición	490 °C



DEFINICIÓN Y ESTIMACIÓN DEL GAS A TRATAR

CARACTERÍSTICAS-PELIGROSIDAD-TOXICIDAD

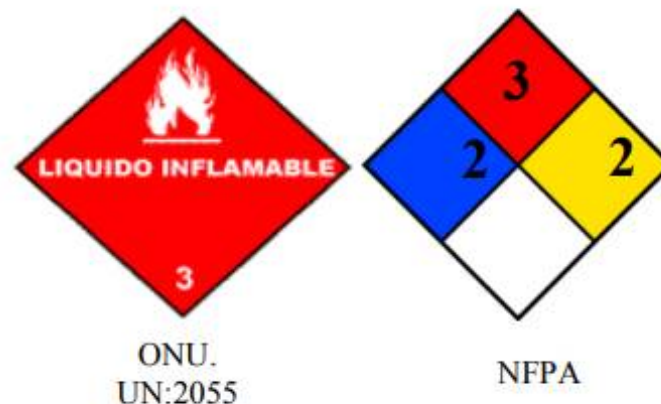
Color: Incoloro o ligeramente amarillo.

Olor: dulce y muy penetrante.

Umbral del olor: 0.15 a 25 ppm

Carcinogenicidad: Clasificado en el Grupo 2B.

Ecotoxicidad: Tóxico para los organismos acuáticos y no se debe liberar en cloacas-desagües.



DEFINICIÓN Y ESTIMACIÓN DEL GAS A TRATAR

- Estimación por Factor de Emisión modificado,

$$EF = EF_b \times Mf_1 \times Mf_2 \dots \times Mf_k$$

- Determinación de puntos de emisión: bobinado y horneado,
- Determinación de consumo de estireno para el período de mayor fabricación (máxima capacidad),
- Determinación de la concentración de estireno para el período de producción máxima.

RESULTADOS



RESULTADOS

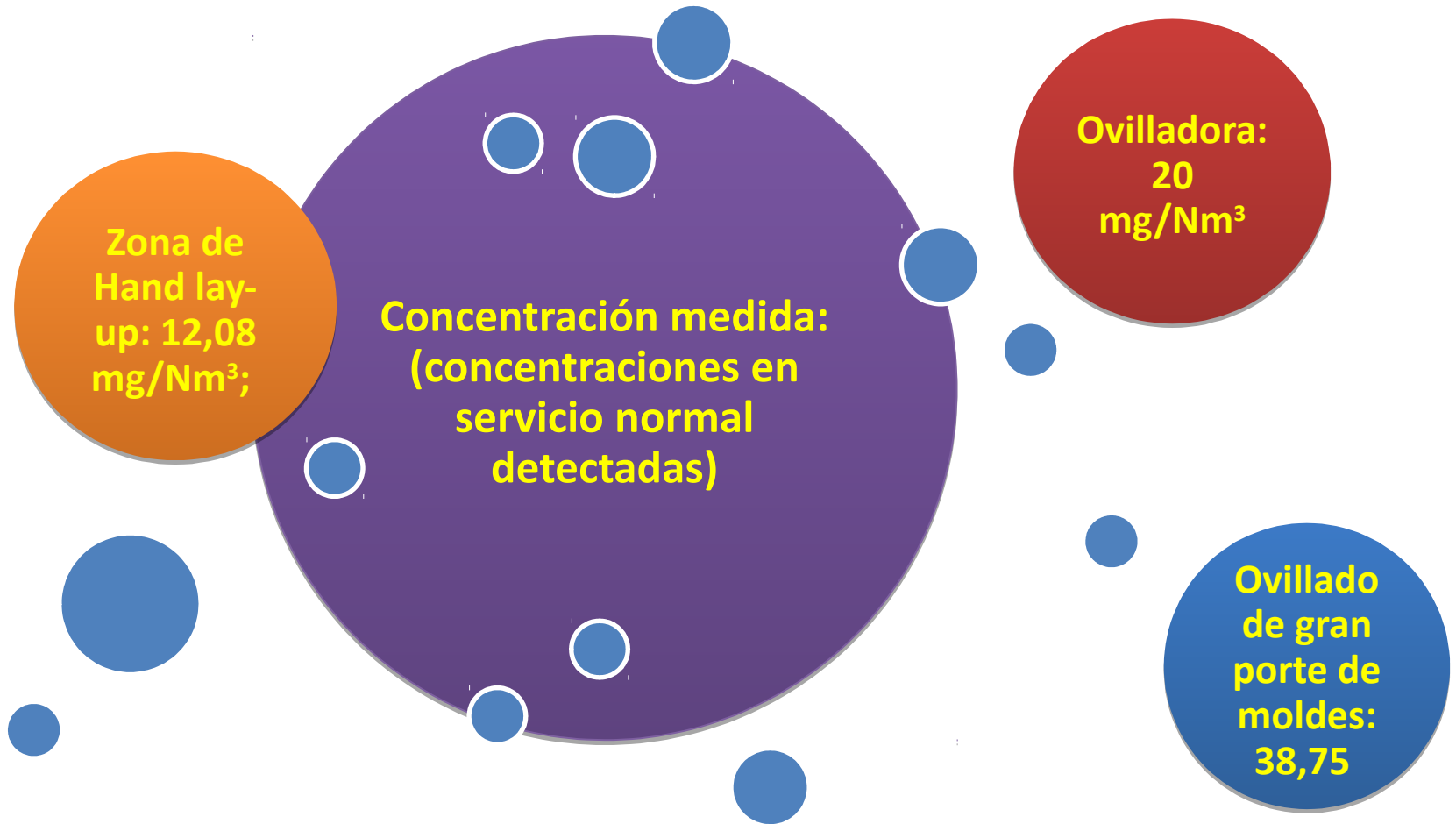
Consumo máximo de estireno diario promedio: 3.500 kg/día

Máximo consumo registrado: 4.500 kg/día

Factor de Emisión calculado: 4,33%

Emisión diaria estimada: 190 kg/día

RESULTADOS



ETAPA II

ALTERNATIVA TECNOLÓGICA



¿PORQUÉ?

- **ECONÓMICO;**
- **SE DISPONE DE MATERIAL DE RELLENO;**
- **SE DISPONE DE SISTEMA DE CONDUCCIÓN;**
- **SE DISPONE DE ESPACIO;**
- **SE DISPONE DE PERSONAL PARA
MANTENIMIENTO Y CONTROL;**
- **SE DISPONE DE TIEMPO PARA DISEÑO Y
REVISIÓN;**

ESQUEMA DE PROCESO

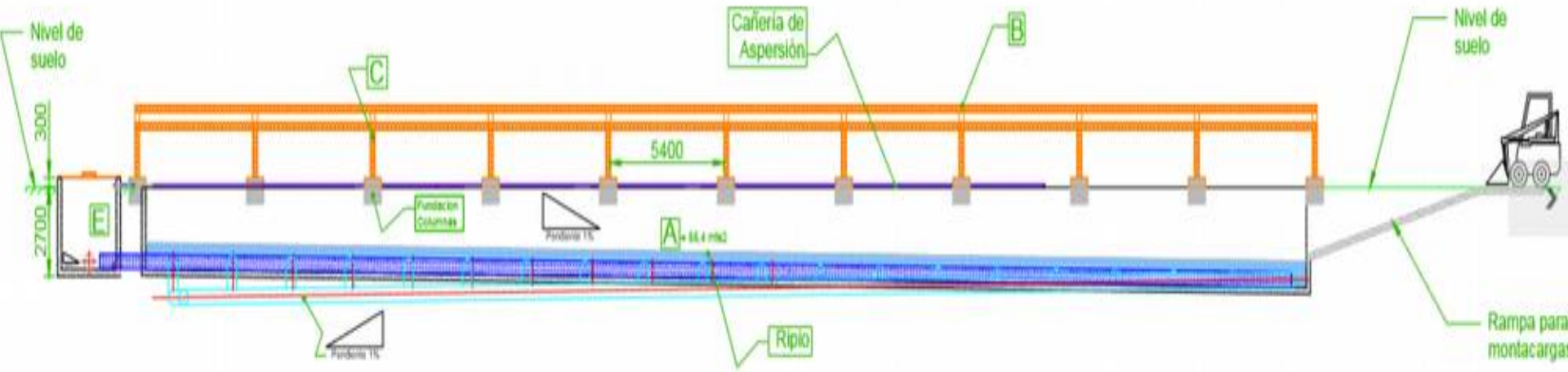


DIMENSIONAMIENTO

- **CAUDAL A TRATAR MÁXIMO: 45.600 m³/h**
- **TASA DE REMOCIÓN: 4 CICLOS DIARIOS**
- **TIEMPO DE RESIDENCIA REAL: 35 s**
- **TIPO DE LECHO: COMPOST VEGETAL Y CHIPS DE MADERA**
- **POROSIDAD INICIAL: 0,43 APROX.**
- **SISTEMA DE CONDUCCIÓN Y EXTRACCIÓN: PRE-EXISTENTE/PRFV**

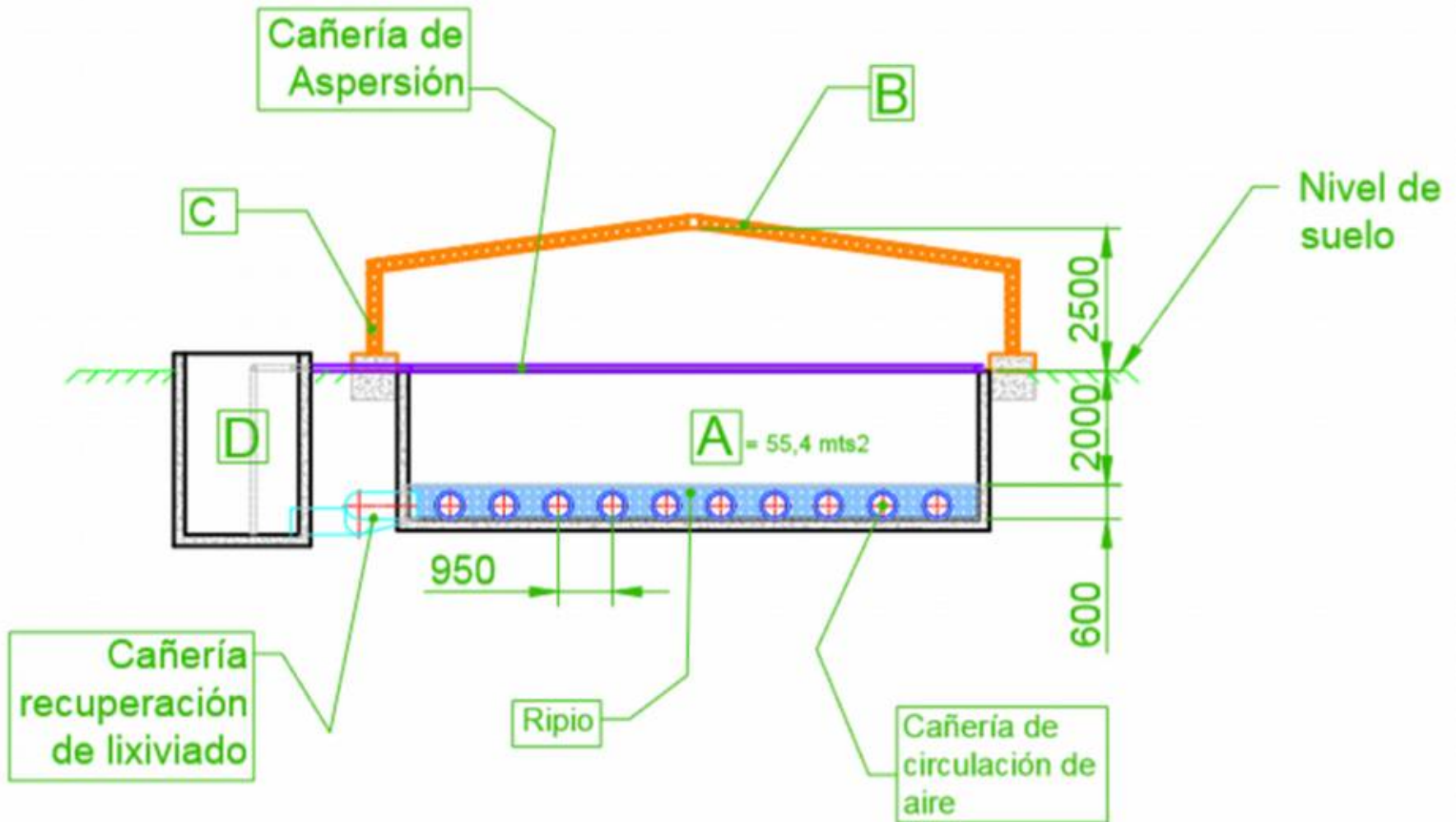
RESULTADOS DEL DIMENSIONAMIENTO

INSTALACIÓN DE BIOFILTRO VISTA LATERAL



- Volumen estimado de lecho: 1.108 m³
- Disponibilidad de relleno: 3 a 4 meses (compostera municipal).
- Inversión final (instalaciones nuevas): 149.600 dólares americanos.

INSTALACIÓN VISTA FRONTAL



UBICACIÓN DE BIOFILTRO



ETAPA III

DISEÑO DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

ESTUDIOS Y ESTIMACIONES REALIZADAS

- **BÚSQUEDA BIBLIOGRÁFICA (352 documentos, papers, handbooks, etc.)**
- **REVISIÓN DE MODELOS PRE-EXISTENTES;**
- **APLICACIÓN DE DICHOS MODELOS PARA ESTIMAR TIEMPO DE RECAMBIO DE LECHO;**
- **MEDICIÓN DE PARÁMETROS Y JUSTIFICACIÓN DE OTROS;**

ESTUDIOS Y ESTIMACIONES REALIZADAS

**Se busca relacionar la Ecuación de Ergun
Modificada con la Ecuación de Tiempo de
funcionamiento en condiciones estables para
un biofiltro.**

CONSIDERACIONES PROPUESTAS POR LOS AUTORES CONSULTADOS

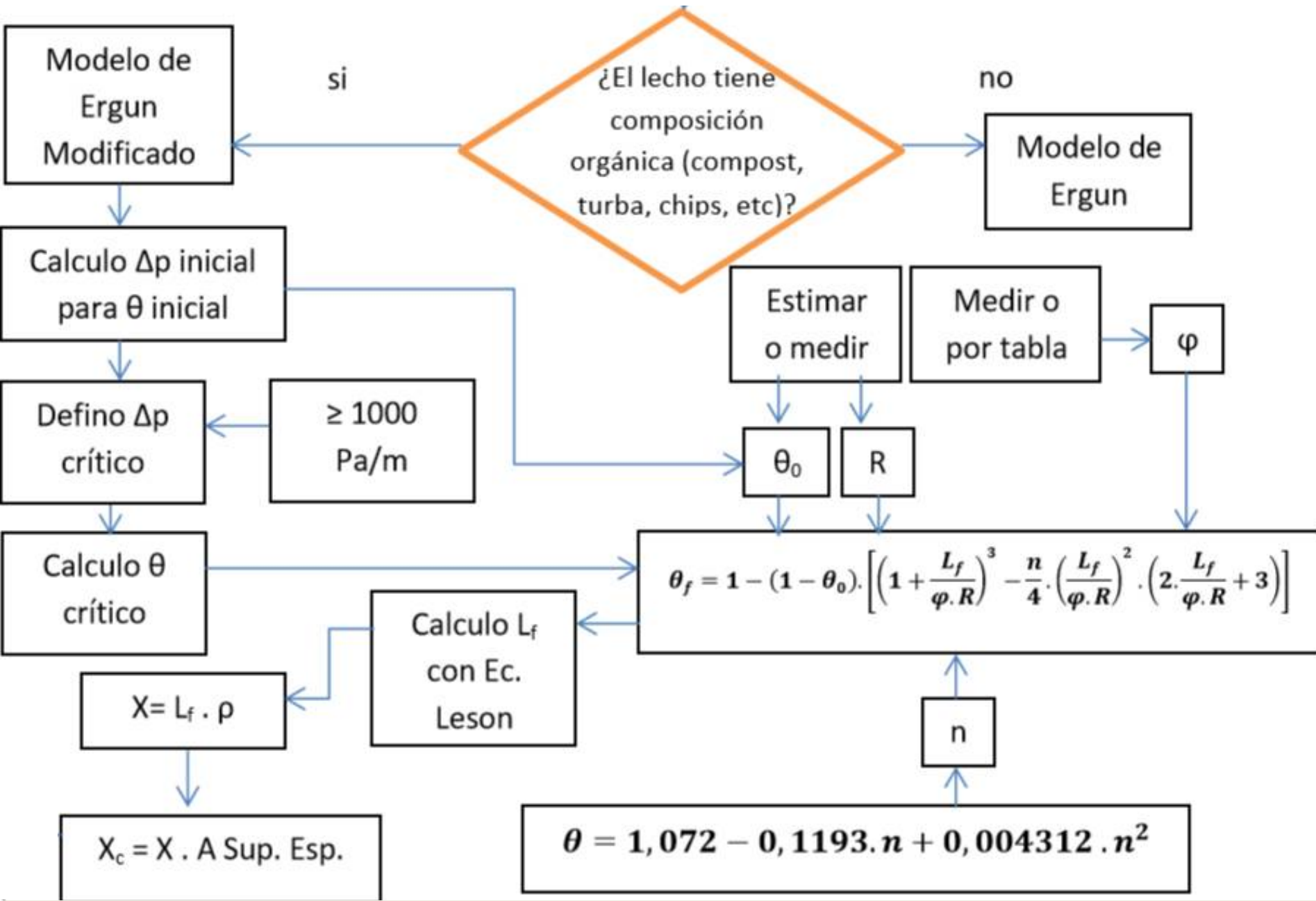
- El material que constituye el lecho debe considerarse estabilizado;
- La biomasa crece de manera uniforme sobre la superficie del lecho;
- Lecho de partículas sólidas esféricas de radio equivalente;
- Las esferas que forman el lecho permanecen en contacto siempre (área superficial específica constante);
- En los puntos de contactos no se produce formación de biomasa;
- La densidad de la biomasa se considera homogénea a nivel macroscópico;
- Efectos de borde despreciables;
- Compactación del lecho es despreciable respecto a su influencia en la caída de presión.

CÁLCULO DEL TIEMPO CRÍTICO

$$\tau_s = \frac{X_c - \left\{ X_{a0} + X_{i0} + (1 - \beta) \cdot \left[\left(\frac{Y \cdot L \cdot R}{b} \right) - X_{a0} \right] \right\}}{\beta \cdot Y \cdot (L \cdot R)}$$

The diagram illustrates the components of the critical time calculation formula. It features a central box with the equation $L = \frac{Q \cdot C}{V_0 \cdot \theta}$. Below this box are three stacked labels: Yang, Devinny, and Ottengraf. To the left of the central box is the variable X_c . To the right is a group of variables: $\beta, Y, b, X_{a0}, X_{i0}$. Arrows indicate the flow of information: a blue arrow points from X_c to the numerator of the formula; a blue arrow points from the central box to the denominator; and a blue arrow points from the group of variables on the right to the denominator.

Cálculo de X_c



RESULTADOS

ECUACIÓN DE
ERGUN
MODIFICADA

$$\frac{\Delta p}{\Delta x} = A \cdot \frac{(1-\theta)^2}{\theta^{3,6}} \cdot \frac{\mu \cdot v}{d_p^2} + B \cdot \frac{(1-\theta)}{\theta^{3,6}} \cdot \frac{\rho \cdot v^2}{d_p}$$

CAÍDA DE
PRESIÓN INICIAL

PARÁMETROS		
Parámetro	Valor	Unidades
A	180	adimensional
B	4	adimensional
Porosidad	0,43	adimensional
Densidad del aire	1,205	Kg/m3
Viscosidad Cinemática	0,0000183	Kg/m/s
Dp (diámetro promedio equivalente)	0,0118	m
U (velocidad superficial)	0,06	m/s
Q (caudal)	12,67	m3/s
Area total	515,50	m2
ECUACIÓN DE ERGUN MODIFICADA		
PARTE A + PARTE B = (Pa/m)		
PARTE A	PARTE B	P/H
9,17	15,87	25,03

VARIABLES DEL MODELO

Parámetro	Definición	Valor	Unidad
R	Radio de la partícula equivalente	0,0059	m
φ	Factor de esfericidad	0,65	adimensional
ϵ_0	Porosidad inicial	0,43	adimensional
ϵ_f	Porosidad crítica	0,219	adimensional
n	N° de coordinación	7,32	adimensional

DEFINICIÓN DE BIOMASA CRÍTICA

Parámetro	Definición	Valor	Referencia	Unidad
Lf	Espesor de biofilm	$5,165 \times 10^{-4}$	calculado	m
ρ	Densidad de biofilm	1×10^5	Xi et al., 2012	g biomasa/m ³
A _{sup}	Área Superficial Específica	376,6	calculado	m ⁻¹

BIOMASA CRÍTICA EQUIVALENTE Y L CALCULADO

$$\frac{19.451,39 \text{ g de biomasa/m}^3}{24,6 \text{ g de biomasa}} \times 12 \text{ g de Carbono} = 9.488,48 \text{ g Carbono/m}^3$$

$$L = \frac{45.600 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \times 0,0357 \text{ gC/m}^3}{1.108 \text{ m}^3 \times 0,211} = 6,97 \text{ gC/m}^3/\text{h}$$

RESUMEN DE DATOS

Parámetro	Valor	Referencia	Unidad
T_s	a calcular	Xi et al., 2006; Okkerse et al., 1999	horas
X_c	9.488,48	calculado por procedimiento propuesto.	gC/m ³
X_{a0}	147	Agnieszka Gąszczak et al., 2012; Jorio et al., 2005	gC/m ³
X_{i0}	0	Xi et al., 2006; Okkerse et al., 1999; Devinny et al., 1999	gC/m ³
β	0,2	Xi et al., 2006; B.E. Rittmann, Environmental Biotechnology, 2001.;	Adimensional
b	0,002	Alonso et al., 1998; Yang et al., 2006; Xi et al., 2006;	Adimensional
Y	0,697	Agnieszka Gąszczak et al., 2012; Jorio et al., 2005; Reza Dehghanzadeh et al., 2012; Vafajoo et al., 2012	Adimensional

CONCLUSIONES

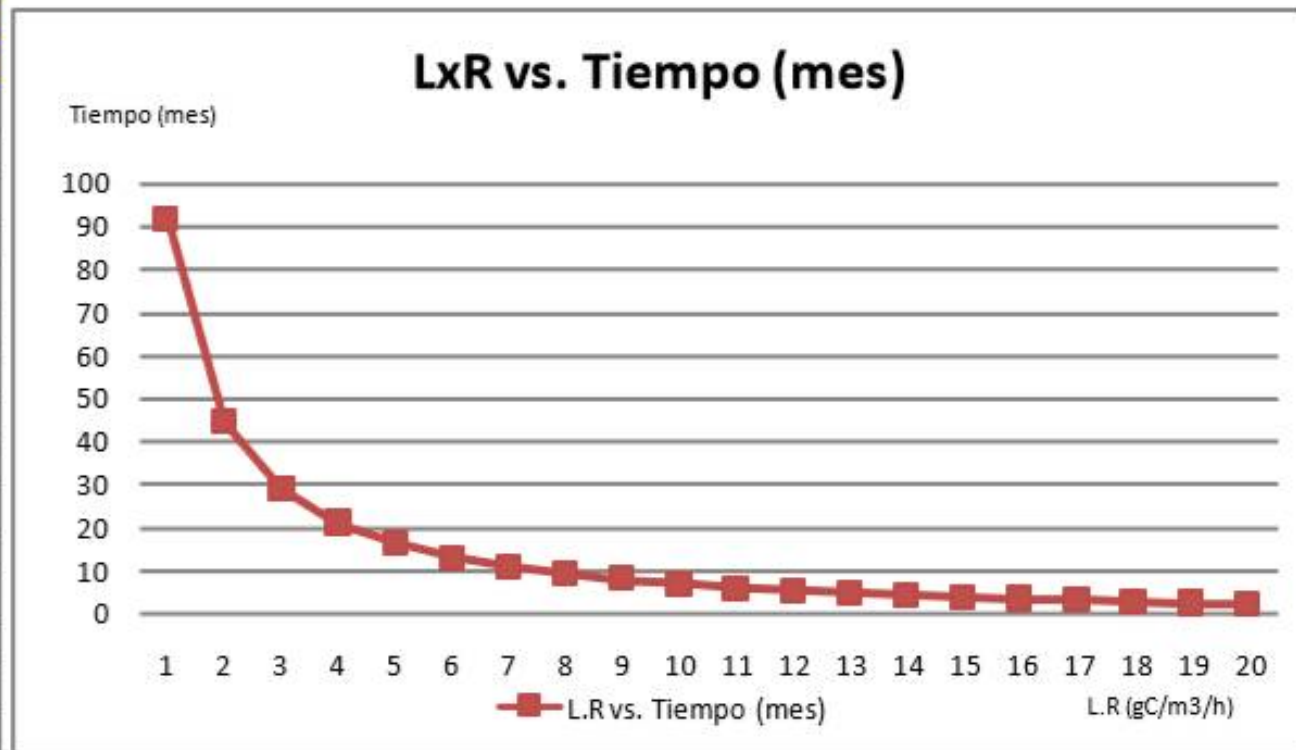
- La ecuación de Tiempo crítico se transforma a:

$$y = \frac{67.855,7}{x} - 2000 \text{ , para } x \neq 0$$

- Donde $x = LxR$ e $y = \bar{U}_s$

CONCLUSIONES

LR	días	meses
1	2744	91
2	1330	44
3	859	29
4	623	21
5	482	16
6	388	13
7	321	11
8	270	9
9	231	8
10	199	7
11	174	6
12	152	5
13	134	4
14	119	4
15	105	4
16	93	3
17	83	3
18	74	2
19	65	2
20	58	2



MANTENIMIENTO PREVENTIVO

- Definido el tiempo de estabilidad del lecho se procede a realizar etapas de recambio,
- Inversión del lecho;
- Reposición por segmentos longitudinales del material más añejado.

CONCLUSIONES FINALES

- La propuesta de mantenimiento fue aceptada para su implementación;
- El modelo se debe ajustar con los datos reales al inicio del funcionamiento estable del sistema;
- Requiere monitoreo continuo de variables que puedan desestabilizar el sistema.
- No se puede descartar una planta piloto.

¿PREGUNTAS?



¡GRACIAS!



Mendoza-Argentina