

# MODELO PREDICTIVO PARA LA DOSIFICACIÓN DE COAGULANTE EN EL PROCESO DE POTABILIZACIÓN DEL AGUA

## PROBLEMA

El comportamiento dinámico que presentan los parámetros fisicoquímicos del agua junto con la falta de herramientas que permitan considerar la variabilidad de los datos recopilados, generan un consumo excesivo de coagulante (Sulfato de Aluminio) al no poder determinar de forma precisa la dosificación. Esto ha motivado el desarrollo de algoritmos computacionales que permitan predecir la dosis a emplearse, sin embargo, hasta ahora no se tenían resultados satisfactorios ya que los modelos desarrollados no contemplaban todas las variables involucradas en el proceso de coagulación.

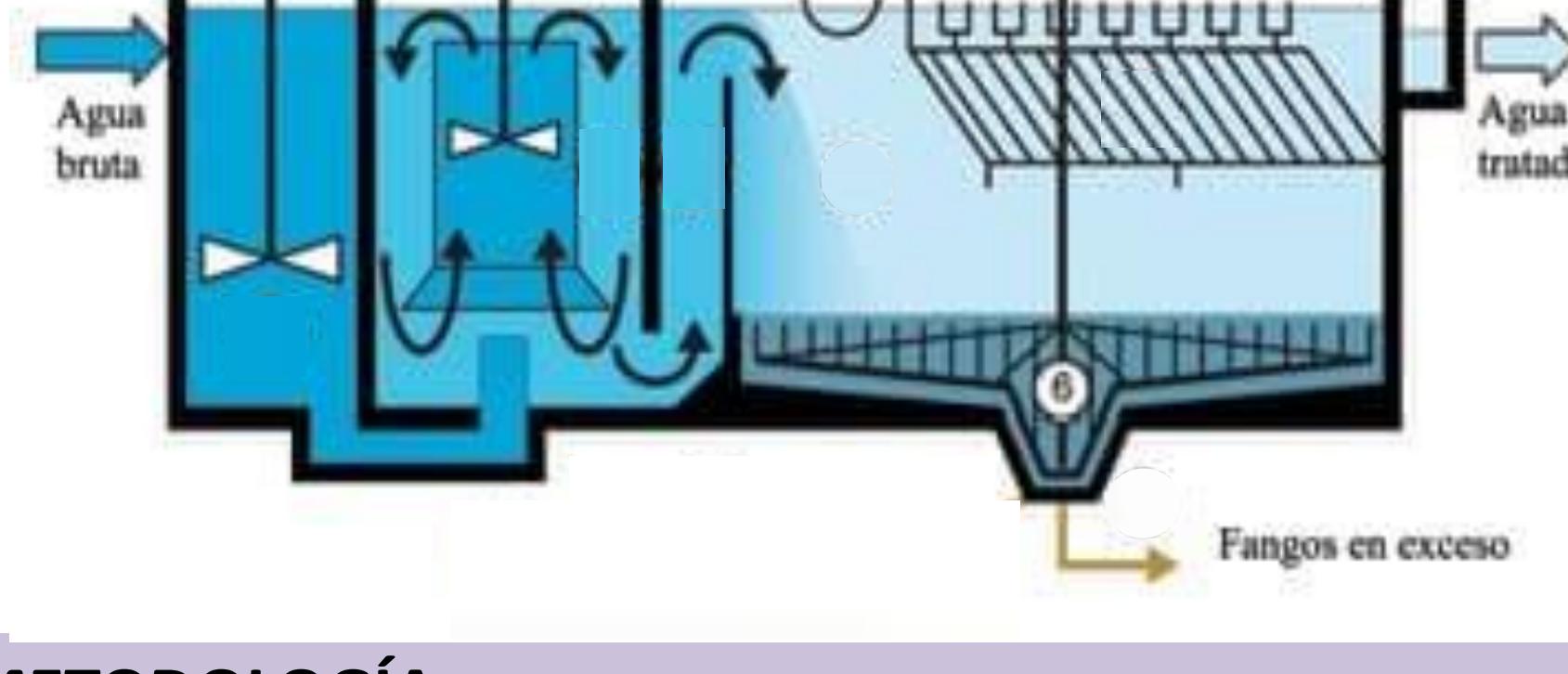
## OBJETIVO GENERAL

Proponer un modelo matemático predictivo basado en el análisis de parámetros fisicoquímicos del agua cruda para la determinación de la dosis óptima de coagulante (Sulfato de Aluminio-SAL).

## PROPIUESTA

Conjunto de ecuaciones matemáticas predictivas que permitan establecer la dosis de coagulante óptima al considerar las propiedades fisicoquímicas del agua de ingreso a la planta. Estas propiedades se basan en las medidas por la empresa y corresponden a variables de laboratorio y producción, siendo estas: **turbiedad, temperatura, pH, alcalinidad, conductividad, color, materia orgánica, caudal de agua cruda, frecuencia de agitación de clarificadores, porcentaje de manto, consigna de turbiedad y dosis de polímero**.

## PROCESO DE COAGULACIÓN



## METODOLOGÍA

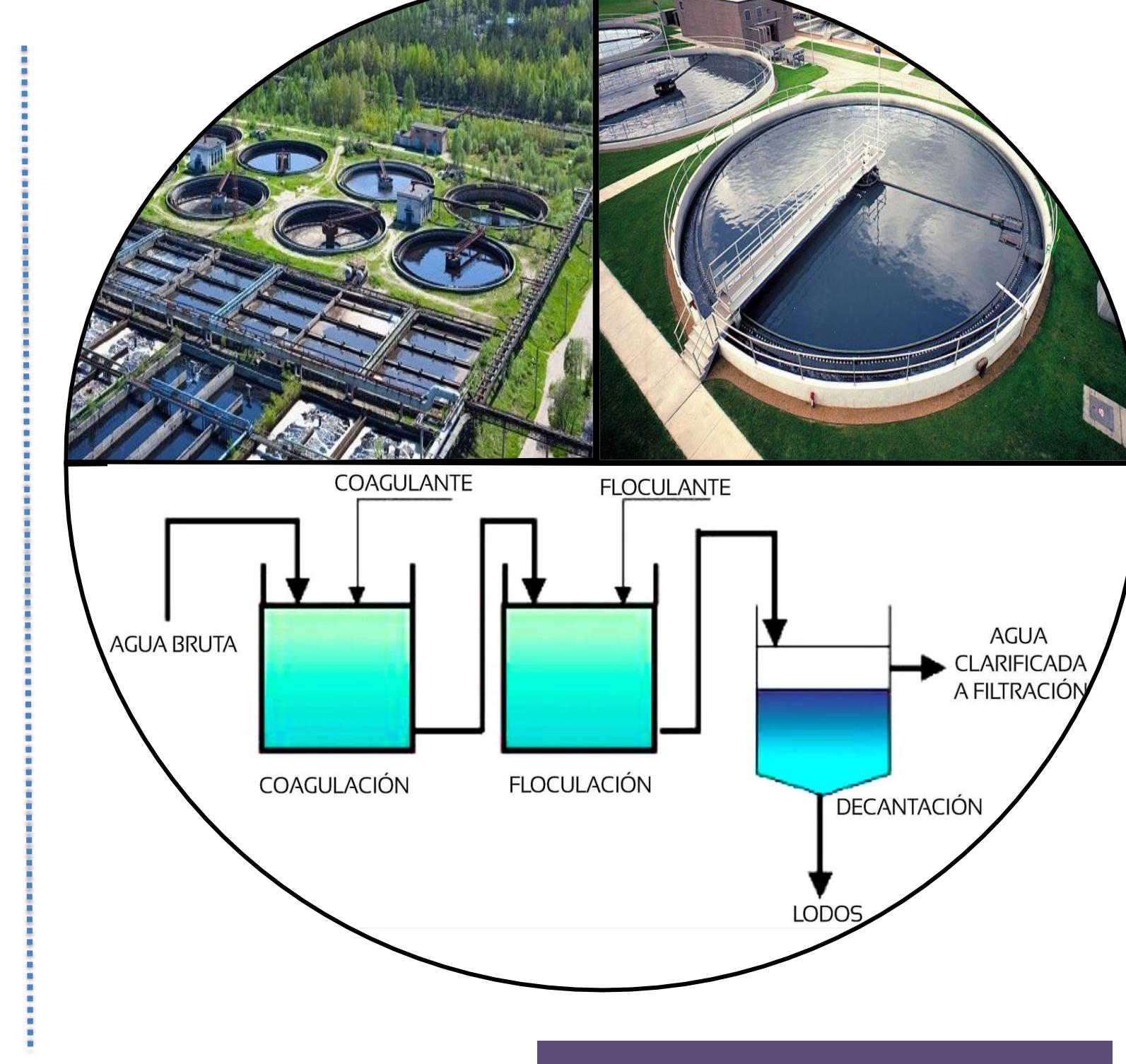
Dependencia de variables	Modelo Red Neuronal
<ul style="list-style-type: none"> <li>Evaluar la independencia de las variables.</li> <li>Aplicar regresión lineal múltiple considerando dosis de coagulante.</li> <li>Seleccionar variables significativas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aplicar el código correspondiente en el software utilizado.</li> <li>El 70% de los datos usados para crear la Red Neuronal.</li> <li>El 30% de los datos para la predicción.</li> </ul>
<b>Data histórica</b>	<b>Modelo RSM</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Observar tendencia del coagulante.</li> <li>Analizar comportamiento de las variables.</li> <li>Establecer estadística básica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Crear escenarios en base a seleccionadas.</li> <li>Evaluar la respuesta en sistema codificado.</li> <li>Generar la ecuación.</li> </ul>
<b>Porcentaje de error</b>	Evaluar la efectividad de la ecuación y la predicción considerando data proporcionada y ensayos experimentales.

## BENEFICIOS

	Adaptar el proceso de dosificación a las condiciones del agua de río.
	Ahorrar costos de operación al disminuir el consumo excesivo de coagulante.
	Mantener las condiciones de salida del proceso dentro de la normativa establecida. (Agua decantada)

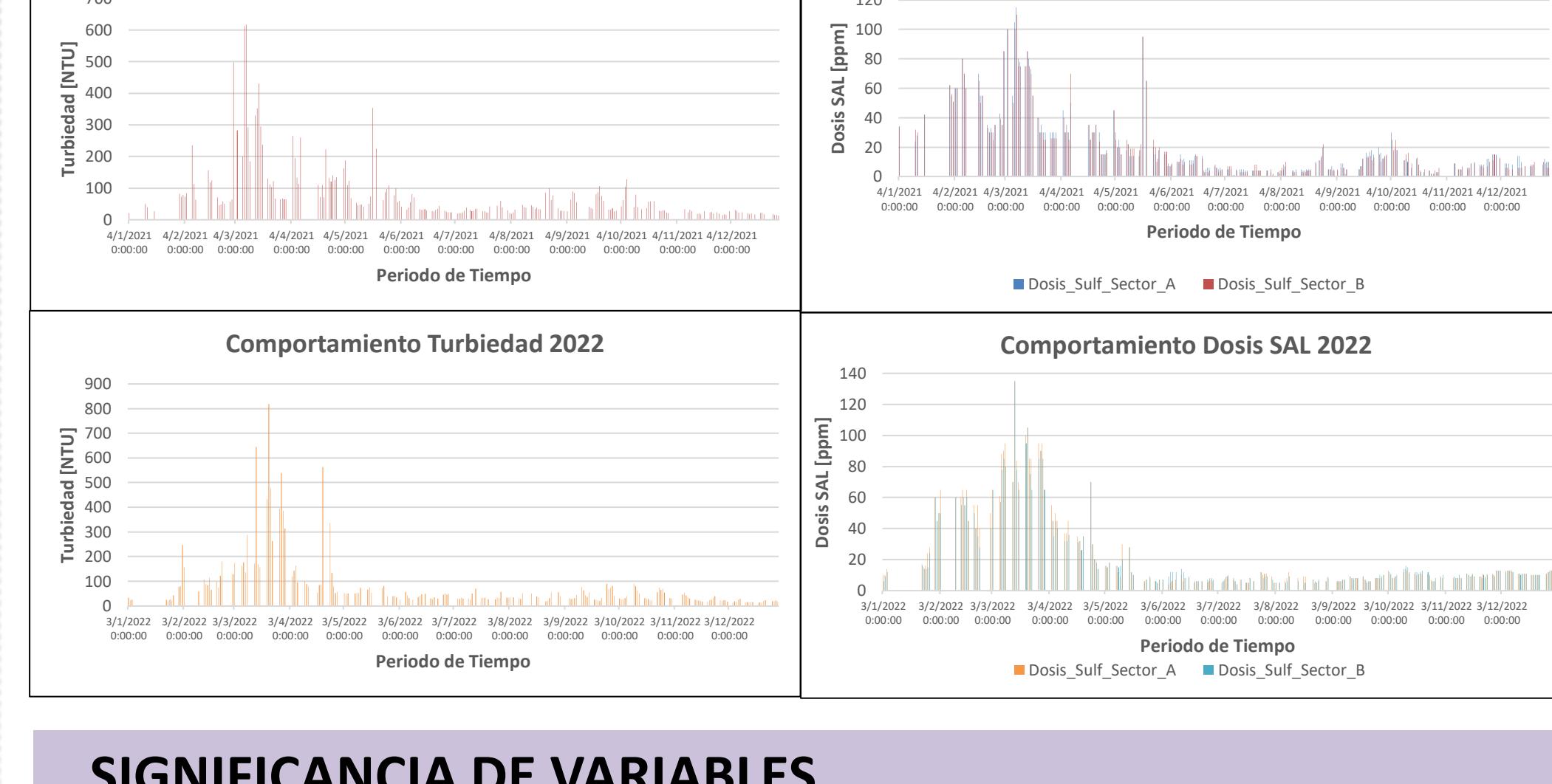
## CONCLUSIONES

- Mediante la aplicación del método RSM, se obtuvieron las ecuaciones polinómicas que permiten predecir la dosificación de coagulante en los sectores A y B, para las épocas lluviosa y seca.
- Los coeficientes de correlación obtenidos al aplicar el método RSM fueron mayores a 0.9; esto indica un alto grado de precisión con respecto a las predicciones que se puedan efectuar con las ecuaciones polinómicas obtenidas.



## RESULTADOS

### TENDENCIA DE LOS DATOS



### SIGNIFICANCIA DE VARIABLES

Sector A		Sector B			
Época Seca		Época Seca			
Variables	Coeficiente Estimado	Pr(> t )	Variables		
Conductividad	0.0946891	0.00655 ***	Materia Orgánica	6.077 e-03	0.00256 **
Alcalinidad [ppm]	-0.3015160	0.01010 *	Polímero [ppm]	7.610 e-00	3.26 e-12 ***
Caudal [NTU]	0.0010295	0.01493 *	Consigna Turbiedad [NTU]	1.055 e-00	0.00413 **
Dosis Polímero	0.0010295	1.34 e-06 ***	Conductividad	8.290 e-02	8.05 e-05 ***
Época Lluviosa		Época Lluviosa			
Turbiedad [NTU]	0.071122	0.00163 **	Turbiedad [NTU]	0.087376	5.81 e-08 ***
Porcentaje de Manto	-2.666008	0.01927 *	Caudal	0.003423	0.001460 **
Materia Orgánica	5.986523	0.00650 **	Materia Orgánica	5.085139	0.000215 ***

Datos obtenidos por regresión lineal múltiple

### ECUACIONES

#### Sector A

##### Época Seca

$$SAL = 6.25 - 0.2083x_1 - 0.0417x_2 + 3.125x_3 - 0.35x_4 - 0.281x_1^2 + 0.344x_2^2 + 0.469x_3^2 + 0.594x_4^2$$

$x_1$ : Conductividad     $x_2$ : Alcalinidad

$x_3$ : Caudal     $x_4$ : Polímero

#### Sector B

##### Época Seca

$$SAL = 417.2 - 0.84x_1 2.28x_2 + 1.44x_3 + 0.27x_1^2 - 0.56x_2^2 - 0.0064x_3^2$$

$x_1$ : Conductividad

$x_2$ : Caudal

$x_3$ : Dosis Polímero

##### Época Lluviosa

$$SAL = 35.13 + 1.75x_1 + 0.4167x_2 - 1.375x_1^2 - 0.59x_2^2$$

$x_1$ : Turbiedad

$x_2$ : Materia Orgánica

##### Época Lluviosa

$$SAL = 49.9 + 1.03x_1 + 0.52x_2 - 1.60x_1^2 - 0.98x_2^2$$

$x_1$ : Turbiedad

$x_2$ : Materia Orgánica

### COMPARACIÓN Y PORCENTAJE DE ERROR

Alrededor del **15%**

Considerando las ecuaciones propuestas

Alrededor del **35%**

Considerando red neuronal

