

Informe Ejecutivo

1. Introducción

El control de la calidad del agua subterránea es esencial para garantizar el abastecimiento seguro en zonas donde no es posible acceder a agua superficial. Este informe analiza los parámetros críticos de calidad del agua, como **nitratos**, **arsénico**, **tricloroetileno** y **tetracloruro de carbono**, basándose en los datos obtenidos en los muestreos realizados en el marco del PMA 2014.

El análisis incluye la distribución de los valores por rangos, la identificación de pozos fuera de norma y las acciones necesarias para mitigar los riesgos asociados. Los límites regulatorios vigentes son los siguientes:

Parámetro	Límite Marco Regulatorio
Nitratos (NO_3^-)	45 mg/l
Arsénico (As)	50 $\mu\text{g/l}$
Tricloroetileno (TCE)	20 $\mu\text{g/l}$
Tetracloruro de Carbono (TCC)	3 $\mu\text{g/l}$

2. Análisis Exploratorio de Datos (EDA)

¿Qué es el EDA?

El Análisis Exploratorio de Datos (EDA) es una etapa inicial en la que se examinan los datos para comprender su estructura, detectar valores faltantes y analizar distribuciones. En este caso, el EDA permitió:

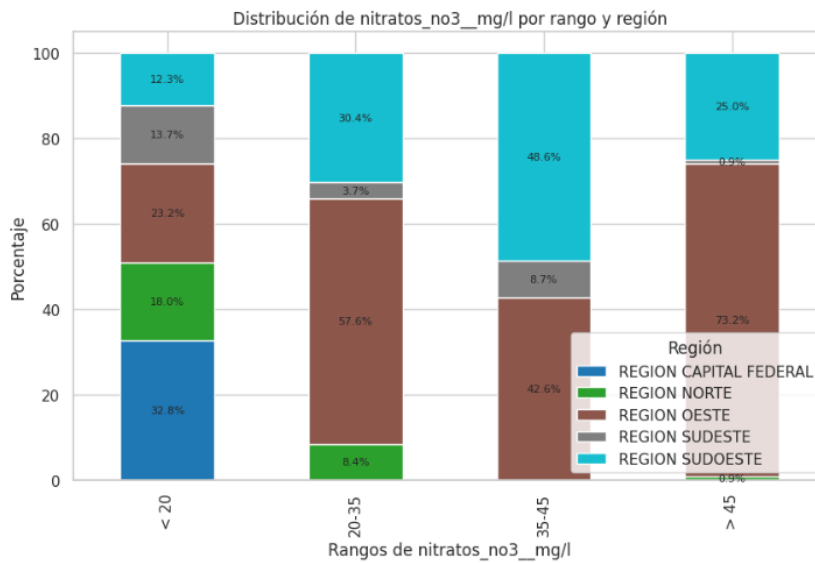
- Identificar las columnas relevantes para el análisis.
- Detectar valores faltantes y eliminarlos.
- Filtrar datos para excluir regiones y distritos con valores "NO DETERMINADA".

Implementación en el Código

1. **Carga y limpieza de datos:** Se cargaron los datos desde un archivo Excel, eliminando filas y columnas vacías, y normalizando los nombres de las columnas.
2. **Filtrado de datos:** Se eliminaron las filas correspondientes a "NO DETERMINADA" en las columnas region y distrito.
3. **Estadísticas descriptivas:** Se calcularon estadísticas básicas como promedio, mínimo, máximo y desviación estándar para los parámetros numéricos.
4. **Visualización:** Se generaron gráficos de barras apiladas para analizar la distribución de los parámetros críticos por rangos y regiones.

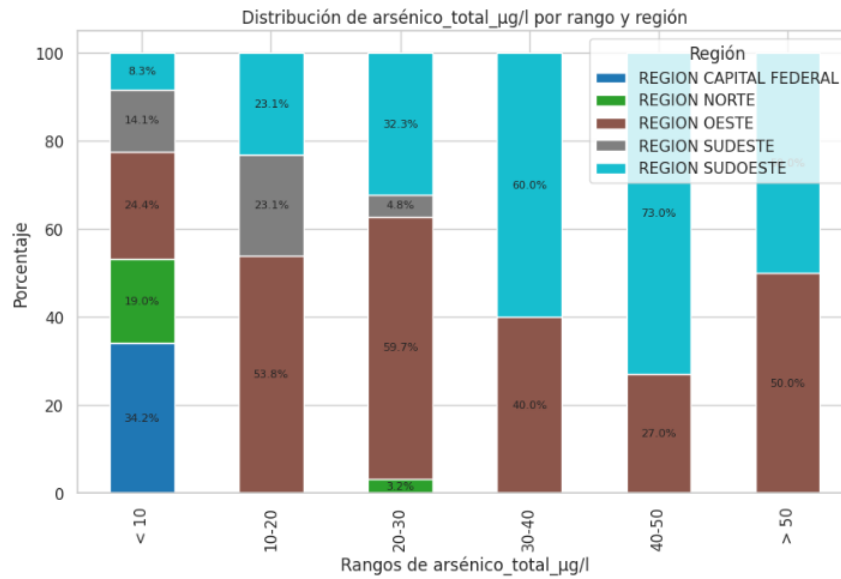
3. Análisis de los Gráficos

3.1 Nitratos



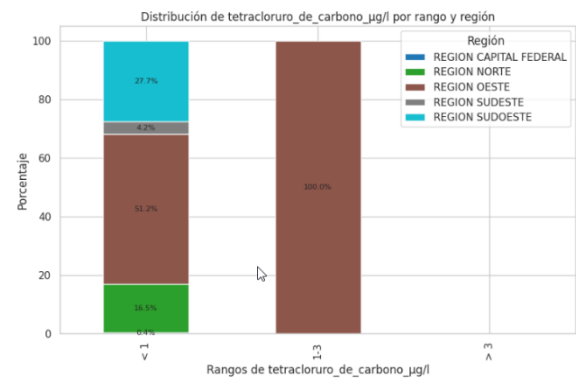
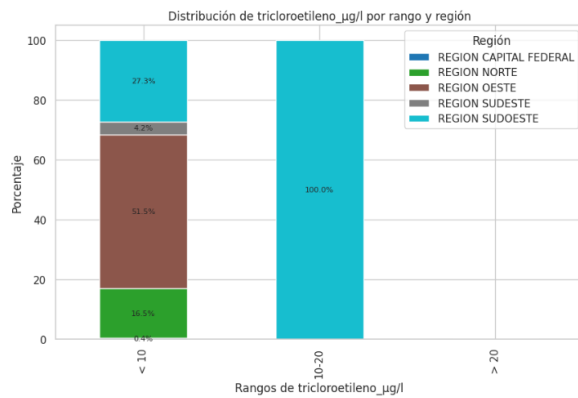
- **Distribución por rango y región:**
 - Los rangos más comprometidos (>35 mg/l) se concentran principalmente en las regiones **Oeste** y **Sudoeste**.
 - En el rango de 35-45 mg/l, se identificaron pozos que requieren acciones inmediatas para evitar que superen el límite regulatorio.
 - Las regiones más comprometidas son **Sudoeste** y **Oeste**
- **Evolución, Causas y Daños:**
 - Evolución:** Los valores de nitratos tienden a aumentar con el tiempo debido a la sobreexplotación de los acuíferos y la falta de sistemas de saneamiento adecuados.
 - Causas:**
 - Contaminación por actividades agrícolas y urbanas.
 - Falta de infraestructura de cloacas en zonas críticas.
 - Daños:**
 - Riesgo para la salud humana, especialmente en niños y mujeres embarazadas.
 - Deterioro de la calidad del agua distribuida.

3.2 Arsénico



- **Distribución por rango y región:**
 - La mayoría de las perforaciones se encuentran en los rangos de 20-30 μg/l y 30-40 μg/l.
 - Las regiones más comprometidas son **Sudoeste** y **Oeste**
- **Evolución, Causas y Daños:**
 - Evolución:** Los valores de arsénico son relativamente estables, ya que están determinados por las características litológicas del terreno.
 - Causas:**
 - Presencia natural en el suelo y las rocas.
 - Métodos de extracción que no eliminan el arsénico.
 - Daños:**
 - Riesgo de enfermedades crónicas como cáncer y problemas cardiovasculares.
 - Dificultad para cumplir con los límites regulatorios en zonas críticas.

3.3 Tricloroetileno (TCE) y Tetracloruro de Carbono (TCC)



- **Distribución por rango y región:**

- La presencia de tricloroetileno se concentra en las regiones **Sudoeste y Norte**.
- Solo dos pozos superaron el límite de 20 μg/l para TCE, mientras que ningún pozo superó el límite de 3 μg/l para TCC.
- La mayoría de las perforaciones con presencia de estos compuestos están dentro de los límites regulatorios.

- **Evolución, Causas y Daños:**

-Evolución: La presencia de estos compuestos es limitada y no muestra una tendencia creciente significativa.

-Causas:

- Contaminación industrial y urbana.
- Filtraciones en zonas cercanas a vertederos o industrias químicas.

-Daños:

- Riesgo de toxicidad aguda y crónica.
- Contaminación de puntos de muestreo en la red de distribución.

4. Conclusiones

1. Nitratos:

- Los pozos con valores superiores a 45 mg/l requieren acciones inmediatas para garantizar la calidad del agua distribuida.
- Es necesario implementar sistemas de mezcla y tratamientos específicos en pozos críticos.

2. Arsénico:

- Aunque la mayoría de los pozos se encuentran dentro de los límites regulatorios, es importante monitorear continuamente las concentraciones de arsénico, especialmente en las regiones más comprometidas como la Región Sudoeste.
- Se deben priorizar las zonas con valores superiores a 30 µg/l para implementar medidas preventivas, como la mezcla con agua superficial o el uso de tecnologías de tratamiento como la ósmosis inversa.
- Es fundamental continuar con los estudios epidemiológicos para determinar el impacto del arsénico en la salud y ajustar los límites regulatorios si es necesario.

3. Orgánicos (Tricloroetileno y Tetracloruro de Carbono):

- La presencia de tricloroetileno y tetracloruro de carbono en algunos pozos, aunque en su mayoría dentro de los límites regulatorios, requiere un seguimiento constante debido a su potencial impacto en la salud.
- Los pozos con valores superiores a los límites establecidos deben ser tratados con tecnologías específicas, como carbón activado, para garantizar la calidad del agua.
- Es necesario reforzar el monitoreo en las regiones donde se detectaron estos compuestos, como Región Sudoeste y Región Norte, para evitar su propagación en la red de distribución.

5. Recomendaciones Generales:

- Implementar un sistema de monitoreo continuo para detectar tendencias en la evolución de los parámetros críticos.
- Priorizar las inversiones en tecnologías de tratamiento en las regiones más afectadas.
- Fortalecer la infraestructura de mezcla de agua superficial con agua subterránea para reducir las concentraciones de contaminantes.
- Realizar campañas de concienciación en las comunidades afectadas para informar sobre la calidad del agua y las medidas adoptadas para garantizar su seguridad.