

RED DE MONITOREO Y MANEJO DE DATOS DE CALIDAD DEL AIRE

Gian Marco Innocenti A00834310

Andrés Villarreal González A00833915

Andrea Hernandez A00835225

Octubre 2023 | Tecnológico de Monterrey

Objetivo

Analizar si hay una diferencia significativa entre la concentración de los contaminantes y la calidad de aire entre el año 2020 y 2021, y si la hay que causo esta diferencia. Se tomaron los datos de las estaciones Centro, Noreste 2 , y Sur este 3

Limpieza de Datos

Utilizaremos dos datasets. Los valores faltantes se rellenaron solo para los valores faltantes que tenían un valor válido en su posición anterior y la siguiente. Se relleno con su promedio,

- Data set Numerico con Concentraciones de los Contaminantes.
- Data set Categorico con clasificación dentro del índice de Aire y Salud.

Variables Removidas

- PM 2.5 :11,103 valores faltantes
- SO2: 8325 valores faltantes
- RAINF: La mayoría los registros eran cero.

Metodologias

Anova Multifactorial:

- Ver si las medias de los contaminantes son iguales según los factores de Estación y Año y sus diferentes combinaciones. Ej. Concentración de O3 Estación Centro 2020 vs Estación Centro 2021

Prueba de Intervalos de Confianza de Medias:

- Se hará una prueba comparando las medias de la concentración de los Contaminantes entre 2020 y 2021, y comparar la medias en una estación en 2020 y 2021. Ej. Concentración de CO en la estación Centro en 2020 y 2021

Regresión Logística Multinomial:

- Segmentar que factores meteorológicos tienen un mayor impacto en el índice de de Aire y Salud de O3

Preguntas

Pregunta1

¿Hubo una diferencia significativa en la concentración de los contaminantes entre 2020 y 2021?

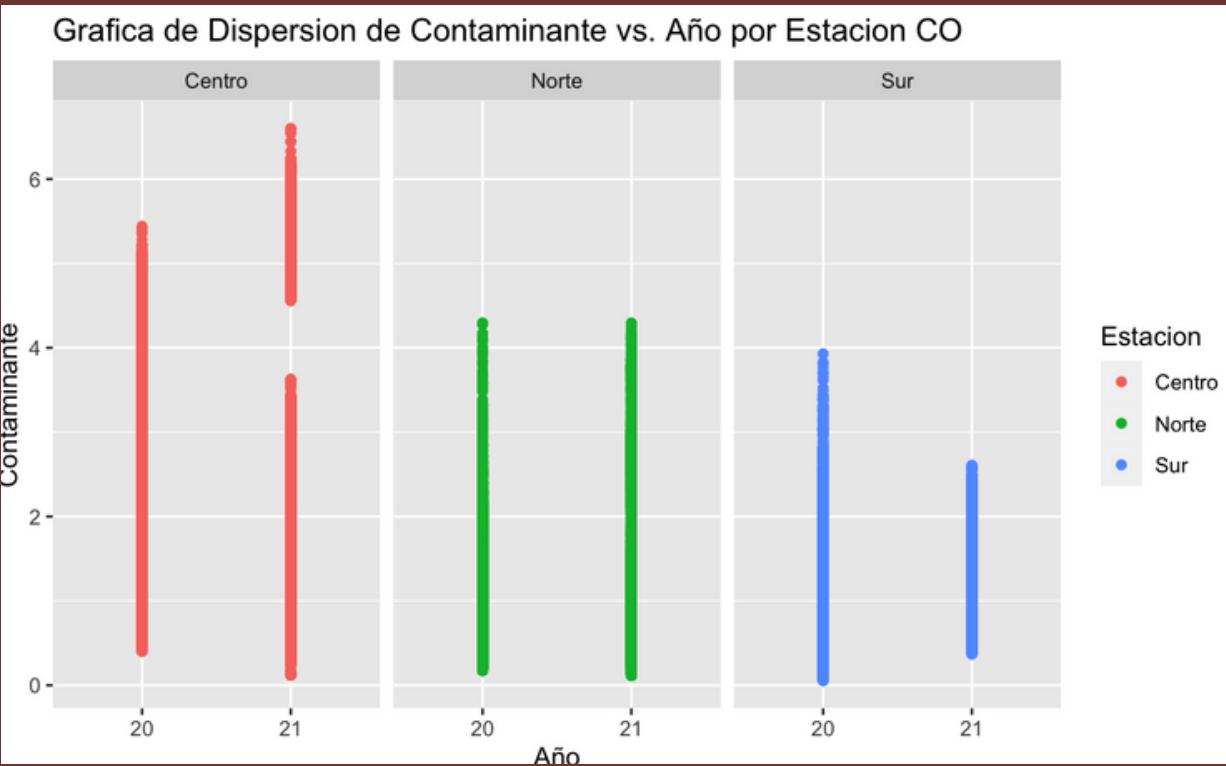
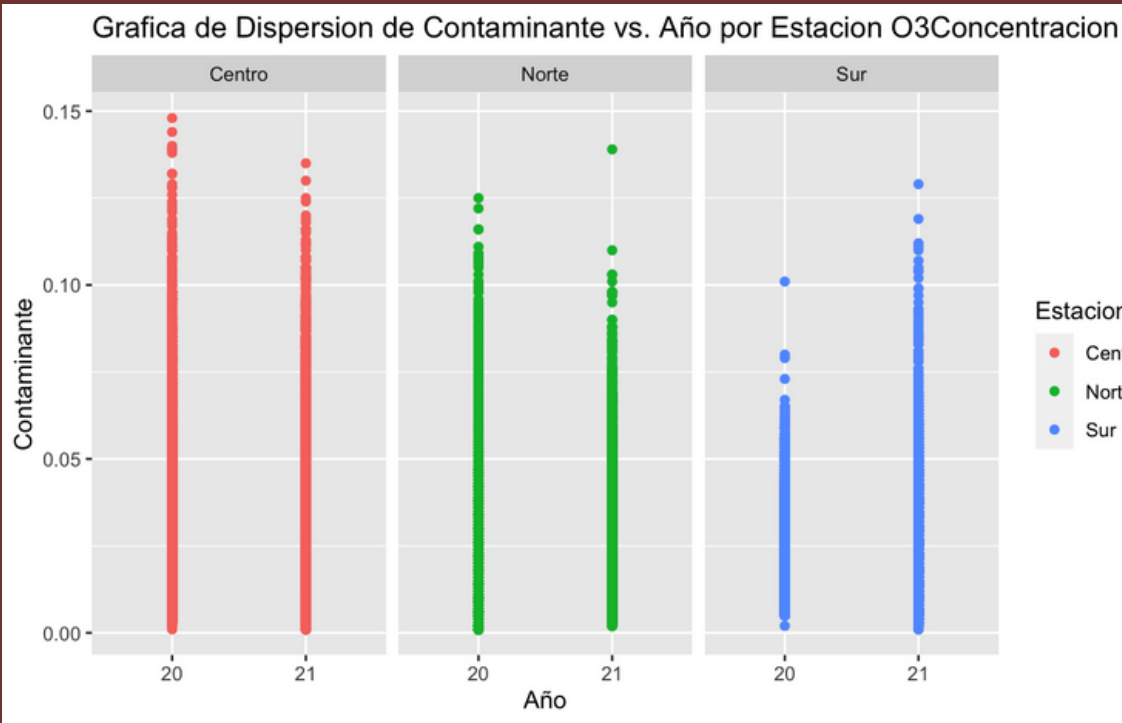
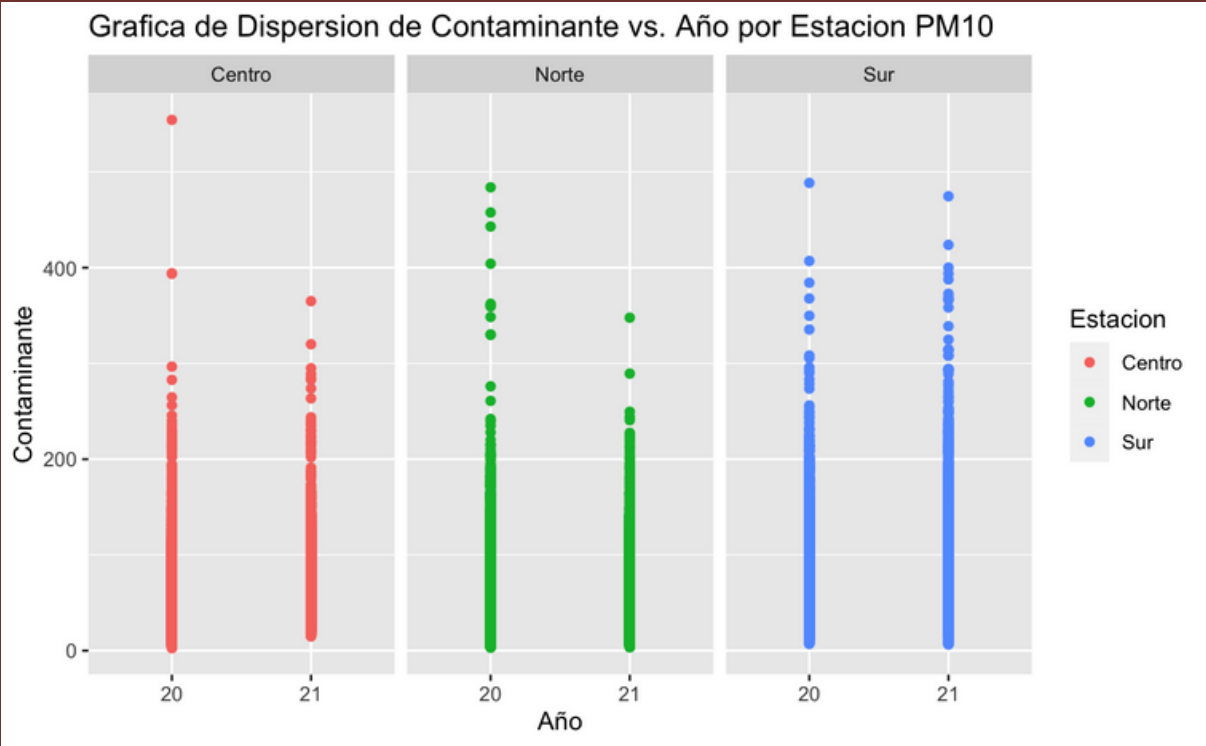
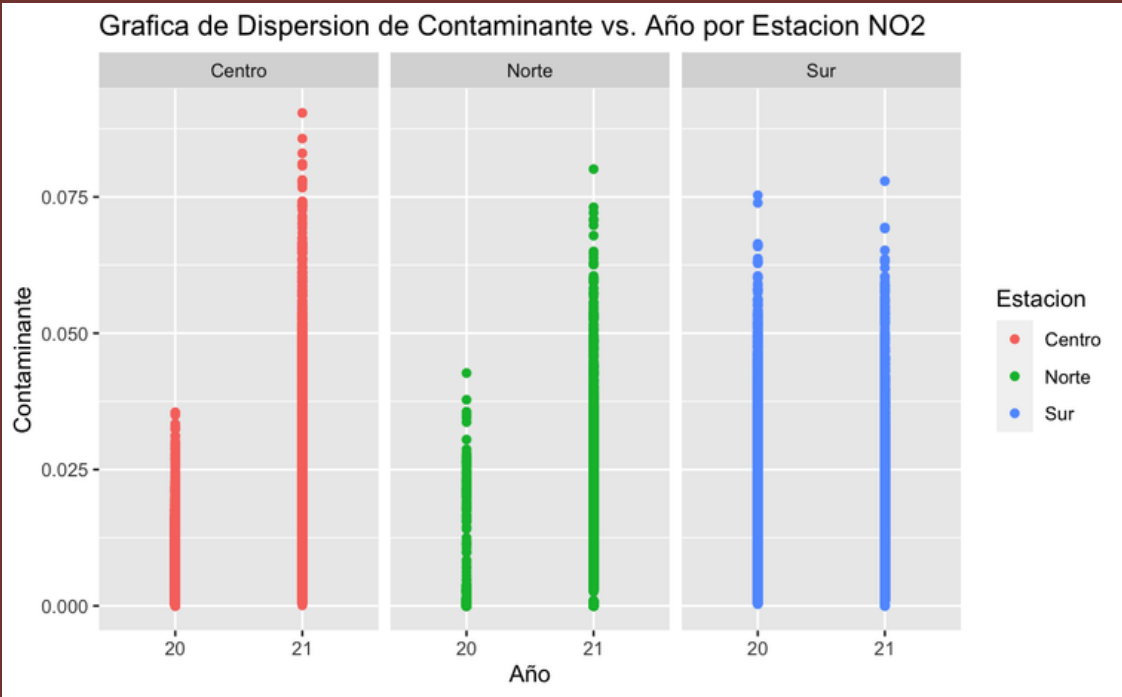
Pregunta2

¿Que tan grande fue la diferencia significativa entre los años por contaminante?

Pregunta3

¿Que causo esta diferencia significativa en la concentración de los contaminantes?

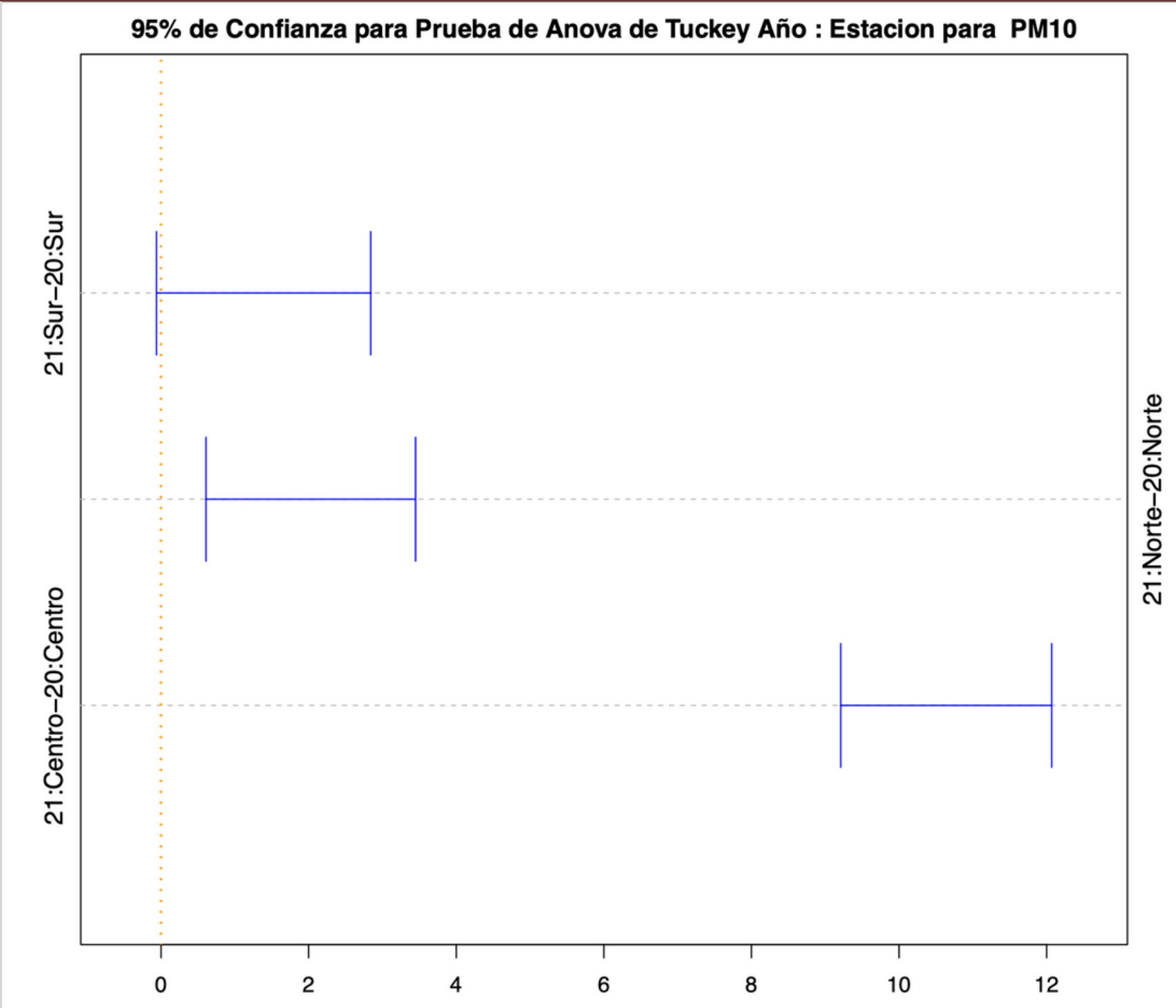
Grafica de Dispersion por Contaminante, Estacion y Año



¿HUBO UNA DIFERENCIA SIGNIFICATIVA EN LA CONCENTRACION DE LOS CONTAMINANTES ENTRE 2020 Y 2021?

- Esto lo lograremos mediante una prueba Tukey de Anova con un 95% de confianza.
- El propósito de esta prueba es ver si la media de la concentración del contaminante en el año 2020 es igual a la media concentración del contaminante en 2021.
- Proveer una explicación de lo que esta prueba implica nos permite entender mejor las diferencias potenciales entre los años y cómo estas diferencias pueden ser significativas o no. La prueba Tukey específicamente realiza comparaciones múltiples entre las medias de grupos para determinar cuáles difieren entre sí.
- Para facilitar su análisis, si un intervalo se encuentra a la izquierda de la línea punteada, entonces hay evidencia de que las concentraciones difieren significativamente entre los años para esa estación. Si el intervalo no se cruza con la línea punteada, las concentraciones entre los años para esa estación fueron iguales.

Prueba Tuckey de Anova para PM10



Analisis:

Estaciones para las cuales hay un 95% de certeza que las medias de las concentraciones fueron iguales:

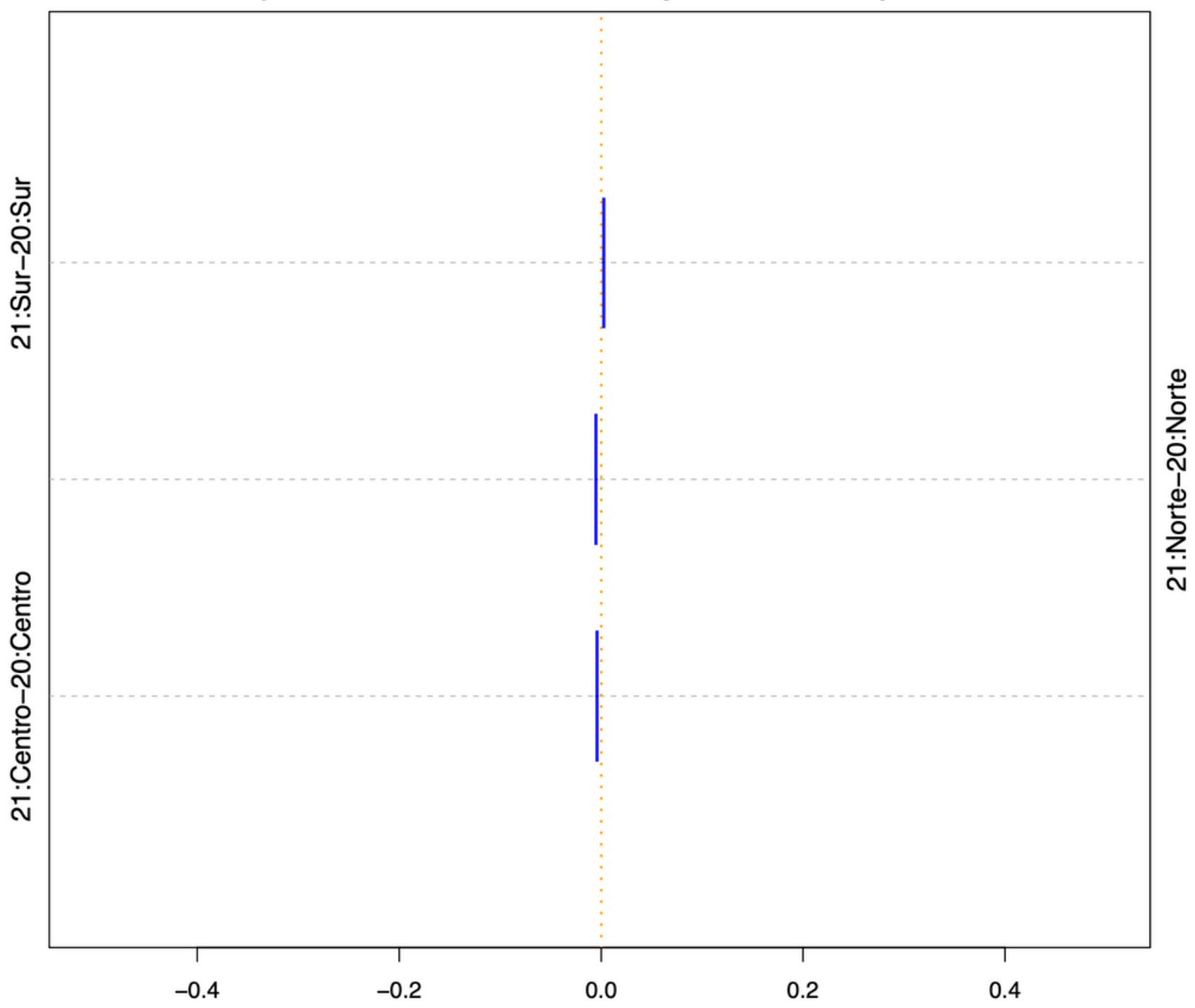
Estacion Norte 2 y Estacion Centro

Estaciones para las cuales hay un 95% de certeza que las medias de las concentraciones fueron diferentes:

Estacion Sureste3

Prueba Tuckey de Anova para O3

95% de Confianza para Prueba de Anova de Tuckey Año : Estacion para O3Concentracion



Analisis:

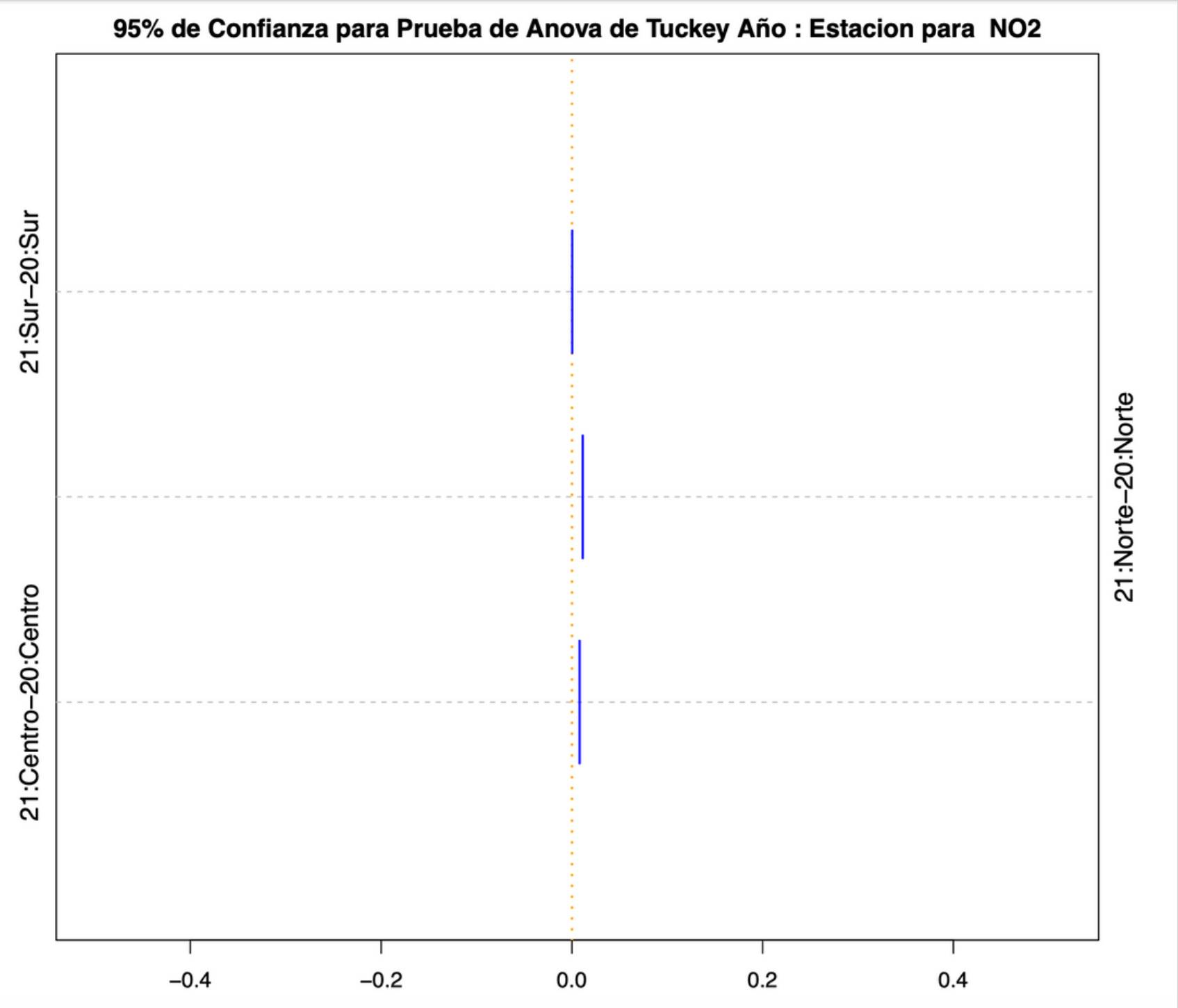
Estaciones para las cuales hay un 95% de certeza que las medias de las concentraciones fueron iguales:

Estacion Sureste3

Estaciones para las cuales hay un 95% de certeza que las medias de las concentraciones fueron diferentes:

Estacion Norte 2 y Estacion Centro

Prueba Tuckey de Anova para NO2

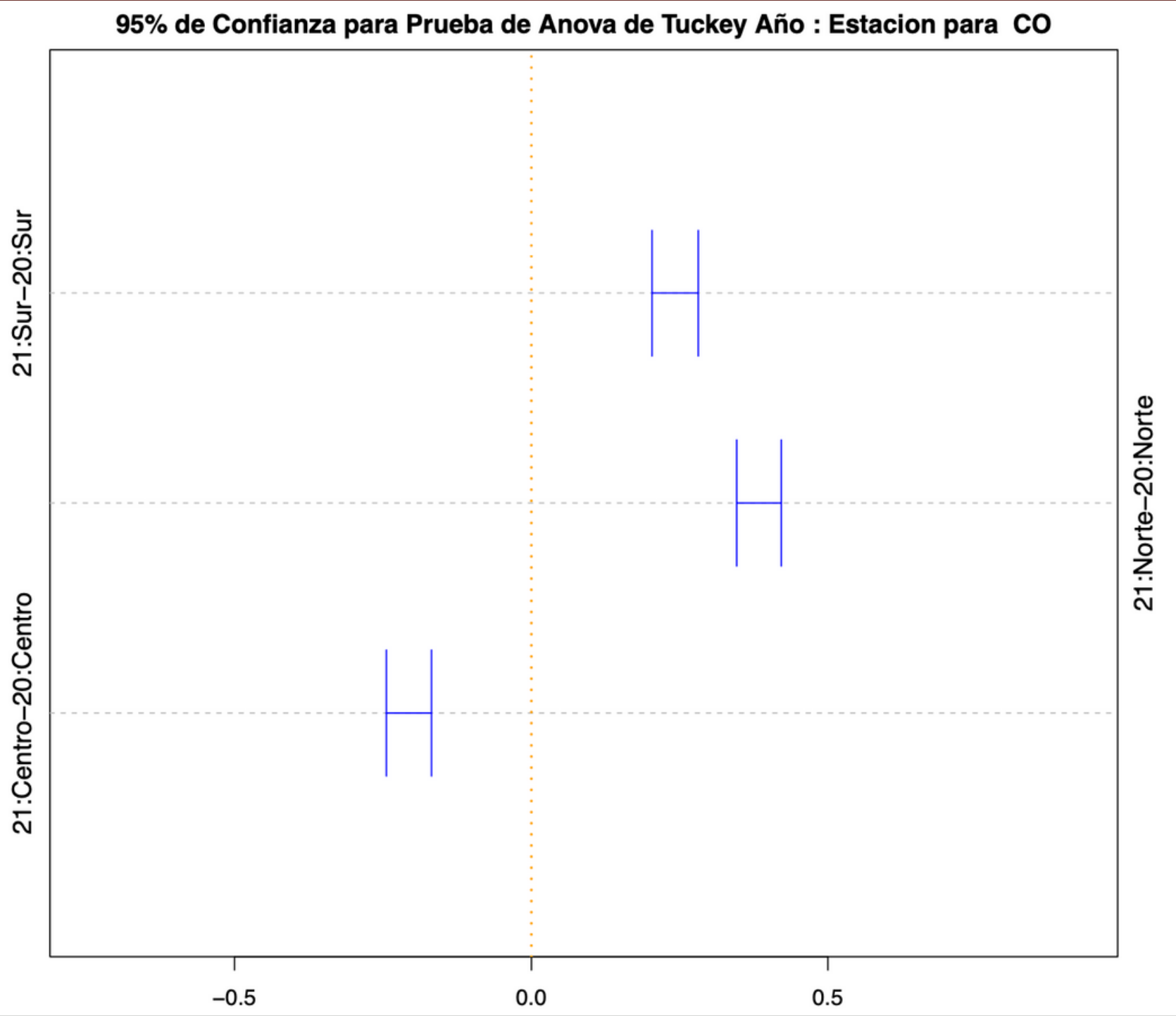


Analisis:

Estaciones para las cuales hay un 95% de certeza que las medias de las concentraciones fueron iguales:

Estacion Sureste3, Estacion Norte 2 y Estacion Centro

Prueba Tuckey de Anova para CO



Analisis:

Estaciones para las cuales hay un 95% de certeza que las medias de las concentraciones fueron iguales:

Estacion Sureste3 y Estacion Norte 2

Estaciones para las cuales hay un 95% de certeza que las medias de las concentraciones fueron diferentes:

Estacion Centro

RESUMEN DE RESULTADOS PRUEBA TUCKEY DE ANOVA

X = estacion donde hay un 95% de
confianza que hay una diferencia
significativa entre las
concentraciones de 2020 vs 2021

		PM10	CO	NO2	O3
Centro		X		X	
Noreste2		X	X	X	
Sureste3			X	X	X

¿PORQUE HUBO UNA DIFERENCIA SIGNIFICATIVA EN LAS CONCENTRACIONES MEDIDAS POR LAS ESTACIONES Y DE CUANTO LO FUE?

- Esto lo lograremos mediante una prueba de Intervalos de Confianza de Media del 95% de Confianza para cada Contaminante.
- El proposito de esta de esta prueba es ver si la concentracion de un contaminante fue mayor en 2020 o 2021 .
- Para facilitar su Analisis si Un intervalo se encuentra a la izquierda de la linea punteada las concentraciones en 2021 fue mayor a 2020. Si el Intervalo se encuentra a la derecha de la linea punteada la concentracion fue mayor en 2020 que 2021. Finalmente si el intervalo se encuentre en medio de la linea punteada amarilla las Concentraciones fueron iguales entre los años.

Intervalos de Confianza de Media con 95% de Confianza para CO

Intervalo de Confianza de Medias Para el Contaminante CO
2020 vs 2021

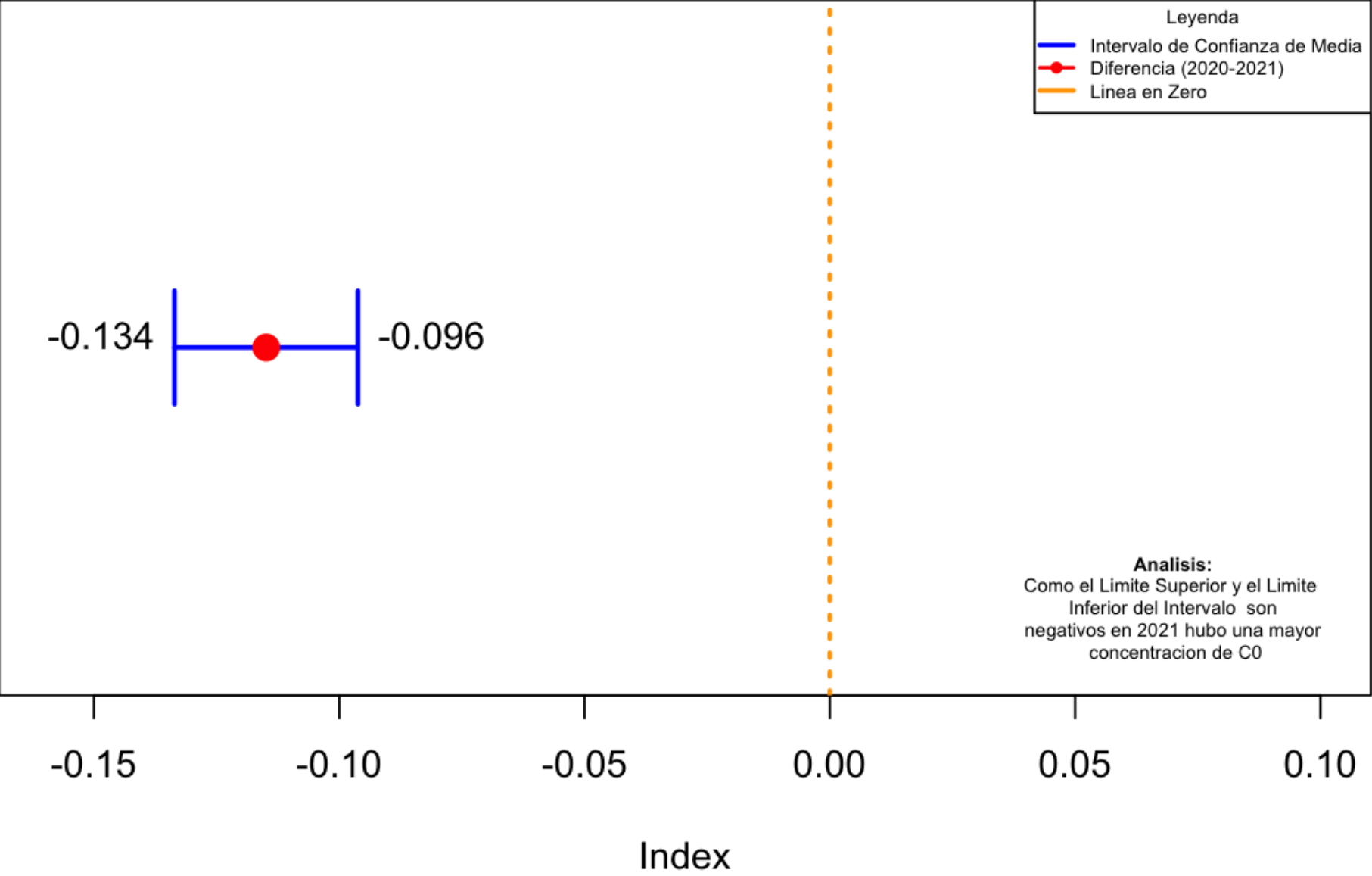


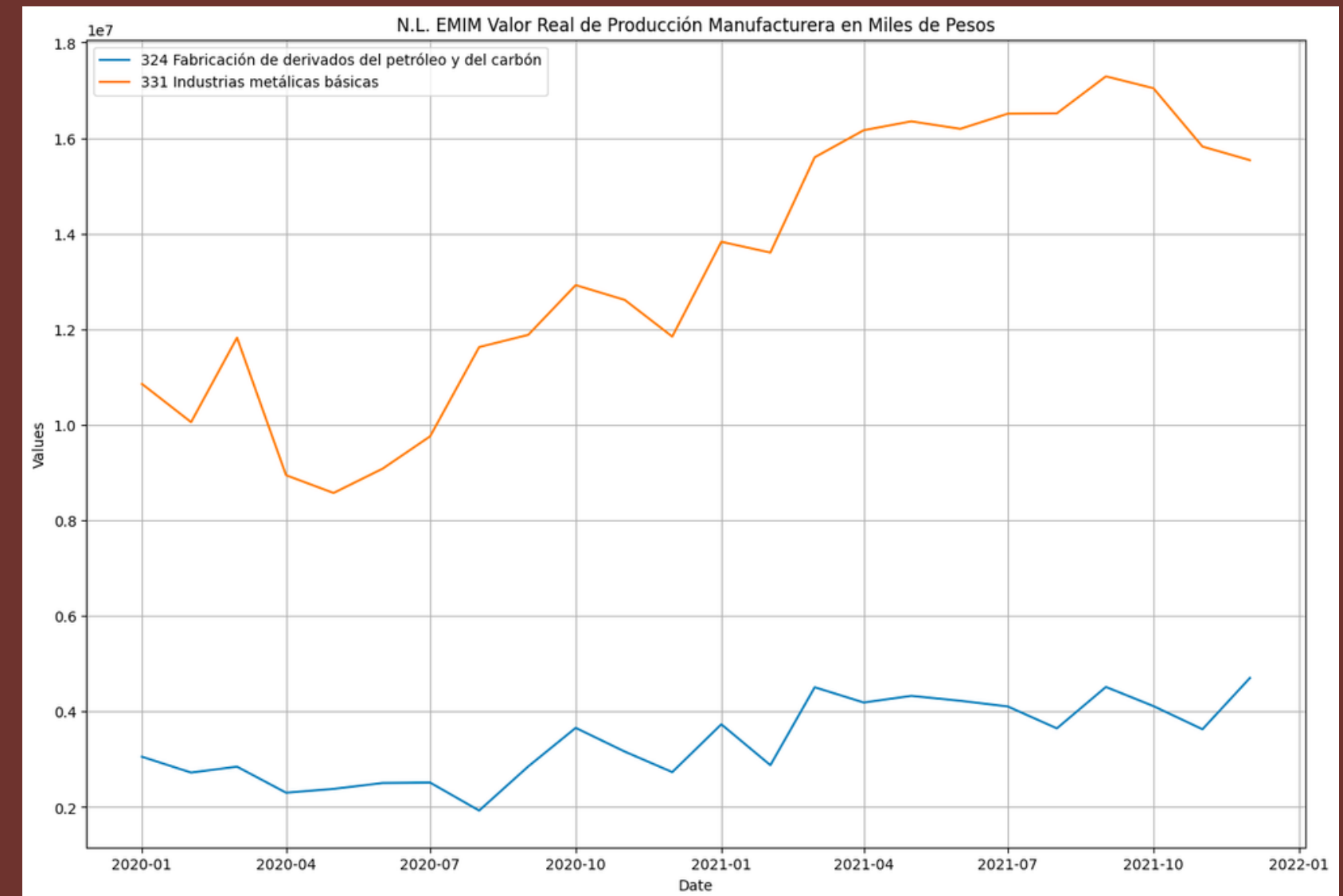
Tabla de Intervalos de Confianza de Medias por Estacion 2020 contra 2021

Estacion	Limite Inferior	Limite Superior	Concentra cion Mayor en
Centro	0.173	0.239	2020
Noreste2	-0.438	-0.36	2021
Sureste3	-0.26	-0.224	2021

¿PORQUE HUBO UNA MAYOR CONCENTRACION DE CO EN 2021?

QUE FACTORES INDUSTRIALES TIENEN IMPACTO EN LA CONCENTRACION DE CO?

- El CO se produce en el momento de la combustión de combustibles fósiles para la creación de energía. Según la revista WRI México la actividad que más aporta a la creación de CO es el tráfico vehicular. *(Cuatro Gráficos Que Explican Las Emisiones De Gases De Efecto Invernadero Por País Y Por Sector, 2021).*
- La revista PRTR comenta que las industrias que más CO generan son las Industrias Petroleras y las Industrias Metálicas (CO (Monóxido De Carbono), n.d.)
- También en 2021 hubo un incremento en el uso de automoviles despues de la Pandemia por lo que se quemo mas gasolina.



Intervalos de Confianza de Media con 95% de Confianza para NO2

Intervalo de Confianza de Medias Para el Contaminante NO2
2020 vs 2021

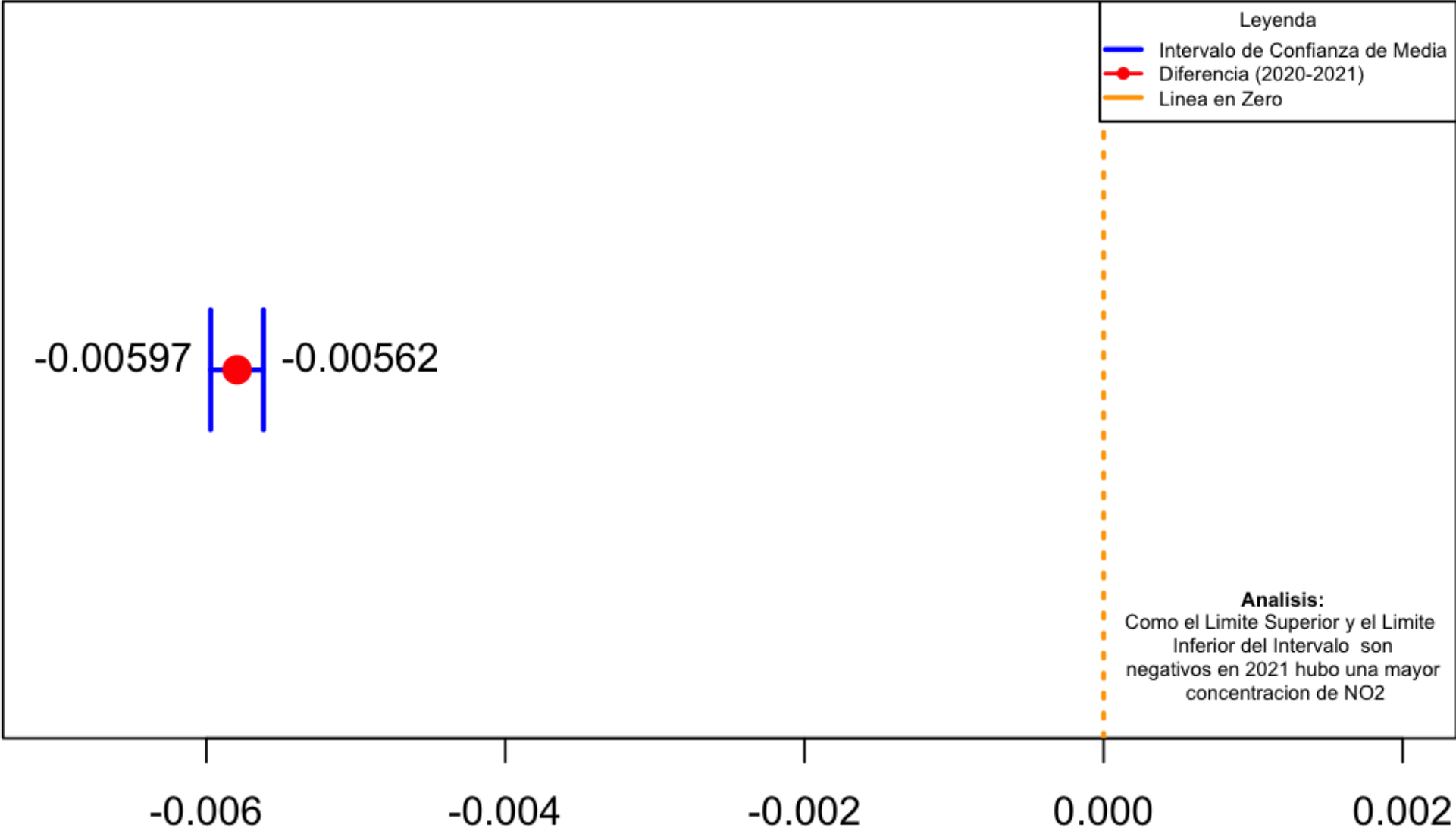


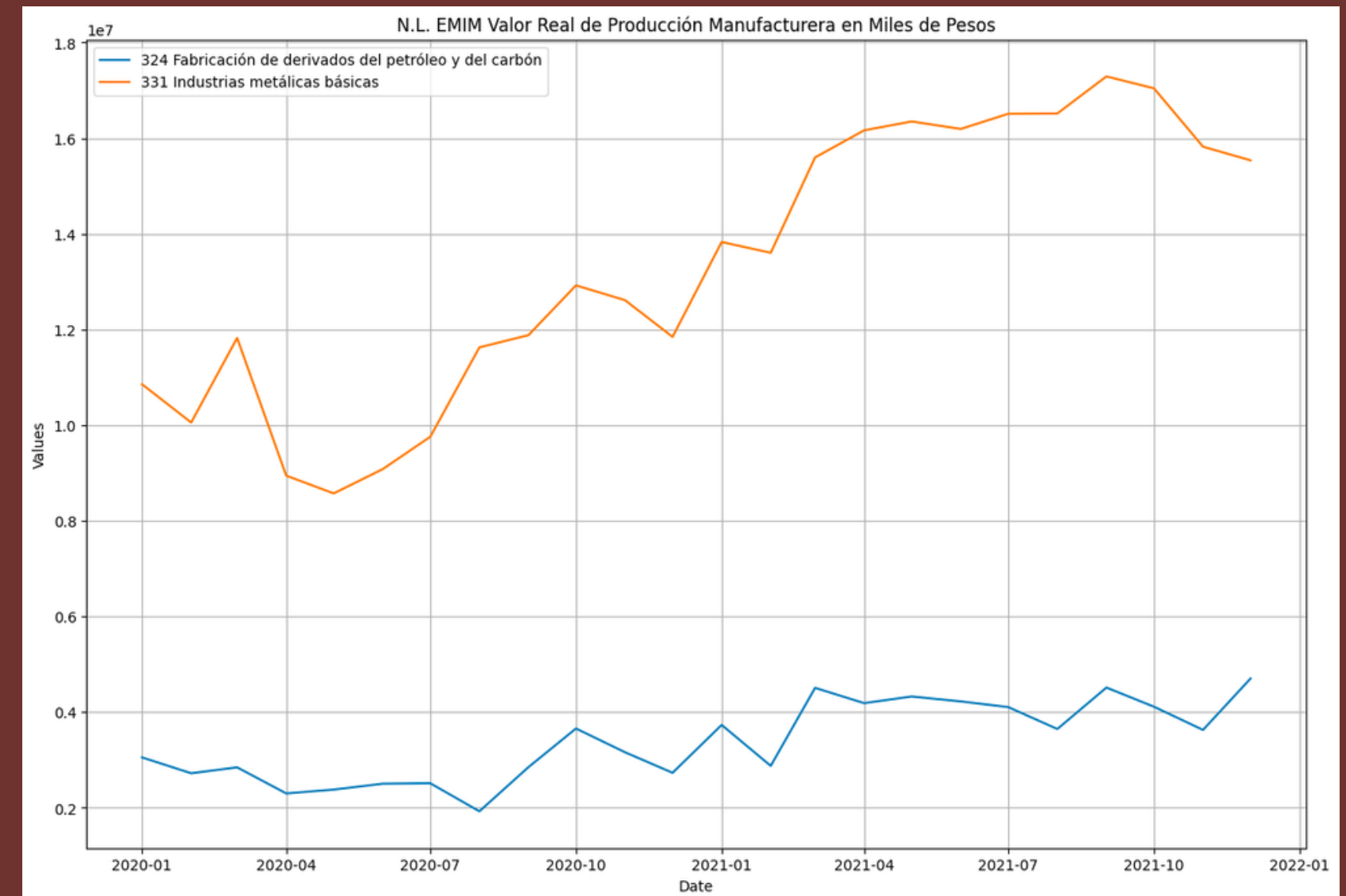
Tabla de Intervalos de Confianza de Medias por Estacion 2020 contra 2021

Estacion	Limite Inferior	Limite Superior	Concentra cion Mayor en
Centro	-0.0083	-0.0076	2021
Noreste2	-0.01159	-0.01105	2021
Sureste3	-0.00005	0.0001	=

¿PORQUE HUBO UNA MAYOR CONCENTRACION DE NO2 EN 2021?

QUE FACTORES INDUSTRIALES TIENEN IMPACTO EN LA CONCENTRACION DE NO2?

- Al igual que con CO la quema de combustibles fosiles y el transporte incrementa en la concentracion de NO2.



Intervalos de Confianza de Media con 95% de Confianza para PM10

Intervalo de Confianza de Medias Para el Contaminante PM10
2020 vs 2021

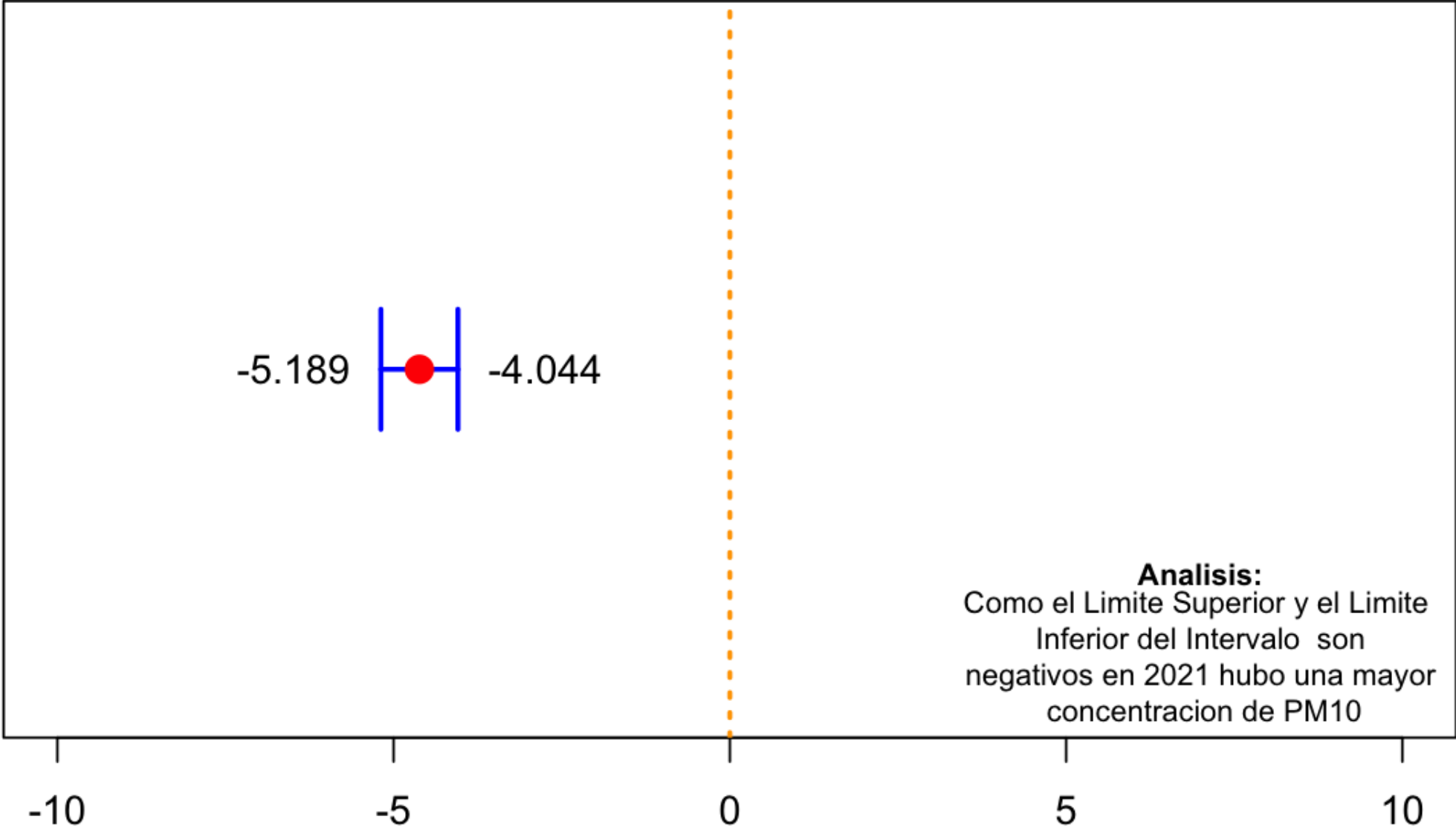


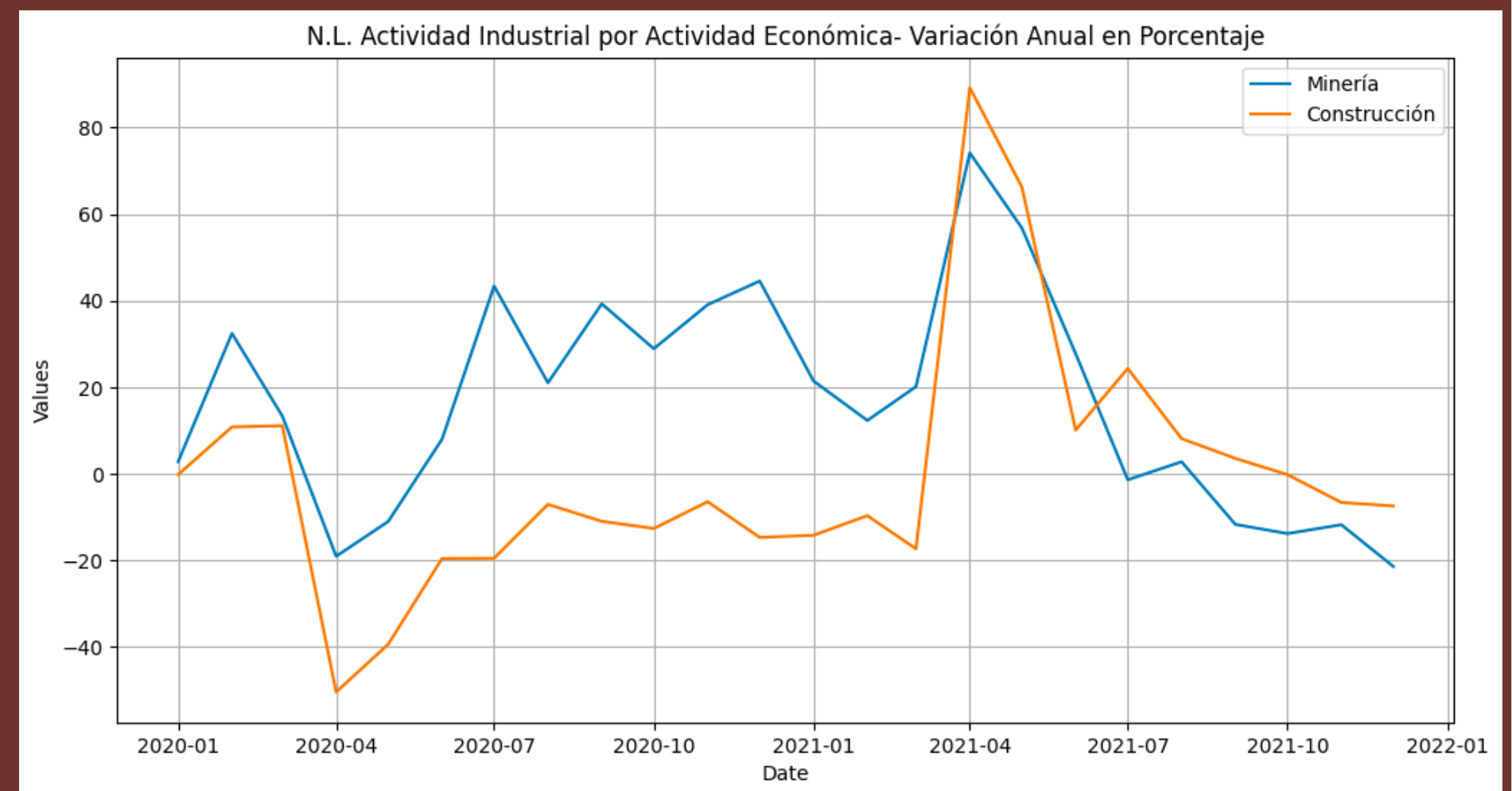
Tabla de Intervalos de Confianza de Medias por Estacion 2020 contra 2021

Estacion	Limite Inferior	Limite Superior	Concentra cion Mayor en
Centro	-11.572	-9.707	2021
Noreste2	-2.951	-1.109	2021
Sureste3	-2.486	-0.294	2021

¿PORQUE HUBO UNA MAYOR CONCENTRACION DE PM10 EN 2021?

QUE FACTORES INDUSTRIALES TIENEN IMPACTO EN LA CONCENTRACION DE CO?

- Las partículas de PM10 se generan en gran medida en la industria por partículas generadas por la construcción y por la minería.



Intervalos de Confianza de Media con 95% de Confianza para O3

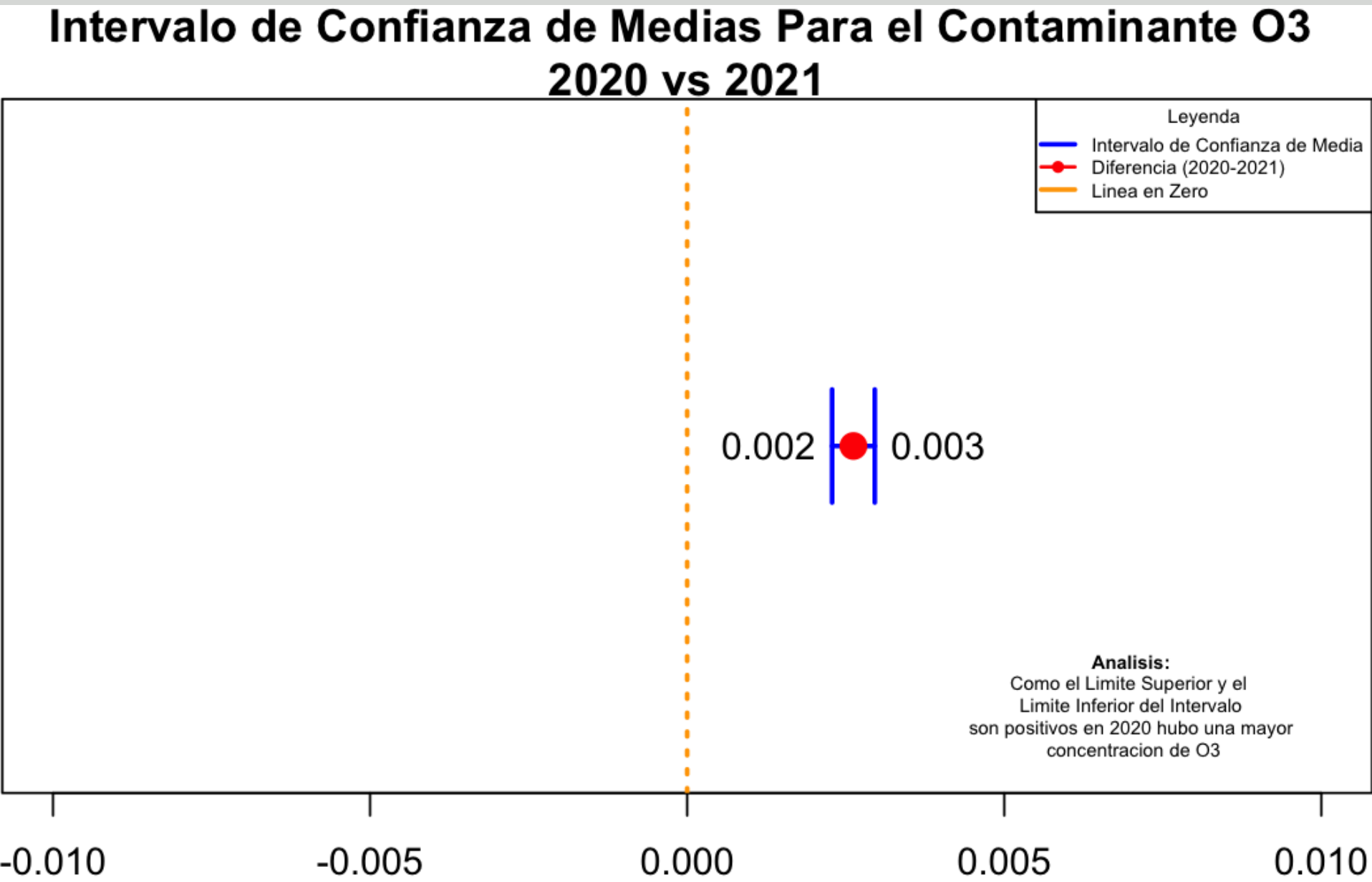


Tabla de Intervalos de Confianza de Medias por Estacion 2020 contra 2021

Estacion	Limite Inferior	Limite Superior	Concentra cion Mayor en
Centro	0.004	0.005	2020
Noreste2	0.005	0.006	2020
Sureste3	-0.003	-0.002	2021

¿QUE PASO CON EL OZONO EN 2020?



INFORME TECNICO DE LOS PRECURSORES DEL OZONO MAS PRESENTES EN MTY



Mayo
2015

Evaluación de Compuestos
Orgánicos Volátiles en el Área
Metropolitana de Monterrey



Coordinación General de Contaminación y
Salud Ambiental

Periférico Sur, No. 5000, Col. Insurgentes Cuicuilco, Del.
Coyoacán, México, D.F., C.P. 04530. Tel. +52 (55)
54246400. Fax. +52 (55) 54246404. www.inecc.gob.mx

Tabla de los Precursores del Ozono mas comunes en las Estaciones Utilizadas

Tabla 3. Los diez compuestos comunes a los tres sitios que más contribuyen a la FPO total. Se indica la contribución individual de cada compuesto en cada sitio a la FPO.

Santa Catarina		San Nicolás		San Bernabé	
etanol (alcohol etílico):	233.5 ppbV O₃	etanol (alcohol etílico):	52.46 ppbV O₃	etanol (alcohol etílico):	51.07 ppbV O₃
tolueno:	101.00 ppbV O₃	tolueno:	104.16 ppbV O₃	tolueno:	38.98 ppbV O₃
propileno:	82.00 ppbV O₃	propileno:	46.52 ppbV O₃	propileno:	32.61 ppbV O₃
1,2,4-trimetilbenceno:	79.52 ppbV O₃	1,2,4-trimetilbenceno:	87.73 ppbV O₃	1,2,4-trimetilbenceno:	118.38 ppbV O₃
<i>o</i> -xileno:	79.44 ppbV O₃	<i>o</i> -xileno:	53.19 ppbV O₃	<i>o</i> -xileno:	50.84 ppbV O₃
<i>m</i> -xileno:	78.37 ppbV O₃	<i>m</i> -xileno:	52.46 ppbV O₃	<i>m</i> -xileno:	62.27 ppbV O₃
<i>p</i> -xileno:	71.83 ppbV O₃	<i>p</i> -xileno:	55.37 ppbV O₃	<i>p</i> -xileno:	53.70 ppbV O₃
4-metil-2-pentanona (metil isobutil cetona):	59.18 ppbV O₃	4-metil-2-pentanona (metil isobutil cetona):	53.12 ppbV O₃	4-metil-2-pentanona (metil isobutil cetona):	46.46 ppbV O₃
1,3,5-trimetilbenceno (mesitileno):	50.94 ppbV O₃	1,3,5-trimetilbenceno (mesitileno):	65.18 ppbV O₃	1,3,5-trimetilbenceno (mesitileno):	94.02 ppbV O₃
n-hexano:	50.28 ppbV O₃	n-hexano:	78.06 ppbV O₃	n-hexano:	71.36 ppbV O₃

¿COMO ESTUVO PRESENTE EL ETANOL EN 2020?



3. Composición / Información sobre los ingredientes

Ingrediente(s)	# CAS	Porcentaje
Etanol	64-17-5	40 - 60
Butano	106-97-8	1 - 5
Propano	74-98-6	1 - 5
Alquilo (50% C14, 40% C12, 10% C16) dimetil bencil amonio sacarinato	No se aplica	0 - 0.1

Como se puede ver en el estudio del INECC previamente mencionado el ethanol ya era de los precursores del ozono mas presentes antes de la pandemia. El uso a gran escala de usar desinfectantes en aerosol que estaban compuestos de 50%-70% en aerosol pudo haber causado el incremento en concentracion del contaminante en 2020.

MODELOS DE REGRESION LOGISTICA PARA CLASIFICAR EL INDICE DE CALIDAD DE AIRE Y SALUD DE O3 UTILIZANDO LAS VARIABLES METEROLOGICAS 2020 VS 2021

- El proposito de estos modelos es ver como las variables meterologicas impactaron la clasificacion del indice de calidad de aire y salud para el Ozono.

Año 2020

```
Coefficients:
(Intercept)          PRS          RH          SR          TOUT          WSR          WDR
2      4.792634 -0.01153557 -0.04447838 -0.1986845 0.1088022 0.09700283 -0.004790449
3     17.447508 -0.03738808 -0.05544725 -1.7216879 0.2670784 0.03169910 -0.010733776
```

Año 2021

```
Coefficients:
(Intercept)          PRS          RH          SR          TOUT          WSR          WDR
2     -7.082130 0.006137756 -0.04822663 2.904467 0.07008665 0.01461195 -0.004860281
3      6.148726 -0.024837003 -0.02497572 3.686489 0.23219355 -0.04726438 -0.001101421
```


¿Cómo interpretar estos coeficientes?

El modelo proporciona coeficientes para las categorías 2 y 3, utilizando la categoría 1 (bueno) como referencia. Para interpretar los coeficientes por ejemplo en la variable PRS por cada aumento de una unidad en PRS, las probabilidades logarítmicas de que la concentración de O3 sea "regular" en lugar de "buena" disminuyen en 0.0115, manteniendo constantes todas las demás variables.

Año 2020

```
Coefficients:
(Intercept)          PRS          RH          SR          TOUT          WSR          WDR
2    4.792634 -0.01153557 -0.04447838 -0.1986845 0.1088022 0.09700283 -0.004790449
3   17.447508 -0.03738808 -0.05544725 -1.7216879 0.2670784 0.03169910 -0.010733776
```

Año 2021

```
Coefficients:
(Intercept)          PRS          RH          SR          TOUT          WSR          WDR
2   -7.082130  0.006137756 -0.04822663  2.904467 0.07008665  0.01461195 -0.004860281
3    6.148726 -0.024837003 -0.02497572  3.686489 0.23219355 -0.04726438 -0.001101421
```

Pruebas de Hipótesis y Contribución de Predictores

Hipótesis nula (H_0): La variable no tiene efecto sobre la variable dependiente.

Hipótesis alternativa (H_1): La variable tiene un efecto sobre la variable dependiente.

Año 2020

Analysis of Deviance Table (Type II tests)

Response: O3Concentracion

	LR	Chisq	Df	Pr(>Chisq)	
PRS	16.76	2		0.0002291	***
RH	510.14	2	<	0.000000000000000022	***
SR	13.65	2		0.0010889	**
TOUT	493.53	2	<	0.000000000000000022	***
WSR	169.40	2	<	0.000000000000000022	***
WDR	138.06	2	<	0.000000000000000022	***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Año 2021

Analysis of Deviance Table (Type II tests)

Response: O3Concentracion

	LR	Chisq	Df	Pr(>Chisq)	
PRS	9.95	2		0.006926	**
RH	538.31	2	<	0.000000000000000022	***
SR	661.05	2	<	0.000000000000000022	***
TOUT	157.04	2	<	0.000000000000000022	***
WSR	5.56	2		0.062006	.
WDR	103.88	2	<	0.000000000000000022	***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

RESUMEN DE RESULTADOS PRUEBA INTERVALOS DE CONFIANZA DE MEDIAS

- 2021= La concentracion fue mayor en 2021
- 2020= la concentracion fue mayor en 2020
- x = la concentracion fue igual en 2020 y 2021

	PM10	CO	NO2	O3
Año	2021	2021	2021	2020
Centro	2021	2020	2021	2020
Noreste2	2021	2021	2021	2020
Sureste3	2021	2021	X	2021

Conclusiones

- **Hubo una diferencia significativa en la concentración de los contaminantes entre 2020 y 2021?**
 - Si hubo una diferencia significativa entre las concentraciones de contaminantes entre 2020 y 2021.
- **Que tan grande fue la diferencia significativa entre los años por contaminante?**
 - El 2021 tuvo una mayor concentración de los Contaminantes PM10, NO2 , y CO.
 - Hubo una mayor concentración de O3 en 2020.
- **Que causo esta diferencia significativa en la concentración de los contaminantes?**
 - En este estudio nos dimos cuenta como diferentes industrias impactan la concentración de los contaminantes como lo fue en 2021 donde la economía se reactivo despues de la pandemia y el incremento en industrio hizo que la concentración incrementara.
 - En el caso del O3 descubrimos como una actividad pequeña como el uso del aerosol desinfectante aplicado a una gran escala puede tener un impacto en la calidad del aire.

Referencias

- *CO (Monóxido de carbono)*. (n.d.). PRTR España. Retrieved October 12, 2023, from <https://prtr-es.es/CO-Monoxido-de-carbono,15589,11,2007.html>
- *Cuatro gráficos que explican las emisiones de gases de efecto invernadero por país y por sector*. (2021, September 2). WRI Mexico. Retrieved October 12, 2023, from <https://wrimexico.org/blog/cuatro-gr%C3%A1ficos-que-explican-las-emisiones-de-gases-de-efecto-invernadero-por-pa%C3%ADs-y-por>
- *DATA NUEVO LEÓN | N.L. Actividad Industrial por Actividad Económica- Variación Anual*. (n.d.). DATA NUEVO LEÓN. Retrieved October 12, 2023, from <http://datos.nl.gob.mx/n-l-actividad-industrial-por-actividad-economica-variacion-anual/>
- *DATA NUEVO LEÓN | N.L. EMIM Valor Real de Producción Manufacturera*. (n.d.). DATA NUEVO LEÓN. Retrieved October 12, 2023, from <http://datos.nl.gob.mx/1287-2/>
- *Ozono troposférico • Ecologistas en Acción*. (2013, December 1). Ecologistas en Acción. Retrieved October 12, 2023, from <https://www.ecologistasenaccion.org/27108/ozono-troposferico/>