



Mediciones de partículas de carbono negro en Valparaíso cerca de la zona de puerto: 2014-2015

Dra. Ana María Cordova L.

Departamento de Meteorología – Universidad de Valparaíso



Grupo VAMPIRE

- G.B. Raga and C. Ochoa
- ¹Centro de Ciencias de la Atmósfera, Universidad Nacional Autónoma de México, Mexico
 - J. Marín, J. Arévalo, A. M. Córdova and D. Pozo
- Departamento de Meteorología, Universidad de Valparaíso, Chile;
 - R. Fraile, A. Castro, A. Calvo
 - Universidad de Leon, Leon, Spain
- D. Baumgardner
- Droplet Measurement technologies, Boulder, USA

Chile y su Sistema Marítimo - Portuario

• Macro zona Norte

- 34% de la carga son minerales metálicos y cobre.
- 10% de la carga es de tránsito.

• Macro zona Centro

- 35% de la carga de comercio exterior del país.
- 71% de la carga es de importación Concentra las importaciones de bienes de consumo del país.
- 53% del total movilizado es carga general y refrigerada

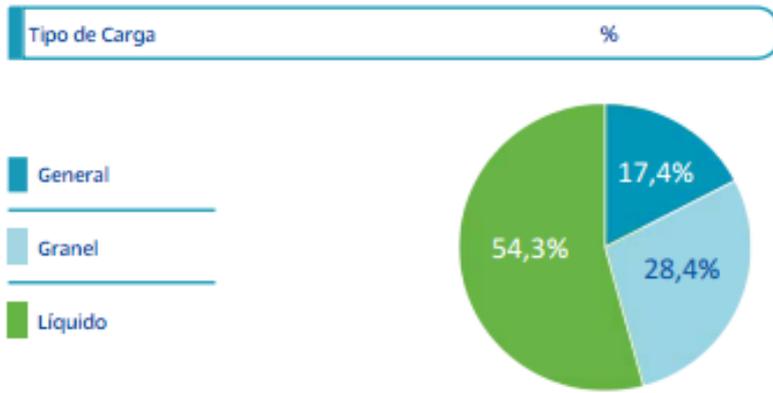
• Macro zona Centro Sur

- Moviliza el 21% de la carga de comercio exterior del país.
- 70% de la carga es del sector forestal.
- 52% del total movilizado es carga general y refrigerada por el uso de contenedores en la celulosa

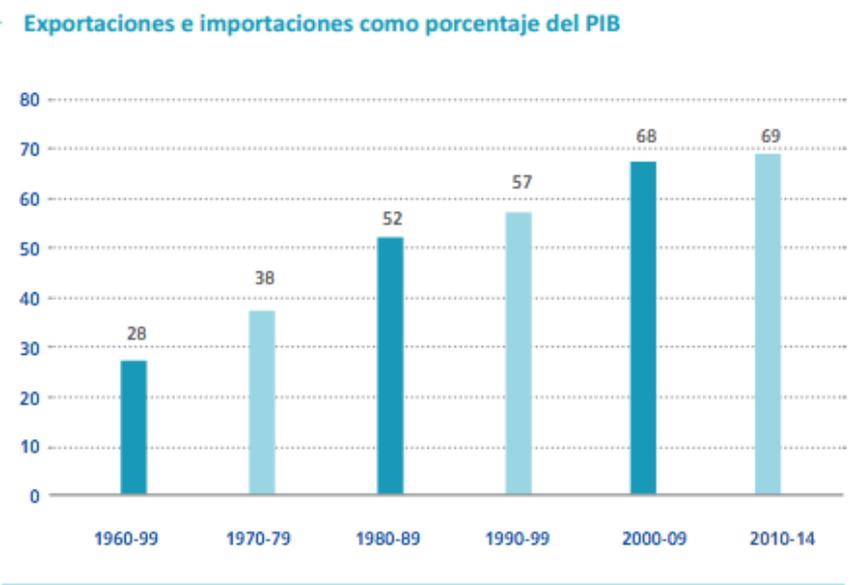
• Macro zona Sur Austral

- Alta incidencia del cabotaje: 64% de lo movilizado.





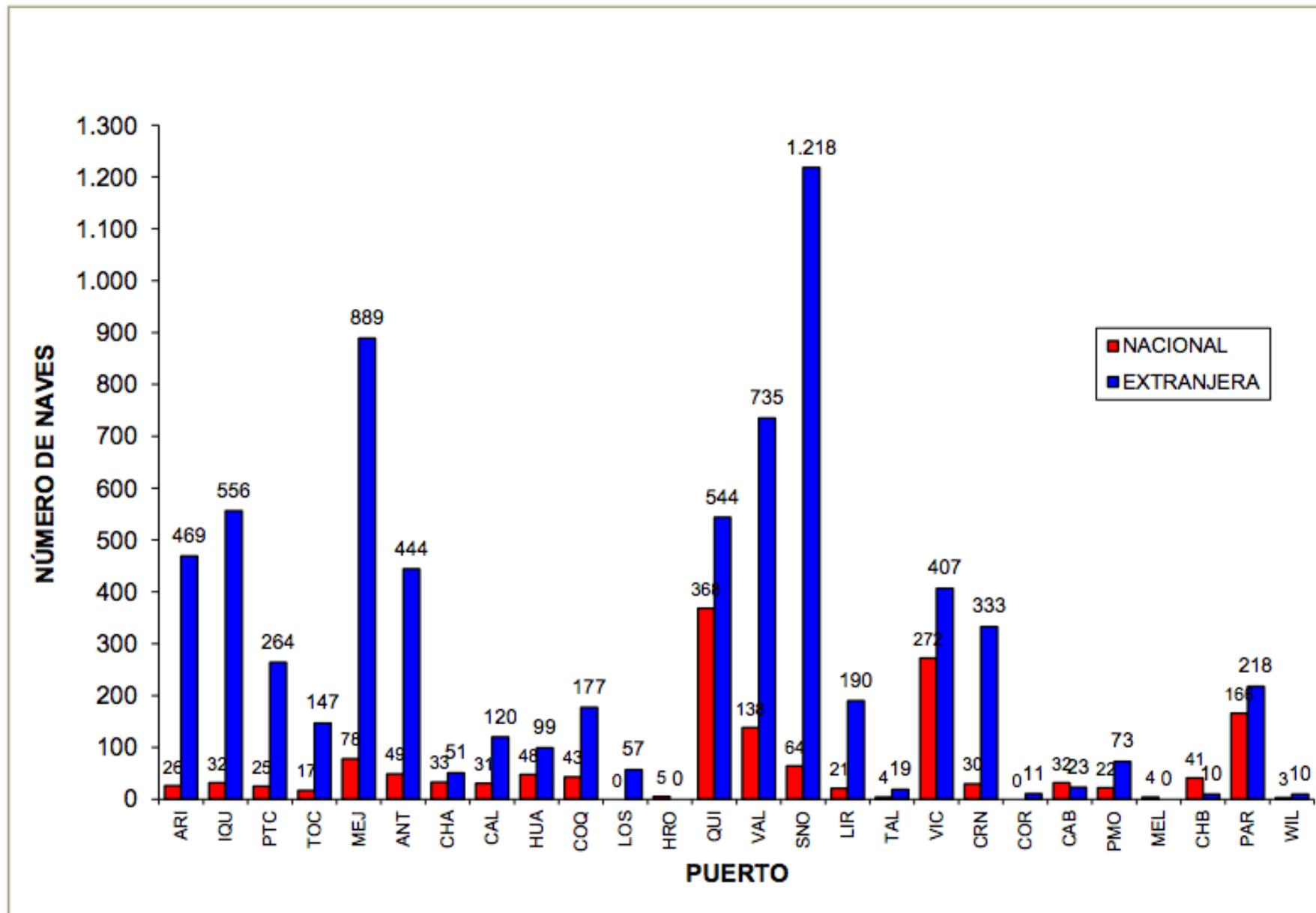
fuente: Elaboración propia a partir de datos de la DIRECTEMAR



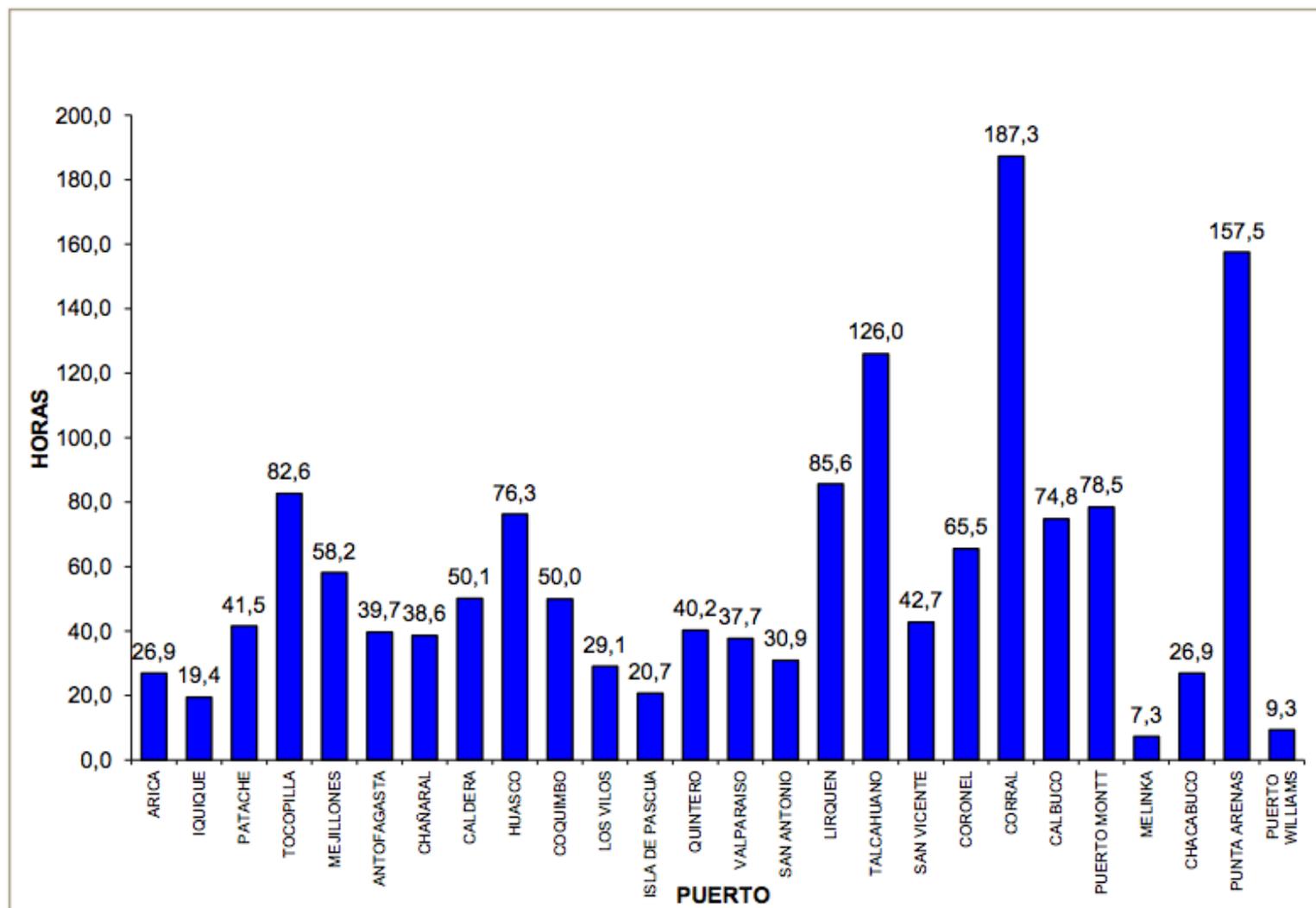
Fuente: WDI, 2014



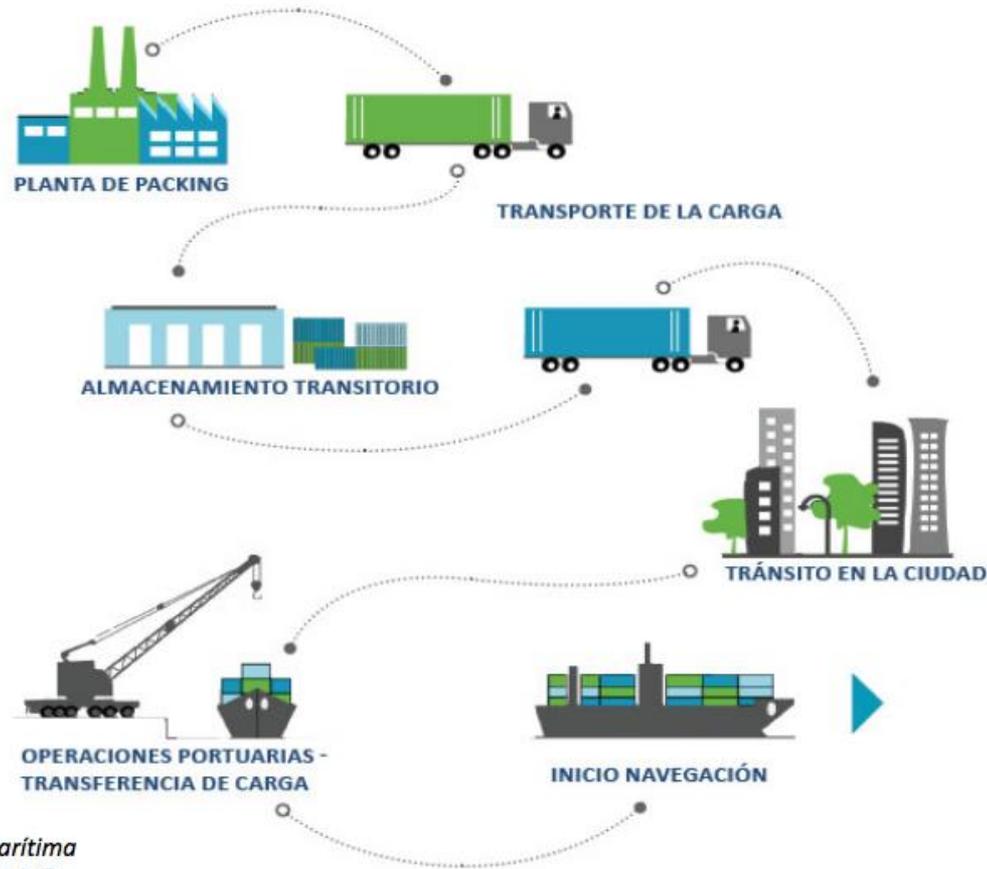
Gráfico 6: Número de recaladas de naves a puertos nacionales por bandera.
Año 2013



**Gráfico 11: Tiempo promedio de permanencia en horas de naves atracadas por puerto.
Año 2013**



Actividad Portuaria: Fuentes de emisión de contaminantes



Fuente: Cámara Marítima y Portuaria de Chile A.G.

Antecedentes en el mundo

- Europa: gran contribución de emisiones de barcos a la emisión global (*Eyring et al. 2010*) y emisión regional (*Marmer and Langmann, 2005; Vestreng et al. 2007; Lucialli et al. 2007*).
- Impacto de las emisiones de barcos en la calidad de aire de zonas costeras del mediterraneo (*Viana et al., 2014*).
- Gran cantidad de contaminantes en el puerto de Corea (*Song and Shon, 2014 y Shon 2015*)
- En los sitios ubicados cerca del puerto de la ciudad de Los Angeles , las concentraciones promedio de los niveles de n-alcanos y PAHs fueron, aproximadamente 3 y 5 veces mayor que los niveles en sitio ubicado menos próximos del puerto (*Arhami et al., 2009*)

Valparaíso Atmospheric Measurements of Pollution and its Impact on the Regional Environment (VAMPIRE)

- ✓ Evaluar las propiedades físicas, ópticas y químicas de las partículas de aerosoles en la ciudad de Valparaíso.
- ✓ Identificar las fuentes de las partículas, especialmente la concentración de CN, BC y PM_{2,5}
- ✓ Analizar las relaciones entre las propiedades de las partículas relacionadas a las condiciones meteorológicas

Carbono negro (black carbon)

- Es un aerosol o material particulado, que se produce en la combustión incompleta e ineficiente de combustibles fósiles, biocombustibles y biomasa.
- Es un componente del PM 2.5
- Absorbe radiación. Se estima que la contribución al calentamiento de 1 gramo de BC para un período de 100 años es de 100 a 2000 veces mayor que la de 1 gramo de CO₂.
- Reduce el albedo al depositarse sobre la nieve o superficies cubiertas de hielo.
- Actúa como núcleo de condensación de nubes
- Su vida media en la atmósfera es corta, días o semanas, por lo tanto la reducción de emisiones tiene un beneficio inmediato para el clima y la salud.

Agosto: 25 Julio - 25 Agosto 2014

Diciembre: 1 - 31 Diciembre 2014

Enero: 1 - 30 Enero 2015

Marzo: 1 - 28 Marzo 2015.



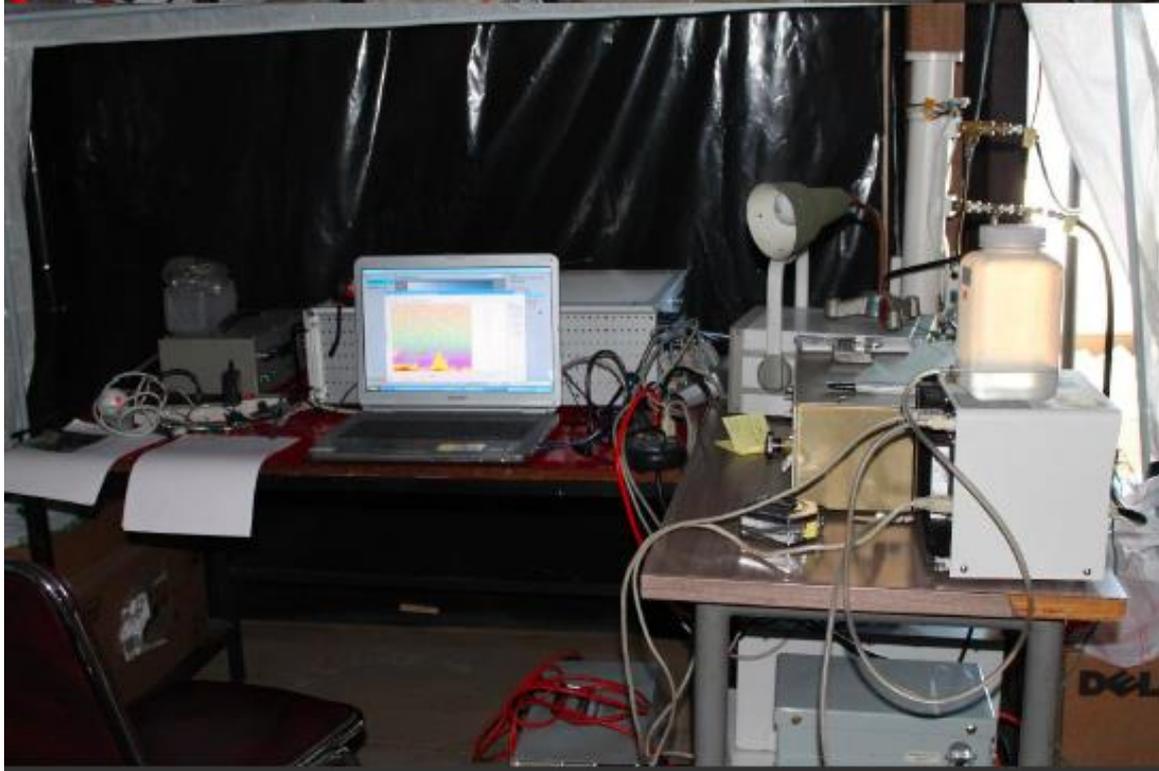


Tabla 223. Emisiones anuales en puerto Valparaíso (T/año)

OPERACION	MP	NOx	SO ₂	CO	HC	CO ₂
Auxiliares	10,26	415,72	307,68	32,93	2,62	27.230,59
Maniobras	7,82	276,56	233,59	121,38	25,08	20.625,73
Bajo crucero	21,52	823,68	785,04	203,11	29,55	58.751,26
Total	39,6	1.515,9	1.326,3	357,4	57,3	106.607,6

Instrumentación

Parameter	Sensor
T, RH, P, Winds, Solar/UV	Davis Weather Station
CN number concentration	TSI Model 3010
Particle-bound PAH	Ecochem PAS-1000
Scattering Coefficient (550 nm)	Radiance Research Nephelometer
Scattering Coefficient (870 nm)	DMT Photoacoustic Extinctionmeter (PAX)
Absorption Coefficient (550 nm)	Radiance Research PSAP
Absorption Coefficient (870 nm)	DMT Photoacoustic Extinctionmeter (PAX)
Effective Black Carbon (550 nm)	Radiance Research PSAP
Effective Black Carbon(870 nm)	DMT Photoacoustic Extinctionmeter (PAX)
Particle Size Distribution (0.1-10 μm)	Passive Cavity Aerosol Spectrometer (PCASP)
Particle Size Distribution (0.3-25 μm)	LASAir-300
Optical Depth, 8 wavelengths	CIMEL Photometer
Vertical profile particle light backscatter	Vaisala CL-31 Ceilometer



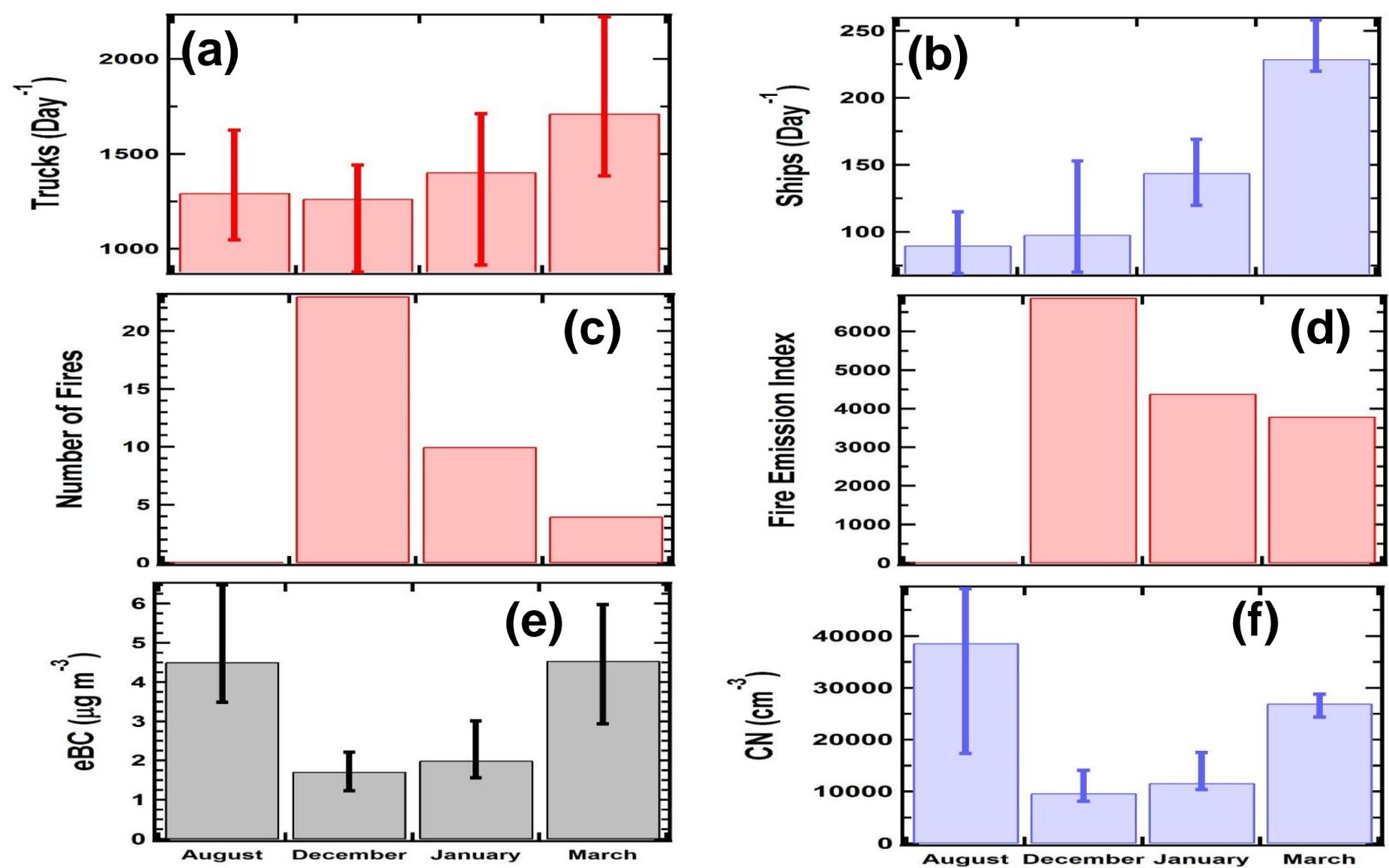


Figure 9 The seasonal variation in a) daily truck traffic at the port facility, b) ship traffic in the harbor, c) number of forest fires, d) fire emission index, e) median daily maximum eBC and f) median maximum CN. The vertical bars extend from the 25th to 75th quartiles.

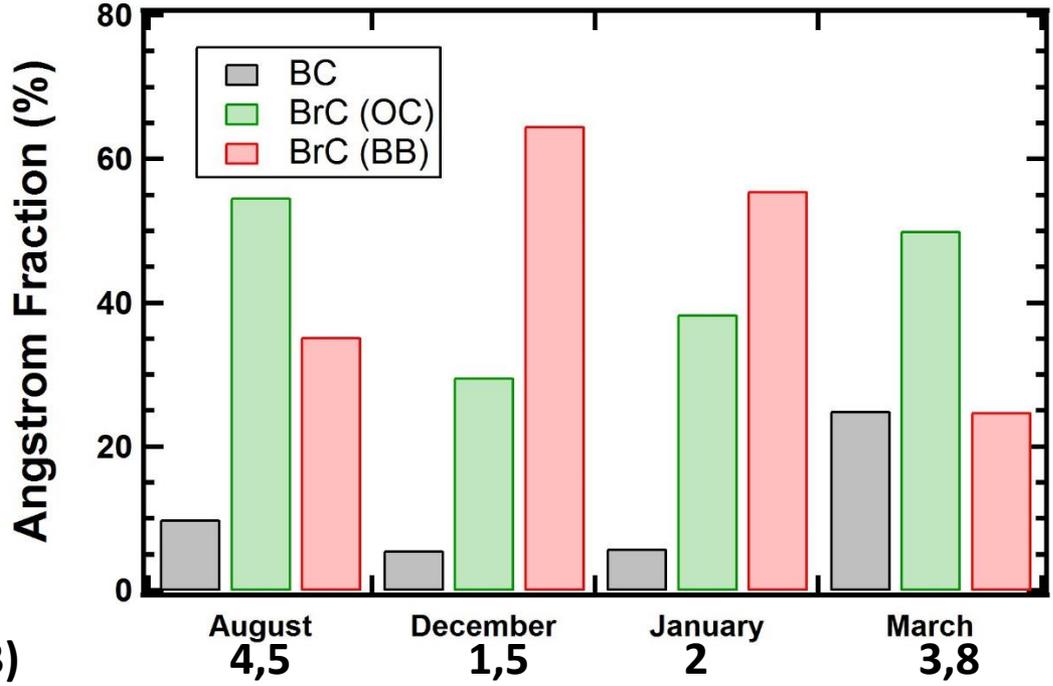
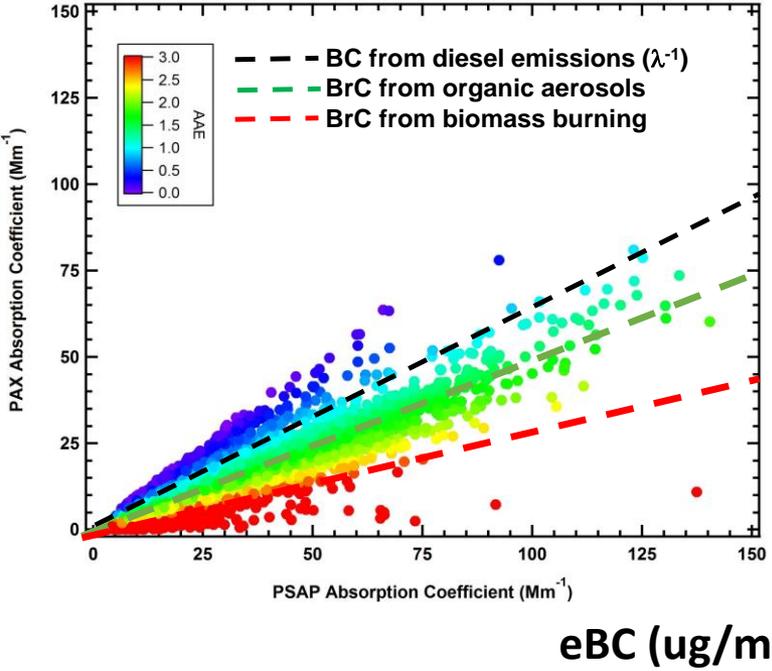
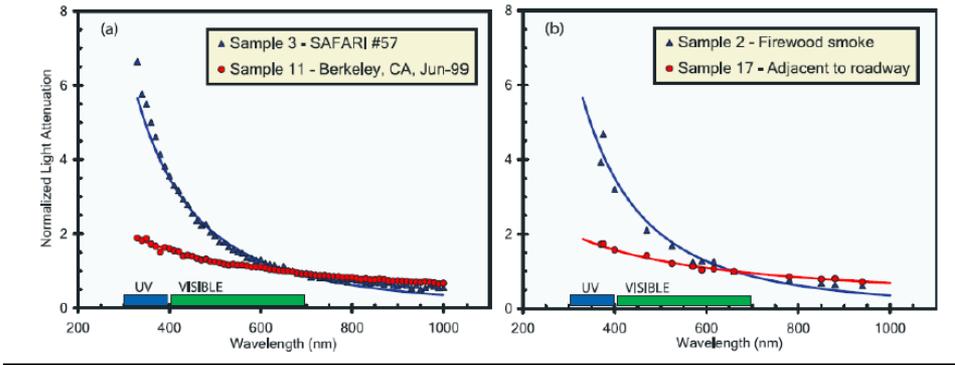
Concentración de BC

Lugar	BC (ug/m3)
Hamburgo	1,97
Florida	0,4
Beijing	8,7-10
Los Angeles	2,7
Santiago	30
Ciudad de México	2,3 – 3,1
Valparaíso	1,5-4,5

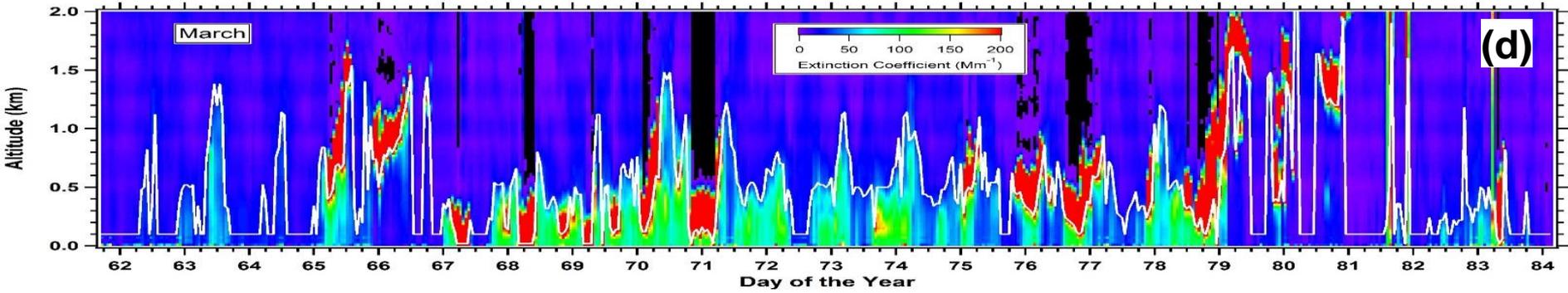
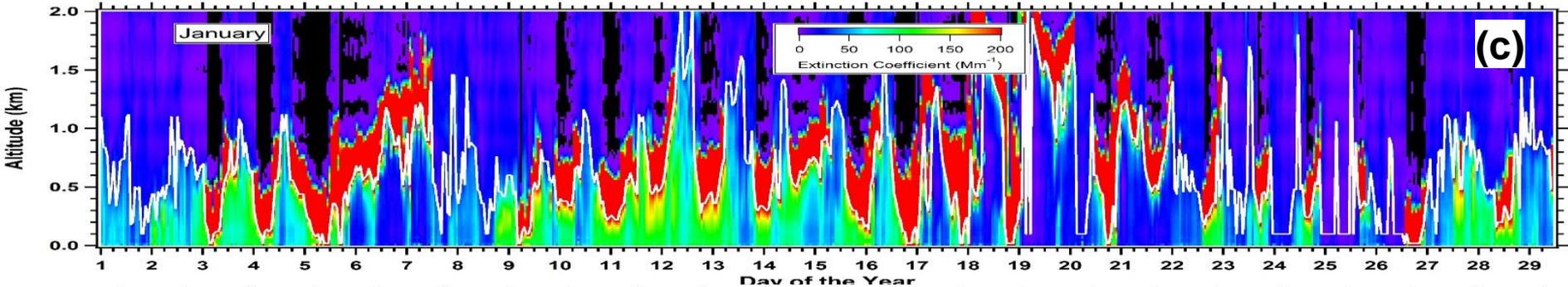
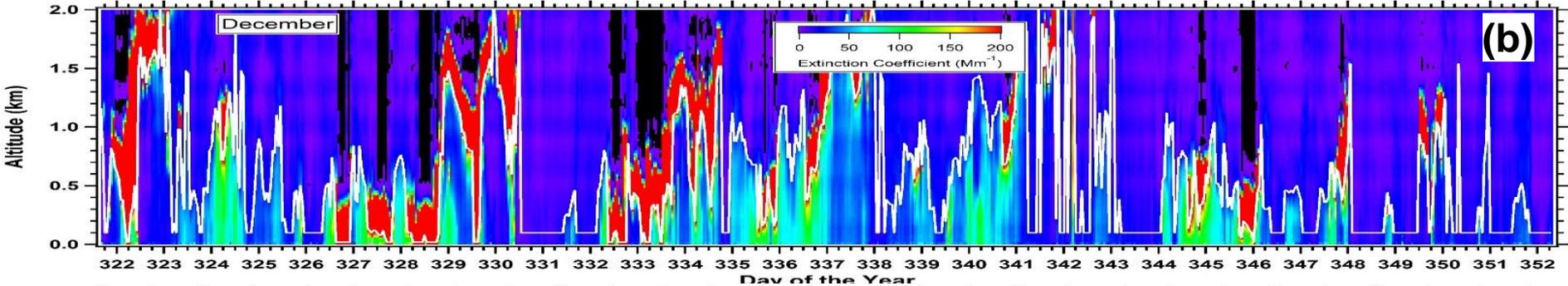
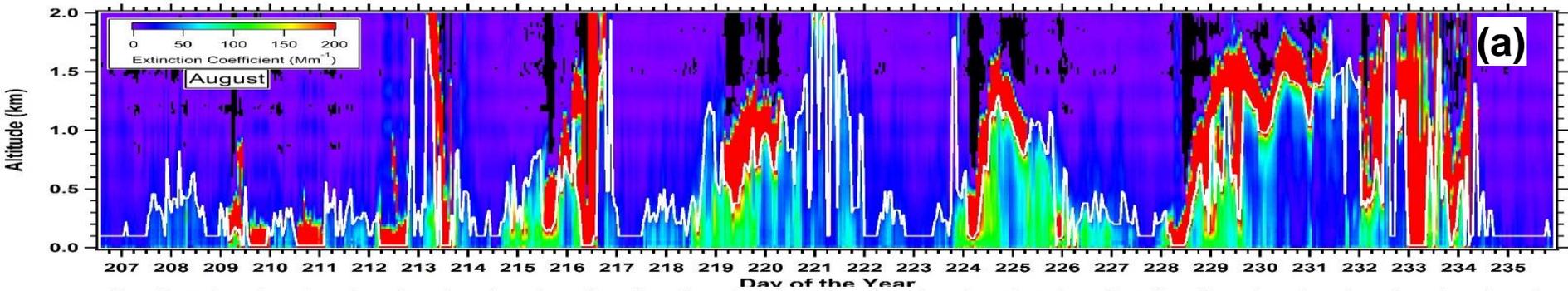


Provincia de Valparaíso 876.022 habitantes
Región de Valparaíso 1.539.852 habitantes
Ciudad de México 22 millones habitantes

References:
 Kirchstetter, et al.: Evidence that the spectral dependence of light absorption by aerosols is affected by organic carbon, *J. Geophys. Res.*, 109, D21208.
 Russell, et al.: Absorption Angstrom Exponent in AERONET and related data as an indicator of aerosol composition, *Atmos. Chem. Phys.*, 10, 1155-1169, 2010.



- “Clean” Diesel Emissions (Buses), mostly black carbon (BC), characterized by AAE < 1
- “Dirty” Diesel Emissions (Trucks, Ships), associated to brown carbon (BrC), with 1 < AAE < 2
- Biomass burning (wood burning), BrC, AAE > 2



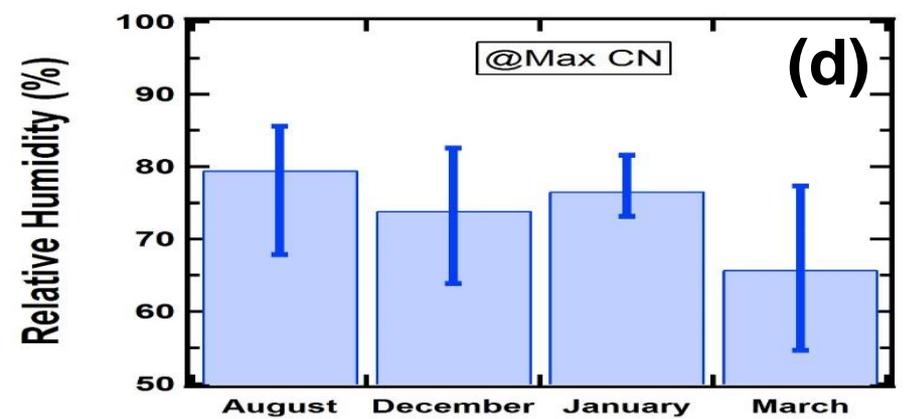
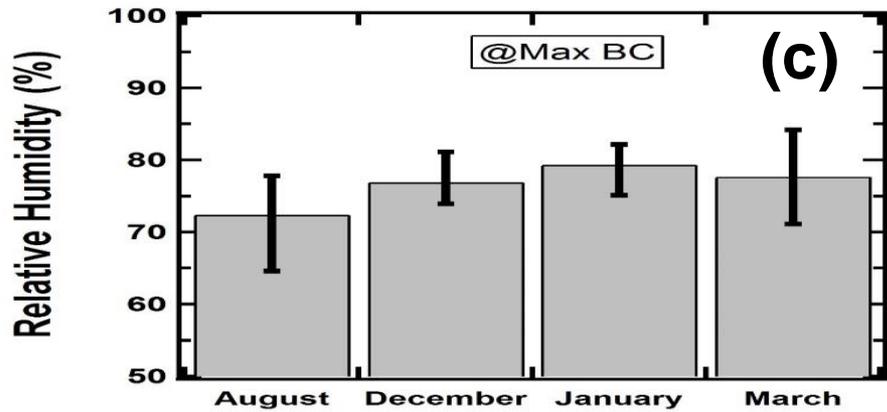
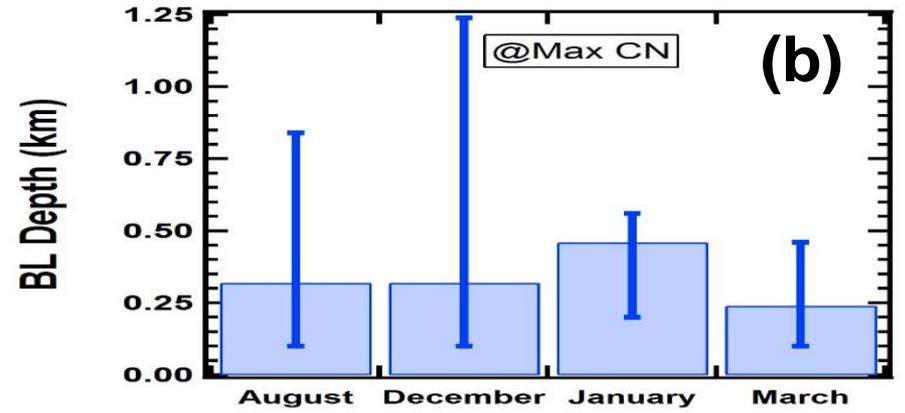
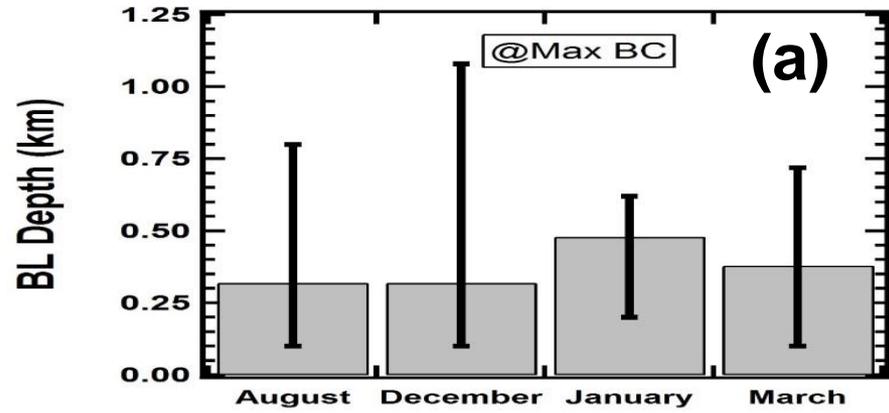
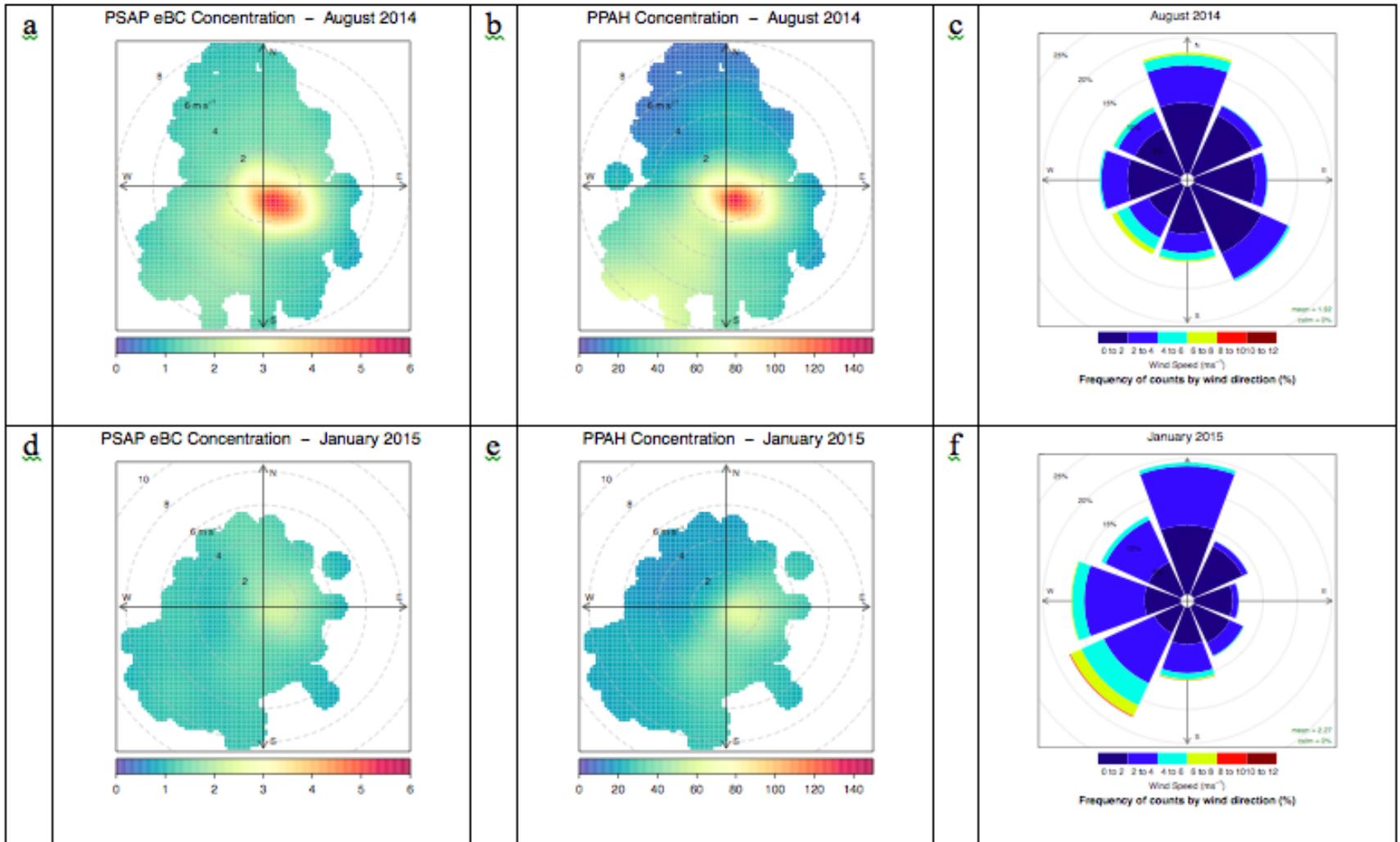


Figure 9 The seasonal variation in a) median daily boundary layer depth at the time of maximum eBC, b) median daily boundary layer depth at the time of maximum CN, c) median daily Relative humidity at the time of maximum eBC, d) median daily Relative humidity at the time of maximum CN. The vertical bars extend from the 25th to 75th quartiles.

eBC / PPAH



PM 2,5

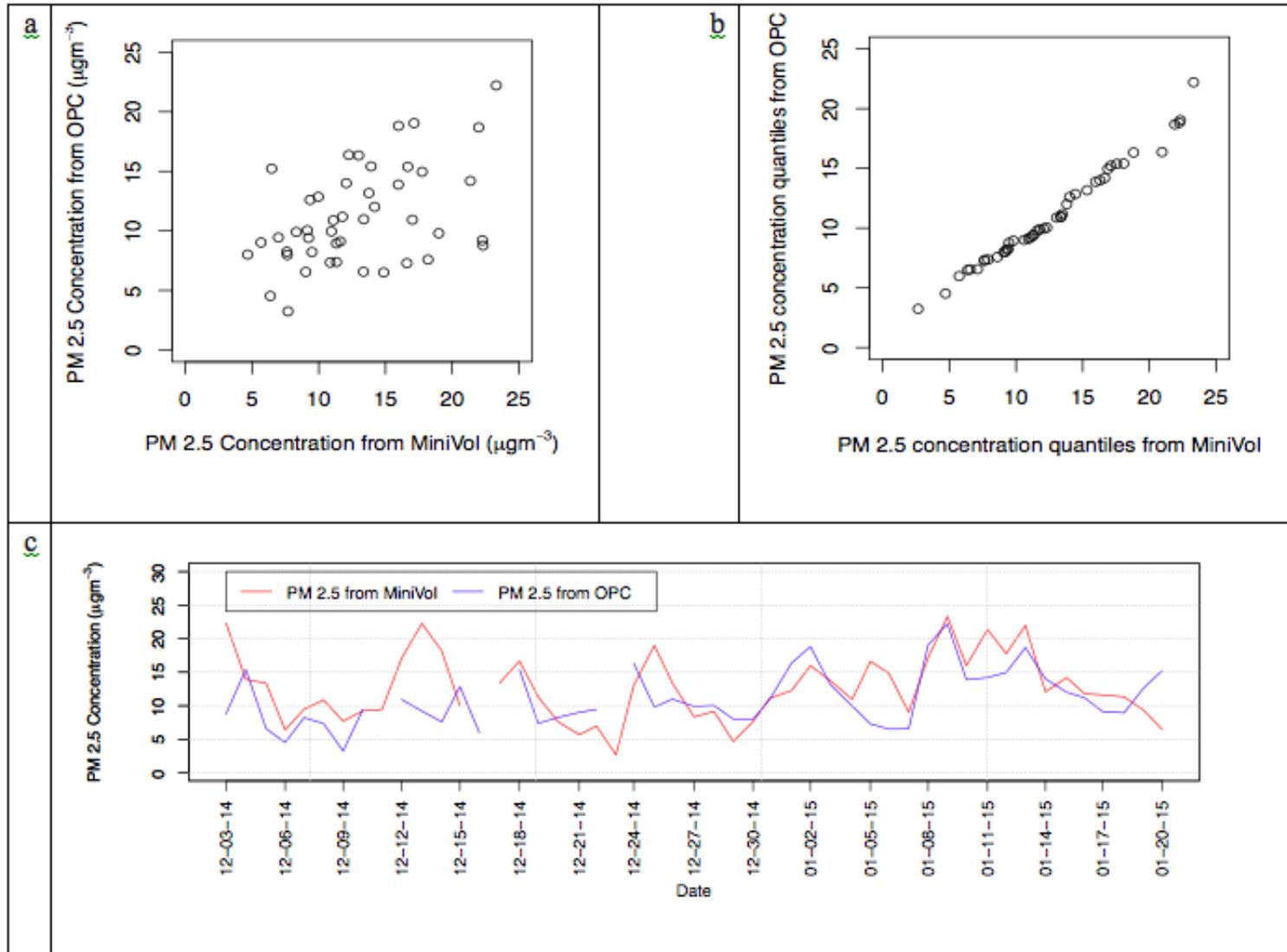
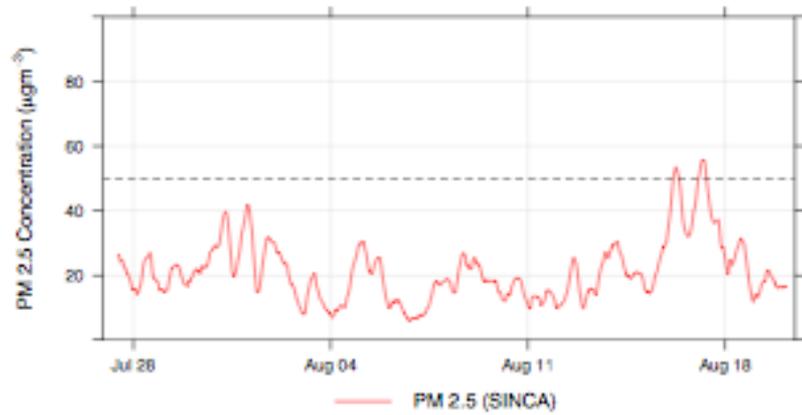


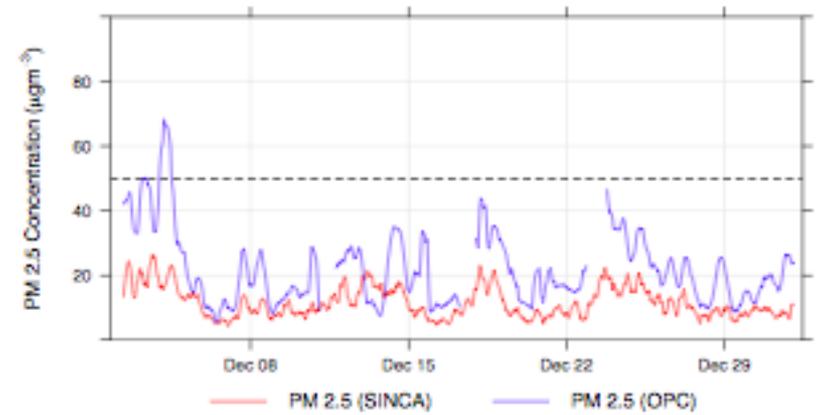
Figure 4: a) Scatter plot of PM_{2.5} from OPC and PM_{2.5} from the MiniVol, b) Quantile-quantile plot of both PM_{2.5} estimations and c) time series of daily mean PM_{2.5} from the MiniVol and the OPC.

PM_{2,5}: Playa Ancha / Valparaíso

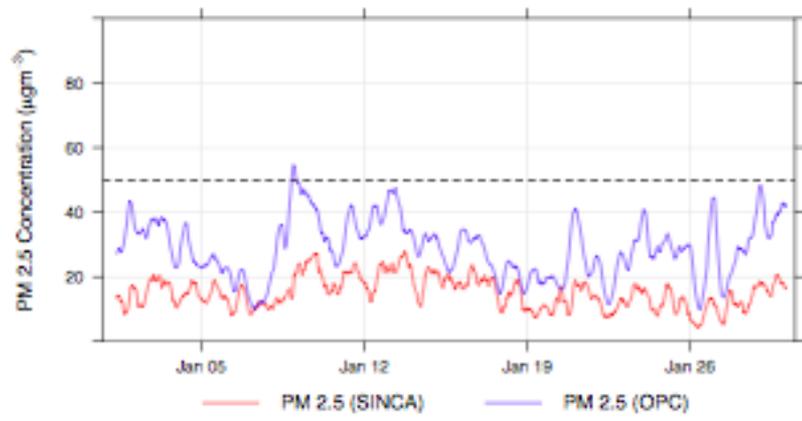
a



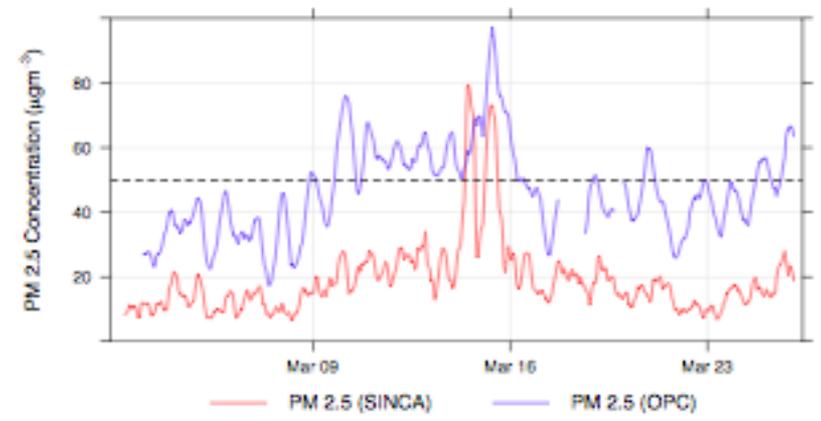
b



c



d



Comentarios Finales

- ✓ Se realizaron 4 campañas de medidas en Valparaíso para caracterizar la contaminación por eBC entre julio del 2014 y marzo del 2015, lo cual permitió evaluar la evolución estacional y diaria en diferentes condiciones meteorológicas.
- ✓ Valores de eBC, CN y PPAH son comparables a aquellas medidas en ciudad de México (aprox. 20 millones de habitantes) aún cuando la provincia de Valparaíso tiene menos de un millón.
- ✓ Las concentraciones de eBC y PPAH están altamente correlacionadas en aquellos días cuando la contaminación esta asociada a la emisión de vehículos diesel de transporte urbano y actividades del puerto.
- ✓ Las concentraciones de PM 2,5 medidas en Playa Ancha son mayores a las medidas en la estación SINCA de Valparaíso