



PERÚ

Ministerio  
de Salud

Dirección General  
de Salud Ambiental

# ESTUDIO DE SATURACIÓN LIMA METROPOLITANA Y CALLAO AÑO 2011



# INTRODUCCION

La salud humana puede verse afectada seriamente por la presencia de contaminantes en el aire tales como metales pesados contenidos en el material particulado en suspensión; el ozono, el dióxido de nitrógeno, dióxido de azufre y elementos orgánicos volátiles (benceno, xileno y tolueno), dependiendo de las concentraciones de estos contaminantes, duración de la exposición y susceptibilidad personal los efectos serán manifestados a través de signos y síntomas.

Especial interés tienen aquellas personas que realizan actividades al aire libre cercanas a zonas industriales y alto tráfico vehicular, así como poblaciones vulnerables representadas por los niños y ancianos.

# ANTECEDENTES

La DIGESA y la Red Panamericana de muestreo Normalizado de la contaminación del aire, empiezan a realizar la medición de la calidad del aire en el País.

**1967**

Si inicia la vigilancia de la calidad del aire en Lima Metropolitana. Monitoreo de Partículas Totales en Suspensión (PTS) en la Estación de CONACO (Av. Abancay).

**1986**

Se establece las 5 estaciones Monitoreo de Partículas Totales en Suspensión (PTS), Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>), Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>) y Monóxido de Carbono (CO)

**1999**

**1980**

La REDPANAIRE creció a 153 estaciones de muestreo, en 48 ciudades de 18 países en 1980, durante este tiempo se recolectaron más de 300 000 datos como parte del estudio

**1996**

Monitoreo de Partículas Totales en Suspensión (PTS), Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>), Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>) y Monóxido de Carbono (CO).

**2000**

Estudio de Saturación de Lima Metropolitana y Callao, que se realizó en los períodos de verano e invierno, el mismo que permitió medir en 30 puntos contaminantes del aire tales como: PTS, O<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, Pb y Polvo Sedimentable.

**2011**

Después de 10 años, se ha realizado el Estudio de Saturación de Lima Metropolitana y Callao en las temporadas de verano e invierno del año 2011, se han identificado 47 puntos de monitoreo y se ha determinado medir mayor número de contaminantes atmosféricos según la normatividad vigente.

# MARCO NORMATIVO APLICADO AL ESTUDIO DE SATURACIÓN

Ley N° 26842

Ley General de Salud

Ley N° 29712

Ley que modifica la Ley 26842, Ley General de Salud, sobre Funciones y Competencias de la Autoridad de Salud (art. 105, 106 y 122).

D.S. N° 074-2001-PCM

Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire (Art. 12 y 13).

D.S. N° 003-2008-MINAM

Aprueban Estándares de Calidad Ambiental para Aire.

D.S. N° 009-2003-S.A., su modificatoria y Directiva

Reglamento de Niveles de Estados de Alerta Nacionales de Contaminantes del Aire.

Organización Mundial de Salud (OMS)

Referencia de límite máximo permisible para Polvo Sedimentable.

R.D. N° 1404/2005/DIGESA

Protocolo de Monitoreo de Calidad del Aire y Gestión de los Datos.

# REFERENCIAS DE ESTUDIOS DE SATURACIÓN EN AMERICA LATINA.

Estudio de Saturación de calidad del Aire en Lima Metropolitana y El Callao – Perú 2,000.

Área Metropolitana del Valle de Aburrá – Universidad Pontificia Bolivariana. “Identificación de Episodios de Contaminación Atmosférica en el Valle de Aburrá” (2002).

Universidad de Antioquia y Politécnico Jaime Isaza Cadavid (2004). “Correlación entre fuentes de PST y la contaminación existente en dos zonas de estudio”. GIGA/Universidad de Antioquia y GHYGAM/Politécnico JIC, Medellín Antioquia Colombia. 2004.

CORANTIOQUIA – Universidad Pontificia Bolivariana (2005). “Evaluación de la Calidad del Aire en Zonas Rurales del Valle de Aburrá”. Grupo de Investigaciones Ambientales (GIA/UPB). Octubre 2005.

Universidad Pontificia Bolivariana/Grupo de Investigaciones Ambientales (2006). “Evaluación de la calidad del aire en la cuenca de la quebrada Altavista”.

# VALOR GUÍA DE OMS Y NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE EN DIFERENTES PAÍSES

Contaminante	PM 10		PM 2.5		SO2		O3		NO2	
	Máx. Prom.	Media Arit.	Máx. Prom.	Media Arit.	Máx. Prom.	Media Arit.	Máx. Prom.	Media Arit.	Máx. Prom.	Media Arit.
Concentración	24 hr	Anual	24 hr	Anual	24 hr	Anual	24 hr	Anual	24 hr	Anual
	ug/m <sup>3</sup>	ug/m3	ug/m3	ug/m3	ug/m3	ug/m3	ug/m3	ug/m3	ug/m3	ug/m3
OMS (a)	50	20	25	10	20	500***	100****	50	200*	40
EPA-USA (b)	150	50	65	15	366	78	157		100	
SUIZA	50	20			100	30	120*		80**	30
EEA ( c )	50	20			125		120		200	40
México	150	50	65		341	79	157		395	
Bolivia	150	50			365	80	236*		400	150**
Chile	150		65	15	250	80	160*			100
Perú	150	50	50		80		120		200	100
Argentina	150	50			365	80			100	
Brasil	150	50			365	80				100
Costa Rica	150	50			365	80				100
Ecuador <sup>(31, 32)</sup>	150 <sup>(33)</sup>	50			350 <sup>27</sup>	80			150	100 <sup>27</sup>
Estados Unidos	150 <sup>(38)</sup>	50			366 <sup>27</sup>	79 <sup>27</sup>				100
Japón	100				104				104-112	
Chile	150	50			250	80				100
Colombia					400 <sup>(27)</sup>	100			100	

\* 1 Hora (a) Organización Mundial de La Salud

\*\* 24 Hora (b) Agencia de Protección Ambiental (Siglas en Ingles)

\*\*\*\* 8 Horas ( c ) European Enviromental Agency

\*\*\* 10 Min.

(27) No puede ser superada mas de una vez por año

(29) Promedio maximo horario

(31) Particulas sedimentales

(32) Material particulado menor a 2.5 micrones

(33) Valor que no podra ser excedido más de dos veces al año

# EFFECTOS DE LOS CONTAMINANTES DEL AIRE EN LA SALUD

**SO<sub>2</sub>:** Causa broncoconstricción, bronquitis y traqueítis. Agrava enfermedades respiratorias y cardiovasculares existentes.



**NO<sub>2</sub>:** Irrita las vías respiratorias. Causa bronquitis y pulmonía. Reduce significativamente la resistencia respiratoria a las infecciones.



**CO:** Inhabilita el transporte de oxígeno hacia las células. Provoca mareos, dolor de cabeza, náuseas, estados de inconsciencia e inclusive la muerte.



**Benceno:** Produce efectos nocivos en la médula ósea. Se asocia con el desarrollo de leucemia mieloide. Daña el sistema inmunológico. En las mujeres, puede provocar irregularidades en la matriz. En mujeres embarazadas, el benceno puede pasar de la sangre de la madre al feto.



**O<sub>3</sub>:** Irrita el sistema respiratorio. Reduce la función pulmonar. Agrava el asma. Inflama y daña las células que recubren los pulmones. Agrava las enfermedades pulmonares crónicas. Causa daño pulmonar permanente. Se asocia directamente a incrementos en la mortalidad.



**Pb:** Causa retraso en el aprendizaje y alteraciones de la conducta.



**PM<sub>10</sub>:** Agravan el asma. Favorecen las enfermedades respiratorias y cardiovasculares. En mujeres embarazadas, pueden ocasionar disminución en el tamaño del feto y, una vez nacido, reducción de la función pulmonar. Se asocia directamente a incrementos de la mortalidad en todos los grupos de población.



**PM<sub>2.5</sub>:** Ingresan a la región más profunda del sistema respiratorio. Agravan el asma. Reducen la función pulmonar. Están asociadas con el desarrollo de la diabetes. Existe una relación con la mortalidad en todos los grupos de población. En mujeres embarazadas, pueden ocasionar disminución en el tamaño del feto y, una vez nacido, reducción de la función pulmonar.



# ESTUDIO DE SATURACIÓN EN LIMA Y CALLAO

Un Estudio de Saturación es un monitoreo de la calidad del aire temporal y de amplia cobertura geográfica empleando equipos y dispositivos de distinta metodología. Generalmente se hace en un periodo de un mes y puede abarcar de 30 a 50 estaciones de monitoreo. Normalmente se hacen los meses de verano e invierno para contrastar los resultados obtenidos en ambas estaciones.



¿ Qué información nos permite obtener?

La distribución espacial de los contaminantes atmosféricos en toda la cuenca atmosférica de la ciudad de Lima Metropolitana y Callao.

Determinar simultáneamente el estado de la calidad del aire, en casi la totalidad de Distritos de la ciudad de Lima.

Implementar como Autoridad Sanitaria Ambiental, medidas preventivas o correctivas, para minimizar la exposición de las personas a las distintas fuentes de emisión y contribuir por ende a reducir la contaminación del aire.

# ESTUDIO DE SATURACIÓN EN LIMA Y CALLAO

## OBJETIVO GENERAL:

Determinar los niveles de concentración de contaminantes atmosféricos a los que esta expuesta la población de Lima Metropolitana y el Callao



## OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Obtener la distribución espacial de los contaminantes del aire.
- Identificar los distritos con altos índices de contaminación del aire
- Comparar los resultados del estudio de saturación del año 2000 y 2011.

# ESTUDIO DE SATURACION EN LIMA Y CALLAO

- Área Geográfica del estudio:

El área de estudio comprende la Cuenca Atmosférica de Lima-Callao conformada por:

***Cuenca del Río Chillón.***

***Cuenca del Río Rímac.***

***Cuenca del Río Lurín.***

Se definieron 5 zonas que agrupan los distritos de la ciudad conforme se indica en la tabla siguiente:

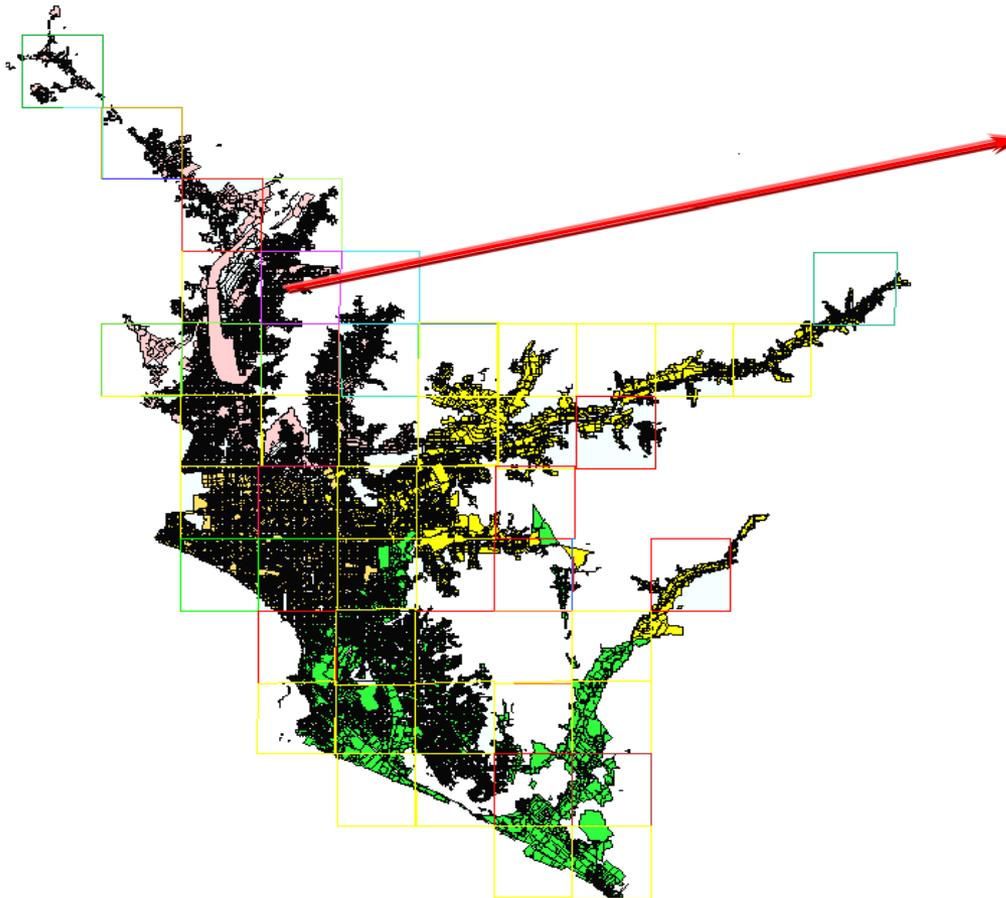
ZONAS	GRUPO	DISTRITOS
ZONA I	CALLAO	Carmen de la Legua Reynoso, Bellavista, La Punta, La Perla, Callao, Ventanilla.
ZONA II	LIMA SUR	Pachacamac, Villa María del Triunfo, Villa el Salvador, Lurín, San Juan de Miraflores, Santiago de Surco, Barranco, Chorrillos, Santa María del Mar, San Bartolo, Punta Negra, Punta Hermosa, Pucusana
ZONA III	LIMA NORTE	Ancón, Santa Rosa, Puente Piedra, Carabayllo, Comas, San Martín de Porres, los Olivos, Independencia
ZONA IV	LIMA- ESTE	Cieneguilla, San Juan de Lurigancho, Lurigancho de Chosica, Ate - Vitarte, El Agustino, Santa Anita, La Molina, Miraflores, Surquillo, Santiago de Surco, La Molina.
ZONA V	LIMA CENTRO	Cercado de Lima, Rímac, Breña, Pueblo Libre, Jesús María, La Victoria, San Luis, Lince, San Miguel, Magdalena del Mar, San Isidro, San Borja, Miraflores, Surquillo.

- Se han considerado 32 distritos representativos de Lima Metropolitana y el Callao para el presente estudio.

# ESTUDIO DE SATURACION EN LIMA Y CALLAO

## UBICACIÓN DE ESTACIONES

- El área urbana fue dividida en 50 celdas, cada celda tenía dimensiones de 5 X 5 Km, el centro de cada celda sirvió de referencia para la pre-localización de las estaciones de monitoreo.



Lima Norte: Centro de Salud Collique III Zona

# ESTUDIO DE SATURACION EN LIMA Y CALLAO – METODOLOGÍA

- Métodos de Muestreo:
  - Método Pasivo (Captador pasivo Passam) :
    - Tubos para SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, BTX
    - Jarras sedimentables
  - Método Activo (estándar EPA 40 CFR PL. 50 App. B ) :
    - Muestreador de alto volumen para PM<sub>10</sub>
    - Muestreador de bajo volumen para PM<sub>2.5</sub>
    - Estación meteorológica



- Se colocaron 50 estaciones de monitoreo, en dos temporadas del año: verano (febrero a marzo ) e invierno ( julio a septiembre ).
- Se empleó en ambas temporadas la misma metodología de medición.
- Los análisis de laboratorio de las muestras de partículas se llevó a cabo en la DIGESA y los gases en los Laboratorios de Suiza.



DIF



Lima Norte

Lima Este

Lima Ciudad

Lima Sur

Callao

> 150

• HUARANGAL

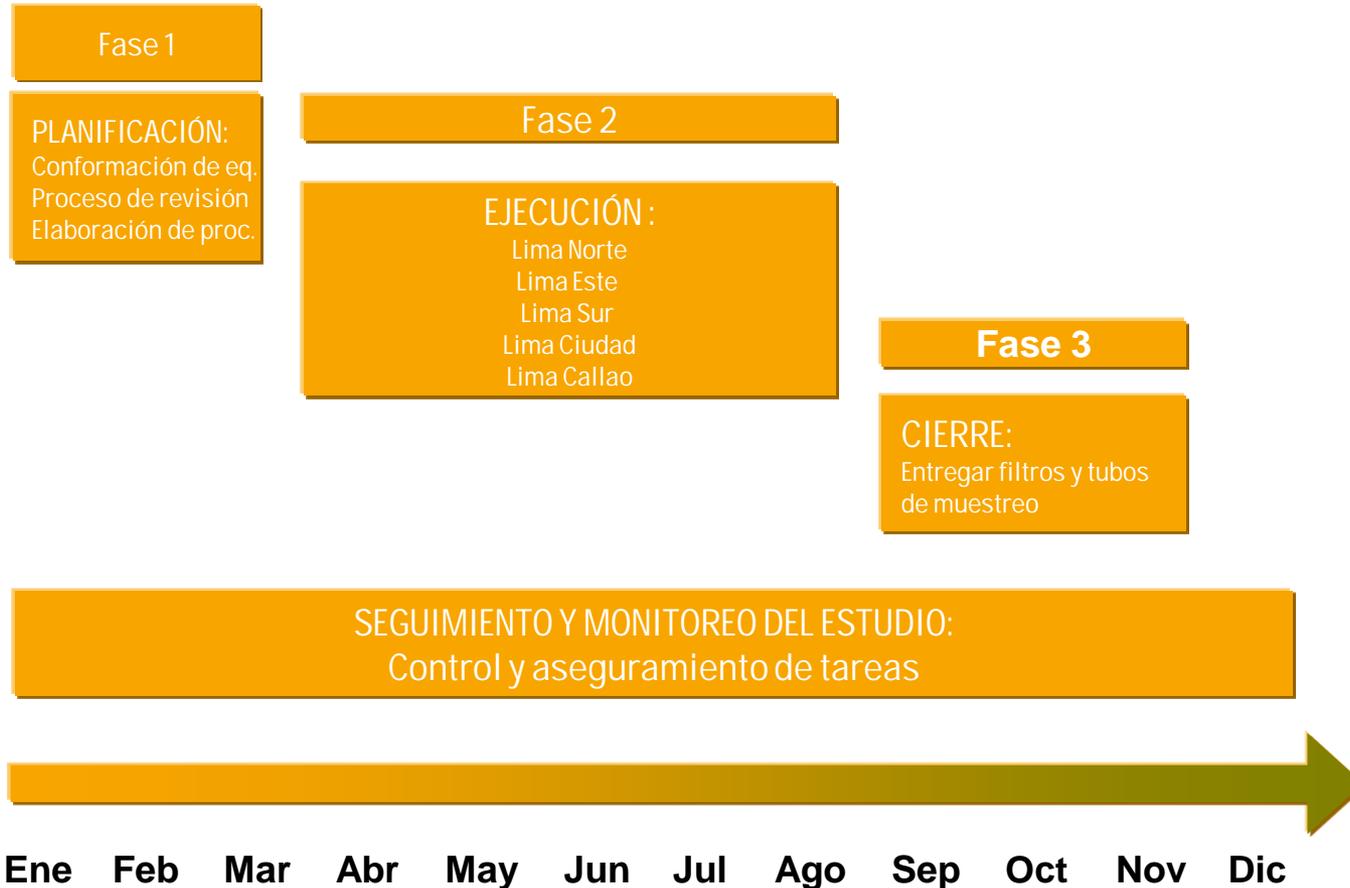
Carabaylo

NACIONAL  
IA LM

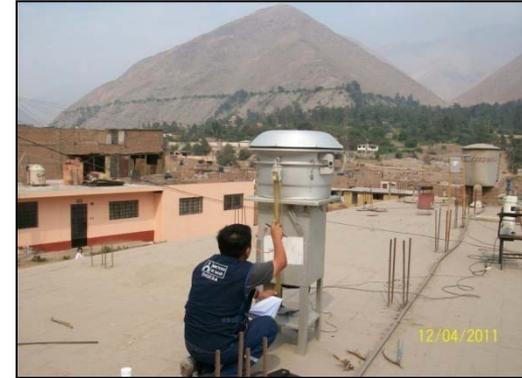
achacamac

Lurin

# PLAN DE TRABAJO DEL ESTUDIO DE SATURACIÓN



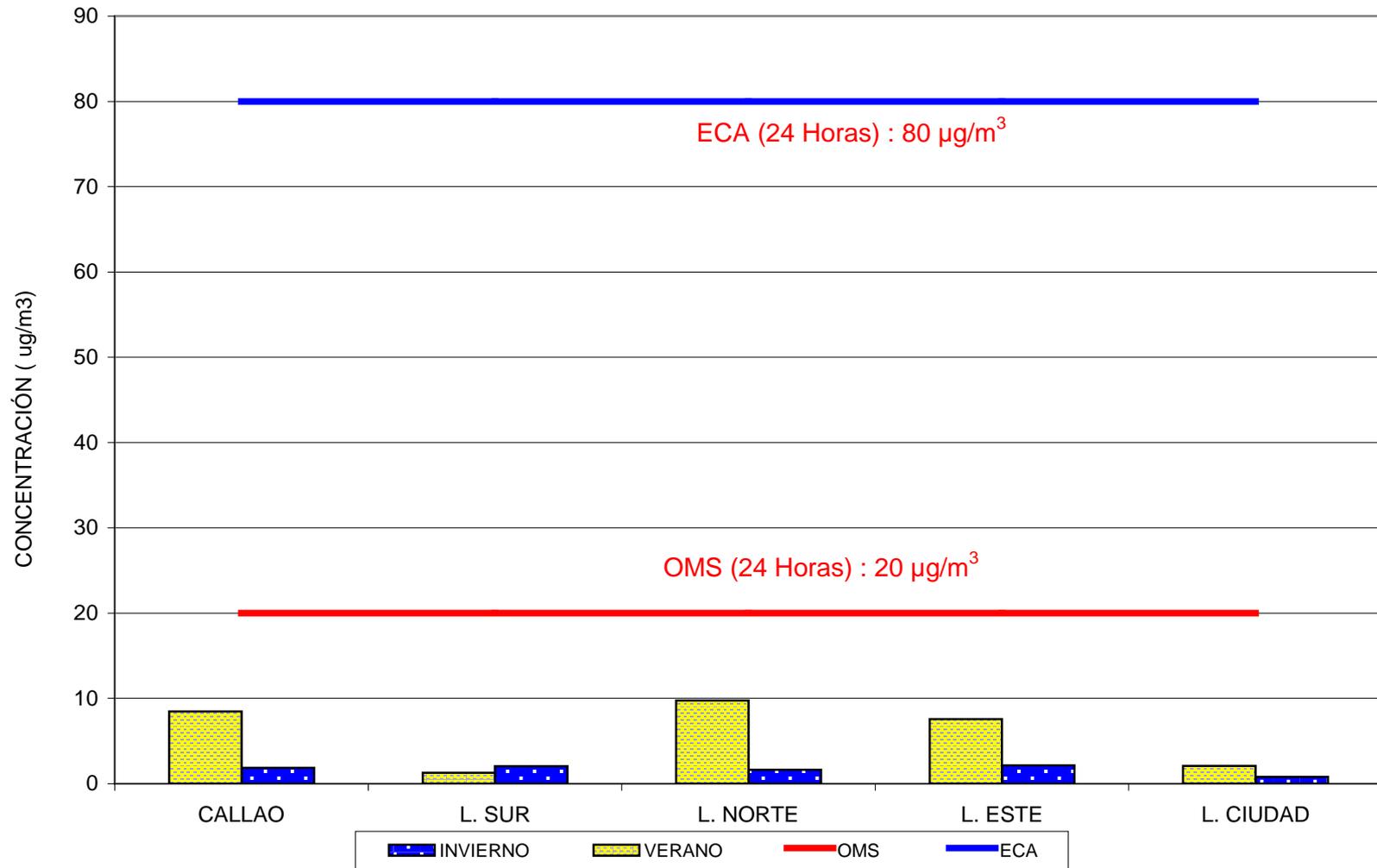
# ESTUDIO DE SATURACION EN LIMA Y CALLAO



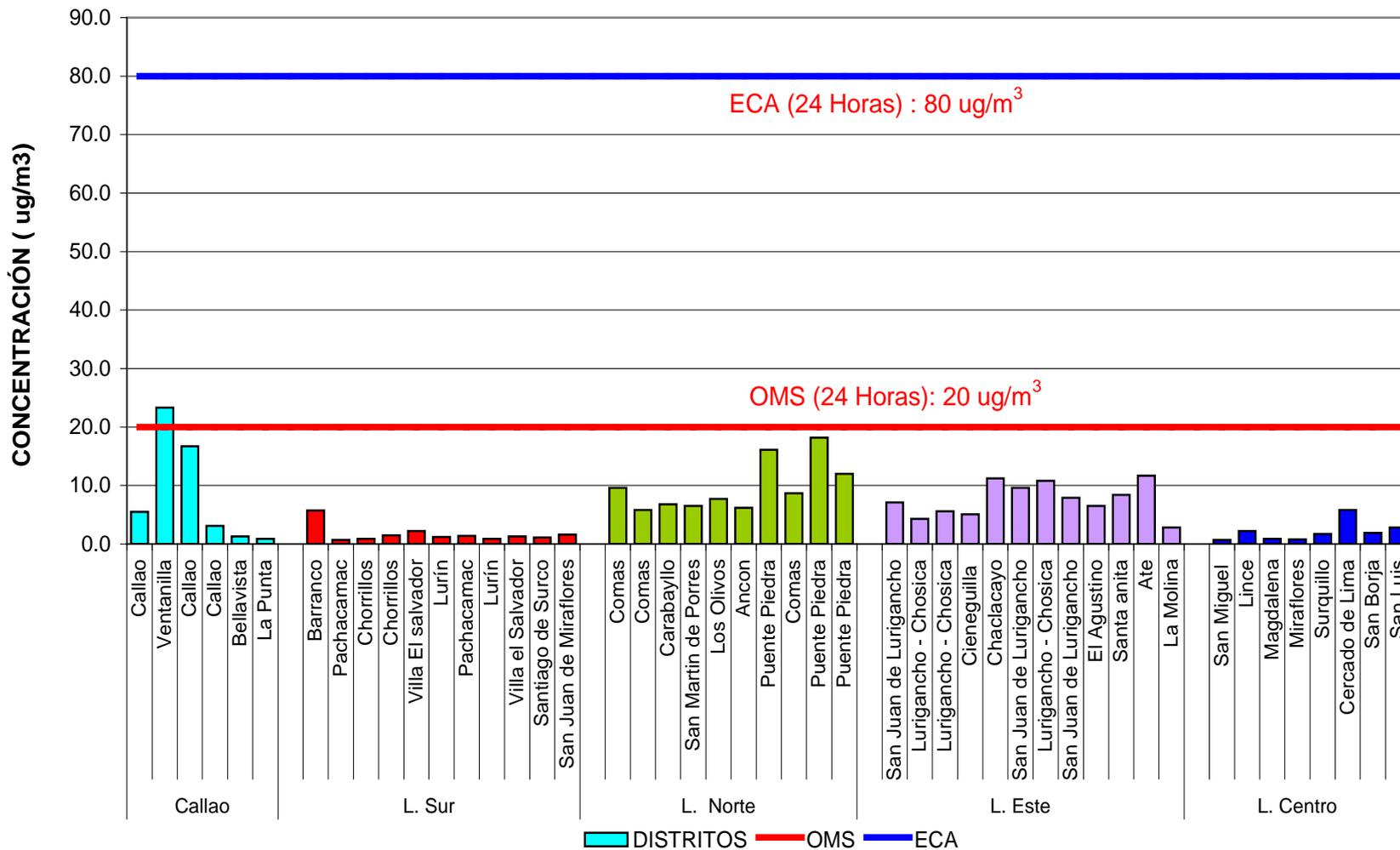
# RESULTADOS



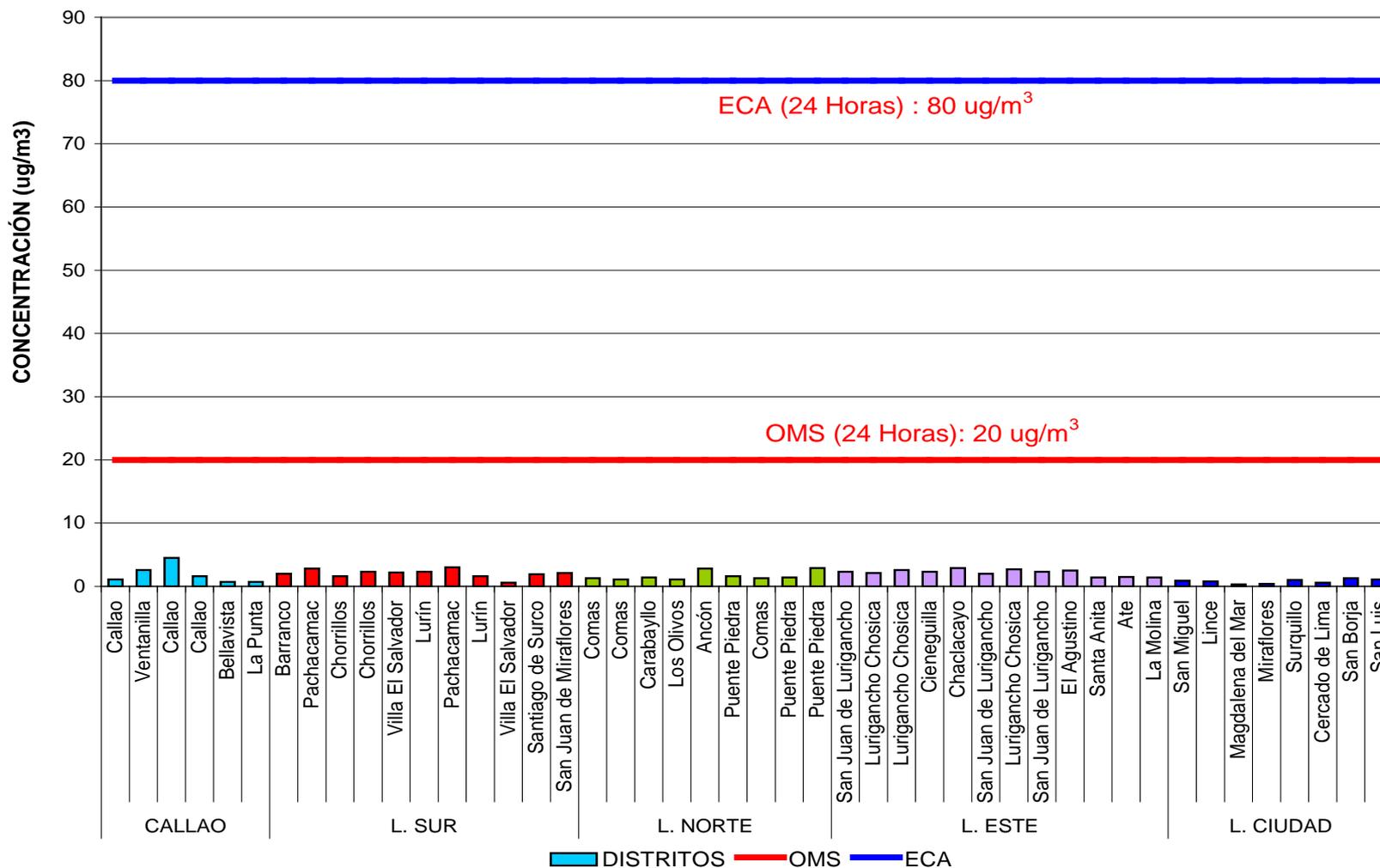
# CONCENTRACIÓN DE DIÓXIDO DE AZUFRE (SO<sub>2</sub>) POR ZONAS - VERANO E INVIERNO 2011



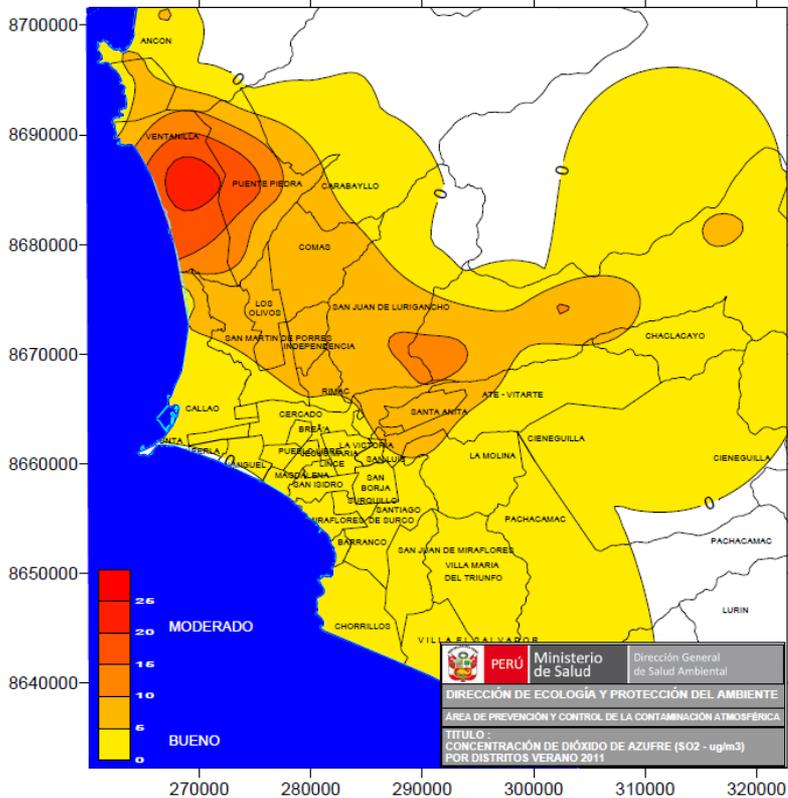
# CONCENTRACIÓN DE DIÓXIDO DE AZUFRE (SO<sub>2</sub>) POR DISTRITOS – VERANO 2011



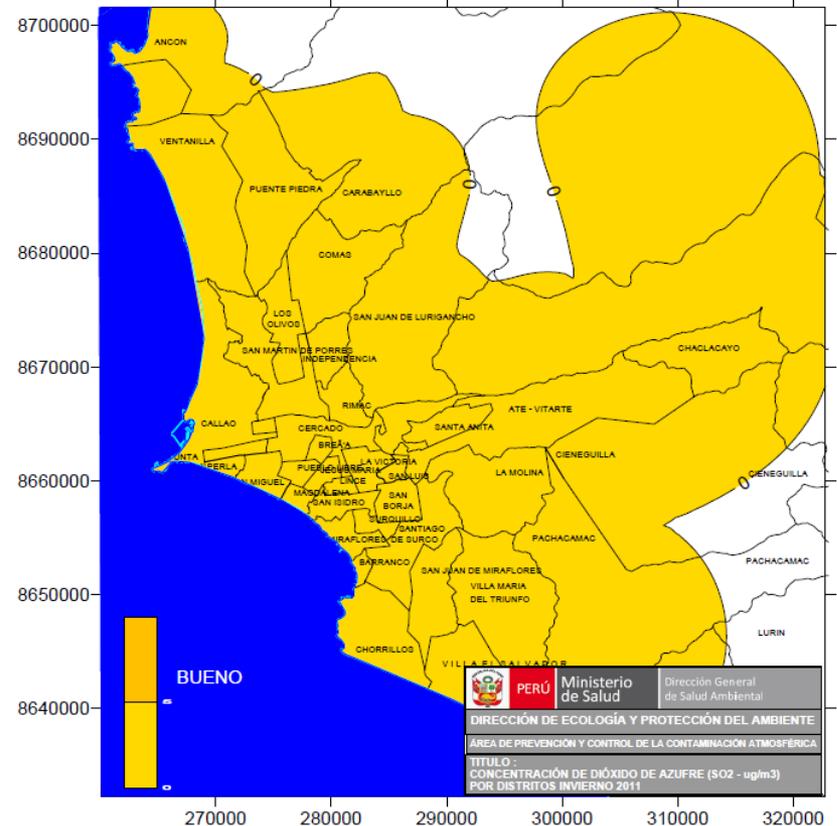
# CONCENTRACIÓN DE DIÓXIDO DE AZUFRE (SO<sub>2</sub>) POR DISTRITOS – INVIERNO 2011



# MAPAS COMPARATIVOS DEL DIÓXIDO DE AZUFRE (SO<sub>2</sub>)

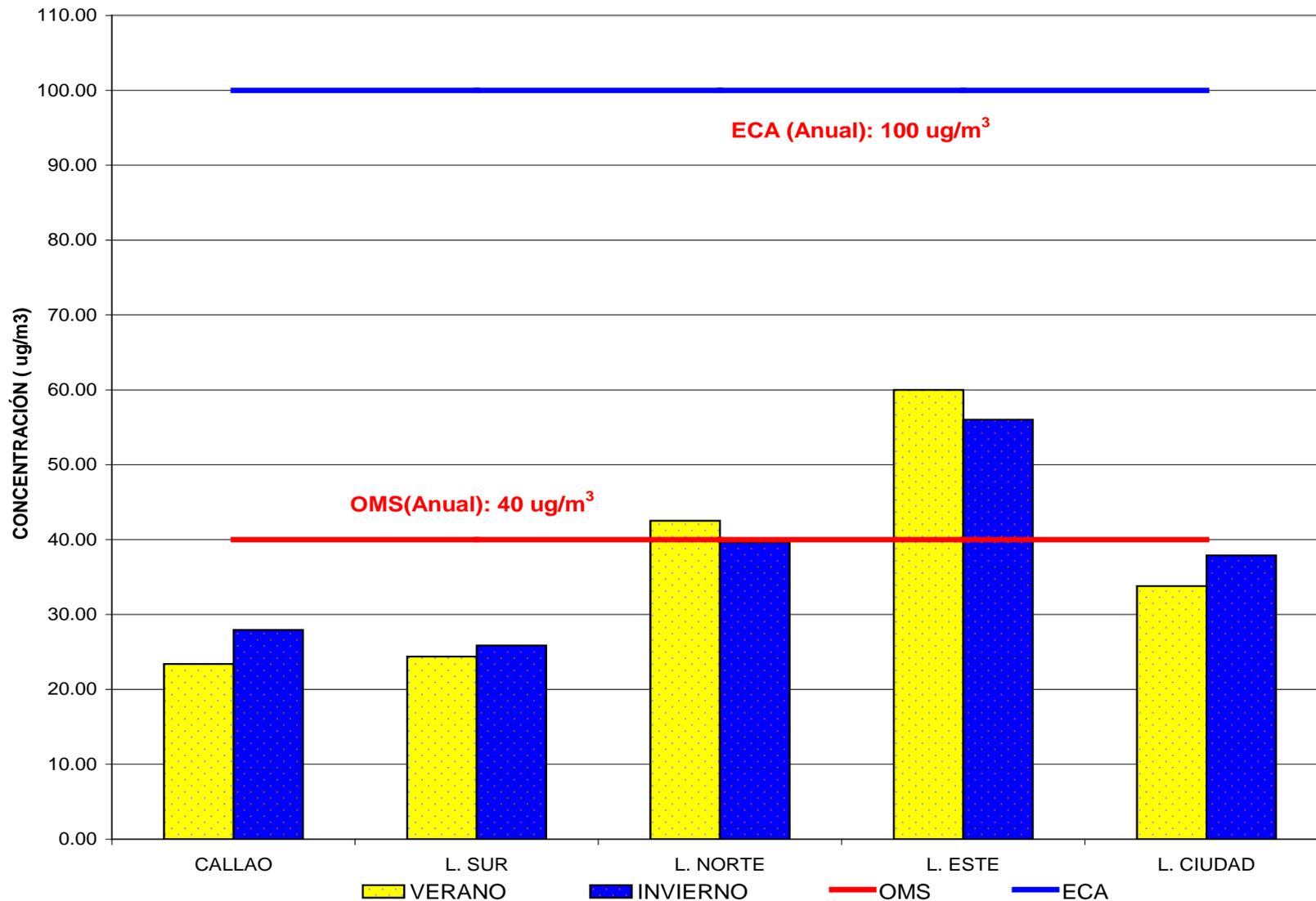


VERANO

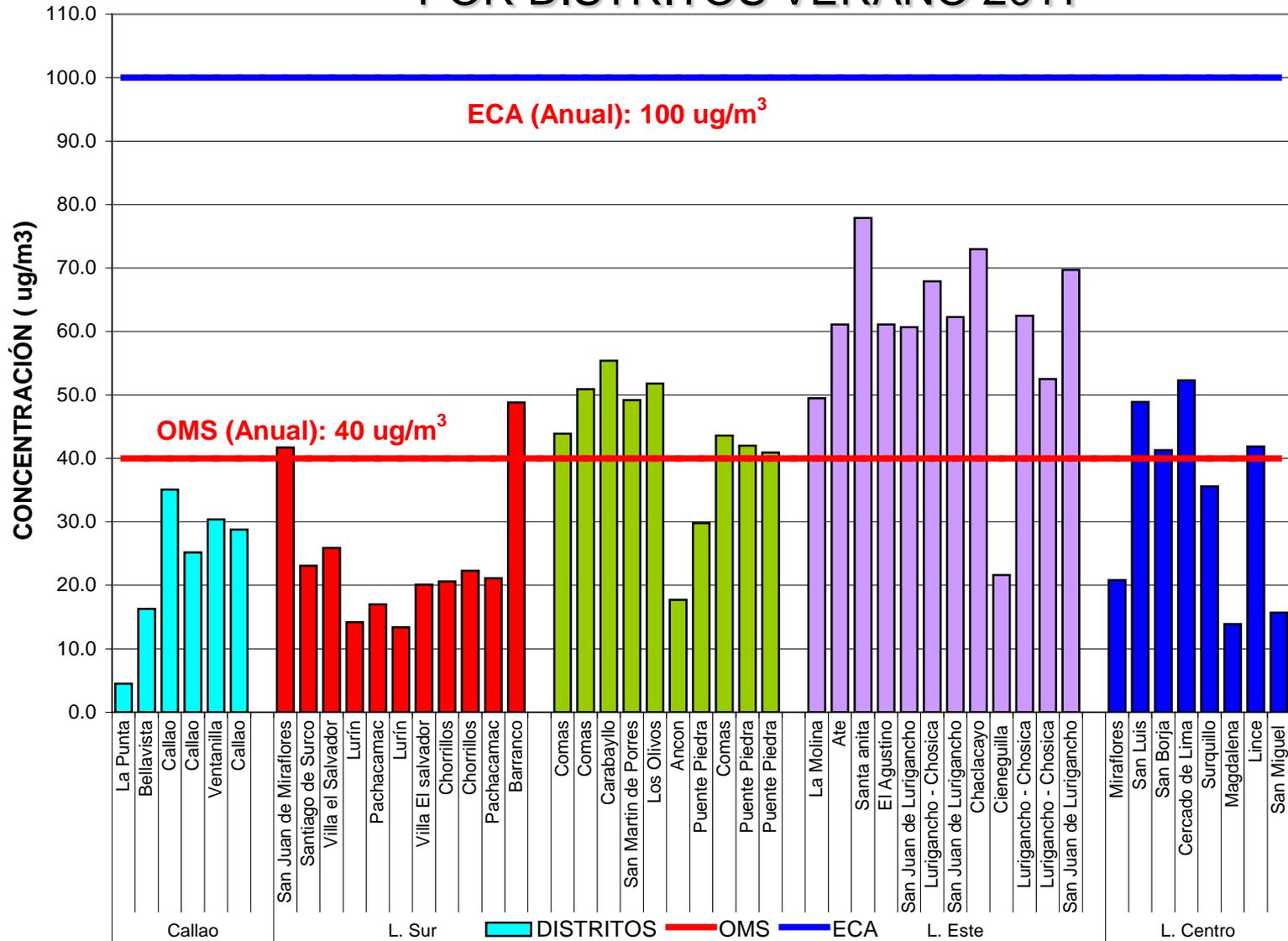


INVIERNO

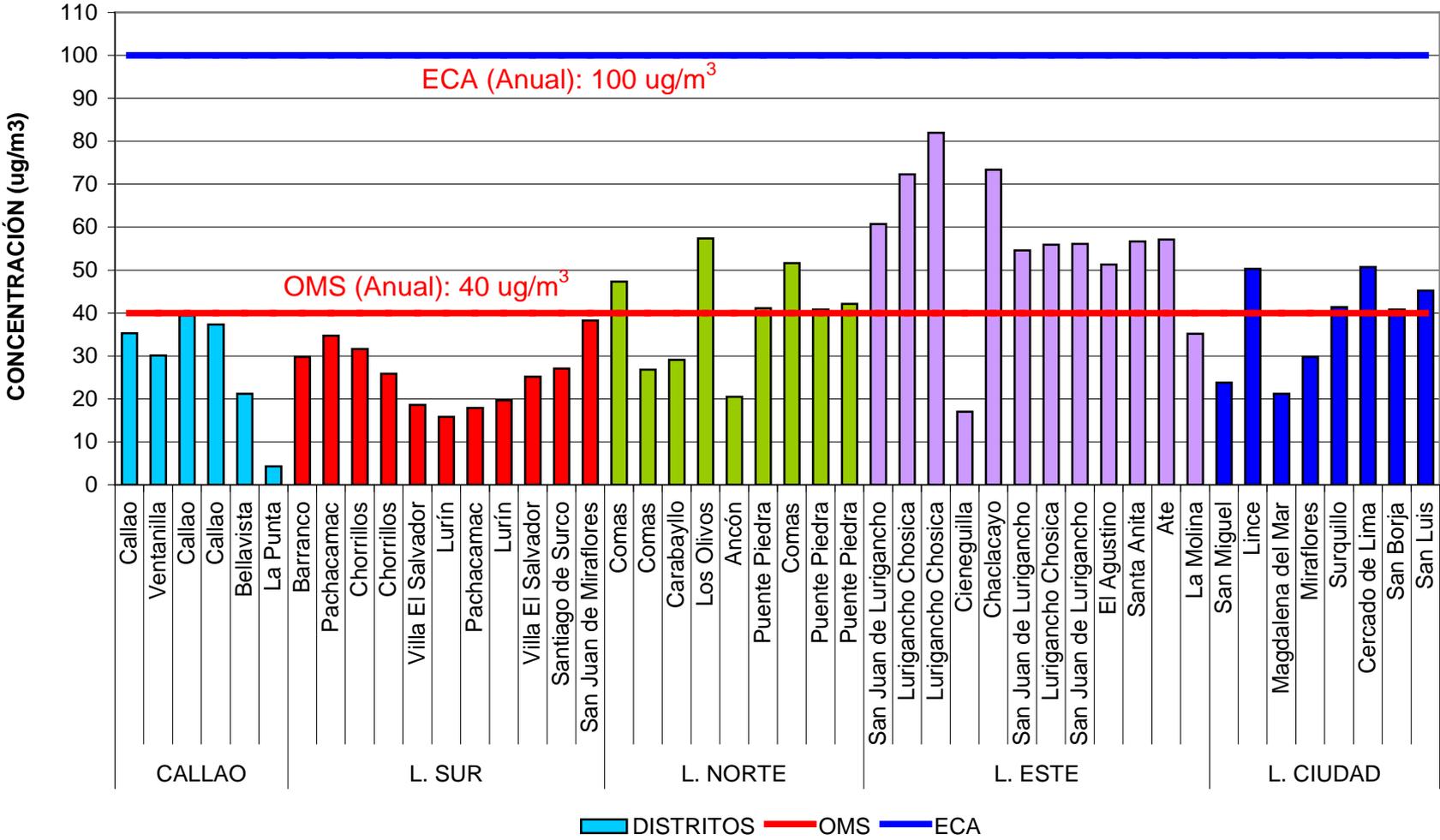
# CONCENTRACIÓN DE DIÓXIDO DE NITROGENO (NO<sub>2</sub>) POR ZONAS - VERANO E INVIERNO 2011



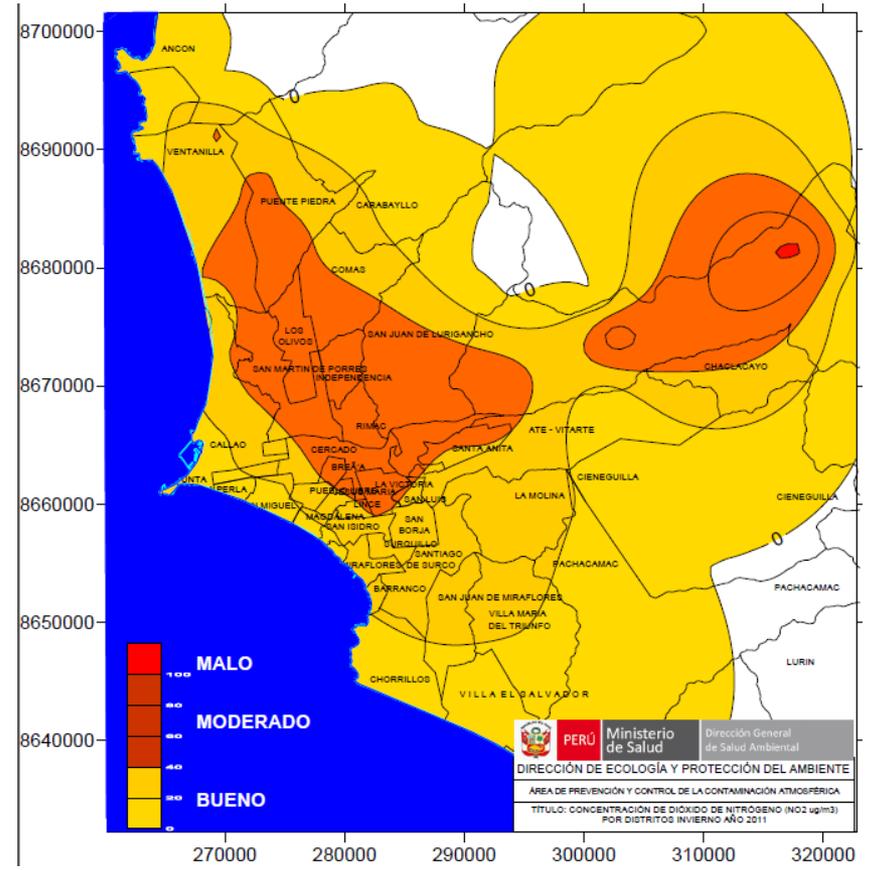
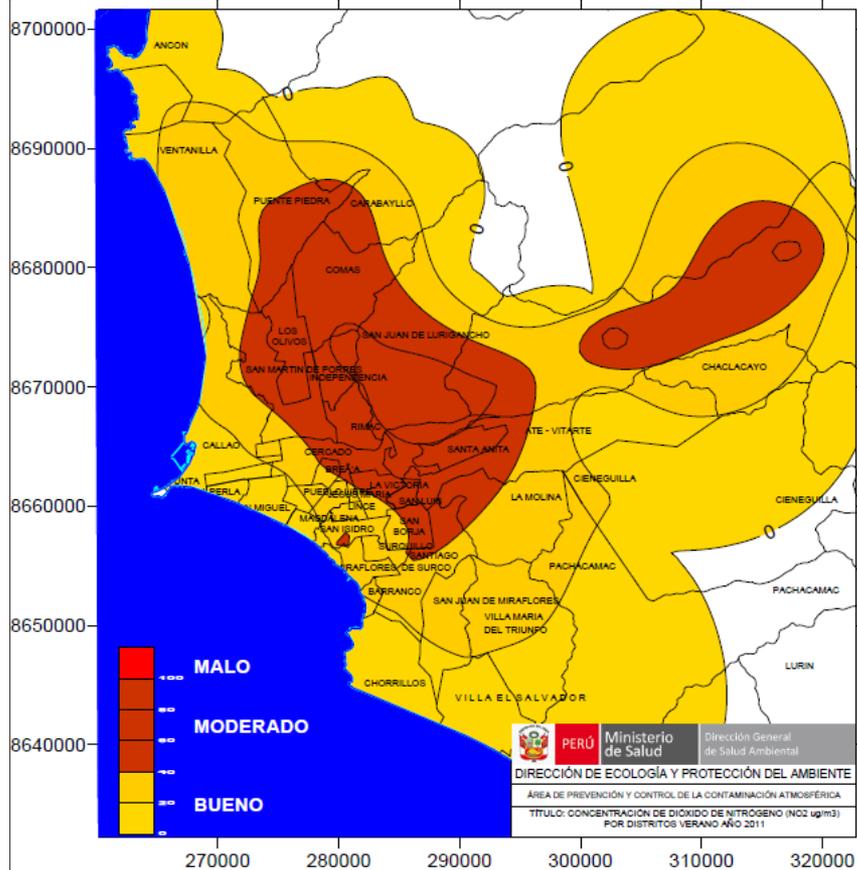
# CONCENTRACIÓN DE DIÓXIDO DE NITROGENO (NO<sub>2</sub>) POR DISTRITOS VERANO 2011



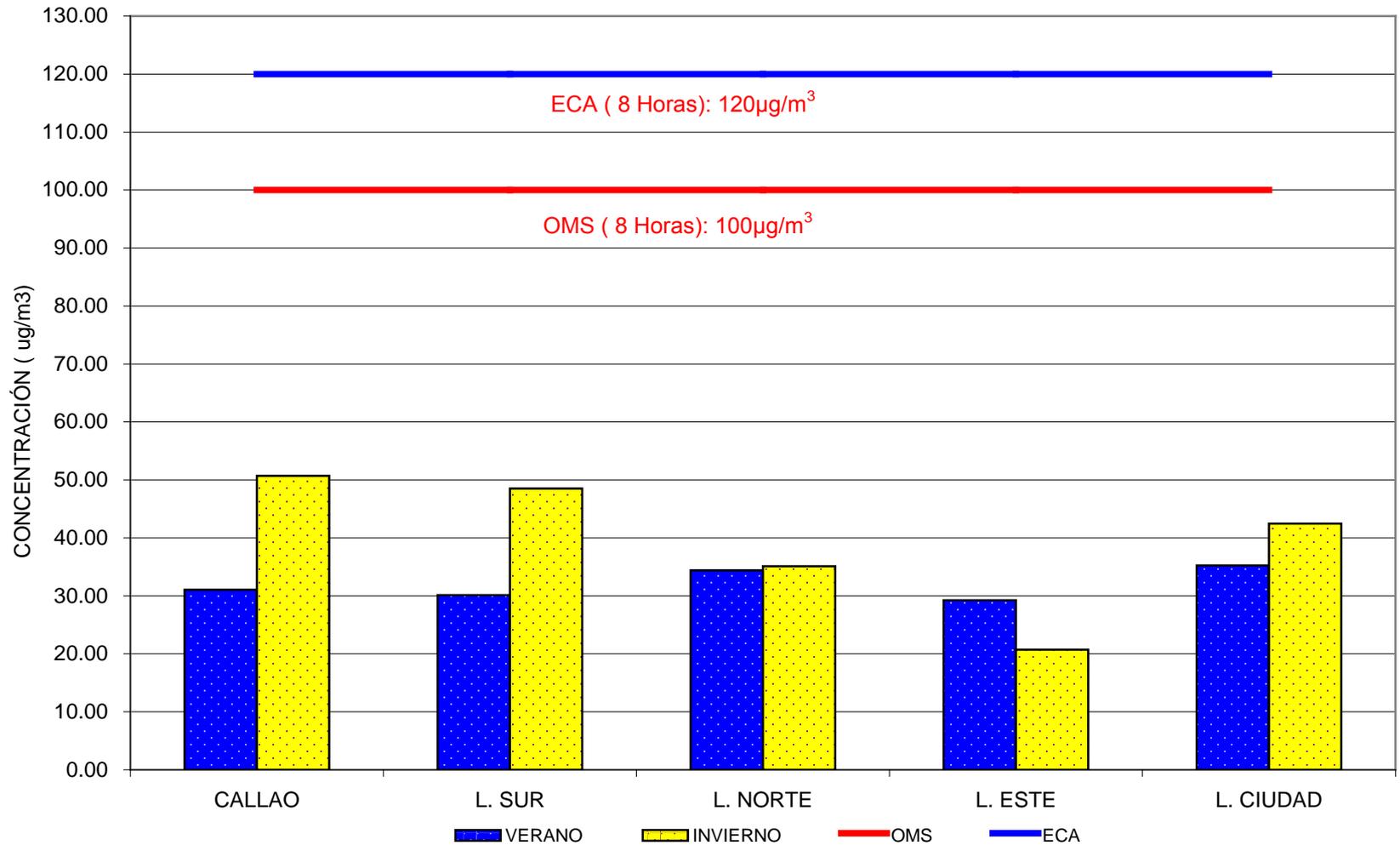
# CONCENTRACIÓN DE DIÓXIDO DE NITROGENO (NO<sub>2</sub>) POR DISTRITOS INVIERNO 2011



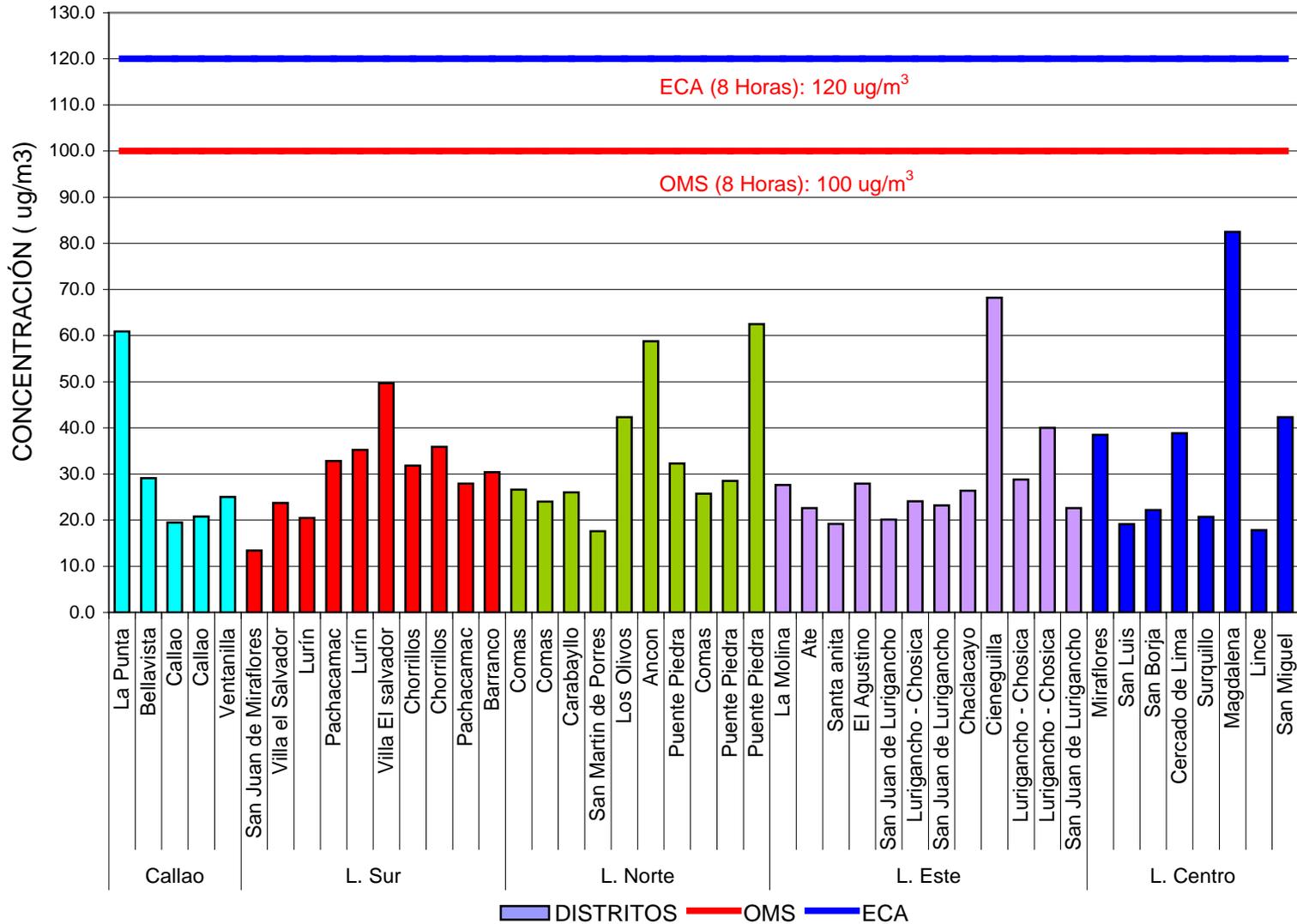
# MAPAS COMPARATIVOS DEL DIÓXIDO DE NITRÓGENO (NO<sub>2</sub>)



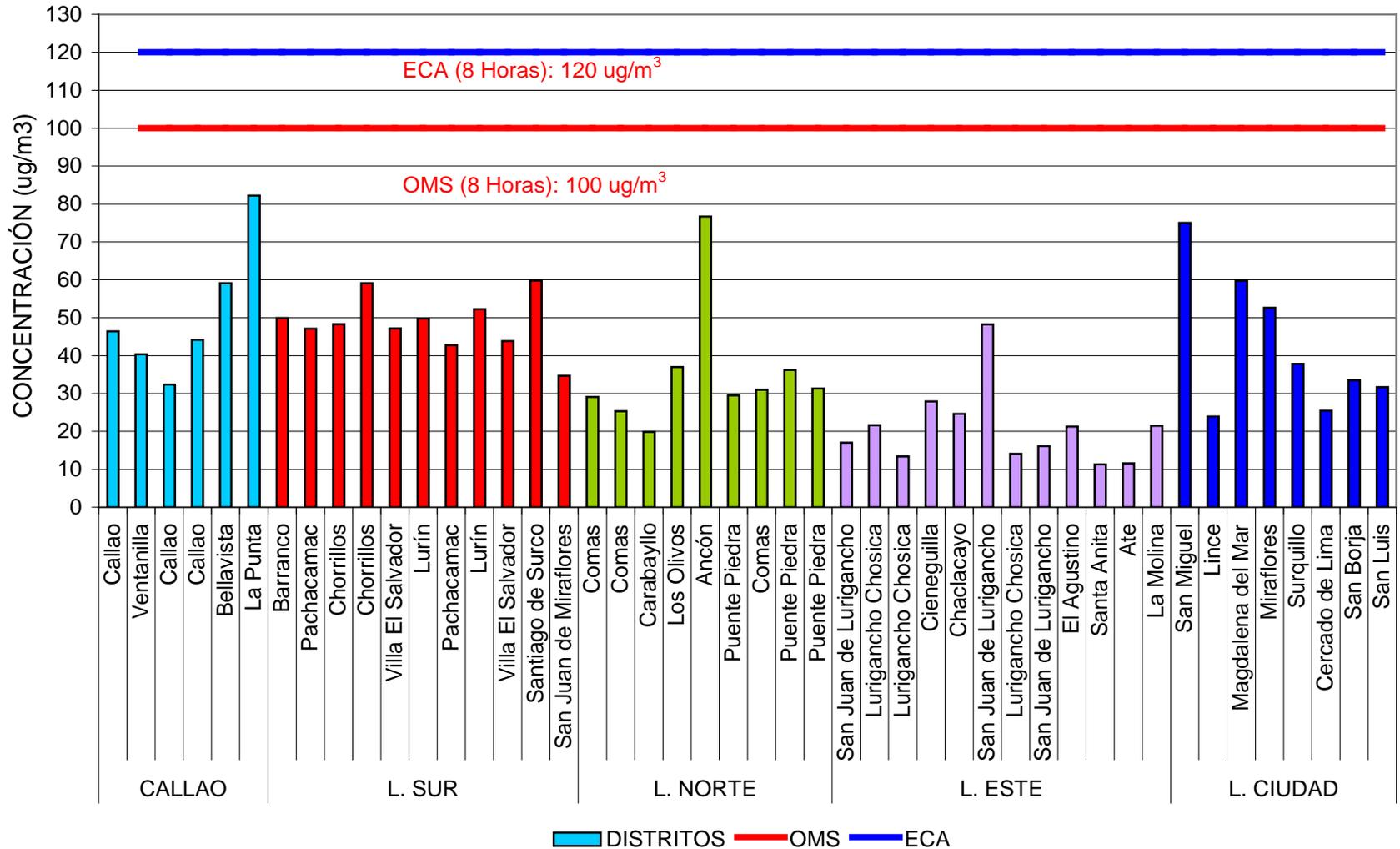
# CONCENTRACIÓN DE OZONO (O<sub>3</sub>) POR ZONAS – VERANO E INVIERNO 2011



# CONCENTRACIÓN DE OZONO (O<sub>3</sub>) POR ZONAS – VERANO 2011

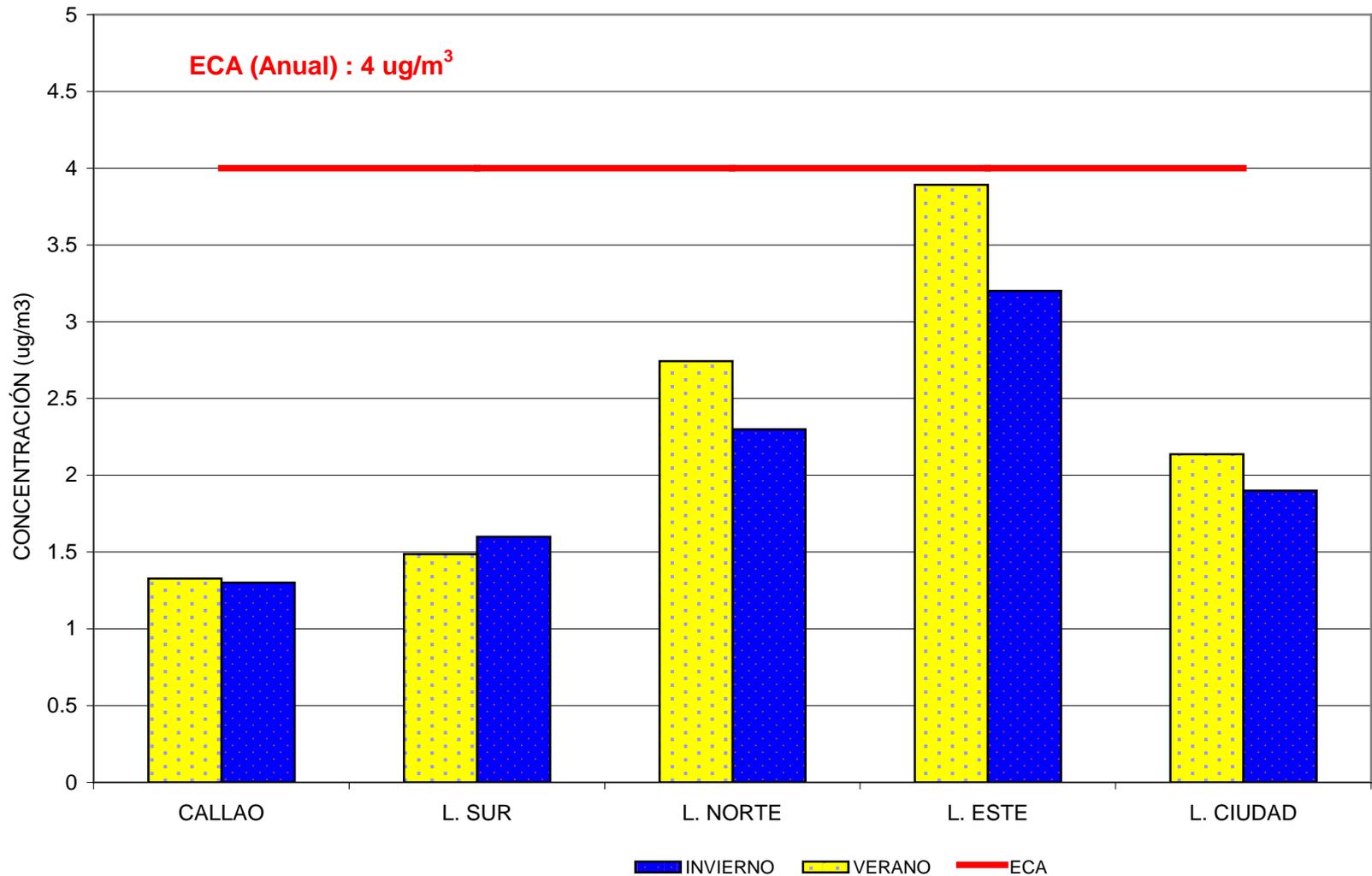


# CONCENTRACIÓN DE OZONO (O<sub>3</sub>) POR ZONAS – INVIerno 2011

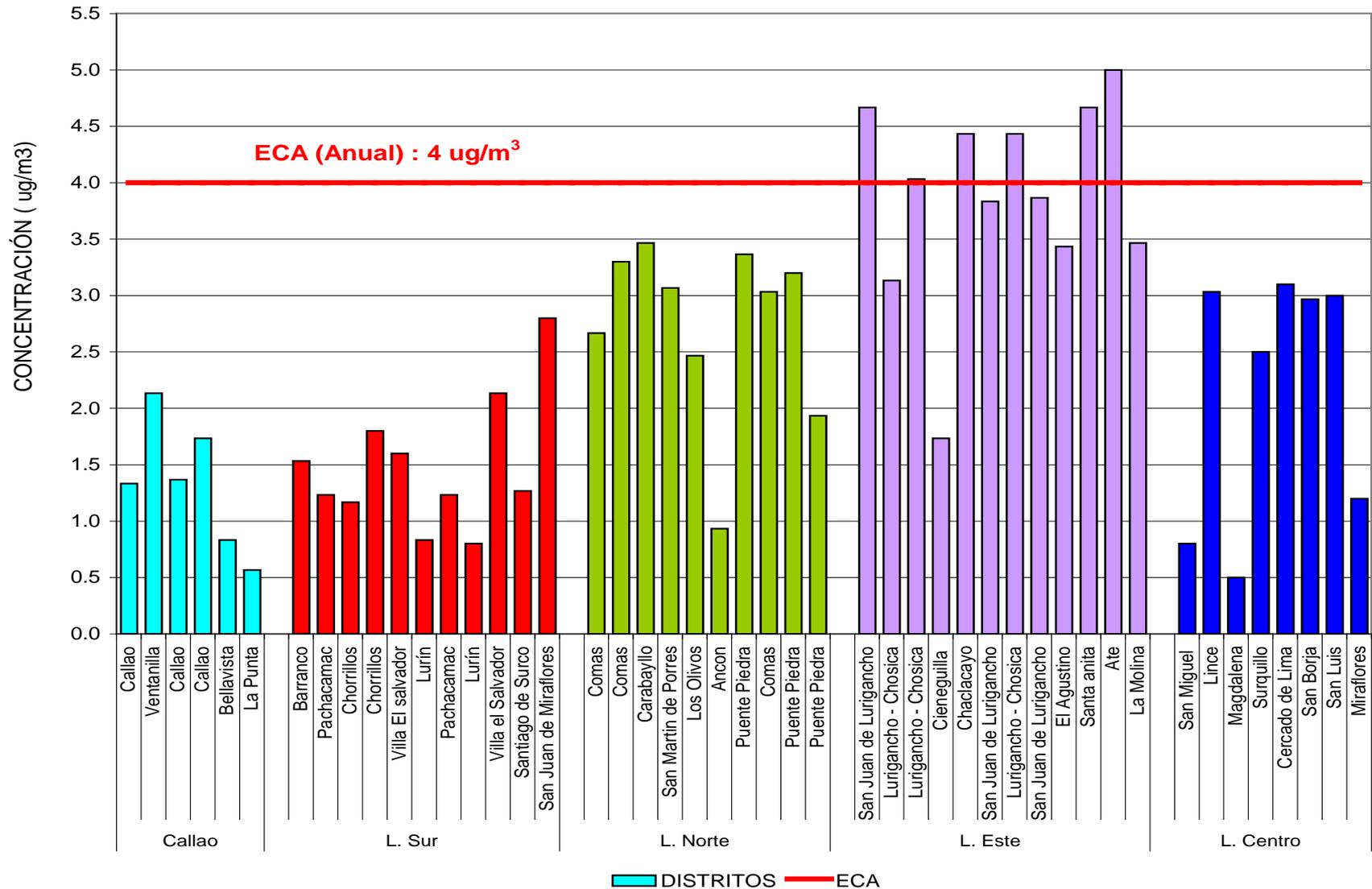




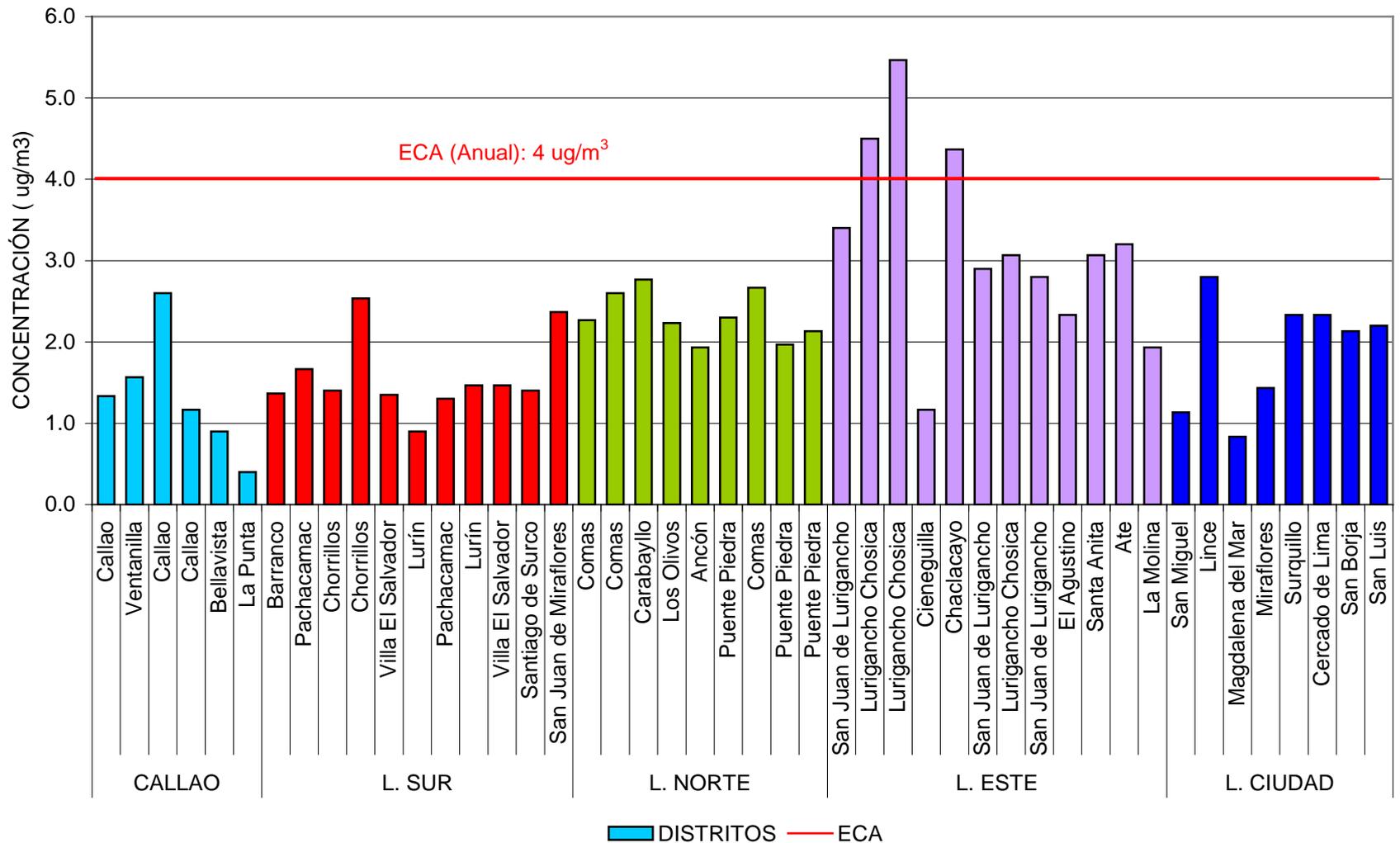
# CONCENTRACIÓN DE BENCENO POR ZONAS – VERANO E INVIERNO 2011



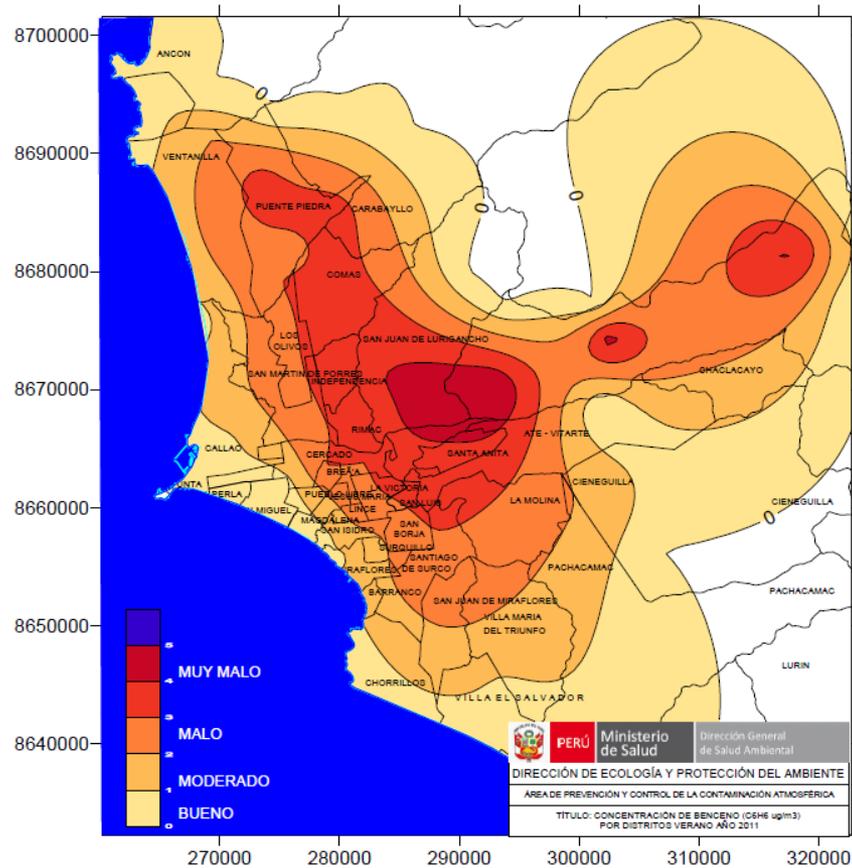
# CONCENTRACIÓN DE BENCENO POR DISTRITOS – VERANO 2011



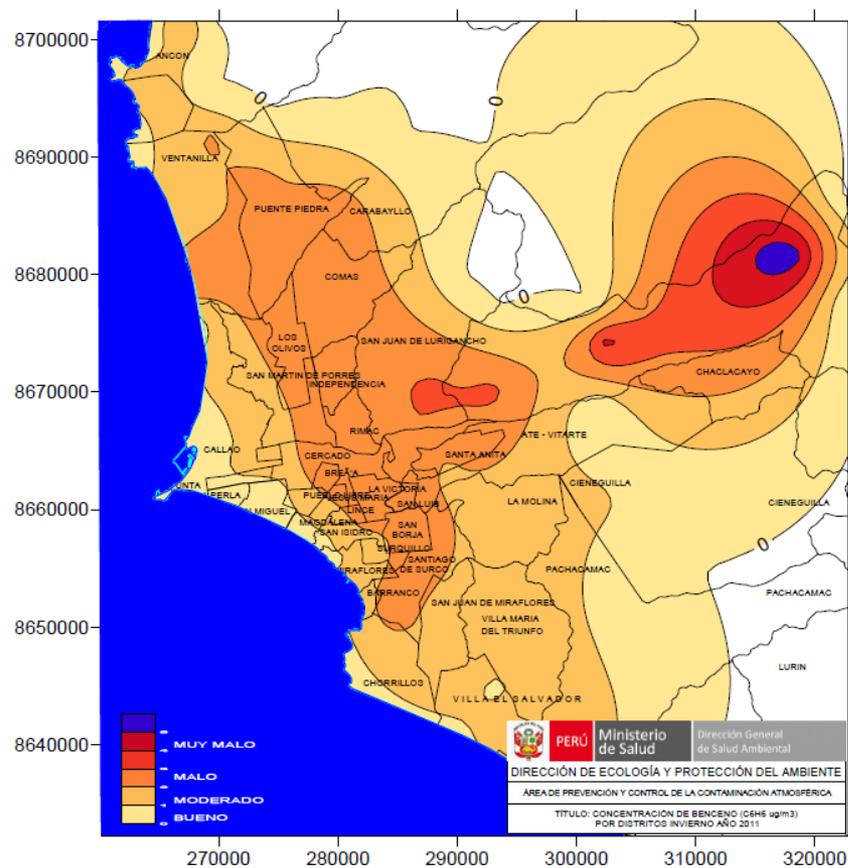
# CONCENTRACIÓN DE BENCENO POR DISTRITOS – INVIERNO 2011



# MAPAS COMPARATIVOS DEL BENCENO (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)

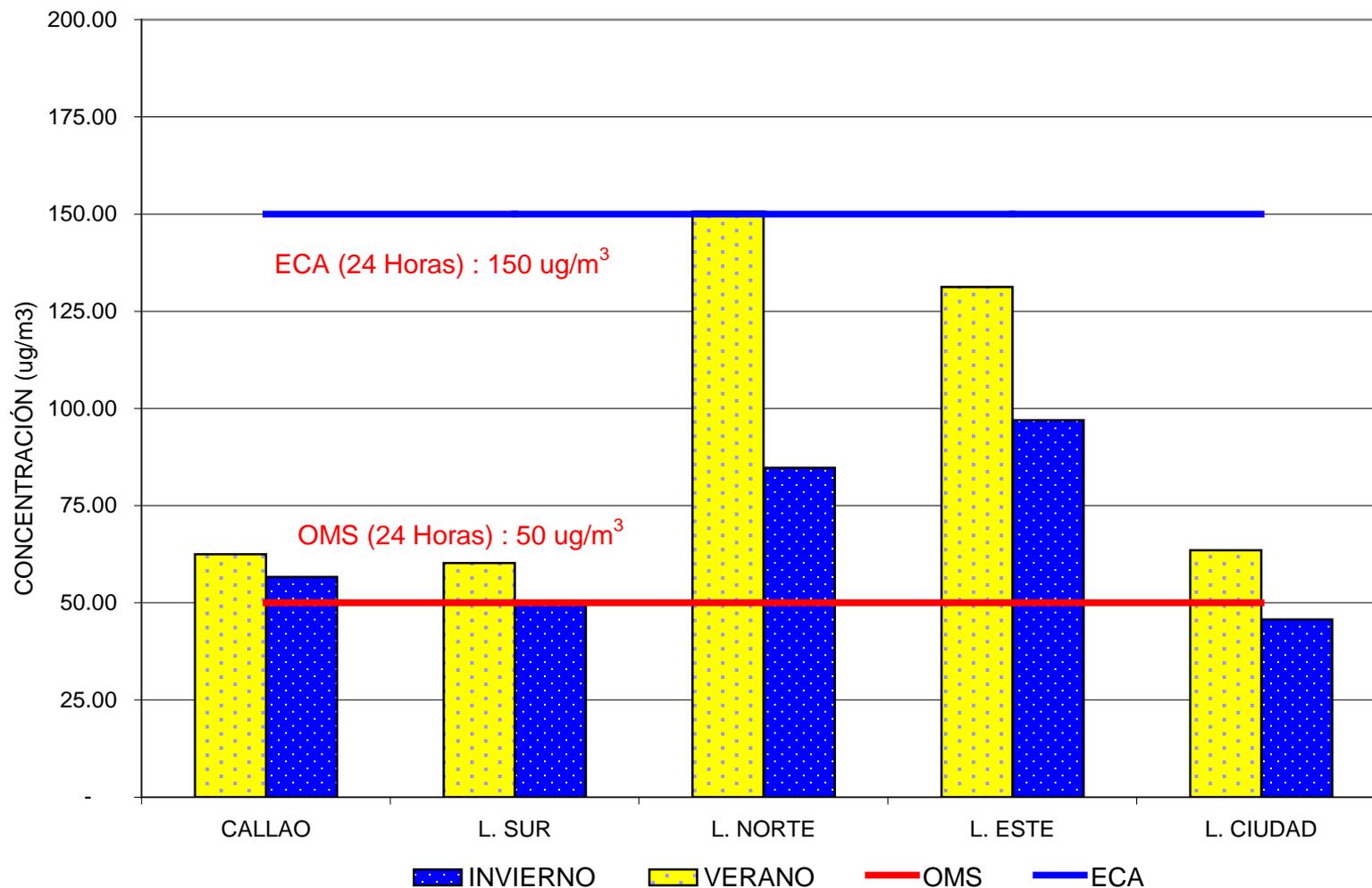


VERANO

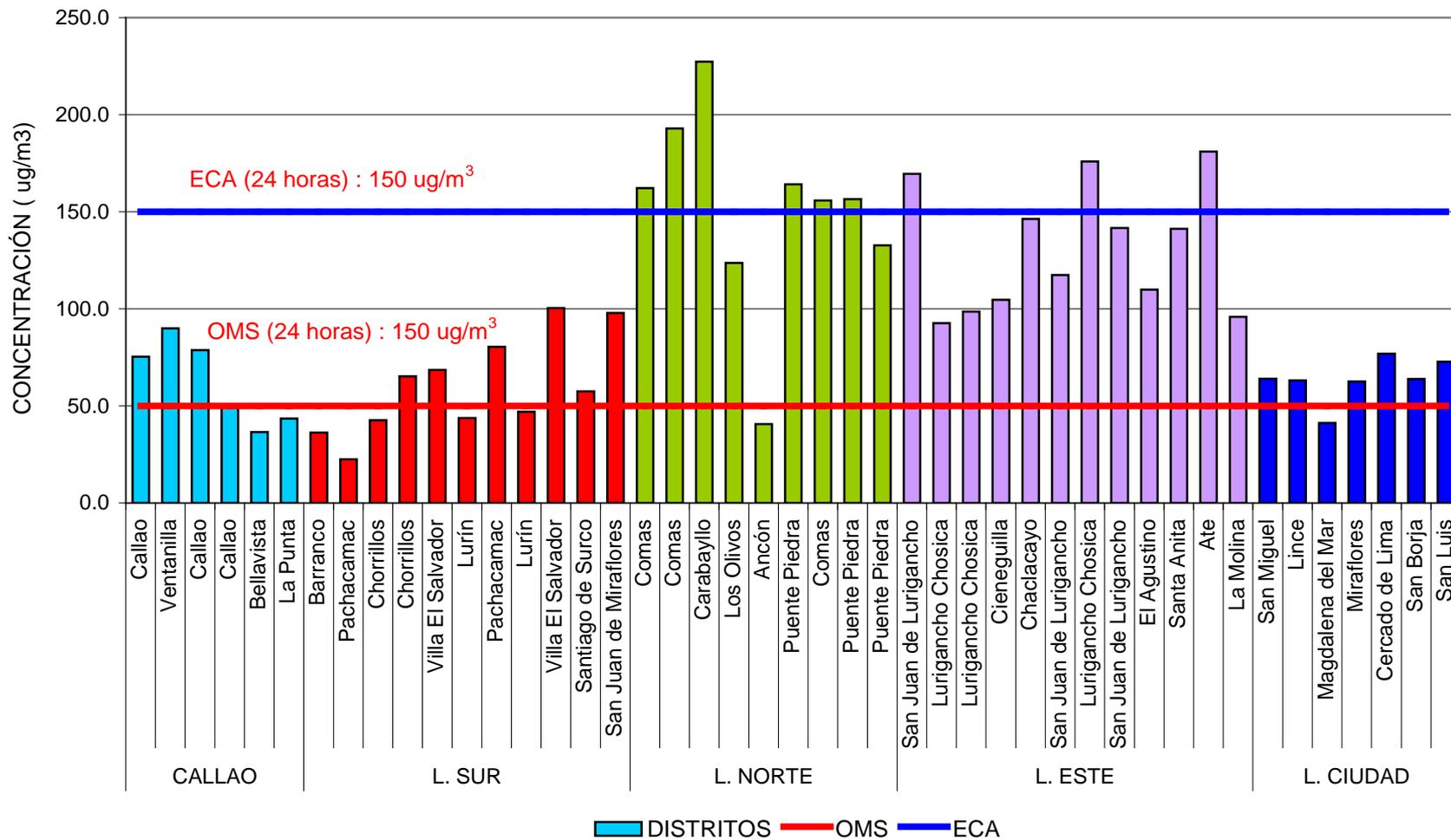


INVIERNO

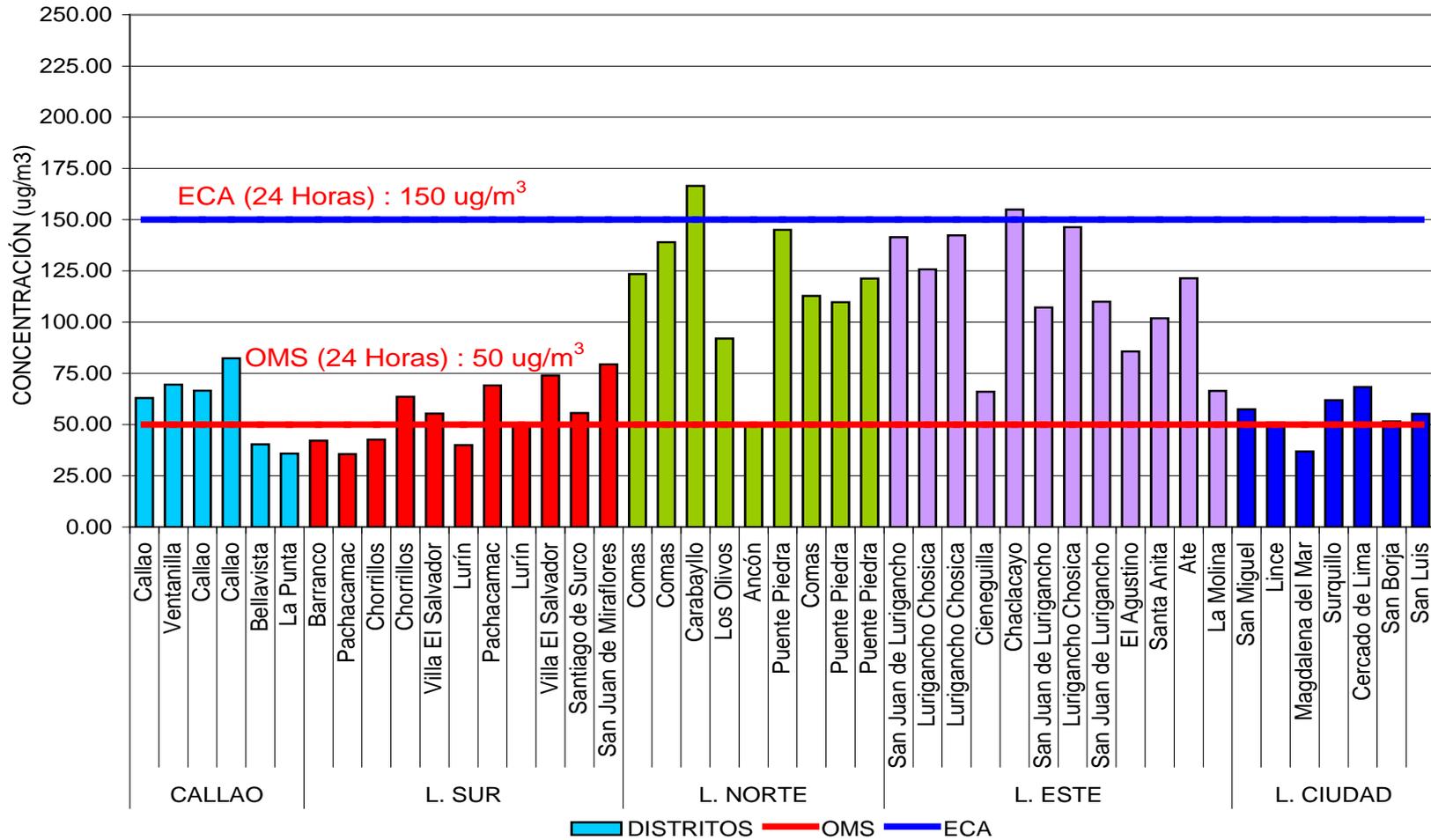
# CONCENTRACIÓN MATERIAL PARTÍCULADO (PM10) POR ZONAS – VERANO E INVIERNO 2011



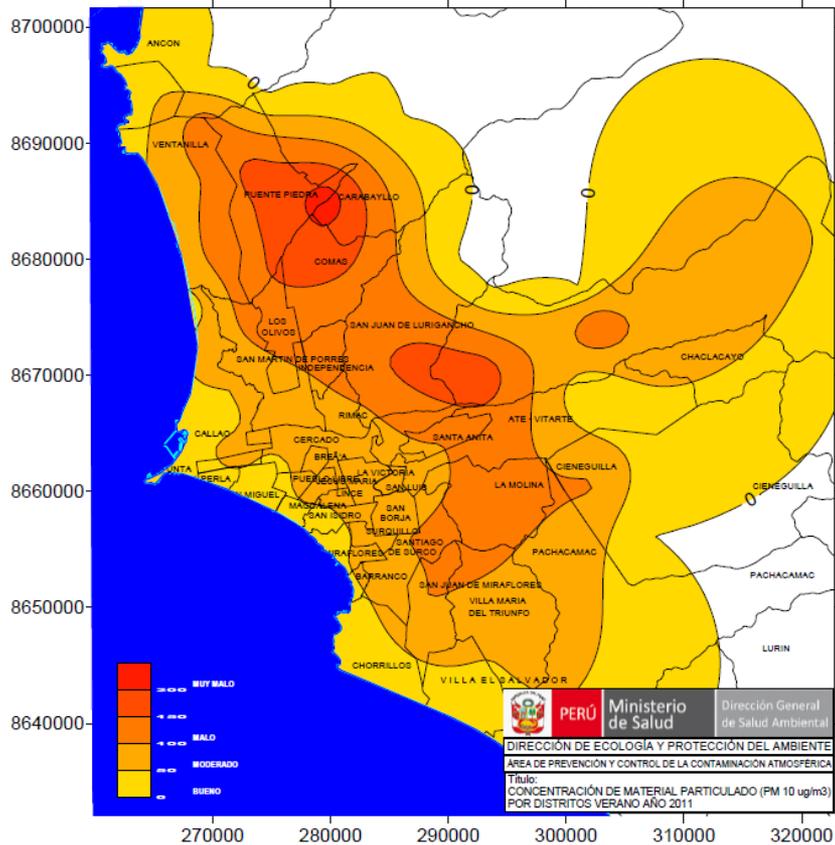
# CONCENTRACIÓN MATERIAL PARTÍCULADO (PM10) POR DISTRITOS VERANO 2011



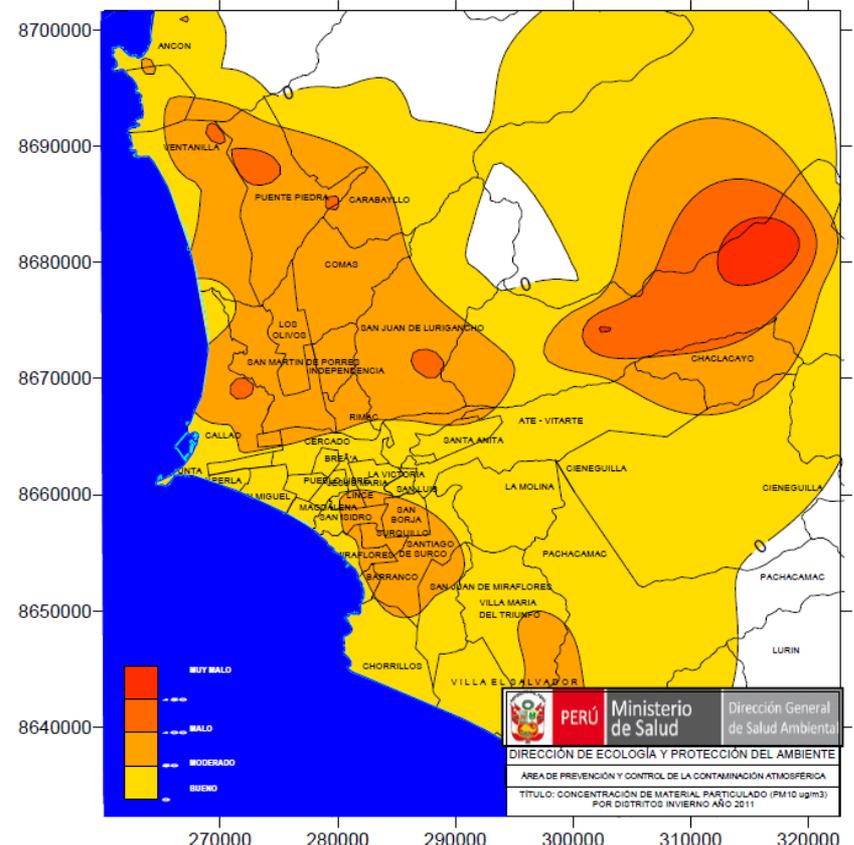
# CONCENTRACIÓN MATERIAL PARTICULADO (PM10) POR DISTRITOS INVIERNO 2011



# MAPAS COMPARATIVOS DEL MATERIAL PARTICULADO (PM<sub>10</sub>)

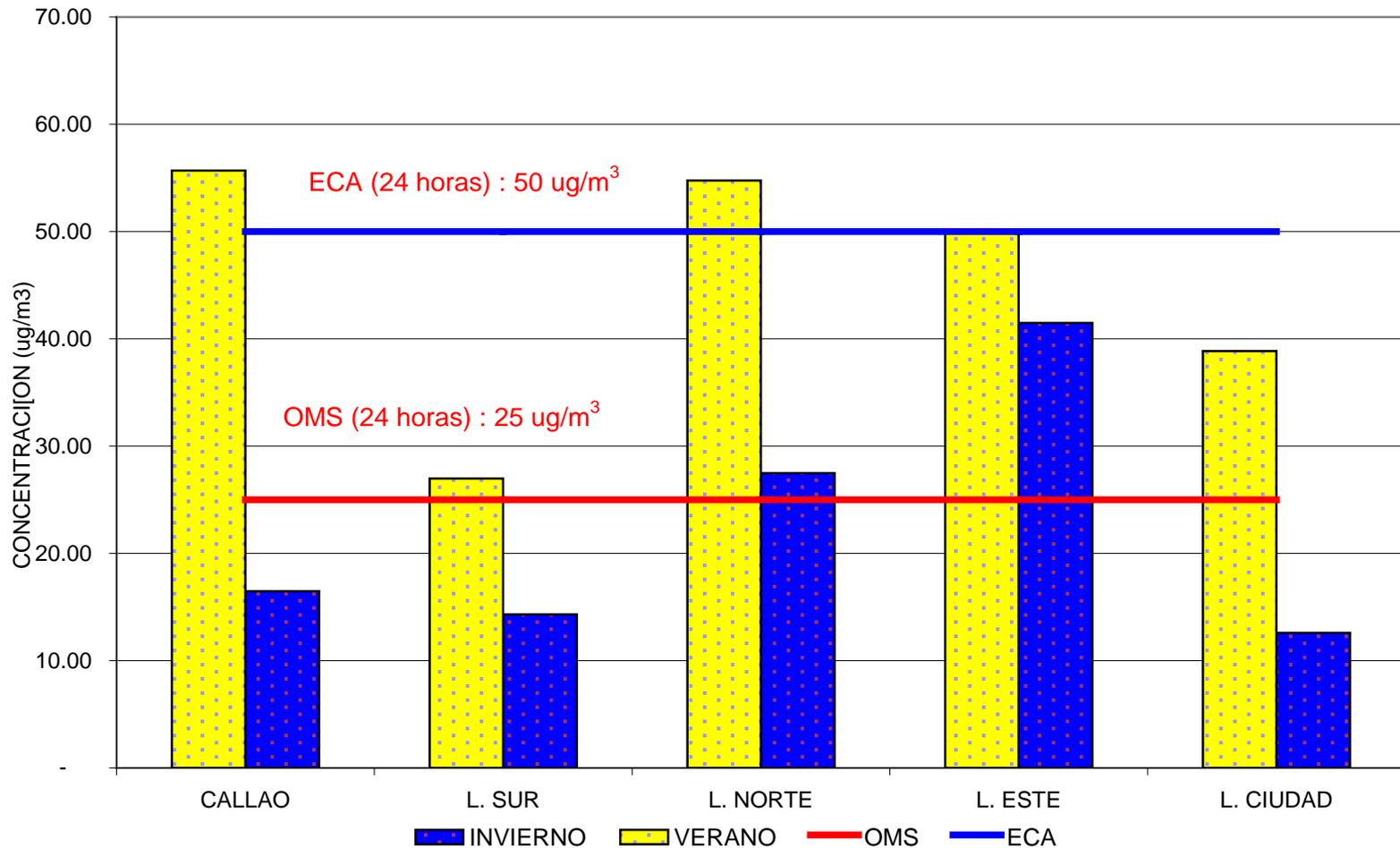


VERANO

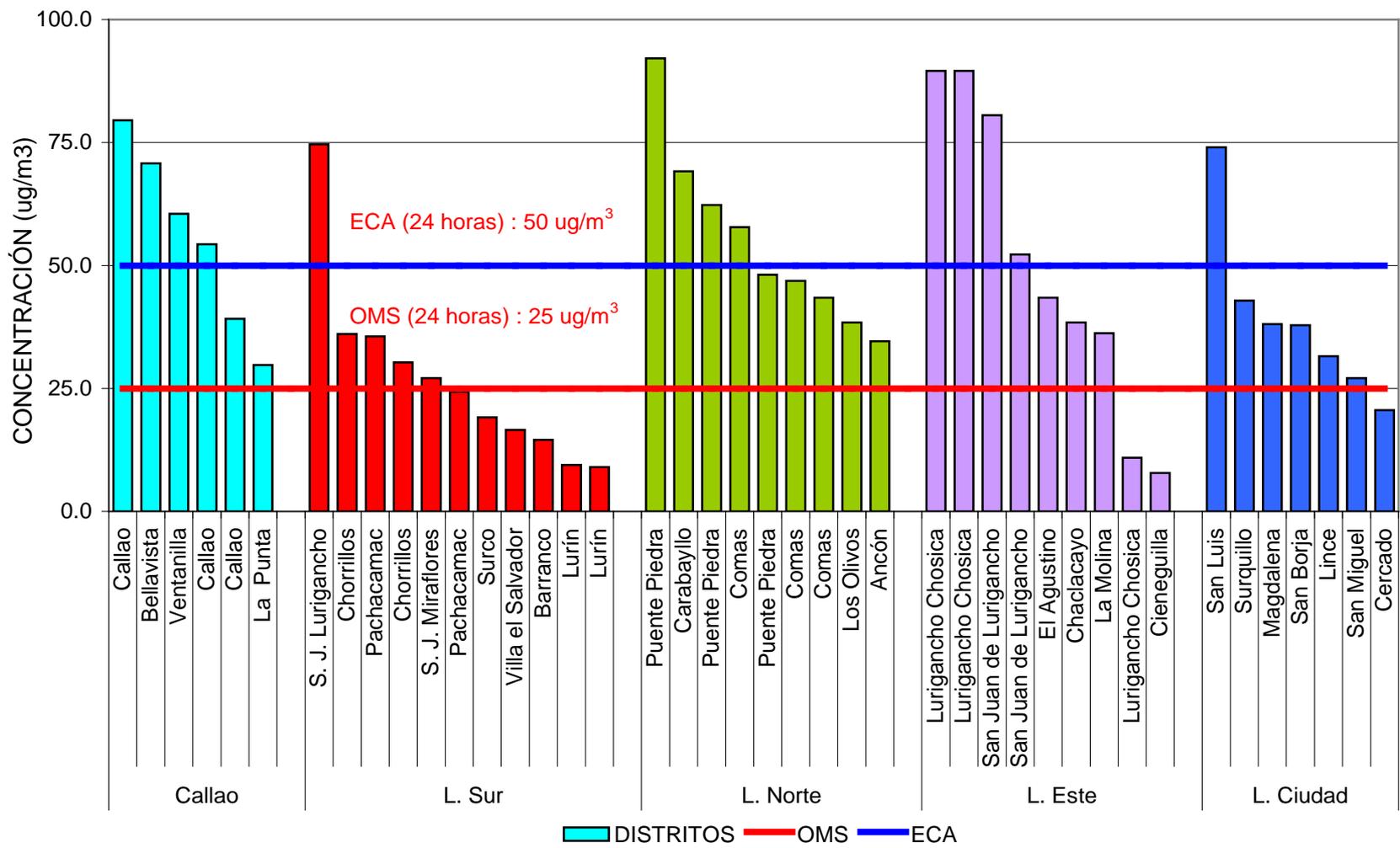


INVIERNO

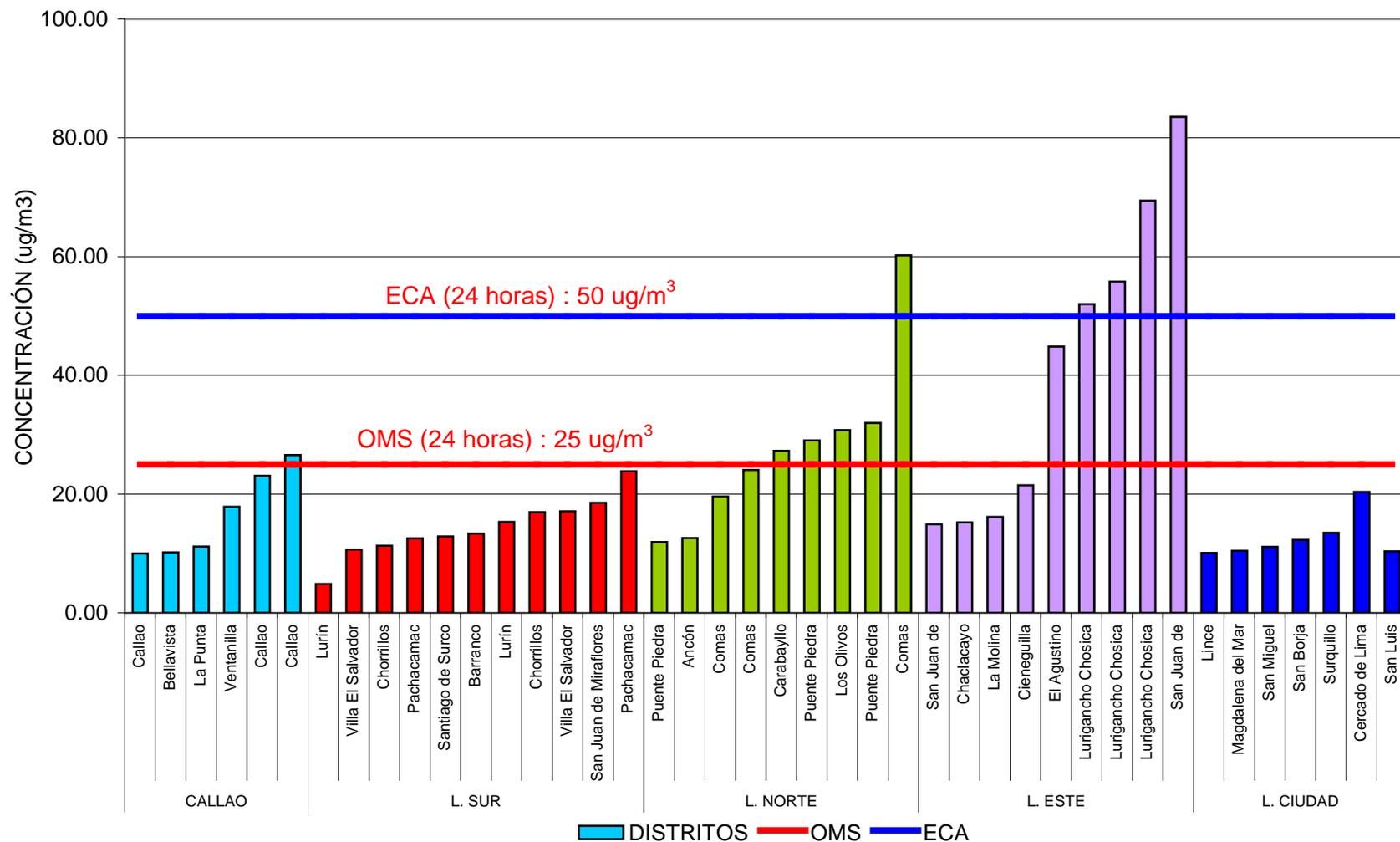
# CONCENTRACIÓN MATERIAL PARTÍCULADO (PM2.5) POR ZONAS – VERANO E INVIERNO 2011



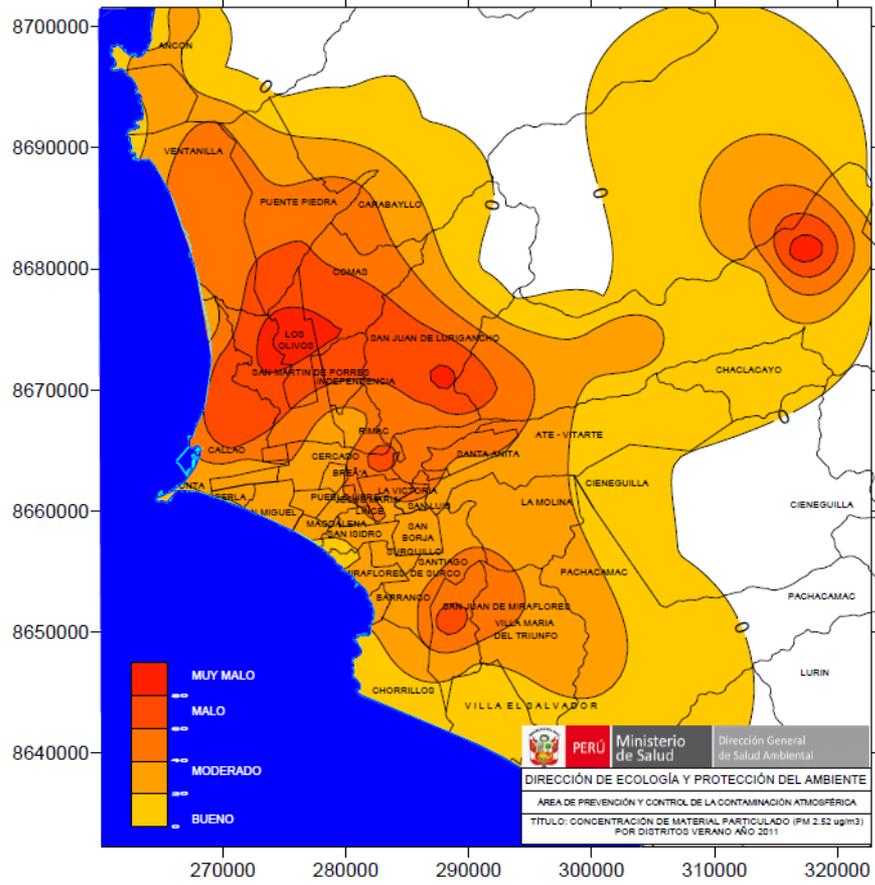
# CONCENTRACIÓN MATERIAL PARTÍCULADO (PM2.5) POR DISTRITOS – VERANO 2011



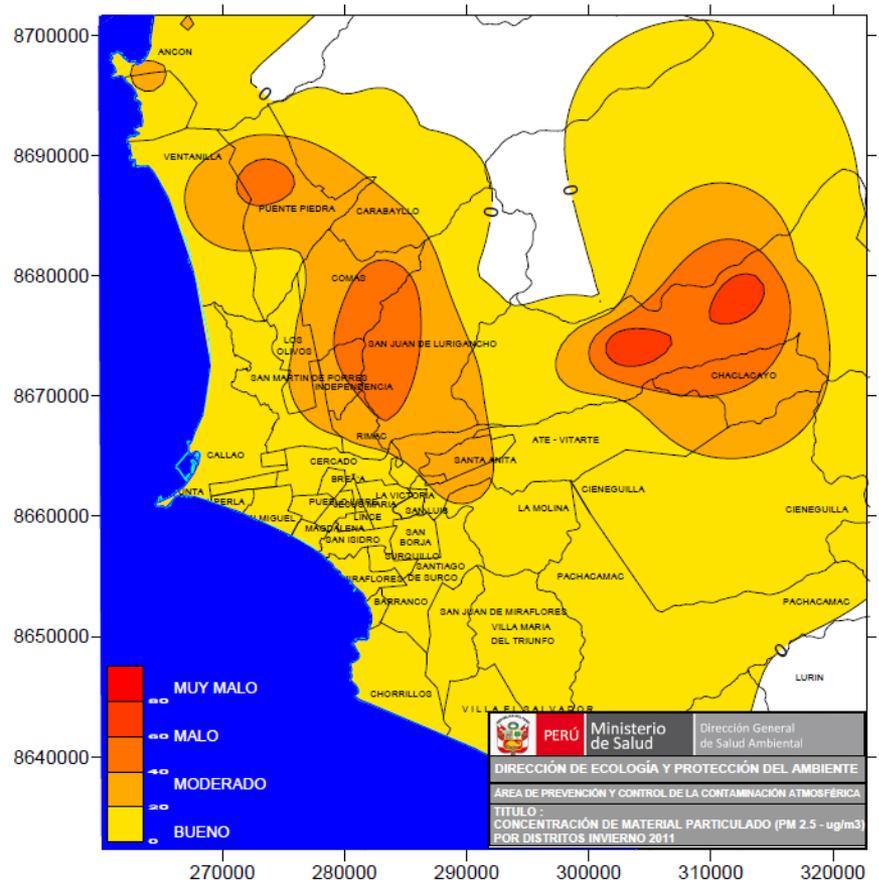
# CONCENTRACIÓN MATERIAL PARTICULADO (PM2.5) POR DISTRITOS – INVIERNO 2011



# MAPAS COMPARATIVOS DEL MATERIAL PARTICULADO (PM<sub>2.5</sub>)

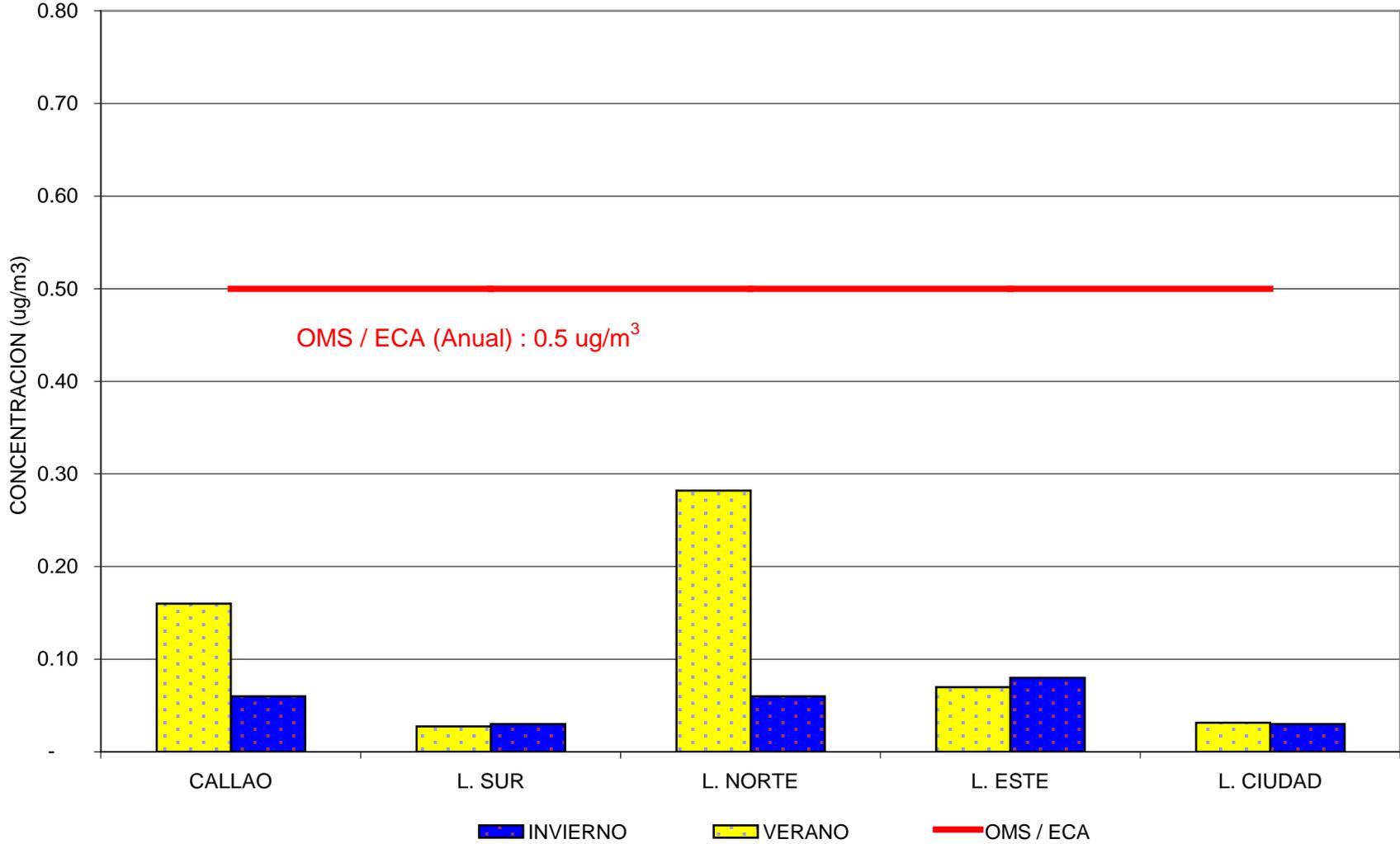


VERANO

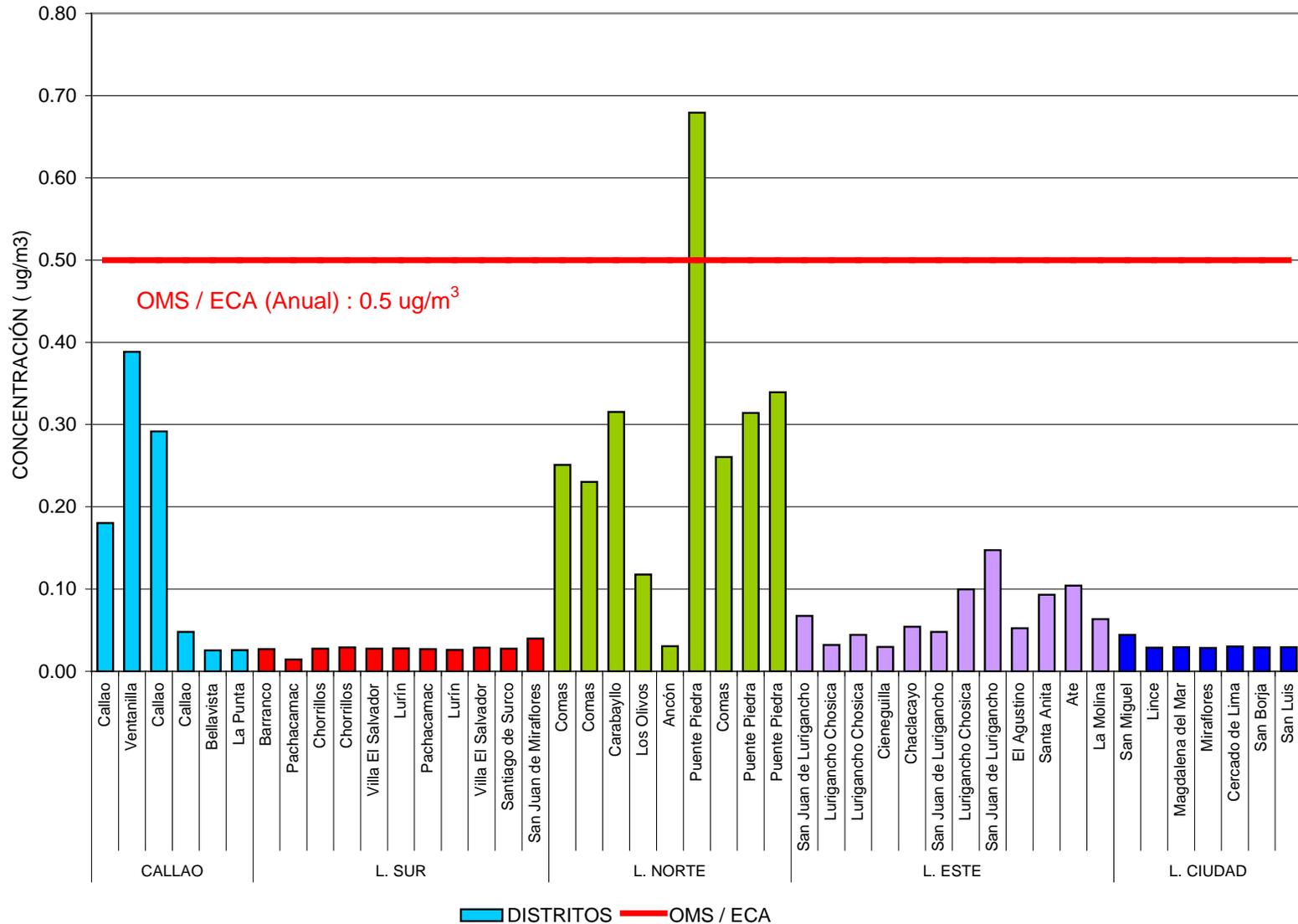


INVIERNO

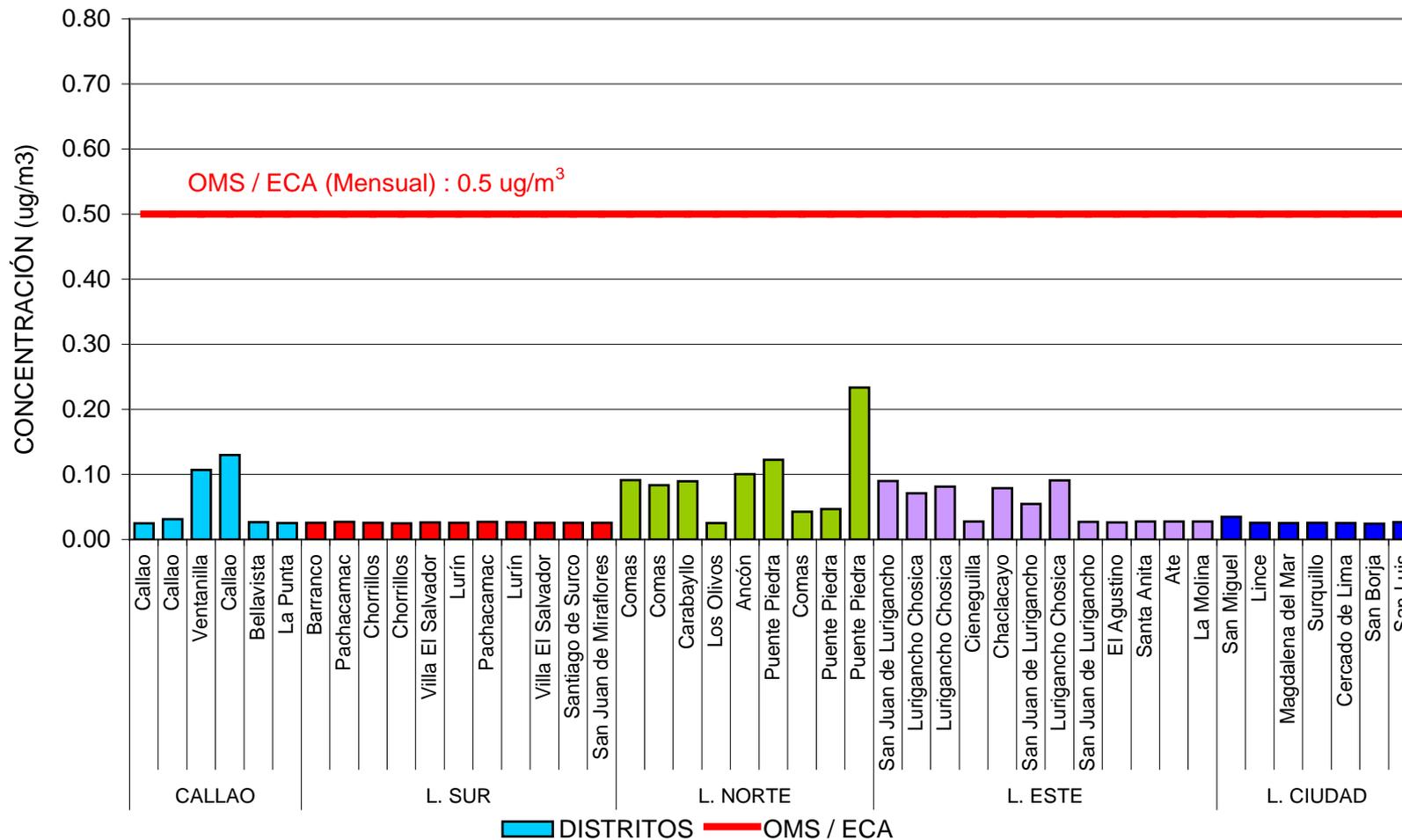
# CONCENTRACIÓN DE PLOMO (Pb) POR ZONAS – VERANO E INVIERNO 2011



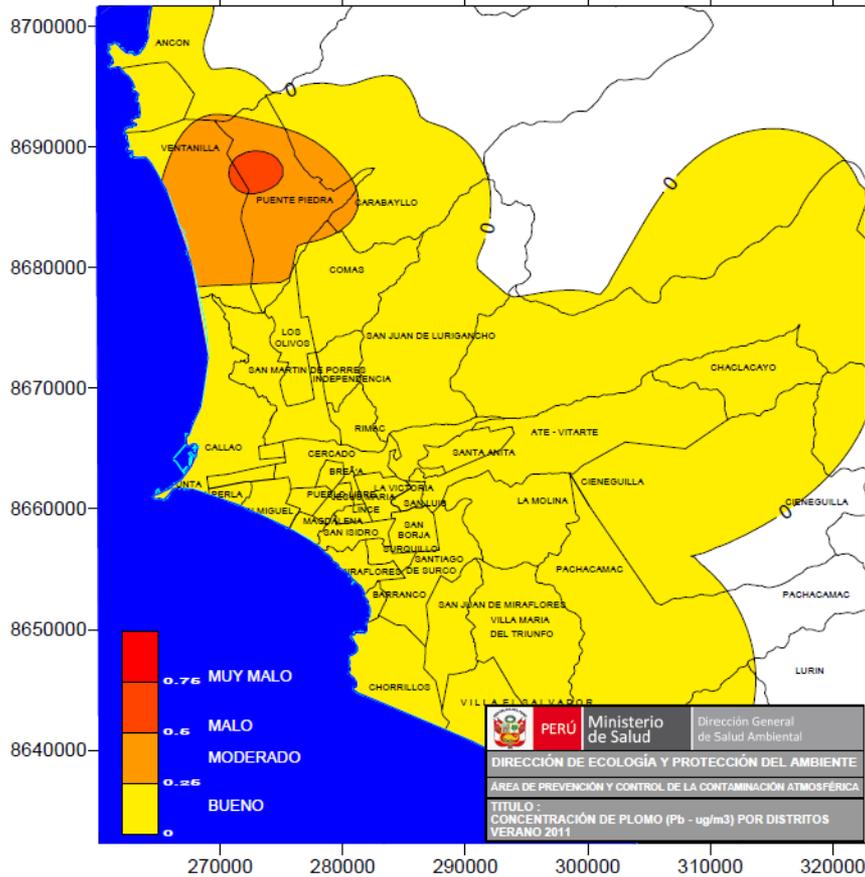
# CONCENTRACIÓN DE PLOMO (Pb) POR DISTRITO – VERANO 2011



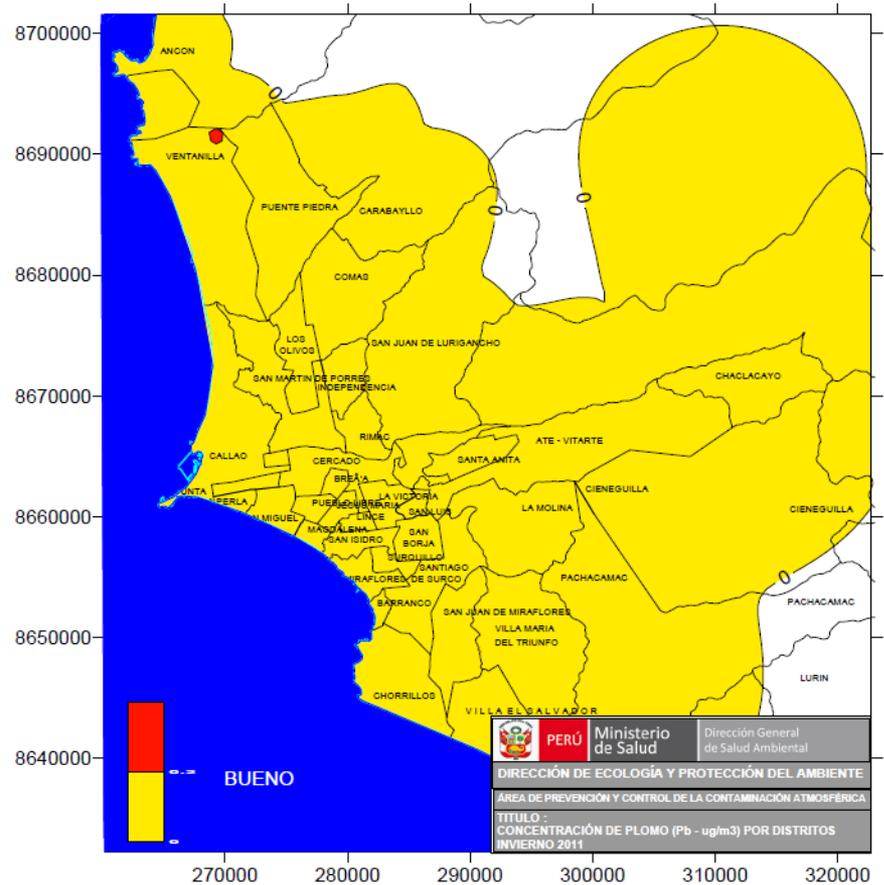
# CONCENTRACIÓN DE PLOMO (Pb) POR DISTRITOS – INVIERNO 2011



# MAPAS COMPARATIVOS DEL PLOMO (Pb)



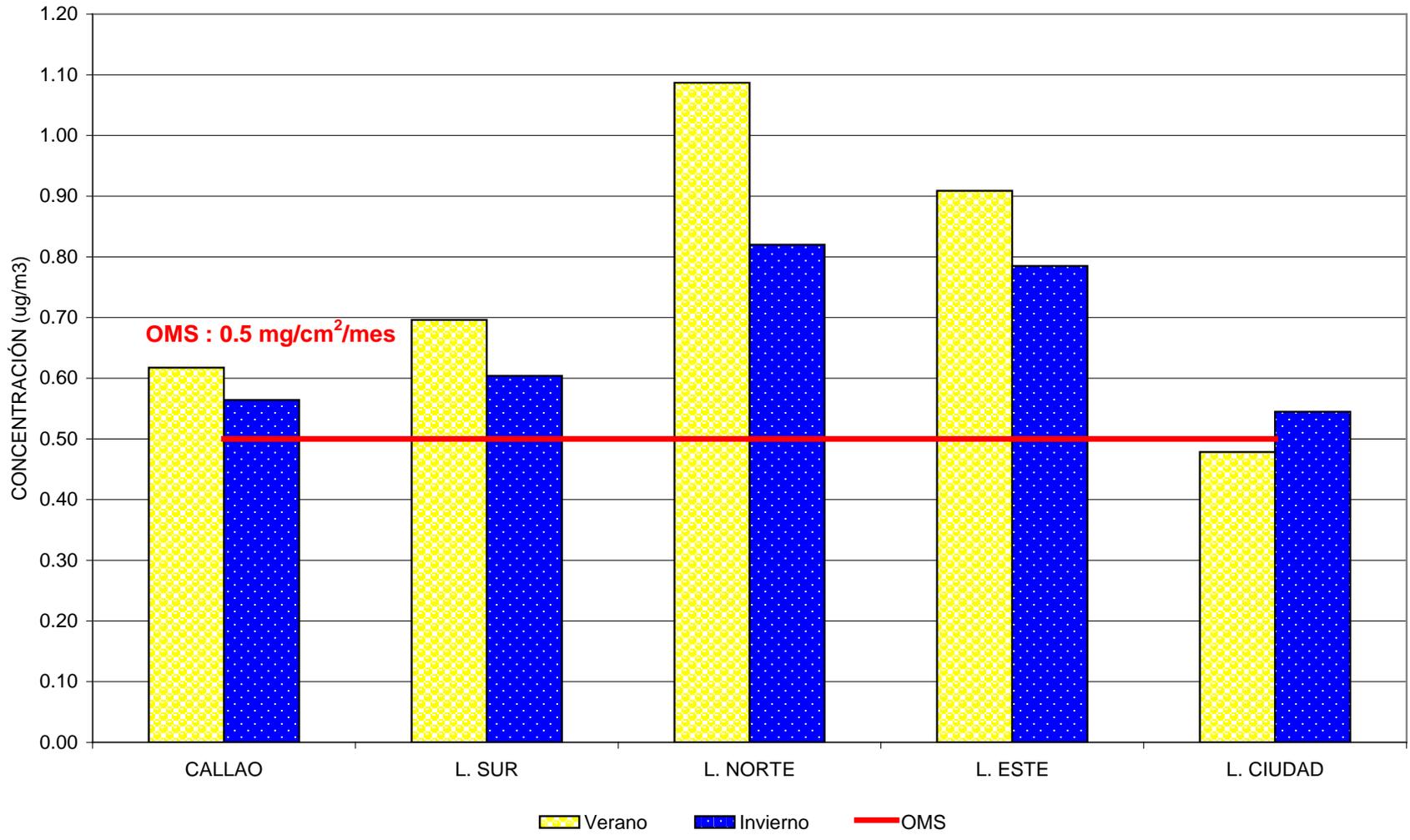
VERANO



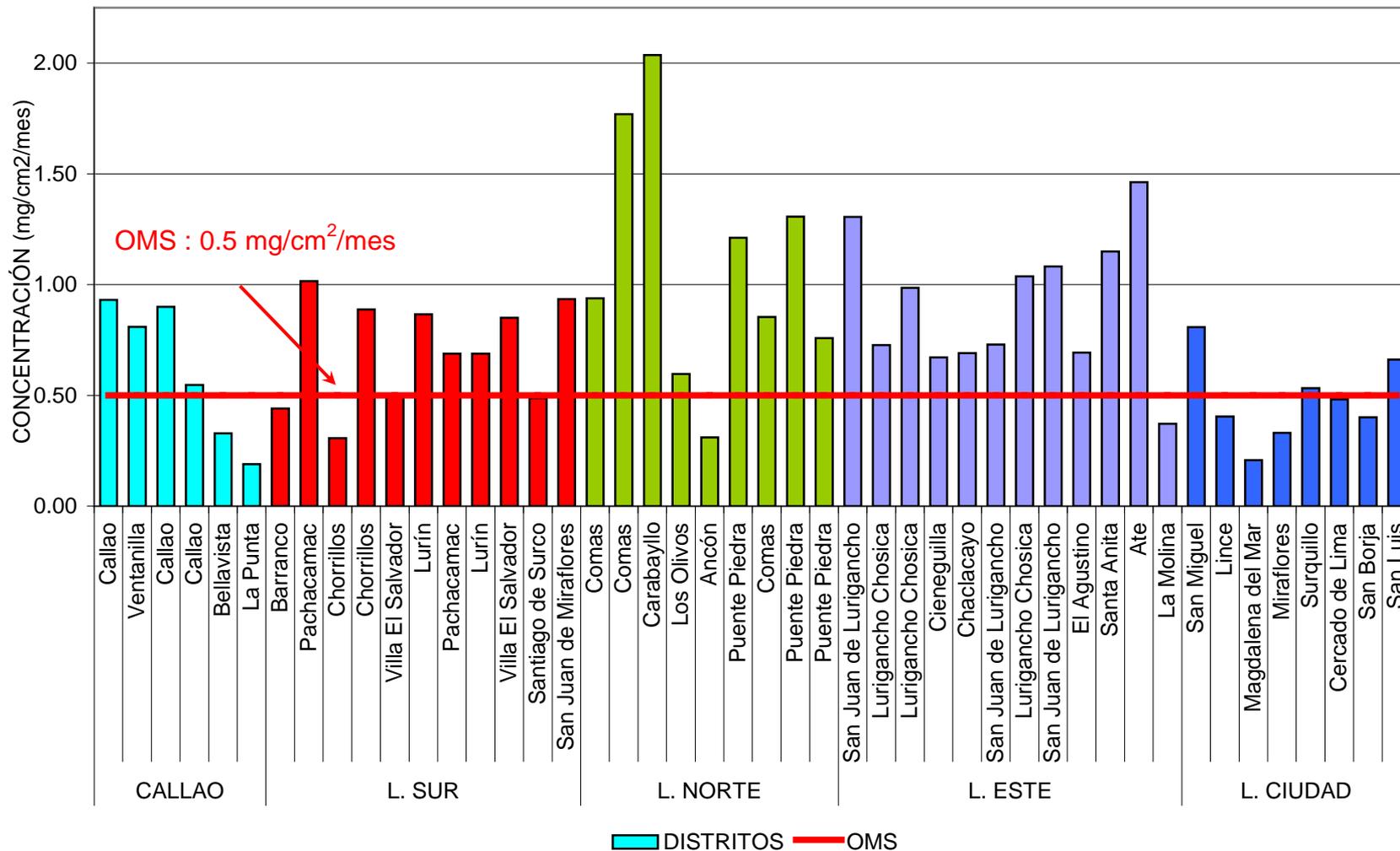
INVIERNO



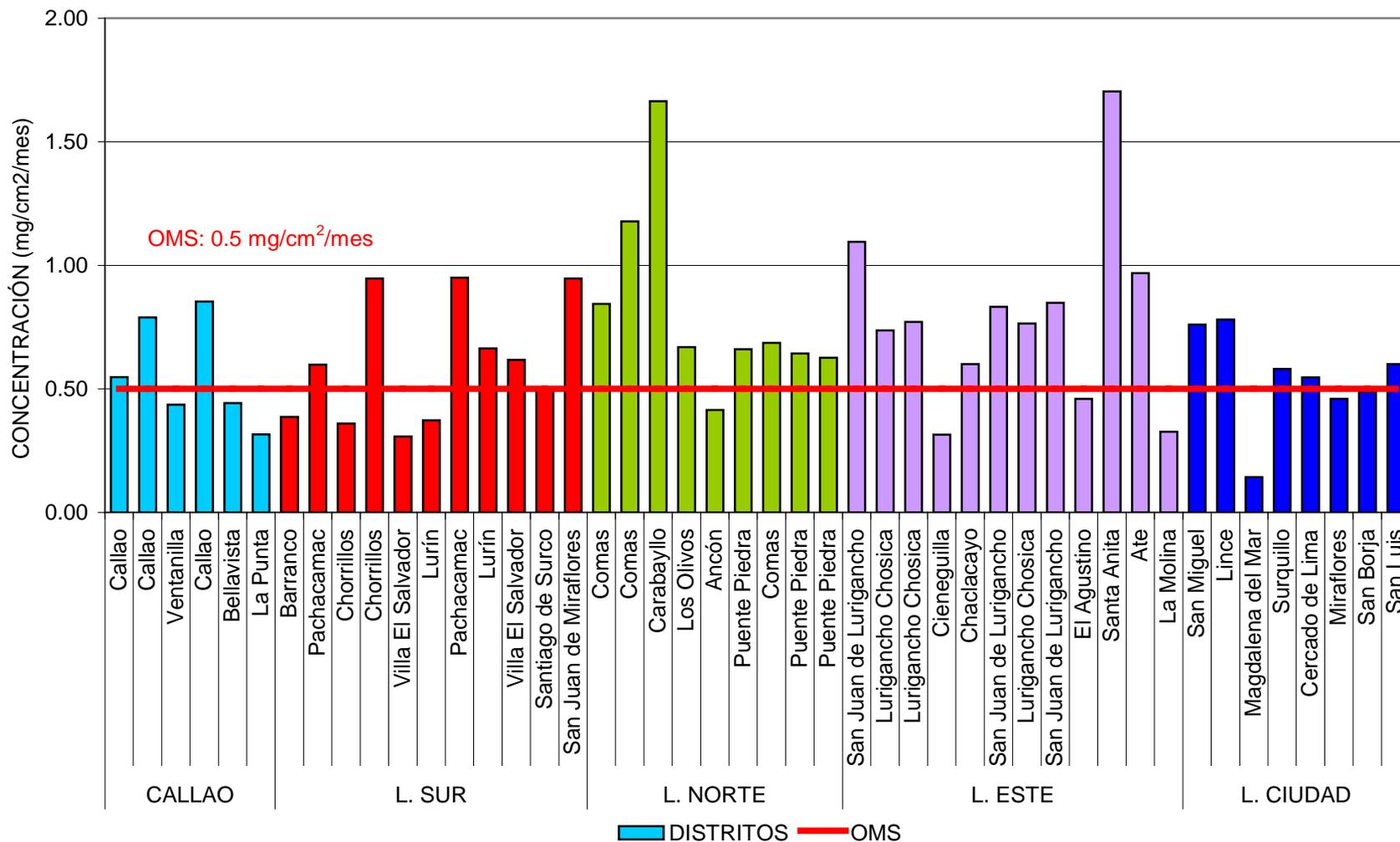
# CONCENTRACIÓN DE POLVO SEDIMENTABLE (PS) POR ZONAS VERANO E INVIERNO 2011



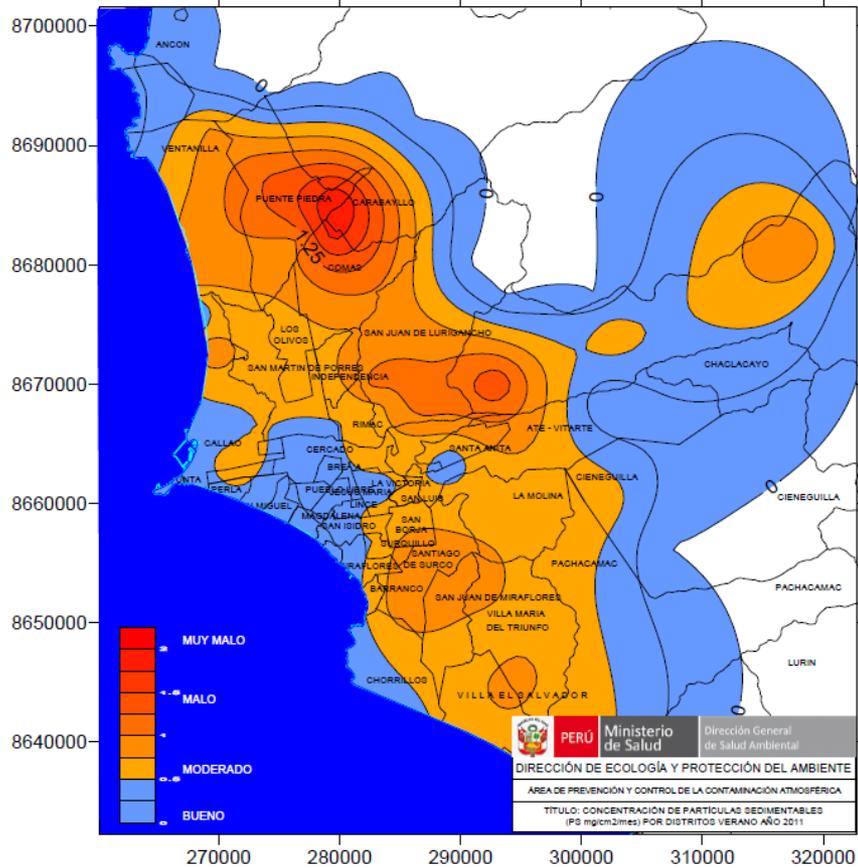
# CONCENTRACIÓN DE POLVO SEDIMENTABLE (PS) POR DISTRITOS VERANO 2011



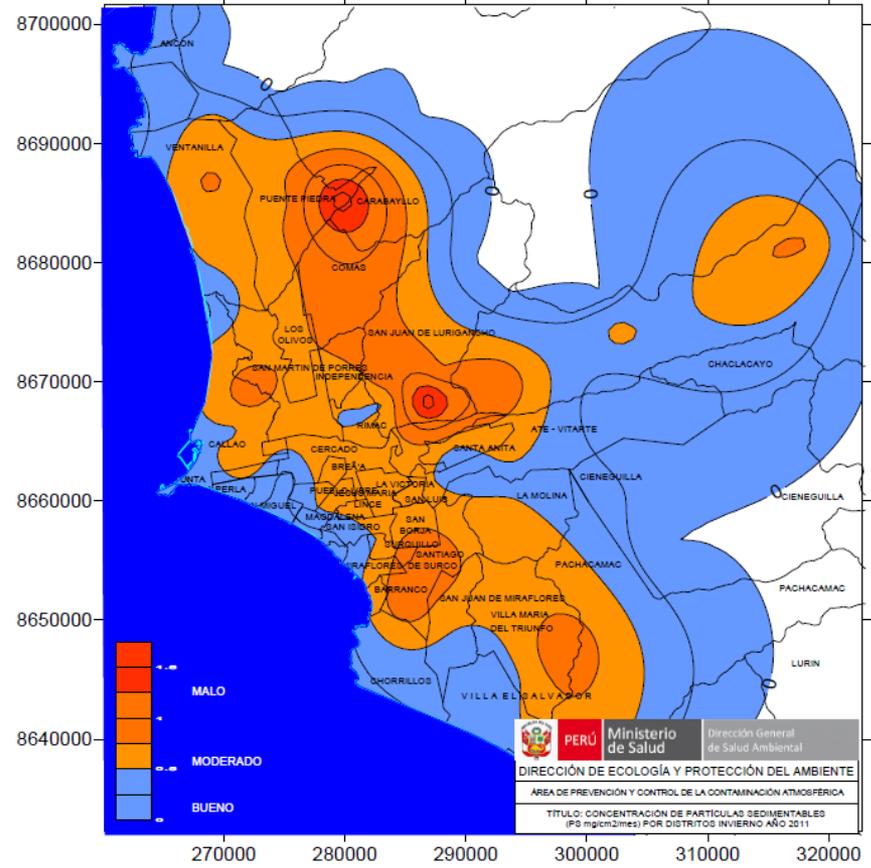
# CONCENTRACIÓN DE POLVO SEDIMENTABLE (PS) POR DISTRITOS INVIERNO 2011



# MAPAS COMPARATIVOS DEL PARTÍCULAS SEDIMENTABLES (PS)



VERANO



INVIERNO

# ANÁLISIS

- Dióxido de Nitrógeno ( $\text{NO}_2$ ), su concentración fue relativamente baja con respecto a los estándares de calidad ambiental -ECA anual (Norma Peruana de  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ); y en relación a la recomendación de la OMS (valor anual de  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), sin embargo algunos distritos sobrepasaron los valores encontrándose en la zona de Lima Este ( $58.01 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) y Lima Norte ( $41.08 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), seguidos por los de la zona Lima Centro, Callao y Lima Sur.
- Este incremento de  $\text{NO}_2$  podría provocar dificultad temporal en la respiración de personas susceptibles como son los asmáticos o en aquéllas que realizan actividades al aire libre en las horas de mayor presencia de este contaminante.

# ANÁLISIS

- El plomo (Pb) en el estudio, presentó una concentración baja con respecto al estándar de calidad ambiental -ECA anual (Norma Peruana de  $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), siendo la zona Norte y Callao, donde se registraron las mayores concentraciones, es el caso del distrito de Puente Piedra que tiene una concentración de  $0.29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , Carabayllo  $0.20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , seguido por Ventanilla, Comas y el Callao.
- El Dióxido de Azufre ( $\text{SO}_2$ ), presentó concentraciones muy bajas con respecto a la recomendación de la OMS (24 horas  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), y los estándares de calidad ambiental-ECA 24 horas (Norma Peruana de  $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), alcanzando la mayor concentración la zona Norte ( $5.71 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) y el Callao ( $5.16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), seguidos por la zona Este, Ciudad y Sur.

# ANÁLISIS

- El parámetro Ozono ( $O_3$ ), registrado en el estudio, sobrepasó en 5 distritos de Lima Metropolitana y el Callao, los valores recomendados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , es el caso del distrito de La Punta que presenta el mayor valor de  $71.55 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , seguido de Magdalena del Mar ( $71.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), Ancón ( $67.75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), Santiago de Surco ( $59.80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) y San Miguel ( $58.65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). El resto de distritos está por debajo de lo establecido.
- El ozono, podría irritar las vías respiratorias altas y causar inflamaciones severas en el aparato respiratorio, sobretodo en los grupos más vulnerables como son los que sufren de bronquitis crónica, asma, entre otros; pero incluso en las personas sanas, que realizan actividades al aire libre en los momentos de mayor exposición a este agente químico.

# ANÁLISIS

- El benceno ( $C_6H_6$ ), presentó valores que pasan los estándares de calidad ambiental -ECA anual (Norma Peruana de  $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) en los distritos de Chaclacayo ( $4.40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), Lurigancho Chosica ( $4.11 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), y Ate ( $4.10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), y muy cercanos al valor, Santa Anita ( $3.87 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), San Juan de Lurigancho ( $3.58 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), seguido San Martín de Porres y Carabayllo.
- Llama especialmente la atención la presencia de este contaminante toda vez que pertenece al grupo de sustancias cancerígenas reconocidas por la IARC. a sustancia cancerígena que se adhiere a piel y mucosas.

# ANÁLISIS

- El parámetro Polvo Sedimentable (PS) registrado en el estudio, sobrepasó los valores recomendados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) de  $05 \text{ mg/cm}^2/\text{mes}$  en 21 distritos de Lima Metropolitana y el Callao, alcanzando los valores más altos el distrito de Carabayllo sobrepasando en 370% ( $1.85 \text{ mg/cm}^2/\text{mes}$ ) el valor recomendado, seguido de los distritos de Santa Anita, Ate y Comas. Lo contrario sucedió en 11 distritos como Magdalena del Mar y la Punta donde los índices fueron de  $0.17 \text{ mg/cm}^2/\text{mes}$  y  $0.25 \text{ mg/cm}^2/\text{mes}$ , respectivamente, valores que están por debajo del límite recomendado por la OMS.

# ANÁLISIS

- El contaminante material particulado menor a 10 micras de diámetro- PM 10, registrado en el estudio sobrepasó el ECA anual (Norma Peruana de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) en 25 distritos de Lima Metropolitana y el Callao presentando la mayor concentración los distritos ubicados en la zona Norte y Este, es el caso del distrito de Carabayllo que excedió en 333% ( $166.51 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) la norma, seguido de los distritos de Chaclacayo, San Juan de Lurigancho, Puente Piedra y Comas. Lo contrario sucedió en 7 distritos como la Punta y Magdalena del Mar que tienen índices de  $35.88 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y  $36.83 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , respectivamente, valor que está por debajo de lo establecido.

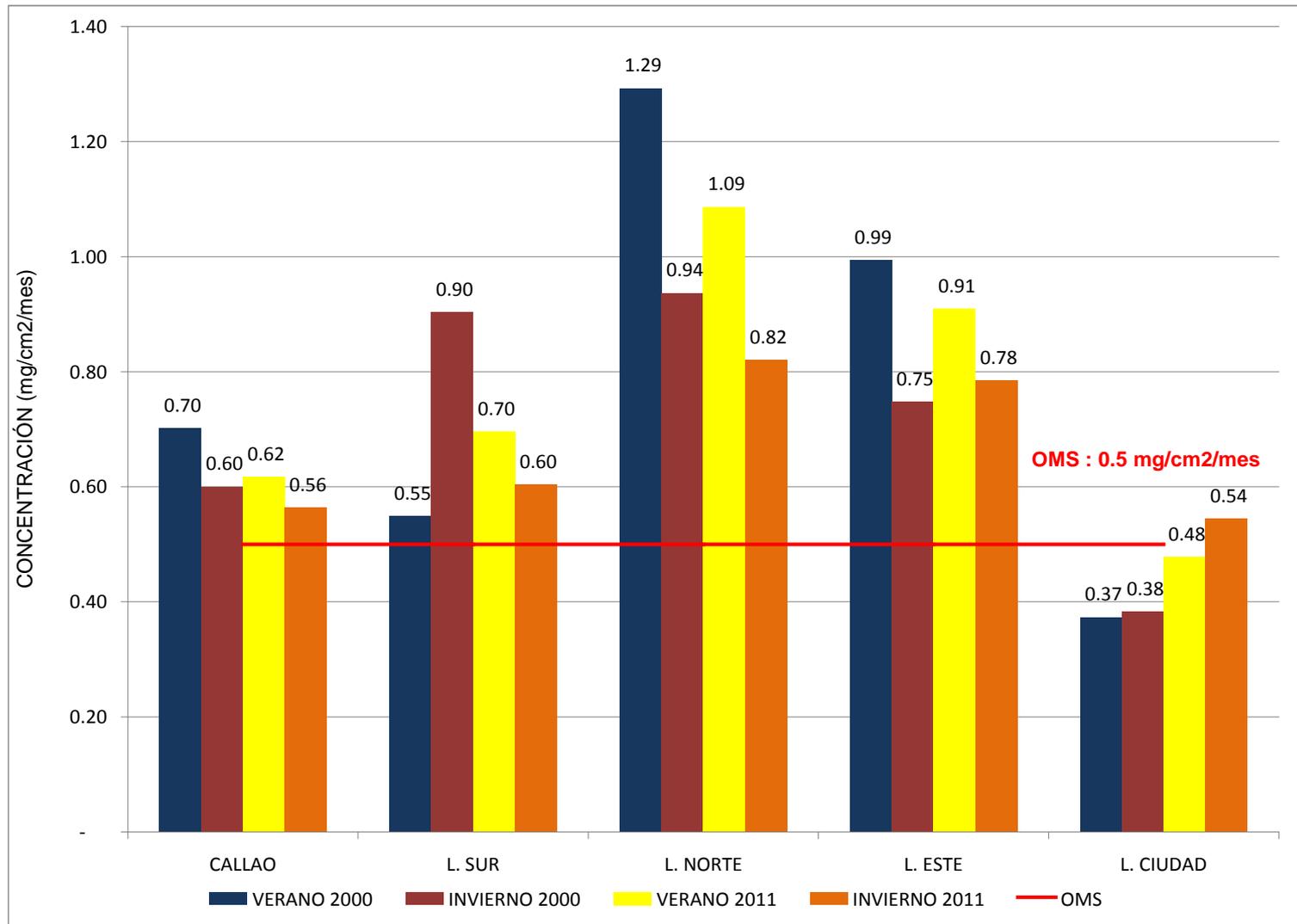
# ANÁLISIS

- Con respecto al material particulado menor a 2.5 micras de diámetro (PM 2.5) registrado en el estudio, éste sobrepasó los estándares de calidad ambiental (ECA anual) en 26 distritos de Lima Metropolitana y el Callao presentando la mayor concentración en los distritos ubicados en la zona Este, Norte y Callao, es el caso del distrito de Lurigancho-Chosica que sobrepasó en 408% ( $61.201 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) lo establecido en la norma peruana de  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , seguido de los distritos de San Juan de Lurigancho, Carabayllo, Puente Piedra y El Agustino. Lo contrario sucedió en 3 distritos como Lurín, Barranco y Cieneguilla cuyos índices fueron de  $9.68 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ,  $13.96 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y  $14.65 \mu\text{g}/\text{m}^3$  respectivamente, valores que están por debajo de lo establecido.

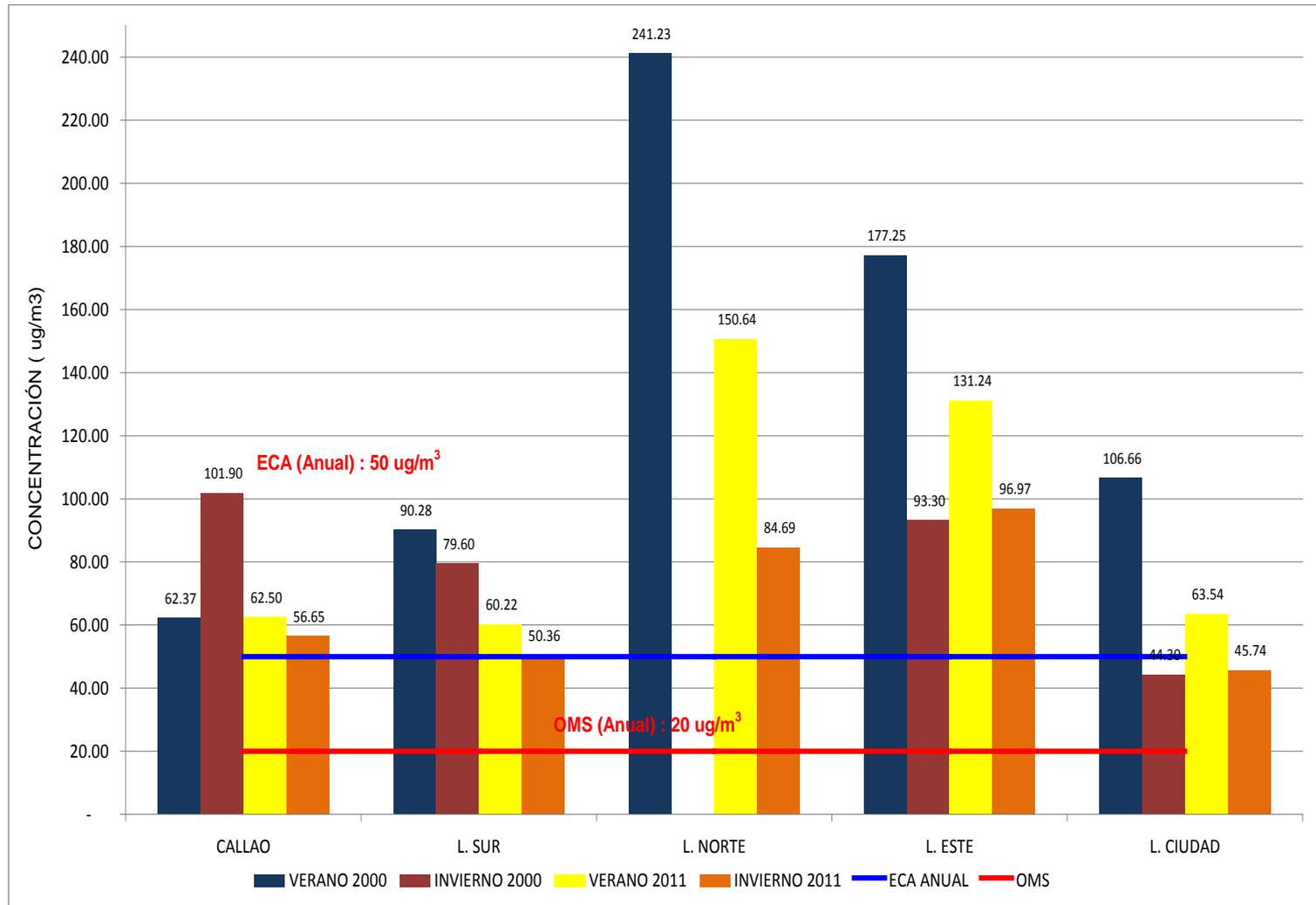
# COMPARACIÓN DE RESULTADOS 2000 - 2011



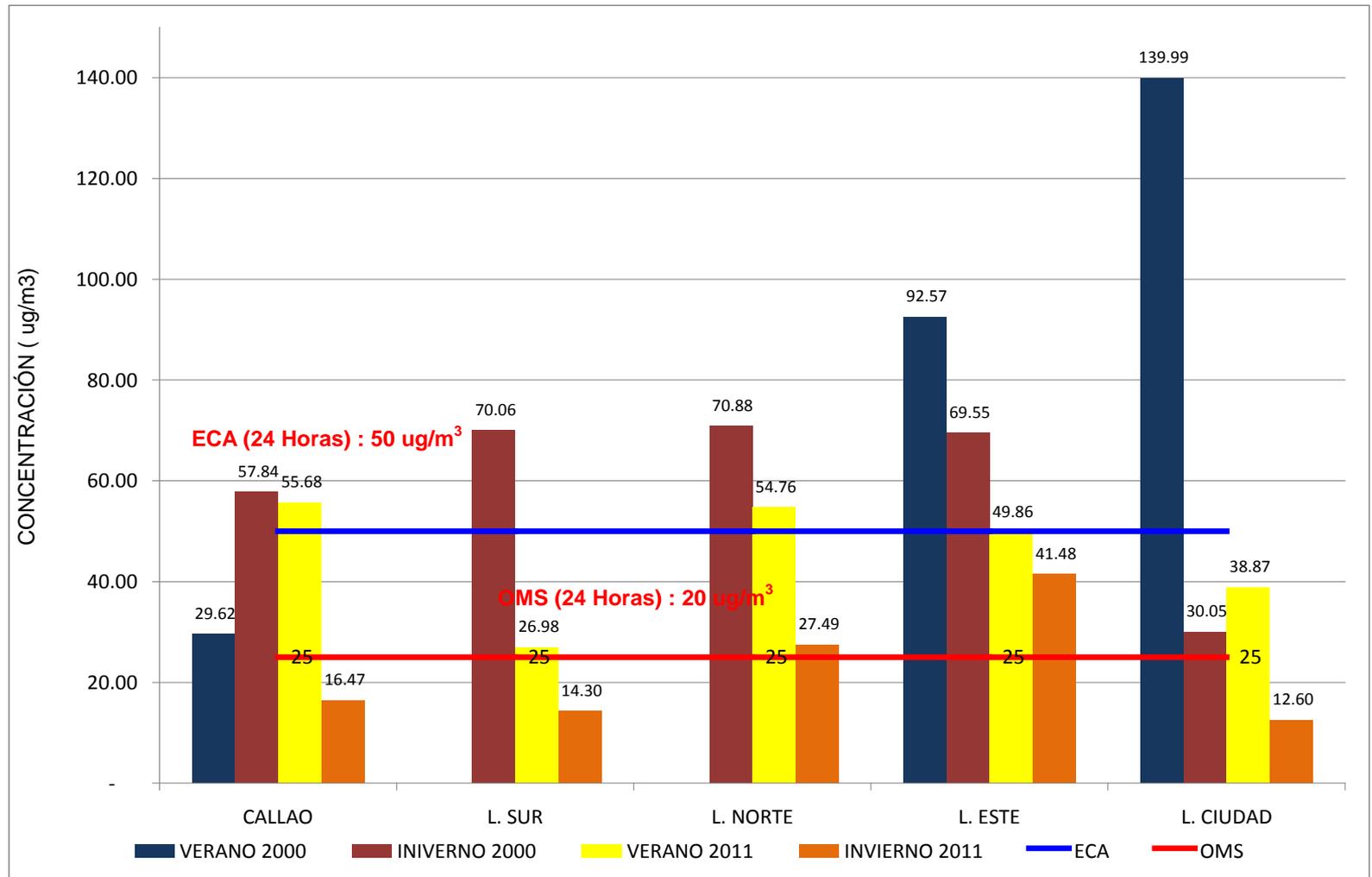
# CONCENTRACIÓN DE POLVO SEDIMENTABLE - TEMPORADAS VERANO E INVIERNO AÑOS 2000 Y 2011



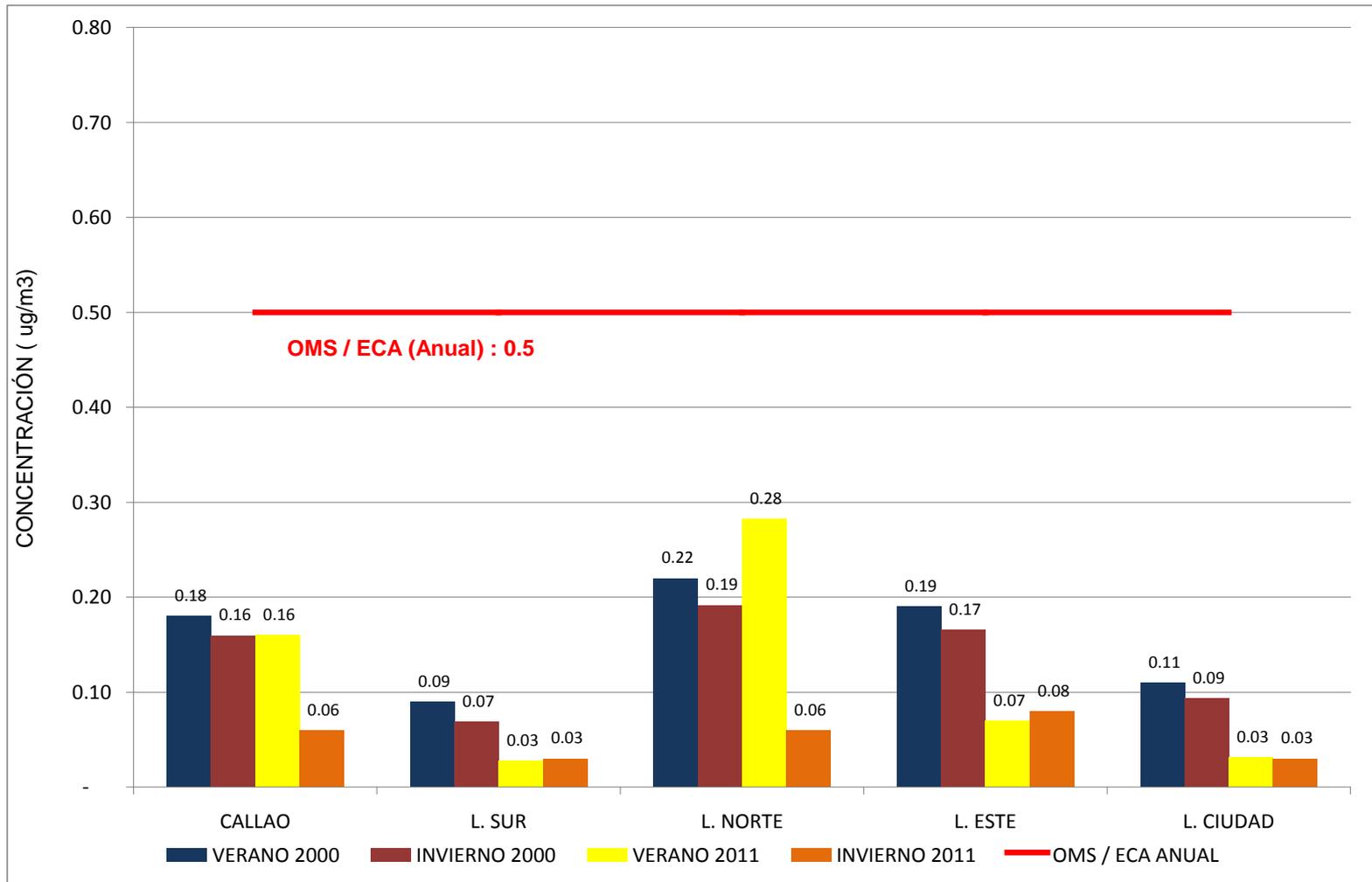
# CONCENTRACIÓN DE MATERIAL PARTÍCULADO PM10 - TEMPORADAS VERANO E INVIERNO AÑOS 2000 Y 2011



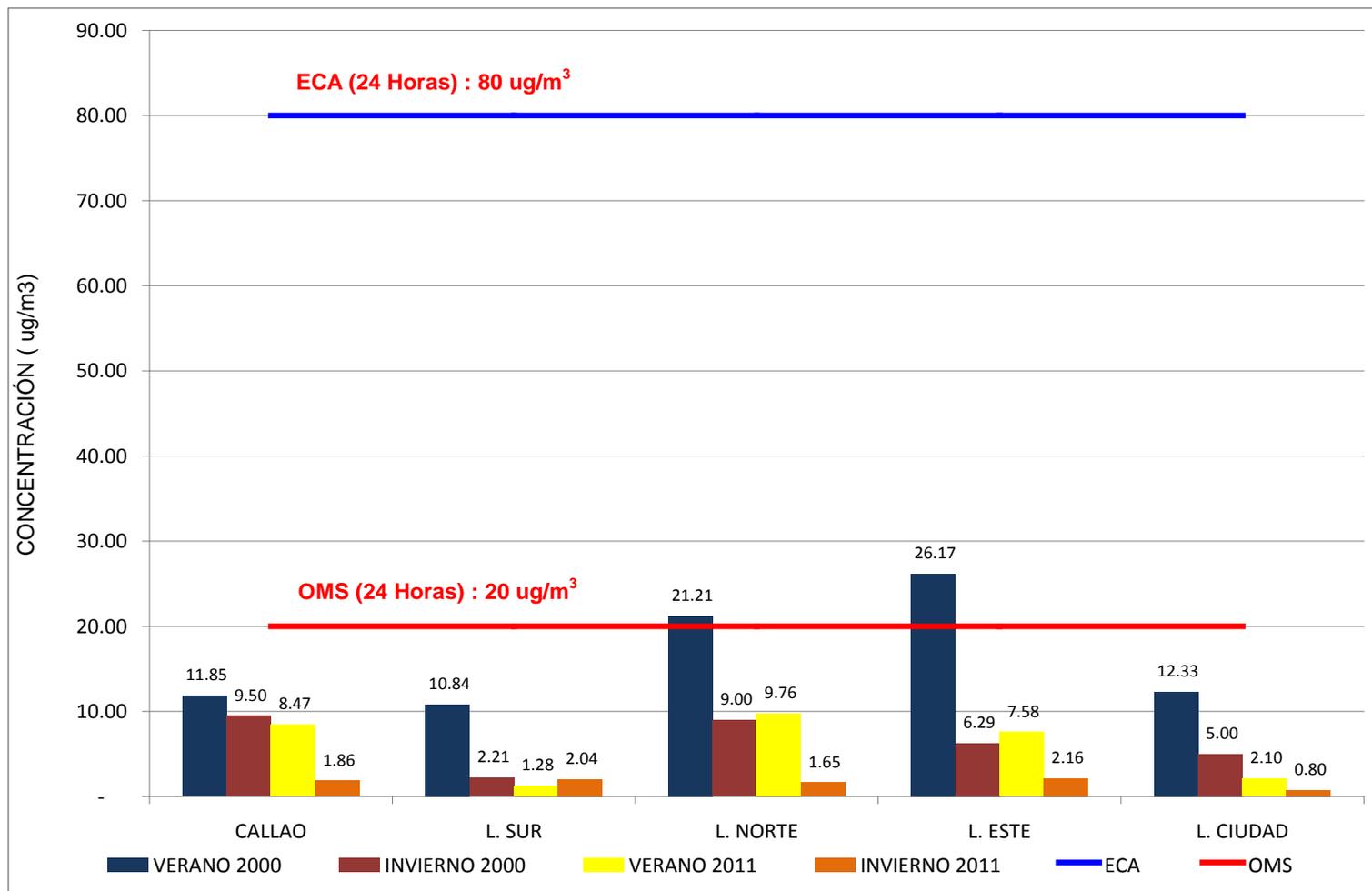
# CONCENTRACIÓN DE MATERIAL PARTÍCULADO PM 2.5 TEMPORADAS VERANO E INVIERNO AÑOS 2000 Y 2011



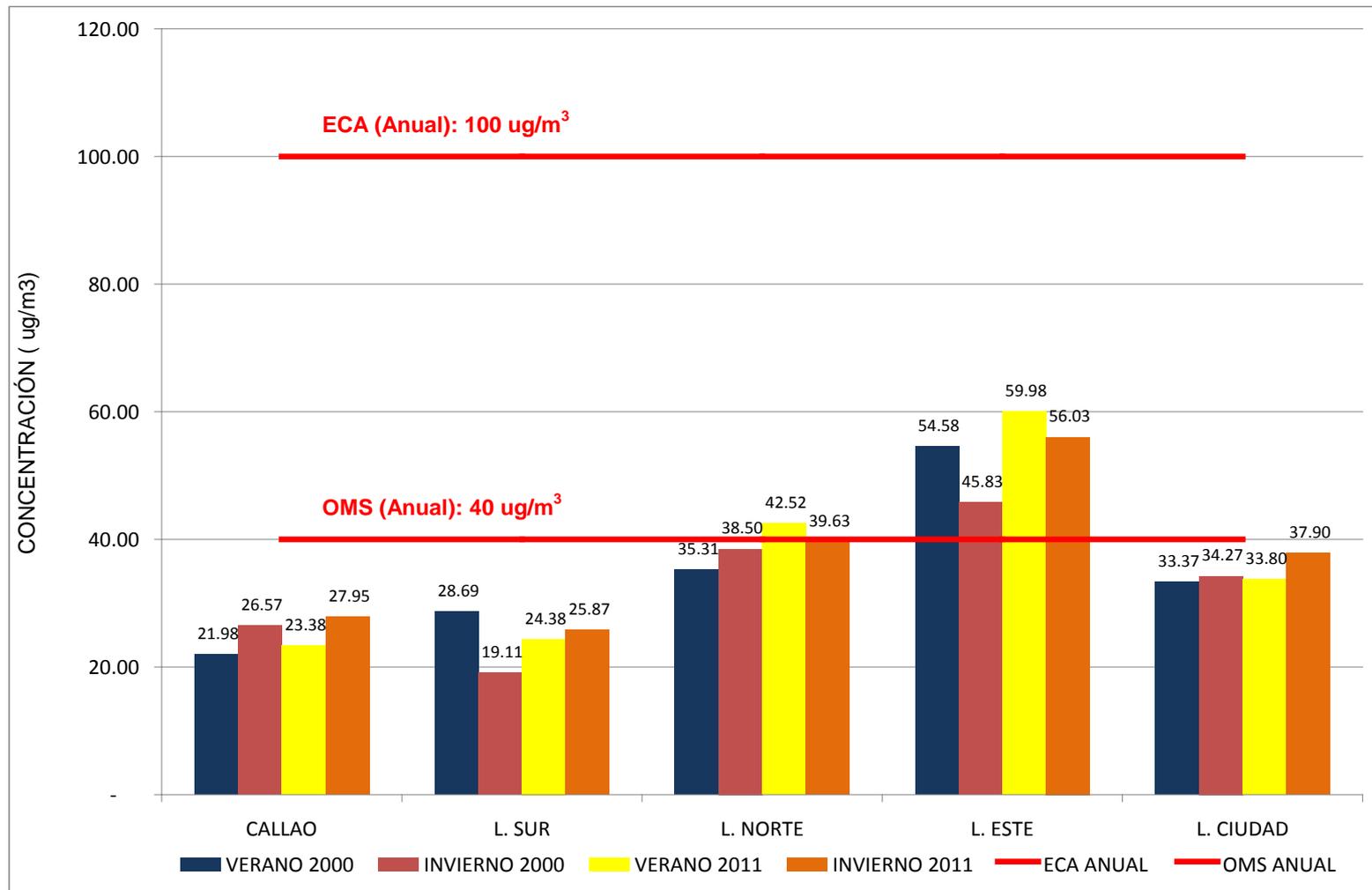
# CONCENTRACIÓN DE METAL PESADO PLOMO Pb- TEMPORADAS VERANO E INVIERNO AÑOS 2000 Y 2011



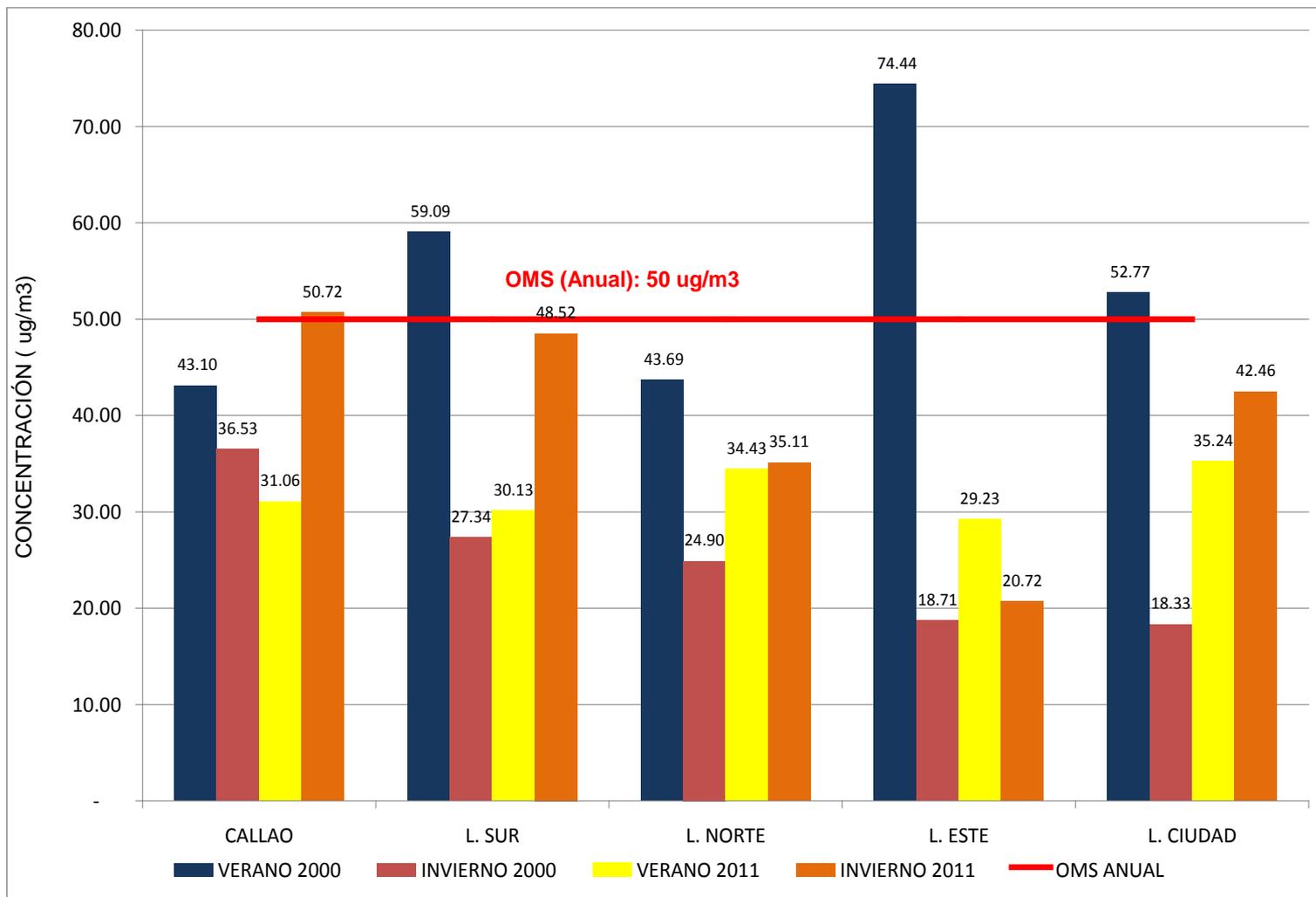
# COMPARACIÓN DE DIÓXIDO DE AZUFRE (SO<sub>2</sub>) TEMPORADAS VERANO E INVIERNO AÑOS 2000 Y 2011



# COMPARACIÓN DE DIÓXIDO DE NITROGENO (NO<sub>2</sub>) TEMPORADAS VERANO E INVIERNO AÑOS 2000 Y 2011



# COMPARACIÓN DE OZONO (O<sub>3</sub>) -TEMPORADAS VERANO E INVIERNO AÑOS 2000 Y 2011



# CONCLUSIONES

- Este estudio determinó que el principal contaminante presente en Lima y Callao, sigue siendo el material particulado, PM10 y PM2.5 el mismo que se dispersa de sur a nor-este por acción de los vientos, lo que podría contribuir al incremento de enfermedades respiratorias de la población expuesta en los distritos ubicados en esas zonas.
- Los valores de Dióxido de Azufre ( $\text{SO}_2$ ) han disminuido considerablemente con respecto al estudio del año 2000, debido a la disminución de azufre(ppm) en los combustibles, así también que Lima y Callao cuentan con combustibles más limpios como el GNV, GLP, Gasol y otros
- Los Valores del Dióxido de Nitrógeno ( $\text{NO}_2$ ), no sobrepasaron los ECAs, sin embargo al compararlos con los valores recomendados por la OMS, se observaron que superan en la zona de Lima Este y seguidos por Lima Norte, lo que puede contribuir con el incremento de procesos respiratorios.
- El Ozono ( $\text{O}_3$ ) no sobrepasó la norma nacional ECA para 8 horas (  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ), ni el valor recomendado por la OMS para 8 horas de exposición (  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ).
- El benceno ( $\text{C}_6\text{H}_6$ ) sobrepasó los estándares de calidad ambiental ECA's en los distritos de Chaclacayo, Lurigancho-Chosica y Ate, debiendo realizarse estudios complementarios por los efectos cancerígenos que tiene este contaminante.
- El Polvo Sedimentable (PS) presentó valores más altos en los distritos más alejados a la Costa, llamando la atención los valores registrados en los distritos de Carabayllo, Santa Anita, Ate y Comas, en relación al valor recomendado por la OMS.

# RECOMENDACIONES

- Este estudio determinó que el principal contaminante presente en Lima y Callao, sigue siendo el material particulado, PM10 y PM2.5 el mismo que se dispersa de sur El Ministerio de Transportes y Comunicaciones debe continuar fiscalizando el cumplimiento de los Límites Máximos Permisibles de Emisiones Vehiculares. Asimismo seguir con las Revisiones Técnicas Vehiculares.
- La Municipalidad Metropolitana de Lima y Callao deberán seguir promoviendo e impulsando el ingreso de Buses Limpios en Vías exclusivas y en la red Metropolitana y posteriormente ampliándose a las vías menores. Asimismo impulsar proyectos de vías vehiculares rápidas.
- La Policía Nacional debe continuar con la fiscalización y control del tránsito vehicular sobre el tema de emisiones vehiculares.
- Los sectores con competencia ambiental debe continuar sensibilizando y concientizando a la población en el uso de vehículos particulares con gas Natural Vehicular (GNV) y Gas Licuado del Petróleo (GLP).
- El Ministerio del Ambiente debe continuar coordinando con los diversos sectores en la implementación de normas que regulen los Límites Máximos Permisibles de las emisiones de las diversas actividades productivas.
- El Ministerio de Energía y Minas a través del sub Sector Hidrocarburos debe dar mayor énfasis a la reducción del azufre en los combustibles líquidos derivados de los hidrocarburos a nivel nacional para continuar mejorando la calidad de los combustibles.

# RECOMENDACIONES

- Tanto los gobiernos Provinciales de Lima Metropolitana y del Callao y Locales, deberán de seguir ampliando y desarrollando entornos ecológicos, áreas verdes y forestación para mejorar la calidad del aire en su jurisdicción debiendo de coordinar con SEDAPAL la implementación de plantas de tratamiento de aguas residuales a nivel micro, para dar sostenimiento a las áreas verdes. Asimismo continuar con buenas prácticas de gestión y manejo de los residuos sólidos municipales.
- Los gobiernos Locales deberán de fortalecer la participación ciudadana a través de los comités y/o brigadas de vigilancia, las mismas que tengan como fin el cuidado del entorno para mejorar la calidad de vida de la población.
- El Ministerio de Educación deberá de reforzar y fomentar en la currícula escolar la educación en salud ambiental en coordinación con el Ministerio de Salud.
- La DIGESA como responsable de la vigilancia de la Calidad del Aire a Nivel Nacional debe continuar con la vigilancia sanitaria de la calidad del aire.
- De acuerdo al índice de crecimiento demográfico poblacional, el cual requiere el uso de bienes y servicios que repercuten en el tema de la calidad del aire, se hace necesario que el estudio de saturación de Calidad del Aire se realice cada 5 años.
- Se requiere buscar mayor compromiso de la población en cambio de hábitos, conductas y comportamientos, asumiendo una responsabilidad con su entorno en beneficio de la salud poblacional.