

INDICADORES DE CALIDAD DE AIRE EN EL DIAGNÓSTICO DE LA SUSTENTABILIDAD DE LA CIUDAD DE BAHÍA BLANCA.

Bambill, Eduardo¹; Montero, Cecilia¹; Bukosky, Mariela¹ y Amado, Laura.², Daniel Perez¹.

1: Departamento de Ingeniería Civil - Facultad Regional Bahía Blanca
Universidad Tecnológica Nacional
11 de Abril 461 - (8000) Bahía Blanca
e-mail: ebambill@frbb.utn.edu.ar
(monteromc@gmail.com - marielabu@gmail.com)

2: Departamento de Licenciatura en Organización Industrial - Facultad Regional Bahía Blanca
Universidad Tecnológica Nacional
11 de Abril 461 - (8000) Bahía Blanca
e-mail: lauraamado2004@yahoo.com.ar

Resumen. *En este trabajo se presentan los resultados parciales, correspondientes a siete indicadores de calidad del aire en la ciudad de Bahía Blanca, según la metodología de libre disponibilidad, Iniciativa Ciudades Emergentes y Sostenibles (ICES), del Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Estos indicadores integran un universo de 140 indicadores propuestos por la ICES, agrupados en unos 30 temas, y que son requeridos en la fase Evaluación y Diagnóstico de la sustentabilidad de la ciudad.*

Los indicadores ICES conforman una herramienta útil para la toma de decisiones. Fue concebida para brindar asistencia a las ciudades de América Latina y el Caribe (ALC), a fin de atender los desafíos impuestos por el acelerado y poco regulado proceso de urbanización que caracteriza a la región, y las cuestiones de su sustentabilidad.

Los resultados de cada indicador se comparan con valores relacionados con índices convenidos internacionalmente de ciudades similares en la región o el país, propuestos por el BID. A cada uno de ellos se le asigna un color, estrictamente de acuerdo con el rango en el cual se ubica el valor del indicador. La metodología reconoce tres rangos: uno “verde”, si el tema es adecuado; uno “amarillo”, si el tema presenta algunas dificultades en su servicio o gestión; y un rango “rojo”, si el servicio o gestión es deficiente.

Finalizada la semaforización de los indicadores, la metodología contempla realizar un proceso de priorización de los temas críticos, con el propósito de formular un Plan de Acción que permita identificar estrategias para el logro de metas de sustentabilidad en Bahía Blanca, en el corto, mediano y largo plazo.

Este trabajo expone los resultados de los indicadores de calidad de aire obtenidos con la metodología mencionada en la ciudad de Bahía Blanca. Atento al carácter general de dichos indicadores, se complementa su información con consideraciones referidas al ámbito local.

Palabras clave: sustentabilidad ambiental, sustentabilidad urbana, .indicadores, calidad del aire.

1. INTRODUCCIÓN

En el V Congreso PROIMCA y III Congreso PRODECA (La Rioja - Agosto 2015) se presentó la propuesta de elaborar un diagnóstico de la sustentabilidad de Bahía Blanca [1], según el Programa *Iniciativa de Ciudades Emergentes Sostenibles (ICES)*, del BID [2] [3].

Los indicadores de sustentabilidad conforman herramientas útiles que posibilitan la formulación de políticas y la comunicación pública sobre el desempeño de la gestión, en problemas claves para las ciudades actuales. Posibilitan la visualización de fenómenos y señalan

tendencias hacia el logro de objetivos de sustentabilidad. Tienen además, la capacidad de sintetizar, cuantificar y comunicar información compleja de una manera simple, facilitando así la toma de decisiones.[4].

La ICES identifica los retos de sustentabilidad más apremiantes de una ciudad emergente, utilizando unos 140 indicadores, que cubren, entre otros, temas como agua y saneamiento, residuos sólidos, energía, mitigación y adaptación al cambio climático, transporte, vulnerabilidad ante desastres naturales y antrópicos, calidad del aire y ruido, educación, salud, etc.

En este trabajo se presentan los resultados correspondientes a los siete indicadores ICES referidos a la calidad de aire de la ciudad de Bahía Blanca, Buenos Aires, República Argentina.

2. PLATAFORMA CIUDADES EMERGENTES Y SOSTENIBLES

El logro de la sustentabilidad en las ciudades se facilita cada vez más, gracias a la información que brindan indicadores sobre su estado, en función de objetivos esperados, definidos en tiempo y espacio [5]. Para que el crecimiento de las ciudades sea más sustentable, se requiere de una gestión comprometida del gobierno local, que garantice la calidad de los servicios públicos, la seguridad para los habitantes, una adecuada protección ambiental y la capacidad de adaptación al cambio climático.

En respuesta a la realidad actual de las ciudades intermedias de América Latina y el Caribe, el BID creó en 2011 la Iniciativa Ciudades Emergentes y Sostenibles (ICES). Bajo su concepción, una *ciudad sustentable* es aquella que ofrece una alta calidad de vida a sus habitantes, minimiza los impactos al medio natural y cuenta con un gobierno local con capacidad fiscal y administrativa para mantener su crecimiento económico, y para llevar a cabo funciones urbanas, con participación ciudadana. La implementación de estrategias de desarrollo urbano bien planificadas, integrales y multisectoriales, asegura para las ciudades emergentes de la ALC, la posibilidad de mejorar su calidad de vida y lograr un futuro más sustentable.

En el marco del Programa ICES, la ciudad de Bahía Blanca adhirió su participación hacia fines de 2016. A partir de esa fecha, se han venido relevando en la ciudad los 140 indicadores que contempla dicha metodología.

Sobre las bases de ICES, para alcanzar la sustentabilidad en una ciudad, es necesario analizar al menos tres dimensiones: 1) la sustentabilidad ambiental y capacidad de respuesta al cambio climático, 2) el desarrollo urbano sustentable y 3) la sustentabilidad fiscal y de gobierno. (Ver Tabla 1).

DIMENSIONES DE LA INICIATIVA I.C.E.S.		
1	Sustentabilidad ambiental/ Cambio Climático	Controlar contaminación del agua y del aire (CO ₂). Reducir, reusar y reciclar los residuos sólidos. Aumentar la eficiencia energética. Prevenir/prepararse para desastres naturales.
2	Desarrollo urbano integral y sustentable	Planificar la ciudad / Mejorar el hábitat urbano. Reducir la congestión. Aumentar la seguridad ciudadana. Promover la competitividad de la ciudad.
3	Sustentabilidad Fiscal y Gobernabilidad	Modernizar la gestión financiera fiscal. Organizar los servicios públicos locales. Implementar gestión por objetivos.

Tabla 1. Dimensiones de la ICES.

2.1. Indicadores de la metodología ICES del BID. Fase Diagnóstico

Los indicadores ICES fueron propuestos, elaborados y validados por especialistas del BID. Su utilización [6], [7], permite simplificar información relevante, haciendo perceptible fenómenos de interés, a la par de cuantificar, medir y comunicar información. En lo que respecta a este trabajo, los indicadores de calidad de aire están comprendidos en la dimensión de *sustentabilidad ambiental y cambio climático*. [8]

2.2. Diagnóstico de la sustentabilidad urbana

Para la etapa del diagnóstico, se emplea el *modelo del semáforo*, de forma tal que el valor que asume el indicador obtenido se corresponde con un color (verde, amarillo, rojo) que permite comparar contra los estándares preestablecidos: **verde**, éste no presenta problemas en la ciudad; **amarillo**, éste presenta problemas incipientes en la ciudad; **rojo**, la ciudad presenta problemas que exigen un tratamiento urgente.

3. CALIDAD DEL AIRE Y SUSTENTABILIDAD EN CIUDADES

3.1. Contexto en la ALC

El 79% de la población de ALC vive en ciudades con más de 20.000 habitantes [9]. Esto implica una gran demanda de energía, que comprende la provisión de servicios, la producción y consumo de materiales y bienes, el transporte y la movilidad. Estos factores contribuyen a la contaminación del aire. La movilidad humana y el transporte de mercaderías en la región demandan un alto como ineficiente consumo de energía.

Los automóviles y los procesos industriales, constituyen una de las principales fuentes que afectan la calidad del aire urbano, participando ambos de manera significativa, en la emisión de partículas suspendidas. [10], [11].

Los basurales próximos a las ciudades, muchos de ellos administrados sin adecuadas políticas públicas, constituyen no sólo fuentes emisoras de metano y sitios de proliferación de vectores, sino que también producen grandes cantidades de partículas finas por incendios accidentales y no accidentales, contaminando el entorno urbano. Además, la energía doméstica es una fuente importante de contaminación del aire. Se estima que la combustión en los hogares, es responsable del 12% de la contaminación global por partículas finas ambientales (PM_{2.5}) [12].

El ozono troposférico y las partículas finas son los contaminantes más preocupantes en lo que concierne a la salud. Las partículas se pueden emitir en forma directa a la atmósfera (*partículas primarias*) o formarse como *partículas secundarias* a partir de gases como el dióxido de azufre (SO₂), los óxidos de nitrógeno (NO_x) y el amoníaco (NH₃). [13]

3.2. Contexto en la República Argentina

La *información* para evaluar la situación y cuantificar las tendencias atmosféricas en Argentina es limitada. La capacidad para medir la calidad del aire se circunscribe solo a algunas ciudades del país [14],[15]. (Ver Tabla 2).

3.2. Contexto en Bahía Blanca

Bahía Blanca es la ciudad cabecera del partido homónimo. La ciudad está incluida en la zona de climas templados, con valores medios anuales de temperatura comprendidos entre 14° C y 20° C, y estaciones térmicas bien diferenciadas. El Partido de Bahía Blanca tiene una población de 301.572 habitantes (Censo 2010).

El crecimiento urbano de Bahía Blanca se distingue por ser disperso y extendido. Estas dos características causan un sinnúmero de impactos negativos en el funcionamiento de la ciudad, a la par de ser las menos propicias para impulsar un desarrollo ambiental adecuado y la calidad de vida de sus habitantes. La mancha urbana se ha extendido dejando enormes superficies de tierra sin ocupar. La baja densidad y la deficiente planificación, conspiran para que Bahía Blanca logre alcanzar buenos resultados en materia de seguridad, sustentabilidad y equidad. [16]

La segregación espacial de las funciones cotidianas de la ciudad, ha ido aumentando las distancias relativas entre ellas, y ha impuesto el uso del vehículo privado en detrimento de otros medios de transporte. El automóvil se ha consolidado como el medio eficaz de transporte, a la

par que alimenta y le da servicio, a la urbanización difusa de la ciudad. [17]

Fuentes Emisoras de Contaminantes Atmosféricos en Argentina		
Tucumán	Córdoba	Mendoza
Eventos de quema en zafra (invierno)	Eventos de inversión térmica en invierno	Impacto de actividades industriales y tránsito vehicular.
Muy altos niveles de CO y PM10	Emisiones provenientes principalmente del tránsito vehicular.	Eventos de inversión térmica en invierno con altos niveles de O3 en la superficie
Se superan valores límites de calidad de aire		
Niveles críticos de metales pesados en MP		

Fuentes Emisoras de Contaminantes Atmosféricos en Argentina		
Bahía Blanca	Area Metropolitana Bs As	La Plata
Altos niveles de SO ₂ , NO _x y NH ₃ cerca del polo petroquímico.	Altos niveles de contaminantes asociados principalmente a tránsito vehicular. Se superan límites de PM2.5	Altos niveles de AOD.
En el ambiente urbano, emisiones principalmente de CO	Alta exposición de la población a PM10.	PM10 y SO2 superan estándares de la OMS cerca de las refineras.
	Buena ventilación y gran transporte de contaminantes a zonas periféricas.	

Tabla 2. Identificación de fuentes emisoras de contaminantes atmosféricos en Argentina

Fuente: Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE).

Según datos del Registro Nacional de la Propiedad del Automotor, el parque automotor en Bahía Blanca es de unos 180.000 vehículos. En los últimos 10 años el parque creció un 50%. El índice de 1,6 autos por habitante duplica al del país, y es similar al de los países más industrializados, superando incluso a Canadá, Italia y Alemania. Lejos de constituir un signo de progreso, esto evidencia un serio problema, agravado por el hecho de que la ciudad posee el promedio de calles pavimentadas más bajo de la región, y un sistema de transporte público que admite la posibilidad, por así decirlo, de alcanzar logros de una mayor eficiencia. [18]

En lo que se refiere a calidad del aire en Bahía Blanca, en la década de los 90 las autoridades locales promovieron el inicio del control de la contaminación atmosférica. Una estación de monitoreo continuo del aire (EMCABB) y un cromatógrafo portátil de gases operados y administrados por el Municipio, permitió comenzar a medir contaminantes tales como: CO (monóxido de carbono), SO₂ (dióxido de azufre), NO_x (óxidos de nitrógeno), PM₁₀ (material particulado), NH₃ (amoníaco), y VOC (compuestos orgánicos volátiles). A partir de 1997, y durante los siguientes 5 años se efectuaron monitoreos en distintos puntos de la ciudad, priorizándose la localidad portuaria de Ing. White [19] [20].

En el 2000, la ciudad aumentó su capacidad de monitoreo al sumar otra estación autoportante con instrumental automático continuo, para la determinación de SO₂, CO, PM₁₀, NO_x, NH₃, VOC, SH₂ y O₃.

En agosto de 2000 se registró una grave emisión accidental de gas cloro y venteos de amoníaco a la atmósfera, durante la puesta en marcha de una planta de fertilizantes del sector industrial. El grave incidente exigió redefinir el marco legal. En el 2000, se promulgó la *Ley provincial 12.530*, que creó en Bahía Blanca el “*Programa Especial para la Preservación y Optimización de la Calidad Ambiental*”. Se crearon el *Comité de Control y Monitoreo* y el *Comité Técnico Ejecutivo* (CTE). A partir de este último, el Municipio estableció un *Plan Integral de Monitoreo* del Polo Petroquímico y Área Portuaria del Distrito de Bahía Blanca (P.I.M.), a desarrollarse durante el período 2002 al 2005.

El marco legal provincial para el control de emisiones gaseosas incluye el decreto

3395/96 reglamentario de la ley 5965, y resoluciones N° 279/96, 242/97 y 374/98 que establecen normativas para los generadores de emisiones gaseosas respecto de identificación y caracterización de emisiones, conductos de descarga, concentraciones máximas permitidas, caudales de descarga, medición, sistema de tratamiento, dispersión a la atmósfera, etc., necesarias para la obtención del Permiso de Descarga de Efluentes Gaseosos.

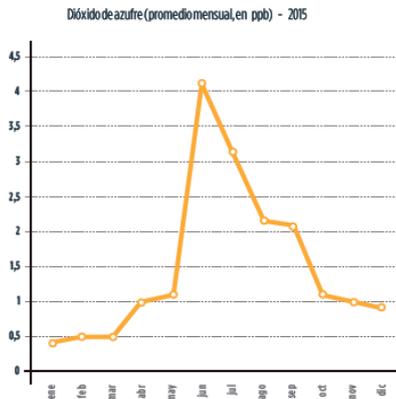


Figura 1. Medición de dióxido de azufre (SO₂)

Promedio mensual en ppb, en Bahía Blanca (2015)

Fuente: Gestión Ambiental. Municipalidad de Bahía Blanca

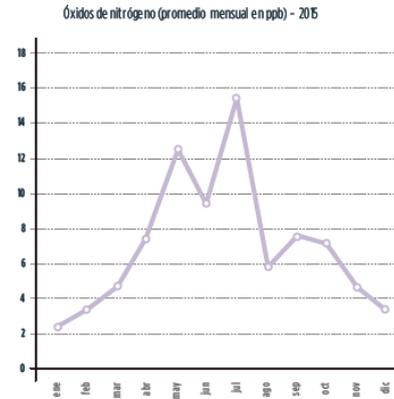


Figura 2. Medición de óxido de nitrógeno (NO_x)

Promedio mensual en ppb, en Bahía Blanca (2015)

Fuente: Gestión Ambiental. Municipalidad de Bahía Blanca

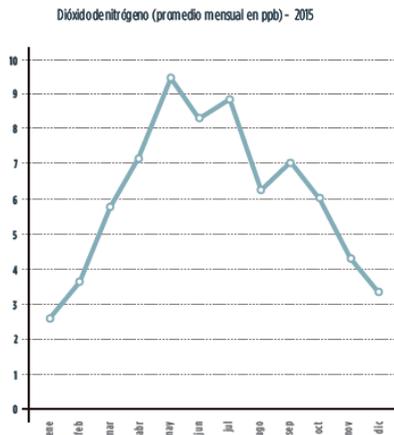


Figura 3. Medición de dióxido de nitrógeno (NO₂)

Promedio mensual en ppb, en Bahía Blanca (2015)

Fuente: Gestión Ambiental. Municipalidad de Bahía Blanca

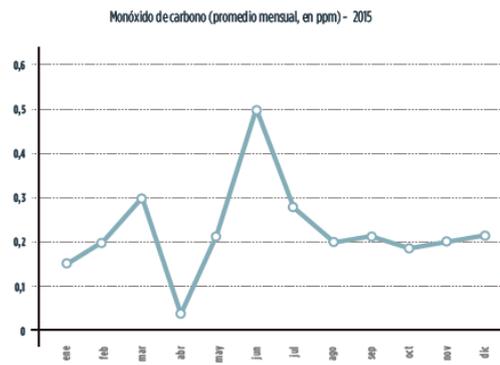


Figura 4. Medición de monóxido de carbono (CO)

Promedio mensual en ppb, en Bahía Blanca (2015)

Fuente: Gestión Ambiental. Municipalidad de Bahía Blanca

4. INDICADORES ICES DE CALIDAD DEL AIRE EN BAHIA BLANCA

A continuación, se presentan los resultados correspondientes al relevamiento de los siete indicadores ICES propuestos para determinar la calidad de aire, referidos a la ciudad de Bahía Blanca.

4.1. Existencia, monitoreo y cumplimiento de normas sobre la calidad del aire.

Normas aprobadas, monitoreo frecuente y cumplimiento adecuado	Normas aprobadas, monitoreo inconstante y cumplimiento limitado	Normas ineficaces, sin monitoreo o cumplimiento adecuado
---	---	--

Indicador ICES 25 en Bahía Blanca



Normas aprobadas, monitoreo inconstante y cumplimiento limitado.

Fuente: Secretaria de Medio Ambiente.

El monitoreo de calidad de aire es continuo, **pero no cubre la totalidad de la ciudad**. La zona aledaña que comprende el Polo Petroquímico (Ingeniero White), es monitoreado todo el

tiempo, pero existen vastos sectores de la ciudad que no poseen equipos de monitoreo.

4.2. Índice de calidad del aire.

Se refiere a la cantidad de contaminantes nocivos en el aire, medidos por el índice de calidad del aire. Dicho índice se basa en los cinco contaminantes regulados por la Ley de aire limpio de la Agencia de Protección Ambiental (EPA [21]) de Estados Unidos: ozono troposférico, materia particulada, monóxido de carbono, dióxido de azufre y dióxido de nitrógeno.

0 - 50	51 - 100	> 100
--------	----------	-------

Indicador ICES 26 en Bahía Blanca.

○ No fue posible determinarlo para toda la ciudad.

Fuente: Secretaría de Medio Ambiente.

Si bien el índice de calidad de aire se evalúa, se debe de tener en cuenta que no es representativo de toda la ciudad. Solo lo es de Ing. White y barrios aledaños.

Los valores correspondientes a *monóxido de carbono* (CO), *dióxido de azufre* (SO₂) y el *ozono troposférico* (O₃) no superan las normas de calidad de aire. Los *óxidos de nitrógeno* (NO_x) superan con una ocurrencia de 0,2 a 0,3 %.

4.3. Concentración de PM₁₀.

Las concentraciones de PM₁₀ en la atmósfera deben medirse en una o más estaciones de monitoreo, de conformidad con el Método de referencia de la U.S. EPA [22].

< 50 PM ₁₀ en promedio en 24 horas en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	50 - 150 PM ₁₀ en promedio en 24 horas en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	150 PM ₁₀ en promedio en 24 horas en $\mu\text{g}/\text{m}^3$
---	---	--

Indicador ICES 27 en Bahía Blanca

● 50 PM₁₀ en promedio en 24 horas en $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Fuente: Secretaría de Medio Ambiente.

Si bien no se cuenta con una uniformidad de datos que permita establecer de manera constante la concentración de PM₁₀ en la ciudad, los datos obtenidos permiten estimar que entre el 50 y el 80% de las veces, el guarismo se registra dentro de valores menores a 50 PM₁₀ en 24 hs. Entre un 20 y un 40% se registran valores entre 50 y 150 PM₁₀ en 24 hs. Y por último, entre un 1 y un 5% de los registros los valores resultan mayores a 150 PM₁₀ en 24 hs.

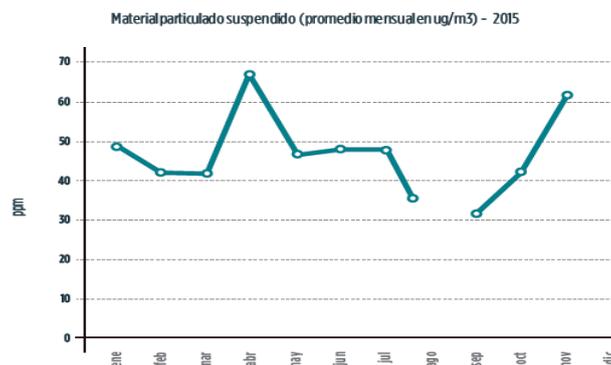


Figura 5. Medición de material particulado suspendido (promedio mensual, en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) (2015).

Fuente: Gestión Ambiental. Municipalidad de Bahía Blanca.

4.4. Existencia y monitoreo de un inventario de gases de efecto invernadero.

Los inventarios de GEI requieren la determinación de un año o periodo de referencia para poder realizar los cálculos y las proyecciones de emisiones para los próximos años y periodos.

Existencia de un inventario específico para la ciudad, consistiendo de monitoreo y capacidad de implementarlo	Existencia de un inventario basado en fuentes nacionales o un inventario local sin sistema de monitoreo y capacidad para implementarlo	No existe inventario
---	--	----------------------

Indicador ICES 28 en Bahía Blanca

● No existe inventario.

Fuente: Bahía Blanca, Secretaria de Medio Ambiente

4.5. Emisiones de GEI per cápita.

Emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de la ciudad divididas por la población de la ciudad (en toneladas anuales de CO₂ per cápita). Las emisiones anuales de GEI de todas las actividades dentro de la ciudad constituyen un indicador del aporte negativo que la ciudad hace al cambio climático en relación con el tamaño de la población de la ciudad.

<5 toneladas anuales de CO ₂ per cápita	5 - 10 toneladas anuales de CO ₂ per cápita	> 10 toneladas anuales de CO ₂ per cápita
--	--	--

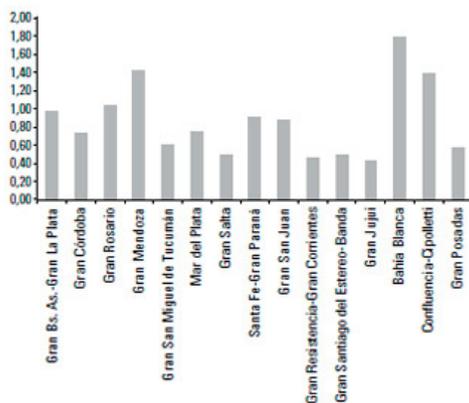


Figura 6. Emisiones de CO₂ per cápita por urbe
Fuente: Secretaría de Energía (2010)

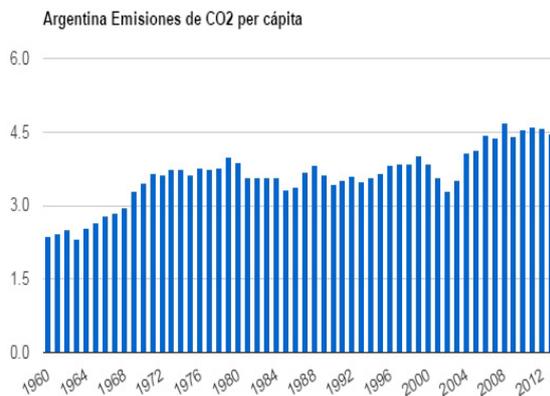


Figura 7. Emisiones de CO₂ per cápita en Argentina
Fuente: Banco Mundial. The Global Economy.com

Para la determinación de este indicador, se tomaron como referencia los datos suministrados por la *Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico S. A.* (CAMMESA) correspondientes al año 2010. Según [23], se calcularon las emisiones de CO₂ producidas por las actividades antrópicas de 15 ciudades de Argentina de más de 300.000 habitantes. En ese trabajo se estimaron las emisiones per cápita para cada asentamiento urbano (Figura 6). Según se indica, el habitante promedio de Bahía Blanca fue el que mayores emisiones de CO₂ realizó durante el 2010, con un valor de 1,78 TnCO₂/cap, seguido por el Gran Mendoza (1,42 TnCO₂/cap), la Confluencia-Cipolletti (1,39 TnCO₂/cap) y el Gran Rosario (1,04 TnCO₂/cap).

Se estima que las emisiones generadas por consumo de energía representan aproximadamente el 20,5% de la huella de carbono [16], por lo cual se podría inferir que la huella en ese año fue algo superior a 4 TnCO₂/cap. En efecto, esto último condice con los guarismos registrados por el Banco Mundial, respecto a este indicador, determinados en el 2010. (4,56 TnCO₂/cap) (Ver Figura 7).

En base a la consideración anterior, resulta el indicador para Bahía Blanca:

Indicador ICES 29 en Bahía Blanca

 8,68 . toneladas anuales de CO_2 per cápita.

4.6. Emisiones de GEI / PIB.

Este indicador es una medida de las emisiones de GEI por unidad de producción económica y, por lo tanto, de la eficiencia de la ciudad en términos de emisiones de carbono. Las emisiones de GEI se miden como equivalente de CO_2 . La producción económica se expresa como el PIB de la ciudad.

< 0,35 Kg/US\$ del PIB	0,35 - 0,80 Kg/US\$ del PIB	> 0,80 Kg/US\$ del PIB.
----------------------------------	------------------------------------	-----------------------------------

A fin de estimar el Producto Bruto a precios de mercado en Bahía Blanca, se ajustó por la relación entre PBI / VAB en Argentina. En la estimación se excluye el Valor Agregado Bruto (VAB) del Complejo Petroquímico (refinación de petróleo, productos químicos y plásticos). Estimación del Producto Bruto de Bahía Blanca.

El (VAB) de Bahía Blanca en 2012 ascendió a 18.756 millones de pesos, es decir, 4.122 millones de dólares tomando como unidad de cuenta el tipo de cambio oficial promedio mensual de ese año. Este monto representó el 0,96% del VAB total del país y el 2,6% del correspondiente a la provincia de Buenos Aires.

Fuente: Informe 131. CREEBBA (http://creebba.org.ar/main/index.php?op=archivo_iae).

Indicador ICES 30 en Bahía Blanca

 0,16 . kg/US\$ de PIB

4.7. Existencia de planes de mitigación con objetivos de reducción por sector

A fin de reducir el impacto de las emisiones de GEI de la ciudad en lo que respecta al cambio climático, es esencial que cuente con sistemas adecuados de planificación y monitoreo. Los planes de mitigación describen cómo se puede alcanzar estos objetivos.

Existe un plan de mitigación que ha sido formalmente adoptado, tiene objetivos cuantitativos y cuenta con un sistema de monitoreo y cumplimiento.	Existe un plan de mitigación pero no ha sido adoptado, no tiene objetivos cuantitativos o un sistema adecuado de monitoreo o cumplimiento	No existe ningún plan de mitigación
--	--	--

Indicador ICES 31 en Bahía Blanca

 No existe ningún plan de mitigación

Fuente: Bahía Blanca, Secretaria de Medio Ambiente

5. CONCLUSIONES

Los siete indicadores ICES sobre calidad de aire recogidos en la ciudad de Bahía Blanca, se encienden de la siguiente manera:

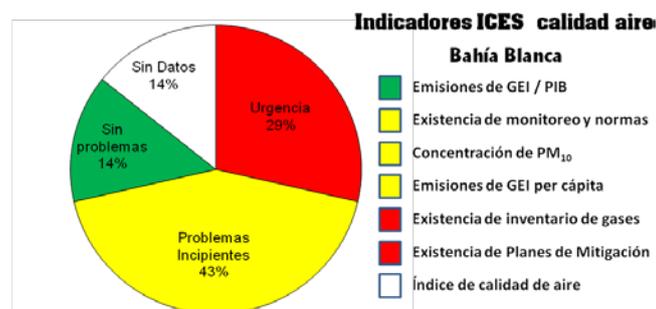


Figura 8. Indicadores ICES calidad de aire en Bahía Blanca.

La ICES señala que la aplicación de los criterios de semaforización referidos a la calidad del aire, contemplan solo impactos sobre la salud de los habitantes y la gestión de la ciudad. No consideran otros efectos en los ecosistemas, como por ejemplo los ecosistemas forestales, las masas de agua, los materiales y el patrimonio urbano.

Si bien aún está pendiente la evaluación de la totalidad de los 140 indicadores ICES de la fase Diagnóstico, los valores parciales correspondientes a los indicadores de calidad de aire, sugieren que el tema en Bahía Blanca es susceptible de mejoras, y debiera suscitar la atención de las autoridades.

La comparación de los rangos de semaforización de ICES con los recomendados por la OMS, muestra que los primeros tienden a ser más generales y menos exigentes que los segundos. Por ejemplo, si bien de acuerdo a los datos relevados no se habría superado en las estaciones de monitoreo el valor límite de PM₁₀ (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) (Figura 5), la OMS recomienda no superar los 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de valor medio anual, para una adecuada protección de la salud humana. [13]

En forma complementaria y en base a lo relevado, es posible determinar que la calidad de aire del sector más monitoreado de la ciudad (proximidades de la localidad portuaria), se caracteriza por los niveles de **dióxido de azufre** (SO₂) (Figura 1), **óxidos de nitrógeno** (NO_x) (Figura 2) y **amoniaco** (NH₃). Los promedios de óxidos de nitrógeno han superado la norma de calidad de aire en varias oportunidades entre abril y agosto de 2015, lo que representa un porcentaje del 0,19 %, levemente por encima del porcentaje del año anterior. Es posible estimar también que en esta zona, las principales fuentes de emisión contaminantes serían las industrias del Parque Petroquímico e Industrial y la Central Piedra Buena.

En el ámbito local no se efectúa el seguimiento del contaminante PM_{2.5} y tampoco lo contempla la metodología ICES. Atento a los efectos que sobre la salud señala la OMS [13], sería recomendable establecer su monitoreo en el ámbito local.

Si bien los monitoreos efectuados en distintos puntos del ámbito urbano, en los que las estaciones fueron cambiando de ubicación, no permiten establecer adecuadas comparaciones entre los valores medios obtenidos, es posible establecer que las emisiones de **monóxido de carbono** (CO) no superan los límites establecidos por las normas de calidad de aire del Decreto Reglamentario de la Ley provincial N.º 3395/96 (Figura 4). En cuanto a las principales fuentes de emisión urbana, cabría considerar la emisión de gases relacionada al transporte público y privado [18], además de otras fuentes de menor magnitud,

A partir de lo analizado, se estima la conveniencia de profundizar y establecer con mayor precisión, la relación existente entre el aumento de la mancha urbana de la ciudad, los modelos de transporte y las emisiones de los agentes contaminantes. El modelo de crecimiento de las últimas décadas de la ciudad, asociado a una ocupación del suelo basada en la especialización de las actividades en cada zona [16], [17],[18], contrasta fuertemente, con la propuesta actual de **ciudad compacta, inclusiva, resiliente, participativa, segura y sostenible** [24], que ofrece la alternativa de una mayor diversidad de medios de transporte, todos ellos con un menor consumo energético.

REFERENCIAS

- [1] Bambill, E. et al. *Diagnóstico de la sustentabilidad de la ciudad de Bahía Blanca*. V Congreso PROIMCA y III Congreso PRODECA. La Rioja. Tomo III. (2015).
- [2] BID. *Guía metodológica del Programa de Ciudades Emergentes y Sostenibles*. Tercera edición. (2016).

-
- [3] BID. *Guía metodológica del Programa de Ciudades Emergentes y Sostenibles. Anexo de Indicadores*. Tercera edición. (2016).
- [4] Singh, M.; et al. *An overview of sustainability assessment methodologies*. (2009).
- [5] Sustainable Cities International. *Indicators for Sustainability. How cities are monitoring and evaluating their success*. Vancouver, Canada.(2012).
- [6] Gallopin, G., *Indicators and their Use: Information for Decision-making. Sustainability Indicators*. Moldan&Billharz, Eds. (1997).
- [7] Meg Holden, *Urban indicators and the integrative ideals of cities*. Elsevier Ltd. (2006).
- [8] BID. *Evaluación de la Iniciativa Ciudades Emergentes y Sostenibles del BID*. (2016)
- [9] CEPAL. *Anuario Estadístico de América Latina y el Caribe*. (2014).
- [10] Faiz, A. et al. *Automotive Air Pollution: Issues and Options to Developing Countries*. Banco Mundial. (1990).
- [11] Rojas, N., et al. *Material particulado atmosférico en los centros urbanos*. Bogota. (2006).
- [12] OMS. *Burning opportunity: clean household energy for health, sustainable development, and wellbeing of women and children*. Luxemburgo. (2016).
- [13] OMS. *Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre*. Actualización mundial 2005.
- [14] Puliafito, E. *Gestión de la calidad del aire en Argentina*. II Reunión PROIMCA. (2009)
- [15] MAYDS. *Informe del estado del ambiente*. (2016).
- [16] Minervino, M. "Bahía Blanca: ciudad dispersa, ciudad más cara y en plena crisis". *La Nueva Provincia*. (07/11/2016).
- [17] CIPPEC. *Diálogos Metropolitanos Bahía Blanca 2030*. Programa de Ciudades. (2016).
- [18] Varela, H. "En Bahía hay unos 180.000 vehículos, una cantidad por habitante de primer mundo". Proyecto Final. Departamento de Ing. Civil. FRBB. UTN. *La Nueva Provincia*. (18/12/2016).
- [19] Puliafito, E. et al. *Calidad del aire en el polo petroquímico de Bahía Blanca*. II Reunión Anual PROIMCA. pp 113-122. (2009).
- [20] Puliafito, E. et al. *Modelación y monitoreo de la calidad del aire en el polo Petroquímico de Bahía Blanca*. II Reunión Anual PROIMCA. pp. 216-217. (2009).
- [21] EPA. *Technical Assistance Document for the Reporting of Daily Air Quality—the Air Quality Index (AQI)*. (2016). <https://www.epa.gov/emc>.
- [22] EPA. *Quality Assurance Handbook for Air Pollution Measurement Systems*, Volume III.
- [23] Ferraro, R., et al. "Aportes para la estimación de la huella de carbono en los grandes asentamientos urbanos de Argentina". *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*. Vol. 22, Nro 2, jul.-dic. del 2013 | ISSN 0121-215X.
- [24] Naciones Unidas. *Nueva Agenda Urbana. Declaración de Quito sobre Ciudades y Asentamientos Humanos Sostenibles para Todos*. Habitat III. Quito. Diciembre 2016.