

**SEMINARIO INTERNACIONAL**  
**ENERGIA, INNOVACIÓN Y AMBIENTE PARA LA TRANSICION ENERGETICA SUSTENTABLE:**  
**RETOS Y PERSPECTIVAS**  
**2019**

**La Huella de Carbono del Puerto de Bahía Blanca como Indicador  
para iniciar la transición hacia la Eficiencia Energética  
y la incorporación de Energías Renovables**

*Escudero, Daniela; Friedrich, Guillermo; Sartor, Aloma*

[daniela\\_escudero@yahoo.es](mailto:daniela_escudero@yahoo.es); [gfried@frbb.utn.edu.ar](mailto:gfried@frbb.utn.edu.ar); [asartor@frbb.utn.edu.ar](mailto:asartor@frbb.utn.edu.ar)

*Grupo de Estudio de Ingeniería Ambiental (GEIA)*  
*UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL BAHÍA BLANCA*

## **Introducción**

El cambio climático es un problema de escala global, sin embargo sus consecuencias tienen efectos locales sobre los territorios. Los compromisos nacionales, a partir del Acuerdo de París 2015, han impactado también en las ciudades y en los ámbitos públicos y privados; las medidas de mitigación sobre los Gases de Efecto Invernadero (GEI), implican construir en primera instancia, Inventarios que permitan medirlos, analizar los pesos sectoriales y diseñar medidas para proyectar su reducción.

“En el campo de la mitigación, el primer paso para poder reducir las emisiones asociadas a un territorio es realizar un diagnóstico inicial. Conocer el punto de partida. Una de las herramientas adecuadas para ello es el inventario de emisiones de GEI: la medida del impacto sobre el cambio climático de un territorio, actividad o producto en términos de CO<sub>2</sub> equivalente” (IDOM, 2018).

La República Argentina desde 1994 ha ratificado la Convención Marco de las Naciones Unidas de Cambio Climático con la Ley Nacional N° 24.295, donde se compromete a realizar inventarios de emisiones de GEI y elaborar programas de mitigación. En esta etapa, por Decreto N° 891/2016 se creó el Gabinete Nacional de Cambio Climático (GNCC) que articula diecisiete Ministerios, para diseñar políticas tendientes a reducir las emisiones de GEI y generar respuestas coordinadas frente a los impactos del Cambio Climático (CC).

Las series históricas de emisiones GEI muestran que el sector de la energía es el de mayor incidencia y la envergadura de la reducción de emisiones de GEI, compromete tanto a sectores públicos como privados.

**SEMINARIO INTERNACIONAL**  
**ENERGIA, INNOVACIÓN Y AMBIENTE PARA LA TRANSICION ENERGETICA SUSTENTABLE:**  
**RETOS Y PERSPECTIVAS**  
**2019**

En este marco, los puertos, como sectores vulnerables a los efectos del CC y con creciente incidencia en el mercado internacional, a partir del Acuerdo de París (2015) y desde la Organización Marítima Internacional (OMI), se han propuesto trabajar en la eficiencia ambiental, reduciendo las emisiones del sector, tanto en el transporte por buques como en las restantes actividades portuarias. En 2018, se presentó en Amberes el Programa de Sostenibilidad Portuaria Mundial, WPSP por sus siglas en inglés, cuyo objetivo fue promover los esfuerzos de los puertos en materia de sostenibilidad en el ámbito del clima y la energía, la seguridad, la gobernanza y la ética, las infraestructuras resilientes y las relaciones puerto-ciudad.

Durante ese año 2018, a partir de un convenio realizado entre el Consorcio de Gestión del Puerto de Bahía Blanca (CGPBB) y la Facultad Regional Bahía Blanca de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN-FRBB), se realizó la estimación de la Huella de Carbono (HC) del sector portuario bahiense, tomando a 2017 como año base. A partir de los resultados, entre otras acciones tendientes a mitigar las emisiones GEI, se comienza a evaluar la implementación de un sistema de gestión de la energía que tendrá como meta implementar un Programa de Eficiencia Energética y que ampliará los alcances del Plan de Gestión Ambiental Portuaria (2013) en el marco del Plan Estratégico Puerto Bahía Blanca 2040.

La HC es un indicador que suma todas las emisiones de los GEI identificados por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) para cada sector, en particular el consumo de energías (electricidad, gas y combustibles), según la definición del área de estudio y el alcance. Su estimación y las necesidades de mejorar los servicios portuarios en escenarios de sustentabilidad, conllevan a analizar la posibilidad de incorporar la provisión de energía eléctrica a los buques durante las etapas de carga y descarga en los muelles, para reducir el uso de combustibles líquidos, sustituyendo la generación de las máquinas auxiliares diesel de los buques en la etapa de estadía en el puerto. En este sentido, también se propone la incorporación de proyectos de generación de energías renovables, o bien la adquisición de ésta producida por emprendimientos existentes (en la región se han desarrollado y están en construcción parques eólicos y de generación de biogás) o a través de CAMMESA.

**SEMINARIO INTERNACIONAL**  
**ENERGIA, INNOVACIÓN Y AMBIENTE PARA LA TRANSICION ENERGETICA SUSTENTABLE:**  
**RETOS Y PERSPECTIVAS**

2019

## **Objetivos del análisis de la Huella de Carbono en el Puerto de Bahía Blanca**

- Realizar un inventario de emisiones de GEI y estimar la HC del sector bajo jurisdicción del CGPBB.
- Identificar sectores y actividades que requieran intervención para mejorar la eficiencia energética y disminuir emisiones GEI.
- Proponer líneas de acción de eficiencia energética que contribuyan a disminuir la HC.

### **Metodología**

La construcción del Inventario de los Gases de Efecto Invernadero toma los lineamientos generales de lo que establece la ISO 14064-1 (2006) sobre Inventarios de GEI, especificaciones con orientación a nivel de las organizaciones para la cuantificación y el informe de las emisiones y remisiones de los GEI.

Para la estimación de la HC se consideraron como antecedentes, además de la Norma ISO 14064 y en particular trabajos específicos del sector portuario, las siguientes publicaciones:

- “Guía para el Cálculo y Gestión de la Huella de Carbono en Instalaciones Portuarias” (Torres Monfort et al, 2016).
- “Carbon Footprinting for Ports” (World Ports Climate Initiative [WPCI], 2010).
- “Inventory of Air Emissions for Calendar Year”. Los Angeles Port (2007 y 2017).

La HC se estima a partir de un inventario de emisiones de los GEI, que según definición del IPCC (2006) son: Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>), Metano (CH<sub>4</sub>), Óxidos de Nitrógeno (NO<sub>x</sub>), Hidrofluorocarbono (HFC), Perfluorocarbono (PFC), Hexafluoruro de Azufre (SF<sub>6</sub>) y Trifluoruro de Nitrógeno (NF<sub>3</sub>).

El cálculo de la HC es la suma de todas las emisiones de los GEI transformados en Dióxido de Carbono equivalente [CO<sub>2</sub>eq] asociado a las actividades directas o indirectas, utilizando la expresión general:

Emisiones equivalentes\* = Consumo de la actividad x Factor de Emisión de la fuente o proceso  
(\* ) valor equivalente a toneladas de CO<sub>2</sub>

Emisiones equivalentes = Masa de gas emitido x Potencial de Calentamiento Global

**SEMINARIO INTERNACIONAL**  
**ENERGIA, INNOVACIÓN Y AMBIENTE PARA LA TRANSICION ENERGETICA SUSTENTABLE:**  
**RETOS Y PERSPECTIVAS**  
**2019**

## Alcances y Límites

Se establecen los Alcances según la definición que propone la ISO 14061, agrupando las emisiones de los GEI que propone el IPCC según los siguientes criterios:

-Las emisiones directas de GEI (Alcance 1) son aquellas que provienen de fuentes que son propiedad de (o están controladas por) la organización en cuestión (para el caso de análisis el Consorcio General de Puerto de Bahía Blanca- CGPBB).

-Las emisiones indirectas de GEI (Alcance 2) son aquellas que se producen como consecuencia de las actividades de la organización pero que ocurren en fuentes que no son propiedad o están controladas por otra empresa, (emisiones resultantes de consumo eléctrico).

-Otras emisiones indirectas de GEI (Alcance 3) que son consecuencias de actividades de la empresa pero que ocurren en fuentes que no son propiedad ni están controladas por la organización, (ej. transporte).

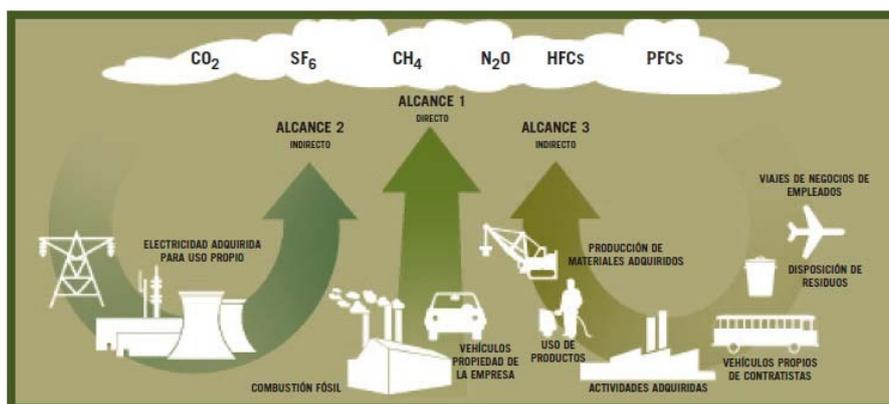


Figura N° 1. Emisiones por Alcance.  
Fuente: GHG Protocol

En relación a la definición del área de estudio, el inventario se realiza sobre dos áreas diferentes en las que se identifican las distintas fuentes emisoras.

Los límites del estudio se definen como el área operativa del CGPBB, abarcando todos los agentes concesionarios que desarrollan sus actividades en la misma. En un caso, el cálculo se realizó incluyendo a todos los consorcistas (industrias química,

**SEMINARIO INTERNACIONAL**  
**ENERGIA, INNOVACIÓN Y AMBIENTE PARA LA TRANSICION ENERGETICA SUSTENTABLE:**  
**RETOS Y PERSPECTIVAS**

**2019**

petroquímica y agro-alimentaria) y de servicios, y en el otro, incluyendo sólo las actividades que dependen directamente del CGPBB o los que por el tipo de convenio tienen incidencia directa.

En particular, en lo que se refiere al transporte terrestre, se estima la HC para el hinterland y para lo que podría considerarse como el área operativa portuaria (área próxima), definidas ambas por promedios ponderados de recorridos de cada modo de transporte. Ver Figura N° 2 y 3.

El inventario de las emisiones se realiza con información aportada por el CGPBB, las empresas concesionarias y de transporte ferroviario. Las distancias consideradas por cada modalidad de transporte (marítimo, carretero y ferroviario) se definen utilizando sus recorridos promedios. En el caso del transporte por camiones, la distancia promedio desde el origen hasta el puerto resultó ser 186 km, mientras que para el transporte ferroviario fue de 196 km. En el caso de los buques se consideraron los 92 km que tiene el canal de acceso, ya que ese es el límite operativo del Puerto de Bahía Blanca. Ver Figura N° 4.

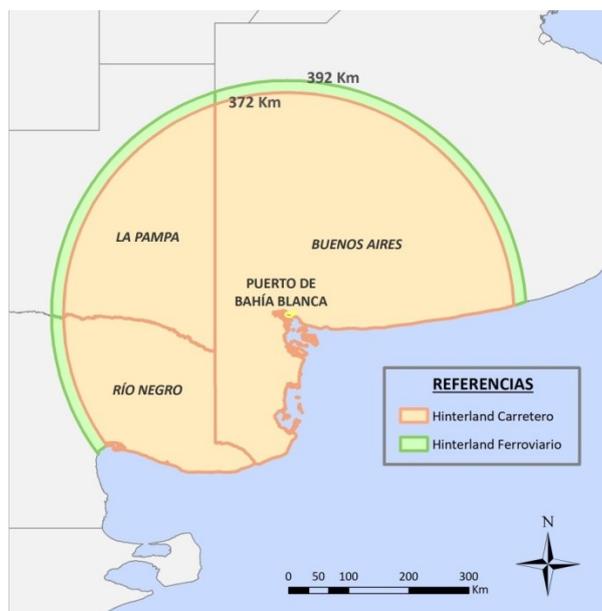


Figura N° 2. Distancias promedio en transportes terrestres para Área Hinterland  
Fuente: Elaboración propia

**SEMINARIO INTERNACIONAL**  
**ENERGIA, INNOVACIÓN Y AMBIENTE PARA LA TRANSICIÓN ENERGETICA SUSTENTABLE:**  
**RETOS Y PERSPECTIVAS**

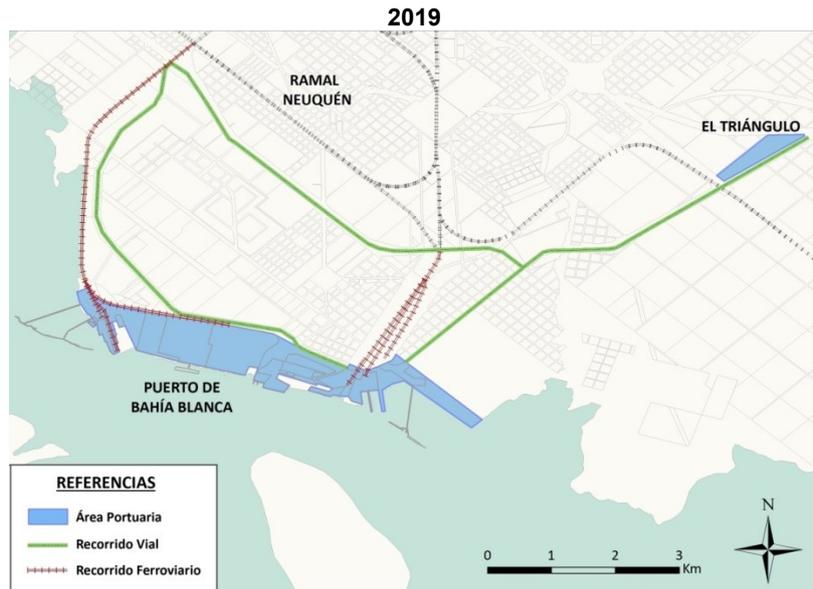


Figura N° 3. Recorridos transportes terrestres  
Fuente: Elaboración propia



Figura N° 4. Canal de Acceso al Estuario de Bahía Blanca  
Fuente: Elaboración propia

La cuantificación de las emisiones GEI incluyó el inventario de las emisiones de GEI de los equipos, instalaciones y procesos desarrollados en el Puerto de Bahía Blanca, que están asociados a los diferentes Alcances que se detallan a continuación:

*Alcance I:* Considera todas las emisiones producidas por actividades o procesos en equipos que son propiedad o están bajo control del puerto. En este caso, se incluyen las emisiones a cargo del operador portuario y/o los concesionarios. Por ejemplo, equipos de carga que funcionan con combustible, consumo de gas para calefacción, efluentes líquidos, emisiones gaseosas.

**SEMINARIO INTERNACIONAL**  
**ENERGIA, INNOVACIÓN Y AMBIENTE PARA LA TRANSICION ENERGETICA SUSTENTABLE:**  
**RETOS Y PERSPECTIVAS**

**2019**

*Alcance II:* Comprende las emisiones generadas por terceros al momento de producir la energía que se consume en el área portuaria. El ejemplo típico es el consumo de electricidad.

*Alcance III:* Engloba las emisiones de actividades y/o procesos, que forman parte de la cadena de valor a la organización pero que se producen fuera de los límites del CGPBB.

Las fuentes de emisiones GEI consideradas para el área portuaria bahiense son:

- El consumo de electricidad, combustibles líquidos y gas natural.
- Las fugas de gases refrigerantes utilizados en equipos de refrigeración usados tanto en procesos de producción como de climatización.
- La generación y gestión de residuos, efluentes líquidos y emisiones gaseosas.

Se estima la HC total y se analizan las emisiones por actividades (IPCC, 2006) (IPCC, 2017). Esto permite evaluar las particularidades del área portuaria de Bahía Blanca y proponer líneas de acción para reducirlas. Ver Tabla N° 1.

Tabla N° 1. Actividades agrupadas por Alcances

FUENTE DE EMISION	ALCANCE I	ALCANCE II	ALCANCE III	EMISIONES EVITADAS
<b>Equipos de Manejo de Cargas</b>				
Grúas Eléctricas		X		
Grúas Rodantes	x			
Brazos Cargadores		X		
Guinchos Eléctricos		X		
Cintas		X		
Transportadoras		X		
Cañerías		X		
Reach Stackers	x			
Remolques/ Camiones	x			
Fork Lifts	x	X		
<b>Instalaciones</b>				
Edificio de Administración		X	x	
Depósitos		X	x	
Talleres		X	x	
Muelle	x	X	x	
Alumbrado Público		X		
Gases Refrigerantes	x			
<b>Transporte Marítimo</b>				
Buques			x	
Draga			x	
Remolcadores			x	
Embarcaciones			x	
Deportivos			x	
<b>Transporte Terrestre</b>				
Ferrocarril			x	
Camiones (Fuera del área portuaria)			x	
Camiones (Dentro del área portuaria)			x	
Transporte del Personal			x	
<b>Residuos</b>				
Disposición			x	
Tratamiento			x	
Efluentes	x			
Reciclado				x
Transporte			x	
<b>Producción</b>				
Gas Natural	x			
Electricidad		X		
Combustible	x			
Gases Refrigerantes	x			
Emisiones Gaseosas	x			
Efluentes Líquidos	x			

Fuente: Adaptado de Huella de Carbono 2012. Terminal Pacífico Sur, Valparaíso. Chile

**SEMINARIO INTERNACIONAL  
ENERGIA, INNOVACIÓN Y AMBIENTE PARA LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA SUSTENTABLE:  
RETOS Y PERSPECTIVAS**

2019

**Criterios usados para cuantificar la HC producida por los buques**

La cuantificación de la HC producida por la operación de los buques tiene una cierta complejidad debido a las diferentes características de los distintos tipos de buques y sus modalidades de operación. En este punto el objetivo es hacer una estimación lo más certera posible.

El criterio utilizado para el cálculo de las toneladas de CO<sub>2</sub>eq es el propuesto para el Puerto de Los Ángeles, que recurre a la siguiente expresión:

$$\text{Energía} = \text{Potencia} * LF * \text{tiempo de actividad}$$

Donde: *Potencia* es la potencia de la máquina (propulsora o auxiliar) considerada.

*LF* es el factor de carga correspondiente al régimen de trabajo de la máquina.

Para la estimación de las emisiones debidas a los buques durante su permanencia en el área del Puerto de Bahía Blanca se consideran dos operaciones diferenciadas de los mismos: tránsito y espera.

Para la etapa de tránsito, el factor de carga (LF) correspondiente al régimen de trabajo del motor de propulsión se calcula relacionando la velocidad de tránsito por el canal de acceso portuario con la velocidad máxima característica de cada buque, mediante la fórmula:  $LF = (v / v_{m\acute{a}x})^3$ . La velocidad *v* se obtiene a partir del tiempo que demora en realizar el recorrido del canal de acceso (información obtenida del área de Operaciones del CGPBB). En cuanto a las máquinas auxiliares, para calcular el factor de carga se adoptan los criterios especifica el documento Carbon FootPrinting For Ports (WPCI, 2010).

Para la etapa de espera, ya sea fondeado o durante las operaciones de carga y/o descarga, se utiliza también el criterio especificado en el documento mencionado, que tiene en cuenta al motor auxiliar operando a un régimen dado para esta etapa, así como también el funcionamiento de la caldera operando a un cierto régimen, que depende del tipo de buque. Asimismo, del mismo documento se obtienen los factores con los que se afectan las potencias de las calderas, que están relacionados con la potencia de las máquinas propulsoras.

**SEMINARIO INTERNACIONAL**  
**ENERGIA, INNOVACIÓN Y AMBIENTE PARA LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA SUSTENTABLE:**  
**RETOS Y PERSPECTIVAS**

2019

La HC de la etapa en espera se obtiene de multiplicar estos factores de carga por las potencias y la cantidad de horas que el buque se encuentra en espera. Para el cálculo de emisiones de los remolcadores sólo se tiene en cuenta la etapa de tránsito (ver Figura N° 6).

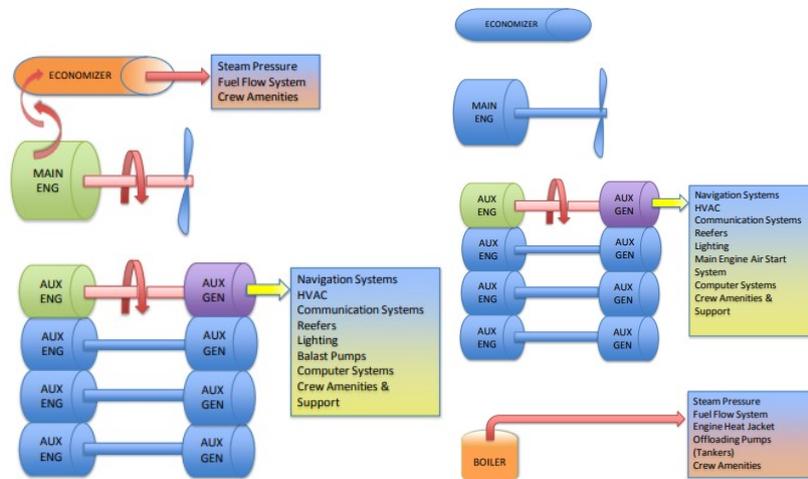


Figura N°5. Configuración de máquinas en muelle.  
(Fuente: Pola, 2010)

Figura N°6. Configuración de máquinas en tránsito

A partir de la información registrada en la Tabla de Operaciones de los Buques elaborada por el CGPBB, se obtienen la cantidad de operaciones de amarre y desamarre de cada uno, considerando 2 horas para el amarre y 0,5 horas para el desamarre. El procesamiento de la Tabla de Operaciones de los Buques, se realiza aplicando algunas simplificaciones de cálculo, agrupando a los distintos buques por tipología y adoptando para cada uno un buque de características promedio (según información también obtenida del área de Operaciones). En el caso de los buques graneleros se asumen tres tamaños (chico, intermedio y grande), mientras que para los buques quimiqueros se adoptaron dos medidas, para tener mayor exactitud en cuando a velocidades y potencias de los mismos. Con esta metodología se realiza el procesamiento de la información de los 735 buques que registrados durante 2017. Por último, para obtener la HC total de los buques se suma la HC de cada etapa calculada de forma diferenciada.

**Criterios usados para cuantificar la HC producida por los transportes terrestres (camiones y trenes)**

**SEMINARIO INTERNACIONAL**  
**ENERGIA, INNOVACIÓN Y AMBIENTE PARA LA TRANSICION ENERGETICA SUSTENTABLE:**  
**RETOS Y PERSPECTIVAS**

2019

Para la estimación de la HC producida por los trenes se utilizó información de consumo de combustible suministrada por Ferro Expreso Pampeano S. A. (FEPESA). Durante el año 2017 se consumieron 6.685.090 l de Fuel Oil. Así mismo, para el análisis se consideraron dos distancias: hinterland y área próxima. Para el hinterland la distancia media de ida y vuelta calculada como promedio ponderado es de 392 km y para el área próxima la distancia considerada fue de 3 km (adoptando como límite del área próxima la intersección de las vías con la Ruta Nacional N° 3).

Se contrastaron los valores de HC obtenidos a partir de la información brindada por Ferro Expreso Pampeano SA (FEPESA) con otros cálculos basados en información brindada por las empresas que contratan los servicios de transportes (cantidad de vagones y distancias), y se llegó a un consumo de combustible muy similar. La carga total transportada en el área portuaria de Bahía Blanca durante 2017 fue de 3.043.014 t, utilizando un total de 65.633 vagones. La HC debida al transporte ferroviario se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$Emisiones [t CO_{2eq}] = Combustible [l] \times Factor de Emisión [t CO_{2eq} / l]$$

Donde el Factor de Emisión correspondiente al fuel oil es: 0,0026202 [t CO<sub>2eq</sub> / l]

En cuanto al transporte de camiones, para calcular la HC se tomaron los siguientes criterios:

Las distancias consideradas para el hinterland fueron informadas por cada empresa. Para las distancias dentro del área portuaria se consideraron 14.2 km desde la playa de camiones de El Triángulo hasta la terminal o planta de destino (mayoría de los casos), o se tomaron distancias menores cuando correspondieron.

El tiempo de estadía con el camión detenido y motor encendido se consideró de 1 h.

Los factores de emisión para los camiones son diferentes según el estado del propio camión. Se consideran los siguientes:

Condición de funcionamiento	Factor de emisión [t CO <sub>2eq</sub> /km]	Fuente
Camión cargado	0,00095215	Oficina Catalana de Cambio Climático
Camión vacío	0,0004072	Bolsa de Comercio de Rosario + Univ. Nac. de

**SEMINARIO INTERNACIONAL**  
**ENERGIA, INNOVACIÓN Y AMBIENTE PARA LA TRANSICION ENERGETICA SUSTENTABLE:**  
**RETOS Y PERSPECTIVAS**

2019

		Colombia
Camión detenido	0,0046553	World Ports Climate Initiative

Tabla N° 2. Factores de Emisión para combustible diesel en camiones  
Fuente: elaboración propia.

### **Resultados en el contexto local y nacional**

La estimación de la HC brinda la posibilidad de identificar las oportunidades de mejora de la actividad portuaria. Los planes para disminuir este indicador global impactan localmente a través de las acciones destinadas a mejorar los procesos internos de la organización. La reducción de las emisiones GEI están ligadas a la implementación de eficiencia energética y sustitución de fuentes de energías migrando hacia las renovables, así como trabajar sobre un sistema de transporte sustentable. El análisis de la HC a partir de las actividades agrupadas por Alcances muestra que el puerto de Bahía Blanca sigue las tendencias de la distribución de emisiones de otros puertos de la región. Sin embargo, los resultados dependen directamente de cada perfil portuario.

A nivel Nacional, el 2° Informe Nacional sobre el inventario de GEI correspondiente al año 2014 muestra una distribución sectorial de las emisiones, en la que la energía representa el 53% del total de las emisiones, como se puede ver en la Figura N°7.

Del mismo modo, las emisiones de las ciudades están distribuidas sectorialmente según su perfil productivo. El inventario para las ciudades toma como base el Protocolo Global de Emisiones a Escala Comunidad (GPC), se trata de un protocolo para realizar inventarios en ciudades creado por World Resources Institute (WRI), C40 Cities y ICLEI- Local Governments for Sustainability, ONU- Hábitat (2014).

**SEMINARIO INTERNACIONAL**  
**ENERGIA, INNOVACIÓN Y AMBIENTE PARA LA TRANSICION ENERGETICA SUSTENTABLE:**  
**RETOS Y PERSPECTIVAS**

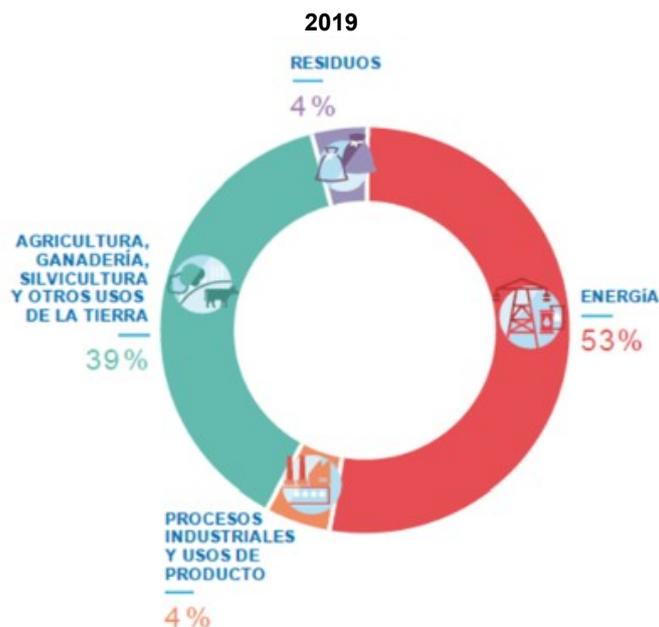


Figura N° 7: Distribución de la Huella de Carbono en Argentina 2014  
Fuente: Inventario Nacional de Gases Efecto Invernadero. 2017 Presidencia de la Nación

En el año 2017 a través del BID y la Dirección Nacional de Preinversión Municipal se realizó un Estudio Base para los Municipios de Bahía Blanca y Coronel Rosales, “Desarrollo y Cambio Climático en las Municipalidades de Bahía Blanca y Coronel Rosales. Provincia de Buenos Aires”. En su Componente 1: Estudio de Evaluación de la Mitigación al Cambio Climático. El estudio tomó como año base el 2014. Para el caso de las áreas metropolitanas de Bahía Blanca y Punta Alta en su conjunto, sobre un total de 6.254.431 [t CO<sub>2</sub>eq] la distribución de la Huella de Carbono es como se presenta en la Figura N° 8. Su distribución porcentual muestra que la presencia de la industria tiene un peso relevante, que se evidencia con la energía consumida por la industria y las emisiones generadas por el sector. En esta distribución de las emisiones, AFOLU representa los sectores “Agricultura, Silvicultura y otros usos del Suelo” e IPPU “Sector Procesos Industriales y uso de Productos”. Ver Figura N° 9.

**SEMINARIO INTERNACIONAL**  
**ENERGIA, INNOVACIÓN Y AMBIENTE PARA LA TRANSICION ENERGETICA SUSTENTABLE:**  
**RETOS Y PERSPECTIVAS**

2019

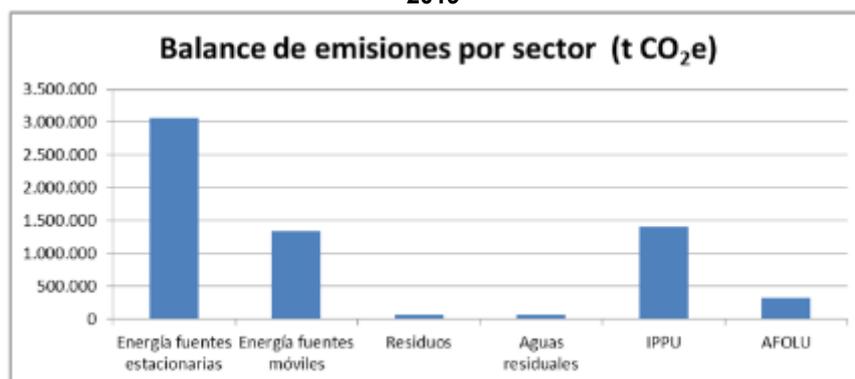


Figura N° 8 .Balance de emisiones por sector agregado en área Metropolitana Bahía Blanca-Coronel Rosales (2014)  
 Fuente: IDOM 2017

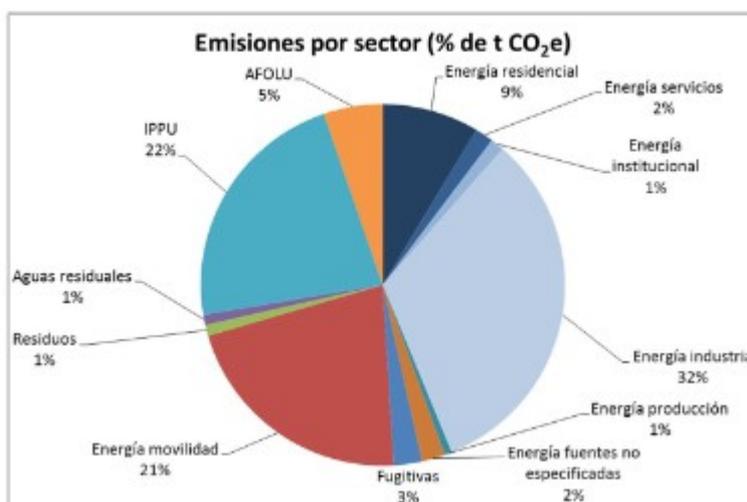


Figura N° 9. Distribución porcentual de emisiones GEI en área Metropolitana Bahía Blanca- Corone Rosales (2014)  
 Fuente: IDOM 2017

### La Huella de Carbono en el área portuaria de Bahía Blanca

La HC total estimada del área del Puerto de Bahía Blanca para el año 2017 es de 1.754.318 [t CO<sub>2</sub>eq]. Este total incluye la HC de las industrias radicadas en jurisdicción del CGPBB. Por ello resulta de interés presentar los resultados discriminando tres casos: (a) incluyendo la totalidad de la HC originada por las industrias; (b) sin considerar la HC debida a las emisiones de los procesos específicos de cada industria; (c) sin considerar la actividad industrial. Estos resultados se presentan en la Tabla N° 3, discriminados a su vez por Alcances.

**SEMINARIO INTERNACIONAL**  
**ENERGIA, INNOVACIÓN Y AMBIENTE PARA LA TRANSICION ENERGETICA SUSTENTABLE:**  
**RETOS Y PERSPECTIVAS**

**2019**

HUELLA DE CARBONO	Alcance I	Alcance II	Alcance III	Total
<b>Total con industrias</b>	1.335.866	161.145	257.347	<b>1.754.358</b>
<b>Total sin emisiones de proceso</b>	260.447	161.145	257.347	<b>678.939</b>
<b>Sin industrias</b>	37.253	6.236	144.214	<b>187.703</b>

Tabla N° 3: Distribución de la Huella de Carbono en el Puerto de Bahía Blanca por Alcances  
Fuente: Elaboración propia

La HC debida a las emisiones de los procesos industriales es muy significativa con respecto al resto de las emisiones del área portuaria, y como desde el CGPBB no se tiene control directo sobre las mismas, a los fines de facilitar el análisis comparativo de las demás componentes de la HC, en el gráfico de la Figura N° 10 se presenta la distribución sectorial de la HC del puerto de Bahía Blanca.

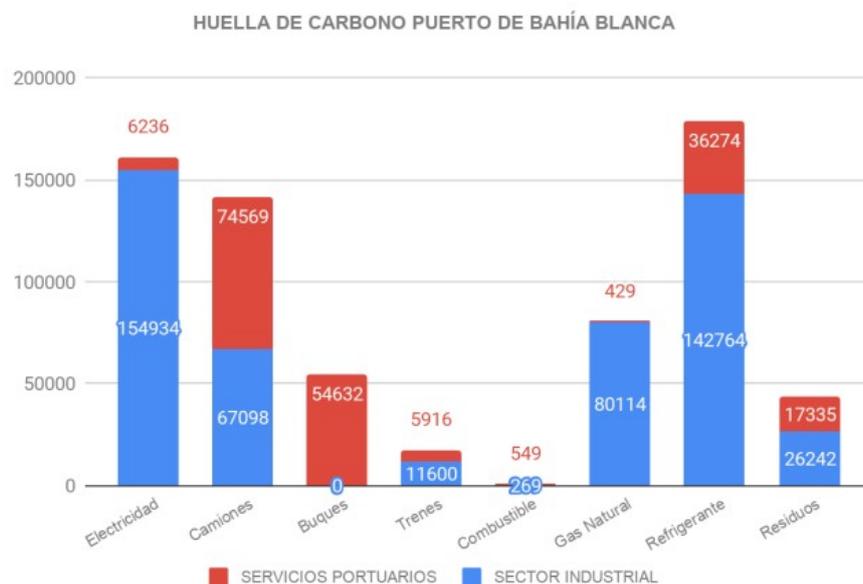


Figura N° 10. Distribución sectorial de la Huella de Carbono en el Puerto de Bahía Blanca  
Fuente: Elaboración propia

Estos resultados permiten identificar cuáles son las fuentes de emisión más significativas, a fin de establecer prioridades al momento de definir un plan de acción para su reducción. La actividad portuaria está directamente relacionada con el sector transporte, su incidencia en la HC requiere analizar y comparar la eficiencia de las tres modalidades de transporte: camión, tren y buque. Este análisis se presenta en la siguiente sección. Los resultados de este trabajo facilitarán al CGPBB poner en valor su rol de articulación, coordinación e incentivo de acciones de mejora. Es importante destacar la relevancia que tiene focalizar a corto plazo en temas tales como: eficiencia

**SEMINARIO INTERNACIONAL  
ENERGIA, INNOVACIÓN Y AMBIENTE PARA LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA SUSTENTABLE:  
RETOS Y PERSPECTIVAS**

**2019**

energética, energías renovables, transporte de carga, gestión de residuos, etc. La descarbonización del sector marítimo pasa inexorablemente por las transformaciones de los puertos, que deben liderarse desde los niveles territoriales locales. Los puertos, al conectar mar y tierra, son determinantes en la productividad y sostenibilidad regional.

**Eficiencia de las distintas modalidades de transporte**

Entre los sectores de mayor aporte a las emisiones de GEI se encuentra el sector transporte sostenido en el consumo de combustible fósil y que representa un 23% de las emisiones de CO2 relacionadas con el uso de energía (International Energy Agency, 2009). En la actualidad la Agencia Internacional de Energía publica “A nivel mundial, el transporte representó una cuarta parte de las emisiones totales en 2016 en alrededor de 8 GtCO2, un nivel 71% más alto que en 1990”. En la Argentina en el último Inventario de GEI (2014) presentado en el 2018 el sector transporte representa un 29% de las emisiones totales. Ver Figura 11.

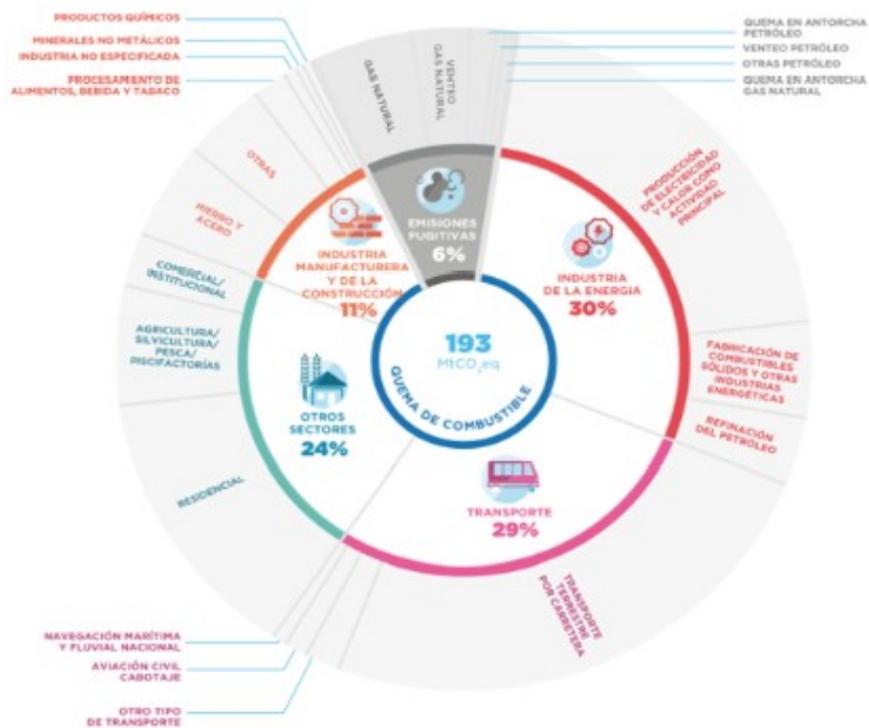


Figura N° 10. Distribución sectorial de la Huella de Carbono en Argentina (2014)  
Fuente: 2° Informe Inventario de GEI. BUR (2018)

Respecto de la incidencia del transporte de carga en el país, vale desatacar que según el Inventario Nacional de GEI, “la Asociación de Fabricantes de Automotores (ADEFSA,

**SEMINARIO INTERNACIONAL**  
**ENERGIA, INNOVACIÓN Y AMBIENTE PARA LA TRANSICION ENERGETICA SUSTENTABLE:**  
**RETOS Y PERSPECTIVAS**

**2019**

2014) informó que el parque automotor del país superó los 13 millones de vehículos de los cuales unos 600 mil son camiones a gas oil para transporte de carga (mayormente granos) con una antigüedad que supera los 40 años, lo cual aporta el 33% de las emisiones de la categoría Transporte Terrestre". (MAyDS, 2018)

En el Puerto de Bahía Blanca para realizar un análisis comparativo de las diferentes modalidades de transporte y su incidencia en la HC se desagrega la carga que circula por el área portuaria, según modalidad y se toma la HC de cada una de ellas, que permiten obtener indicadores de la eficiencia de cada uno. Los mismos se presentan en Tabla N° 4. Al respecto cabe hacer dos observaciones:

- En el caso de los buques no se ha considerado la HC total, sino solamente la que corresponde a la etapa de tránsito en el canal. Esto se ha hecho así a fin de comparar la eficiencia de las tres modalidades desde el punto de vista del traslado para el transporte de mercaderías.

- La carga de trenes y camiones es la total transportada desde o hacia el puerto, mientras que para los buques sólo se han computado las toneladas cargadas o descargadas en el puerto de Bahía Blanca y no el total transportado por el buque. Teniendo en cuenta que, por ejemplo, los graneleros vienen a este puerto a completar carga, la eficiencia del transporte en buque sería aún mayor.

<b>Transporte</b>	<b>Carga [t]</b>	<b>HC [t CO2eq]</b>	<b>Distancia [km]</b>	<b>Eficiencia [t . km/t CO2eq]</b>
<b>Buques</b>	14.025.209	11.024	184	234.098
<b>Trenes</b>	3.043.015	17.516	392	68.100
<b>Camiones</b>	8.368.452	141.668	372	21.990

Tabla N° 4: Indicadores de eficiencia de las modalidades de transporte  
Fuente: Elaboración propia

El indicador de eficiencia calculado relaciona el producto de la carga transportada y la distancia recorrida con la HC generada al recorrer dicha distancia. Se puede observar que la eficiencia del transporte naviero es muy superior a las dos modalidades del transporte terrestre. Pero en lo que respecta al transporte terrestre, hay una notable diferencia de eficiencia del ferrocarril con respecto al camión. Esto da lugar a la posibilidad de trabajar sobre alguna estrategia para ir pasando gradualmente parte del transporte en camión al tren. Esto implicaría acordar escenarios futuros con las diferentes empresas para implementar una logística de transporte de carga más

**SEMINARIO INTERNACIONAL**  
**ENERGIA, INNOVACIÓN Y AMBIENTE PARA LA TRANSICION ENERGETICA SUSTENTABLE:**  
**RETOS Y PERSPECTIVAS**

2019

eficiente. En la Tabla N° 5 se muestra el efecto favorable en la reducción de la HC, al transferir carga a la modalidad tren desde los camiones. Se plantean dos escenarios, que podrían corresponder a estrategias de corto y mediano plazo.

Condición de carga tren/camión	Tonelaje camión	Tonelaje tren	HC camión	HC tren	HC total	Reducción HC [%]	Reducción HC [t]
<b>Cargas actuales</b>	8.368.452	6.086.029	137.795	17.516	155.311	-	-
<b>Pasando 20% de camión a tren</b>	6.694.761	7.759.720	113.334	27.150	140.484	10%	14.827
<b>Pasando 40% de camión a tren</b>	5.021.071	9.433.410	85.001	36.785	121.785	22%	33.526

Tabla N° 5: Estimaciones de reducción de la HC del transporte terrestre.  
Fuente: Elaboración propia

### **Propuestas de implementación de un Plan de Mitigación en el área portuaria**

La estimación de la HC en el área portuaria permite tener un punto de partida para diseñar una “hoja de ruta de acciones de mitigación”. Este indicador se convierte en un instrumento de fácil comprensión y comunicación que debe compartirse con los operadores, agentes y concesionarios del área del puerto con el objeto de que más allá de las acciones que lleve adelante el propio CGPBB que cumplen una función ejemplificadora, pueda contribuir a la construcción de una conciencia ambiental de todos los agentes portuarios.

Los programas elegidos para iniciar las acciones de mitigación son el resultado de analizar junto con el CGPBB su potencial incidencia (cuantitativa/cualitativa) y la factibilidad de implementación en el corto y mediano plazo. En una primera etapa se establecen las siguientes líneas de acción:

**- Análisis del sistema energético**

Se requiere elaborar un diagnóstico del sistema energético que se convierte en la línea de base energética para los muelles, espacios públicos y los servicios brindados por el CGPBB, (redes, fuerza motriz, iluminación, usos, etc.). Este diagnóstico de revisión tecnológica y de gestión del sistema de abastecimiento y consumo, junto con un

**SEMINARIO INTERNACIONAL**  
**ENERGIA, INNOVACIÓN Y AMBIENTE PARA LA TRANSICION ENERGETICA SUSTENTABLE:**  
**RETOS Y PERSPECTIVAS**

**2019**

análisis de facturación y potencia contratada facilitará identificar oportunidades de hacer más eficiente el sistema.

La valoración del tema energético facilitará la incorporación de la dimensión de eficiencia energética en acciones administrativas, en futuras operaciones de contratación, compras o renovaciones de equipos. Entre otras acciones a analizar se evaluará la factibilidad de desarrollar infraestructura para brindar servicios de abastecimiento de energía eléctrica a buques, a fin de sustituir la generación diesel de las máquinas auxiliares de los buques durante su estadía en puerto.

En una segunda etapa se propone avanzar en el análisis de la incorporación de fuentes de energía renovable para abastecer los servicios eléctricos portuarios y la movilidad eléctrica dentro del área portuaria.

**- Gestión de los gases refrigerantes**

Uno de los sectores de incidencia notable dentro de la emisión de GEI, se encuentra los provenientes de sistemas de acondicionamiento de aire y refrigeración. En este sentido se propone trabajar en una línea de concientización y colaboración para mejorar la gestión de los gases de uso actual. A nivel internacional desde la Enmienda al Protocolo de Montreal realizada en Kigali (2016), han quedado definido los compromisos de cambio en el tipo de gases de los sistemas de refrigeración con gases refrigerantes HFC de alto valor de PCA planteando una reducción del 85% en los próximos 30 años; este requerimiento lleva una transformación tecnológica que también deberá impactar en la eficiencia energética de estos equipos. (UN, 2016)

En una primera etapa se propone desarrollar un Protocolo de Gestión de los Gases Refrigerantes que incluirá pautas para operación, mantenimiento y recarga de equipos con gases de bajo impacto ambiental. Así mismo, se trabajará en el registro de datos de las operaciones de mantenimiento y recambio de equipos que permitirá realizar una estimación de las emisiones de estos gases más ajustada que la actual.

**- Gestión Integral de Residuos**

La gestión de los residuos ofrece una oportunidad de reducción de la HC en la medida que se aumenten los residuos destinados a procesos de reuso o reciclado. En esta línea en una primera etapa, se prevé articular con el municipio de Bahía Blanca,

**SEMINARIO INTERNACIONAL**  
**ENERGIA, INNOVACIÓN Y AMBIENTE PARA LA TRANSICION ENERGETICA SUSTENTABLE:**  
**RETOS Y PERSPECTIVAS**

2019

campañas de recolección especiales profundizando acciones destinadas a la reducción de generación de residuos y aumento del porcentaje de reciclado.

## **Conclusiones**

El cambio climático es un problema global en el que la contribución de nuestra región es minoritaria, sin embargo implica cambios culturales profundísimos y transversales al que se deben sumar todos los sectores –públicos y privados-. Su instalación en la agenda (medios de comunicación, academia, etc.) colabora para hacer frente a los problemas pendientes del Desarrollo y el Medio Ambiente. Los puertos son sectores dinámicos de necesaria articulación con los entornos urbanos para su sustentabilidad; tienen capacidad de poner en marcha programas de mitigación, que más allá de los resultados cuantitativos, que deben monitorear y registrar, tienen una potencialidad ejemplificadora y de incidencia en primer término, en los concesionarios y agentes portuarios pero también, en otras instituciones públicas y privadas de la ciudad y región.

El Puerto de Bahía Blanca y la ciudad de Bahía Blanca, tienen un perfil industrial energético intensivo, así mismo su rol como puerto de aguas profundas del país, por donde se exporta la producción cerealera de gran parte de la región pampeana, lo vincula al sector de logística de carga. Como se mostró en este trabajo, el transporte realizado mayoritariamente en camiones, tiene una HC más grande que el uso de otras modalidades. Esto representa un desafío muy importante, que excede las capacidades institucionales portuarias sin embargo, tanto el CGPBB como los concesionarios tienen capacidad de incidir gradualmente en la transformación de la logística de transporte.

Es destacable también que en paralelo al perfil particular del puerto de Bahía Blanca por las condiciones antes descriptas, se ha convertido en el centro de la región con desarrollo de energías renovables más dinámico del país. Esta condición también se convierte en una oportunidad de imbricación con las medidas de mitigación que el puerto desarrolle, entre ellas, la incorporación de energías renovables para sustituir parte del consumo eléctrico del sector.

## **Bibliografía**

Consorcio de Gestión del Puerto de Bahía Blanca [CGPBB]. 2013. *Plan de Gestión Ambiental*. Bahía Blanca. ARGENTINA

**SEMINARIO INTERNACIONAL**  
**ENERGIA, INNOVACIÓN Y AMBIENTE PARA LA TRANSICION ENERGETICA SUSTENTABLE:**  
**RETOS Y PERSPECTIVAS**  
**2019**

Generalitat de Catalunya. 2011. "Guía Práctica para el cálculo de las emisiones de Gases Efecto Invernadero". Comisión Interdepartamental de Cambio Climático.

Huella de Carbono 2012. Terminal Pacífico Sur. Valparaíso. Chile.

IDOM, 2017. "Componente 1. Estudio de evaluación de la mitigación al cambio climático en área metropolitana Bahía Blanca Coronel Rosales".

Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC]. 2006. Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volumen 3 Procesos industriales y uso de productos. Agosto 15, 2018, de IPCC.

Sitio web: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/vol3.html>

Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC]. 2007. *Contribución del Grupo de Trabajo I al Cuarto Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático*. Cuarto informe de Evaluación - Capítulo 2.

Levin, K. y otros. 2014. Greenhouse Gas Protocol en "Estándar de objetivos de mitigación. Resumen ejecutivo". Editado por Word Resources Insititutes. ISBN 978-1-56973-859-7.

MAyDS, 2018. Reporte Bienal de Actualización (BUR). Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable (MAyDS).

MAyDS, 2017. Segundo Informe Bienal de Actualización de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático.

Posada Henao, J. 2018. "Efecto de la cantidad de carga en el consumo de combustible en camiones". Universidad Nacional de Colombia - sede Medellín en Transporte y Comodities. Informativo semanal 13/05/2018 - Bolsa de comercio de Rosario.

Secretaría de Energía de la Nación Argentina. 2017. *Cálculo del Factor de Emisión de CO2 de la Red Argentina de Energía Eléctrica*. Agosto 15, 2018, de Secretaría de Energía de la Nación Argentina. Sitio web: <http://datos.minem.gob.ar/dataset/calculo-del-factor-de-emision-de-co2-de-la-red-argentina-de-energia-electrica>

**SEMINARIO INTERNACIONAL**  
**ENERGIA, INNOVACIÓN Y AMBIENTE PARA LA TRANSICION ENERGETICA SUSTENTABLE:**  
**RETOS Y PERSPECTIVAS**  
**2019**

Starcrest Consulting Group. 2007. *Inventory of Air Emissions. Los Angeles Port*. Los Angeles. ESTADOS UNIDOS.

Starcrest Consulting Group. 2017. *Inventory of Air Emissions. Los Angeles Port*. Los Angeles. ESTADOS UNIDOS.

Torres Monfort F., Company Peris R., Sánchez Hurtado, P. & Cloquell Ballester V. 2016. *Guía para el Cálculo y Gestión de la Huella de Carbono en Instalaciones Portuarias por Niveles*. Valencia. ESPAÑA: AUTORIDAD PORTUARIA DE VALENCIA.

UN Environment. 2018. "Acción por el Ozono"

En:

[https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/26819/7887FSKigali12\\_SP.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/26819/7887FSKigali12_SP.pdf?sequence=3&isAllowed=y)

World Ports Climate Initiative [WPCI]. 2010. *Carbon Footprinting for Ports. Guidance Document*. Los Angeles. Estados Unidos. Carbon Footprint Working Group. World Ports.