

Artículo Original

***OPORTUNIDADES DE INGRESO POR LA CONTRIBUCIÓN DE LA
UEB CENTRAL ARGEO MARTÍNEZ EN LA REDUCCIÓN DE
EMISIONES CO₂***

***INCOME OPPORTUNITIES FOR THE UEB CENTRAL ARGEO MARTÍNEZ
CONTRIBUTION IN CO₂ EMISSIONS REDUCTION***

José Rolando Dupuy Parra ^{1*} <https://orcid.org/0000-0002-9262-5512>

Andrés Álvarez Blanco ² <https://orcid.org/0000-0002-7421-3303>

Mairelis Videaux Aguilar ³ <https://orcid.org/0000-0001-6363-7082>

René Lesme Jaén ⁴ <https://orcid.org/0000-0001-7274-0153>

¹ Área de Servicio Científico Técnico. Centro de Aplicaciones Tecnológica para el Desarrollo Sostenible. Agramonte # 818 % Prado y Aguilera. Guantánamo, Cuba.

² Grupo Técnico. UEB Central Argeo Martínez. Calle 5 Maquinaria Argeo Martínez, Manuel Tames. Guantánamo, Cuba.

³ Departamento de Matemática. Facultad Educación. Universidad de Guantánamo "Sede Raúl Gómez García". Avenida Ernesto Che Guevara Km 1 1/2. Guantánamo, Cuba.

⁴ Centro de Estudios Energéticos y Refrigeración L.F. Brossard. Facultad de Ingeniería Mecánica e Industrial. Universidad de Oriente. Patricio Lumumba, s/n, Altos de Quintero, Santiago de Cuba, Cuba.

Recibido: Febrero 1º, 2021; Revisado: Mayo 6, 2021; Aceptado: Julio 19, 2021

RESUMEN

Introducción:

En la UEB Central Argeo Martínez se generan anualmente como promedio cerca de 890 kWh de energía limpia en las últimas nueve zafras producto de los residuos del bagazo de caña. A estos no se le determina la comercialización por la disminución CO₂ dejados de emitir a la atmósfera.

Objetivo:

Realizar una evaluación de la cantidad de CO₂ y el ingreso que pierde la entidad por este concepto.

Materiales y Métodos:

Para analizar todos los resultados se utilizó el balance de entrega a la red por la generación de energía limpia, y se tuvo en cuenta el sistema europeo de negociación de CO₂ que en el periodo estudiado fue de \$ 67,75.



Este es un artículo de acceso abierto bajo una Licencia *Creative Commons* Atribución-No Comercial 4.0 Internacional, lo que permite copiar, distribuir, exhibir y representar la obra y hacer obras derivadas para fines no comerciales.

* Autor para la correspondencia: José R. Dupuy, Email: jose@catedes2.gtmo.inf.cu



Resultados y Discusión:

Como resultado se obtuvo que se dejarán de emitir a la atmósfera un total de 12419948 g CO₂, esto representa un total de 12858446,25 \$-g CO₂ en el periodo estudiado.

Conclusiones:

El central Argeo Martínez ha generado producto de los residuos de bagazo de caña 8014 kWh de energía limpia en las últimas nueve zafas, lo que representa 0,06 % de la consumida del sistema electroenergético nacional. En este tiempo dejó de emitir a la atmósfera 12419948 gCO₂, esto representa 12858446,25 \$-gCO₂ según el valor del CO₂ del sistema de negocio europeo.

Palabras clave: ambiente; energía; medio; precio.

ABSTRACT

Introduction:

In the Central Argeo Martínez UEB, an average of 890 kWh of clean energy is generated annually in the last nine harvests from sugarcane bagasse residues. Nevertheless, its commercialization due CO₂ no longer emitted into atmosphere is not determined.

Objective:

To evaluate the amount of CO₂ and the income that the entity loses for this concept.

Materials and Methods:

To analyze all results, a balance of power grid delivery for clean energy generation was used, and the European CO₂ negotiation system was taken into account, which in studied period was \$ 67.75.

Results and Discussion:

As a result, it was obtained that a total of 12419948 g CO₂ were no longer emitted into atmosphere, its represents a total of 12858446.25 \$-g CO₂ in studied period.

Conclusions:

The Argeo Martínez power plant has generated 8,014 kWh of clean energy from cane bagasse waste in the last nine harvests, which represents 0.06% of the consumption of the national electrical energy system. In this time, it stopped emitting 12,419,948 g CO₂ into the atmosphere; this represents 12,858,446.25 \$-g CO₂ according to European business system CO₂ value .

Keywords: environment; energy; means; medium; price.

1. INTRODUCCIÓN

La energía es un elemento esencial para el desarrollo económico y humano. Cualquier nación que persiga bienestar y progreso necesitará tomar como prioridad la adecuada obtención, desarrollo y uso sostenible de fuentes energéticas para todos sus ciudadanos según plantea (Guerra, 2020). De hecho, la comunidad científica alerta de que, con las proyecciones y medidas actuales, a finales de siglo la subida puede superar los tres grados, lo que señala directamente a la producción de gases contaminantes las emisiones de CO₂, si finalmente se cumplen las previsiones del informe, serán ya un 4

% superiores a la de 2015, cuando se firmó el Acuerdo de París. Se necesitan medidas políticas para frenar las emisiones, pero es necesario grandes políticas para hacer que las emisiones declinen.

A nivel mundial hay una gran contaminación por las emisiones de CO₂. El principal país emisor de este gas de efecto invernadero es China, sigue liderando ampliamente la clasificación de segunda economía del mundo. Emitió a la atmósfera en el año 2019 10300 millones de toneladas, un 2,6 % más, lo que le sitúa en una línea de crecimiento sostenido, ya que es un incremento similar al de los últimos tres años. La mayoría son por carbón, pero ya se están disparando también sus emisiones de petróleo un 6,9 % más y de gas un 9,1 % más según está referido en (COP 25, 2019).

Es propósito de este trabajo mostrar que no se está aprovechando una oportunidad de comercializar estas emisiones de CO₂ dejadas de emitir al medio ambiente y esto llevaría la posibilidad de participar en un mercado similar tanto nacional como internacional. Esta línea de investigación tiene una larga trayectoria a nivel teórico y no práctica, siendo esta mirada práctica una línea novedosa por la escasez de literatura específica relativa a la implantación en las relaciones contables y, por otro lado, no existen en Cuba empresas, ni institución que hayan implantado este novedoso sistema de Contabilidad Ambiental en su economía. Además, esta línea de trabajo tiene la capacidad de unir dos áreas complementarias, economía y medio ambiente, por lo que la convierte en una investigación multidisciplinar, además de ser creativa y tener amplias posibilidades de aporte científico y apertura de nuevas líneas relacionadas, que, tal vez, serían de aplicación a otros sectores y tipos de empresa.

1.1 Situación actual del mercado del CO₂ en el mundo.

En el mundo hay mercados para la reducción de emisiones CO₂ de han ido ganando terreno y se han posicionado como un instrumento dentro del sistema económico actual, para ponerle un precio a las emisiones y crear un mercado que de estímulos para reducirlas. En resumen, aparecen como un instrumento de regulación y política que representan tanto una oportunidad de negocios que se crea al poner un límite permitido a las emisiones como un valor. En ese mercado, quien emite gases de efecto invernadero compensa sus emisiones comprando bonos que se usan para financiar proyectos en otra parte y que contribuyen a reducir o capturar dichos gases. Por ejemplo, en el mercado de carbono se paga a quienes reforestan, a quienes mejoran la eficiencia en la generación de energía eléctrica con el uso de las fuentes renovables de energías.

Decir también que hacer dinero no puede ser la única motivación en un mercado de carbono del sistema europeo, la urgencia por reducir las emisiones de CO₂ y otros gases de efecto invernadero a la atmósfera ha activado un sinnúmero de estrategias tanto políticas como financieras, esto sería un rol de referencia como una posibilidad para aplicar en Cuba en un futuro no muy lejano.

1.2 Característica de las emisiones de CO₂ en Cuba.

En la actualidad no siempre se dispone del equipamiento necesario para realizar mediciones de combustión y gases contaminantes que se expulsan a la atmósfera en las instalaciones energéticas de Cuba. Por esto, se utilizan factores de emisión para estimar la cantidad de contaminante que se emite de CO₂ (Meneses y col., 2018). La generación

de electricidad en los centrales azucareros se considera una alternativa ambientalmente ventajosa teniendo en cuenta que se transforman los residuos de bagazo de caña en energía limpia (energía renovable).

Aunque el sistema energético de Cuba está basado fundamentalmente en el petróleo, se realizan avances en el uso de estas tecnologías (Domínguez y col., 2019) que sean menos dañinas a la atmósfera. Decir que se trabaja para eliminar las elevadas emisiones de contaminantes hacia la atmósfera que son la causa de diversos problemas ambientales en la actualidad, desde el nivel local hasta la escala global por los CO₂ dejados de emitir, según lo expuesto por (Marrero et al., 2020). En tal sentido se investiga trabaja en la combinación con otros residuos como la madera, cascara de arroz, cascara de café, tabaco y otros que se encuentra en fase de estudiado para alargar su ciclo de generación y entrega al Sistema Electroenergético Nacional (SEN) y evitar las emisiones de CO₂ en el país por este concepto.

1.3 Generación en los centrales azucareros en Cuba.

Actualmente, esta aporta el 3,5 % de la generación de electricidad del SEN y con el propósito de elevarla, se tiene en plan para el año 2030 la instalación de 25 bioeléctricas en los ingenios, las cuales tendrán 870 MW de potencia de generación eléctrica, para alimentar la red del SEN. Según los estudios realizados por especialistas, la biomasa cañera tendría una importante participación en la matriz energética prevista a mediano y largo plazo, aportando un 14 %. Esto es factible a partir del programa de crecimiento cañero en los centrales y su sincronización al SEN (Avalos, 2017). El trabajo se presenta con el objetivo de determinar la comercialización por la disminución por la emisión de gas contaminante a la atmósfera, los calculados podrán resolver el problema de determinar el valor actual del CO₂, teniendo en cuenta que en la actualidad en Cuba no se ha podido determinar esta cuantía por la generación de esta energía limpia que provienen de los centrales azucares y le aportan un valor agregado a este producto y las otras fuentes renovables de energía en el país y muy específico en la provincia Guantánamo. Por todo lo antes planteado el objetivo del presente artículo es realizar una evaluación de la cantidad de CO₂ y el ingreso que deja de tener la entidad por este concepto.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Materiales Empleados.

Los valores adoptados en el trabajo provienen del grupo técnico del central y fueron recogidos del modelo 5073 que muestran el comportamiento de los portadores energéticos y se muestran en la tabla 1 y tabla 2 corresponden a lo reportado por (Alvarez, 2021). También se utilizaron los datos representados en la tabla 2 y son reportados por sistema europeo de negociación de CO₂.

Tabla 1. Generación de energía limpia UEB Central Argeo Martínez (kWh)

Años	Ene	Feb	Marz	Abril	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Total
2012	186,8	155,8	230,2	133,3	100	19,7	-	-	-	-	28,3	303	1156
2013	251	215,7	216,3	108,6	62,6	0,8	-	-	-	-	2,2	84,8	942,1
2014	279	197,4	146,1	83,5	1,48	-	-	-	-	-	-	72,2	779,8
2015	131,3	101,7	169,7	178,4	29,7	-	-	-	-	-	-	-	610,4
2016	164,7	266,7	153,6	84	42	-	-	0,02	-	-	24	361	1096
2017	127,9	138,4	142,8	106,8	31,2	-	-	-	-	-	-	19,4	566,7
2018	181,5	158,9	236,4	249,2	97,9	6,6	-	-	-	-	22,8	104	1057
2019	126,9	195,2	83,02	101,8	30,2	-	-	-	-	-	-	242	779,3
2020	186,8	155,8	230,2	133,3	100	19,7	-	-	-	-	28,3	303	1024
Total	1703	1744	1701	1155	417	27,8	-	0,02	-	-	77,4	1187	8014

Tabla 2. Precio del CO₂ SENDECO2 (\$)

Años	Ene	Feb	Marz	Abril	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Total
2012	3,88	4,58	4,20	4,05	3,65	3,72	-	-	-	-	15,4	13,8	52,70
2013	0,18	0,17	0,18	0,10	0,38	0,46	-	-	-	-	0,42	0,36	2,25
2014	0,39	0,38	0,21	0,17	0,13	-	-	-	-	-	-	0,04	1,32
2015	0,03	0,03	0,03	0,51	0,46	-	-	-	-	-	-	-	1,06
2016	0,47	0,39	0,39	0,43	0,42	-	-	0,40	-	-	0,35	0,31	3,16
2017	0,28	0,28	0,28	0,26	0,24	-	-	-	-	-	-	0,17	1,51
2018	0,17	0,18	0,19	0,20	0,21	0,23	-	-	-	-	0,27	0,25	1,70
2019	0,24	0,23	0,22	0,23	0,22	-	-	-	-	-	-	0,24	1,38
2020	0,25	0,26	0,29	0,33	0,31	0,31	-	0,29	-	-	0,30	0,33	2,67
Total	5,89	6,50	5,99	6,28	6,02	4,72	-	0,69	-	-	16,4	15,8	67,75

2.2 Cálculo del ingreso por la comercialización de la reducción de emisiones de CO₂.

Hay que decir también que estos ingresos por la comercialización de la reducción de emisiones de CO₂ constituyen su primera acepción teniendo en cuenta que es una opción abierta para los países comprometidos en reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero, por ejemplo, mediante el Protocolo de Kyoto. Así, el objetivo no es solo contribuir a disminuir la incidencia del CO₂ en el cambio climático, sino también en reducir la dependencia de muchos países de los combustibles fósiles y progresar hacia una economía ecológicamente sostenible.

2.2.1 Cálculo de las cantidades de CO₂ dejadas de emitir al medio ambiente.

Resaltar que en el estudio se tuvo en cuenta la cantidad del CO₂ dejados de emitir al medio ambiente por la generación de electricidad de energía limpia, para esto se tuvo en cuenta el factor de emisión 867 g CO₂/kWh según reporta (Manso, 2021). Y los datos recogidos en la tabla 1 de generación de energía limpia los resultados se obteniendo la siguiente ecuación:

$$E_{CO_2} = F_{IT} * G_{LIMP} \quad (1)$$

Donde:

E_{CO_2} : Cantidad de emisiones de CO₂ que se dejan de emitir al medio ambiente (g CO₂).

F_{IT} : Factor de emisión de carbono en plantas hidroeléctricas y bioenergéticas (g CO₂/kWh).

G_{LIMP} : Generación de energía limpia UEB Central Argeo Martínez (kWh).

2.2.2 Cálculo para determinar la cantidad de ingreso por la comercialización de la reducción de emisiones de CO₂.

Después de obtener la cantidad de emisiones de CO₂ dejadas de emitir al medio ambiente por la ecuación 1, se determina la cantidad de CO₂ dejadas de emitir a la atmósfera por la generación de energía limpia en el Central Argeo Martínez según los datos recogidos en la tabla 2 (SENDECO2, 2020) relacionándolo con los ingresos por la comercialización de las emisiones CO₂ dejadas de emitir al medio ambiente según ecuación 2. Podemos decir que el negocia, pueden ser las emisiones reducidas de CO₂ dejadas de emitir a la atmósfera, pero por no el CO₂ en sí.

$$\text{Comercialización}_{CO_2} = E_{CO_2} * SENDECO2 \quad (2)$$

Donde

$\text{Comercialización}_{CO_2}$: Comercialización del CO₂ por la generación de energía limpia (\$-gCO₂).

$SENDECO2$: Sistema Europeo de negocio de CO₂ (\$).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Análisis de los resultados cantidad de emisiones de CO₂ que se dejan de emitir al medioambiente.

A continuación, en la tabla 3, se muestran los resultados del cálculo de la cantidad de CO₂ dejadas de emitir al medio ambiente a partir de la ecuación 1, por la generación de energía limpia procedente de los residuos de la biomasa cañera en el Central Argeo Martínez.

Tabla 3. Cantidad de CO₂ declinadas por la generación de energía limpia (g CO₂)

Meses	Años								
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Ene	1002925	816810	676118	529252	950884	491352	916902	675618	888520
Feb	134538	187023	171146	88222	231231	120014	137843	169271	272978
Mar	199429	187298	126677	146668	133234	123822	204733	71977	281760
Abril	115589	94165	72473	154701	72827	92595	216061	88319	95053
May	87435	54344	1283	25825	36481	27127	84952	26196	18151
Jun	17133	711	-	-	-	-	5725	-	-
Jul	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ago	-	-	-	-	-	17	-	-	-
Sept	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Oct	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nov	24571	1907	-	-	20861	-	19786	-	-
Dic	262726	73598	62598	-	313399	16848	90429	209817	-
Total	1844347	1415856	1110295	944668	1758916	871775	1676430	1241199	1556462
Total, General	12419948								

A partir de los resultados obtenidos en la Tabla 3 y Figura 1 se pudo observar que disminuye las emisiones de CO₂, dejadas de emitir al medio ambiente por la generación de energía limpia. También se puede apreciar que los mejores años fueron 2012, 2016, 2018 y 2020 esto representa el 42,5 % del total general, los años 2013 y 2019 tuvieron un valor medio, los que tuvieron valores desfavorables fueron los años 2014, 2015 y 2017 esto se debe por que la generación en este periodo estuvo por debajo de lo planificado.

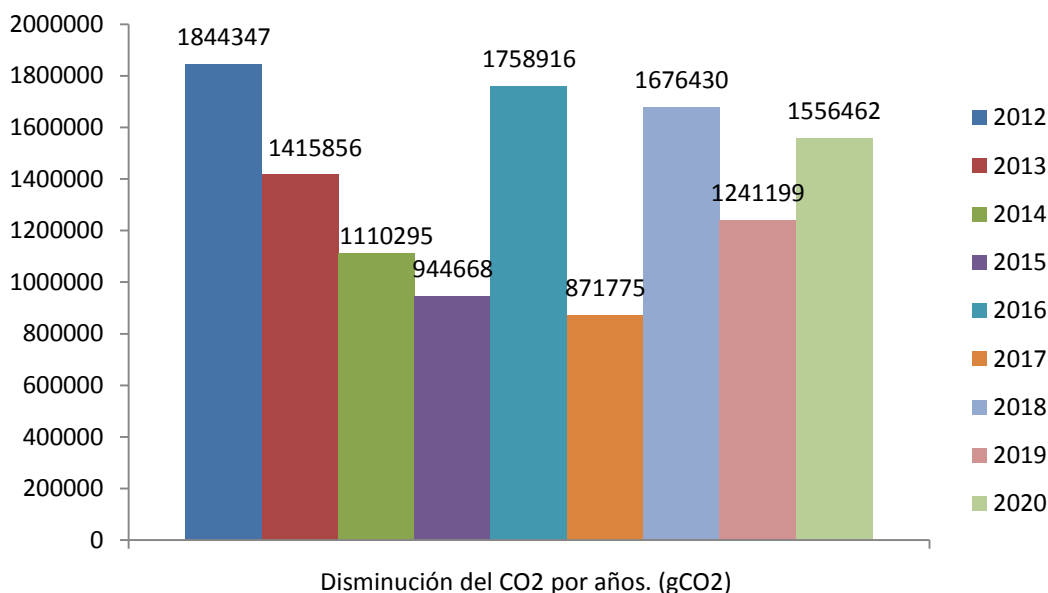


Figura 1. Emisiones de CO₂ dejadas de emitir al medio ambiente

3.2. Análisis del ingreso por la comercialización de emisiones de CO₂ que se dejan de emitir al medio ambiente.

Como se puede apreciar la tabla 4 el año 2012 obtuvo mejor desempeño con un ingreso que representó un valor de 10109696 \$-gCO₂, en correspondencia en el periodo los valores reportados en el mercado del sistema europeo de negociación de CO₂ fueron altos, esto corresponde a los cálculos realizado por la ecuación 2 que refleja la comercialización por la generación de esta energía limpia.

Tabla 4. Ingreso por la comercialización del CO₂ en cada año

Años	U/M	Valor
2012	\$-gCO ₂	10109696
2013	\$-gCO ₂	270224
2014	\$-gCO ₂	370315
2015	\$-gCO ₂	113701
2016	\$-gCO ₂	740149
2017	\$-gCO ₂	239302
2018	\$-gCO ₂	309903
2019	\$-gCO ₂	293348
2020	\$-gCO ₂	411809
Total	\$-gCO ₂	12858446,25

A partir de los valores de reflejados la tabla 5 y el comportamiento por meses de los ingresos potenciales dejados de obtener del CO₂ en cada año estudiado, se puede apreciar que los resultados obtenidos muestran que los meses de enero con 5442583 \$-CO₂ y diciembre con 4866156 \$-gCO₂ estos representan en 71,4% del total de los ingresos conseguidos en la etapa estudiada.

Tabla 5. Ingresos del CO₂ por cada mes

<i>Meses</i>	<i>U/M</i>	<i>Valor</i>
Enero	\$-gCO ₂	5442583
Febrero	\$-gCO ₂	974165
Marzo	\$-gCO ₂	1125394
Abril	\$-gCO ₂	719054
Mayo	\$-gCO ₂	402898
Junio	\$-gCO ₂	65378
Julio	\$-gCO ₂	-
Agosto	\$-gCO ₂	-
Septiembre	\$-gCO ₂	-
Octubre	\$-gCO ₂	-
Noviembre	\$-gCO ₂	385446
Diciembre	\$-gCO ₂	3743529
Total	\$-gCO ₂	12858446

4. CONCLUSIONES

1. Después de realizado el estudio entre los años 2012 y 2020 se determinó el posible ingreso que ha dejado obtener con un total de 12858446 \$-g CO₂ con un promedio de 1555830 \$-g CO₂ por la disminución de CO₂ al medio ambiente en la UEB Central Argeo Martínez.
2. El año con mayor desempeño en el potencial de ingresos fue el 2012 el cual tuvo un comportamiento el 79% de los ingresos totales reportados en el estudio realizado, debido a que es el año con mayor generación de energía limpia.
3. El estudio también arrojó como resultado que los mejores meses fueron enero con 42,3 % y en diciembre con el 29,1% del potencial dejado de obtener por los ingresos, esto se encuentra en correspondencia ya que en este periodo el central se encuentra en los picos de rendimiento de y eficiencia productiva teniendo un mayor aporte de energía limpia al SEN y por consiguiente un mayor ingreso por este concepto.

REFERENCIAS

- Alvarez, A., Sistema Información Estadístico Nacional Modelo 5073-07, UEB Central Argeo Martínez, 2021, pp. 1-2.
- Avalos, R., En marcha proyectos sobre la construcción de bioeléctricas en centrales azucareros, Cuba, 2017. Disponible en: <http://www.cmhw.cu/en-villa-clara/19372017>.
- COP 25., Cumbre del Clima Chile Madrid, La actualidad informativa, en datos consulta

y crea gráficos fuentes estatales, de comunidades autónomas y municipios., 2019. Disponible en: <https://www.rtve.es/noticias/20191204/emisiones-dioxidocarbonosiguenaumentando-marcaran-nuevo-record2019/1993128.shtml><https://www.epdata.es/>

Domínguez, A., Jáuregui, S., y Beltrán, J., Sistema fotovoltaico conectado a la red para alimentar la división territorial Copextel Cienfuegos. Anteproyecto y simulación., Centro Azúcar, Vol. 46, No. 4, 2019, pp. 39-49.

Guerra, P., Herramientas para el sistema de gestión energética en la empresa central de equipos UEB CUBIZA., Tesis presentada en opción de título de Ingeniero Mecánico en la Universidad de Matanzas sede “Camilo Cienfuegos”, Cuba, 2020.

Manso, R., Evaluación de las emisiones de carbono en plantas hidroeléctricas y bioenergéticas., Revista Cubana de Meteorología. Vol. 27, No. 1, 2021, pp. 1-7.

Marrero, Y., Cruz, E.R., y Suárez, M., Emisiones atmosféricas provenientes de centrales azucareros de Holguín, Cuba: Una herramienta de gestión pública local., Revista Cubana de Meteorología, Vol. 26, No. 2, 2020, pp. 1-11.

Meneses, E., Roig, A., Paz, E., Alonso., Alvarado, J., Factores de emisión de CO, CO₂, NO_x y SO₂ para instalaciones generadoras de electricidad en Cuba., Revista Cubana de Meteorología, Vol. 24, No.1, 2018, pp. 1-9.

SENDE CO₂, Sistema europeo de negociación de CO₂., 2020. Disponible en: <https://www.sendeco2.com/es/> 2012- 2020.

CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran que no existen conflictos de interés.

CONTRIBUCIONES DE LOS AUTORES

- Ing. José Rolando Dupuy Parra. Orientó y dirigió el trabajo, realizó el estudio, análisis, escritura del artículo y la búsqueda bibliográfica.
- Ing. Andrés Álvarez Blanco. Realizó la recolección, procesamiento de la data histórica y colaboró en la escritura del artículo.
- Lic. Mairelis Videaux Aguilar. Colaboró con el análisis de los resultados y la escritura del artículo.
- Dr.C. René Lesme Jaén. Colaboró con el análisis de los resultados y la escritura del artículo.