



CONTAMINACIÓN GENERADA DE LOS HORNOS TIPO COLMENA EN LAS PLANTAS
DE COQUE EN CUCUTA NORTE DE SANTANDER, TENIENDO EN CUENTA LA
NORMATIVA COLOMBIANA

Autor:

DEIVER FABIAN DUQUE RIVEROS

Director:

ANDRÉS ALEJANDRO IBARRA CRUZ

Universidad de pamplona
Facultad de Ingenierías y Arquitectura
Ingeniería Ambiental

2022



SC-CER96940



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750
www.unipamplona.edu.co



AGRADECIMIENTO

Dedico este proyecto de grado a Dios primeramente con ayuda de su presencia en mi dándome fortaleza para continuar, a mis padres Virgelina riveros y florentino duque porque han velado por mi bienestar y mi educación siendo mi apoyo en todo momento, depositando su confianza en cada reto al que me enfrentaba.

Agradezco a mi director de trabajo de grado Andrés Alejandro Ibarra Cruz por compartir conocimientos, por guiarme y su paciencia conmigo.

Gracias a la universidad de pamplona por abrirme las puertas dándome una oportunidad de educación con calidad

DEIVER FABIAN DUQUE RIVEROS



SC-CER96940



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750
www.unipamplona.edu.co



Tabla de contenido

AGRADECIMIENTO.....	2
1. PROLOGO.....	9
2. INTRODUCCIÓN.....	10
3. EL COQUE.....	12
3.1 Coque En Colombia.....	12
3.2 Coque De Petróleo.....	15
3.2.1 Clasificación De Coque De Petróleo.....	16
3.3 Coque Metalúrgico.....	16
3.4 Coque De Aguja Calcinado.....	17
3.5 Coquización.....	17
4. INFRAESTRUCTURA PARA LA PRODUCCIÓN DE COQUE.....	19
4.1 horno.....	19
4.1.1 hornos de gas.....	19
4.1.2 hornos de leña.....	19
4.1.3 hornos eléctricos.....	19
4.2 clasificación de los hornos de coque.....	20
4.2.1 Hornos Colmena.....	20
4.2.2 hornos solera.....	20
4.3 Baterías de hornos.....	21
4.4 chimenea.....	23



SC-CER96940



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750
www.unipamplona.edu.co



4.4.1	especificaciones para le medición de la chimenea	24
5.	CONTAMINACIÓN GENERADAS POR LOS HORNOS DE LAS PLANTAS DE COQUE	27
5.1	contaminación atmosférica	27
5.2	Consecuencias de la contaminación atmosférica a la salud humana.....	28
5.3	Consecuencias de la contaminación atmosférica al medio ambiente	28
5.3.1	Efecto invernadero	29
5.3.2	Lluvia acida	29
5.4	Contaminantes considerados para la calidad del aire en la ciudad de Cúcuta.....	30
5.4.1	Material particulado (PM).....	30
5.4.2	Monóxido de carbono (CO)	30
5.4.3	Óxidos de nitrógeno (NO _x)	31
5.4.4	Dióxido de azufre (SO ₂).....	31
5.5	Sistema de vigilancia de calidad del aire en Cúcuta norte de Santander.....	32
5.6	Contaminación atmosférica por las plantas de coque en Cúcuta norte de Santander.....	33
5.6.1	Emisiones producidas por las plantas de coque	37
5.7	Proyección de las emisiones	38
5.8	Contaminantes emitidos por los hornos colmena en la producción de coque en Cúcuta, Norte de Santander	41
6.	NORMATIVA COLOMBIA QUE RIGEN A LAS PLANTAS DE COQUE.....	43
6.1	Resolución 909 del 25 de junio del 2008	43



6.2	Plan de contingencia según la resolución 909 del 2008	46
6.3	Plan de contingencia según el Decreto 1076 de 2015	47
6.3.1	Obligación de planes de contingencia.....	49
7.	PLAN DE CONTINGENCIA DE LA CIUDAD DE CÚCUTA NORTE DE SANTANDER	50
7.1	Enfoque del plan de contingencia de Cúcuta.....	50
7.2	Sistema de vigilancia de la calidad del aire en san José de Cúcuta.....	51
7.2.1	Según la normativa nacional (resolución 2254 del 2017).....	51
7.3	Contaminación atmosférica histórica en Sanjosé de Cúcuta	51
7.4	Nivel de contingencia: preparación, prevención, alerta y emergencia	53
7.4.1	Protección de salud en el área metropolitana de Cúcuta.....	54
8.	CONCLUSIONES	56
	Bibliografía.....	57



SC-CER96940



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”
Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750
www.unipamplona.edu.co



TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1; imagen de la producción de coque desde 2005 hasta el 2011 FUENTE: (SANIN, 2014)	14
Ilustración 2:: se visualiza la producción de coque desde el año 2010 hasta el año 2017 FUENTES: (MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA , 2021)	15
Ilustración 3: imagen de distribución de hornos de coque en una batería, FUENTES: fotografía tomada por el ingeniero ANDRÉS ALEJANDRO IBARRA CRUZ	22
Ilustración 4: numeración de los hornos de una batería de producción de coque FUENTES: fotografía tomada por el ingeniero ANDRÉS ALEJANDRO IBARRA CRUZ	22
Ilustración 5: numeración de los hornos de una batería de producción de coque FUENTES: fotografía tomada por el ingeniero ANDRÉS ALEJANDRO IBARRA CRUZ	23
Ilustración 6: chimenea industrial FUENTE: fotografía tomada por el ingeniero ANDRÉS ALEJANDRO IBARRA CRUZ	25
Ilustración 7 : chimenea industrial	26
Ilustración 8: sistema de vigilancia de la ciudad de Cúcuta norte de Santander FUENTE: (CORPONOR , 2022)	32
Ilustración 9:se visualiza los numero de fuentes por sectores y se da en porcentajes FUENTE: (CORPONOR , 2021)	35
Ilustración 10::se observa los numero de quipos por sectores y se dan en porcentajes FUENTE: (CORPONOR , 2021)	35
Ilustración 11: localización de las fuentes fijas FUENTE: (CORPONOR , 2021)	36



Ilustración 12: fracción aporte de las emisiones de las fuentes fijas FUENTE: (CORPONOR , 2021)	38
Ilustración 13: línea base de las emisiones de PM2.5 desde el año 2020-2026, fuentes fijas y móviles FUENTE: (CORPONOR , 2022)	41
Ilustración 14: concentración de PM10 FUENTE:	52
Ilustración 15: episodio por alta concentración en 2020, concentración diaria de PM10 FUENTE:	53



TABLA DE TABLAS

Tabla 1: producción, exportación y consumo nacional del coque desde el 2010 hasta el 2017 FUENTE: (MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA , 2021).....	14
Tabla 2: se muestra los sectores, número de empresas, numero de fuentes y equipos de cada sector Santander FUENTE: (CORPONOR , 2021).....	34
Tabla 3: emisiones de contaminantes de fuentes fijas producidas por las industrias de la ciudad de Cúcuta norte de Santander FUENTE: (CORPONOR , 2021).....	38
Tabla 4: tasa de crecimiento anual de las industrias en Cúcuta norte de Santander FUENTE: (CORPONOR , 2022)	39
Tabla 5: crecimiento de emisiones en el año 2026 FUENTE: (CORPONOR , 2022).....	40
Tabla 6: emisiones por los hornos colmena en la ciudad de Cúcuta norte de Santander FUENTE: (CORPONOR , 2021)	42
Tabla 7 : esta es una tabla de emisiones admisibles de contaminantes al aire para actividades industriales FUENTE: (MINISTERO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL , 2008)	43
Tabla 8: factor de equivalencia para el cálculo del factor de riegos y comparación de las dioxinas y furanos FUENTE: (MINISTERO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL , 2008)	45
Tabla 9: se muestran las actividades de producción del coque y sus procesos con el respectivo contaminantes FUENTE: (MINISTERO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL , 2008)	45
Tabla 10: niveles de concentración de los contaminantes y tiempo de exposición	54



1. PROLOGO

La industria del coque se ha elevado de manera continua en los últimos años, esto representa que es uno de los productos más exportados de Colombia. Pero no todo es bueno la producción del coque no es nada agradable hacia el medio ambiente, pudiendo generar afectación a la población y al ecosistema cerca de donde procesan dicho producto. En Cúcuta, Norte de Santander, las plantas de coque han tenido un aumento acelerado, por un lado, esto es algo positivo, ya que estas empresas requieren de mano de obra, con lo cual se generan empleos directos e indirectos, ayudando al desarrollo de la economía en la ciudad, pero no solo se debe mirar el lado de la economía, ya que al ser el coque un producto de los derivados de los combustibles fósiles, es un mineral con alto índice de contaminación y a su vez es un recurso renovable, pero es un derivado del carbón que es un recurso no renovable, así como crece la economía también crece la tasa de contaminación generadas por las plantas de coque. Esta industria genera altas emisiones como óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono, dióxido de azufre, entre otros; estos gases, contribuyen a problemática ambientales como el cambio climático. Esta producción masiva de coque afecta directamente a la calidad del aire, agua y suelo por sus diferentes contaminantes que emiten al medio ambiente.

El presente trabajo monográfico se hace con el fin observar la contaminación que genera las plantas de coque usando hornos colmena en la ciudad de Cúcuta norte de Santander teniendo en cuenta la normativa Colombia, también se tomó la tarea de recopilar información de distintas bases de datos y biblioteca digitales sobre el tema de la contaminación de las plantas de coque, con el fin de describir la contaminación que crea las plantas de coque en la ciudad de Cúcuta norte de Santander y poder conocer cuáles son las áreas más contaminadas por la producción del coque, por último se realizó un compendio de las leyes, decretos y resoluciones por el cual se rigen las plantas de coque con el fin de conocerlas.



2. INTRODUCCIÓN

“El coque es un material macizo, combustible y poroso, es producto del calcinamiento en separación de oxígeno de ciertos tipos de carbón mineral. Esto se usado en la producción de fundición, arrabio, acero y carburo de calcio, además sirve como material de empaque en la producción de ánodos y productor para descargas eléctricas” (CASADIEO, y otros, 1996). El coque tiene muchas clases y estas dependen del tipo de concentración que tenga el carbón en algunos casos también se puede dar en la producción de petróleo y de la brea. Para a la fabricación se tiene que calentar en hornos a altas temperaturas los cuales alcanzan temperaturas entre 600°C y 1200°C a este proceso se le conoce como coquización. La elaboración de coque en Colombia se realiza principalmente por hornos tipo colmena y solera debido a los bajos costos de inversión y a la facilidad de construcción de estos hornos.

En los últimos años, la producción de coque ha estado en aumento constante, el cual para el campo económico del país es algo muy positivo, porque Colombia exporta más del 80% del coque que produce (BUSTAMANTE ORTEGA , GARCIA, MAYA , RODIRGUEZ LOPEZ, & AGUILAR , 2020). Los empleos que esta industria genera son altos y los ingresos cada año van en aumento, esta producción masiva de coque es algo muy perjudicial para el medio ambiente, ya que emite grandes cantidades de emisiones de vapores, gases, material particulado los cuales pueden llegar afectar la calidad del aire y contribuyen al efecto invernadero (BENAVIDES & LEON, 2007). En Colombia, el coque que más se produce es el metalúrgico, esto se debe a las grandes concentraciones de carbón metalúrgico que se encuentra en nuestro país y la buena calidad en la que este se encuentra, por su calidad tan única en el mundo (CANCINO, 2022). El coque es un producto que se genera a gran escala y es poco el conocimiento que se encuentra sobre este producto, esta industria genera contaminantes que alteran la calidad del aire y perjudica tanto a la salud humana como al medio ambiente. La contaminación generada por los procesos de coquización principalmente es atmosférica, sin embargo, puede a llegar afectar otros componentes ambientales, llegando a perjudicar tanto nacional como globalmente, una de las más preocupantes



es el efecto invernadero, el cual es la masiva concentración de gases de efecto invernadero (GEI) los cuales pueden ser tanto naturales como antropógenos, estos son los encargados de emitir o absorber la radiación en determinadas longitudes de onda del espectro de radiación infrarroja emitidos por el área de la tierra, la atmosfera y las nubes. Los primordiales (GEI) son el vapor de agua (H₂O), ozono (O₃), dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄) y el óxido nitroso (N₂O). También en la atmosfera se encuentran unos contaminantes de efecto invernaderos producidos o creados por las actividades humanas, como los halocarbonos y otras sustancias con contenido de cloro y bromo. Conjuntamente, “existen dos clases de gases de efecto invernadero (GEI), el primero son los directos que son los que influyen al efecto invernadero tal cual como son emitidos a la atmosfera en este conjunto se localizan el dióxido de carbono, el metano, el óxido nitroso y los compuestos halogenados, asimismo están los GEI indirectos estos son los predecesores de ozono troposférico al mismo tiempo contaminan el aire de carácter local y en la atmosfera se transforman en gases de efecto invernadero” (BENAVIDES & LEON, 2007). Para percibir el estado social, se debe especificar que los contaminantes atmosféricos afectan a la comunidad en general, que es algo que ya está pasando y que poco a poco está perturbando las condiciones ambientales del planeta y que no se debe tomar a la ligera esta problemática, ya que las alteraciones que generan la contaminación atmosférica a la calidad del aire se están visualizando hoy en día por los cambios de temperaturas tan bruscos que se ven a menudo. La carga contaminante que se aporta hacia el planeta, cada día va afectando la calidad ambiental y la gran mayoría de esta contaminación es de origen antropogénico, esta contaminación ha sido originada por los procesos industriales, agrícolas y agropecuarios y han venido aumentando “sin una adecuada planeación y sin tener en cuenta los impactos ambientales. Se debe tener presente que la contaminación es una consecuencia inevitable de nuestros hábitos de vida y de consumo y que es muy difícil erradicarlo por completo. Es por eso que todos debemos ser conscientes de la responsabilidad que cada uno tiene con el mundo, bien sea como industria o como productor, empresario, profesional o consumidor, haciendo un esfuerzo enorme en minimizar la contaminación que producimos y enfocarnos en crear procesos ambientales que generen un impacto positivo en el planeta”. (BENAVIDES & LEON, 2007)



SC-CER96940



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”
Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750
www.unipamplona.edu.co



3. EL COQUE

Es un combustible con alto contenido de carbono, derivado de la destilación destructiva de carbono bituminoso de bajo contenido de cenizas y bajo contenido de azufre; este material se puede formar naturalmente. El coque de petróleo o coque mascotas es un derivado de unidades de coque de refinerías de petróleo u otros procesos. (adrian & yirda , 2021). “El coque de carbón es un residuos sólido y poroso que resulta de destilación destructiva del carbón”. (arturo, miguel, & gabriel, 2020). “Su composición es principalmente carbono: 92%. El resto es cenizo: 8%, un índice bajo, lo que junto a su capacidad calorífica lo convierte en un buen sustituto de carbón ofrece más energía por menos combustión” (mexico minero.org, 2018). existen varias clases de coque como lo son: el coque de petróleo, el coque metalúrgico, coque de brea y el coque de aguja calcinado

3.1 Coque En Colombia

“Colombia es el tercer exportador de coque en el mundo, luego de China y Polonia. La calidad del producto de Colombia es conocida a nivel mundial, y la industria nacional emplea altas tecnología para el procesamiento del coque, pudiendo saciar las necesidades del mercado mundial. inclusive, en los últimos años, además del coque metalúrgico, el territorio se ha ido fortaleciendo en la industria del coque bajo en fósforo, producido en el Norte de Santander, demandado por la industria de las ferroaleaciones y que representa entre 15 % y 20 % del coque exportado”. (Valora Analitik , 2022)

“El coque es una materia prima que se produce al interior del país, es transportado y exportados para la fabricación de aceros y hierro en otros países tales como Brasil, México y Europa. En el 2021 fue uno de los mejores años en este sector porque hubo una producción que supero los cuatros millones de toneladas anuales”. (Urrego, 2022)

En el 2021 el coque obtuvo el puesto número cinco en producto de exportación nacional, como ventas mayores a los USD1,4 billones, esta cifra está por encima del sector tradicionales como



flores o ferroníquel, obtuvo un incremento del 104%. “el sector es uno de los mayores generadores de divisas y empleos del país” dijo Carlos cante presidente ejecutivo de la federación nacional de productores de carbón (fernalcarbon), esta industria genera aproximadamente 30 mil empleos directos y 130 mil indirectos (MOUTHON, 2022). Los departamentos que producen grandes cantidades de coque en el país son Cundinamarca, Boyacá y Norte De Santander, este último exporta principalmente a Venezuela.

La producción de coque ha venido en aumento en los últimos años pasando de 1.6 millones de toneladas en el 2005 a 1,9 millones de toneladas en el 2011, en el 2008 alcanzo una producción de 2,8 millones de toneladas de coque una de las producciones más grandes en este periodo de tiempo en la Ilustración 1 se muestra la producción del coque desde el año 2005 hasta el 2011. El incremento en la producción de coque se ha dado principalmente a la creciente demanda de este producto ya que es esencial en la elaboración del acero y del hierro.(SANIN, 2014) en la Tabla 1 se muestra la producción del coque desde el año 2010 hasta el año 2017, y se visualiza que en Colombia se exporta más del 90% del coque que se produce en el país, tomando el año 2017 como ejemplo notamos que la producción de coque fue de 2.821,05 toneladas y se exporto un total de 2.521,76 toneladas y en el consumo nacional fue de 299,30 por lo cual se nota que Colombia solo consumo el 10% de todo el coque que produce. La Ilustración 2 se revelan los años desde el 2010 hasta el 2017 la producción de coque en Colombia, resaltando el año 2017 que obtuvo una mayor creación de coque (MINESTERIO DE MINAS Y ENERGIA , 2021)



Ilustración 1; imagen de la producción de coque desde 2005 hasta el 2011 FUENTE: (SANIN, 2014)

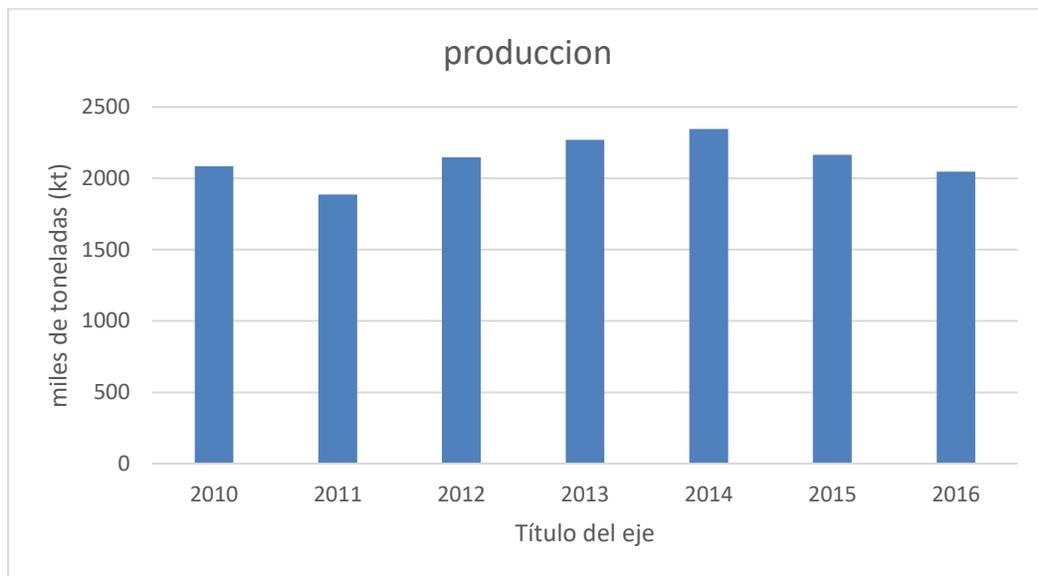


Tabla 1: producción, exportación y consumo nacional del coque desde el 2010 hasta el 2017 FUENTE: (MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA , 2021)

Años	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Producción	2083,82	1887,360	2146,67	2270,32	2344,80	2164,37	2042,50	2821,05
Exportaciones	1695,08	1511,470	1783,85	1892,93	1972,17	1916,87	1772,61	2521,76
Consumo nacional	338,73	375,890	362,818	377,400	372,622	247,500	269,90	299,30



SC-CER96940

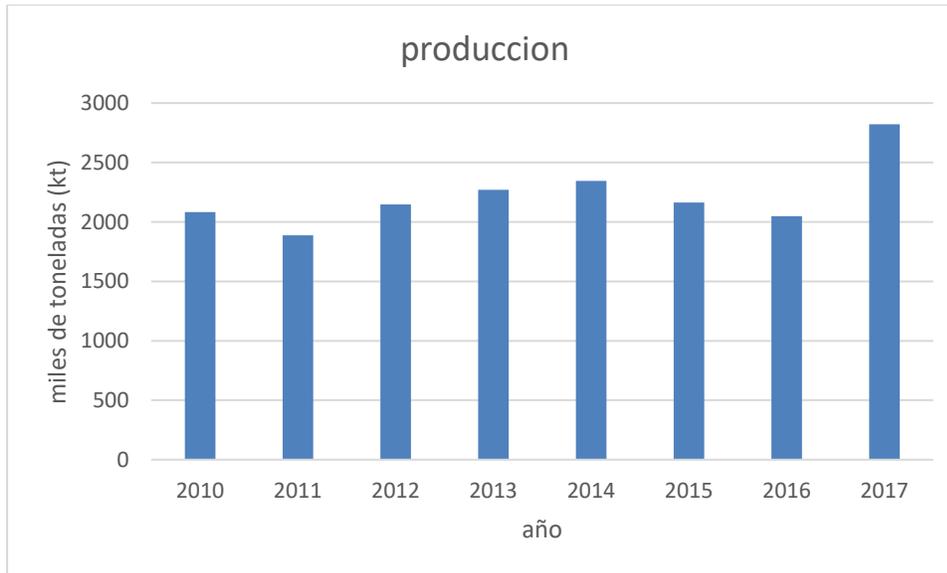


“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona
 Pamplona - Norte de Santander - Colombia
 Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750
 www.unipamplona.edu.co



Ilustración 2:: se visualiza la producción de coque desde el año 2010 hasta el año 2017 FUENTES: (MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA , 2021)



3.2 Coque De Petróleo

el coque resultante del petróleo o mejor conocido como petcoke, es un producto solido que tiene altas concentraciones de carbón y bajo en hidrogeno que es el producto final de la descomposición térmica en el proceso de condensación en el craqueo (World Energy Trade, 2018). “Se utiliza normalmente como materia prima para la obtención para la obtención de carbono y como combustible para generación de calor”. cuando es bajo en azufre se utiliza en elementos de carbono y acero, los que tiene concentraciones un poco más elevadas de azufre “son usados principalmente como combustibles en calderas para la producción de vapor en generación eléctrica y procesos industriales y en los hornos para la producción de cements” (Vega, Rivas, Castillo, & Figueroa, 2016). El coque de petróleo a veces se le denomina como producto de fondo de saco de las refinerías. Se le da este nombre ya que es el último que se extrae.



3.2.1 Clasificación De Coque De Petróleo

- El coque negociable: “es el más puro puede ser usado para combustibles o para fabricar pilas” (ROMERO, ROMERO, & ROMERO, 2020)
- Coque de aguja o circular: “coque de petróleo cristalizado, se usa para la producción de electrodos de acero o aluminio” (ROMERO, ROMERO, & ROMERO, 2020)
- El coque catalizador: “proviene del proceso de craqueo catalítico fluido es impuro, se produce a altas temperaturas y contiene cenizas. Es usado directamente como combustible de generadores eléctricos basados de calderas de carbón” (ROMERO, ROMERO, & ROMERO, 2020)
- El coque de petróleo calcinado: “es el resultado de la calcinación del coque de petróleo. Se usa en la industria de fundición para hacer los ánodos de aluminio, acero y titanio” (ROMERO, ROMERO, & ROMERO, 2020)
- El coque verde: “él termino verde no significa que sea ecológico, implica que no ha recibido tratamiento alguno por el cual contiene todo el azufre y metales pesados, esto quiere decir que es el más contaminante en contenido de azufre, vanadio y níquel. (gregorio, 2016)Principalmente se emplea como fuente de energía en procesos siderúrgicos”(ROMERO, ROMERO, & ROMERO, 2020)

3.3 Coque Metalúrgico

El coque metalúrgico es un carbón con alta resistencia mecánica, este es producido mediante carbón bituminoso con propiedades específicas de coquización. Este carbón es llevado a temperaturas muy altas; se usan hornos que alcanzan temperaturas que van desde 500°C a 1000°C en una atmosfera libre de oxígeno (CARBOGRAF, 2021). Se deja libre de oxígeno hasta eliminar por completo la materia volátil del carbón, o mezcla de carbono, La mayoría del coque metalúrgico se usa en los altos hornos de la industria del acero, también se utiliza en la industria de la fundición del hierro.



La pureza del coque metalúrgica varía del 88% a 92% de carbono fijo y los tamaños van desde polvos de 30 micras hasta terrones de 20 centímetros (asbury, 2019)

3.4 *Coque De Aguja Calcinado*

Es un material sólido, que se obtiene de la destilación del coque de petróleo verde, a temperaturas que van desde los 1250°C hasta los 1400°C en calcinadores de chimeneas rotatorias. Su estructura consta de un arreglo de cristales grafiticos de forma orientada y de tamaño diferente, las dimensiones van variando dependiendo a la pureza del material. Su grado de cristalización u ordenamiento de las estructuras y consecuentemente de las propiedades físico-químicas van a variar dependiendo de los residuos (subero, Lyon, & Bertancourt, 2006)

3.5 *Coquización*

“La coquización se basa en un proceso de transformación de materia prima a otra, en esta situación la transformación de carbón a coque, este proceso se hace en unas baterías de hornos que tienen la posibilidad de hallar como tipo colmena y tipo solera”. (GONZALES, 2019)

Para que la coquización se lleve a cabo, primero que todo el carbón debe pasar por un proceso de lavado, donde mediante procesos físico químicos se retiran los materiales inertes, continuamente se mezclan diferentes tipos de carbón; el siguiente paso, es el de molienda donde se reduce hasta obtener un tamaño de partículas, esto es ideal para la producción del coque. Después de tener el tamaño ideal, viene la coquización. (MACRI, SICA, & DARIO MORON, 2019) proceso que consiste en la separación de los compuestos volátiles (COV) carbón mineral, estos (COV) son todos aquellos compuestos que al ser expuestos a la atmósfera, son nocivos para la salud humana y producen grandes daños al medio ambiente, en el carbón los compuestos volátiles que se encuentran son los siguientes; “hidrogeno, oxígeno, flúor, cloro, bromo, azufre y nitrógeno” (MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE, 2021) el “cual mediante calentamiento a alta temperatura (1000 a 1200 °C) en ausencia de oxígeno separados del carbón. La mezcla de productos volátiles separados constituye el gas de coquería, a medida que el material



sólido de aspecto poroso constituye el coque; del mismo modo en este proceso se obtienen por lixiviación compuestos como el alquitrán de hulla”. (GONZALES, 2019)

“Fundamentalmente, la coquización consiste en someter a una mezcla de carbón de características adecuadas a una destilación o calentamiento en ausencia de aire, en hornos diseñados para tal fin”. (GONZALES, 2019)

“El proceso de coquización puede dividirse en tres etapas”: (MACRI, SICA, & DARIO MORON, 2019)

- “Descomposición del carbón a temperaturas abajo de 700°C de productos primarios a saber: agua, dióxido de carbono, sulfuro de hidrógeno, olefinas, parafinas y compuestos fenólicos y nitrogenados”. (MACRI, SICA, & DARIO MORON, 2019)
- “Las actitudes térmicas de los productos primarios ocurren mientras atraviesan el coque caliente y espacios de temperatura mayor a 700°C, resultando en la formación de hidrocarburos aromáticos policíclicos y metano, así como gigantes porciones de hidrógeno, cianuro de hidrógeno, bases de piridina, amoníaco, nitrógeno y la descomposición de los compuestos nitrogenados”. (MACRI, SICA, & DARIO MORON, 2019)
- “Producción de coque compacto por medio de la remoción progresiva de hidrógeno. Alrededor de del 25 al 30% en peso de la carga inicial de carbón se desprende como vapor y gases que son recolectados para su procedimiento” (MACRI, SICA, & DARIO MORON, 2019)

“Al final del proceso de coquización se obtendrán dos productos, un producto solido que es el coque, un producto líquido que es el alquitrán (el cual está compuesto por hidrocarburos y licor acuoso)” (GONZALES, 2019)



4. INFRAESTRUCTURA PARA LA PRODUCCIÓN DE COQUE

4.1 horno

“Posibilita producir calor y mantenerlo en un cierto compartimento, tal puede consumir con distintas funcionalidades. Hay diversos tipos de hornos de acuerdo con el uso que se le dé. La energía para alimentar un horno podría ser obtenida de diferentes modalidades, como la combustión que es a leña o a gas, radiación por la luz solar o eléctrica que son los hornos eléctricos” (PEREZ & MERINO, 2009)

4.1.1 hornos de gas

“se emplea con combustible de gas natural” (PEREZ & MERINO, 2009). Al ser un horno a gas la potencia que ofrece es mejor y más rápida para la cocción, el tiempo de precalentamiento es menor y la temperatura es rápidamente recuperada en el interior del horno. El calor que este emite no es igual en todos sus lados. (EUROPAN, 2018)

4.1.2 hornos de leña

Funciona a partir del uso de madera y troncos, aunque no sea use tan a menudo es importante recalcar el hecho de que existen muchos establecimientos dentro del sector gastronómico, apuestan con el porque se dice que les brinda un saber especial a las comidas (PEREZ & MERINO, 2009)

4.1.3 hornos eléctricos

“Es uno de los más utilizados en la actualidad ya que es muy cómodo y fácil, este se basa en que simplemente se enchufa a la corriente eléctrica”. (PEREZ & MERINO, 2009)



SC-CER96940



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750
www.unipamplona.edu.co



4.2 clasificación de los hornos de coque

Los hornos más usados en Colombia para la producción del coque son: hornos colmena y hornos solera.

4.2.1 Hornos Colmena

Están formados por paredes circulares y techo en ladrillo, también conocido como hornos redondos de llama invertidas, estos son hornos cerrados y la alimentación del material seco se realiza por unas puertas que se encuentran en sus laterales. El suministro del combustible puede ser proporcionado manualmente o mediante parrillas, están construidos principalmente de ladrillos, una de las ventajas de estos hornos es que el combustible y sus residuos no están en contacto inmediato con el producto debido a la pared separada y conductora de gases. (GARCIA, 2013)

los hornos tipo colmena tienen un rendimiento de un 65% con un tiempo de residencia del carbón dentro del horno es de 72, la temperatura máxima que alcanza dentro el horno es de 1200°C, después que pase las 72 horas se tiene que esperar 120 minutos para poder así sacar la materia bruta que sería el coque. (GONZÁLEZ, 2021, pág. 68)

4.2.2 hornos solera

“son hornos de sección rectangular con bóveda cilíndrica utilizados en la obtención de coque” (GONZÁLEZ, 2021). “La capacidad de estos hornos varía entre 5 y 6 toneladas de carbón y se obtiene una producción entre 3 y 4 toneladas de coque. El coque tiene un rendimiento real del 78%, los hornos solera producen buena calidad de coque siderúrgicos una de sus desventajas es la poca capacidad la cual no supera las 4 toneladas por día una segunda limitación es que no se puede recuperar ningún subproducto” (BUITRAGO , FERNANDEZ , SARMIENTO , & VELASQUEZ , 2014)



4.3 Baterías de hornos

La batería es por donde ocurre el proceso de coquización, es una configuración de distribución de hornos, generalmente son rectangulares que no dejan pasar el aire y son libre de este. A estos se les conoce como hornos de cok o coque como se observa en la Ilustración 3, la finalidad de la batería de coque es producir de forma regular y de buena calidad cok (JOAQUIN, 2016). Una batería es un conjunto de hornos el cual son nombrados por número como se observa en la Ilustración 4 Ilustración 5 esto sirve para dar su posición dentro de la batería. la producción de cok y subproductos pueden ser afectada por filtración de aire al interior de la batería (SAIZ, 2012).en el proceso de gases emitidos se transportan por medio de unos túneles de evacuación que esta adentro de cada batería denominados “ducto WHT”, esto se conectan por una cámara de conexión hacia un túnel de recopilación principal “Main Tunnel” el cual es el encargado de conducir los gases hacia la chimenea para su enfriamiento y evacuación hacia el exterior la chimenea se puede visualizar en la Ilustración 6 Ilustración 7 (SIERRA, 2021)



SC-CER96940



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750
www.unipamplona.edu.co



Ilustración 3: imagen de distribución de hornos de coque en una batería, FUENTES: fotografía tomada por el ingeniero ANDRÉS ALEJANDRO IBARRA CRUZ



Ilustración 4: numeración de los hornos de una batería de producción de coque FUENTES: fotografía tomada por el ingeniero ANDRÉS ALEJANDRO IBARRA CRUZ



Ilustración 5: numeración de los hornos de una batería de producción de coque FUENTES: fotografía tomada por el ingeniero ANDRÉS ALEJANDRO IBARRA CRUZ

4.4 chimenea

La chimenea es una construcción de ladrillo, tiene una forma de un tronco cono, para calcular la altura se debe dar aplicación a “la resolución 1632 del 21 de septiembre de 2012, del Ministerio de Ambiente y desarrollo Sostenible, el artículo primero, en el cual se adiciona el numeral 4.5 metodología adicional para la aplicación de buenas prácticas de ingeniería al capítulo 4 del Protocolo para el Control y Vigilancia de la Contaminación Atmosférica generada por fuentes fijas”. (CORPONOR, 2013)

La chimenea es un sistema usado para evacuar gases calientes y humos de calderas, calentadores, estufas, fogones, hogares y hornos a la atmosfera. Son completamente verticales con el fin de que los gases puedan fluir sin ningún inconveniente, pero también existen chimeneas que no son del todo verticales lo cuales se instalan en cocinas o pequeñas salas de calderas, pero cumple el mismo fin que es evacuar el humo. El termino chimenea también se puede aplicar al término de la naturaleza esencialmente en formaciones rocosas como los volcanes, como se mencionó



anteriormente este es un conducto construido para la salida gases a la atmosfera, dicho gases pueden ser producidos por la combustión o de relaciones químicas. Como se observa en la Ilustración 6 Ilustración 7 las plantas de coque utilizan chimeneas para la expulsión de gases a la atmosfera, estas están construidas más que todo de ladrillo y cemento, para que los gases lleguen a la chimenea estos son transportados por un conducto por debajo del piso. (CEDRON, 2013)

4.4.1 especificaciones para le medición de la chimenea

“los puertos de muestreo deben ubicarse formando un Angulo de 90° uno con respecto al otro, esto con el fin de distribuir de manera eficiente los puntos de muestreo en dos direcciones diferentes, se verifica que los bordes internos de los puertos coincidan como el diámetro interno de la chimenea y que no estorben con el flujo de los gases de salida.” El diámetro interno del niple debe ser de 4 pulgadas esto con el fin de que la sonda que se usara en la medición pueda ser integrada a la chimenea sin tener ningún tipo de limitación. “La longitud de los niples ubicados en la chimenea de ser mínimo de 10cm y deben contar con tapa fácilmente removible para impedir el ingreso de elementos que alteren las mediciones”. (MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL , 2010)

La plataforma de la chimenea debería estar asegurada para hacer la medición, es de suma trascendencia considerar las magnitudes y localización de la plataforma, debería tener una distancia mínima de un metro entre los accesorios de medición y los obstáculos más cercanos. En otras palabras, destinados a disponer de un viento independiente para la localización y funcionamiento del ferrocarril de toma de muestra. La plataforma debería disponer de un piso y escalera firme, que soporte el peso mínimo de 3 personas y los equipamientos de toma de muestra, tendrá que ser instalada de forma persistente. Debería estar a una distancia vertical de los puertos de niples para lograr permitir maniobras cómodamente los conjuntos y los dispositivos de toma de muestreo la distancia va de 1,2 a 1,6 metros respectivamente. La plataforma se ubicará a una elevación igual o mayor a los 25 metros, se debe adaptar un área de tiempo libre para maniobrar los accesorios de muestreo con más facilidad. El ducto de la chimenea debería disponer de dispositivos de anclaje



(ganchos) “para la guaya o cadena que soporte el ferrocarril de toma de muestra, tendrá que estar localizado por lo menos a un metro de la parte central del niple en dirección vertical hacia arriba, hace falta un dispositivo por cada niple. El ducto de la chimenea debería ser de 0,30 metros a menos” que se aplique los procedimientos establecidos por el protocolo. Para chimeneas con un diámetro interno mayor a 2,5 metros se debería contar con 4 puestos de toma de muestra. (MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL , 2010)



Ilustración 6: chimenea industrial FUENTE: fotografía tomada por el ingeniero ANDRÉS ALEJANDRO IBARRA CRUZ



Ilustración 7 : chimenea industrial

FUENTE: fotografía tomada por el ingeniero ANDRÉS ALEJANDRO IBARRA CRUZ



SC-CER96940



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750
www.unipamplona.edu.co



5. CONTAMINACIÓN GENERADAS POR LOS HORNOS DE LAS PLANTAS DE COQUE

5.1 contaminación atmosférica

“La contaminación atmosférica es la existencia que existe en el viento de pequeñas partículas o productos secundarios gaseosos que logren involucrar peligro, mal o molestias para los individuos, plantas y animales que se hallan expuestas a dicho ambiente. Uno de los más importantes medios por los cuales se generan contaminación atmosférica se centra en los procesos industriales en donde se hacen combustión” (IDEAM, 2022).

Los principales responsables de la contaminación atmosférica son las actividades humanas, pero esto no quiere decir que no se produzcan contaminación de las acciones naturales como puede ser: (MORIANA, 2018)

- “Erupciones volcánicas”
- “Incendios naturales”
- “Tormentas de polvo”
- “Polen y esporas de las plantas” (MORIANA, 2018)

“El incremento de los combustibles fósiles produjo como resultado un aumento en la concentración de gases como dióxido de carbono, el óxido de nitrógeno o el óxido de azufre, estos contaminantes en elevadas concentraciones son perjudiciales para la salud humana y para el medio ambiente, las actividades humanas que contribuyen a la contaminación atmosférica son”: (MORIANA, 2018)

- La extracción de minería
- Uso excesivo de los productos que se usan para la agricultura
- La deforestación (MORIANA, 2018)



SC-CER96940



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”
Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750
www.unipamplona.edu.co



5.2 *Consecuencias de la contaminación atmosférica a la salud humana*

La contaminación del viento es dañina para la calidad de vida y causa afectaciones a la salud humana, la OMS -OMS- por medio de la agencia universal en indagación de cáncer -IARC-, instituye la contaminación en el viento como unas de las primordiales razones de cáncer y de mortalidad. (BARRIOS, 2019)

“El número de muertos por la mala calidad del aire en el mundo es de 6 veces mayor que la provocada por la malaria y 4 veces mayor que las provocaba por el VIH/SIDA”. (BARRIOS, 2019)

De acuerdo con el observatorio nacional de la salud (ONS) del instituto nacional de salud (INS) En Colombia se registran bastante más de 15 mil muertes anuales ejecutadas por la mala calidad del viento, en otros términos alrededor del 8% de la mortalidad anual de la nación, en medio de las patologías de alta ocurrencia permanecen la isquémica del corazón con una mortalidad del 13,9%, la patología pulmonar obstructivas (EPOC) con una mortalidad del 17.6%, las respiratorias agudas y el cáncer de pulmón. (BARRIOS, 2019)

“Los contaminantes más perjudiciales que están afectando a la salud humana son: el material particulado atmosférico (fracción PM10, PM2.5, PM1 y nanopartículas), black carbón, los gases monóxido y dióxido de carbono (CO y CO2), dióxido de azufre (SO2), óxido de nitrógeno (NO y NO2), ozono (O3) y compuesto orgánicos volátiles” (COVs) (BARRIOS, 2019)

5.3 *Consecuencias de la contaminación atmosférica al medio ambiente*

La acumulación de gases en la atmosfera genera problemas ambientales con consecuencias conocidas como es el caso de las lluvias acidas, agotamiento de la capa de ozono, calentamiento global, smog y el efecto invernadero.



5.3.1 Efecto invernadero

“Los gases de efecto invernadero absorben la radiación infrarroja emitida por la superficie de la tierra. La atmosfera emite radiación en todas las direcciones incluida hacia la superficie de la tierra”, “los gases de efecto invernadero atrapan el calor en el sistema superficie-troposfera a este efecto se le llama efecto de invernadero natural. La radiación atmosférica se encuentra muy emparejada a la temperatura”. Un aumento de “los gases de efecto invernadero lleva a una mayor concentración de gases en la atmosfera y por lo tanto a una radiación efectiva hacia la tierra desde una mayor altitud, esto generan un desequilibrio en el cual es nivelado con el aumento de temperatura del sistema superficial-troposfera” (IDEAM, 2022)

Los gases de efecto invernadero (GEI), son los componentes naturales de la atmosfera y son de manera natural y antropógenos, estos observen la radiación y la emiten en unas determinadas longitudes de ondas del espectro de radiación infrarroja emitida por la tierra. “Los principales gases de efecto invernadero (GEI) son el vapor de agua (H_2O), el dióxido de carbono (CO_2), óxido de nitrógeno (N_2O), el metano (CH_4) y el ozono (O_3). En la atmosfera también existen otras sustancias creadas por las actividades humanas como lo son los halocarbonos, sustancias con contenido de cloro y bromo, hexafluoruro de azufre (SF_6), los hidrofluorocarbonos (HFC) y los perfluorocarbonos (PFC)”. (IDEAM, 2022)

5.3.2 Lluvia acida

Se refiere a uno de los fenómenos relacionados con el cambio global de la atmosfera, el cual se genera por las interacciones entre las emisiones y la formación de gases contaminantes y la dinámica atmosférica, una de las principales características de la lluvia acida es la formación de precipitación con carácter de acidez causan efectos importantes sobre el medio. (IDEAM, 2018)

La formación de la lluvia acida es la siguiente: las fuentes fijas y móviles emiten contaminantes a la atmosfera los cuales se convierten en ácido sulfúrico (H_2SO_4) y ácido nítrico (HNO_3) este a su



vez pasa a las nubes y se transforma en lluvia acida el cual son (gotitas de H_2SO_4 y HNO_3 disuelta en agua de lluvia o nieve) (IDEAM, 2018)

5.4 *Contaminantes considerados para la calidad del aire en la ciudad de Cúcuta*

5.4.1 *Material particulado (PM)*

“Son partículas sólidas y líquidas suspendidas en el aire, de diferencia por la clasificación de tamaño, las cuales existen las siguientes;” (CORPONOR , 2021)

- “ PM_{10} hace alusión al diámetro de las partículas, las cuales son inferiores a las $10\mu m$, y penetra con facilidad las vías respiratorias por el cual se le da el nombre de fracción respirable” (CORPONOR , 2021)
- “ $PM_{2.5}$ hace referencia al diámetro de las partículas que es inferior a $2.5\mu m$, y tiene la capacidad de llegar hasta los pulmones por el cual se le da el nombre de fracción fina”(CORPONOR , 2021)

5.4.2 *Monóxido de carbono (CO)*

Es inodoro, incoloro y toxico. Es muy peligroso ya que este ocasiona la perdida de oxígeno en la sangre (CORPONOR , 2021). “En la troposfera el monóxido de carbono es el principal sumidero de radicales hidroxilos (OH), el CO por sí mismo no contribuye directamente al efecto invernadero, a causa de su atribución sobre los radicales OH, el CO afectan indirectamente la formación de otros GEI como el metano y el ozono troposférico”. “El CO es un GEI indirecto creado cuando el carbono que se encuentra en los combustibles es quemado incompletamente y posteriormente es oxidado a CO_2 a través de procesos naturales. Mayor mente las emisiones de CO provienen de los automotores, estas son más altas cuando la mezcla aire-combustible contiene en menor medida oxigeno que el requerido para una combustión completa”. (BENAVIDES & LEON, 2007)



5.4.3 Óxidos de nitrógeno (NO_x)

Es asociado más que todo a la combustión diésel, este contaminante también es uno de los promotores de las lluvias acidas y de material particulado secundario (CORPONOR , 2021). “El NO_x forma una gigantesca familia de gases traza que se muestran en la troposfera de la tierra. Dichos son originados en procesos antropogénicos (motores de carros, industrias y plantas de energía) y naturalmente (quema de biomasa, rayos y actividad microbiana del suelo)”. Los compuestos más importantes son; óxido nítrico (NO), dióxido de nitrógeno (NO_2) este es un gas venenoso y tiene un color marrón- rojizo, el HNO_3 , los aerosoles nitrados y el peroxi-acetil-nitrato (PAN). El NO y el NO_2 son los compuestos al inicio emitidos en lo que los demás son productos secundarios resultantes de conversiones atmosféricas. “Los óxidos de nitrógenos son GEI indirectos los cuales conforman el ozono troposférico, son ácidos y controlan la concentración de radicales hidroxilos (OH). Las ocupaciones de combustibles son las fuentes antropogénicas más significativa de producción de los NO_x . La mayor parte de los NO_x son emitidos por el carbón entre el 80% y el 90%”. (BENAVIDES & LEON, 2007)

5.4.4 Dióxido de azufre (SO_2)

Se produce más que todo por la quema de carbón, también es uno de los promotores de la lluvia acida y es un contaminante con alto índice de corrosión (CORPONOR , 2021). Estos son gases de efectos invernadero y pueden incluir en el clima, “es un precursor de aerosoles, este puede reaccionar con una gran variedad de oxidantes producidos foto químicamente para forma aerosoles sulfatados, tiene el efecto de enfriamiento sobre el clima. Son pequeñas partículas como polvo volcánico, polvo del suelo, sal oceánica entre otros” (BENAVIDES & LEON, 2007)



5.5 Sistema de vigilancia de calidad del aire en Cúcuta norte de Santander

“Actualmente, para la vigilancia de la calidad del aire en la ciudad de Cúcuta es tipo tres. Está conformada por tres estaciones fijas, cada una cuenta con un equipo muestreo manual de alto volumen (Hi-Vol) para medir concentraciones de material particulado menor a 10 micras (PM10)” (CORPONOR , 2022).

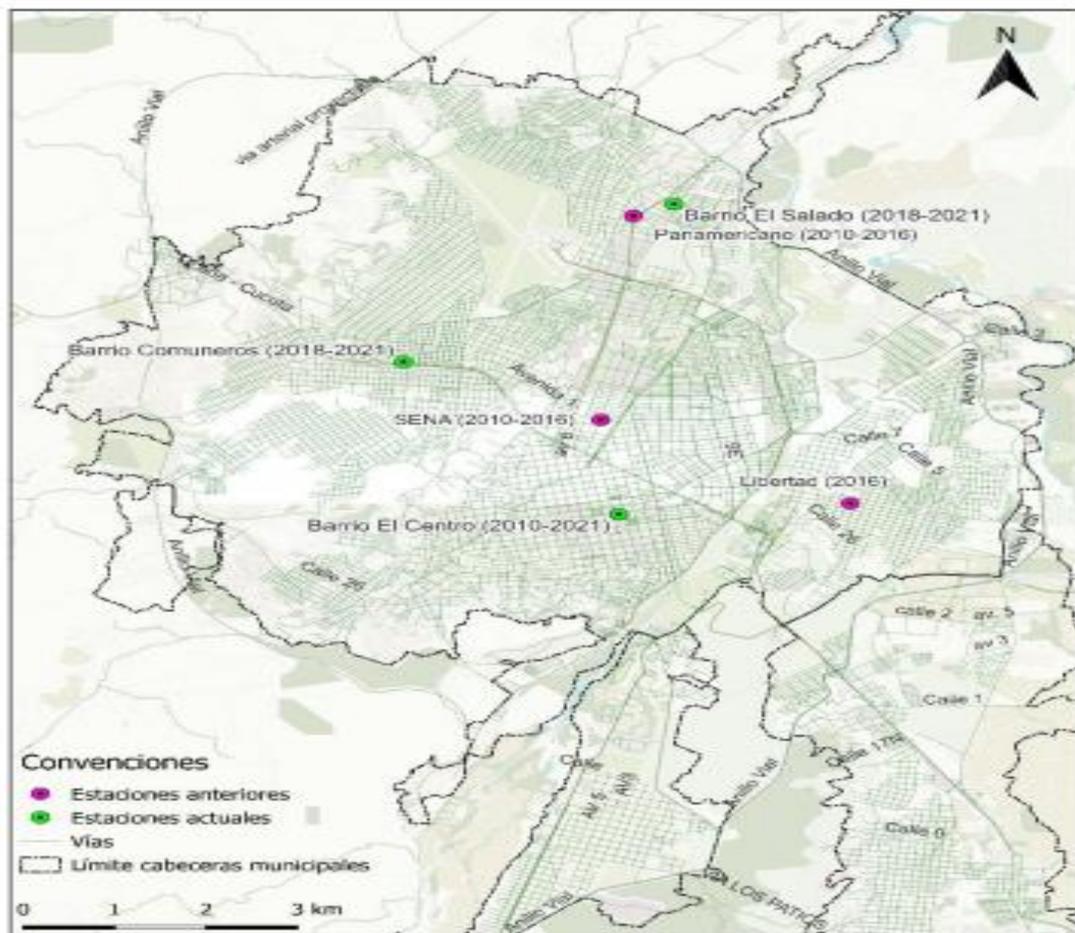


Ilustración 8: sistema de vigilancia de la ciudad de Cúcuta norte de Santander FUENTE: (CORPONOR , 2022)



SC-CER96940



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750
www.unipamplona.edu.co



5.6 Contaminación atmosférica por las plantas de coque en Cúcuta norte de Santander

La contaminación de las plantas de coque se relaciona más con el deterioro de la calidad del aire y al aumento del efecto invernadero, ya que esta industria emite gases y vapores como el dióxido de azufre, sulfuro de hidrogeno, óxido de nitrógeno, monóxido de carbón, hidrocarburos, entre otros, siendo emitidos directamente a la atmosfera. También, otra contaminación que se encuentra en la atmosfera, es la detención de partículas como el polvo de carbón o del coque, el mal manejo de estos contaminantes puede causar daños considerables al medio ambiente como cambio en la calidad del aire (SANABRIA, MORALES, & MURCIA , 2020)

En el año 2021 en Cúcuta norte de Santander se desarrolló un inventario de emisiones atmosféricas, este es un instrumento de planeación que permitirá la toma de disposiciones sobre estrategias o acciones para reducir la contaminación del aire en Cúcuta y área metropolitana. Los inventarios de emisiones indican la proporción de contaminantes emitidos en un tiempo de tiempo y presentan el aporte de cada tipo de fuente a las emisiones totales, sin embargo, no brindan información acerca del efecto de las emisiones en la calidad del viento, debido a que los impactos están sujetas a diversos componentes que determinan el transporte y transformación de los contaminantes en la atmósfera. Los inventarios de emisiones son el primordial insumo para lograr llevar a cabo modelos de dispersión de contaminantes que permitan establecer los impactos de las emisiones en la calidad del viento de la localidad (CORPONOR , 2021)

En la ciudad de Cúcuta, Norte de Santander se identifican 118 empresas que pertenecen al sector de “producción de coque, transformación de arcilla, generación de energía eléctrica, producción de asfalto y cemento, lavanderías y tintorerías, hornos crematorios, alimentos, procesamiento de subproductos”. Como se observa en la Tabla 2 en la ciudad de Cúcuta están legalmente constituidas 29 empresas dedicadas a la producción de coque, contando con un total de 20.928 hornos instalados y 47 chimeneas. En la Ilustración 1 Ilustración 9 se puede observar las fuentes puntuales que más contaminan, de esta se puede indicar que la producción de coque es la industria en segundo lugar de fuentes contaminantes; en términos de porcentajes, cuenta con un 24%, de lo cual se puede



concluir que este tipo de industria es un actor principal en los aportes de sustancias contaminantes en la atmosfera. En la Ilustración 11 se observa la distribución de las diferentes industrias analizadas (plantas de coque, tejares, generación de energía, asfalto y cementos, lavanderías, alimentos, hornos crematorios, fundición y subproductos animales) en un polígono determinado para el análisis del inventario de emisiones. Los puntos amarillos identifican a las plantas de coque, por lo que nos dice que algunas de estas se encuentran en Cúcuta y algunos municipios cercanos. (CORPONOR , 2021)

Sector	Número de empresas	Numero de fuentes	Numero de equipos
Producción de coque	29	47	2928
Arcilla	43	92	179
Generación de energía eléctrica	2	2	2
Asfalto y cemento	5	11	11
Lavanderías	20	20	20
Hornos crematorios	2	3	3
Alimentos	11	13	16
Subproductos animales	4	4	4
Fundición	2	6	6
Totales	118	198	3169

Tabla 2: se muestra los sectores, número de empresas, numero de fuentes y equipos de cada sector Santander FUENTE: (CORPONOR , 2021)



SC-CER96940



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750
www.unipamplona.edu.co

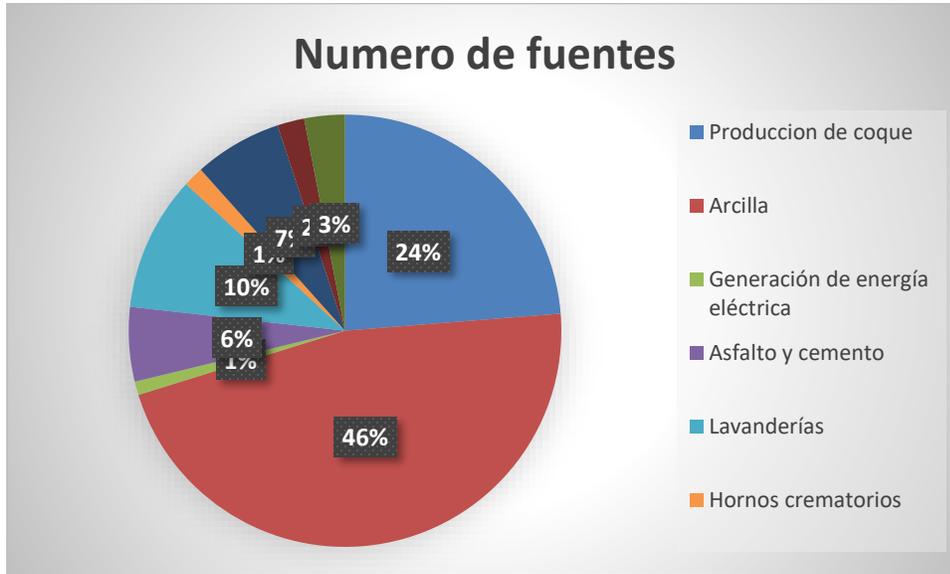


Ilustración 9: se visualiza los numero de fuentes por sectores y se da en porcentajes FUENTE: (CORPONOR , 2021)

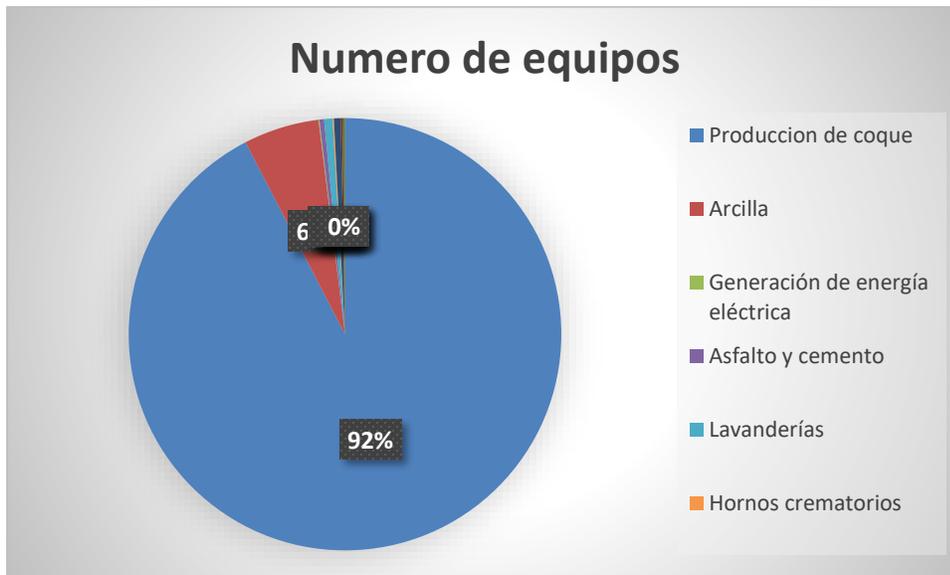


Ilustración 10: se observa los numero de quipos por sectores y se dan en porcentajes FUENTE: (CORPONOR , 2021)

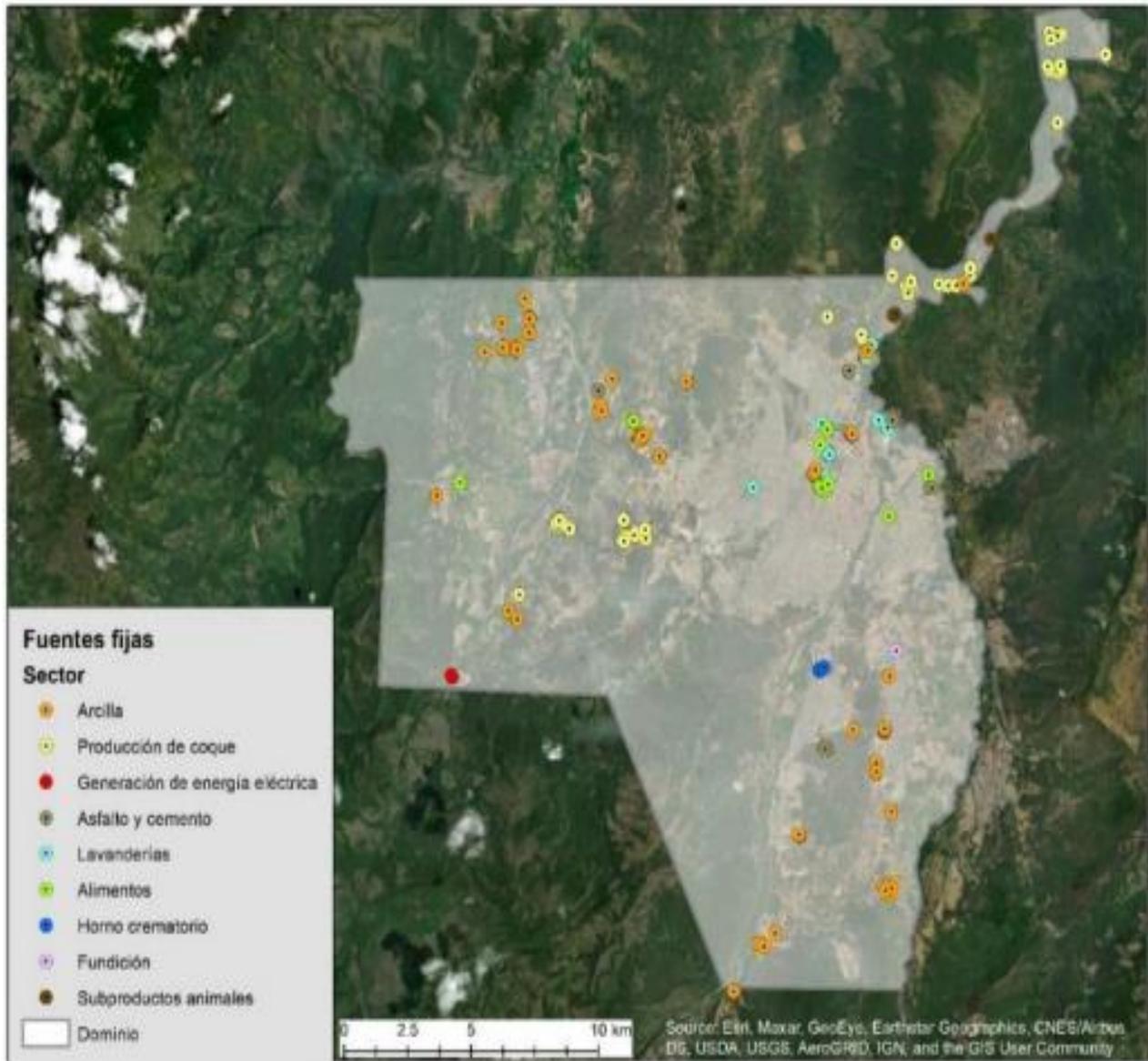


Ilustración 11: localización de las fuentes fijas FUENTE: (CORPONOR, 2021)



SC-CER96940



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750
www.unipamplona.edu.co



5.6.1 Emisiones producidas por las plantas de coque

En la Tabla 3 se presentan las emisiones anuales producidas por fuentes fijas puntuales, de los diferentes sectores identificados. Como podemos ver en la Tabla 3 la producción de coque produce contaminantes anuales tales como; PM₁₀, PM_{2.5}, SO₂, NO_x, CO y los compuestos orgánicos más volátiles (NMVOC), es algo alarmante ver que la producción de coque tenga un porcentaje del 37% en las emisiones de material particulado de PM₁₀ y un 36% en la producción de PM_{2.5} estos dos contaminantes son unas de las principales causas de enfermedades respiratorias. El SO₂ tiene un porcentaje aproximado del 19.5% anualmente, NO_x con un aproximado del 15% de producción anual, CO con un aproximado de 18.55% de producción anual y NMVOC con un aproximado de un 34% de la producción anual. en la Ilustración 12 se observa con mayor claridad lo dicho anteriormente (CORPONOR , 2021)

Sector	PM10	PM2.5	SO2	NOx	CO	NMVOC
Producción de coque	572.4	358.5	4715.9	1533.1	635.7	87.9
Arcilla	681.7	435.4	2100.4	1644.7	2491.3	40.3
Generación de energía eléctrica	167.1	101.0	16856.6	6746.2	243.9	121.9
Asfalto y cemento	84.4	65.1	449.5	238.9	37.5	5.4
Lavanderías	12	6	42.3	32.6	5.1	0.92
Hornos de crematorios	0.62	0.62	0	0.17	0.63	0.02
Alimentos	24.7	9.4	3.1	12	12.4	0.42
Subproductos animales	0.9	0.4	4	3.1	0.1	0.05
Fundición	0.05	0.03	0.04	0.13	0.21	0.03
Total	1543.9	976.3	24171.9	10210.9	3426.8	257



SC-CER96940



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”
 Universidad de Pamplona
 Pamplona - Norte de Santander - Colombia
 Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750
 www.unipamplona.edu.co



Tabla 3: emisiones de contaminantes de fuentes fijas producidas por las industrias de la ciudad de Cúcuta norte de Santander
FUENTE: (CORPONOR, 2021)

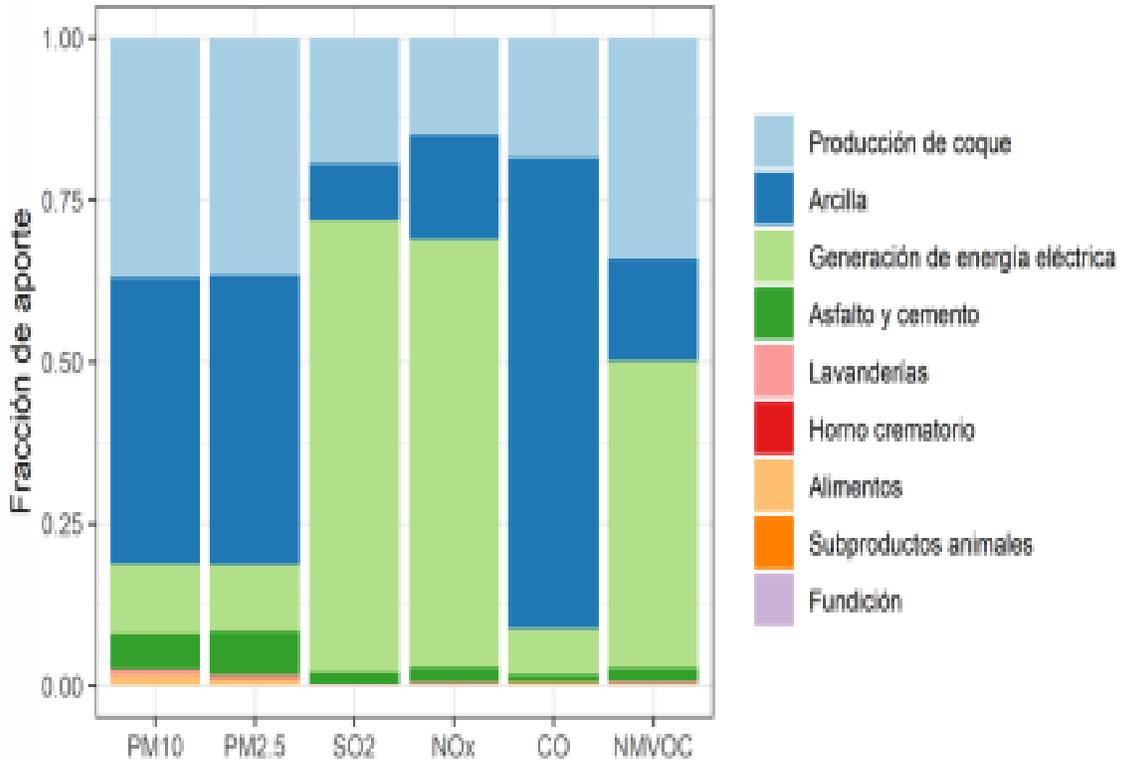


Ilustración 12: fracción aporte de las emisiones de las fuentes fijas FUENTE: (CORPONOR, 2021)

5.7 Proyección de las emisiones

El crecimiento de producción de coque en Colombia es de manera ascendente estos se deben principalmente a la alta demanda internacional de este producto para la industria del acero y las ferroaleaciones es tanto el crecimiento que para el 2022 el gremio espera que la exportación llegue al menos a 4,5 millones de toneladas (SEMANA, 2022). En la Tabla 4 se muestra una taza de



crecimiento probable, por el cual se observa que la producción de coque tendrá un incremento industrial del 4.05%, teniendo en cuenta los demás subsectores que se puede visualizar en la Tabla 4 el coque es el que menor aumento industrial va a tener, pero como se ve en la Tabla 3 la industria del coque es una de las que más material particulado emiten a la atmosfera, y con el crecimiento que probable tenga no tanto a nivel local si no a nivel nacional estas emisiones se aumentarían de manera espontánea y traerán con ellas enfermedades a la salud y deterioro de la calidad del aire . CARG* hace referencia a la tasa de crecimiento anual compuesta (CORPONOR , 2022)

Tipo de fuente	Subsector	CAGR*2020-2030
FUENTES FIJAS	Producción de coque	4,05%
	Arcilla	5,15%
	Generación de energía eléctrica	4,95%
	Asfalto y cemento	5,15%
	Lavanderías	5,15%
	Hornos crematorios	4,95%
	Alimentos	5,15%
	Subproductos animales	4,95%
	Fundición	5,15%

Tabla 4: tasa de crecimiento anual de las industrias en Cúcuta norte de Santander FUENTE: (CORPONOR , 2022)



SC-CER96940



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona
 Pamplona - Norte de Santander - Colombia
 Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750
 www.unipamplona.edu.co



En la Tabla 5 se presentan las emisiones resultantes para el año 2026, aclarando que esto es una tendencia de proyección entre el año 2020 y el 2026, se visualiza que las emisiones van aumentar entre un 19% y el 32% según el contaminante. En la Ilustración 13 se muestra el crecimiento esperando bajo un escenario tendencial para las emisiones netas de PM2.5 que corresponde a un aumento del 30% para el 2026, también podemos observar una tendencia de crecimiento ascendente en el transcurso de los años para el material particulado PM2.5, y las fuentes fijas tiene producen mayor material particulado PM2.5(CORPONOR , 2022)

tipo de fuente	subsector	año 2026					
		emisiones (t/año)					
		PM10	PM2,5	SO2	NOx	CO	NMVOC
fuentes fijas	producción de coque	726	455	5983	1945	807	112
	arcilla	921	589	2839	2223	3367	54
	generación de energía eléctrica	131	78	13599	5422	238	119
	asfalto y cemento	114	88	608	323	51	7
	lavandería	16	8	57	44	7	1
	hornos crematorios	1	1		0	1	0
	alimentos	33	13	4	16	17	1
	subproductos animales	1	1	5	4	0	0
	fundición	0	0	0	0	0	0
fuentes móviles	buses	47	42	1	972	1261	202
	vehículos livianos de pasajeros	44	26	9	718	8413	921
	motocicletas	118	104	5	477	20166	4605
	camiones	20	15	1	466	245	206
	total	2172	1420	23111	12610	34573	6228

Tabla 5: crecimiento de emisiones en el año 2026 FUENTE: (CORPONOR , 2022)



SC-CER96940



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona
 Pamplona - Norte de Santander - Colombia
 Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750
 www.unipamplona.edu.co

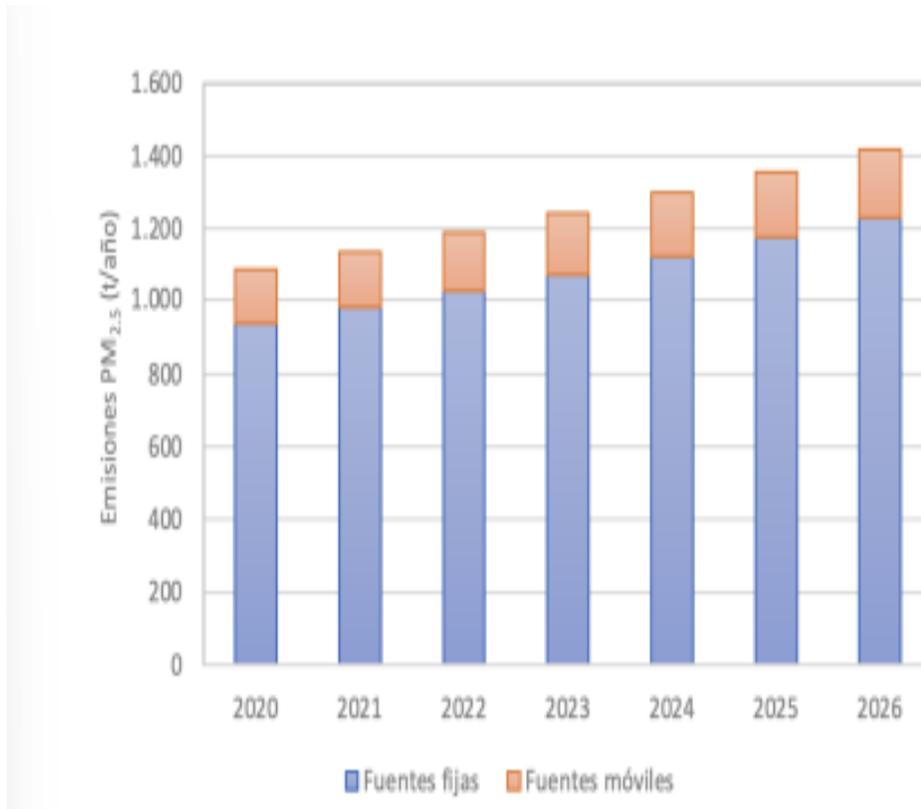


Ilustración 13: línea base de las emisiones de PM_{2.5} desde el año 2020-2026, fuentes fijas y móviles FUENTE: (CORPONOR, 2022)

5.8 Contaminantes emitidos por los hornos colmena en la producción de coque en Cúcuta, Norte de Santander

Cómo se observa en la Tabla 6 los hornos colmena producen contaminantes tales como: PM₁₀, PM_{2.5}, CO, SO₂, NO₂ y VOC, también se visualiza los factores de emisiones, las unidades, factor de actividad y las relaciones. Como se ve el contaminante con mayor concentración es el S02 esto, CO y el NO2 (CORPONOR, 2021)



equipo	contaminante	factor de emisión	unidades	factor de actividad	relación PM2,5/PM10	relación PM10/PS T	relación PM2,5/PS T	fuentes de información
hornos colmena industria de coque	PM10	234,6	g/t carbón coquizable	t carbón coquizable/mes	0,63	0,97	0,67	Isocinéticos - relación PM10-TSP de EMEP/EEA
	PM2,5	147						Isocinéticos - relación PM2,5/PM10 de EMEP/EEA
	CO	340						APA2 TABLA 12,2-16
	SO2	1795,3						isocinéticos
	NO2	820						APA2 TABLA 12,2-16
	VOC	47						APA2 TABLA 12,2-16

Tabla 6: emisiones por los hornos colmena en la ciudad de Cúcuta norte de Santander FUENTE: (CORPONOR, 2021)



SC-CER96940



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona
 Pamplona - Norte de Santander - Colombia
 Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750
 www.unipamplona.edu.co



6. NORMATIVA COLOMBIA QUE RIGEN A LAS PLANTAS DE COQUE

6.1 Resolución 909 del 25 de junio del 2008

“Por el cual se establecen las normas y estándares de emisiones admisibles de contaminantes a la atmosfera por fuentes fijas y se dictan otras disposiciones” (MINISTERO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL , 2008)

“en la Tabla 7 se puede observar los estándares de emisiones admisibles de contaminantes al aire para las actividades industriales, aclarar que las condiciones de referencia son; temperatura de 25°C, presión atmosférica de 760 mmHg y con oxígeno de referencia a 11%”. (MINISTERO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL , 2008)

CONTAMINANTES	flujo del contaminante (kg/h)	estándares de emisiones admisibles de contaminantes (mg/m ³)	
		actividades industriales existentes	actividades industriales nuevas
material particulado (MP)	≤ 0,5	250	150
	> 0,5	150	50
dióxido de azufre (SO ₂)	TODOS	550	500
óxido de nitrógeno (NO _x)	TODOS	550	500
compuestos de flúor inorgánico (HF)	TODOS	8	
compuestos de cloro inorgánico (HCL)	TODOS	40	
hidrocarburos totales (HCt)	TODOS	50	
dioxinas y furanos	TODOS	0,5*	
neblina acida o trióxido de azufre expresados como H ₂ SO ₄	TODOS	150	
plomo (Pb)	TODOS	1	
cadmio (Cd) y sus compuestos	TODOS	1	
cobre (Cu) y sus compuestos	TODOS	8	

Tabla 7 : esta es una tabla de emisiones admisibles de contaminantes al aire para actividades industriales FUENTE: (MINISTERO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL , 2008)



SC-CER96940



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750
www.unipamplona.edu.co



En la Tabla 8 se muestra los factores equivalentes para la dioxina y furanos de las actividades industriales. Para saber el factor de equivalencia se debe hacer lo siguiente; (MINISTERO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL , 2008)

- “A la concentración de dioxina y furanos se determina en el gas de efluente y se le multiplica por el valor equivalente toxico” (MINISTERO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL , 2008)
- “Cada valor modificado por el factor de equivalencia toxica se suma y este representa la concentración neta de emisión” (MINISTERO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL , 2008)
- “Los resultados se deben corregir a condición de la presión y la temperatura”
- “Por ultimo los resultados obtenidos se comparan con la norma de dioxinas y furanos de la *tabla 8*”(MINISTERO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL , 2008)

dioxina y furanos	factor de equivalencia toxica
GRUPO 1	
2,3,7,8 tetraclorodibenzodioxina (TCDD)	1
1,2,3,7,8 pentaclorodibenzodioxina (PeCDD)	0,5
2,3,7,8 tetraclorodibenzofurano (TCDF)	0,1
2,3,4,7,8 pentaclorodibenzofurano (PeCDF)	0,5
GRUPO2	
1,2,3,4,7,8 hexaclorodibenzodioxina (HxCDD)	0,1
1,2,3,7,8,9 hexaclorodibenzodioxina (HxCDD)	0,1
1,2,3,6,7,8 hexaclorodibenzodioxina (HxCDD)	0,1
1,2,3,7/4,8 pentaclorodibenzofurano (PeCDF)	0,05
1,2,3,4,7,8/9 hexaclorodibenzofurano (HxCDF)	0,1
1,2,3,7,8,9 hexaclorodibenzofurano (HxCDF)	0,1
1,2,3,6,7,8 hexaclorodibenzofurano (HxCDF)	0,1
2,3,4,6,7,8 hexaclorodibenzofurano (HxCDF)	0,1
GRUPO 3	



1,2,3,4,6,7,8 heptaclorodibenzodioxina (HpCDD)	0,1
1,2,3,4,6,7,8,9 octaclorodibenzodioxina (OCDD)	0,001
1,2,3,4,6,7,8 heptaclorodibenzofurano (HpCDF)	0,01
1,2,3,4,7,8,9 heptaclorodibenzofurano (HpCDF)	0,01
1,2,3,4,6,7,8,9 octaclorodibenzofurano (OCDF)	0,001
GRUPO 4	
2,3,7,8 tetrabromodibenzodioxina (TBDD)	1
1,2,3,7,8 pentabromodibenzodioxina (PeBDD)	0,5
2,3,7,8 tetrabromodibenzofurano (TBDF)	0,1
2,3,4,7,8 pentabromodibenzofurano (PeBDF)	0,5
GRUPO5	
1,2,3,4,7,8 hexabromodibenzodioxina (HxBDD)	0,1
1,2,3,6,7,8 hexabromodibenzodioxina (HxBDD)	0,1
1,2,3,7,8,9 hexabromodibenzodioxina (HxBDD)	0,1
1,2,3,7,8 pentabromodibenzofurano (PeBDF)	0,05

Tabla 8: factor de equivalencia para el cálculo del factor de riesgos y comparación de las dioxinas y furanos FUENTE: (MINISTERO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL , 2008)

“En la Tabla 9 se muestran las actividades industriales, los procesos e instalaciones y contaminantes generadas por dichos procesos. Como se observa en la producción de coque tiene dos procesos que fundamentales que ocasionan contaminación” (MINISTERO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL , 2008)

actividad industrial	procesos de instalaciones	contaminantes
producción de coque	batería de hornos de coque	MP, SO ₂ , HCT
	procesos en los que no se cuenta con sistema de lavado de gases	MP, SO ₂ , HCT, dioxina y furanos

Tabla 9: se muestran las actividades de producción del coque y sus procesos con el respectivo contaminantes FUENTE: (MINISTERO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL , 2008)



SC-CER96940



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750
www.unipamplona.edu.co



6.2 Plan de contingencia según la resolución 909 del 2008

Un plan de contingencia es una táctica proactiva que ayuda a que situaciones negativas tengan una solución viable con el fin de minimizar las consecuencias negativas. Un plan de contingencia sugiere una secuencia de métodos alternativos al desempeño común de una organización, una vez que alguna de sus funcionalidades habituales se ve perjudicada por una contingencia interna o externa. Esta clase de proyecto, por consiguiente, aspira asegurar la continuidad del desempeño de la organización ante cualquier eventualidad, ya sean materiales o particulares. Una estrategia de contingencia incluye 4 fases simples: la evaluación, la idealización, las pruebas de viabilidad y la ejecución. (MERINO, 2009)

“Según la resolución 909 del 2008 toda fuente que cuente con un sistema de control, debería llevar a cabo y mandar a la autoridad ambiental competente para la aceptación el plan de contingencia del sistema de control, que ejecutara a lo largo de la suspensión del manejo de este, en los 12 meses siguientes a la expedición de la presente resolución”. Este plan de contingencia formara parte del permiso de emisiones atmosférica, “plan de manejo ambiental o licencia ambiental de acuerdo con el caso. En caso de no contar con un plan de contingencia mediante una falla del sistema de control se deberán detener las actividades que originan la generación de emisiones contaminantes al arie”. (MINISTERO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL , 2008)

“Cuando se valla a realizar un mantenimiento que suspenda las actividades del sistema de control se deberán ejecutar el plan de contingencia aprobado previamente por la autoridad ambiental competente”. El protocolo para el control y vigilancia de la contaminación atmosférica generada por fuentes fijas es la que establecerá los tiempos para el mantenimiento del sistema de control, esta petición se deberá de pasar por escrito, explicando porque se suspende el sistema de control y con una anticipación de por lo menos tres días hábiles, el cual se tendrá que entregar “a la autoridad ambiental competente, el escrito llevara lo siguiente; nombre de la fuente de emisión, lapso durante el cual se suspende el funcionamiento del sistema de control y por ultimo un cronograma especificando las actividades a implementar”. Las actividades de mantenimiento que se vullan



hacer también estarán plasmadas en el sistema de control con el fin de que cuando la organización ambiental competente quiera establecer un seguimiento, cuente con dicha información para su control. (MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL , 2008)

Cuando el sistema de control presente fallas, y estas requieran un periodo de tiempo más extenso para su reparación superior a tres horas por cada día, en este caso también se deberá ejecutar un plan de contingencia el cual debe ser aprobado por la autoridad ambiental competente. cuando la falla este ubicada en los sistemas de control de instalación de incineración, y esta requiera un periodo de tiempo superior a una hora, se deberán mantener las temperaturas de las cámaras de combustión y post-combustión, hasta que los residuos peligrosos que se encuentren en el sean incinerados por completo. Se tendrá que presentar a la autoridad ambiental competente la información de la falla en el siguiente día hábil, en el escrito se plasmará la siguiente información; nombre y la localización de la fuente de emisión, las acusas de la falla y su naturaleza y por último un tiempo aproximado durante el cual se suspenderá las operaciones del sistema de control por culpa de la falla (MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL , 2008)

6.3 Plan de contingencia según el Decreto 1076 de 2015

“Los planes de contingencia por contaminación atmosférica, es el grupo de tácticas, ocupaciones y métodos preestablecidos para el control de y atender los episodios por emisiones atmosféricas que logren ocasionalmente manifestarse en la zona de predominación de ocupaciones generadoras de contaminación atmosférica”. “Las autoridades ambientales competentes tendrán al cargo la elaboración e implementación de los planes de contingencia dentro de sus áreas de jurisdicción, y especialmente en zonas de contaminación critica esto con el fin de hacer frente a episodios de contaminación”, el cual deberán de contar con la participación, elaboración y consulta de las autoridades territoriales, las autoridades de tránsito y transporte, la de salud y el sector empresarial. El plan de contingencia deberá tener como mínimo las siguientes medidas: (MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE , 2015)



- “Alertar a la población de las posibilidades de exposición a través de un medio masivo, delimitando la zona afectada, los grupos de alto riesgos y las medidas de protección pertinentes”. (MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE , 2015)
- “Establecer un programa de educación y un plan de acción para centros educativos y demás entidades, con el fin de realizar actividades al aire libre, de tal forma que estén preparados para reaccionar ante una situación de alarma” (MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE , 2015)
- “Elaborar un inventario para identificar y calificar los tipos de fuentes fijas y móviles con aportes importantes de emisiones a la atmosfera, y en qué momento esta contaminación puede generar una alerta de emergencia” (MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE , 2015)
- “Para las áreas-fuentes de contaminación clasificadas como alta, media y moderada, las autoridades del medio ambiente competentes usarán los inventarios para entablar sus parámetros de emisión, los índices de reducción, las limitaciones a nuevos establecimientos de emisión, de tal forma que tengan la información elemental para llevar a cabo los planes de reducción de la contaminación, con la intención de prevenir en lo viable futuros episodios de emergencia”. (MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE , 2015)
- “Acordar con las autoridades de tránsito y transporte las posibles soluciones o acciones que se pueden llevar a cabo en el control de los vehículos, cuando se emita una alerta de emergencia” (MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE , 2015)
- “Coordinar con el ministerio salud, protección social y con las secretarias de salud planes de vigilancia epidemiológicas según el nivel de alarma” (MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE , 2015)
- “Alertar a las unidades médicas de primer, segundo y tercer nivel de las zonas afectadas para que presten atención a los grupos de alto riesgo” (MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE , 2015)



SC-CER96940



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”
Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750
www.unipamplona.edu.co



6.3.1 Obligación de planes de contingencia

“sin perjuicio de la facultad de la autoridad ambiental para implantar otros casos, quienes exploren, exploten, manufacturen, refinen, transformen, procesen, transporten, o almacenen hidrocarburos o sustancias tóxicas que logren ser perjudiciales para la salud, los recursos naturales renovables o el ambiente, deberán estar provistos de una estrategia de contingencia que contemple todo el sistema de estabilidad, prevención, organización de contestación, grupos, personal preparado y presupuesto para la prevención y control de emisiones contaminantes y compostura de perjuicios, que tendrá que ser presentado a la Autoridad Ambiental Competente para su aceptación” (MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE , 2015)



SC-CER96940



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750
www.unipamplona.edu.co



7. PLAN DE CONTINGENCIA DE LA CIUDAD DE CÚCUTA NORTE DE SANTANDER

Los niveles de contaminación que afectan a la calidad del aire en el centro urbano de dependen de las emisiones tanto fijas como móviles, las cuales pueden ser generadas dentro de la ciudad y a sus alrededores, también dependen de la meteorología. Para la elaboración del plan de contingencia se siguieron las instrucciones del decreto 1076 del 2015 más específicamente el artículo 2.2.5.1.9.2, el cual menciona un conjunto de estrategias, acciones y procedimientos preestablecidos para controlar y atender los episodios para emisiones atmosféricas. Esta propuesta se hace con el fin de proteger la salud de la población y dar cumplimiento a la normativa nacional en la calidad del aire. En este plan de contingencias se toman todas las fuentes de contaminación atmosféricas que se presentan tanto dentro de la zona urbana como a las afueras de la ciudad de Cúcuta. (CORPONOR , 2021)

Los objetivos de este plan de contingencia es definir las líneas de acción multisectoriales para implementar antes, durante y después de las contingencias por episodios críticos de contaminación atmosférica, tener presente los canales de comunicación para la coordinación de actores para entender las contingencias por altos niveles de contaminación y por último es proveer recomendaciones sobre el uso de herramientas técnicas de apoyo para una mejor gestión en las contingencia, con el fin de minimizar la exposición de la población ante posibles altos niveles de contaminación atmosférica en Sanjosé de Cúcuta (CORPONOR , 2021)

7.1 *Enfoque del plan de contingencia de Cúcuta*

Como todo plan de contingencia regido por la normativa nacional, Sanjosé de Cúcuta tiene presente que lo más importantes es proteger la población en general. Esto se lograra con las acciones para minimizar las exposiciones de las personas durante episodios por alta contaminación, también se propondrán acciones complementarias para reducir los niveles de emisiones de contaminantes con el fin de disminuir los niveles de contaminación en la contingencias, se proponen articular el usos



SC-CER96940



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"
Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750
www.unipamplona.edu.co



de “diferentes herramientas preventivas de calidad del aire complementarias a la establecidas por la normativas con el propósito de ayudar a mejorar la problemática y su desarrollo, y por último se promoverá el uso de herramientas técnicas que permitan focalizar la atención de salud durante las contingencias” (CORPONOR , 2021)

7.2 Sistema de vigilancia de la calidad del aire en san José de Cúcuta

“El sistema de vigilancia de Sanjosé de Cúcuta es de tipo tres y está formado por tres estaciones fijas, cada uno cuenta con un equipo de muestreo manual de alto volumen (Hi-Vol.) para medir concentración de material particulado menor a 10 micras (PM10). Las unidades de monitoreo son manuales las cual implica que los resultados de la calidad del aire se obtienen a 48 horas después de haber realizado el respectivo procedimiento de monitoreo”. (CORPONOR , 2021)

7.2.1 Según la normativa nacional (resolución 2254 del 2017)

“La declaratoria del respectivo grado de contingencia se hace basado en la información obtenida en mínimo el 50% de las estaciones del Sistema de Vigilancia de Calidad de aire instaladas. La declaratoria puede hacerse para un único punto de monitoreo que de forma individual presente las condiciones de contingencia” (CORPONOR , 2021)

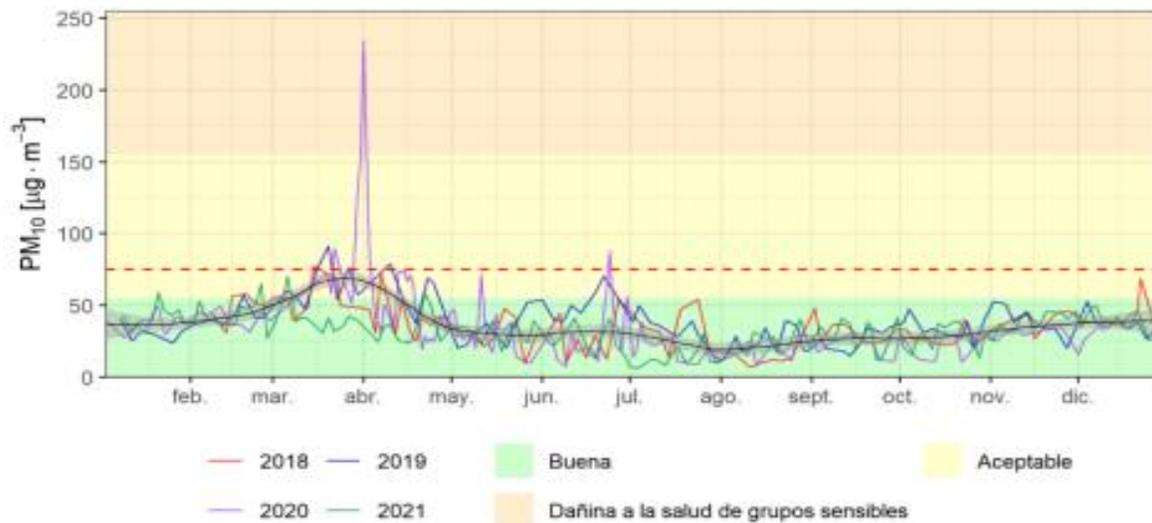
7.3 Contaminación atmosférica histórica en Sanjosé de Cúcuta

La concentración registrada por el sistema de vigilancia de calidad del aire de Cúcuta muestra que las mayores concentraciones de PM10 se encuentran en los meses de marzo y abril, estos son meses secos y por ende se ve un incremento notable de concentración de PM10 esto más probable se deba a que en estos meses la población usas con más frecuencias sus vehículos el cual incrementaría dicho contaminante. En la Ilustración 14 y la Ilustración 15 Ilustración 14 se puede observar que para el 2020 la concentración de PM10 alcanzo niveles que define una contingencia según la normativa. (CORPONOR , 2021)



Los niveles de la concentración de PM10 tuvo picos muy superiores a los máximos permitidos por la normativa nacional, aclarando que estos picos duraron unos pocos días. (CORPONOR , 2021)

Ilustración 14: concentración de PM10 FUENTE: (CORPONOR , 2021)



SC-CER96940

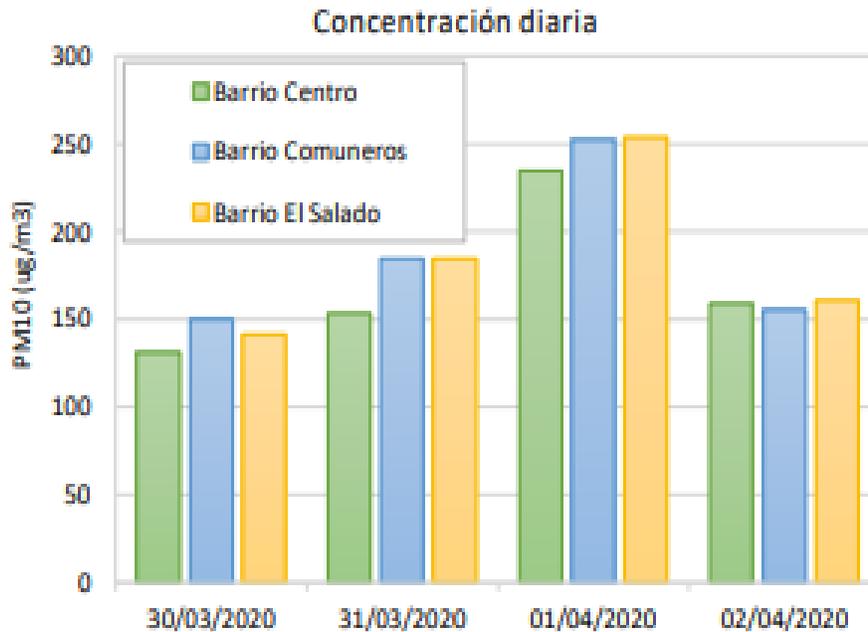


“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750
www.unipamplona.edu.co



Ilustración 15: episodio por alta concentración en 2020, concentración diaria de PM10 FUENTE: (CORPONOR , 2021)



7.4 Nivel de contingencia: preparación, prevención, alerta y emergencia

Según la resolución 2254 del ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, define los niveles de prevención, alerta y emergencia según el rango de concentración de los contaminantes y el tiempo de exposición, por los cuales se deben declarar la contingencia por parte de las autoridades ambientales competentes. Según la norma cuando en un mismo lugar y tiempo se realice la medición de varios contaminantes, se tomarán en cuenta las concentraciones más críticas para declarar algunos de los niveles establecidos por la resolución (CORPONOR , 2021)



7.4.1 Protección de salud en el área metropolitana de Cúcuta

“El plan de contingencia para la calidad del aire del área metropolitana de la ciudad de Cúcuta planteo la propuesta para la protección de la salud de sus habitantes con el cual se define los niveles teniendo en cuenta la resolución 2254”. (CORPONOR , 2021)

“El nivel I lleva el nombre de preparación este es de carácter preventivo, para un reconocimiento temprano de contingencia con el fin de que las repuestas de prevención se den lo más rápido posibles, esto se hace con el fin de proteger la salud de la población de manera más oportuna teniendo en cuenta el tiempo de respuesta”. (CORPONOR , 2021)

“En la Tabla 10 dado que no se cuenta con la información para otros contaminantes, solo se toman en cuenta las emisiones de PM10 y se recomienda incluir los PM2,5 cuando se cuenta con monitoreo permanente de este contaminante en la región” (CORPONOR , 2021)

Tabla 10: niveles de concentración de los contaminantes y tiempo de exposición FUENTE: (CORPONOR , 2021)

contaminantes	tiempo de exposición	rango de concentración de contaminantes ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			
		preparación nivel I	prevención nivel II	alerta nivel III	emergencia nivel IV
PM10	24 HORAS	75-154	155-254	255-354	≥ 355
PM2,5	24 HORAS	25-37	38-55	56-150	≥ 151
O3	8 HORAS	n. a	139-167	168-207	≥ 208
SO2	1 HORA	n.a	198-486	487-797	≥ 798
NO2	1HORA	n.a	190-677	678-1221	≥ 1222
CO	8 HORAS	n.a	10820-14254	14255-17688	≥ 17689
índice de calidad del aire del (ICA)		56-100	101-150	151-200	201-300



SC-CER96940



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”
 Universidad de Pamplona
 Pamplona - Norte de Santander - Colombia
 Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750
 www.unipamplona.edu.co



Tabla 11 en se visualiza las clasificaciones de los niveles de contingencia según el índice de calidad del aire (ICA) y los efectos en la salud asociados a cada nivel, cada nivel tiene su color respectivamente y tiene un significado específico, esto es con el fin identificar más fácil el nivel de contingencia. (CORPONOR , 2021)

Tabla 11: propuesta del plan de contingencia de Sanjosé de Cúcuta FUENTE: (CORPONOR , 2021)

nivel de contingencia	preparación nivel I	prevención nivel II	alerta nivel III	emergencia nivel IV
categoría según índice de calidad del aire	aceptable (moderado EPA)	dañino para la salud de grupos sensibles	dañino para la salud	muy dañino para la salud (peligroso EPA)
efectos en la salud	<ul style="list-style-type: none"> posibles síntomas respiratorios en grupos poblacionales sensibles 	<ul style="list-style-type: none"> efecto de salud leves pero manifiestos. Irritación de las mucosas Alergia enfermedades leves de las vías respiratorias Disminución de la visibilidad empeoramiento de enfermedades respiratorias como asma 	<ul style="list-style-type: none"> alertas de algunas funciones fisiológicas vitales enfermedades crónicas Reproducción de las expectativas de vida en la población expuesta Empeoramiento de enfermedades cardíacas y pulmonares Mortalidad prematura en personas con enfermedad cardiopulmonar y ancianos incremento de los efectos respiratorias en la población general 	<ul style="list-style-type: none"> enfermedades agudas de gravedad Empeoramiento significativo de enfermedades pulmonares y cardíacas Empeoramiento significativo de síntomas respiratorios mortalidad prematura en personas con enfermedades cardiopulmonar y ancianos incremento de los efectos respiratorios con la población general



8. CONCLUSIONES

- La contaminación atmosférica es motivo de preocupación tanto localmente como mundialmente, por su incidencia negativa a la salud humana y por el deterioro que causa en los ecosistemas, esta contaminación es causada a mayor escala por las actividades humanas y cada día va en aumento, debemos cambiar nuestras costumbres, buscar nuevas alternativas de energía, nuevos transportes que no sean perjudiciales para el medio ambiente, esto se hará con el fin de brindarles a las generaciones futuras buena calidad de vida.
- El aire es un bien común indispensable para el desarrollo de los seres vivos y la conservación de la naturaleza, deben cumplir con unas normas que garanticen una adecuada calidad, esto para brindar comodidad tanto a las personas como al medio ambiente
- como se ve en el transcurso de los años la industria del coque es un componente importante para la economía de Cúcuta, por la gran cantidad de trabajos que brinda y por los ingresos elevados que cada día se aumentan más por el alta demandan a nivel mundial de estos productos, pero no porque generan altos ingresos se va a descuidar el medio ambiente para estos las medidas que se están tomando actualmente tendrán que ser más estrictas y minuciosas para la producción y exportación del coque.
- La contaminación atmosférica es una de las principales preocupaciones para la población, esto se debe a las enfermedades que ocasionan día a día, estas enfermedades cada vez se vuelven mas frecuentes en la población y el índice de mortalidad se va aumentando por las altas concentraciones de contaminantes que afectan la calidad del aire, lo más recomendable es que la población vulnerable como lo son los adultos mayores, las mujeres embarazadas, personas que sufran de enfermedades respiratorias y niños tengan un poco más de precaución o usen tapabocas cuando pasen por industrias de carbón, ladrilleras o cuando se encuentren en un trancón vehicular ya que estas son unas de las que más genera contaminantes a la atmosfera.



Bibliografía

- adrian , & yirda . (6 de febrero de 2021). *concepto definicion* . Obtenido de <https://concepto definicion.de/coque/>
- arturo, miguel, & gabriel. (26 de enero de 2020). *esgraf*. Obtenido de <https://esgraf.com.mx/blog/que-es-el-coque-y-tipos/>
- asbury. (2019). *Coque y soluciones de materiales*. Obtenido de Coque y soluciones de materiales: <https://asbury.com/es/materiales/coque/#:~:text=El%20coque%20metal%C3%BArgico%20es%20un,de%20otros%20productos%20de%20descomposici%C3%B3n.>
- BARRIOS, N. (10 de ABRIL de 2019). *Contaminación del aire: Causas y efectos sobre la salud*. Obtenido de <https://www.cuc.edu.co/ingenieria-ambiental/noticias/4398-contaminacion-del-aire-causas-y-efectos-sobre-la-salud-2>
- BUITRAGO , L., FERNANDEZ , A., SARMIENTO , L., & VELASQUEZ , L. (23 de MAYO de 2014). *PROCESO DE COQUIZACIÓN EN HORNOS DE SOLERA*. Obtenido de <https://prezi.com/xno43bkps305/proceso-de-coquizacion-en-hornos-de-solera/>
- CARBOGRAF. (2021). *CARBOGRAF*. Obtenido de <http://www.carbograp.com/coque-metalurgico/>
- CASADIEO, C., PEREZ, P., ROJAS, P., RONCANCIO , S. R., MEDINA, J., & BRICEÑO, M. (1996). *PLANTA DEMOSTRATIVA DE COQUIZACION CON UTILIZACION DE LA ENERGIA DE LOS GASES Y MINIMA CONTAMINACION* . CUCUTA .



SC-CER96940



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"
Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750
www.unipamplona.edu.co



CEDRON, M. (27 de MAYO de 2013). *CHIMENEAS INDUSTRIALES* . Obtenido de <https://assets.todocalderas.com.ar/userfiles/files/chimenea.pdf>

CORPONOR. (20 de MAYO de 2013). *Por la cual se Otorga un permiso de Emisión Atmosférica y se dictan otras disposiciones.* Obtenido de https://www.corponor.gov.co/ACTOSJURIDICOS/RESOLUCIONES/2013/Acuerdo%20002%20de%202013_031.pdf

GARCIA, C. (1 de SEPTIEMBRE de 2013). *HORNOS COLMENA* . Obtenido de <https://prezi.com/ticmnqmcpy0n/horno-colmena/>

GONZALES, Y. R. (25 de NOVIEMBRE de 2019). *CRITERIOS DE IMPLEMENTACIÓN DE ISO 14001:2015 CASO DE ESTUDIO HSEQ - CIPRODYSER SA. – PLANTA DE COQUIZACION.* Obtenido de <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/30585/dcuillom.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

GONZÁLEZ, D. A. (2021). *RECOMENDACIÓN DE IMPLEMENTACIÓN DE HORNOS TIPO SOLERA PARA. BOGOTA.*

GOTOR, A. (2022). *Horno a gas o eléctrico: ¿Cuál es la mejor opción?* Obtenido de <https://www.cehipar.es/horno-a-gas-o-electrico-cual-es-la-mejor-opcion/>

gregorio, j. (2016). *GJ Consideraciones sobre el coque de petroleo.* Obtenido de https://www.academia.edu/25835308/GJ_Consideraciones_sobre_el_coque_de_petroleo

IDEAM. (2022). *CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA - IDEAM.* Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/web/contaminacion-y-calidad-ambiental/contaminacion->



SC-CER96940



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”
Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750
www.unipamplona.edu.co



romero , a., romero, m., & romero gabriel . (26 de enero de 2020). *Coque de petróleo: propiedades e importancia en la industria*. Obtenido de Coque de petróleo: propiedades e importancia en la industria: <https://esgraf.com.mx/blog/coque-de-petroleo-propiedades-y-tipos/>

SAIZ. (SEPTIEMBRE de 2012). *PROCESO DE BATERIA DE COK*. Obtenido de <https://www.unioviedo.es/sid-met-mat/TECNOLOGIASIDEROMETALURGICA/Practicas%20ArcelorMittal/Proceso%20baterias%20de%20cok.pdf>

SANABRIA, G., MORALES, J., & MURCIA , N. (29 de MAYO de 2020). *Criterios de Implementacion ISO 14000:2015 Caso Estudio Sector Proceso de Coquizacion*. Obtenido de <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/34983/nxmurciap.pdf>

SANIN, A. V. (2014). *IMPACTO DE LA ESTRATEGIA DE DISTRIBUCION LOCLA EN LA CALIDA Y COSTOS DEL COQUE METALURGICO PARA LA EXPORTACION* . Obtenido de <https://intellectum.unisabana.edu.co/bitstream/handle/10818/21302/Alejandro%20Valencia%20Sanin%20%28tesis%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

SIERRA, S. D. (2021). *PROYECTO BATERÍA DE HORNOS SOLERA Y OBRAS COMPLEMENTARIAS*. Obtenido de <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/37809/2021sergiocruz.pdf?sequence=1>

subero, j., Lyon, L., & Bertancourt, R. (2006). *Evaluación de la influencia microestructural del coque de petroleo calcinado sobre el choque térmico del ánodo utilizado en el proceso de reducción electrolítica del aluminio*. Obtenido de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-48212006000300013



Urrego, A. (2 de febrero de 2022). *Produciremos más de 800.000 toneladas de coque metalúrgico durante todo el año*". Obtenido de <https://www.larepublica.co/empresas/produciremos-mas-de-800000-toneladas-de-coque-metalurgico-durante-todo-el-ano-3301124>

Valora Analitik . (20 de enero de 2022). *Colombia: Exportaciones de coque alcanzaron máximos históricos en 2021*. Obtenido de <https://www.valoraanalitik.com/2022/01/20/colombia-exportaciones-coque-maximos-historicos-2021/>

Vega, R., Rivas, C., Castillo, L., & Figueroa, Y. (2016). *Ciencia e Ingeniería*. Obtenido de Uso del coque del complejo petroquímico general de división José Antonio Anzoátegui como controlador de filtrado en fluidos base agua: <https://www.redalyc.org/journal/5075/507551271004/html/>

World Energy Trade. (28 de noviembre de 2018). *Coque derivado del petróleo Please enable JavaScript to view the comments powered by Disqus. BLOG COMMENTS POW*. Obtenido de <https://www.worldenergytrade.com/articulos-tecnicos/finanzas-energia-at/coque-derivado-del-petroleo>



SC-CER96940



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"
Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750
www.unipamplona.edu.co