

Estimación Teórica de la Posible Captura de Gas Carbónico (CO₂) en la Ciudadela Real de Minas por Procesos de Urbanización entre los años 1995-2015, en la Ciudad de Bucaramanga, Departamento de Santander, Colombia

Carlos Alberto Amaya Corredor, Magister en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente, Master en Gestión y Auditorías Ambientales¹, Carolina Hernández Contreras, Magister en Ciencias y Tecnologías Ambientales², Alba J Vargas Buitrago, Magister en Ciencias y Tecnologías Ambientales³ Paula Andrea Carrillo Ortega, Ingeniera Ambiental⁴, Nelly Iovana Guevara Mosquera, Ingeniera Ambiental⁵

¹Unidades Tecnológicas de Santander, Colombia, camaya@correo.uts.edu.co, ²Unidades Tecnológicas de Santander, Colombia, chernandez@correo.uts.edu.co, ³Unidades Tecnológicas de Santander, Colombia, avargas@correo.uts.edu.co, ^{4,5}Unidades Tecnológicas de Santander, Colombia

Abstract

The accelerated growth of cities without previous planning, depending on the housing urgencies or the real estate market opportunities, has modified the necessary balance between nature and city. Therefore, important natural areas are occupied without a previous study of the characteristics of the physical environment and the compatibility of uses, thus generating areas of environmental vulnerability characterized by poverty, diseases, crime, pollution, degradation of the natural environment, etc.

Physical conditions of cities determine their environmental characteristics, shape of city, building materials, city surfaces, dimensions and spacing of buildings, thermal properties, and the amount of green spaces, influence environmental.

In the execution of the project, sequential moments were worked on: one, to compile the urban space information that documents the history of the area and especially the evolution of its urban interventions in the last 20 years, giving special attention to documenting the transformation of open space And green areas, for built space and consolidation of buildings. Two, the quantification of transformation of green areas by constructed areas to identify the variation of landscape elements potentially CO₂ capture, this to identify urban processes of environmental balance. Three, Quantify levels of CO₂ capture, over the 20-year horizon, from the identified landscape elements.

Keywords: Green Areas, Carbon Capture, Constructions, Urban Development, Sustainable Developmen,

Resumen

El acelerado crecimiento de las ciudades sin planificación previa, en función de las urgencias habitacionales of las oportunidades del mercado inmobiliario, ha modificado el necesario equilibrio entre naturaleza y ciudad. Por ello importantes áreas naturales son ocupadas sin un estudio previo de las características del medio físico y la compatibilidad de usos, generando de esta manera zonas de vulnerabilidad ambiental.

Condiciones físicas de las Ciudades determinan sus características ambientales, la forma de la ciudad, los materiales de construcción, las superficies de la ciudad, las dimensiones y espaciamiento de las edificaciones, las propiedades térmicas, y la cantidad de espacios verdes, tienen influencia en lo ambiental.

En la ejecución del proyecto se trabajaron momentos secuenciales en: uno, recopilar la información urbana espacial que documente la historia de la zona y en especial la evolución de sus intervenciones urbanas en los últimos 20 años, dando especial atención a documentar la transformación de espacio abiertos y zonas verdes, por espacio construidos y consolidación de edificaciones. Dos, la cuantificación de transformación de áreas verdes por áreas construidas para identificar la variación de elementos del paisaje potencialmente captadores de CO₂. Tres, Cuantificar niveles de captura de CO₂, en el horizonte de 20 años, a partir de los elementos del paisaje que se identifiquen.

Palabras clave: Áreas Verdes, Captura de Carbono, Construcciones, Desarrollo Urbano, Desarrollo Sostenible,

I. INTRODUCCION

Digital Object Identifier (DOI): <http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2018.1.1.491>
ISBN: 978-0-9993443-1-6
ISSN: 2414-6390

El cambio climático es hoy día uno de los grandes problemas ambientales, acentuado significativamente después de la segunda mitad del siglo XIX, donde el desarrollo multidimensional de la sociedad, generó cambios drásticos en la configuración del ambiente global. El desarrollo económico de los países más industrializados y especialmente de aquellos en proceso de avance está unido a un crecimiento de la demanda energética y el incremento de las unidades de vivienda. Es por estas razones que en la actualidad los efectos del clima comienzan a visualizarse (cambio climático), es necesario controlar las emisiones de estos gases, como el CO₂, regulándolo con el fin de proteger el medio ambiente. A medida que las ciudades incorporan más calles, más urbanizaciones, más industrias y con todo esto más personas, la temperatura en la ciudad sube con respecto a su entorno rural [1], generando Islas de Calor endógenas, donde su control depende solo de reconocer las fuentes urbanas de generación de Gases Efecto Invernadero, o de establecer medidas urbanas de mitigación a estas emanaciones.

La Ciudadela Real de Minas (CRM) está establecida en el municipio de Bucaramanga y pertenece a una de las 17 comunas que conforman dicho municipio [2], a su vez está conformada por urbanizaciones asentadas desde aproximadamente el año 1980 cuando dejó de ser una terminal aérea y se convirtió en la zona de crecimiento residencial de la ciudad.

El acelerado crecimiento de las ciudades sin planificación previa, en función de las urgencias habitacionales o las oportunidades del mercado inmobiliario, ha modificado el necesario equilibrio entre naturaleza y ciudad. Por ello importantes áreas naturales son ocupadas sin un estudio previo de las características del medio físico y la compatibilidad de usos, generando de esta manera zonas de vulnerabilidad ambiental caracterizadas por la pobreza, las enfermedades, la delincuencia, la contaminación, la degradación del ambiente natural, etc [2]

En la zona de estudio el desarrollo urbano ha provocado pérdidas significativas de coberturas vegetales, cruciales a la hora de minimizar los impactos que están produciendo los fenómenos meteorológicos extremos. La competencia de espacio entre la naturaleza y la urbanización es cada vez más grande un ejemplo puntual de ello es lo que es hoy en día la ciudadela real de minas “una selva de cemento”.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El sector de la construcción contribuye en gran medida al impacto que la sociedad humana ejerce sobre su entorno. El impacto de los procesos constructivos se hace muy complejo cuando se miran las características particulares de las construcciones [3]: Un edificio tiene una duración de vida

relativamente larga; Un edificio interfiere con la naturaleza en todas las fases de su existencia; Un edificio es un producto complejo que consta de gran cantidad de materiales diversos y de componentes. Cada metro cuadrado construido conllevaría una emisión de 0,5 toneladas de dióxido de carbono (que variaría en función del diseño del edificio) considerando solamente el impacto asociado a los materiales [26].

En el caso de la Ciudadela Real de Minas, en la ciudad de Bucaramanga, se evidencian efectos causales históricamente consolidados, desde la década de los años 90, el sector tuvo una significativa explosión inmobiliaria, representada en una alta concentración de construcciones residenciales multifamiliares, con un deterioro y exterminio total de zonas verdes y microsistemas naturales dentro del conglomerado urbano.

Además, la sobreutilización de las pocas vías vehiculares del sector, genera unos altos niveles de contaminación atmosférica, caracterizados principalmente por el depósito de material particulado y gases efecto invernadero proveniente de tanto motor a combustión fósil, circulando en un limitado espacio y además, encerrados espacios, ya que las construcciones en propiedad horizontal que se popularizaron en el sector, eliminaron la posibilidad de corrientes de aire superficiales que faciliten la ventilación natural de este espacio.

Dada la conjugación de factores ya descrita y sus consecuencias hacia afectaciones climáticas por aumento de temperatura localizada y afectación por gases efecto invernadero, el desarrollo metodológico de la investigación se planteó para reconocer teóricamente el comportamiento de estas dos situaciones, cuantificándolo a través de las posibilidades de captura de CO₂ por las coberturas superficiales de la Ciudadela Real de Minas.

III. OBJETIVOS

A. *Objetivo general*

Evaluar los cambios sucedidos en la presencia de gases efecto invernadero (GEI) sobre la microzona de la ciudadela real de minas (CRM) por la transformación de su cobertura territorial urbana en el periodo 1995 – 2015.

B. *Objetivos específicos*

Describir la influencia de los procesos urbanos en la variación de GEI, Gas Carbónico, sobre la zona de estudio, en el periodo de tiempo propuesto.

Analizar los cambios en la cobertura superficial de la ciudadela real de minas entre los años 1995-2015.

Cuantificar la capacidad de captura del gas carbónico, en la ciudadela real de minas, a partir de la modificación de su cobertura superficial por sus procesos urbanísticos.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

Los gases de efecto invernadero o gases de invernadero son los componentes gaseosos de la atmósfera, tanto naturales como antropogénicos, que absorben y emiten radiación en determinadas longitudes de onda del espectro de radiación infrarroja emitido por la superficie de la Tierra, la atmósfera y las nubes. En la atmósfera de la Tierra, los principales gases de efecto invernadero (GEI) [11] son el vapor de agua (H_2O), el dióxido de carbono (CO_2), el óxido nitroso (N_2O), el metano (CH_4) y el ozono (O_3).

Hay además en la atmósfera una serie de gases de efecto invernadero (GEI) creados íntegramente por el ser humano, como los halocarbonos (compuestos que contienen cloro, bromo o flúor y carbono, estos compuestos pueden actuar como potentes gases de efecto invernadero en la atmósfera y son también una de las causas del agotamiento de la capa de ozono en la atmósfera) regulados por el Protocolo de Montreal [4]

Además del CO_2 , el N_2O y el CH_4 , el Protocolo de Kyoto establece normas respecto al hexafluoruro de azufre (SF_6), los Hidrofluorocarbonos (HFC) y los perfluorocarbonos (PFC).

El problema surge cuando aumentan significativamente. El incremento de su concentración en la atmósfera da como resultado una mayor captación de radiación infrarroja, que vuelve a ser emitida a la tierra con el consiguiente aumento de las temperaturas sobre la superficie, lo que conlleva un calentamiento global.

Los niveles de dióxido de carbono en nuestra atmósfera se han elevado cerca de un 40% desde el comienzo de la industrialización [5], y se espera que juegue un papel preocupante en el aumento de la temperatura de la Tierra. Las concentraciones de dióxido de carbono atmosférico han variado substancialmente en la historia pre-humana de nuestro planeta, y ha tenido impactos profundos sobre las temperaturas mundiales en el pasado.

¿Se están poniendo más calientes las ciudades? [13] A medida que las ciudades agregan calles, edificaciones, industria, y gente, las temperaturas en la ciudad suben con respecto a sus entornos rurales, creando así una isla de calor. Con el incremento del desarrollo urbano, las islas de calor pueden aumentar en términos de su frecuencia y magnitud. Estas islas de calor producen impactos que se extienden desde escalas locales hasta escalas globales, y realzan la importancia de la urbanización para el cambio del medio ambiente.

Isla de calor urbana es el nombre que se usa para describir el calor característico tanto de la atmósfera como de las superficies en las ciudades (o áreas urbanas) comparadas con sus entornos no urbanizados. La isla de calor es un ejemplo de modificación climática no intencional cuando la urbanización le cambia las características a la superficie y a la atmósfera de la tierra [4].

Varios factores contribuyen a la ocurrencia e intensidad de las islas de calor [6]:

El clima, en particular el viento y las nubes, influyen en la formación de islas de calor. Las magnitudes de la isla de calor son mayores bajo condiciones climáticas calmadas y claras. La localización geográfica influye sobre el clima y la topografía de la zona, así como sobre las características de los alrededores rurales de la ciudad.

La hora del día y estación del año: Las islas de calor de ciudades localizadas en latitudes medias, generalmente son más fuertes en el verano o en el invierno. En climas tropicales, la estación seca puede favorecer grandes magnitudes de las islas de calor.

La forma de la ciudad incluye los materiales usados en la construcción, las características de las superficies de la ciudad, tales como las dimensiones y espaciamiento de las edificaciones, las propiedades térmicas, y la cantidad de espacios verdes.

En este último particular, si bien los materiales de construcción no son agentes captadores de CO_2 , los procesos constructivos y las construcciones como tal, si tiene una influencia sobre la captura de CO_2 , por consiguiente, en un entorno urbano, las construcciones deben tener una influencia sobre las condiciones climáticas particulares ciudad a ciudad [7].

El estudio se realizó en el municipio de Bucaramanga, Ciudadela Real De Minas [8] (Departamento de Santander, Colombia), ubicados con coordenada de referencia $7^{\circ}6'9''N$ $73^{\circ}7'29''W$. En El sector la ciudad está conformada por urbanizaciones tradicionales que consolidaron la zona dentro de la ciudad [9]: Macaregua, Ciudad Bolívar, Los Almendros, Plazuela Real, Los Naranjos, Plaza Mayor, Plazuela Real, entre otras.



Imagen. 1. Zona de estudio, Ciudadela Real de Minas, Bucaramanga

A. Metodología

La investigación se fundamenta en una metodología descriptiva propositiva.

Descriptiva [10]: Porque se trabaja sobre la realidad de los hechos y sus características esenciales, es la interpretación correcta. Este tipo de investigación comprende la descripción, registro, análisis e interpretación del fenómeno del estudio, ya que su meta no se limita a la recolección de datos, sino a la predicción e identificación de las relaciones que existen entre dos o más variables.

Propositiva [10]: Porque es una actuación crítica y creativa, caracterizado por planear opciones o alternativas de solución a los problemas suscitados por una situación.

En la ejecución del proyecto se trabajaron momentos secuenciales:

Uno, recopilar la información urbana espacial que documente la historia de la zona y en especial la evolución de sus intervenciones urbanas en los últimos 20 años, dando especial atención a documentar la transformación de espacio abiertos y zonas verdes, por espacio construidos y consolidación de edificaciones.

Dos, la cuantificación de transformación de áreas verdes por áreas construidas para identificar la variación de elementos del paisaje potencialmente captadores de CO₂, esto para identificar procesos urbanos de equilibrio ambiental.

Tres, Cuantificar niveles de captura de CO₂, en el horizonte de 20 años, a partir de los elementos del paisaje que se identifiquen.

Para llevar a cabo el estudio se ejecutaron las siguientes fases:

1. Recolección de información. Se trabajaron los momentos debidos para lograr la documentación, proveniente de fuentes secundarias, que permitiera reconstruir la zona de estudio, en toda su evolución desde el año 1995 hasta el año 2015. Para esto, se acudió a entidades como la autoridad ambiental, Area Metropolitana de Bucaramanga, CDMB Corporación para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga, biblioteca municipal y Sociedad de Mejoras Públicas como importante documentador del estilo urbano de Bucaramanga

2. Identificación de cobertura superficial multitemporal en la ciudadela real de minas (CRM). En esta fase, se identificaron las coberturas de la zona de estudio mediante el uso del software ARCGis

3. Análisis de resultados. Se realizó una identificación de la capacidad de captación de dióxido de carbono (CO₂) durante 20 años (1995-2015), con las coberturas de la zona plenamente identificadas, obteniendo como resultado las modificaciones del territorio por procesos de urbanización y esto cómo alteró las condiciones medioambientales de la Ciudadela Real De Minas (CRM).

V. RESULTADOS Y HALLAZGOS

El análisis multitemporal de la zona de trabajo, permitió analizar, a través de imágenes google y sobreponiendo polígonos de coberturas por ARcGIS, los cambios de coberturas que se han presentado en la zona. Esta interpretación es intuitiva visual, no se interrelaciona con ninguna otra fuente de información que aporte a la interpretación de la imagen.

Al trabajar en el periodo de 20 años, se asumieron los tiempos de 1995, 2005, 2010 y 2015 (no fue posible encontrar información para el momento del año 2000, por lo cual se asume un intervalo inicial de diez años de cambio en la zona de estudio).

En la Imagen. 2 y Imagen. 3 es claro que el avance de la construcción sobre las coberturas naturales, es total en la zona de estudio, esto se puede expresar mediante valores, llevándolo a proyecciones teóricas de capacidad de captura de carbono, de las coberturas naturales existentes en cada intervalo de tiempo.

Se realizó una identificación del área que ocupa cada una de ellas en la zona de estudio, de igual manera se estableció un número estimado de árboles existentes (asumiéndolos en promedio de edad de 10 años), estos datos se tomaron a partir del inventario forestal realizado por la autoridad ambiental área metropolitana de Bucaramanga, realizado en el año 2015, pero que no es completo sobre el sector, dado que no contempla las especies arbóreas en los conjuntos residenciales de la zona.

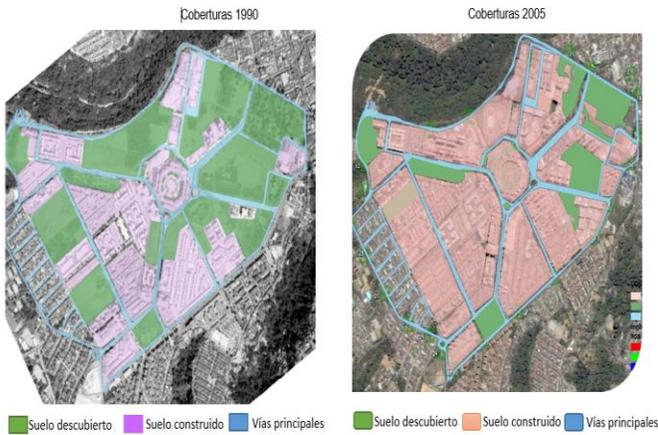


Imagen. 2. Cobertura del Paisaje en CRM 1990 y 2005. Googlemaps 2016

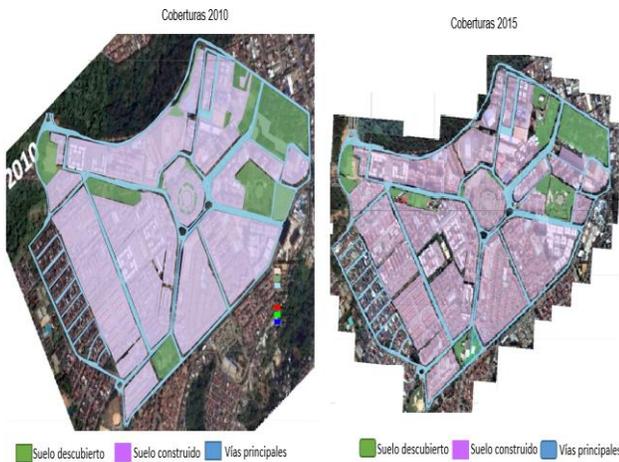


Imagen. 3. Coberturas del Paisaje en CRM 2010 y 2015. Googlemaps 2016

Coberturas de 1995.

En esta imagen de satélite procesada por ARCGIS se observa una gran cobertura de suelo descubierto, donde aún no hay un gran desarrollo urbanístico. Por reconocimiento histórico del sector, se deduce que las zonas aun no construidas, correspondían, al parque de las cigarras, al lote de las cigarras, lotes que hoy son conjuntos residenciales como torres de las cigarras, torres de mardel, conjunto san Valentín, conjunto Macaregua, lote del AMB, lote frente a marsella real, cancha de tierra junto al torres de la contraloría, recrear de ciudad bolívar, zonas verdes aledañas a la calle de los estudiantes, entre otros.

Coberturas 2005.

En el transcurso de 10 años podemos evidenciar el gran impacto que presentó la ciudadela por el desarrollo urbanístico que aumentó la cobertura de suelo construido y disminuyó en gran proporción de las coberturas verdes.

Coberturas 2010.

El desarrollo urbanístico aún está presente en estos 5 años más de análisis, reflejando cada vez más la pérdida de la cobertura de suelos verdes y el enfoque de la ciudadela en las construcciones verticales. Las pocas zonas verdes con la que cuenta la ciudadela para el año 2005 son el parque de las cigarras, el lote de la AMB, el lote en frente del conjunto marsella real, el lote frente a las cigarras y hacia atrás del parque, la cancha de tierra junto al conjunto de torres de la contraloría entre otros.

Coberturas 2015.

Finalmente la ciudadela real de minas solo cuenta con algunas zonas verdes que son exclusivamente al parque de las cigarras, algunos lotes como el del AMB y el lote enfrente de marcella real, la cancha junto al conjunto de torres de la contraloría, entre otro; que no son espacios de reforestación necesarios ante el gran desarrollo urbanístico que ameritó la destrucción de cientos de árboles y varias hectáreas de la zona, lo cual ha desequilibrado la calidad ambiental con la que real de minas contaba.

A partir de las áreas de las coberturas previamente definidas se realiza la identificación de la captura de CO₂, mediante el cálculo teniendo en cuenta no solo el área que tiene las coberturas definidas, sino que también le valor estimado de captura del CO₂ que se asumió de la información del Panel gubernamental para el cambio climático (IPCC, 2016) en el 2003 especificado en la TABLA 2.

TABLA 1

Parámetros /Años	1995	2005	2010	2015
Arboles (edad Promedio de 10 años) u/n	2.500	2.300	2.000	1.700
Áreas construidas (hectáreas)	32	48	51	52
Áreas de vías principales (hectáreas)	10	10	10	10
Áreas suelo descubierto (hectáreas)	23	7	4	3

ÁREAS DE LAS COBERTURAS DE LA CRM
FUENTE: (CARRILLO & GUEVARA, 2017)

TABLA 2
VALOR DE CAPTURA DE CO₂ PGCC

Captura de CO ₂ (tC/Ha)	
suelo	árboles en promedio de edad de 10 años
100	20

FUENTE: (CARRILLO & GUEVARA, 2017)

Ya con los datos de la captura de CO₂ teórica se procedió al cálculo de la captura en la zona de estudio por producto

simple entre área y captura teórico promedio. Estos se pueden ver en la TABLA 3

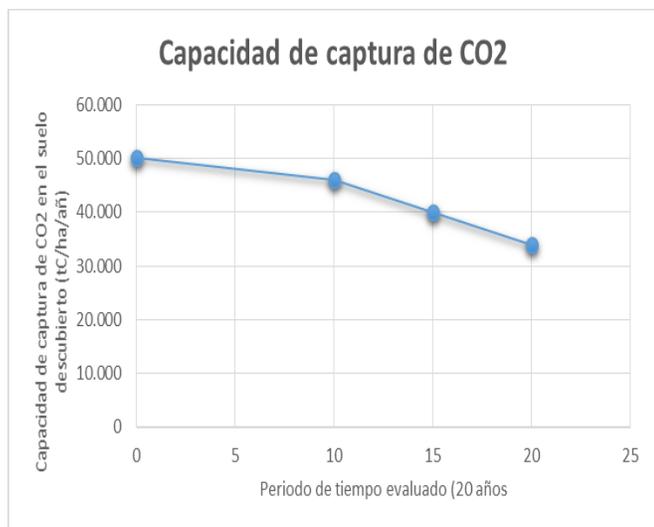
TABLA 3
CAPACIDAD DE CAPTURA DE CO₂

Años	0	10	15	20
Parámetros	Almacenamiento 1995	Almacenamiento 2005	Almacenamiento 2010	Almacenamiento 2015
Arboles (edad Promedio de 10 años)	2.500	2.300	2.000	1.700
Áreas suelo descubierto (hectáreas)	23	7	4	3
Captura de CO ₂ arboles (tC/Ha/año)	50.000	46.000	40.000	34.000
Captura de CO ₂ suelo descubierto (tC/Ha/año)	2.300	696	424	300

FUENTE: (CARRILLO & GUEVARA, 2017)

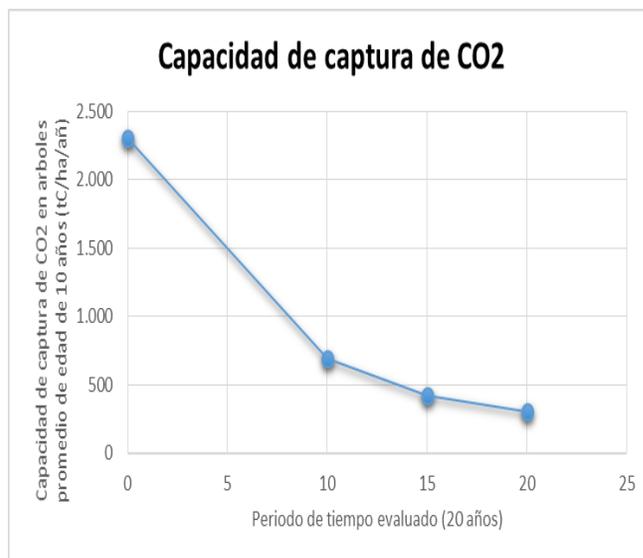
Este resultado es alarmante ya que estas áreas verdes son cruciales a la hora de minimizar los impactos que están produciendo los fenómenos meteorológicos extremos. Las construcciones actuales no cuentan con procesos limpios donde integren el ambiente con los avances tecnológicos que permitan a dichas construcciones la captura de CO₂.

La Gráfica 1, evidencia la tendencia en la pérdida de la capacidad, que la ciudadela real de minas tiene, para capturar el CO₂ en el periodo de tiempo analizado. Todo esto generado por la pérdida de los suelos descubierto que se tienen en el área de estudio y que en un periodo de 20 años han desaparecido casi por completo, ya que los procesos de urbanización en la zona durante estos 20 años han sido muy intensos.



Gráfica 1. Nivel estimado de Captura de CO₂ en el suelo descubierto en la zona de trabajo

La Gráfica 2 muestra como la pérdida de zonas verdes y su reemplazo por áreas construidas ha disminuido enormemente la capacidad de captura de CO₂. Esta situación se explica sencillamente por la desaparición de arbolado urbano en la mediana en que aparecían superficies construidas. Las zonas verdes al estar conformadas por coberturas arbóreas simples, por su proceso natural de fotosíntesis, capturaban CO₂ del ambiente. Como ya se mencionó antes, las construcciones no capturan CO₂, por consiguiente el acumulado histórico del área de estudio, muestra la curva descendente que se materializa en el gráfico 2.



Gráfica 2. Pérdida de Capacidad de Captura de CO₂ en la zona de trabajo

Uno de los procesos antrópicos que más han contribuido con la generación de gases efecto invernadero, es la consolidación de vías vehiculares, como elementos urbanos esenciales en el desarrollo de la construcción. En el periodo de análisis, esta cobertura llega a ser de 10 ha construidas. El valor no fue significativo debido a que hay que tener en cuenta que antes del periodo de tiempo establecido para el estudio a realizar; estaba ya construido el Aeropuerto Gómez Niño y que para la fecha de inicio de este estudio sobre 1995 no existía ya ese aeropuerto, pero aun había quedado rastro de éste en sus vías.

VI CONCLUSIONES

Este resultado es alarmante ya que estas áreas verdes son cruciales a la hora de minimizar los impactos que están produciendo los fenómenos meteorológicos extremos. Las construcciones actuales no cuentan con procesos limpios donde integren el ambiente con los avances tecnológicos que permitan a dichas construcciones la captura de CO₂.

La pérdida de la capacidad que la ciudadela real de minas tiene para capturar el CO₂ en el periodo de tiempo analizado, radica fundamentalmente en la pérdida de los suelos descubierto que se tienen en el área de estudio y que en un periodo de 20 años han desaparecido casi por completo ya que los procesos de urbanización en la zona durante este tiempo han sido muy intensos.

La pérdida de zonas verdes y su reemplazo por áreas construidas ha disminuido enormemente la capacidad de captura de CO₂. Esta situación se explica sencillamente por la desaparición de arbolado urbano en la medida en que aparecerían superficies construidas. Las zonas verdes al estar conformadas por coberturas arbóreas simples, por su proceso natural de fotosíntesis, capturaban CO₂ del ambiente. Como ya se mencionó antes, las construcciones no capturan CO₂, por consiguiente el acumulado histórico del área de estudio disminuye en el tiempo.

Los resultados confirman cómo las actividades de urbanización y expansión vial de las que se han estado hablando en esta investigación ha provocado el llamado desequilibrio en el clima que puede modificar los elementos del clima como: Precipitación y temperatura. al tener problemas con más de alguno de los elementos o factores del clima es lo que está provocando hoy en día el calentamiento global o cambio climático.

La ciudadela real de minas requiere con gran prontitud la implementación de un plan de adaptación y mitigación al cambio climático, ya que el proceso de urbanización y expansión vial de la zona, ha deteriorado la calidad ambiental de la zona y pronto la comunidad sentirá con más rigor el cambio climático.

REFERENCIAS

- [1] Actionbio., <http://www.actionbioscience.org/esp/ambiente/voogt.html>, (Noviembre 2012 De 2016)..
- [2] V. Jen, *Problemas-Ambientales-Y-Sociales-En-Las-Ciudades.*, <http://calidigital.co/component/content/article?id=73>., (Octubre De 12 De 2016).
- [3] U. A. S. S. Z. B. I. & D. D. G. Aranda, *Impacto-De-Los-Materiales-De-Construccion-Analisis-De-Ciclo-De-Vida*, <http://www.ecohabitar.org/>., 18 De 12 De 2016.
- [4] IDEAM, *Gases+De+Efecto+Invernadero+Y+El+Cambio+Climatico*, <http://www.ideam.gov.co/Documents/21021/21138/Gases+De+Efecto+Invernadero+Y+El+Cambio+Climatico.Pdf/7fabbbd2-9300-4280-Befe-C11cf15f06dd>., 12 De 12 De 2016.
- [5] J. Bergman, *Carbon Dioxide*, 12 De 12 De 2016: http://www.windows2universe.org/physical_science/chemistry/carbon_dioxide.html&lang=sp&edu=high.
- [6] I. A. Iacb, *Climatologia, Islas de Calor*, <http://www.actionbioscience.org/esp/ambiente/voogt.html>., 20 De 11 De 2016.
- [7] L. Eperjesi, *El Hormigón Como Fuente De Captación Del Dióxido De Carbono Atmosférico*, Disponible En <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/47487>., 2015.
- [8] C. DNP, *Ciudades Dentro De La Ciudad. La Política Urbana Y El Plan De Desarrollo En Colombi*, Bogota: Ediciones Tercer Mundo., 1974.
- [9] E. Ardila, *-De-Terminal-Aerea-A-Plaza-Mayor.*, Bucaramanga: <http://www.vanguardia.com/historico/79164>, OCTUBRE 2010.
- [10] UNIVERSIA, «universia.com,» Tipos de investigación: Descriptiva, Exploratoria y Explicativa, 2017. [En línea]. Available: <http://noticias.universia.cr/educacion/noticia/2017/09/04/1155475/tipos-investigacion-descriptiva-exploratoria-explicativa.html#>. [Último acceso: 2017].
- [11] P. G. Ipc, Good Practice Guidance For Land Use, Land-Use Change And Forestry. Obtenido De ., 2016. [En línea]. Available: http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gpplulucf/gpplulucf_files/gpg_lulucf_full. [Último acceso: 2017].
- [12] J. Voogt, «Islas de Calor en Zonas Urbanas: Ciudades Más Calientes,» <https://castorluxerias.blogspot.com.co/2009/08/ciudades-mas-calientes.html>, 2015.
- [13] Rueda, G. N. (2003). Bucaramanga. Paradojas De Un Ordenamiento Urbano. Bucaramanga: Universidad Santo Tomas.
- [13] Upme, Unidad de Planeación Minero Energética “Colombia y el protocolo de Kioto [online]. [Citado 9 abr ., 2016]. Disponible en https://unfccc.int/files/adaptation/adverse_effects_and_response_measures_art_48/application/pdf/200310_ed_paper_colombia.pdf 5. 6.
- [14] Valentino, jen “Problemas ambientales y sociales de las ciudades” [online]. Jun. 2015 [citado 8 abr ., 2016]. Disponible en <http://www.calidigital.co/impactosocial/73-problemas-ambientales-y-sociales-en-las-ciudades>.
- [15] Geographic, national “¿qu é e s e l c a l e n t a m i e n t o g l o b a l ? ” [online]. 2015 [Citado 9 abr., 2016].

Disponible en <http://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/calentamientoglobal/calentamiento-global-definicion>

- [16] Hernández, Olga “análisis multitemporal de la cobertura vegetal del municipio del distrito central años 1987 y 2006” [online]. Oct. 2012 [citado 10 abr ., 2016]. Disponible en http://faces.unah.edu.hn/mogt/images/stories/PDF/Tesis/13_Tesis_Olga_Hernandez_2012.pdf
- [17] Ipcc, panel gubernamental de cambio climático “Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry” [online]. Ene 2003 [citado 27 May ., 2016]. Disponible en http://www.ipccnggip.iges.or.jp/public/gpoglulucf/gpoglulucf_files/GPG_LULUCF_FULL.pdf.
- [18] Veracruzana, foresta “Potencial de captura y almacenamiento de co2 en el valle de perote” [online]. Marzo 2012 [citado 20 may ., 2016]. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49724122003>
- [19] Chapa Daniel, Sosa Joaquín y De Alba Abraham “Estudio multitemporal de fragmentación de los bosques en la Sierra Fría” [online]. Mayo 2007 [citado 8 jun ., 2016]. Disponible en http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-04712008000100004
- [20] CDMB. “Red de monitoreo de calidad del aire del área metropolitana de Bucaramanga” [online]. 2006 [citado 20 agos ., 2016]. Disponible en http://caracoli.cdm.gov.co/cai/cai2/docs/Informe_Anuar_2006.pdf
- [21] CDMB. “informe anual de calidad del aire de Bucaramanga 2007” [online]. 2007 [citado 20 agos ., 2016]. Disponible en http://caracoli.cdm.gov.co/cai/cai2/docs/Informe_Anuar_2007.pdf
- [22] CDMB. “informe anual de calidad del aire de Bucaramanga 2008” [online]. 2008 [citado 20 agos ., 2016]. Disponible en http://caracoli.cdm.gov.co/cai/cai2/docs/Informe_2008.pdf
- [32] CDMB. “informe anual de calidad del aire de Bucaramanga 2009” [online]. 2009 [citado 20 agos ., 2016]. Disponible en http://caracoli.cdm.gov.co/cai/cai2/docs/Informe_IBUCA_2009.pdf.
- [24] CDMB. “informe anual de calidad del aire de Bucaramanga 2010” [online]. 2010 [citado 20 agos ., 2016]. Disponible en http://caracoli.cdm.gov.co/cai/cai2/docs/Informe_Calidad_Aire_2010.pdf.
- [25] CDMB. “informe anual de calidad del aire de Bucaramanga 2011” [online]. 2011 [citado 20 agos ., 2016]. Disponible en http://caracoli.cdm.gov.co/cai/cai2/docs/Informe_Anuar_2011.pdf
- [26] I. Z. B. S. D. d. G. Alfonso Aranda Usón y Sabina Scarpellini, «Impacto de los materiales de construcción, análisis de ciclo de vida,» *EcoHabitat*, nº 40, 2014.