

CAUSAS Y EFECTOS DEL CAMBIO CLIMATICO COMO SE MIDE QUE SE PUEDE HACER

¿Qué es el Clima?

La fuente de energía que hace habitable nuestro planeta es el Sol. Su energía llega a la Tierra en forma de luz Ultravioleta, que atraviesa la atmósfera y al incidir sobre cualquier objeto, cede su energía en forma de calor, que es irradiado al ambiente en forma de luz infrarroja, invisible al ojo humano.

La atmósfera de la Tierra, compuesta por 78% Nitrógeno y 21% Oxígeno, contiene además vapor de agua, Dióxido de Carbono (CO₂) y otros gases. Estos últimos dificultan la salida de la luz infrarroja al espacio y mantienen la temperatura de la Tierra, en el rango que permite la Vida.

El espacio exterior es helado. Su temperatura está casi en el cero absoluto (-273°C). La atmósfera que rodea la Tierra es el abrigo que mantiene la temperatura que ha favorecido la vida en la Tierra. La presencia de gases como el vapor de agua, el CO₂ y otros gases que dificultan la salida del calor recibido del Sol al espacio y que por eso se llaman Gases de Efecto Invernadero, son los que regulan la pérdida de calor al espacio exterior. Si no existieran estos gases en la atmósfera, la Tierra perdería todo el calor recibido del Sol y se congelaría.

En la historia geológica de la tierra ha habido 5 Glaciaciones, la última que empezó hace 110,000 años y culminó hace 10,000, permitiendo el surgimiento de un período interglacial conocido como Holoceno, en el que aún nos encontramos. En esas glaciaciones y por ausencia de gases de efecto invernadero en la atmósfera, la tierra se congeló por varios miles de años.

Lo que permitió poner fin a este estado se debió a la actividad volcánica que volvió a enriquecer paulatinamente la atmósfera con metano y otros gases, que finalmente permitieron retener el calor del sol en la Tierra y poner fin a la Glaciación.

Es pues claro que es absolutamente necesaria la presencia de gases de efecto invernadero en la atmósfera, que su equilibrio debe mantenerse y que una falta o un incremento desproporcionado e incontrolable en la atmósfera, especialmente si es causado por la actividad humana, es necesario controlar.

También es bueno recordar que por la Ley de los Gases (Boyle – Mariotte - 1675) estos se distribuyen uniformemente en el recipiente que los contenga. Por esto, sin importar en cual lugar del Planeta se emite un gas, Australia o África o China o USA, en un tiempo corto, cada gas emitido se distribuye en toda la atmósfera terrestre. Por eso la lucha contra el aumento desproporcionado de estos gases, tiene que provenir de una acción global.

Cambio Climático y Calentamiento Global

Los términos *calentamiento global* y *cambio climático* a menudo se usan indistintamente, pero de forma más precisa *calentamiento global* es el incremento en las temperaturas de superficie y su aumento proyectado es causado predominantemente por actividades humanas (antrópico), mientras que *cambio climático* incluye tanto el calentamiento global como sus efectos en el clima

En la siguiente tabla se muestra la vida atmosférica y el potencial de calentamiento en relación con el CO₂ de varios gases de efecto invernadero que están entrando a la atmósfera por la intervención humana:

Nombre del gas	Fórmula química	Años de vida	Potencial de calentamiento global (PCA) para un tiempo determinado		
			20 años	100 años	500 años
Dióxido de carbono	CO ₂	30–95	1	1	1
Metano	CH ₄	12	84	28	7.6
Óxido nitroso	N ₂ O	121	264	265	153
Diclorodifluorometano	CCl ₂ F ₂	100	10 800	10 200	5 200
Clorodifluorometano	CHClF ₂	12	5 280	1 760	549
Tetrafluorometano	CF ₄	50 000	4 880	6 630	11 200



Causas del cambio climático

- **Deforestación de Bosques Naturales:** la agricultura, la minería a cielo abierto y la ganadería son las principales actividades económicas dedicadas a la tala de árboles. Los incendios forestales se han multiplicado. En Colombia a estos se suman los narco cultivos.
- **Aumento desproporcionado de gases de efecto invernadero:** provocado por el uso de electricidad, fertilizantes, la extracción y quema de combustibles fósiles, el transporte, el consumo de bienes y servicios, el aire acondicionado y el urbanismo.

- **Crecimiento acelerado de la población:** el aumento de la cantidad de habitantes influye en la producción de gases que exacerban el efecto invernadero.

Cambio Climático en Colombia

Los primeros esfuerzos en el análisis del tema del cambio climático reciente en Colombia han quedado compilado en los trabajos de Lozano & Pabón (1995).

Al sintetizar los resultados se puede establecer que, durante la segunda mitad del siglo XX, en diversas regiones del país la temperatura media del aire está aumentando a razón de 0.1 a 0,2° por decenio y la temperatura máxima en alrededor de 0,6°C, en tanto que la precipitación presentó cambios entre el -4% y el 6% por decenio.

La expresión contundente del calentamiento global y del cambio climático en el territorio colombiano es la reducción del área de los glaciares de montaña. Entre 1940 y 1985 desaparecieron en Colombia ocho glaciares y actualmente sólo existen cuatro nevados: Huila, Ruiz, Santa Isabel y Tolima y dos sierras nevadas (Cocuy y Santa Marta). Se estimó que a finales del siglo XX la recesión en lenguas glaciares era del orden de 15 a 20 metros/ año y que la pérdida de espesor variaba entre 1-2 metros/año (Flórez, 1992b).

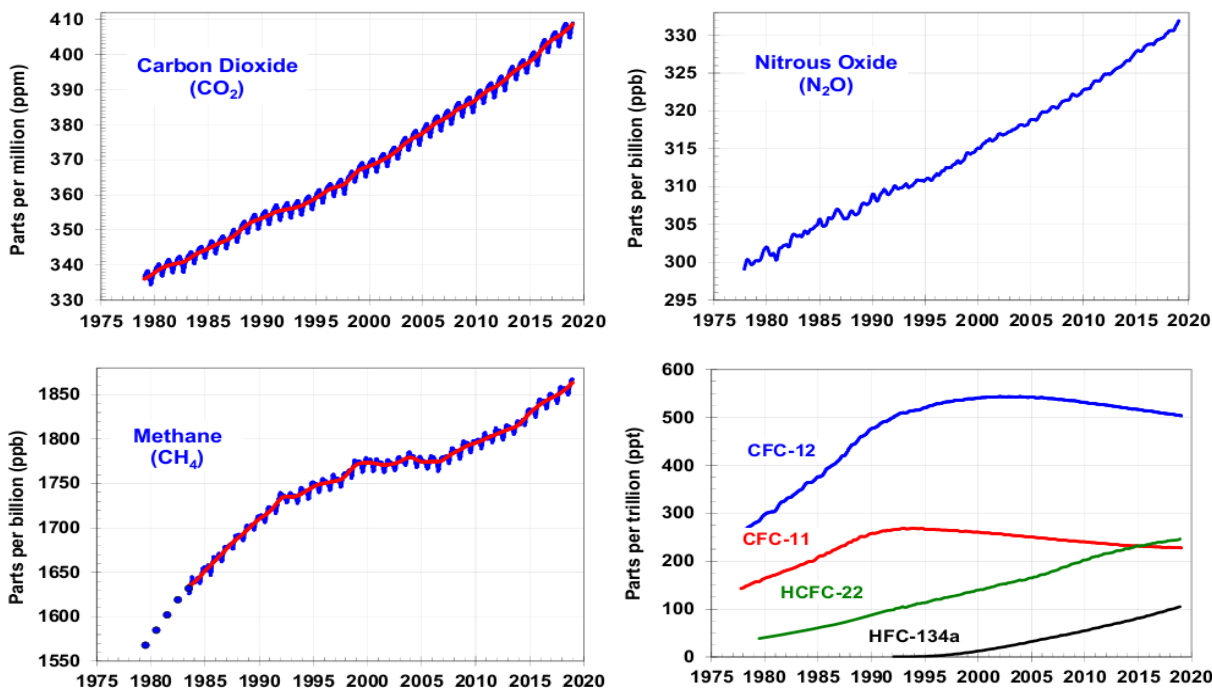
Recientes estimaciones del retroceso glaciar, basadas en observaciones del primer decenio del siglo XXI, señalan un ritmo de 20-25 metros por año y proyectan una desaparición de los glaciares entre el decenio de 2030 y 2040.

Proyecciones para Colombia 2020- 2100

Con un escenario de duplicación del CO₂ en donde se analizaron cambios de la temperatura media del aire y de la precipitación anual para 24 regiones del territorio colombiano, el calentamiento podría estar entre 2 y 4°C con relación a las temperaturas del período 1961-1990 en la mayor parte del territorio nacional, pero hay regiones en las que podría sobrepasar los 4°C localizados en el Valle del Magdalena y en la región Caribe.

En cuanto a la precipitación, los dos escenarios sugirieron para las regiones interandina y Caribe reducciones de más del 30% en la cantidad anual de lluvias, localizados en Tolima, Huila, Altiplano cundiboyacense, litoral central Caribe y en la Península de La Guajira.

En el piedemonte oriental de la Cordillera Oriental y en la región Pacífica habría aumentos de más del 30%.

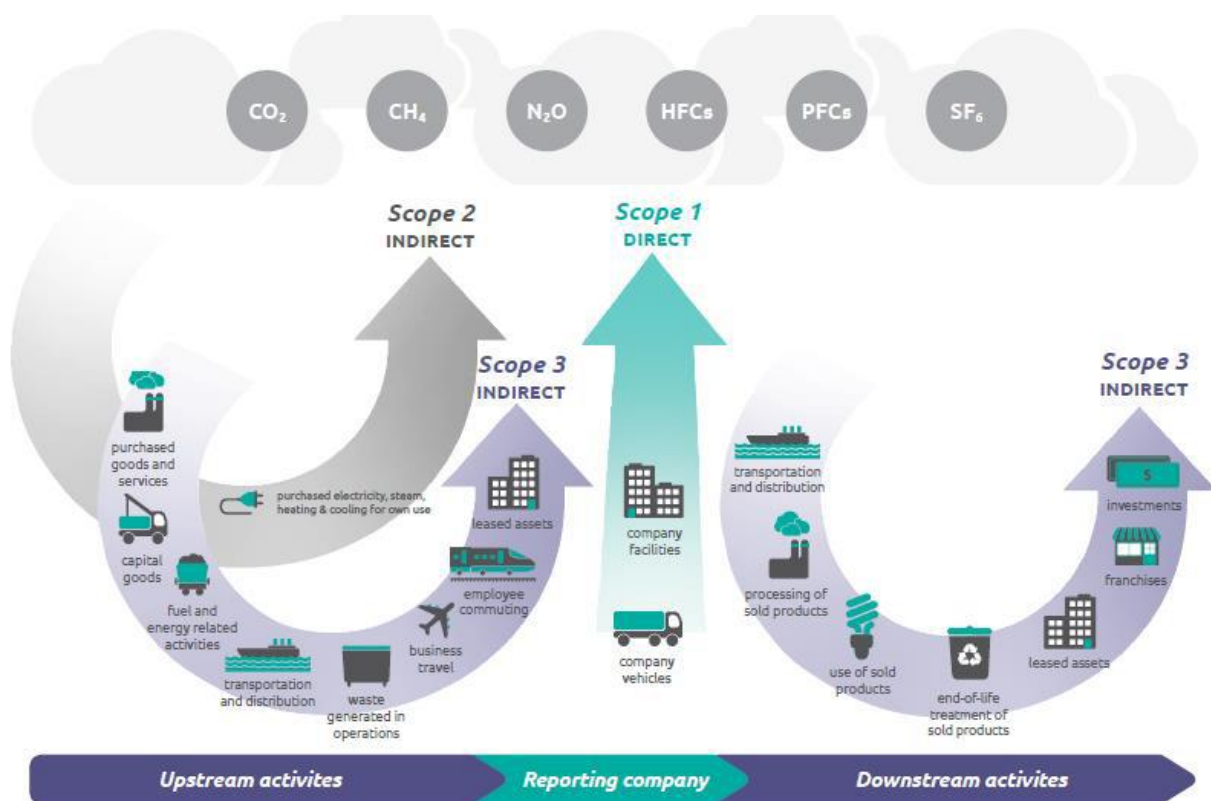


Huella de Carbono

Este es el indicador más importante y más conocido para medir la influencia de cualquier persona, empresa o actividad sobre el medio ambiente e incluye dos áreas específicas:

AREA 1.- La medición de todos los gases de efecto invernadero (GEI), emitidos a la atmósfera en un periodo de tiempo, generalmente un año, que incluyen Dióxido de Carbono (CO₂), Metano (CH₄), Óxido de Nitrógeno (N₂O) y el grupo de los gases refrigerantes (HFCs), (PFCs), (SF₆), (NF₃), todos los anteriores expresados como Dióxido de Carbono equivalente (CO₂) y que son generados por la operación de la persona o empresa que se está evaluando.

Para cualquier empresa, en nuestro caso un **Club Campestre**, el estudio parte de todas las actividades que causan emisión **nueva** de CO₂ a la atmósfera bien sea directamente, como es el caso de la quema de combustibles o el uso de energía eléctrica, por la compra de equipos y maquinaria o por la utilización de insumos, en el periodo de estudio, que hayan tenido durante su fabricación y transporte al Club, emisiones de CO₂ a la atmósfera, las cuales se contabilizan y se le cargan al usuario final, tal como está estipulado en el Protocolo de Kioto y en las Normas ISO 14000.



AREA 2.- La parte de absorción de Dióxido de Carbono, en la que por efecto de la Fotosíntesis, en los árboles, pastos y plantas del Club, el CO₂ del aire es absorbido y se combina con el agua que nutre la planta para formar material celulósico y retornar Oxígeno al aire. En este proceso los árboles y plantas ganan peso y la medición del aumento de peso en un período de tiempo determina la cantidad estequiométrica del CO₂ absorbido en ese periodo.

AREA 1 - Como se miden las Emisiones

Esta parte debe basarse en los consumos del Club durante el año, según las facturas pagadas por todos y cada uno de los energéticos, por los insumos consumidos y por todos los equipos y repuestos comprados para la operación, manejo, cuidado, mantenimiento y seguridad de las instalaciones del Club durante el año.

La parte de Electricidad, Gas Natural y Combustibles como Gasolina y Diésel es sencilla pues las facturas contables vienen discriminadas y la UPME publica los factores de emisión para cada producto en Colombia.

Para equipos nuevos adquiridos, hay información en la Web sobre la cantidad de energía usada en su manufactura, su vida útil y su disposición final. Un ejemplo de esto son los equipos electrónicos, ahora tan de moda por el trabajo a distancia, que se muestra a continuación:

BASIC DATA FOR CO2 EMISSIONS

Power Consumption by Equipment	Operation KWH/H	Manufacture KWH	Disposition KWH	Useful life Years	Total Consumption KWH/H
Personal Computer	0.020	1633	16.33	4	0.067
Desktop	0.071	1800	22	5	0.113
Server	4.567	1900	40	6	4.604
Transmission system	0.421	800	20	6	0.437
Disk Storage per GB	0.200	600	15	6	0.212
Videobeam	0.060	500	7	5	0.072
Pantalla LCD 21"	0.050	650	15	5	0.065
Cellular phone	0.012	1200	14	3	0.058

Como información anecdótica, con los datos anteriores un punto a considerar es el impacto real de los equipos electrónicos y de comunicación en donde el término "VERDE" para estos equipos debe validarse.

Dos ejemplos ilustran esto: si se lee un periódico usando un Laptop o un Celular por más de media hora, se consume más energía que leyendo el periódico físico. Si un libro que pese 0.5 kilos se lee en línea por más de 7 horas, se usa más electricidad que teniendo el libro físico. Además, el libro puede consultarse varias veces, ser leído por otros y tiene un valor al reciclarse, que la información electrónica no tiene.

Para medir la emisión de otros elementos que se usaron, es necesario obtener los registros contables de la totalidad de los ítems comprados y su costo. Con este listado, se aglutinan las compras por grupos, por ejemplo Textiles, que incluyen manteles, servilletas, toallas, uniformes de todos los empleados, etc. Obtenido el valor total, hay indicadores que expresan el precio por kilogramo, en este caso de Textiles, pero los hay también para Papelería, Cristalería, Jabones y Detergentes, Repuestos Mecánicos o Electrónicos, para dar algunos ejemplos. Con esta información, hay datos disponibles que indican la emisión de CO2 por kg de cada producto lo que permite preparar una tabla como la que se muestra a continuación:

EJEMPLO DE EMISIONES DE UN CLUB

Item	Unidades	Ene- Sept. 2021	tons CO2 eq
Elect Generada	kw-hr	310,120	-297.72
Gas Natural	m3	153,677	397.25
Gasolina	Galones	6,416	56.46
Diesel	Galones	8,281	83.64
Propano	Libras	5,220	1.95
Motos Vigilancia		7	8.96
Herbic, Fung y Otros, Fertilizantes		36	7.3
	Sub Total		257.84
Electricidad	kw-hr	1,260,900	209
Refrigerantes		25	283
	Sub Total		491
Papel comprado kg		6,099	11.16
Jabones y Detergentes kg		5,215	9.13
Vidrio y Loza kg		835	1.17
Recipientes Plasticos kg		2,615	5.49
Insumos varios kg		8,726	9.60
Textiles y Ropa de Trabajo kg		3,805	7.23
Repuestos kg		3,042	1.61
Viajes en Avion		10	1.43
Noches de Hotel		25	0.88
Heno a Caballerizas t		628	16.69
Carros para llegar al trabajo		84	86.22
Personas en Bus al trabajo		203	59.70
Motos para llegar al trabajo		177	49.69
Bicicleta		10	0.00
	Sub Total		260.00
Desperdicios y Basuras			9.59
	Sub Total		1,018.93
Material Reciclado t		10.49	-8.27
Otros Servicios al Club			28.84
Emision Total			1,039.49

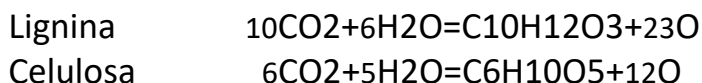
En este estudio no se consideraron los alimentos, pues independientemente del lugar donde estén las personas, éstas deben alimentarse y no hay por ello una variación **nueva** de carbono a la atmósfera por tomar los alimentos en el Club.

En este estudio tampoco se incluyó la emisión de **Metano (CH4)**, generada por la fermentación entérica en el ciclo de digestión de los caballos alojados en las instalaciones del Club. La razón es que la Huella de Carbono debe incluir solamente **las emisiones nuevas, causadas por la operación**. Si el Club parara su funcionamiento, los caballos serían retirados del Club y llevados por sus dueños a otros sitios y su emisión entérica de Metano continuaría.

2.- ABSORCIÓN DE DIÓXIDO DE CARBONO

La masa vegetal de un Club está compuesta por la totalidad de los árboles existentes, prados, arbustos, jardines, setos vivos, áreas de bosque natural, palmeras, árboles en crecimiento y plantas ornamentales en general.

Los árboles y plantas al respirar toman CO2 del aire y por medio de la energía del Sol y la Fotosíntesis lo combinan químicamente con el agua de la planta para formar Celulosa y Lignina, constituyentes principales de la masa vegetal y emiten Oxígeno al aire. Las reacciones químicas son:



En este proceso, la masa vegetal gana peso y la medición del aumento de peso en el período estudiado, permite calcular la absorción estequiométrica del CO2 y la emisión de Oxígeno al aire. Para calcular la absorción de Dióxido de Carbono por prados, arbustos, jardines y demás biomasa vegetal de un Club, se calculan las áreas de acuerdo a los Planos existentes, para obtener el área plantada de cada uno. Hay estándares que indican el volumen y peso para calcular el CO2 almacenado, su tasa de crecimiento anual y el CO2 absorbido anualmente.

Para los árboles y bosques naturales es necesario hacer el **Inventario Forestal** el cual debe incluir la identificación, altura, diámetro de copa y diámetro a la altura del pecho de cada espécimen.

Para calcular la biomasa arbórea hay que hacer volumetrías a cada uno de los árboles inventariados, tipo de ramaje, verificación del sistema radicular de cada especie y su densidad para calcular su peso total y de allí determinar su contenido de Carbono. Ejemplo del Caracolí mostrado a continuación:

		altura m	copa m	DAPm	D al fin	Longitud m	vol inic m3	peso mt
Caracoli 1038 Oct 23 2021								
		37	20	130				
tronco	1	20		1.3	0.13	20	9.82	6.35
ramas grande	12	11		0.52	0.05	11	0.86	0.56
ramas media	36	7		0.26	0.03	7	0.14	0.09
ramas chicas	144	5		0.13	0	5	0.02	0.01
Volumen aereo							10.84	7.01
raices							4.34	2.80
Total							15.18	9.81







BALANCE DE CO2 eq CLUB CAMPESTRE DE CALI			
Toneladas Métricas			
	Medido	Medido	Estimado
	año 2010	En-Sep 2021	año 2021
Emisión por todas las actividades del Club	-1,554	-1,039	-1,385
Absorción por Árboles y Plantas	1,376	1,716	2,288
Oxígeno a la atmosfera mt	-260	987	1,316
ABSORCION TOTAL NETA DEL CLUB	-178	677	903

Este cuadro muestra como en el período de once años, el Club pasó de ser un contaminante de Dióxido de Carbono (CO2) a la atmósfera, con una emisión de 178 toneladas, a ser, no solo Carbono Neutro sino a ser emisor neto de Oxígeno para la ciudad de Cali con 1316 toneladas al año y mostrar una absorción neta de CO2 de 903 toneladas para este año 2021.

Algunos de los cambios hechos incluyen:

- La eliminación de plásticos de un solo uso
- La eficiencia energética de todo el sistema eléctrico
- La instalación de reflectores LED en las canchas de Tenis
- El manejo de residuos de las caballerizas y su uso como abono orgánico.
- Siembra de 330 árboles dentro de las instalaciones del Club
- Suspensión de todas las quemas de hojarasca
- Promoción de modelos de reciclaje en todas las actividades
- La instalación de Paneles Solares en 2000 m2 de techos

Este solo punto representará en el año 2021 una reducción de cerca de 507 toneladas de CO2, ya que por la forma como opera la matriz energética de Colombia, cualquier reducción de consumo de energía, se hace disminuyendo el aporte al sistema de las plantas térmicas a base de carbón o gas natural.

Estos datos no incluyen el efecto de la Reforestación de la cuenca del río Meléndez, en donde desde el año 2012 se inició este programa, adelantado por la Fundación del Club, en asocio con Celsia, la Alcaldía de Cali, La Gobernación del Valle del Cauca, La CVC, el Dagma, las Empresas Municipales de Cali y lo más importante de todo, la colaboración irrestricta de los campesinos, dueños de los predios en donde se ha reforestado y con quienes se han firmado

acuerdos el mantenimiento y cuidado de estas siembras. Hasta Octubre del 2021 se habían sembrado 121,000 árboles y la meta al final del año es llegar a 150, 000

En el período de lluvias intensas en Febrero y Marzo de este año, las únicas zonas de la cuenca del río que no tuvieron deslaves, fueron las áreas reforestadas.

RECOMENDACIONES FINALES

Los Clubes Campestres tienen las condiciones ideales para hacer un trabajo de gran impacto en beneficio del Medio Ambiente y de las Comunidades que los rodean.

La parte más difícil es comunicar estos beneficios y que la Comunidad y las Autoridades locales sientan y aprecien la influencia del Club y soliciten y requieran su ayuda, que nunca debe ser en dinero, sino en el acompañamiento, articulación, identificación de problemas y sus soluciones.

Las necesidades en creación de empleos de calidad para jóvenes, para madres cabeza de familia y para emprendedores, es fácil articularlas con los mismos Socios del Club que tienen requerimientos insatisfechos en sus empresas.

Se debe ser un aliado de las Alcaldías, Autoridades Ambientales, Juntas de Acción Comunal, de Institutos Gubernamentales y de capacitación como el SENA.

En el caso del Club Campestre de Cali, la cara externa del Club, así como todas sus relaciones con la Comunidad y con las Autoridades, se le ha delegado a la Fundación del Club, que se nutre de los aportes de los Socios y ha gestionado recursos externos muy importantes para acometer obras de impacto a la niñez, a los jóvenes, a las madres cabeza de familia y a la Comunidad.

Gracias por su atención y paciencia en estos temas un poco áridos.

CAMILO GOMEZ ESTEVEZ
Ingeniero Químico
Asesor en Energía y Medio Ambiente
cigomeze@gmail.com
57 3167423124