PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS

ESCUELA DE CIENCIAS GEOGRÁFICAS

ESTRATEGIAS DE REDUCCIÓN Y MITIGACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO CORPORATIVA EN LA RED DE TELECOMUNICACIONES DE LA EMPRESA EN LA CIUDAD DE QUITO

AUTOR: RICARDO ALFONSO ROMERO CABRERA

DIRECTOR: ING. ARMANDO ECHEVERRÍA, MSC.

QUITO, 2019

No se mencionará el nombre de *La empresa* por motivos de confidencialidad, el Director de disertación y la Directora de la Carrera si tienen conocimiento de la organización en mención.

DEDICATORIA

A mi madre Pilar, quien es mi fuerza e inspiración en cada etapa de mi vida, mi amiga, mi confidente y un gran ejemplo a seguir.

A Milo y Luz, mis abuelitos gracias a quienes puedo estar donde estoy, dándome grandes lecciones de vida y su apoyo incondicional.

A mis hermanas Belén y Ariana, quienes son mi inspiración día y día para seguir cosechando éxitos y servir de ejemplo.

A Ricardo, Carmen, Fabián, Alejandra y Alejandro por su apoyo en cada etapa de vida y confianza siempre presente.

AGRADECIMIENTO

En Primer lugar, a Dios por permitirme seguir cumpliendo objetivos y brindándome nuevas oportunidades, siempre contando con su guía y bendición.

A mis padres, ya que sin ellos no hubiese podido estar aquí, por sus enseñanzas de vida, esfuerzo y por el amor incondicional que me han brindado.

A mis abuelitos, por brindarme todo su amor, apoyo, y esfuerzo para permitirme llegar a este momento, sin duda alguna unos ángeles en la Tierra.

A Ricardo y Carmen, que han sido como unos padres en toda mi vida, guiándome, acompañándome, enseñándome y brindándome una familia.

A Fabián, Alejandra y Angélica, por ser más que primos, mis hermanos mayores, transmitiéndome muchas enseñanzas y apoyándome en todo este camino.

A Omar y Alejandro, por todo lo vivido en este largo camino, por todo su apoyo incondicional y por la hermandad creada.

A toda mi familia quienes han creído y confiado en mí, y han estado siempre para junto a mí, de verdad muchas gracias.

A todos mis amigos y mentores que he tenido la oportunidad y gracia de conocerlos, quienes han dejado en mis aprendizajes únicos en cada etapa de mi vida.

A mi director de tesis Armando, quien me transmitió enseñanzas que fueron más allá de un aula de clases o de una carrera, por tal motivo lo considero un gran amigo.

Contenido

CAPÍTULO I 1

1. INTRODUCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN **1**

1.1 Justificación 1

1.2 Planteamiento del problema 4

1.3 Preguntas de investigación 5

1.4 Objetivos 5

1.5 Marco referencial, teórico y conceptual 6

CAPÍTULO II 26

2. DEFINICIÓN DE LOS LÍMITES OPERACIONALES **26**

2.1 Área de estudio 26

2.2 Organigrama institucional 28

2.3 Límites operacionales 29

2.4 Año base del estudio 30

CAPÍTULO III 31

3. RECOPILACIÓN, VALORACIÓN Y ESTANDARIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN **31**

3.1 Fuentes y sumideros de Gases de Efecto Invernadero 31

3.2 Exclusiones 32

3.3 Metodología de cuantificación 33

3.4 Recolección de datos 34

CAPÍTULO IV 44

4. GENERACIÓN DE LA CALCULADORA DE HUELLA DE CARBONO **44**

4.1 Elección de los factores de emisión 44

4.2 Cálculo de la huella de carbono 48

4.3 Diagrama de Pareto 67

4.4 Cálculo de la Incertidumbre 69

CAPÍTULO V 73

5. DETERMINACIÓN DE ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN Y REDUCCIÓN **73**

5.1 Criterios de medidas de mitigación y reducción 73

5.2 Medidas de reducción 74

5.3 Medidas de mitigación 81

CAPÍTULO VI **87**

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN **87**

6.1. Análisis de los Resultados 87

6.2. Discusión de los resultados 96

6.3. Comprobación de las preguntas de investigación 99
CONCLUSIONES 100
RECOMENDACIONES 102
BIBLIOGRAFÍA 104
ANEXOS 112
ANEXO 1 ..... **112**

Pontificia Universidad Católica del Ecuador

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Rango de precisión usados por el GHG Protocol 17
Tabla 2 Potencial de Calentamiento Global de los GEI 25
Tabla 3 Límites operacionales de La empresa..... 29
Tabla 4 Fuentes de emisión de GEI por Alcance 31
Tabla 5. Datos de consumo de combustibles móviles 35
Tabla 6. Consumo de combustible para generadores en RBC..... 35
Tabla 7. Consumo kWh con registro mensual por oficina 37
Tabla 8. Consumo de kWh de la Bodega 38
Tabla 9. Consumo kWh de los centros de atención al cliente 39
Tabla 10. Consumo kWh de centrales 40
Tabla 11. Consumo kWh de HUB's 41
Tabla 12. Consumo eléctrico radio bases celular 42
Tabla 13. Desechos generados en el año 2017 43
Tabla 14. Factores de emisión por defecto para combustión estacionaria (kg de gas de efecto invernadero por TJ sobre una base calórica neta)..... 45
Tabla 15. Valores calóricos netos por defecto y límites inferiores y superiores de intervalos de confianza del 95%..... 45
Tabla 16. Factores de emisión por defecto del transporte y rangos de incertidumbre .. 46
Tabla 17. Valores para factor de emisión de desechos biológicos 47
Tabla 18 Valores para calcular emisiones de desechos no reciclables..... 47
Tabla 19. Datos para calcular emisiones estacionarias..... 48
Tabla 20. Emisiones de CO_2 eq por combustión estacionaria de diésel..... 49
Tabla 21. Datos para calcular emisiones móviles por diésel 51
Tabla 22. Emisiones de CO_2 eq por combustión móvil de diésel..... 52
Tabla 23. Datos para calcular emisiones móviles por gasolina 53
Tabla 24. Emisiones de CO_2 eq por combustión móvil de gasolina..... 54
Tabla 25. Datos para calcular emisiones móviles por gasolina ecopaís 55
Tabla 26. Emisiones de CO_2 eq por combustión móvil de etanol al 5%..... 56
Tabla 27. Emisiones de CO_2 eq por combustión móvil de gasolina al 95% 57
Tabla 28. Total emisiones de CO_2 eq por combustión móvil de gasolina ecopaís..... 57
Tabla 29. Emisiones de CO_2 por consumo eléctrico del año 2017..... 58
Tabla 30. Datos para obtener masa de materia biodegradable en aguas residuales 60
T**abla 31**. Obtención de la masa de materia biodegradable en aguas residuales..... 60
Tabla 32. Datos para obtener las emisiones de CH_4 de desechos biológicos 61
Tabla 33. Obtención de las emisiones de Ch_4 de desechos biológicos..... 62
Tabla 34. Datos para obtener las emisiones de CH_4 de desechos biológicos 64
Tabla 35. Obtención de las emisiones de N_2O de desechos biológicos 64
Tabla 36. Total de emisiones de CO_2 eq por desechos biológicos 65
Tabla 37. Datos para obtener las emisiones de CO_2 eq por desechos no reciclables 66
Tabla 38. Emisiones de CO_2 eq por desechos no reciclables 66
Tabla 39. Porcentajes para la elaboración del Diagrama de Pareto por actividad..... 68
Tabla 40. Porcentajes para la elaboración del Diagrama de Pareto por factores de emisión ..... **¡Error! Marcador no definido.**
Tabla 41. Cálculo de incertidumbre por mediciones indirectas 71

Tabla 42. Cálculo de incertidumbre por mediciones directas..... 72
Tabla 43. Cálculo de incertidumbre de La empresa 72
Tabla 44. Descripción de criterios de mitigación y reducción 73
Tabla 45. Ponderación de factores de emisión según resultados de diagrama de Pareto 74
Tabla 46. Estrategias de reducción de huella de carbono de La empresa..... 75
Tabla 47. Escala de puntuación para los criterios utilizados para las medidas de reducción 78
Tabla 48. Ponderación para las estrategias de reducción utilizando el método Scoring 79
Tabla 49. Estrategias de mitigación de huella de carbono de La empresa 81
Tabla 50. Ponderación para las estrategias de mitigación utilizando el método Scoring 85
Tabla 51. Emisiones de GEI's por tipo de alcance, actividad y fuente de emisión..... 87
Tabla 52. Emisiones de GEI's por alcance y actividad 89
Tabla 53. Diagrama de Pareto por actividad 90
Tabla 54. Diagrama de Pareto por factor de emisión 91
Tabla 55. Resultados método Scoring de estrategias de reducción..... 93
Tabla 56. Resultados método Scoring de estrategias de mitigación..... 95

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Imagen 1. Emisiones de CO_2 sector de telecomunicaciones 3
Imagen 2. Huella global de las telecomunicaciones (dispositivos e infraestructura) 3
Imagen 3. Tipos de Alcance 11
Imagen 4. Mapa de la ciudad de Quito 26
Imagen 5. Organigrama institucional de La empresa para el servicio de telecomunicaciones en la ciudad de Quito. 28
Imagen 6. Porcentaje de emisiones de GEI's por tipo de alcance 88
Imagen 7. Emisiones de GEI's por actividad 89
Imagen 8. Diagrama de Pareto por actividad 90
Imagen 9. Diagrama de Pareto por factor de emisión 92

RESUMEN

El cambio climático es cada vez más evidente, generando mayor preocupación y compromiso por la disminución de los gases de efecto invernadero generados, ocasionando que países, instituciones y empresas comiencen a cuantificar sus emisiones, para poder determinar factores a corregir inmediatamente obteniendo una reducción y mitigación de las mismas. Es por ello que el presente proyecto de investigación como parte de la responsabilidad empresarial de organizaciones que se preocupan por sus impactos ambientales y sociales, permitió calcular la huella de carbono de la red de telecomunicaciones en la ciudad de Quito de *La empresa* en el año 2017 para poder establecer estrategias de reducción y mitigación de las emisiones. El inventario ha sido realizado bajo la normativa ISO14064-1 que se orienta a organizaciones clasificando emisiones en directas e indirectas de acuerdo a su tipo de alcance. Los factores de emisión empleados pertenecen al Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC), de informes técnicos internacionales y del Centro Nacional de Control de Energía (CENACE). Se ha determinado por medio de resultados obtenidos que la red de telecomunicaciones *La empresa* en la ciudad de Quito ha emitido 9692,38 toneladas de CO_2 equivalente, presentando un nivel de incertidumbre ‘‘bueno’’ de acuerdo a lo establecido por el ranking del GHG Protocol. La principal fuente de emisión que se ha podido determinar proviene del consumo eléctrico perteneciente al alcance 2 debido a la gran cantidad de infraestructura que se requiere para la prestación del servicio y productos de telecomunicaciones. Mediante un análisis multicriterio se han considerado variables como impacto ambiental, reducción, costo, tiempo y facilidad de transferencia, a través de los cuales se han categorizado las medidas planteadas considerando su nivel de afectación en el caso de las de reducción y con gran énfasis principalmente en la propuesta de ‘‘creación de un área de sostenibilidad’’ orientándose a la aplicación de la ISO 26000 y además de ser un ente de coordinación de cada uno de los demás proyectos especialmente los relacionados hacia una gestión del consumo de energía eléctrica permitiendo una transición a un consumo sostenible, permitiéndole a *La empresa* en ser pionera y generar valor agregado a sus servicios y productos, ganando mayor visibilización internacional orientando sus operaciones hacia un desarrollo sostenible.

Palabras clave: cambio climático**,** huella de carbono, ISO 14064-1, responsabilidad empresarial, factores de emisión, gases de efecto invernadero, sostenibilidad, ISO 26000, desarrollo sostenible.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Justificación

Las prácticas consumistas de la sociedad actual, conjuntamente con el crecimiento poblacional desmedido han ocasionado que se generen altas tasas de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), agravando el cambio climático, mismo que constituye en la actualidad el problema ambiental más grande que enfrenta el ser humano (Cordero, 2011).

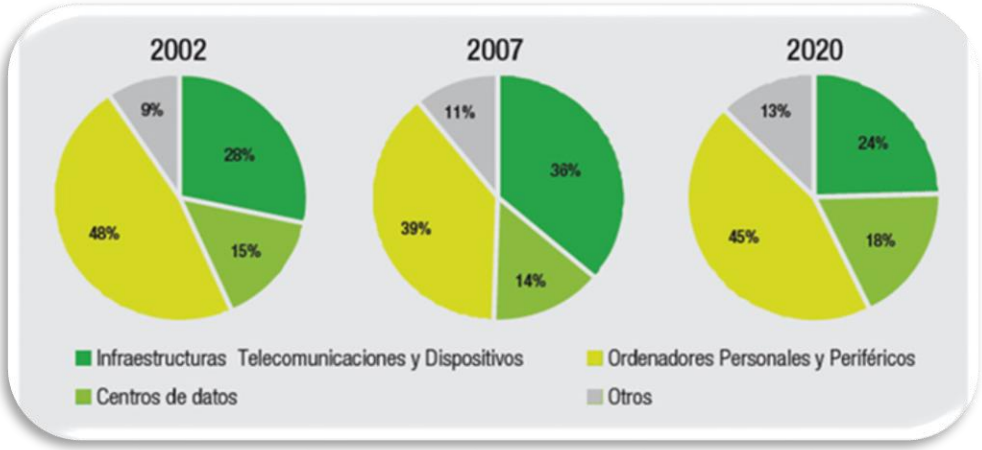
Las instituciones dentro de su funcionamiento en el sistema territorial presenta varias entradas relacionadas con el consumo de recursos naturales como: agua, papel, materiales de construcción y combustibles fósiles, y salidas como la generación de residuos, que durante el desarrollo de actividades se consumen dichos recursos y se producen residuos, impactando sobre el entorno generando un incremento en los gases de efecto invernadero (Rodas, 2014).

Las telecomunicaciones forman parte de la realidad diaria en la sociedad, con gran trascendencia económica y ambiental, debido a los impactos potenciales que trae consigo, tanto positivos como permitir la conectividad y desarrollo de la población o negativas como las que se obtiene por un mal uso de las mismas (Noriega, 2019). Dentro de los elementos del sistema territorial contamos con la población que requiere de comunicación para poder interrelacionarse entre personas, es ahí donde se puede apreciar la importancia y dependencia que se ha generado de parte de la sociedad a dispositivos móviles es muy alta, por lo que la utilidad de las telecomunicaciones es muy importante dentro del desarrollo de la sociedad siendo un eje transversal en la planificación territorial (Fernández & Muguruza, 2015).

En el Ecuador el uso de telefonía celular se ha incrementado en los últimos 25 años permitiendo una mejor intercomunicación de la población obteniendo un sin número de beneficios, es así que el 86,4% de los hogares posee al menos un teléfono celular (INEC, 2013). Sin embargo, en el desarrollo de sus actividades se generan impactos, es allí, donde nace la preocupación de *La empresa* por conocer en qué medida se está afectando al medio ambiente durante mientras se brinda la prestación de servicios y productos de telecomunicaciones a la sociedad, dando paso a la generación de estrategias de reducción y mitigación de los mismos, como parte de su responsabilidad social y ambiental, que gracias a su trascendencia e impacto en la región va a generar un impacto positivo en otras organizaciones, motivándolos a tomar acciones similares (Merizalde, 2010).

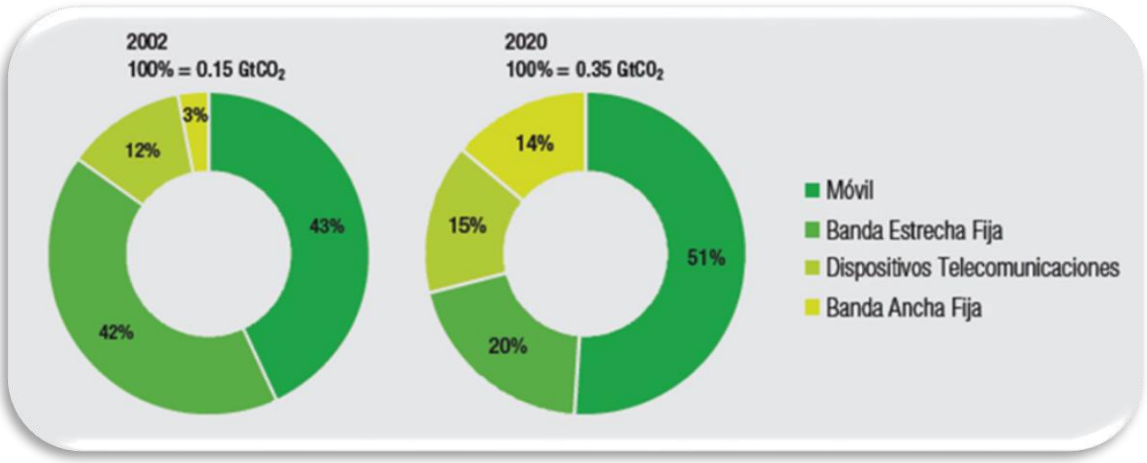
Según Gómez (2014) cada minuto se cargan en el mundo a la plataforma YouTube 72 horas de contenido de nuevos videos, se realizan en Google más de 2 millones de búsquedas, se envían 204 millones de correos electrónicos y entre las redes sociales destacar los 350 GB de información compartida en Facebook por minuto o los más de 278.000 tweets enviados. Todo ello supone un consumo de energía y su correspondiente tasa de emisiones. De igual manera Gómez (2014) menciona a las emisiones del sector de telecomunicaciones incluyendo a laptops, tabletas, redes de telecomunicaciones, dispositivos y centros de datos, presentando una tendencia a incrementar para el 2020 como lo podemos ver en la imagen 1. Finalmente, las infraestructuras y dispositivos de telecomunicaciones constituyen otro sector en constante crecimiento en cuanto a las emisiones de CO_2 que se generan debido a la distribución de diversos dispositivos para telecomunicaciones como equipos celulares, antenas, receptores de televisión de cable entre otros, y por el consumo creciente de energía que representa el desarrollo de las actividades para brindar el servicio de telecomunicaciones (ver imagen 2).

Imagen 1. Emisiones de CO_2 sector de telecomunicaciones



Fuente: (Gómez, 2014)

Imagen 2. Huella global de las telecomunicaciones (dispositivos e infraestructura)



Fuente: (Gómez, 2014)

Una forma responsable en la cual el sector empresarial puede aportar al combate contra el cambio climático es cuantificando las emisiones que genera, para plantear alternativas dentro del desarrollo de sus actividades, convirtiendo el desafío climático que estamos atravesando en una oportunidad de mercado a través de programas de sostenibilidad.

Empresas privadas aportan con soluciones innovadoras, inversiones a largo plazo y desarrollo de procesos de bajas emisiones de carbono alineándose con el Objetivo 13 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible: ‘‘Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos’’, especialmente dentro de su meta 13.b, la cual aborda la importancia de promover mecanismos que aumenten la capacidad de planificación y gestión eficiente en relación al cambio climático (Naciones Unidas, s.f.).

Las consecuencias adversas del cambio climático y la gran problemática mundial de la falta de gestión hacia un desarrollo sostenible, hace prioritario el hallazgo de instrumentos para cuantificar el impacto que está recibiendo el entorno, promoviendo a organizaciones e instituciones educativas a enfatizar el conocimiento sobre los gases de efecto invernadero (GEI), su funcionamiento, agresividad y alternativas para revertir sus efectos negativos (Rodas, 2014).

El principal problema que ocasiona el cambio climático es el aumento de gases como: dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), Óxido nitroso (N_2O), Ozono (O_3), clorofluorocarbonos (CFC) y vapor de agua. A esto la Huella de carbono busca identificar los GEI, obteniendo su equivalente de emisiones a CO_2, y de esta forma generar propuestas de medidas de prevención, reducción y en última instancia de mitigación (Cortés, 2015). Es por ello, que cuantificar la contaminación permite identificar mediante un análisis interno las fuentes que generan estas emisiones de GEI dando lugar a la implementación de métodos para reducción y mitigación (Moscoso, s.f.).

1.2 Planteamiento del problema

Dentro de *La empresa* que presta el servicio de telecomunicaciones, se sabe que es una institución generadora de GEI debido a las actividades de consumo y generación de residuos que se desarrollan en la institución. A pesar de ello, se desconoce una cantidad aproximada de estas emisiones y la marca que está dejando sobre el ecosistema, para poder plantear alternativas de reducción de las mismas, por lo cual se entiende la importancia de presentar una propuesta que resuelva dicha situación. Como

parte de la responsabilidad social y ambiental de una institución, está el conocer la cantidad de emisiones que está generando a través de los procesos que se realizan con objetivo de alcanzar las metas establecidas por la organización por cada uno de los miembros de la misma. Es así que se propone la implementación del indicador ‘‘Huella de Carbono’’ y de esta forma conocer la cantidad de GEI emitidos de forma directa o indirecta y de esta forma realizar una propuesta de reducción y mitigación de la misma.

1.3 Preguntas de investigación

- ¿Cuál es la huella de carbono corporativa de la red de telecomunicaciones de *La empresa* en la ciudad de Quito?
- ¿Cuáles son los límites operacionales para el cálculo de la huella de carbono corporativa?
- ¿Cuál es la unidad de medida adecuada para realizar el cálculo de la huella de carbono corporativa?
- ¿Qué estrategias se pueden plantear para reducir y mitigar de las emisiones de gases de efecto invernadero?

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Determinar la cantidad de gases de efecto invernadero que emite la red de telecomunicaciones de *La empresa* en la ciudad de Quito a través del cálculo de la huella de carbono, mediante la aplicación de una calculadora para generar estrategias de reducción y mitigación de los mismos.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Definir los limites operacionales del cálculo de huella de carbono.
- Caracterizar los aspectos ambientales utilizados y producidos por las diferentes unidades que forma *La empresa* de telecomunicaciones.

- Calcular la huella de carbono de la red de telecomunicaciones de *La empresa* en la ciudad de Quito.
- Determinar las medidas de reducción y mitigación de la huella de carbono en *La empresa*.

1.5 Marco referencial, teórico y conceptual

1.5.1 Marco referencial

A partir del año 1998 dentro del Protocolo de Kioto se ha tratado el tema del Calentamiento Global, en donde los países tratantes se han comprometido en reducir sus emisiones, sin lograr los resultados esperados, por lo que dentro de la Conferencia de las Partes 18 desarrollada en el año 2012 se extiende el plazo de cumplimento de los compromisos adquiridos hasta el 2020, presentado la gran falencia de que solo se aplica al 14% de las emisiones globales debido a que las grandes potencias causantes de la mayor cantidad de GEI no son firmantes, pero en la COP 19 se logró un acuerdo con 55 países de los cuales el 100% de países que conforman la Unión Europea son firmantes para reducir el calentamiento global muy por debajo de los 2ºC, representando un total del 55% de las emisiones globales de efecto invernadero (Consejo de la Unión Europea , 2018).

El Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021 establecido por la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (2017) del Ecuador menciona dentro de su Objetivo 3: Garantizar los derechos de la naturaleza para las actuales y futuras generaciones, en su política 3.4 que nos dice ‘‘Promover buenas prácticas que aporten a la reducción, de la contaminación, la conservación, la mitigación y la adaptación a los efectos del cambio climático, e impulsar las mismas en el ámbito global. ’’

Es por ello que se han llevado a cabo varios estudios relacionados con la Huella de Carbono dentro del país entre los que se pueden mencionar:

‘‘Determinación de la huella de carbono bajo las consideraciones de la norma ISO 14064 en el área de acería de *La empresa* Metalúrgica ecuatoriana Adelca’’

Autora: Paola Santillán

Dentro del presente trabajo la autora utiliza los factores de conversión del Panel Intergubernamental del Cambio Climático, aspectos del GHG Protocol de gases de efecto invernadero y la ISO 14064, para la determinación de la huella de carbono de una empresa metalúrgica, donde los resultados arrojaron que el mayor aporte de las emisiones provenían del consumo eléctrico, de gas licuado de petróleo (GLP) y de la producción de su productos, para finalmente proponer un plan de mitigación de la cantidad de GEI (Santillán P. , 2014).

‘‘Desarrollo de la Huella de Carbono Corporativa como indicador ambiental en *La empresa* Novacero S.A. planta Lasso’’

Autora: María Gabriela Viteri

La autora buscó estimar la huella corporativa como herramienta estratégica para el desarrollo de acciones de mitigación de GEI, obteniendo como resultados que las principales fuentes de emisión corresponden al consumo de electricidad y de combustibles de combustión fija, identificando estos sectores como puntos clave de intervención para propuestas de mitigación (Viteri, 2015)

‘‘Cálculo de la Huella de Carbono de la Corporación Financiera Nacional. Caso de estudio: Oficina Principal Quito, 2013’’

Autora: Karen Muñoz

Para el desarrollo del presente estudio se adaptaron dos metodologías: el Greenhouse Gas Protocol y la Norma ISO 14064, identificando las principales fuentes de emisión de GEI, para posteriormente identificar de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero generados por la institución en el desarrollo de sus actividades (Muñoz, 2013).

El Distrito Metropolitano de Quito desarrolló su inventario de emisiones de GEI, donde la huella de carbono calculada para toda la ciudad es de 5’164.946 Ton CO_2 eq, distribuida de la siguiente manera: el porcentaje más alto lo ocupa el sector del transporte de las emisiones totales (56%) emitiendo 2’902.402 Ton CO_2 eq, seguido por

los sectores residencial, comercial e institucional que generan 1’016.305 Ton CO_2 eq (20%), el sector de residuos sólidos en la capital con 661.689 Ton CO_2 eq (13%) y por último con una emisión de 584.550 Ton CO_2 eq el sector industrial representando un 11% de las emisiones totales (Secretaría de Ambiente del DMQ, 2019).

1.5.2 Marco teórico

Según Vargas (2005) la naturaleza dentro de la geografía ha generado muchos cuestionamientos a lo largo de la historia, principalmente de si es o no objeto de estudio, generando dudas sobre si la naturaleza es la contenedora de la vida social o si se trata de una categoría separada de lo social, que en el transcurso de la segunda mitad del siglo XIX, período de mayor consolidación de la Geografía, primó en la comunidad la versión de la naturaleza como una fuerza dominadora, teniendo como supuesto básico que ella era quien ponía los límites al desarrollo de la sociedad, consolidándose través del determinismo ambiental (Vargas, 2005). Posteriormente aparecieron las vertientes geográficas alemanas sosteniendo que la geografía tiene el deber de establecer una conexión entre las ciencias naturales y las humanas, en donde los temas culturales y humanos se influenciaban mutuamente, por lo que los temas culturales eran colocados en referencia a los lugares, dando paso a la geografía regional (Capel, 1981).

En las primeras décadas del siglo XX, estas visiones empezaron a ser cuestionadas, especialmente por la corriente del posibilismo, ligado con la escuela francesa, la misma que sostenía que no existen determinismos de lo ambiental sobre lo cultural, teniendo como principales defensores a los geógrafos Paul Vidal de la Blache y Jean Brunhes, quienes sostenían que estos dos dominios debían ser considerados mutuamente influyentes en inseparables. Afirmando que la naturaleza ofrece diferentes alternativas para la acción humana, sobre los cuales los individuos poseen diferentes grados de libertad para elegir (Moraes, 1991).

Por lo tanto, la Geografía dentro del enfoque ambiental se ubica entre los límites de la Geografía física y la humana, estableciendo esfuerzos interdisciplinarios por diferenciar los campos socioculturales y biofísicos. Tomando gran relevancia en la actualidad por estudios ambientales con análisis espaciales, tales como: ciencia sustentable, ciencia del cambio de la Tierra y sociología ambiental, abriendo

posibilidades de interacción y acercamiento con otras ciencias en temas ambientales sin dejar a un lado la búsqueda de la unicidad geográfica (Bocco & Urquijo, 2013).

No es hasta el año 1957 que Charles David Keeling empieza a advertir sobre una de las mayores amenazas que enfrenta el planeta Tierra, fue el primero en realizar mediciones del incremento de concentraciones de CO_2 en la atmósfera (Díaz, 2005). Es así que en el año 1979 se lleva a cabo la Primera Conferencia Mundial del Clima, dando paso 9 años después a la constitución del Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés), desde entonces la preocupación por el tema ha sido de gran relevancia a nivel mundial, el último encuentro de las naciones se llevó a cabo en diciembre del 2018 durante la Conferencia de las Partes (COP 24) en Katowice, Polonia (UNFCCC, 2019).

Dentro de las preocupaciones por la gran amenaza que representa el cambio climático, movimientos ambientalistas principalmente británicos empezaron a cuestionar el consumo de alimentos producidos lejos del lugar en que eran empleados, promoviendo el consumo de productos locales, apareciendo el término de ‘‘huella de carbono’’ como una extensión de la huella ecológica desarrollada por William Rees a inicios de la década de los 90, como una medida para cuantificar emisiones y generar un indicador de impacto de actividades sobre el cambio climático (Navarro, 2009).

La huella de carbono (HdC), se perfila como un indicador capaz de sintetizar los impactos provocados por las actividades del ser humano en el entorno, medido en términos de emisiones de gases efecto invernadero (GEI) y se presenta como una herramienta de gestión e incentivo para adoptar estrategias orientadas hacia el logro de la sustentabilidad de las organizaciones. En particular, el uso de la HdC ha encontrado un importante campo de contribución como es la eficiencia energética y su impacto en los costos operacionales de empresas, situación que mejora el margen de beneficios de *La empresa* contribuyendo no sólo a la sustentabilidad ambiental, sino también, a la rentabilidad económica de la misma, enfocados en un desarrollo sostenible (Espíndola & Valderrama, 2012).

Para el desarrollo del cálculo de la huella de carbono hay muchas opciones metodológicas que se podrían emplear, sin embargo, para el caso de *La empresa* se ha empleado la guía elaborada con base en el GHG Protocol (Greenhouse Gas Protocol), o Protocolo GHG, la norma ISO 14064-1:2006. La iniciativa del Protocolo de Gases de Efecto Invernadero (GHG PI), fue propuesta en el año 1998 con el objetivo de generar estándares que permitan contabilizar y reportar sus emisiones de GEI, iniciativa tomada por el Instituto de Recursos Mundiales (WRI) y el Consejo Mundial Empresarial para el Desarrollo Sustentable (WBCSD), permitiendo alianzas entre empresas, organismos no gubernamentales, gobiernos y otras entidades (PIGA, 2015). Es a partir de año 2000 que se comienza a adaptar la metodología (denominada método de Wackernagel) a las empresas y a cualquier tipo de organización que dispusiera de cuentas contables, a partir de las cuales se puede extraer todos los consumos de energía, materiales y servicios, denominada entonces huella ecológica corporativa o huella de las empresas (Doménech, 2012).

La Norma ISO 14064-1:2006 nos detalla los principios y requerimientos para la elaboración, desarrollo y gestión de inventarios de GEI para organizaciones, así como la presentación de los informes de los mismos para poder dar directrices de cómo mejorar la gestión de sus GEI, esperando que la presente norma proporcione claridad y coherencia en la cuantificación, seguimiento, el informe, y la verificación de los inventarios descritos donde se establecen emisiones directas e indirectas a través de tres alcances (INTECO, 2006).

a) **Alcance 1: Emisiones directas GHG**

Las emisiones directas de GEI se producen a partir de fuentes que son propiedad o están controlados por la organización, por ejemplo, emisiones por combustión en propiedad o controladas: calderas, hornos, vehículos, etc.; emisiones de productos químicos producidos controlados por equipos propios. Emisiones directas de CO_2 de la combustión de biomasa no se incluyen en el alcance 1 sino que se informará por separado, mientras que emisiones de GEI no cubiertas por el Protocolo de Kioto, por ejemplo, los CFC, NOx, etc., no se incluirán en el alcance 1, pero pueden informarse por separado (WBCSD & WRI, 2004).

b) **Alcance 2: Emisiones indirectas GHG de electricidad**

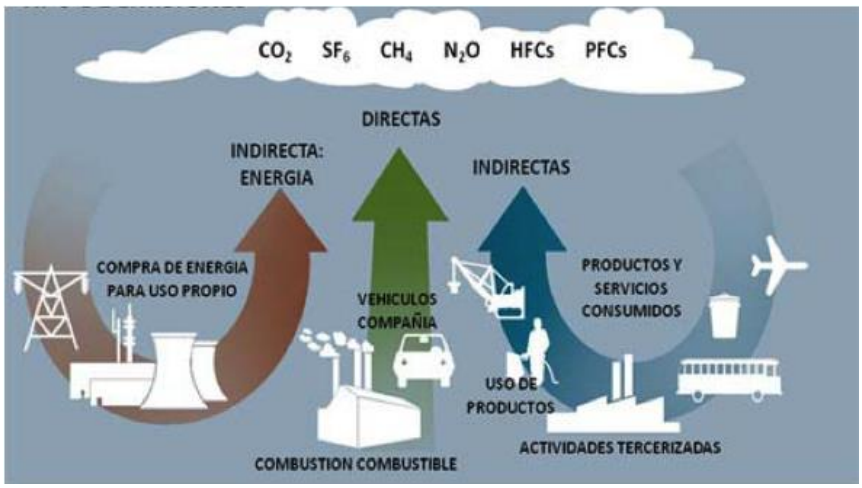
El alcance 2 da cuenta de las emisiones de GEI generadas de la electricidad adquirida consumida por *La empresa* en el funcionamiento de sus actividades. La electricidad adquirida se define como la electricidad que es comprada y llevada dentro de los límites de *La empresa*. Las emisiones dentro de este alcance ocurren en la instalación donde se genera la electricidad (WBCSD & WRI, 2004).

c) **Alcance 3: Otras emisiones indirectas GHG**

Es una categoría de informe opcional para el tratamiento de todas las demás emisiones indirectas de consecuencia de las actividades de *La empresa*, pero se producen a partir de fuentes que no pertenecen o no son controladas por *La empresa*. Algunos ejemplos de alcance 3 son las actividades de extracción, transporte de combustibles comprados y uso de productos y servicios de venta (WBCSD & WRI, 2004).

En la imagen 3 se indican los tipos de alcances mencionados, propuestos por el GHG Protocol, en la cual se pueden apreciar algunos ejemplos para cada uno.

Imagen 3. Tipos de Alcance



Fuente: (Ministerio del Medio Ambiente de Chile, s.f.)

Para la presente investigación se tomaron en cuenta los tres alcances, mismos que serán detallados en el capítulo 3. Para el desarrollo de la normativa ISO 14064-1 se detalla a continuación su estructura:

A. Principios de la Normativa ISO 14064

Los principios según (INTECO, 2006), son la base para los requisitos y deben guiar la aplicación de esta norma, los cuales se describen a continuación:

- **Pertinencia:** Seleccionar las fuentes, sumideros, reservorios de GEI, datos y metodologías apropiados para las necesidades del usuario previsto.
- **Cobertura total:** Incluir todas las emisiones y remociones pertinentes de GEI.
- **Coherencia:** Permitir comparaciones significativas en la información relacionada con los GEI.
- **Exactitud:** Reducir el sesgo y la incertidumbre en la medida de lo posible.
- **Transparencia:** Divulgar información suficiente y apropiada relacionada con los GEI, para permitir que los usuarios previstos tomen decisiones con confianza razonable.
- **Respeto al principio legal:** Cumplir los requisitos legales aplicables al alcance de los límites establecidos para el levantamiento del inventario de emisiones y/o remociones de GEI y cuando aplique su respectivo plan de acciones preventivas, correctivas y de mejora continua.
- **Eficiencia:** Demostrar mejoras a partir del Plan de gestión para demostrar la Carbono Neutralidad.

B. Límites Organizaciones y Operacionales

El límite operacional define el alcance de las emisiones directas e indirectas que están dentro del límite de las organizaciones, juntos sustituyen al límite de inventario de una compañía (WBCSD & WRI, 2004).

Límite Organizacional: Según (EPA, 2015) través del cual se define las sedes sobre las cuales se hará el cálculo de la huella de carbono, ya que por disponibilidad de información u otros motivos no se puede contemplar la totalidad de la compañía, dentro de la cual existen 2 enfoques:

- **Enfoque de control:** Se refiere al porcentaje de las emisiones de operaciones bajo el control de la compañía, independientemente del porcentaje de participación en el capital, de la cual se desglosa el control financiero, el mismo que hace referencia a la capacidad de conducir las políticas financieras de las operaciones de la empresa; y control operativo, que hace referencia a la autoridad para presentar e implementar políticas operativas

- **Enfoque de participación en el capital:** Hace referencia al porcentaje de propiedad o interés de económico, explicando las emisiones de acuerdo a la participación de capital de la organización en la operación.

Límite Operacional: Es donde se debe establecer las emisiones directas e indirectas para las operaciones que abarcan del límite organizacional que ha identificado previamente, relacionadas con las operaciones de la organización que se está realizando el proceso (EPA, 2015).

C. Cuantificación de las emisiones

Para la cuantificación de emisiones y remociones de la organización se debe seguir los siguientes pasos:

a. Identificación de las fuentes y sumideros de GEI

La organización debe identificar y documentar las fuentes de gases de efecto invernadero que procede a las operaciones que lleva a cabo, distinguiéndolas entre emisiones directas y emisiones indirectas.

b. **Selección de un método de cuantificación**

La elección de un método de cuantificación varía del nivel de detalle que se desee obtener con la organización, con el objetivo de que se disminuya la incertidumbre, sea consistente y los resultados sean reproducibles (Bureau of Indian Standars, 2009). Los métodos de medición propuestos con detalles presentan costos elevados, implicando que esté fuera del alcance para organizaciones en crecimiento o con cobertura de escala internacional, por lo que las metodologías de cálculo son más empleadas. Dichas metodologías están sujetas a la existencia de factores de emisión internacionales (nivel 1), nacionales (nivel 2) o locales (nivel 3) (IPCC, 2006). El incremento de niveles da como resultado una mayor exactitud en los datos obtenidos, pero su alcance y calidad de detalle requiero de una mayor inversión en costos y tiempo.

La siguiente ecuación 1, indica la fórmula para establecer las emisiones de CO_2 equivalente que son emitidas a la atmósfera por cada fuente de emisión.

$$Emisiones\ CO_2eq = A * FE$$

Ecuación 1

Dónde,

Emisiones de CO_2 eq: emisiones de CO_2 (tCO_2/año).

A: Fuente de emisión de cada actividad procedente de los registros (litros/año; toneladas/año; kWh/año).

FE: factor de emisión del IPCC (Tn CO_2/litro; Tn CO_2/toneladas A; Tn CO_2/kWh).

En el caso que los factores de emisión propuestos por el IPCC incluyan datos sobre emisiones de CH_4 y N_2O, se requiere revisar el potencial de calentamiento global a 100 años (PCG) de estos gases. Para hacer comparables los efectos de los diferentes

gases, el PCG expresa el potencial de calentamiento de un determinado gas en comparación con el que posee el mismo volumen de CO_2 durante el mismo periodo de tiempo, por lo que el PCG del CO_2 es siempre 1. En el caso del metano es de 25 y el del óxido nitroso es 298. Entonces la ecuación a emplearse es:

$$Emisiones\ CO_2e = A * FE * PCG$$

Ecuación 2

Dónde,

Emisiones de CO_2 eq: emisiones de CO_2 (Tn CO_2/año).

A: fuente de emisión de cada actividad procedente de los registros (litros/año; toneladas/año; kWh/año).

FE: factor de emisión del IPCC (Tn CO_2/litro; Tn CO_2/toneladas; Tn CO_2/kWh).

PCG: Potencial de Calentamiento Global para 100 años.

c. Selección y recolección de la actividad GEI

La organización debe seleccionar y recolectar la información de actividad GEI en base a los requerimientos seleccionados en la metodología de cuantificación (Bureau of Indian Standars, 2009).

d. Selección o desarrollo de los factores de emisión

Los factores de emisión son seleccionados de fuentes internacionales oficiales y reconocidas a nivel internacional (Bureau of Indian Standars, 2009).

e. Cálculo de los gases de efecto invernadero

La normativa ISO 14064-1 incluye otros pasos como verificación, inventario y reporte, sin embargo, para el desarrollo de la presente investigación, no se requiere de su aplicación por lo que no serán descritos.

Una vez que han sido seleccionados los datos por actividad de emisión de GEI y elegidos los factores de emisión más apropiados, se procede al cálculo de las emisiones de GEI de acuerdo con la metodología de cuantificación elegida (Bureau of Indian Standars, 2009).

Incertidumbre

La incertidumbre relacionada con los gases de efecto invernadero es un "parámetro asociado con el resultado de la cuantificación que caracteriza la dispersión de los valores que se podría atribuir razonablemente a la cantidad cuantificada" (Ihobe, 2012).

La incertidumbre de los gases de efecto invernadero se categoriza por lo general en incertidumbre científica e incertidumbre de estimación. La primera surge debido a que los procesos de emisión de GEI's no están completamente entendidos, es decir, el conocimiento científico es incompleto respecto a los procesos de emisión. Por otra parte, la incertidumbre de estimación aparece en todo proceso de cuantificación de emisiones y puede ser categorizada en dos tipos: (a) incertidumbre de modelos referido a diferentes modelos matemáticos empleados para estimar las emisiones GEI's; (b) incertidumbre paramétrica referida a la fluctuación que tiene cada parámetro al ser ingresados (factores de emisión, datos recolectados) al modelo de estimación (GHG Protocol, 2003).

La incertidumbre paramétrica es la más frecuente al momento de reportar las emisiones GEI's y a su vez la que mejor se puede controlar, esto debido a su cercanía con el evaluador. En este sentido, la incertidumbre paramétrica se clasifica en sistemática y estadística. La incertidumbre sistemática es la procedente de la omisión de

parámetros en la estimación de procesos y sólo puede ser evaluada mediante juicio experto; sin embargo, la incertidumbre estadística es la variabilidad de la medición de los datos y sí puede ser evaluada a partir de datos empíricos (Ihobe, 2012). Esta última es en la cual se enfocan todas las organizaciones que reportas sus emisiones GEI's (GHG Protocol, 2003).

Para reportar la incertidumbre estadística, el GHG Protocol ha diseñado una herramienta de libre acceso que facilita el cálculo de la incertidumbre estadística para ser incorporada al reporte de huella de carbono. En esta categorizan la precisión de los datos según la siguiente tabla 1.

Tabla 1 Rango de precisión usados por el GHG Protocol

Precisión de los Datos	Intervalo de la media (porcentaje)
Alto	+/- 5%
Bueno	+/- 15%
Justo	+/- 30%
Pobre	Más de 30%

Fuente: GHG Protocol Uncertainty Tool (GHG Protocol, 2003)

A pesar de que la incertidumbre genera un rango de aceptación del reporte de emisiones GEI's, su estimación está direccionada a un proceso de retroalimentación y aprendizaje sobre calidad en la recolección de datos, cuáles son las causas de la incertidumbre y dónde se puede mejorar. Esto quiere decir que, la estimación de la incertidumbre busca promover un proceso riguroso de evaluación en la gestión de la calidad cuyo objetivo final es reportar lo que verdaderamente se emitió (GHG Protocol, 2003).

Diagrama de Pareto

El Diagrama de Pareto es un método gráfico para definir los problemas más importantes de una determinada situación (Galgano, 1995). Se aplica a través de un gráfico de barras enumerando las categorías en orden descendente de izquierda a

derecha separando los “pocos vitales” de los “muchos triviales” para analizar cuáles son los principales problemas a solucionar (Verdoy, Mahiques, Pellicer, & Prades, 2006).

El diagrama de Pareto está basado en la “ley 80-20” o de “los pocos vitales y muchos triviales”, enunciada por el economista italiano Vilfredo Pareto a principios del siglo XX. Pareto se dio cuenta de que la mayor parte de la riqueza de Italia se concentraba en manos de una pequeña parte de la población, quedando el resto distribuido entre la mayoría. Teniendo como referencia este principio, cuando se divide las causas que explican un problema en la organización, si se es capaz de cuantificar su efecto, se puede determinar generalmente de que sólo con unos pocos factores se explica la mayor parte del efecto. Esto nos permite focalizar los esfuerzos en esas causas principales. En esto consiste la “Ley 80-20”: en un 20% de los factores o causas se concentra el 80% del efecto. También se lo conoce a este principio como “clasificación ABC”: los factores o causas “A” se corresponderían con el 20% que soporta el 80% del peso total del problema (Universidade de Vigo, s.f.).

El análisis del diagrama de Pareto nos indica que con el 80% de las emisiones proviene del 20% de actividades, lo que permite dirigir enfoques de soluciones puntuales para magnificar el impacto de las mismas. Si se escribe en términos de calidad indicaría que existen muchos problemas sin importancia frente a unos pocos graves (Verdoy, Mahiques, Pellicer, & Prades, 2006). Lo que se pretende conseguir con este análisis es direccionar todos los recursos posibles a solucionar aquellos pocos problemas graves y planear una mejora continua.

Según Galgano (1995) el diagrama de Pareto se elabora en 7 Etapas

- Etapa 1: clasificación de datos
- Etapa 2: período de observación del fenómeno
- Etapa 3: obtener datos y ordenarlos
- Etapa 4: preparar los ejes cartesianos del diagrama
- Etapa 5: diseñar el diagrama
- Etapa 6: construir la línea acumulada
- Etapa 7: añadir las informaciones básicas

Una vez terminadas las etapas, se puede diferenciar claramente los pocos problemas graves de los muchos triviales, sin embargo, según Galgano (1995) se debería volver a repetir el análisis de Pareto empleando como criterio los costos de producción, es decir, cuánto cuesta la reparación de los problemas.

Medidas de mitigación y reducción

De acuerdo al Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC), las medidas de reducción y mitigación son herramientas implementadas con la finalidad de disminuir las emisiones de GEI's que son emitidos a la atmósfera. Estas medidas buscan que las organizaciones, personas o procesos consigan ser carbono neutro, es decir, que sus emisiones anuales de CO_2 equivalente sean cero, a través de la implementación de estrategias que a mediano o largo plazo mediante un seguimiento adecuado a lo efectuado se pueda verificar los resultados obtenidos.

Las principales medidas de reducción y mitigación están orientadas a las actividades que existen en la mayoría de las organizaciones siendo: transporte, energía, agua, papel y desechos. Según el tipo de organización, estas actividades pueden incrementar o disminuir dependiendo del reporte de sus emisiones. A más de lograr conseguir que las organizaciones sean carbono neutro, las estrategias de mitigación o reducción de CO_2 contribuyen de igual manera a reducir costos asociados al consumo energético, ya sea por una optimización del uso de las instalaciones y bienes que actualmente se posee, como por la sustitución de equipamientos más eficientes energéticamente (Universitat JAUME I, s.f.).

Medidas de reducción

Mediante estrategias de reducción de emisiones de GEI's se busca lograr la reducción de las mismas sin alterar la productividad de la organización en ninguno de sus servicios, si no, se trata de dar alternativas en las cuales los procesos sean más eficientes, con orientación hacia la sostenibilidad corporativa. La compensación como mecanismo para reducción de gases de efecto invernadero es una de las formas económicamente más efectivas de abordar las emisiones. Puede ser usada para

compensar las emisiones producidas a través del financiamiento del equivalente en dióxido de carbono ahorrado en algún otro lugar, también a pequeña escala (Schneider & Samaniego, 2009).

Para lograr una reducción de las emisiones se tienen que cambiar principalmente los hábitos y costumbres de la población para que esto pueda ser escalado y transmitido por organizaciones, entre las principales estrategias mencionadas por (Fernández, 2016), se puede enfatizar en las siguientes: concientización de los impactos de los GEI's, movilidad sostenible, energía en base a recursos renovables, consumo responsable y responsabilidad socioambiental corporativa.

Medidas de mitigación

Dado que no todas las emisiones se pueden reducir, el objetivo de las estrategias de mitigación es alcanzar una estabilización de las emisiones de GEI con referencia a reporte de 1990, equiparando dichas emisiones con la captura de CO_2 de algunos sistemas o a través del desarrollo de proyectos (SOSTENIBILIDAD, 2014). En el caso del Ecuador, que a pesar de ser un país relativamente pequeño, cuenta con una gran diversidad de ecosistemas, lo cual lo hace muy susceptible al cambio climático, por lo cual es de gran importancia tomarlo en cuenta dentro del gobierno, es por ello, que el país de la mitad del mundo es el primero en reconocer los ''Derechos de la Naturaleza'' en su constitución, dando paso a diversos proyectos para mitigar los impactos en el presente y futuro de los gases de efecto invernadero en nuestro territorio (Houston, 2012).

Análisis de decisión multicriterio

El ser humano se encuentra con la obligación de tener que elegir entre varias alternativas en muchas de las actividades que realiza en su día a día, teniendo que asumir cada vez más riesgos por el constante cambio al que estamos sometidos en nuestro medio, por tal motivo siempre se ha estado en la búsqueda de alternativas que

ayuden en la toma de decisiones, y a partir de eso se desarrollen modelos. Sin embargo, estos modelos están lejos de poder garantizar que la decisión elegida sea la correcta, son una base, sustentada en elementos científicos que en definitiva ayuda a la toma de una decisión (LLamazares & Berumen, 2011).

Dentro de las variadas herramientas con las que se cuentan se ha elegido la escuela americana con el Método Scoring (suma ponderada). La misma que busca clasificar las alternativas indicando la preferencia general asociada a cada una de ellas, de tal forma que se pueda identificar ‘‘la mejor’’, basándose una escala de medición común (1 lo peor, 10 lo mejor), se implementa una jerarquización entre las opciones, con relación al objetivo que se quiere evaluar. La importancia relativa de cada uno de los objetivos en conjunto con la ubicación cada alternativa en relación a la escala común que se emplea para ordenarlas, obteniendo un índice agregado que permite decidir cuál es la mejor alternativa, ‘‘promediando’’ la relevancia de cada uno de los objetivos tomados en consideración. El esquema del modelo se lo expresa a través de la ecuación 3 (Rojas C. , 2016).

$$S_j = \sum_i w_i * r_{ij} \qquad \textit{Ecuación 3}$$

Dónde,

Sí, es el puntaje total de cada alternativa.

wi, es la ponderación de cada criterio.

rij, Valoración de la alternativa j al respecto del criterio i.

1.5.3 Marco conceptual

- **Cambio climático:** Es definido como una alteración de la temperatura del clima causado principalmente por las actividades antropogénicas, las cuales generan

emisiones de Gases de Efecto Invernadero, y por fenómenos naturales como inundaciones, sequías, aumento del nivel del mar, etc. (IPPC, 2007).

- **Central de telefonía celular:** No es otra cosa sino una central de telefonía pública dedicada al servicio de telefonía celular, y se compone de dos sistemas: APT o sistema de computación y APZ o sistema de procesamiento de datos. Cuyas principales funciones son el manejar y controlar los demás elementos del sistema como son las Estaciones Base, Enlaces y los Equipos Terminales (Merizalde, 2010).

- **Centro de Atención al Cliente (CAC):** Es un servicio que proporciona una empresa para relacionarse con sus clientes, mediante un conjunto de actividades interrelacionadas que ofrece con el fin de que el cliente obtenga satisfacción en los consumidores de servicios o productos (Dirección General del Empleo de Paraguay, 2016).

- **Economía circular:** Modelo productivo y de consumo que obtiene un valor añadido como resultado de apostar por la reutilización de materiales dándoles una nueva vida a productos, traduciéndose en menor cantidad de residuos que se acumulan en la naturaleza, la extracción de materias primas de la naturaleza tienen un coste mayor que la fabricación de un producto a partir de materiales reciclados, por lo que apostar por modelos que impulsen la transición hacia la economía circular contribuye a minimizar nuestra huella sobre el planeta (Moncada, 2018)

- **Efecto invernadero:** Los gases de efecto invernadero absorben la radiación infrarroja emitida por la superficie de la Tierra, por la atmosfera debido a los mismos gases, y por las nubes; la radiación es emitida en todas las direcciones, particularmente hacia la superficie terrestre, a lo cual, los gases de efecto invernadero retienen calor en el sistema superficie-tropósfera (IPPC, 2007).

- **Enlaces:** Son medios de transmisión que sirven para unir los componentes del sistema (Merizalde, 2010).

- **Equipos terminales:** Son a través de los cuales cada uno de los usuarios obtiene el servicio de telecomunicaciones en sus dispositivos (Merizalde, 2010).

- **Factor de emisión:** Es el valor representativo que busca relacionar la cantidad de contaminante emitido a la atmósfera debido a una actividad relacionada a la emisión del contaminante, dichos factores normalmente son indicados como la masa del contaminante dividido por una unidad de peso, volumen, distancia o duración (EPA, 2015).

- **Gas de efecto invernadero (GEI):** Componente gaseoso de la atmósfera, de origen natural o antropogénico, que absorbe y emite radiación del espectro infrarrojo térmico, dando lugar al efecto invernadero. Los gases de efecto invernadero primarios son: vapor de agua (H_2O), dióxido de carbono (CO_2), óxido nitroso (N_2O), metano (CH_4) y Ozono (O_3). Podemos encontrar en la atmósfera gases de efecto invernadero de origen antropogénico como los halocarburos u otras sustancias que contienen cloro y bromo, mencionados en el Protocolo de Montreal. Además de los mencionados el Protocolo de Kioto contempla el hexafluoruro de azufre (SF_6), hidrofluorocarburos (HFC) y perfluorocarbonos (PFC) (IPPC, 2007).

- **Gestión ambiental:** Es el conjunto de acciones que buscan lograr la máxima lógica dentro del proceso de decisión hacia la conservación, defensa, resguardo y mejora del medio ambiente, basado en información coordinada multidisciplinar y en participación con la ciudadanía (Pérez Córdoba & Valderrama Alvarado, s.f.).

- **HUB:** Se trata de un concentrador, con múltiple funcionalidad, que facilita que la interconexión entre los diversos sistemas de comunicación de datos, ya que son puntos centrales en una red de telecomunicaciones (Blanco Solsona, Huidrobo Moya, & Calero, 2008).

- **Huella de Carbono:** Es la cantidad total de gases de efecto invernadero emitidos de forma directa e indirecta a la atmósfera de un individuo, organización, evento o producto, en el desarrollo de sus actividades (Secretaría de Ambiente de Bogotá, 2015).

- **Impacto ambiental:** Son todas aquellas alteraciones, positivas, negativas, neutras, directas, indirectas; que han sido generadas por una actividad económica, obra o proyecto, y debido a un efecto acumulativo genera cambios medibles y demostrables sobre el ambiente (Ministerio del Ambiente, 2015).

- **Indicadores de impacto ambiental:** Es un instrumento que permite evaluar avances de política pública ambiental y la efectividad de programas efectuados, ofreciendo una herramienta que visualice su respectivo seguimiento por medio de monitoreo y evaluación de sus cambios (Perevochtchikova, 2013).

- **ISO 14064:** Es una norma internacional, cuya implantación es voluntaria en las organizaciones, la misma que garantiza la coherencia, la transparencia y credibilidad respecto a la cuantificación de gases de efecto invernadero, permitiendo a quienes la posean identificar y gestionar sus responsabilidades ambientales (Sociedad Pública de Gestión Ambiental, 2012).

- **ISO 26000:** Es un guía de responsabilidad social que proporciona orientación sobre como las empresas pueden operar de una manera ética y transparente que contribuya al desarrollo sostenible teniendo en cuenta las expectativas de las partes interesadas, legislación aplicable y normativa internacional (ISO, 2018).

- **Potencial de Calentamiento Global (PCG):** Es un índice que se basa en las propiedades radiactivas de una combinación homogénea de gases de efecto invernadero, que mide el forzamiento radiactivo que es producido por una unidad de masa de un gas de efecto invernadero homogéneamente mezclado en la atmósfera actual, integrado a lo largo de determinado horizonte temporal, respecto del forzamiento por dióxido de carbono. El PCG representa el efecto combinado de los diferentes períodos de permanencia de esos gases en la atmósfera, y su eficacia relativa de absorción de la radiación infrarroja saliente. El Protocolo de Kioto está basado en los PCG de los impulsos de emisión a lo largo de 100 años (IPPC, 2007).

Tabla 2 Potencial de Calentamiento Global de los GEI

Gas de Efecto Invernadero	PCG después de 20 años	PCG después de 100 años
Dióxido de Carbono (CO_2)	1	1
Metano (CH_4)	72	25
Óxido Nitroso (N_2O)	289	298
HFC – 23	310	1480
HFC – 125	12000	3500
HFC - 134ª	6350	1430
HFC - 143ª	3830	4470
CF_4	5890	7390
C_2F_6	8630	12200
SF_6	16300	22800

Fuente: (IPPC, 2007)

- **Radio Base Celular (RBC):** Son los puntos de conexión del terminal de telefonía móvil con la red celular, es el elemento básico de la telecomunicación entre dispositivos móviles, teniendo una cobertura por célula o celda con un área de responsabilidad en el cual brinda el servicio de intercomunicación (Merizalde, 2010).

- **Responsabilidad Social:** Se trata del compromiso de una organización con respecto a los impactos de sus decisiones y actividades sobre la sociedad y el medio ambiente, mediante un compromiso ético y transparente que contribuya al desarrollo sostenible. Incluyendo la salud y bienestar de la sociedad (ISO, 2018).

- **Sistema de gestión ambiental:** Es un proceso cíclico de planificación, implantación, revisión y mejora de los procedimientos y acciones que realiza una organización para cumplir con sus actividades apegados a sus compromisos ambientales (Álvarez, Fraiz, & Del Río, 2013).

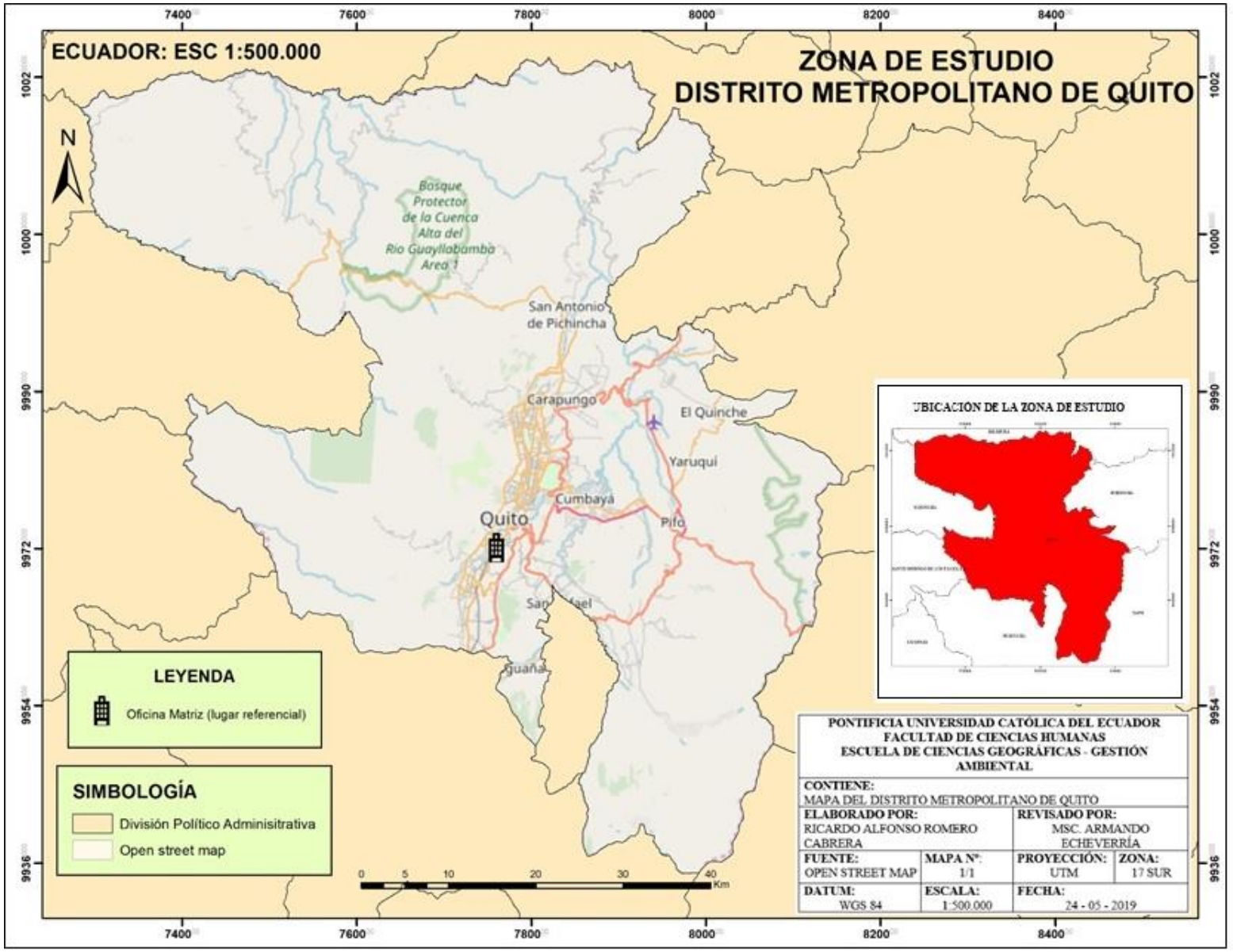
CAPÍTULO II

2. DEFINICIÓN DE LOS LÍMITES OPERACIONALES

2.1 Área de estudio

La empresa brinda productos y servicios de telecomunicaciones por más de 20 años en el país, con la visión de impulsar el desarrollo por medio de la conectividad, buscando generar un servicio universal, comprometiéndose en reducir la brecha digital con la finalidad de mejorar la calidad de vida le los ciudadanos y acercar cada día más a las personas, promoviendo valores y principios entre los que se destaca su Responsabilidad Social, siendo una de las más importantes en la región, por lo cual tiene presencia en todas las provincias del Ecuador. Para el presente caso de estudio se va a tomar en cuenta la red de telecomunicaciones presente en la ciudad de Quito, abarcando la totalidad de espacios geográficos dentro del cantón en los que se encuentren operaciones que pudiesen generar emisiones hacia el medio ambiente de gases de efecto invernadero, mismo que servirá como referencia para poder replicar en otras ciudades las medidas de reducción y mitigación que se han planteado a partir de los resultados obtenidos de la presente investigación.

Imagen 4. Mapa de la ciudad de Quito

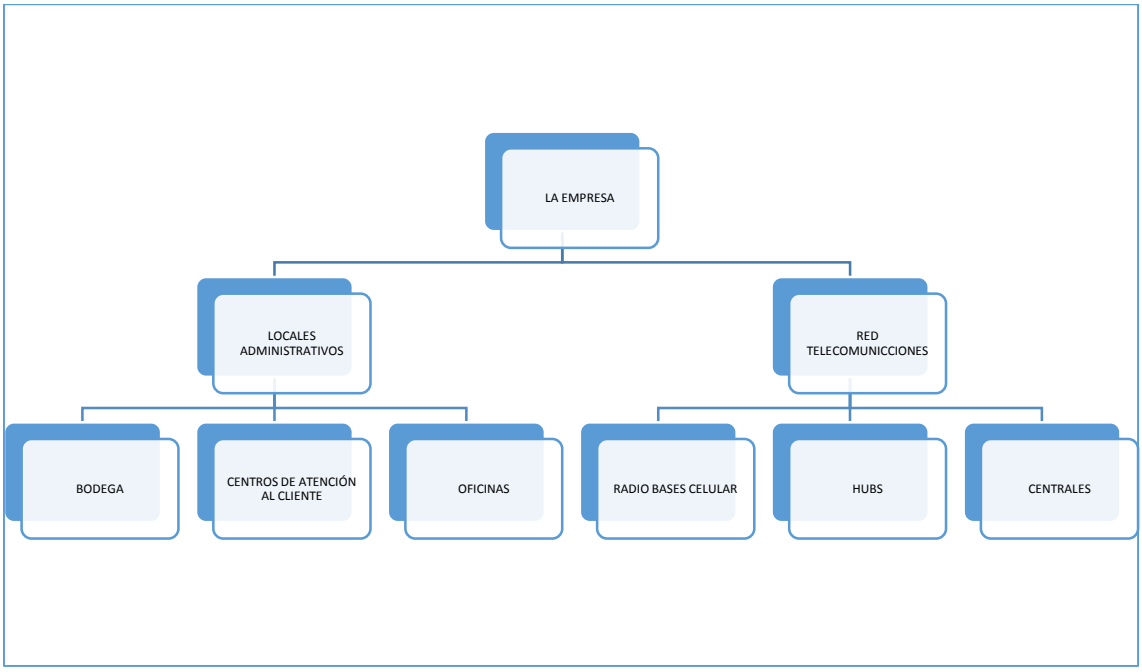

ECUADOR: ESC 1:500.000
ZONA DE ESTUDIO
DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO
N
Bosque Protector de la Cuenca Alta del Río Guayllabamba Area 1
San Antonio de Pichincha
Carapungo
El Quinche
Yaruquí
Cumbayá
Quito
Pifo
Guaña
UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO
LEYENDA
Oficina Matriz (lugar referencial)
SIMBOLOGÍA
División Político Adminisitrativa
Open street map
0 5 10 20 30 40 Km
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS
ESCUELA DE CIENCIAS GEOGRÁFICAS - GESTIÓN AMBIENTAL
CONTIENE: MAPA DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO
ELABORADO POR: RICARDO ALFONSO ROMERO CABRERA
REVISADO POR: MSC. ARMANDO ECHEVERRÍA
FUENTE: OPEN STREET MAP
MAPA N°: 1/1
PROYECCIÓN: UTM
ZONA: 17 SUR
DATUM: WGS 84
ESCALA: 1:500.000
FECHA: 24 - 05 - 2019

2.2 Organigrama institucional

La empresa es una institución independiente, con autonomía administrativa, económica y personería jurídica, por lo cual el análisis de la huella de carbono se realizó con un enfoque de las emisiones de gases de efecto invernadero que fueron generadas por la institución dentro de la ciudad de Quito durante el desarrollo de sus actividades para brindar el servicio y productos de telecomunicaciones a la población.

Se ha considerado dentro del análisis del presente estudio toda infraestructura que este dentro del territorio de estudio y que dentro del desarrollo de sus actividades genere emisiones hacia el ambiente, entre las que se encuentran locales administrativos (oficinas, bodegas, centros de atención al cliente) e infraestructura para red de telecomunicaciones en la ciudad de Quito (radio bases celular, HUB's, centrales), como lo muestra la imagen 5.

Imagen 5. Organigrama institucional de *La empresa* para el servicio de telecomunicaciones en la ciudad de Quito.



Fuente: *La empresa*

2.3 Límites operacionales

Una vez que fue identificada cada infraestructura que genera emisiones de GEI por el desarrollo de prestación de sus servicios de telecomunicaciones a la población de la ciudad de Quito, se los separó por emisiones directas e indirectas. En la tabla 3 se pueden observar los límites operacionales de *La empresa* tomando en cuenta del organigrama institucional dentro del área de estudio determinada. A más de establecer el tipo de emisión de cada unidad, se diferenció según su tipo de alcance.

Tabla 3 Límites operacionales de *La empresa*

Unidad	Actividad	Alcance	Emisión
Bodega 1	Almacenamiento de equipos e infraestructura que serán ocupados en la instalación de nuevas radio bases celular dentro de la red.	2	SÍ
CAC 1 – 13	Centros de Atención al Cliente, donde se brinda el servicio a los consumidores.	2	SÍ
Oficina 1 Matriz	Edificio Matriz en la ciudad de Quito, donde se encuentra la gran mayoría del personal administrativo.	1, 2, 3	SÍ
Oficina 2 – 14	Centros con diversas finalidades de cumplimiento dentro de las telecomunicaciones, ya sea televisión satelital, telefonía móvil o telefonía fija.	2	SÍ
Central 1 – 2	Centro en el cual se interconecta la red de telecomunicaciones	2	SÍ
Radio base celular 1 – 474	Brindar el servicio de telecomunicaciones dentro de la red Quito.	1, 2	SÍ
HUB 1 – 5	Brindar el servicio de telecomunicaciones dentro de la red Quito.	1	SÍ

Fuente: *La empresa*

En la tabla 3 se puede apreciar en resumen toda la infraestructura presente en la capital de los ecuatorianos, teniendo como mayor aportante a las radio bases celular que en total son 474 distribuidas a lo largo y ancho de Quito. En el caso de las oficinas que en total son 14, la oficina Matriz fue presentada fuera de su grupo debido que es el único lugar donde se tienen emisiones consideradas dentro de la presente investigación de los tres alcances.

2.4 Año base del estudio

Se considera el año 2017 ya que se cuenta con los datos necesarios para realizar el cálculo de la huella de carbono de la red de telecomunicaciones en la ciudad de Quito, mismos que son mensuales, pero por motivos de la cantidad de datos que se necesitan en el presente trabajo de investigación se dará un ejemplo de datos por mes, mientras que de los demás sitios se generará el valor correspondiente a la suma de los 12 meses calendario desde enero hasta diciembre del 2017.

En el capítulo finaliza se determinó el área de estudio en este caso el Distrito Metropolitano de Quito, posteriormente se estableció el organigrama institucional con que será objeto de estudio dentro de la ciudad para la operación de *La empresa,* luego se identificó como límites operacionales de la organización a toda la infraestructura presente para brindar productos y servicios de telecomunicaciones a la sociedad. Finalmente, se fijó como año de estudio el 2017.

CAPÍTULO III

3. RECOPILACIÓN, VALORACIÓN Y ESTANDARIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN

3.1 Fuentes y sumideros de Gases de Efecto Invernadero

Se estableció que unidades contribuyen con la emisión de GEI, en cada uno de los alcances establecidos. En la tabla 4 se indican datos de la actividad por fuentes de emisión.

Tabla 4 Fuentes de emisión de GEI por Alcance

Unidad	Actividad	Descripción	Fuente de datos
Alcance 1: Emisiones Directas			
Oficina 1 Matriz	Administrativo	Combustibles para generadores de emergencia en caso de que se requiera.	Registro de consumo de combustible de generador.
Oficina 1 Matriz	Transporte	Personal que trabaja en *La empresa*, requiere movilizarse para el cumplimiento de sus funciones, para lo cual consume combustibles fósiles.	Registro de consumo de combustible para transporte.
Radio base celular	Servicio de telecomunicaciones	Combustibles para RBC que cuentan con generador en sus instalaciones	Registro de consumo por RBC con generador
Alcance 2: Emisiones Indirectas			
Bodega 1	Almacenamiento	Energía eléctrica consumida en la instalación	Registro de consumo eléctrico

CAC 1 – 13	Atención a clientes	Energía eléctrica consumida en las instalaciones	Registro de consumo eléctrico de cada CAC
Oficinas 1 - 14	Administrativo	Energía eléctrica consumida en la instalación	Registro de consumo eléctrico de cada oficina
Central 1 - 2	Servicio de telecomunicaciones	Energía eléctrica consumida en las instalaciones	Registro de consumo eléctrico de cada central
HUB 1 – 5	Servicio de telecomunicaciones	Energía eléctrica consumida en las instalaciones	Registro de consumo eléctrico de cada HUB
Radio base celular	Servicio de telecomunicaciones	Energía eléctrica consumida en las RBC	Registro de consumo eléctrico de cada RBC
Alcance 3: Emisiones indirectas			
Oficina 1 Matriz	Administrativo	Generación de desechos biológicos	Registro de los desechos biológicos generados
Oficina 1 Matriz	Administrativo	Generación de desechos no reciclables	Registro de los desechos no reciclables generados

Fuente: *La empresa*

3.2 Exclusiones

Según (INTECO, 2006), dentro de la norma ISO 14064-1, la organización puede excluir del cálculo las actividades cuyas emisiones de GEI no sea significativa, su cuantificación no sea factible o su determinación represente un costo monetario elevado, por ello se describe lo siguiente:

- La utilización de refrigerante en las RBC, así como en oficinas no ha sido tomado en cuenta ya que *La empresa* reemplazó el refrigerante R22 por el R407c, mismo que como lo menciona Carrier (2009) no afecta a la capa de ozono.
- Los desechos reciclables debido a que entregan a gestores.
- Los lubricantes y gases refrigerantes de vehículos debido a que son emisiones no significativas.
- El combustible de los generadores de oficinas administrativas porque son fuentes no significativas y en muchas ocasiones se comparte con otros inquilinos de los edificios.
- Los residuos varios de bodegas, CAC´s por no ser significativa su emisión.
- Extintores de CO_2 por ser una emisión no significativa.
- Los vehículos que transportan equipos y herramientas porque son servicios tercerizados.

3.3 Metodología de cuantificación

La metodología de cuantificación utilizada fue: "Cálculo basado en las actividades GEI multiplicadas por el factor de emisión respectivo", es decir, que los factores de emisión seleccionados fueron obtenidos de estándares internacionales los cuales están referidos a las directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (IPCC, 2006).

En relación a la incertidumbre proveniente de los factores de emisión (FE), al ser obtenidos de parámetros internacionales, fue adecuado para su uso. En contraste, los datos de las actividades GEI (DA) provinieron de registros y facturas manejados por las unidades respectivas por lo que causaron distintos niveles de incertidumbre. Las actividades con mayor incertidumbre fueron:

- Desechos biológicos ya que los datos que se fueron proporcionados son el número de trabajadores con los que contaba la oficina matriz en cada uno de los meses del año 2017, y a partir de ese valor se procedió a utilizar fórmulas y valores sugeridos por la

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO) dentro del (IPCC, 2006), con un cálculo aproximado de 8 horas diarias en los cuales pasaron los empleados, por lo cual los datos podrían presentar cierta variación sin ser esta de gran significancia.

- Los desechos no reciclables ya que estos fueron presentados a partir de una tendencia de las mediciones en las cuales registraron resultados iguales durante 3 meses, mismo que podría variar en meses de mayor consumo de estos materiales, generando cierta incertidumbre sin que esta llegue a ser mayor.

3.4 Recolección de datos

Dentro de la recolección de datos se tomaron en cuenta las actividades descritas en la tabla 3, de los cuales se describe a continuación en base al tipo de alcance y emisión que generan.

A. Alcance 1: Emisiones directas

En lo que respecta al consumo de combustibles, los datos se han presentado solo de los sitios donde se registró consumo, como lo es la oficina principal para movilización y en las radio bases celular que cuentan con generador.

a. Oficina 1 Matriz, combustibles.

Dentro de la información obtenida se encuentran los registros de consumo de combustibles fósiles (ver tabla 5) para la movilización del personal de la Oficina 1 Matriz, dada en tres grupos: Diesel, gasolina súper y gasolina ecopaís que según (Astudillo & Pacheco, 2017) está compuesta por un 95% de gasolina pre mezclada y un 5% por bioetanol (proviene de la caña de azúcar), cumpliendo con la norma de calidad Inen que determina el octanaje entre 85 y 87.

Tabla 5. Datos de consumo de combustibles móviles

	Diésel	Gasolina súper	Gasolina ecopaís
Mes	**Galones**	**Galones**	**Galones**
Enero	82,06	1.013,12	0,00
Febrero	270,12	839,68	0,00
Marzo	450,66	1.155,97	0,00
Abril	341,81	953,49	0,00
Mayo	522,13	1.336,58	0,00
Junio	409,31	1.076,03	12,84
Julio	351,35	892,65	0,00
Agosto	273,48	982,19	14,53
Septiembre	472,18	1.128,82	0,00
Octubre	316,76	1.138,16	0,00
Noviembre	463,18	1.086,32	21,62
Diciembre	249,21	744,68	0,00

Fuente: *La empresa*

Los datos presentados en la tabla 5 evidencian un mayor consumo de combustibles móviles por parte de gasolina súper, en cuanto a la gasolina ecopaís, misma que solo se distribuye en la región costa cuenta con 3 registros mensuales de cuando servidores de *La empresa*, consumieron este combustible dentro de sus operaciones.

b. **Radio Bases Celular, combustible de generador**

Dentro de la red de telecomunicaciones de Quito, se obtuvo los datos mensuales del consumo de combustible para generadores en las RBC que cuentan con el mismo, por la cantidad de datos a presentar, estos fueron presentados con su respectivo valor de consumo del año 2017 como se puede ver en la tabla 6.

Tabla 6. Consumo de combustible para generadores en RBC

Radio base celular	Diéseles generadores (gal)
1	2,5
2	3,1
3	3,8
4	4,0
5	5,0

6	5,0
7	5,0
8	5,0
9	5,0
10	5,0
11	5,0
12	5,2
13	5,4
14	5,6
15	7,2
16	8,0
17	10,0
18	10,4
19	15,0
20	40,0
21	41,0
22	45,0
23	48,0
24	59,0
25	60,0
26	60,0
27	60,0
28	60,0
29	60,0
30	80,0
31	90,0
32	93,0
33	94,0
34	100,0
35	100,0
36	101,0
37	120,0
38	122,1
39	124,0
40	126,0
41	127,6
42	136,0
43	182,0
44	195,0
Total	2.438,7

Fuente: *La empresa*

Como se puede observar en la tabla 6 se tiene el registro de un total de 44 RBC que han generado un consumo de combustible estacionario por medio de generadores que provisionan electricidad de emergencia cuando la red pública no puede abastecerlo por diversos motivos, como mantenimientos, accidentes, cortes energéticos, entre otros, presentando en tan solo 11 RBC un consumo mayor de 100 galones en el año 2017.

B. Alcance 2: Emisiones Indirectas

Para la recolección de la información dentro de la presente sección, se obtuvieron los datos del consumo eléctrico por mes de todas las instalaciones que comprende la red de telecomunicaciones en Quito, oficinas administrativas, bodega, centrales, radio bases celular y centros de atención al cliente.

a. Oficinas

Se obtuvo la información mensual del consumo eléctrico con unidad de medida kWh de cada una de las 10 oficinas con las que cuenta la red de telecomunicaciones en la ciudad de Quito, incluyendo la oficina Matriz (1), los datos resumidos se presentan en la tabla 7.

Tabla 7. Consumo kWh con registro mensual por oficina

Consumo kWh										
Mes	Oficinas									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Enero	14.004	3.624	1.141	6	528	450	275	4.684	6	294
Febrero	11.069	3.318	1.109	6	481	421	261	4.614	6	252
Marzo	14.463	4.107	1.099	6	525	528	289	4.942	6	287
Abril	14.563	3.628	1.082	6	478	4.745	262	4.598	6	255
Mayo	14.929	16.518	1.147	30	557	561	300	5.039	6	274
Junio	16.046	3.761	1.194	32	528	527	302	4.297	6	273
Julio	16.364	1.971	1.198	29	517	501	312	5.629	6	168
Agosto	15.146	3.979	1.629	24	553	582	321	3.494	6	349
Septiembre	14.828	3.875	1.977	27	515	612	292	5.080	6	269
Octubre	14.149	2.818	2.016	36	572	552	299	5.226	6	338

Noviembre	13.601	3.708	1.625	26	499	511	295	4.585	6	310
Diciembre	1.506	444	1.870	30	479	515	310	4.460	6	340
Total	160.668	51.751	17.087	258	6.232	10.505	3.518	56.649	72	3.409

Fuente: *La empresa*

Se puede evidenciar en la tabla 7 que la oficina 1 en este caso se trata de la matriz presenta el mayor aporte de consumo eléctrico dentro de esta categoría, triplicando a las oficinas 7 y 3 que respectivamente son las que más se acercan a cuanto al consumo de kWh durante el período evaluado, mientras que la oficina 9 presenta el menor registro.

b. **Bodega**

Se obtuvieron los datos de la bodega ubicada al norte de la ciudad en la cual se almacenan elementos necesarios para la implementación de nuevas infraestructuras a lo largo de gran parte de la región sierra y oriente del país, se pueden observar los datos en la tabla 8.

Tabla 8. Consumo de kWh de la Bodega

Mes	Consumo (kWh)
Enero	1.693
Febrero	1.566
Marzo	1.629
Abril	1.642
Mayo	1.564
Junio	1.413
Julio	1.495
Agosto	1.504
Septiembre	1.484
Octubre	1.593
Noviembre	1.667
Diciembre	194
Total	17.444

Fuente: *La empresa*

De acuerdo a la tabla 8, en la bodega para almacenamiento presente en la ciudad de Quito, se registra un consumo homogéneo desde enero hasta noviembre, en el caso de diciembre la cifra de consumo se reduce muy notoriamente, este hecho se ve reflejado debido que la instalación en mención ingreso en un proceso de cierre de operaciones.

c. Centros de Atención al Cliente

La información corresponde al consumo de energía eléctrica en los centros de atención al cliente (C.A.C.), ubicados al norte, centro, sur, este y oeste de la ciudad, así como en centros comerciales de Quito, siendo un total de 11.

Tabla 9. Consumo kWh de los centros de atención al cliente

Consumo kWh											
Mes	**Centros de atención al cliente**										
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**
Enero	2.619	1.087	1.461	2.380	4.803	4.568	2.846	2.684	4.477	3.640	1.835
Febrero	2.657	1.150	1.426	2.079	4.556	4.891	2.718	3.809	4.725	3.836	1.851
Marzo	3.185	1.216	1.615	2.609	5.762	5.472	3.045	4.945	5.430	4.044	1.996
Abril	2.508	1.332	1.413	2.305	4.931	3.180	2.673	2.155	3.435	4.604	2.012
Mayo	2.820	1.244	1.475	2.326	4.955	5.535	2.772	4.156	6.198	4.383	2.204
Junio	2.826	1.247	985	2.402	5.533	6.024	3.008	4.680	6.152	4.280	2.127
Julio	3.157	1.675	54	2.316	6.228	4.933	2.783	4.827	5.558	5.067	2.047
Agosto	2.987	1.367	0	1.978	2.926	5.152	3.058	3.552	6.345	3.915	2.077
Septiembre	2.973	1.311	0	2.148	5.498	4.886	2.954	5.838	5.679	4.473	1.825
Octubre	2.935	1.274	0	2.245	4.861	4.746	2.792	6.644	6.264	5.155	1.796
Noviembre	2.664	1.200	0	1.943	4.940	5.384	2.502	6.024	7.205	4.594	2.044
Diciembre	2.700	1.300	0	2.116	4.709	5.161	2.417	644	6.758	4.606	2.142
Total	34.031	15.403	8.429	26.847	59.702	59.932	33.568	49.958	68.226	52.597	23.956

Fuente: *La empresa*

En la tabla 9 se puede observar que el CAC 9 presenta el mayor consumo con 68226 kWh, seguido por los CAC's 5 y 6, los otros datos obtenidos muestran una muy cercana similitud de consumo, a excepción del centro de atención a clientes 3, mismo que fue

desmontado a mitad de año, no generando registros a partir del mes de agosto, por lo cual es el de menor impacto.

d. Centrales

La energía eléctrica consumida en las dos centrales, sin duda alguna se podrá predecir que puede llegar a ser la de mayor consumo, debido a que es donde se recepta la información de los equipos de telecomunicaciones para posteriormente distribuirla a los usuarios, dicha información se la obtuvo por consumo en kWh de cada mes del año 2017, como se lo puede observar en la tabla 10.

Tabla 10. Consumo kWh de centrales

Consumo kWh		
Mes	**Central 1**	**Central 2**
Enero	410.553	176.715
Febrero	379.069	160.973
Marzo	407.547	175.212
Abril	397.147	170.012
Mayo	411.395	177.136
Junio	403.753	173.315
Julio	416.905	179.891
Agosto	278.445	110.661
Septiembre	392.337	167.607
Octubre	376.045	159.461
Noviembre	433.007	187.942
Diciembre	408.269	175.573
Total	4’714.472	2’014.498

Fuente: *La empresa*

Dentro de la ciudad de Quito se encuentran dos centrales de telecomunicaciones prestando un rol importante dentro de la conectividad con la que cuenta la sociedad, de las cuales se puede apreciar en la tabla 10 que la Central 1 duplica los kWh consumidos en la Central 2.

e. **HUBS, consumo eléctrico**

Los datos obtenidos son mensuales y en kWh de cada uno de los HUBS de telefonía fija con los que cuenta *La empresa* dentro de su red de telecomunicaciones en la ciudad de Quito, la información que se presenta en la tabla 11 la podemos observar en resumen del año 2017.

Tabla 11. Consumo kWh de HUB's

HUB	**Consumo** kWh
HUB 1	130.527
HUB 2	132.927
HUB 3	145.369
HUB 4	167.485
HUB 5	746.914
Total	1'323.222

Fuente: *La empresa*

De los 5 HUB's distribuidos a lo largo y ancho de la ciudad de Quito el HUB 5 presenta una diferencia que quintuplica al consumo homogéneo presentado por parte de los otros 4 establecimientos dentro de la presente sección dentro de las operaciones del año 2017.

f. Radio bases celular

Se obtuvo los registros mensuales del consumo eléctrico generado por cada una de las radio bases permanentes en la red telecomunicaciones de la ciudad de Quito, por la cantidad de datos, se presentarán el total anual de cada una de las mismas, y en la tabla 12 se puede apreciar una muestra de los datos desde la RBC 1 hasta la 10 y las últimas 5 desde la 470 hasta la RBC 474, la tabla con la información completa se la puede encontrar en el anexo 1.

Tabla 12. Consumo eléctrico radio bases celular

Radio base celular	Consumo eléctrico (kWh)
1	22.164
2	6.734
3	17.079
4	7.896
5	5.269
6	8.818
7	14.354
8	15.358
9	18.373
10	23.853
470	335.144
471	368.319
472	405.562
473	438.846
474	213.306
Total	10’586.711

Fuente: *La empresa*

C. Alcance 3: otras emisiones indirectas

Para la obtención de los datos dentro del alcance 3, se obtuvo la información de desechos generados tanto no reciclables y biológicos producidos en la oficia matriz de la red de telecomunicaciones en la ciudad de Quito. Para el caso de los desechos no reciclables se registró una muestra de los mismos y se pudo evidenciar una tendencia en los mismos, mientras que los desechos biológicos varían dependiendo del número de personas que trabajan en cada uno de los meses del año 2017, esto se lo puede apreciar en la tabla 13.

Tabla 13. Desechos generados en el año 2017

	Desechos no reciclables	Desechos biológicos
Mes	**Cantidad Kg**	**Cantidad**
Enero	782	976
Febrero	782	982
Marzo	782	996
Abril	782	997
Mayo	782	985
Junio	782	974
Julio	782	958
Agosto	782	947
Septiembre	782	945
Octubre	782	970
Noviembre	782	974
Diciembre	782	979
Total	9.389	11.683

Fuente: *La empresa*

En cuanto a los desechos no reciclables generados en el año 2017, estos son producto de una tendencia de 3 meses, mismos que pasaron por un proceso de recolección separación y pesaje. Mientras que los desechos biológicos presentados en datos de cantidad hacen referencia al número de trabajadores, que es de donde se determina la cantidad de emisiones equivalente a CO_2 se emiten.

En el presente capítulo que está por finalizar se establecieron las fuentes y sumideros de gases de efecto invernadero con los cuales se va a realizar la investigación, posteriormente se presentaron las exclusiones dentro del análisis debido a que los datos no representaban un valor significante dentro de la HdC o su cuantificación no era viable por parte de la organización. Luego, se indicó la metodología de cuantificación que será utilizada y finalmente se presentaron los datos obtenidos de las diversas actividades y fuentes de emisión determinados dentro de la organización que presentan representatividades dentro de la huella de carbono corporativa

CAPÍTULO IV

4. GENERACIÓN DE LA CALCULADORA DE HUELLA DE CARBONO

4.1 Elección de los factores de emisión

Los factores de emisión seleccionados fueron considerados libremente del tipo de alcance al que pertenecen, resumiéndolos de la siguiente manera: combustión estacionaria (diésel), combustión móvil (diésel y gasolina), consumo eléctrico y desechos.

A. Combustión estacionaria

La IPCC (2016), presenta para cada uno de los combustibles utilizados por fuentes fijas y otro parámetro que pueden adecuarse a las circunstancias nacionales. Los factores de emisión del CO_2 están expresados en unidades de Kg CO_2/TJ sobre la base del valor calórico neto, reflejando cantidad de carbono del combustible. En el caso de los factores de emisión del CH_4 y N_2O se distinguen para categorías de fuente debido a las distintas tecnologías de combustión aplicadas (IPCC, 2006).

Los factores de emisión de combustión estacionaria y móvil trabajan en unidades de masa sobre energía (Kg CO_2/TJ) como lo podemos apreciar en la tabla 14, los datos obtenidos de *La empresa* son en unidades en volumen de combustible utilizado. Para realizar la conversión a unidades de masa propuestas por el IPCC (2006), se utilizó la densidad de cada uno de los compuestos teniendo para la gasolina en una categoría entre 0,6695 Kg/l y 0,7700 Kg/l y para el diésel de 0,8500 Kg/l. Para realizar la conversión a unidades de energía se empleó el rango promedio del valor calórico neto (VCN), propuesto por el IPCC (2006) para los inventarios nacionales de GEI, mismos que se pueden apreciar en la tabla 15 (Melo, 2018).

Tabla 14. Factores de emisión por defecto para combustión estacionaria (kg de gas de efecto invernadero por TJ sobre una base calórica neta)

Combustible		CO_2			CH_4			N_2O		
		Factor de emisión por defecto	Inferior	Superior	Factor de emisión por defecto	Inferior	Superior	Factor de emisión por defecto	Inferior	Superior
Petróleo crudo		73300	71100	75500	10	3	30	0,6	0,2	2
Orimulsión		r77000	69300	85400	10	3	30	0,6	0,2	2
Gas natural licuado		r64200	58300	70400	10	3	30	0,6	0,2	2
Gasolina	Motores	r69300	67500	73000	10	3	30	0,6	0,2	2
	Aviones	r70000	67500	73000	10	3	30	0,6	0,2	2
	Motor a reacción	r70000	67500	73000	10	3	30	0,6	0,2	2
Queroseno para motor a reacción		r715000	69700	74400	10	3	30	0,6	0,2	2
Otro queroseno		719000	70800	73700	10	3	30	0,6	0,2	2
Esquisto bituminoso		73300	67800	79200	10	3	30	0,6	0,2	2
Gas/diésel oil		74100	72600	74800	10	3	30	0,6	0,2	2
Fuelóleo residual		77400	75500	78800	10	3	30	0,6	0,2	2
Gases licuados de petróleo		63100	61600	65600	5	1,5	15	0,1	0,03	0,3
Etano		61600	56500	68600	5	1,5	15	0,1	0,03	0,3
Nafta		73300	69300	76300	10	3	30	0,6	0,2	2
Bitumeno		80700	73000	89900	10	3	30	0,6	0,2	2

Fuente: (IPCC, 2006)

Tabla 15. Valores calóricos netos por defecto y límites inferiores y superiores de intervalos de confianza del 95%

Combustible		Valor calórico neto (TJ/Gg)	Inferior	Superior
Petróleo crudo		42,3	40,1	44,8
Orimulsión		27,5	27,5	28,3
Gas natural licuado		44,2	40,9	46,9
Gasolina	Motores	44,3	42,5	44,8
	Aviación	44,3	42,5	44,8
	Motores a reacción	44,3	42,5	44,8
Queroseno para motor a reacción		44,1	42,0	45,0
Otro queroseno		43,8	42,4	45,2
Esquisto bituminoso		38,1	32,1	45,2
Gas/diésel oil		43,0	41,4	43,3
Fuelóleo residual		40,4	39,8	41,7
Gases licuados de petróleo		47,3	44,8	52,2
Etano		46,4	44,9	48,8
Nafta		44,5	41,8	46,5
Alquitrán		40,2	33,5	41,2

Fuente: (IPCC, 2006)

B. Combustión móvil

Los factores de emisión de CO_2 se establecen en la cantidad de carbono del combustible y deben representar el 100% de oxidación del carbono, por lo que en la presente investigación se toma la recomendación de las Directrices del IPCC (2016), para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. En la tabla 16 se puede observar los factores de emisión para gasolina y diésel para combustible móvil terrestre en unidad de kilogramo sobre Tera Joule (Kg/TJ), así como sus rangos de incertidumbre, pero para el cálculo de huella de carbono se realizó la transformación en toneladas sobre Tera Joule (t/TJ).

Tabla 16. Factores de emisión por defecto del transporte y rangos de incertidumbre

Combustible	Por defecto (kg/TJ)	Inferior	Superior
Gasolina para motores	69300	67500	73000
Gas/diésel Oil	74100	72600	74800
Gases licuados de petróleo	63100	61600	65600
Queroseno	71900	70800	73700
Lubricantes	73300	71900	75200
Gas natural comprimido	56100	54300	58300
Gas natural licuado	56100	54300	58300

Fuente: (IPCC, 2006)

C. Consumo eléctrico

Para la determinación del factor de emisión de energía eléctrica se recurrió a la información generada por el Centro Nacional de Control de Energía en la cual se estableció el valor correspondiente de acuerdo a los datos obtenidos por el consumo eléctrico nacional del año 2017, por lo que el valor con el que se trabajó es de **0,4867 t CO_2/MWh** (CENACE, 2018).

D. Desechos biológicos

Para la elección del factor de emisión de esta categoría se debe referir al volumen 5 capítulo 6 del IPCC (2006) en donde se hace referencia a que, las aguas residuales son una fuente de emisiones de metano (CH_4) y de óxido nitroso (N_2O), cuando son tratadas

o eliminadas en medio anaeróbico. Mientras que emisiones de dióxido de carbono (CO_2) no son considerados ya que son de origen biogénico y no deben incluirse en el total de emisiones emitidos por *La empresa*. Por lo cual, el factor de emisión para la presente investigación se presenta a través de los descritos en la tabla 17**.**

Tabla 17. Valores para factor de emisión de desechos biológicos

VALOR	UNIDAD
BOD: 0,40	g/persona/día
65	kg proteína/persona/día
0,16	kg N/kg proteína
1,10	Factor de ajuste de proteínas no consumidas
1,25	Proteínas industriales y comerciales eliminadas
0,005	kg N_2O/kg N (N separado de lodo residual)

Fuente: (IPCC, 2006)

E. Desechos no reciclables

Para poder establecer el factor de emisión de la presente categoría se tuvo que recurrir al Volumen 5, en sus capítulos 2 y 3 del (IPCC, 2006), en donde se obtuvo los datos presentados en la tabla 18 con los cuales se pudo proceder al cálculo de las emisiones generadas.

Tabla 18 Valores para calcular emisiones de desechos no reciclables

VALOR	UNIDAD
0,90	Materia seca
0,03	Contenido de carbón orgánico degradable
0,97	Contenido de carbono de origen fósil
3,67	Carbono a CO_2

Fuente: (IPCC, 2006)

4.2 Cálculo de la huella de carbono

A. Alcance 1

a. Combustión estacionaria

Para poder calcular las emisiones de combustible fijo se tomaron en cuenta las recomendaciones de la (IPCC, 2006), con los datos mencionados en la tabla 19, cuyos valores también los podemos encontrar en las tablas 2, 14 y 15, se procede a calcular la emisiones de dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O) siguiendo el siguiente procedimiento detallado a continuación:

Tabla 19. Datos para calcular emisiones estacionarias

DATO	VALOR Y UNIDAD
Densidad del diésel	0,83 kg/L
VCN del diésel	43 TJ/Gg
Factor de emisión de CO_2 del diésel	74.100 kg/TJ
Potencial de calentamiento global (PCG) del CO_2	1
Factor de emisión de CH_4 del diésel	10 kg/TJ
Potencial de calentamiento global (PCG) del CH_4	25
Factor de emisión de N_2O del diésel	0,60 kg/TJ
Potencial de calentamiento global (PCG) del N_2O	298

Fuente: (IPCC, 2006)

1. Se realiza conversiones a unidades (Gg) establecidos por los parámetros del (IPCC, 2006), en su segundo volumen, segundo capítulo destinado para combustibles estacionarios, los datos presentados en la tabla 6, teniendo en cuenta que la densidad del diésel es de 0,83 Kg/l lo cual nos permite obtener el volumen de los datos presentados en la tabla 6 en kg para luego tener los datos en Gg.
2. Se obtiene la energía en forma de calor y trabajo, que es nuestro dato de la actividad en unidad de Terajoules (TJ), al multiplicar el volumen (Gg) por el valor calórico neto (VCN) del diésel que es 43 TJ/Gg.

3. Para obtener las emisiones equivalentes tanto de CO_2, CH_4 y N_2O, se multiplica el dato de la actividad por cada uno de los factores de emisión establecidos para cada gas (tabla 14), y posteriormente por su PCG (tabla 2).
4. Finalmente se suman las Tn CO_2 equivalentes provenientes de las emisiones de CO_2, NH_4 y N_2O, obteniendo así la totalidad de emisiones por combustión estacionaria.

Este procedimiento se aplica para el cálculo de emisiones provenientes de combustible fijo, en este caso de los generadores presentes en las radio bases celular, los resultados obtenidos son presentados a continuación en la tabla 20.

Tabla 20. Emisiones de CO_2 eq por combustión estacionaria de diésel

Diésel – generador					
Radio base celular	**Energía en forma de calor y trabajo (TJ)**	**Tn CO_2 eq (CO_2)**	**Tn CO_2 eq (CH_4)**	**Tn CO2 eq (N_2O)**	**Total**
1	0,0003	0,0246	0,0001	0,0001	0,0247
2	0,0004	0,0311	0,0001	0,0001	0,0312
3	0,0005	0,0377	0,0001	0,0001	0,0379
4	0,0005	0,0401	0,0001	0,0001	0,0403
5	0,0007	0,0501	0,0002	0,0001	0,0504
6	0,0007	0,0501	0,0002	0,0001	0,0504
7	0,0007	0,0501	0,0002	0,0001	0,0504
8	0,0007	0,0501	0,0002	0,0001	0,0504
9	0,0007	0,0501	0,0002	0,0001	0,0504
10	0,0007	0,0501	0,0002	0,0001	0,0504
11	0,0007	0,0501	0,0002	0,0001	0,0504
12	0,0007	0,0516	0,0002	0,0001	0,0519
13	0,0007	0,0542	0,0002	0,0001	0,0545
14	0,0008	0,0559	0,0002	0,0001	0,0562
15	0,0010	0,0722	0,0002	0,0002	0,0727
16	0,0011	0,0802	0,0003	0,0002	0,0806
17	0,0014	0,1002	0,0003	0,0002	0,1008
18	0,0014	0,1037	0,0003	0,0003	0,1043
19	0,0020	0,1503	0,0005	0,0004	0,1512
20	0,0054	0,4008	0,0014	0,0010	0,4031
21	0,0055	0,4108	0,0014	0,0010	0,4132
22	0,0061	0,4509	0,0015	0,0011	0,4535
23	0,0065	0,4810	0,0016	0,0012	0,4838
24	0,0080	0,5912	0,0020	0,0014	0,5946

25	0,0081	0,6012	0,0020	0,0015	0,6047
26	0,0081	0,6012	0,0020	0,0015	0,6047
27	0,0081	0,6012	0,0020	0,0015	0,6047
28	0,0081	0,6012	0,0020	0,0015	0,6047
29	0,0081	0,6012	0,0020	0,0015	0,6047
30	0,0108	0,8016	0,0027	0,0019	0,8063
31	0,0108	0,8016	0,0027	0,0019	0,8063
32	0,0122	0,9018	0,0030	0,0022	0,9071
33	0,0126	0,9319	0,0031	0,0022	0,9373
34	0,0127	0,9419	0,0032	0,0023	0,9474
35	0,0135	1,0020	0,0034	0,0024	1,0078
36	0,0135	1,0020	0,0034	0,0024	1,0078
37	0,0137	1,0121	0,0034	0,0024	1,0179
38	0,0162	1,2025	0,0041	0,0029	1,2094
39	0,0165	1,2239	0,0041	0,0030	1,2310
40	0,0168	1,2425	0,0042	0,0030	1,2497
41	0,0170	1,2626	0,0043	0,0030	1,2699
42	0,0173	1,2783	0,0043	0,0031	1,2857
43	0,0184	1,3628	0,0046	0,0033	1,3707
44	0,0246	1,8237	0,0062	0,0044	1,8343
45	0,0264	1,9540	0,0066	0,0047	1,9653
Total	0,3406			**Total**	25,3849

Elaboración propia

En la tabla 20 se puede observar las emisiones por combustión estacionaria propia de los generadores de emergencia para RBC que en el año 2017 durante sus operaciones emitieron 25,39 toneladas de CO_2 equivalente, siendo desde la RBC 35 hasta la 45 los mayores aportantes dentro de esta categoría de *La empresa.*

b. Combustible móvil diésel

Para poder calcular las emisiones de combustible móvil se tomaron en cuenta las recomendaciones de la (IPCC, 2006), con los datos mencionados en la tabla 21, teniendo en cuenta que los valores los podemos encontrar también en las tablas 2, 15 y 16 se debe calcular la emisiones de dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O) siguiendo el siguiente procedimiento detallado a continuación:

Tabla 21. Datos para calcular emisiones móviles por diésel

Dato	Valor y unidad
Densidad del diésel	0,83 kg/L
VCN del diésel	43 TJ/Gg
Factor de emisión de CO_2 del diésel	74.100 kg/TJ
Potencial de calentamiento global (PCG) del CO_2	1
Factor de emisión de CH_4 del diésel	3,9 kg/TJ
Potencial de calentamiento global (PCG) del CH_4	25
Factor de emisión de N_2O del diésel	3,9 kg/TJ
Potencial de calentamiento global (PCG) del N_2O	298

Fuente: (IPCC. 2006)

1. Se realiza conversiones a unidades (Gg) establecidos por los parámetros del (IPCC, 2006), en su segundo volumen, tercer capítulo destinado para combustibles móviles, los datos presentados en la tabla 5, considerando que la densidad del diésel es de 0,83 kg/l lo que permite obtener el volumen en kg y luego transformarlos a Gg.
2. Se obtiene la energía en forma de calor y trabajo, que es nuestro dato de la actividad en unidad de Terajoules (TJ), al multiplicar el volumen (Gg) por el valor calórico neto (VCN) del diésel mismo que es 43 TJ/Gg.
3. Para obtener las emisiones equivalentes tanto de CO_2, CH_4 y N_2O, se multiplica el dato de la actividad por cada uno de los factores de emisión establecidos para cada gas (tabla 14), y posteriormente por su PCG (ver tabla 2).
4. Finalmente se suman las Tn CO_2 equivalentes provenientes de las emisiones de CO_2, NH_4 y N_2O, obteniendo así la totalidad de emisiones por combustión de diésel para vehículos.

Este procedimiento se aplica para el cálculo de emisiones provenientes de combustible móvil, en este caso del utilizado para movilización del personal que trabaja en *La empresa*, la metodología es la presentada en resumen en la tabla 22 para la obtención de las emisiones emitidas en este apartado.

Tabla 22. Emisiones de CO_2 eq por combustión móvil de diésel

Diésel – vehículos					
Mes	**Energía en forma de calor y trabajo (TJ)**	**Tn CO_2 eq (CO_2)**	**Tn CO_2 eq (CH_4)**	**Tn CO_2 eq (N_2O)**	**Total**
Enero	0,011	0,822	0,001	0,013	0,836
Febrero	0,037	2,707	0,004	0,042	2,753
Marzo	0,061	4,516	0,006	0,071	4,593
Abril	0,046	3,425	0,005	0,054	3,483
Mayo	0,071	5,232	0,007	0,082	5,321
Junio	0,055	4,101	0,005	0,064	4,171
Julio	0,048	3,521	0,005	0,055	3,581
Agosto	0,037	2,740	0,004	0,043	2,787
Septiembre	0,064	4,731	0,006	0,074	4,812
Octubre	0,043	3,174	0,004	0,050	3,228
Noviembre	0,063	4,641	0,006	0,073	4,720
Diciembre	0,034	2,497	0,003	0,039	2,540
Total	0,568	42,109	0,055	0,660	42,824

Elaboración propia

Se puede apreciar en la tabla 22, que las emisiones mensuales son homogéneas, siendo en el mes de enero cuando menor consumo se registró, mientras que en el mes de mayo se puede apreciar que es el período en el cual se registra el mayor aporte de emisiones.

Gasolina

Para poder calcular las emisiones de gasolina de vehículos se tomaron en cuenta las recomendaciones de la (IPCC, 2006), con los datos mencionados en la tabla 23 y considerando los valores mencionados en las tablas 2, 15 y 16, se debe seguir la metodología utilizada previamente para el diésel para calcular la emisiones de dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O) siguiendo el siguiente procedimiento detallado a continuación:

Tabla 23. Datos para calcular emisiones móviles por gasolina

Dato	Valor y unidad
Densidad de la gasolina	0,73 kg/L
VCN de la gasolina	44,3 TJ/Gg
Factor de emisión de CO_2 de la gasolina	69.300 kg/TJ
Potencial de calentamiento global (PCG) del CO_2	1
Factor de emisión de CH_4 de la gasolina	3,9 kg/TJ
Potencial de calentamiento global (PCG) del CH_4	25
Factor de emisión de N_2O de la gasolina	8 kg/TJ
Potencial de calentamiento global (PCG) del N_2O	298

Elaboración propia

1. Se realiza conversiones a unidades establecidos por los parámetros del (IPCC, 2006), en su segundo volumen, tercer capítulo destinado para combustibles móviles, los datos presentados en la tabla 5, teniendo en cuenta la densidad de la gasolina (0,73 kg/l), lo que permite tener el volumen en kg y posteriormente transformarlo en Gg.
2. Se obtiene la energía en forma de calor y trabajo, que es nuestro dato de la actividad en unidad de Terajoules (TJ), al multiplicar el volumen (Gg) por el valor calórico neto (VCN) de la gasolina que es 44,3 TJ/Gg.
3. Para obtener las emisiones equivalentes tanto de CO_2, CH_4 y N_2O, se multiplica el dato de la actividad por cada uno de los factores de emisión establecidos para cada gas (tabla 14), y posteriormente por su PCG (tabla 2).
4. Finalmente se suman las Tn CO_2 equivalentes provenientes de las emisiones de CO_2, NH_4 y N_2O, obteniendo así la totalidad de emisiones por combustión móvil de gasolina para vehículos

Este procedimiento se aplica para el cálculo de emisiones provenientes de combustible móvil, en este caso de la gasolina utilizada en vehículos para movilización del personal que trabaja en *La empresa*, la metodología en resumen es presentada en la tabla 24, para la obtención de las emisiones de GEI con este combustible.

Tabla 24. Emisiones de CO_2 eq por combustión móvil de gasolina

Gasolina - vehículos					
Mes	**Energía en forma de calor y trabajo (TJ)**	**Tn CO_2 eq (CO_2)**	**Tn CO_2 eq (CH_4)**	**Tn CO_2 eq (N_2O)**	**Total**
Enero	0,12	8,60	0,08	0,30	8,98
Febrero	0,10	7,13	0,06	0,25	7,44
Marzo	0,14	9,82	0,09	0,34	10,24
Abril	0,12	8,10	0,07	0,28	8,45
Mayo	0,16	11,35	0,10	0,39	11,84
Junio	0,13	9,14	0,08	0,31	9,53
Julio	0,11	7,58	0,07	0,26	7,91
Agosto	0,12	8,34	0,08	0,29	8,70
Septiembre	0,12	9,59	0,09	0,33	10,00
Octubre	0,14	9,67	0,09	0,33	10,08
Noviembre	0,13	9,22	0,08	0,32	9,63
Diciembre	0,09	6,32	0,06	0,22	6,60
Total	1,51	104,85	0,95	3,61	109,40

Elaboración propia

Ecopaís

Para poder calcular las emisiones de gasolina de vehículos se tomaron en cuenta las recomendaciones de la (IPCC, 2006), con los datos mencionados en la tabla 23 y considerando los valores mencionados en las tablas 2, 15 y 16, se debe seguir la metodología utilizada previamente para el diésel para calcular la emisiones de dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O) siguiendo el siguiente procedimiento detallado a continuación:

Para poder calcular las emisiones de gasolina ecopaís de vehículos se tomaron en cuenta las recomendaciones de la (IPCC, 2006), con los datos mencionados en la tabla 25 y teniendo en cuenta los valores mencionados en las tablas 2, 15 y 16, se debe seguir la metodología utilizada previamente para otros combustibles, añadiéndole un cálculo del 95% de gasolina y de 5% de etanol para calcular la emisiones de dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O) siguiendo el siguiente procedimiento detallado a continuación:

Tabla 25. Datos para calcular emisiones móviles por gasolina ecopaís

Dato	Valor y unidad
Densidad de la gasolina	0,73 kg/L
VCN de la gasolina	44,3 TJ/Gg
Densidad del etanol	0,789 kg/L
VCN del etanol	27 TJ/Gg
Factor de emisión de CO_2 de la gasolina	69.300 kg/TJ
Factor de emisión de CO_2 del etanol	70.800 kg/TJ
Potencial de calentamiento global (PCG) del CO_2	1
Factor de emisión de CH_4 de la gasolina	3,9 kg/TJ
Factor de emisión de CH_4 del etanol	18 kg/TJ
Potencial de calentamiento global (PCG) del CH_4	25
Factor de emisión de N_2O de la gasolina	8 kg/TJ
Factor de emisión de N_2O del etanol	NA
Potencial de calentamiento global (PCG) del N_2O	298

Fuente: *(IPCC, 2006)*

1. Se realiza el cálculo de consumo del 5% de etanol (tabla 26) y 95% de gasolina (tabla 27), posteriormente se trabaja con valores establecidos para uno de los combustibles mencionados.
2. Se realiza conversiones a unidades establecidos por los parámetros del (IPCC, 2006), en su segundo volumen, tercer capítulo destinado para combustibles móviles, los datos presentados en la tabla 5, considerando que la densidad del etanol es de 0,789 y de la gasolina es de 0,73 kg/l, lo que permite obtener el volumen en kg para posteriormente transformarlo a Gg.
3. Se obtiene la energía en forma de calor y trabajo, que es nuestro dato de la actividad en unidad de Terajoules (TJ), al multiplicar el volumen (Gg) por el valor calórico neto (VCN) del combustible con el que se esté trabajando etanol (27 TJ/Gg) o gasolina (44,3 TJ/Gg).
4. Para obtener las emisiones equivalentes tanto de CO_2, CH_4y N_2O, se multiplica el dato de la actividad por cada uno de los factores de emisión establecidos para cada gas (tabla 14), y posteriormente por su PCG (tabla 2), en el caso del etanol solo se calcula de CO_2, y CH_4, ya que el N_2O no aplica para este combustible.

5. Se suman las Tn CO_2 equivalentes provenientes de las emisiones de CO_2, NH_4 y N_2O, obteniendo así la totalidad de emisiones por combustión estacionaria de etanol (5%) y gasolina (95%) correspondiente a gasolina ecopaís en Ecuador.
6. Finalmente se suman las emisiones del 95% de gasolina y del 5% de etanol para obtener las emisiones totales de gasolina ecopaís (tabla 28).

Este procedimiento se aplica para el cálculo de emisiones provenientes de combustible móvil, en este caso de gasolina ecopaís utilizada en vehículos para movilización del personal que trabaja en *La empresa*, la metodología en resumen es presentada en las tablas 26, 27 y 28 para la obtención de emisiones de GEI para el combustible tratado en esta sección.

Tabla 26. Emisiones de CO_2 eq por combustión móvil de etanol al 5%

Etanol 5%. - vehículos					
Mes	**Etanol al 5% (Gal)**	**Energía en forma de calor y trabajo (TJ)**	**Tn CO_2 eq (CO_2)**	**Tn CO_2 eq (CH_4)**	**Total**
Enero	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
Febrero	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
Marzo	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
Abril	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
Mayo	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
Junio	0,64200	0,00005	0,00367	0,00002	0,00369
Julio	0,0000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
Agosto	0,72650	0,00006	0,00415	0,00003	0,00418
Septiembre	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
Octubre	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
Noviembre	1,08100	0,00000	0,00618	0,00004	0,00622
Diciembre	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
Total	2,44950	0,00020	0,01400	0,00009	0,01409

Elaboración propia

Al tratarse de un combustible que solo es comercializado en la región Costa del Ecuador, no produce admiración que se presente consumos correspondientes únicamente a 3 meses del año 2017, y que en el caso de la tabla 26, los valores fueron

calculados al 5% del consumo debido al porcentaje de participación del etanol en la gasolina ecopaís.

Tabla 27. Emisiones de CO_2 eq por combustión móvil de gasolina al 95%

Gasolina 95% - vehículos						
Mes	**Gasolina al 95% (Gal)**	**Energía en forma de calor y trabajo (TJ)**	**Tn CO_2 eq (CO_2)**	**Tn CO_2 eq (CH_4)**	**Tn CO_2 eq (N_2O)**	**Total**
Enero	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Febrero	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Marzo	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Abril	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Mayo	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Junio	12,198	0,001	0,104	0,001	0,004	103,611
Julio	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Agosto	13,804	0,002	0,117	0,001	0,004	117,248
Septiembre	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Octubre	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Noviembre	20,539	0,003	0,174	0,002	0,006	174,461
Diciembre	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Total	46,541	0,006	0,395	0,004	0,014	395,320

Elaboración propia

Se puede evidenciar que las emisiones del combustible ecopaís ha incrementado notablemente en la tabla 27 en comparación de los resultados obtenidos en la tabla 26, esto debido a que el cálculo se lo realizó con gasolina al 95% de gasolina ecopaís.

Tabla 28. Total de emisiones de CO_2 eq por combustión móvil de gasolina ecopaís

Gasolina ecopaís – vehículos			
Mes	**Total emisiones gasolina al 95% CO_2 eq**	**Total emisiones etanol al 5% CO_2 eq**	**Total emisiones ecopaís CO_2 eq**
Enero	0,000	0,000	0,000
Febrero	0,000	0,000	0,000
Marzo	0,000	0,000	0,000
Abril	0,000	0,000	0,000
Mayo	0,000	0,000	0,000
Junio	0,108	0,004	0,112
Julio	0,000	0,000	0,000
Agosto	0,122	0,004	0,127
Septiembre	0,000	0,000	0,000

Octubre	0,000	0,000	0,000
Noviembre	0,182	0,006	0,188
Diciembre	0,000	0,000	0,000
Total	0,412	0,014	0,427

Elaboración propia

Se puede evidenciar que la mayor cantidad de las emisiones totales por combustible ecopaís es procedente del 95% correspondiente al porcentaje de gasolina con el que cuenta este combustible móvil, 100% se completa con etanol.

B. Alcance 2

Energía eléctrica

Para poder calcular las emisiones de energía eléctrica se trabajó con los datos proporcionados de cada una de las infraestructuras dentro de la red de telecomunicaciones en la ciudad de Quito de *La empresa,* se realizó la correspondiente transformación de unidades para equipararla con el factor de emisión y dicho valor fue multiplicado por el factor **0,4867 t CO_2/MWh** dato obtenido de la CENACE, así como se obtuvo la emisión de Tn CO_2 eq (tabla 29), por la cantidad de datos se trabajaron con los totales de consumo de energía eléctrica en cada una de las categorías de donde se obtuvo los datos del año 2017, mostrados en las tablas 7, 8, 9, 10, 11 y 12.

Tabla 29. Emisiones de CO_2 por consumo eléctrico del año 2017

Consumo eléctrico				
Infraestructura	**Consumo KWh**	**Consumo MWh**	**FE tCO_2/MWh eq**	**Tn CO_2eq**
Radio Bases Celular	10’586.710,9500	10.586,7110	0,4867	5.152,5522
Centrales	6’728.970,0000	6.728,9700	0,4867	3.274,9897
Bodega	17.443,9500	17,4440	0,4867	8,4900
C.A. C’s	432.649,1800	432,6492	0,4867	210,5704
Oficinas	310.148,7000	310,1487	0,4867	150,9494
HUB's	1’323.221,9700	13.23,2220	0,4867	644,0121
Total	19’399.144,7500	19.399,1448	0,4867	9.441,5637

Elaboración propia

En la tabla 29 se puede observar el consumo anual de toda la infraestructura presente en la ciudad de Quito resumida, es así que se puede determinar que el mayor consumo eléctrico proviene de las radio bases celular que en total son 474, por lo cual no presenta un resultado extraño, por otra parte llama mucha atención la cantidad de energía que demanda la operación de las 2 centrales, siendo la segunda subcategoría que mayor impacto genera en el medio ambiente.

C. Alcance 3

Dentro de este último alcance que es optativo para las organizaciones, se ha tomado en cuenta los desechos biológicos y no reciclables generados en la oficina matriz de *La empresa*, en la ciudad de Quito en el año 2017.

a. Desechos Biológicos

Para poder establecer las emisiones de carbono equivalente producido a partir de la generación de los desechos biológicos producidos por *La empresa*, se utilizaron las directrices IPCC (2006), teniendo en cuenta que los datos levantados fueron en unidad de **número de personas**, que representa a los trabajadores en cada uno de los meses, a partir de eso se pudo determinar la cantidad de desechos biológicos generados, para lo cual se utilizaron los datos mencionados en la tabla 30 y ecuación presentada a continuación para obtener la masa de materia orgánica biodegradable en aguas residuales (tabla 31).

$$\boldsymbol{M = RBO * (pa - dl) * td * FCBOD}$$ *Ecuación 4*

Donde,

M = Masa de materia orgánica biodegradable en aguas residuales, Kg de BOD

RBO = Requisito bioquímico de oxígeno por persona al día BOD, Kg/día

pa = Período de análisis, días

dl = Días libres proporcionales, días

td = Tiempo de trabajo diario, h

FCBOD = Factor de corrección para BOD

Tabla 30. Datos para obtener masa de materia biodegradable en aguas residuales

Dato	Valor y unidad
Requisito bioquímico de oxígeno por persona al día	40 g/persona/día
Período de análisis	30,42 días
Días libres proporcionales por mes	9,58 días
Tiempo de trabajo diario	0,33 h
Factor de corrección para BOD	1 veces

Fuente: (IPCC, 2006)

T**abla 31**. Obtención de la masa de materia biodegradable en aguas residuales

Mes	Requisito bioquímico de oxígeno total personas al día	Materia orgánica biodegradable en las aguas residuales (kg de BOD)
Enero	39,04	268,49
Febrero	39,28	270,14
Marzo	39,84	273,99
Abril	39,88	274,26
Mayo	39,40	270,96
Junio	38,96	267,94
Julio	38,32	263,53
Agosto	37,88	260,51
Septiembre	37,80	259,96
Octubre	38,80	266,84
Noviembre	38,96	267,94
Diciembre	39,16	269,31
Total	467,32	3213,85

Elaboración propia

Se puede evidencia que en el ms de abril del año 2017 se registra la mayor generación de materia orgánica biodegradable en las aguas residuales provenientes de

La empresa, sin embargo los resultados muestras valores muy homogéneos para todos los meses.

Para calcular las emisiones de CO_2 por CH_4 durante el período del inventario, se realiza el cálculo de las emisiones CH_4, a través de la ecuación 5 con los datos presentados en la tabla 32, posteriormente se multiplica por el potencial de calentamiento global del metano (25) cuyo resumen de proceso resumido lo podemos encontrar en la tabla 33.

$$Emisiones\ CH_4 = (EF * fp * gvt) * M \qquad Ecuación\ 5$$

Donde,

Emisiones CH_4 = Total de emisiones de CH_4 durante el período del inventario, Kg CH_4 / período.

EF = Factor de emisión de CH_4, Kg CH_4 / Kg BOD.

fp = Fracción de la población

gvt = Grado de utilización de vía de tratamiento

M = Masa de materia orgánica biodegradable en aguas residuales, Kg de BOD

Tabla 32. Datos para obtener las emisiones de CH_4 de desechos biológicos

Dato	Valor y unidad
Factor de emisión de CH_4	0,48 kg CH_4/kg
Fracción de la población del grupo de ingresos "i"	1 (fracción)
Grado de utilización de vía de tratamiento del grupo "i"	**1º**

Fuente: (IPCC, 2006)

Tabla 33. Obtención de las emisiones de Ch_4 de desechos biológicos

Mes	Materia orgánica biodegradable en las aguas residuales	Emisiones de CH_4	Tn CO_2 eq (CH_4)
Enero	268,49	128,87	3,22
Febrero	270,14	129,67	3,24
Marzo	273,99	131,51	3,29
Abril	274,26	131,65	3,29
Mayo	270,96	130,06	3,25
Junio	267,94	128,61	3,22
Julio	263,53	126,50	3,16
Agosto	260,51	125,04	3,13
Septiembre	259,96	124,78	3,12
Octubre	266,84	128,08	3,20
Noviembre	267,94	128,61	3,22
Diciembre	269,31	129,27	3,23
Total	3213,85	1542,65	38,57

Elaboración propia

En concordancia con la tabla 31, se evidencia en la tabla 33 que las emisiones de metano provenientes de los desechos biológicos generados por los servidores de la organización son homogéneas durante todo el período evaluado.

Para la estimación de las emisiones provenientes del N_2O se procede a realizar el cálculo mediante el empleo de la ecuación 6, que nos permite obtener la cantidad total de Nitrógeno en los efluentes de aguas residuales, posteriormente a través de la ecuación 7, se obtiene las emisiones de óxido nitroso, mismas que serán multiplicadas por el potencial de calentamiento global de este gas (298), dándonos las toneladas de CO_2 equivalentes que se emitieron en el período de la presente investigación con los datos de la tabla 13.

$$N_{EFLUENTE} = (P * Proteína * F_{NPR} * F_{NON-CON} * F_{IND-COM}) - N_{LODO} \quad \textit{Ecuación 6}$$

Donde,

$\boldsymbol{N_{EFLUENTE}}$ = Cantidad total anual de nitrógeno en los efluentes de aguas residuales, kg. de N/año

P = Población humana

Proteína = Consumo per cápita anual de proteínas, kg. /persona/año

F_{NPR} = Fracción de nitrógeno en las proteínas, kg. de N/kg. de proteína

$F_{NON-CON}$ = factor de las proteínas no consumidas añadidas a las aguas residuales

$F_{IND-COM}$ = factor para las proteínas industriales y comerciales co-eliminadas en los sistemas de alcantarillado

N_{LODO} = nitrógeno separado con el lodo residual, kg. de N/año

$$Emisiones\ de\ N_2O = N_{EFLLUENTE} * EF_{EFLUENTE} * 44/28$$ *Ecuación 7*

Donde,

$\boldsymbol{Emisiones\ de\ N_2O}$ = Emisiones de N_2O durante el año del inventario, kg. de N_2O/año

$\boldsymbol{N_{EFLLUENTE}}$ = Cantidad total anual de nitrógeno en los efluentes de aguas residuales, kg. de N/año

$\boldsymbol{EF_{EFLUENTE}}$ = Factor de emisión para las emisiones de N_2O provenientes de la eliminación en aguas servidas, kg. de N_2O/kg. de N

44/28 = El factor corresponde a la conversión de kg. de N_2O-N en kg. de N_2O.

Tabla 34. Datos para obtener las emisiones de CH_4 de desechos biológicos

Dato	Valor y unidad
Proteína	65 g/persona/día
Fracción de nitrógeno en las proteínas	0, 16 k de N/kg
Factor de las proteínas no consumidas añadidas a las aguas residuales	1 (por defecto)
Factor para las proteínas industriales y comerciales co-eliminadas en los sistemas de alcantarillado	1
Nitrógeno separado con el lodo residual	0 (por defecto)
Factor de emisión para las emisiones de N_2O provenientes de la eliminación en aguas servidas	0,005

Fuente: (IPCC, 2006)

Tabla 35. Obtención de las emisiones de N_2O de desechos biológicos

Mes	Cant. total anual de N en los efluentes de aguas residuales	Emisiones N_2O	Tn CO_2 eq (N_2O)
Enero	95,98	0,75	0,23
Febrero	96,57	0,76	0,23
Marzo	97,95	0,77	0,23
Abril	98,05	0,77	0,23
Mayo	96,87	0,76	0,23
Junio	95,79	0,75	0,22
Julio	94,21	0,74	0,22
Agosto	93,13	0,73	0,22
Septiembre	92,94	0,73	0,22
Octubre	95,39	0,75	0,22
Noviembre	95,79	0,75	0,22
Diciembre	96,28	0,76	0,23
Total	1148,95	9,02	2,69

Elaboración propia

En la tabla 35 se puede evidenciar que los resultados obtenidos a lo largo del periodo son muy similares en cada mes, sin llegar a sobrepasar las 0,23 toneladas de CO_2 equivalente. Finalmente se suman los datos obtenidos en la tabla 33 y 35 y obtenemos las emisiones por desechos biológicos de *La empresa* en el año 2017 en la tabla 36.

Tabla 36. Total de emisiones de CO_2 eq por desechos biológicos

Mes	Tn CO_2 eq (CH_4)	Tn CO_2 eq (N_2O)	Total
Enero	3,22	0,23	3,45
Febrero	3,24	0,23	3,47
Marzo	3,29	0,23	3,52
Abril	3,29	0,23	3,52
Mayo	3,25	0,23	3,48
Junio	3,22	0,22	3,44
Julio	3,16	0,22	3,38
Agosto	3,13	0,22	3,34
Septiembre	3,12	0,22	3,34
Octubre	3,20	0,22	3,43
Noviembre	3,22	0,22	3,44
Diciembre	3,23	0,23	3,46
Total	38,57	2,69	41,26

Elaboración propia

En total se emitieron 4,26 toneladas de CO_2 equivalentes por concepto de desechos biológicos generados por los servidores de *La empresa*, durante sus operaciones en la oficina matriz ubicada en la ciudad de Quito.

b. Desechos no reciclables

Para poder establecer las emisiones de Dióxido de Carbono equivalente producido a partir de la generación de los desechos no reciclables por *La empresa* (tabla 38), se utilizaron las directrices IPCC (2006), teniendo en cuenta que los datos levantados fueron en kilogramos (Kg) a partir de un peso diario durante 3 meses (tabla 13), a partir de lo que se estableció un estándar para el peso de cada uno de los meses del año 2017, para el cálculo de las emisiones generadas se utilizaron los datos mencionados en la tabla 37, conjuntamente con la ecuación 8 para determinar la cantidad de materia seca en otros desechos inertes, y la con la ecuación 9 las emisiones de CO_2 eq.

$$MSDI = (DNR * PMSODI) / 100 \qquad \textit{Ecuación 8}$$

Donde,

$\boldsymbol{MSDI}$ = Cantidad de materia seca en otros desechos inertes, kg

$\boldsymbol{DNR}$ = Desechos no reciclables, kg

$\boldsymbol{PMSODI}$ = Porcentaje de materia seca de otros desechos inertes

$$EmDes\ CO_2 = MSDI * (COD + COF) * \text{FC}/1000 \qquad \textit{Ecuación 9}$$

Donde,

$\boldsymbol{EmDes\ CO_2}$ = Emisiones de CO_2 por generación de desechos no reciclables.

$\boldsymbol{MSDI}$ = Cantidad de materia seca en otros desechos inertes, Kg

$\boldsymbol{COD}$ = Contenido de carbono orgánico degradable.

$\boldsymbol{COF}$ = Contenido de carbono de origen fósil.

FC = Factor de conversión de CO_2, 3,67.

Tabla 37. Datos para obtener las emisiones de CO_2 eq por desechos no reciclables

Dato	Valor y unidad
Porcentaje de materia seca de otros desechos inertes	90 %
Contenido de carbono orgánico degradable	0,003
Contenido de carbono de origen fósil	0,97
Factor de conversión de CO_2	3,67

Fuente: (IPCC, 2006)

Tabla 38. Emisiones de CO_2 eq por desechos no reciclables

Mes	Cantidad de materia seca en otros desechos inertes	Tn CO_2 eq
Enero	704,20	2,58
Febrero	704,20	2,58
Marzo	704,20	2,58

Abril	704,20	2,58
Mayo	704,20	2,58
Junio	704,20	2,58
Julio	704,20	2,58
Agosto	704,20	2,58
Septiembre	704,20	2,58
Octubre	704,20	2,58
Noviembre	704,20	2,58
Diciembre	704,20	2,58
Total	8450,35	31,01

Elaboración propia

Recordando que los datos fueron obtenidos a partir de una tendencia en la cual se realizaron 3 meses de mediciones y se obtuvieron resultados iguales, las emisiones totales por concepto de desechos no reciclables es de 31,01 toneladas de CO_2 equivalente.

4.3 Diagrama de Pareto

4.3.1 Enfocado a las actividades de emisión de GEI's

Una vez que fueron determinadas las emisiones que genera cada actividad, se evaluó el porcentaje de aportación hacia la totalidad de las emisiones generadas por *La empresa* en el año 2017, continuando con la elaboración del Diagrama de Pareto, para lo cual se siguió la siguiente metodología detallada a continuación cuya información resumida se la puede apreciar en la tabla 39:

- **Etapa 1:** Los datos fueron clasificados de acuerdo a las actividades mencionadas en la tabla 3.
- **Etapa 2:** Los datos fueron ordenados de mayor a menor, y se generaron sus respectivos porcentajes y porcentajes acumulados.
- **Etapa 3:** Se realizó el gráfico en donde, en el eje de las abscisas se detallaron las actividades, agrupando la de menor contribución en una categoría. En el eje de las ordenadas se indicaron los porcentajes.
- **Etapa 4:** Se diseño un diagrama de barras con la información generada.

- **Etapa 5:** Para la elaboración de la línea acumulada se tomó en cuenta los valores de porcentaje acumulado de cada una de las actividades.
- **Etapa 6:** Para finalizar, se añadió la información básica para comprender el diagrama elaborado.

Tabla 39. Porcentajes para la elaboración del Diagrama de Pareto por actividad

Actividad	Emisiones CO_2 eq	Porcentaje (%)	Porcentaje acumulado (%)
Servicio de telecomunicaciones	9.096,88	93,86	93,86
Administrativo	224,15	2,31	96,17
Atención a clientes	210,57	2,17	98,34
Transporte	152,29	1,57	99,91
Almacenamiento	8,49	0,09	100
Total	9.692,38	100	

Elaboración propia

La tabla 39 presenta los valores de emisiones por cada una de las actividades que han sido determinadas y tomadas en cuenta para el presente estudio, misma que nos indica una clara diferencia de aporte a la huella de carbono por parte del servicio de telecomunicaciones, llegando a un 93,86%, seguido por las actividades administrativas que representan un 2,31%.

4.3.2 Enfocado a los factores de emisión de GEI's

Con el objetivo de analizar que factor de emisión genera mayores emisiones de GEI's se realizó el mismo procedimiento que en el punto 4.3.1, obteniendo la tabla 40.

Tabla 40. Porcentajes para la elaboración del Diagrama de Pareto por factores de

Factor de emisión	Emisiones CO_2 eq	Porcentaje (%)	Porcentaje acumulado (%)
Consumo eléctrico	9.442,494	97,422	97,422
Combustión móvil: gasolina vehículos	109,143	1,126	98,548
Combustión móvil: diésel vehículos	42,723	0,441	98,989
Desechos biológicos	41,256	0,426	99,414
Desechos no reciclables	31,013	0,320	99,734

Combustión fija: diéseles generadores	25,325	0,261	99,996
Combustión móvil: gasolina ecopaís	0,427	0,004	100
Total	9.692,380	100,000	

Elaboración propia

La tabla 40 evidencia que dentro de los factores de emisión el consumo eléctrico representa el 97,42% de las emisiones totales de toneladas de CO2 equivalente durante las operaciones del año 2017, mientras que la gasolina ecopaís es el factor que menor aporte tiene con un 0,43 %.

4.4 Cálculo de la Incertidumbre

Para disminuir la incertidumbre en el cálculo de la Huella de Carbono en *La empresa* se emplearon las directrices que recomienda el (IPCC, 2001) en su publicación ‘‘Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero’’, dentro de los procesos de cuantificación y recolección de datos. De igual manera, se han utilizado metodologías recomendadas por el IPCC y el GHG *Protocol*, por la ausencia de factores de emisión nacionales, con excepción del consumo eléctrico que se emplean valores generados por el CENACE. Para el cálculo de dicha incertidumbre se utilizó la herramienta GHG Uncertainty Tool (1.0), creada por el GHG Protocol en el año 2003, que está conformada por una guía explicativa y una hoja de cálculo que determina el grado de incertidumbre estadística que presenta el trabajo en relación al grado de confianza de los factores de emisión como de la información recopilada.

Cabe mencionar que la recopilación de datos de *La empresa* es confiable. Se asume que en su mayoría el sesgo está ocurriendo por el uso de factores de emisión que no son propios del país y, se consideran las incertidumbres asociadas a esos factores brindadas por el IPCC. De acuerdo con (Ihobe, 2012), los datos de actividad relacionadas a intercambio comercial y documentadas mantienen un nivel de incertidumbre aceptable teniendo a un 4% y 5% en actividades de consumo de combustible líquidos. Por lo cual, la información correspondiente a las actividades reportadas en el alcance 1 (tabla 4)

tienen un intervalo de confianza del 5%, mientras que las reportadas en el alcance 2 (tabla 4) presenta un nivel de incertidumbre del 4%. En el caso de las actividades que han sido reportadas en el alcance 3 (tabla 4), para el caso de los desechos biológicos el nivel de incertidumbre incrementa a 10% debido a que se utiliza valores estandarizados que no siempre reflejan la realidad y con datos que no corresponden en específico al país, mientras que para desechos no reciclables este aumenta a un 16% tomando en cuenta que los datos presentados son resultado de una tendencia de muestro. En cuanto a la incertidumbre relacionada con los factores de emisión, el IPCC (2006) ha establecido un nivel de 5% de intervalo de confianza para los combustibles fósiles, mientras que para la energía eléctrica y los desechos biológicos su incertidumbre es de 10%, por último la incertidumbre generada para los desechos no reciclados incrementan debido que los mismos son producto de una tendencia a 15% (GHG Protocol, 2003).

La herramienta GHG Uncertainty Tool (1.0) maneja varias hojas de cálculo, que para el presente estudio serán utilizadas 3, la primera maneja mediciones indirectas, la segunda directa y la última que resume en un resultado general mediciones directas e indirectas. Para la primera hoja se ingresaron los datos del primer y segundo alcance (tabla 4) recolectados y sus respectivos factores de emisión como se muestra en la tabla 41. Las columnas A – F fueron completas para cada uno de los datos de actividad donde se utilizó unidades establecidas en la hoja de cálculo (Gg, kg, kWh), conjuntamente se ingresaron los factores de emisión correspondientes con los niveles de incertidumbre para cada uno. Las columnas ‘‘G’’ y ‘‘H’’ realizaron el cálculo de emisiones de CO_2 generadas en kg y toneladas métricas. Para finalizar, las columnas ‘‘I’’ y ‘‘J’’ presentaron el grado de incertidumbre para cada una de los datos de actividad y su equivalente en el rango utilizado. Para el correcto funcionamiento de esta herramienta se registraron los datos obtenidos de las emisiones de Tn CO_2 eq, de cada uno de los gases (CO_2, CH_4, N_2O), ya que sus factores de emisión son diferentes.

Tabla 41. Cálculo de incertidumbre por mediciones indirectas

	Paso 1+2					Paso 3				
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	**G**	**H**	**I**	**J**
Fuentes de emisión de GEI	Dato de Actividad (DA)	Unidad DA	Incertidumbre DA	GHG emisión factor	Unidad de GHG FE	Incertidumbre factor de emisión	Emisiones de CO_2 en kg	Emisiones CO_2 Tn eq	Incertidumbre de las emisiones calculadas	Ranking de certeza
Diesel vehículos (CO_2)	0,57	TJ	+/- 5,0%	74.100	kg CO_2 / TJ	+/- 5,0%	42.108,64	42,11	+/- 7,1%	Good
Diesel vehículos (CH_4)	0,57	TJ	+/- 5,0%	97,50	kg CO_2 / TJ	+/- 5,0%	55,41	0,06	+/- 7,1%	Good
Diesel vehículos (N_2O)	0,57	TJ	+/- 5,0%	1.162,20	kg CO_2 / TJ	+/- 5,0%	660,44	0,66	+/- 7,1%	Good
Gasolina vehículos (CO_2)	1,51	TJ	+/- 5,0%	69.300	kg CO_2 / TJ	+/- 5,0%	104.850,41	104,85	+/- 7,1%	Good
Gasolina vehículos (CH_4)	1,51	TJ	+/- 5,0%	625	kg CO_2 / TJ	+/- 5,0%	945,62	0,95	+/- 7,1%	Good
Gasolina vehículos (N_2O)	1,51	TJ	+/- 5,0%	2.384	kg CO_2 / TJ	+/- 5,0%	3.606,98	3,61	+/- 7,1%	Good
Ecopaís 95% gasolina (CO_2)	0,01	TJ	+/- 5,0%	69.300	kg CO_2 / TJ	+/- 5,0%	395,30	0,40	+/- 7,1%	Good
Ecopaís 95% gasolina (CH_4)	0,01	TJ	+/- 5,0%	625	kg CO_2 / TJ	+/- 5,0%	3,57	0,00	+/- 7,1%	Good
Ecopaís 95% gasolina (N_2O)	0,01	TJ	+/- 5,0%	2.384	kg CO_2 / TJ	+/- 5,0%	13,60	0,01	+/- 7,1%	Good
Ecopaís 5% etanol (CO_2)	0	TJ	+/- 5,0%	70.800	kg CO_2 / TJ	+/- 5,0%	14	0,01	+/- 7,1%	Good
Ecopaís 5% etanol (CH_4)	0	TJ	+/- 5,0%	450	kg CO_2 / TJ	+/- 5,0%	0,09	0	+/- 7,1%	Good
Diéseles generadores (CO_2)	0,34	TJ	+/- 5,0%	74.100	kg CO_2 / TJ	+/- 5,0%	25.238,83	25,24	+/- 7,1%	Good
Diéseles generadores (CH_4)	0,34	TJ	+/- 5,0%	250	kg CO_2 / TJ	+/- 5,0%	85,15	0,09	+/- 7,1%	Good
Diesel generadores (N_2O)	0,34	TJ	+/- 5,0%	178,80	kg CO_2 / TJ	+/- 5,0%	60,90	0,06	+/- 7,1%	Good
Energía Eléctrica	19399144,75	kWh	+/- 4,0%	0,49	kg CO_2/kWh	+/- 10,0%	9.441.563,75	9.441,56	+/- 10,8%	Good

Fuente: (GHG Protocol, 2003)

Mientras que para la segunda hoja se ingresaron directamente las emisiones de GEI's estimadas, para el presente caso de estudio se utilizó para establecer la

incertidumbre de los datos del alcance 3, correspondiente a desechos biológicos y desechos no reciclables, como se lo puede apreciar en la tabla 42.

Tabla 42. Cálculo de incertidumbre por mediciones directas

	Pasos 1-3		Paso 4
	A	**B**	**C**
Fuentes de emisión de GEI	**Emisiones estimado**	**Incertidumbre estimada de emisiones**	**Ranking de certeza**
Desechos biológicos	41.256,43	+/- 10,0%	Good
Desechos no reciclables	31.012,79	+/- 15,0%	Good

Fuente: (GHG Protocol, 2003)

El programa presenta una tercera hoja de cálculo la cual indica el nivel de incertidumbre estimada total, una vez que ya se cuenta con las mediciones directas en indirectas calculadas previamente, esto se puede apreciar en la tabla 43.

Tabla 43. Cálculo de incertidumbre de *La empresa*

	Incertidumbre agregada	Ranking de incertidumbre
Paso 4: Incertidumbre agregada para el total de todas las emisiones medidas directa e indirectamente	+/- 10,5%	Good

Fuente: (GHG Protocol, 2003)

Los resultados arrojas por la tabla 43 comparado con lo que indica la tabla 1 según lo establecido por el GHG Protocol, nos dice que el +/- 10,5% obtenido ingresa dentro de un nivel bueno de incertidumbre.

En el presente capítulo tratado se realizó la elección de los factores de emisión con los cuales se procedió a trabajar en la aplicación de una calculadora de huella de carbono generada en el programa Excel. Posteriormente se procedió a desarrollar el diagrama de Pareto y finalmente se pudo conocer el nivel de incertidumbre que presenta la investigación.

CAPÍTULO V

5. DETERMINACIÓN DE ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN Y REDUCCIÓN

5.1 Criterios de medidas de mitigación y reducción

Para poder determinar las medidas de mitigación y reducción de la huella de carbono emitida por *La empresa* se inició con un análisis y revisión bibliográfica, para establecer que medidas puedes ser aplicables para la organización, procediendo con la búsqueda de proyectos similares implementados en otras instituciones y que puede ser adaptados para *La empresa.* Finalmente, mediante un proceso de evaluación a través del análisis multicriterio, método Scoring, se ponderó a las propuestas recogidas considerando los siguientes criterios: tiempo para su implementación, costos de implementación. Transferencia d ciencia y tecnología, reducción de emisiones y relevancia del factor de emisión atendido, establecidos mediante previa revisión bibliográfica. Estos criterios se encuentran descritos a mayor detalle en la tabla 44.

Tabla 44. Descripción de criterios de mitigación y reducción

Criterio	Descripción	Indicador
Tiempo de implementación	Tiempo que se demora la medida propuesta en ser implementada	Meses o Años
Costo de implementación	Costo que tiene la medida propuesta	Dólares
Transferencia de ciencia y tecnología	Facilidad de transferencia de conocimiento para la medida propuesta	Facilidad de transferencia
Reducción de emisiones	Porcentaje de reducción de emisiones esperados con la medida propuesta	Porcentaje de reducción respecto 5% de emisiones generadas al total
Relevancia del factor de emisión atendido	Ponderación del impacto ambiental directo del factor de emisión ligado a la actividad atendida al implementar la medida propuesta	Factores de emisión que generen mayor impacto según el diagrama de Pareto para factores de emisión

Elaboración propia

5.2 Medidas de reducción

Dentro de las medidas de reducción para cada una de las actividades que producen emisiones de CO_2 cuentan con medidas en específico, por lo que según lo mencionado en el método Scoring, se realiza una asignación de pesos en una escala de 5 ponderaciones en función del resultado obtenido en el diagrama de Pareto para los factores de emisión analizadas presentando en la sección de resultados. Siendo la escala empleada la siguiente:

Donde:

1 = irrelevante

2 = poco importante

3 = medianamente importante

4 = importante

5 = muy importante

Tabla 45. Ponderación de factores de emisión según resultados de diagrama de Pareto

Factor de emisión	Ponderación	
Energía eléctrica	5	Muy importante
Combustible móvil (gasolina)	4	Importante
Combustible móvil (diésel)	3	Medianamente importante
Desechos biológicos	3	Medianamente importante
Desechos no reciclables	3	Medianamente importante
Combustible estacionario (diésel)	2	Poco importante
Combustible móvil (ecopaís)	1	Irrelevante
Emisiones menores	1	Irrelevante

Elaboración propia

Las estrategias de reducción seleccionadas para cada una de las actividades con su respectiva ponderación se pueden observar en la tabla 46, mismas que son planteadas en un escenario ideal para para su aplicación posteriormente mediante el método Scoring se podrá determinar su factibilidad de implementación

Tabla 46. Estrategias de reducción de huella de carbono de *La empresa*

Estrategia	Descripción	Ponderación
Energía eléctrica		
Autosuficiencia energética	Transición energética hacia tecnología de energía alternativa como la eólica o solar para las radio base celular y toda infraestructura de la organización, permitiendo depender de recursos renovables y que serán sostenibles en el tiempo representando ventajas económicas, sociales y ambientales.	5
Sensores de movimiento en infraestructura	La estrategia está orientada a la instalación de sensores de luz del día que encienden las luminarias exactamente cuando la luz natural resulta insuficiente y sensores de movimiento en áreas de actividad no lineal, donde la iluminación puede ser regulada la mayor parte del tiempo, ayudando significativamente a la reducción de la huella de carbono de *La empresa*, teniendo un período de tiempo en el retorno de la inversión y posteriores beneficios financieros.	5
Redes de suministro inteligente	Corriente continua sistemas basados en RACKS que como lo explica Data Center Market (2015) es una solución basada en la alimentación de los racks de servidores con corriente continua. El sistema sustituye la alimentación en el servidor por una simple etapa de conversión de AC/DC (Corriente alterna/continua) y, en cada rack eléctrico, sitúa un dispositivo que toma una corriente AC de entrada para producir una corriente continua (24 V o 48 V, según el caso), proveer mejores procesadores y ventiladores para una optimización del trabajo que se realiza en los centros de datos.	5
Adherirse al programa Energy Star	Internamente en *La empresa* adquirir productos que contengan el etiquetado de eficiencia energética para equipos de oficina (ordenadores, monitores, copiadoras, impresoras, escáneres y fax entre otros), programa que forma parte de las estrategias de la Unión Europea para luchar contra el cambio climático, buscando generar mayores alianzas internacionales ya que la Comisión Europea ha puesto en marcha la iniciativa ICT Footprint, trabajando con 27 compañías líderes mundiales y asociaciones del sector de telecomunicaciones, para	5

	medir la huella de carbono derivada de la producción, transporte y venta de los equipos y dispositivos, redes y servicios de telecomunicaciones.	
Sistema de contención de refrigeración para centros de computo	Como lo recomiendan Yépez y Avilán (2015) la adquisición de un sistema universal de contención reduciría el consumo de energía asociado a la refrigeración de los centros de cómputo de la organización; el sistema optimiza la separación de aire caliente y frío para permitir una mayor densidad por gabinete, recuperando aproximadamente 10% de la capacidad de refrigeración existente y ahorrando gastos operativos.	5
Combustible móvil (gasolina)		
Carpooling	Busca fomentar el uso del carro compartido para aumentar el número de ocupantes de los vehículos desde las oficinas de la organización, hasta destinos comunes o cercanos, presentando un enorme potencial para generar una serie de beneficios, como la reducción de emisiones de GEI y niveles de contaminación atmosférica, permite mejorar la movilidad de los usuarios, generar un ahorro monetario para *La empresa*, disminuye tiempos de viaje y menora la cantidad de vehículos en circulación; dentro de su implementación se puede generar una plataforma en intranet, funcionando registro de rutas que ofrecen y horarios disponibles para los usuarios.	4
Mantenimiento periódico de vehículos	Un mantenimiento periódico garantiza la seguridad de los colaboradores de *La empresa*, y a la vez se evita un consumo excesivo de combustible manteniendo la eficiencia de los mismos.	4
Campañas de educación vial	Permite usar de una manera óptima los vehículos, disminuyendo el uso de combustible innecesario por parte de los trabajadores de la organización.	4
Rutas óptimas	Con la ayuda de Sistemas de Información Geográfica se deben optimizar las rutas de desplazamiento, obteniendo mayor eficiencia en recursos.	4
Transición energética hacia vehículos eléctricos y solares	Esta estrategia está orientada a proponer que *La empresa* considere a mediano y largo plazo, la adquisición de vehículos con tecnologías de transporte alternativas, que sustituyan parcial o totalmente los combustibles	4

	tradicionales derivados del petróleo.	
Combustible móvil (diésel)		
Carpooling	Busca fomentar el uso del carro compartido para aumentar el número de ocupantes de los vehículos desde las oficinas de la organización, hasta destinos comunes o cercanos, presentando un enorme potencial para generar una serie de beneficios, como la reducción de emisiones de GEI y niveles de contaminación atmosférica, permite mejorar la movilidad de los usuarios, generar un ahorro monetario para *La empresa*, disminuye tiempos de viaje y menora la cantidad de vehículos en circulación; dentro de su implementación se puede generar una plataforma en intranet, funcionando registro de rutas que ofrecen y horarios disponibles para los usuarios.	**3**
Mantenimiento periódico de vehículos	Un mantenimiento periódico garantiza la seguridad de los colaboradores de *La empresa*, y a la vez se evita un consumo excesivo de combustible manteniendo la eficiencia de los mismos.	3
Rutas óptimas	Con la ayuda de Sistemas de Información Geográfica se deben optimizar las rutas de desplazamiento, obteniendo mayor eficiencia en recursos.	3
Transición energética hacia vehículos eléctricos y solares	Esta estrategia está orientada a proponer que *La empresa* considere a mediano y largo plazo, la adquisición de vehículos con tecnologías de transporte alternativas, que sustituyan parcial o totalmente los combustibles tradicionales derivados del petróleo.	3
Desechos		
Economía circular con baterías	Mediante este modelo se puede dar una segunda vida a las baterías, reduciendo su costo económico a la mitad y mucho más en cuanto a la generación de residuos hacia el medio ambiente, impulsando a la organización hacia la sostenibilidad.	3
Economía circular con neumáticos	Los neumáticos que son empleados en la movilización del personal de *La empresa* posterior a su vida útil para este fin, pueden pasar a tener una segunda vida, obteniendo nuevos recursos con múltiples aplicaciones de los cuales se puede generar un ingreso adicional, o formar parte conjuntamente con bobinas de cable de acciones en beneficio de la comunidad como mesas y	3

	sillas sostenibles.	
Combustión fija		
Programa de mantenimiento preventivo	Dar un mantenimiento periódico a los generadores garantizando su correcto funcionamiento y eficiencia energética en relación al combustible consumido.	2
Cambio a tecnologías más eficientes	Generadores deberían funcionar con energía que almacenen de fuentes renovables como fotovoltaica o eólica.	2

Elaboración propia

Mientras que la ponderación de los criterios se basó en una escala de 5 puntos, misma que fue elaborada en base a una previa revisión de proyectos referenciales de huella de carbono y criterios de relevancia corporativa para compañías, mismo que es presentado en la tabla 47.

Tabla 47. Escala de puntuación para los criterios utilizados para las medidas de reducción

Criterio	Indicador	Escala de puntuación				
		5	**4**	**3**	**2**	**1**
Relevancia del factor de emisión atendido	Factor de emisión que mayor impacto generado	muy relevante	relevante	medianamente relevante	poco relevante	muy poco relevante
Reducción de emisiones	Porcentaje de reducción respecto al total	>5%	4% - 5%	3% - 4%	2% - 3%	<1%
Costo de implementación	Dólares	< $5.000	$5.000 - $10.000	$10.000 - $25.000	$25.000 - $50.000	>$50.000
Transferencia de ciencia y tecnología	Facilidad de transferencia	muy fácil	fácil	medianamente fácil	Difícil	muy difícil
Tiempo de implementación	Meses	0 – 3	3 – 6	6 – 12	12 – 24	> 24

Elaboración propia

Finalmente, se procedió con la puntuación de cada estrategia en función de cada uno de los criterios planteados, bajo una ponderación revisada bibliográficamente cada uno de los parámetros y posterior criterio personal de las alternativas. En la tabla 48 se

muestra el resultado del método Scoring aplicado para las medidas de reducción, en donde se tiene en cuenta el valor de la puntuación de acuerdo

Tabla 48. Ponderación para las estrategias de reducción utilizando el método Scoring

Estrategia	Puntuación	Criterios					Total
		Relevancia	Reducción	Costo	Transferencia	Tiempo	
Energía eléctrica							
Autosuficiencia energética	**5**	5	5	1	4	2	85
Sensores de movimiento en infraestructura	**5**	4	4	3	4	2	85
Redes de suministro inteligente	**5**	5	5	3	4	2	95
Adherirse al programa Energy Star	**5**	5	2	1	5	4	85
Sistema de contención de refrigeración para centros de computo	**5**	5	5	2	4	3	95
Combustible móvil (gasolina)							
Carpooling	**4**	4	4	5	5	5	92
Mantenimiento periódico de vehículos	**4**	3	2	4	5	5	76
Campañas de educación vial	**4**	2	2	5	5	4	72
Rutas óptimas	**4**	3	2	5	5	4	76
Transición energética hacia vehículos eléctricos y solares	**4**	5	5	1	4	2	68
Combustible móvil (diésel)							

Carpooling	**3**	4	4	5	5	5	69
Mantenimiento periódico de vehículos	**3**	3	2	4	5	5	72
Campañas de educación vial	**3**	2	2	5	5	4	54
Rutas óptimas	**3**	3	2	5	5	4	57
Transición energética hacia vehículos eléctricos y solares	**3**	5	5	1	4	2	51
Desechos							
Economía circular con baterías	**3**	5	3	3	3	3	51
Economía circular con neumáticos	**3**	5	3	5	5	5	69
Combustión fija							
Programa de mantenimiento preventivo	**2**	3	3	4	5	4	38
Cambio a tecnologías más eficientes	**2**	4	4	2	4	2	32

Elaboración propia

En la tabla 48 se puede apreciar la aplicación del método Scoring a cada una de las estrategias de reducción de la huella de carbono corporativa, clasificadas por el factor de emisión al que buscan reducir, se puede observar que las estrategias con menor puntaje son aquellas que están orientadas a impactar en factores que obtuvieron un resultado inferior anteriormente presentado en la tabla 43.

5.3 Medidas de mitigación

Las medidas planteadas han sido elaboradas para mitigar las emisiones de CO_2 equivalentes de las actividades de *La empresa* mediante un proceso de compensación, por lo que no existe una alternativa de solución para cada actividad en específico, por lo que una escala de puntuación no es factible, asignando una puntuación de 5 para todas las medidas propuestas lo que representa dentro de la categoría de ‘‘muy importante’’. En la tabla 49 se presentan las medidas de mitigación seleccionada con su respectiva descripción y puntuación, con la finalidad de restituir el capital natural empleado a través de las emisiones de CO_2 generadas a través del desarrollo de sus funciones se presentan las siguientes propuestas.

Tabla 49. Estrategias de mitigación de huella de carbono de *La empresa*

Estrategia	Descripción	Ponderación
Creación de un área de Sostenibilidad	Creación de un área dentro de la organización que busque crear valor económico, ambiental y social a corto y largo plazo, promoviendo un desarrollo sostenible dentro de la organización a través de una estrategia empresarial que se busque incrementar la rentabilidad de *La empresa* siendo respetuosos con el medio ambiente. Dentro del área de sostenibilidad de se deben plantear proyectos que busquen el beneficio de *La empresa*, generando artículos e informes que sean difundidos adecuadamente dentro y fuera de la organización, generando una cultura de sostenibilidad entre todos los actores involucrados, además de control la gestión de riesgos de la institución. Teniendo como gran eje de aplicación para el correcto desarrollo sostenible de la institución la instauración de la ISO 26000.	5
Compras verdes	Se trata de una medida orientada hacia la generación de exigencias asociadas con el cambio climático con los proveedores que prestan sus servicios a *La empresa*, a través de buenas prácticas ambientales, promoviendo a más instituciones a cumplir con compromisos	5

	ambientales.	
Sistema de gestión ambiental	Mediante el sistema de gestión ambiental se puede establecer un control ambiental sobre todas las actividades, productos y procesos que causen o puedan causar un impacto ambiental y a su vez permite eliminar o minimizar los riesgos ambientales por medio de una óptima gestión. Su implementación permite manejar una sistematización de las actividades ambientales y minimización de riesgos, conduciendo a una mejor gestión ambiental y económica de la organización. Lo que ayuda a mejor la imagen pública y asegurándose el cumplimiento legal, lo que potencia su relación con el gobierno y la sociedad.	5
Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL)	Créditos que se les permite obtener a gobiernos y empresas por medio de proyectos de reducción o supresión de emisiones en otros países. A diferencia de los Mecanismos de Aplicación Conjunta, los proyectos se llevan a cabo en países en vías de desarrollo, a lo cual se puede acoger en el caso de *La empresa*, obteniendo mejor visibilidad internacional y una excelente responsabilidad socioambiental.	5
Gestión de marca y marketing ecológico	Estudios previos en la materia muestran según (Chacón Páez, Pinzón Vargas, Ortegón Cortazar, & Rojas Berrio, 2016) que los desarrollos recientes de la concepción ecológica de una ciudad o un país deben involucrar la evaluación de la marca, de esta forma, el *branding* sustentable aplica incluso a ámbitos como la política. En este sentido, este concepto es aplicable a la sostenibilidad a largo plazo de una organización, en aspectos relacionados con la innovación organizacional o con el comportamiento organizacional. Fomentando campañas publicitarias ambientales enfocadas en crear una conciencia por parte de la sociedad, evidenciando los esfuerzos de *La empresa*, por contribuir al medio ambiente y responsabilidad social, por medio de una comunicación efectiva que permita a la vez una mejor visibilización por parte de los clientes y la comunidad internacional, satisfaciendo a los consumidores mediante acciones sostenibles que	5

	no tienen por qué afectar a sus resultados financieros.	
Adquirir capital natural	Mediante la adquisición de capital natural se pueden tener varios beneficios relacionado a esta estrategia: a) se mitiga la huella de carbono de la organización; b) se contribuye al equilibrio global frenando la deforestación artesanal e ilegal y la destrucción de los ecosistemas; c) a través de un programa de tala sostenible se pueden generar nuevos rubros para la organización, creando empleo, permitiendo captar capital social que es uno de los pilares del desarrollo sostenible y competencia de la responsabilidad socioambiental corporativa.	5
Productos y servicios más sostenibles	Criterios de compra verde para promover la adquisición de equipos y dispositivos más sostenibles, al mismo tiempo que elaborar un código de buenas prácticas medioambientales para los usuarios de equipos informáticos, dispositivos móviles y televisión por cable. Estimulando a los usuarios a adoptar comportamientos responsables del uso de las telecomunicaciones y tecnología, de esta forma contribuir a reducir el consumo energético.	5
Laboratorio de Sostenibilidad	Generación de un espacio para promover la iniciativa de los ciudadanos y las pequeñas empresas con el fin de desarrollar ideas y soluciones a las telecomunicaciones que contribuyan a fortalecer la gestión ambiental mediante el uso de datos abiertos, información ambiental y redes sociales.	5
Códigos de conducta	Estrategia que se origina de una iniciativa propuesta por (Gómez, 2014), donde se debe contar con la participación de los agentes del sector de telecomunicaciones, desarrollando buenas prácticas para el desarrollo de fuentes de alimentación externa de equipos electrónicos, servicios de televisión digital, equipos de banda ancha, centros de datos y sistemas de alimentación ininterrumpida (SAI).	5
	Va de la mano con la adquisición de capital humano por parte de *La empresa*, que busca mitigar las emisiones generadas por la organización en el cumplimiento de sus funciones, se trata de una	

Programa de reforestación	reforestación con especies forestales con mayores potenciales de crecimiento, y, por ende, mayor acumulación de CO_2. Algunas de esas especies de rápido crecimiento son la melina, teca, klinki, eucaliptos, entre otros. Para escoger la especie forestal se debe considerar las metas de reforestación y variables adicionales como capital social y económico que generará para la institución	5
Programa de Reciclaje por Área	A pesar de la existencia de un programa de reciclaje interno y externo, se lo puede optimizar a través de recompensas por área dentro de la institución al año, el reconocimiento simbólico anual debe de generar gran expectativa entre los colaboradores de *La empresa* y difundido por diversos medios, creando una concientización por parte de los trabajadores y a la vez un orgullo de pertenecer a la institución y al área que más recicla internamente. Todo el material puede ser donado a fundaciones que puedan darle un nuevo uso a estos elementos, fortaleciendo el compromiso socioambiental de la organización.	5
Promover reciclaje ciudadano a través de compensación	Por medio de máquinas que reciclan botellas plásticas PET (tereftalato de polietileno), que escogen, verifican, trituran y pagan por envase, devolviendo al usuario el impuesto por botellas plásticas no retornables establecido por ley, permitiendo gestionar todos esos residuos a *La empresa* generando nuevos beneficios ambientales, sociales y económicos, además de generar un programa que genere mayor compensación por logro de metas de los usuarios a través de beneficios de servicios de telecomunicaciones a los usuarios.	5
Bonos de carbono	Este mecanismo de ventas de bonos de carbono consiste en que si una empresa o país logra reducir sus emisiones de CO_2 puede poner en venta dicha reducción a países desarrollados que estén en obligación de emitir menos gases, dando paso a generar beneficios para la sociedad. Permitiendo obtener nuevos beneficios económicos, mejorando aún más la visibilización internacional de la marca.	5

Elaboración propia

Mientras que para la ponderación de los criterios se basó en una escala de 5 puntos presentado en la tabla 47. Finalmente, se procedió con la puntuación de cada estrategia en función de cada uno de los criterios planteados, de acuerdo a una recopilación bibliográfica y criterios en base a la experiencia y conocimientos por parte del investigador. En la tabla 50 se muestra el resultado del método Scoring aplicado para las medidas de mitigación.

Tabla 50. Ponderación para las estrategias de mitigación utilizando el método Scoring

Estrategia	Puntuación	Criterios					TOTAL
		Relevancia	Reducción	Costo	Transferencia	Tiempo	
Creación de un área de sostenibilidad	**5**	5	5	3	5	3	105
Compras verdes	**5**	5	3	3	4	2	85
Sistema de gestión ambiental	**5**	5	5	4	5	2	105
Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL)	**5**	4	4	5	4	2	95
Gestión de marca y marketing ecológico	**5**	5	5	4	4	3	105
Adquirir capital natural	**5**	5	5	1	5	2	90
Productos y servicios más sostenibles	**5**	5	4	1	4	3	85
Laboratorio de sostenibilidad	**5**	4	3	3	4	3	85
Códigos de conducta	**5**	5	3	4	4	3	95
Programa de	**5**	5	5	3	5	3	105

reforestación							
Programa de reciclaje por área	**5**	4	1	5	5	5	100
Promover reciclaje ciudadano a través de compensación	**5**	5	3	1	4	2	75
Bonos de carbono	**5**	5	5	4	3	3	95

Elaboración propia

En la tabla 50 se puede apreciar la aplicación del método Scoring a cada una de las estrategias de mitigación de la huella de carbono corporativa, en donde los resultados fueron similares destacando 4 propuestas con un puntaje de 105, mientras que la promoción de un reciclaje ciudadano a través de compensación obtuvo el menor puntaje.

Dentro de este quinto capítulo se han presentado los 5 criterios bajo los cuales han sido ponderados con el método Scoring cada una de las estrategias de mitigación y reducción planteadas en el mismo capítulo. Posteriormente, fueron descritas de acuerdo a su factor de emisión las medidas que buscan reducir las emisiones generadas, finalmente se plantearon estrategias de mitigación para poder contribuir con la Responsabilidad Socioambiental de *La empresa.*

CAPÍTULO VI

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Análisis de los Resultados

6.1.1. Cálculo de la huella de carbono

Gracias a los datos proporcionados por parte de *La empresa*, correspondientes al año 2017, se determinó la cantidad de toneladas de CO_2 equivalentes emitidos por la organización en el período mencionado en el distrito metropolitano de Quito. En la tabla 51 se indica el resumen de las emisiones que generaron cada una de las actividades con sus respectivas fuentes de emisión, dentro de su respectivo alcance.

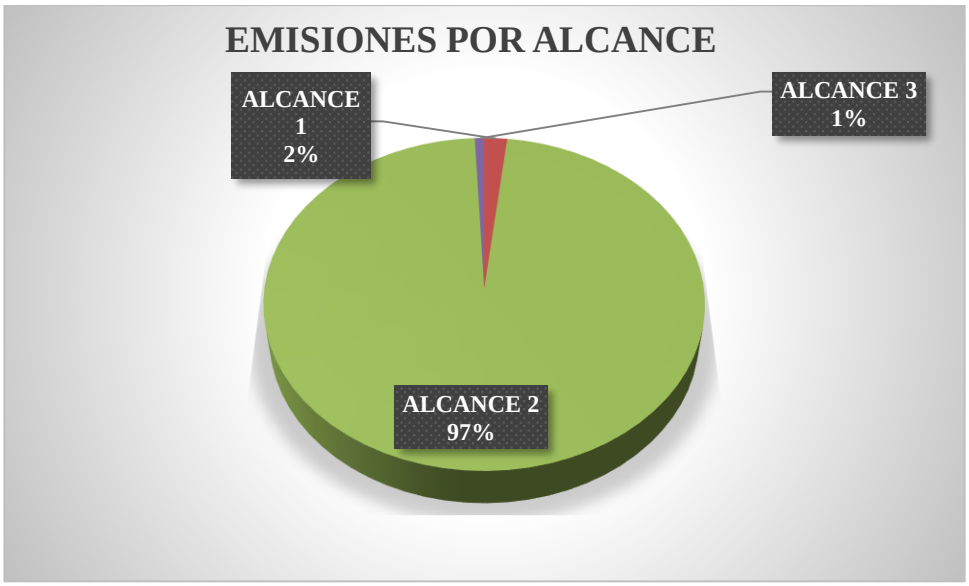
Tabla 51. Emisiones de GEI's por tipo de alcance, actividad y fuente de emisión

Alcance	Actividad	Fuente de emisión	Emisiones CO_2 eq
1	Transporte	Diesel vehículos	42,723
	Transporte	Gasolina vehículos	109,143
	Transporte	Ecopaís	0,427
	Administrativo	Diesel generadores	25,325
2	Servicio de telecomunicaciones	Electricidad RBC	5152,552
	Interconectar la red de telecomunicaciones	Electricidades centrales	3274,990
	Almacenamiento	Electricidad bodega	8,490
	Servicio a los consumidores.	Electricidad C.A. C's	210,570
	Administrativo	Electricidad oficinas	151,880
	Servicio de telecomunicaciones	Electricidad HUB's	644,012
3	Administrativo	Desechos Biológicos	41,256
	Administrativo	Desechos no reciclables	31,013
		Total	9692,380

Elaboración propia

En el año 2017, mediante el desarrollo de las actividades para prestar servicios y productos de telecomunicaciones se emitieron un total de 9.692,380 toneladas de CO_2 equivalente de los cuales el 2% corresponde al alcance 1, el 97% corresponde al alcance 2 y finalmente el 1% restante al alcance 3, esto lo podemos apreciar en la imagen 6.

Imagen 6. Porcentaje de emisiones de GEI's por tipo de alcance



Elaboración propia

Como se puede apreciar en la imagen 6, el alcance 2 tiene un porcentaje mucho más elevado que los otros alcances, concentrándose en este grupo el consumo eléctrico de la infraestructura de telecomunicaciones siendo un total de 474 RBC, 2 centrales, 1 bodega, 10 CAC's, 11 oficias y 5 HUB's, presentado la mayor cantidad de consumo eléctrico por parte de la prestación del servicio de telecomunicaciones con 5.152,552 Tn CO_2, eq por parte de las RBC y 3.274,990 Tn CO_2 eq del consumo de las centrales en la ciudad de Quito.

En cuanto al alcance 1, este presento un 2% de las emisiones totales emitida por *La empresa*, abarcando las emisiones generadas por combustibles móviles y estacionarios, presentando un mayor aporte por parte del diésel usado para movilización con 109,143 Tn CO_2 eq. Finalmente, dentro del alcance 3 que representa el 1% de emisiones generadas por parte de *La empresa* en el año 2017, teniendo a los residuos biológicos y no reciclables dentro de esta categoría, presentando un total de 72,269 Tn CO_2 eq.

En la tabla 52 se detalla las emisiones generadas por cada una de las actividades y alcance generados por parte de *La empresa* en el año 2017, considerando el porcentaje que representa cada una de estas para el total de emisiones de Tn CO2 eq.

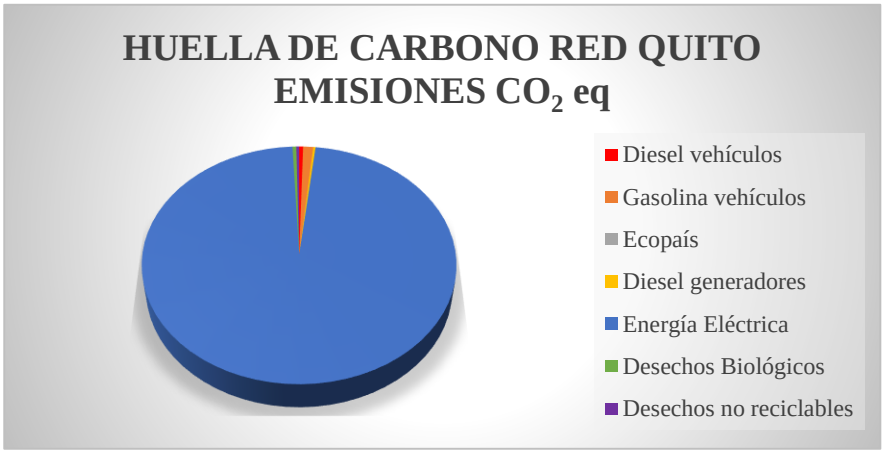
Tabla 52. Emisiones de GEI's por alcance y actividad

Alcance	Actividad	Fuente de emisión	Emisiones CO2 eq	Porcentaje (%)
1	Transporte	Diesel vehículos	42,723	0,441
	Transporte	Gasolina vehículos	109,143	1,126
	Transporte	Ecopaís	0,427	0,004
	Administrativo	Diesel generadores	25,325	0,261
2	Servicio de telecomunicaciones	Electricidad RBC	5152,552	53,161
	Servicio de telecomunicaciones	Electricidades centrales	3274,990	33,789
	Almacenamiento	Electricidad bodega	8,490	0,088
	Atención a clientes	Electricidad C.A. C's	210,570	2,173
	Administrativo	Electricidad oficinas	151,880	1,567
	Servicio de telecomunicaciones	Electricidad HUB's	644,012	6,645
3	Administrativo	Desechos Biológicos	41,256	0,426
	Administrativo	Desechos no reciclables	31,013	0,320
Total			9692,380	100,00

Elaboración propia

En la imagen 7 se puede observar en forma gráfica la diferencia de aportación que tiene cada una de las actividades donde se puede destacar a la energía eléctrica que representa el 97,422% de aportación a las emisiones generadas y el correspondiente al consumo de combustible móvil gasolina con el 1,126%.

Imagen 7. Emisiones de GEI's por actividad



Elaboración propia

6.1.2. Diagrama de Pareto

Una vez determinado el porcentaje de emisión de toneladas de CO_2 para cada una de las actividades, se procedió con la elaboración del Diagrama de Pareto por lo que se organizó las actividades de mayor a menor, dando como resultado la tabla 52 que muestra los respectivos porcentajes y porcentaje acumulado.

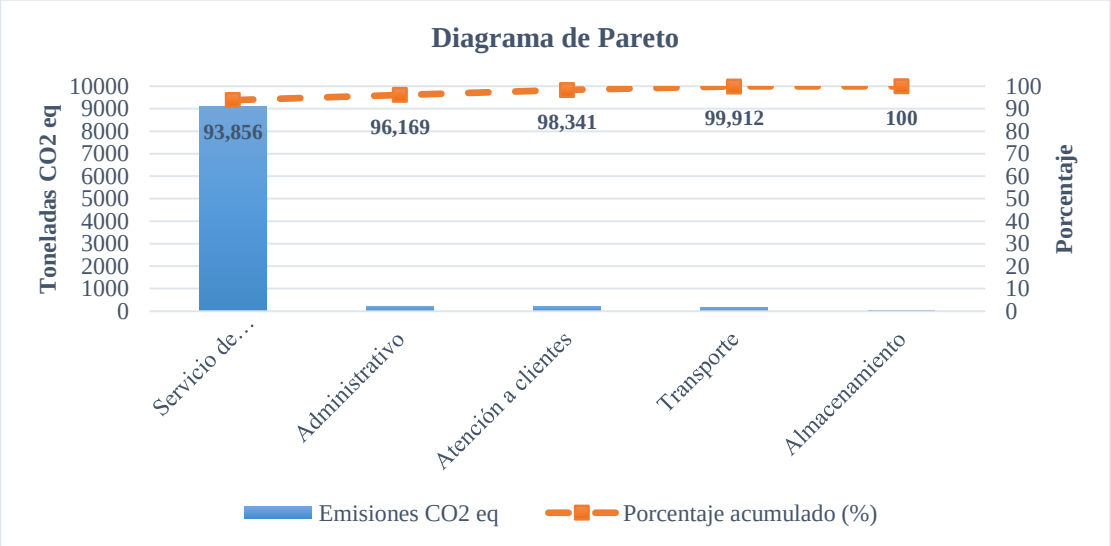
Tabla 53. Diagrama de Pareto por actividad

Actividad	Emisiones CO_2 eq	Porcentaje (%)	Porcentaje acumulado (%)
Servicio de telecomunicaciones	9096,879	93,856	93,856
Administrativo	224,149	2,313	96,169
Atención a clientes	210,570	2,173	98,341
Transporte	152,292	1,571	99,912
Almacenamiento	8,490	0,088	100
Total	9692,380	100	

Elaboración propia

En la imagen 8 se puede apreciar la construcción del Diagrama de Pareto con sus respectivos ejes (actividades, toneladas de CO_2 equivalente y porcentaje de emisión), la línea del 80% y su cruce con la línea porcentual. Las actividades que se encuentran ubicadas a la izquierda del gráfico representan las ‘‘pocas vitales’’.

Imagen 8. Diagrama de Pareto por actividad



Elaboración propia

El análisis del Diagrama de Pareto por actividad indica que la prestación del servicio de telecomunicaciones ocupa más del 80% de las emisiones totales por parte de *La empresa* durante el año 2017.

Por otra parte, se realizó el Diagrama de Pareto considerando los factores de emisión. En la tabla 53 se muestra el porcentaje de aportación que tiene cada factor de emisión en relación a la emisión total, así como su porcentaje acumulado.

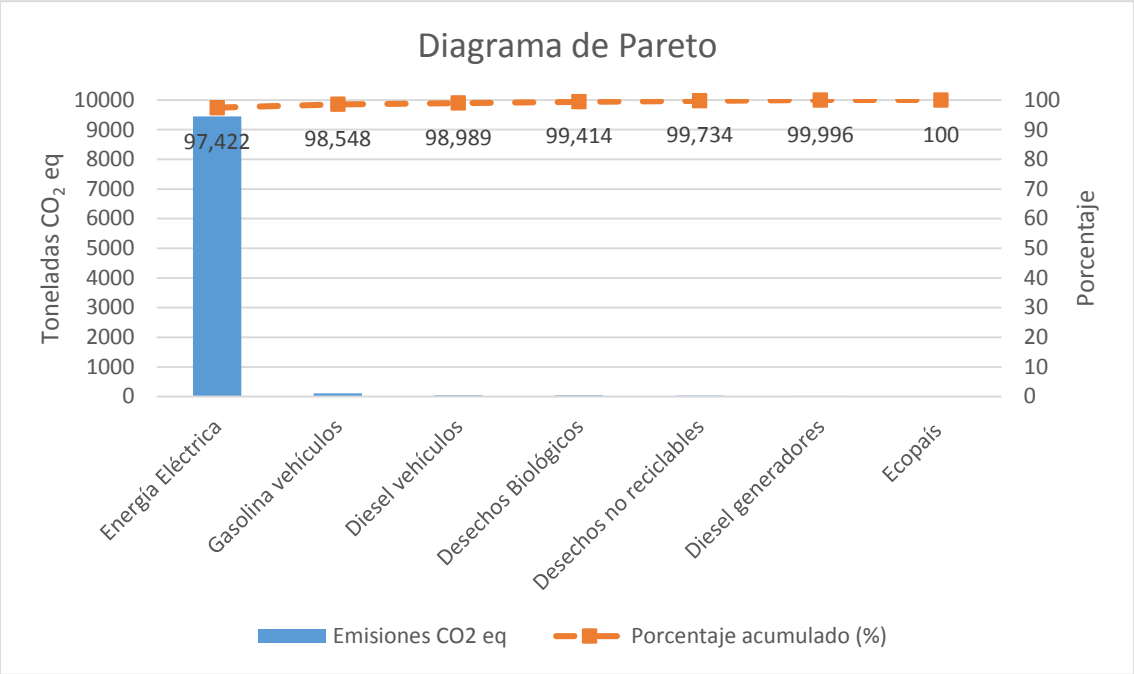
Tabla 54. Diagrama de Pareto por factor de emisión

Factor de emisión	Emisiones CO_2 eq	Porcentaje (%)	Porcentaje acumulado (%)
Energía Eléctrica	9442,494	97,422	97,422
Gasolina vehículos	109,143	1,126	98,548
Diesel vehículos	42,723	0,441	98,989
Desechos Biológicos	41,256	0,426	99,414
Desechos no reciclables	31,013	0,320	99,734
Diesel generadores	25,325	0,261	99,996
Ecopaís	0,427	0,004	100
Total	9692,380	100,000	

Elaboración propia

Finalmente, en la imagen 9 se muestra el Diagrama de Pareto para los Factores de Emisión donde sus ejes varían (factores de emisión, toneladas de CO_2 eq. y porcentaje de aportación).

Imagen 9. Diagrama de Pareto por factor de emisión



Elaboración propia

Dentro del análisis del diagrama de Pareto para los factores de emisión se determina que el consumo de la energía eléctrica concentra más del 80% de las emisiones totales con el 97,42% del total de emisiones de *La empresa* en el año 2017 en la ciudad de Quito. Los otros factores de emisión mantienen muy cercana similitud destacando a la gasolina empleada para la movilización como segundo mayor contaminante con un 1,13% de las emisiones, mientras que el combustible ecopaís representa la menos generación de impacto hacia el medio ambiente con un 0,004%.

6.1.3. Incertidumbre

La incertidumbre estimada para el presente proyecto en *La empresa* en el año 2017 en la ciudad de Quito que consideró los factores de emisión del metano (CH_4), del óxido nitroso (N_2O) y del dióxido de carbono (CO_2), fue de ± 10,5 (tabla 43) que según con el rango establecidos por el GHG Protocol (tabla 1), la precisión del estudio se encuentra en un nivel bueno.

6.1.4. Medidas de mitigación y reducción

Los resultados obtenidos por medio del método Scoring se presentan ordenados de mayor a menor en la tabla 53 para el caso de las estrategias propuestas para la reducción, mientras que en la tabla 54 se encuentran las medidas propuestas de mitigación de la huella de carbono emitida por parte de *La empresa* en la ciudad de Quito, mismas medidas son aplicables a cualquier organización que desee disminuir o mitigar sus emisiones de GEI's.

Tabla 55. Resultados método Scoring de estrategias de reducción

Estrategias de reducción	Puntuación
Redes de suministro inteligente	95
Sistema de contención de refrigeración para centros de computo	95
Carpooling	92
Autosuficiencia energética	85
Sensores de movimiento en infraestructura	85
Adherirse al programa Energy Star	85
Rutas óptimas	76
Mantenimiento periódico de vehículos	76
Campañas de educación vial	72
Economía circular con neumáticos	69
Transición energética hacia vehículos eléctricos y solares	68
Campañas de educación vial	54
Transición energética hacia vehículos eléctricos y solares	51
Economía circular con baterías	51
Programa de mantenimiento preventivo	38
Cambio a tecnologías más eficientes	32

Elaboración propia

Las estrategias de reducción que mayor puntaje obtuvieron con 95 puntos fueron 2, la de implementación de ‘‘redes de suministro inteligente’’, medida propuesta que permite reducir significativamente la emisiones generadas con el factor de emisión que más preocupa, es decir la energía eléctrica, de esta forma se plantea que la electricidad que consume *La empresa* en cumplimiento con el desarrollo de sus actividades de prestar un servicio de mucha importancia para el desarrollo de la sociedad, sea suministrada en cada una de su infraestructura de una manera óptima generando en un mediano plazo un ahorro económico a la organización; por otra parte la implementación de un ‘‘Sistema de contención de refrigeración para centros de computo’’ que de igual manera tienen el mayor puntaje, de igual forma la inversión resulta ser un poco elevada, pero sus ganancias ambientales, sociales y económicas generadas a mediano plazo resultan ser muy buenas.

Muy cercanamente se encuentra con 92 puntos la ‘‘promoción del Carpooling’’, sin duda es una medida que tiene ese puntaje por su factibilidad de aplicación, ya que se busca reducir las emisiones generadas por un factor de emisión muy importante como lo es la combustión móvil de gasolina. Esta estrategia se la debe complementar con la ‘‘generación de rutas óptimas’’ que obtuvo un puntaje de 76 ya que su influencia como estrategia aislada no es muy significativa, pero en conjunto con todas permite una optimización de las decisiones y consumo de combustibles fósiles por parte de los trabajadores de *La empresa*.

La inserción de modelos de economía circular con residuos que se generan por vehículos que son utilizados para la movilización del personal de *La empresa* son una gran alternativa y oportunidad de generar buenas prácticas ambientales y económicas dentro de la organización, si bien en el presente estudio no tienen un puntaje relevante ya que este es de 69 para el caso de los neumáticos y 51 para las baterías, esto debido al factor de emisión que combaten, pero de igual manera siguen generando una compensación y su factibilidad de implementación es muy alta especialmente en el caso de los neumáticos.

Tabla 56. Resultados método Scoring de estrategias de mitigación

Estrategias de mitigación	Puntuación
Creación de un área de sostenibilidad	105
Sistema de gestión ambiental	105
Gestión de Marca y Marketing ecológico	105
Programa de Reforestación	105
Programa de reciclaje por área	100
Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL)	95
Códigos de conducta	95
Bonos de carbono	95
Adquirir capital natural	90
Compras verdes	85
Productos y servicios más sostenibles	85
Laboratorio de Sostenibilidad	85
Promover reciclaje ciudadano a través de compensación	75

Elaboración propia

Son 4 las estrategias de mitigación que obtuvieron el puntaje más alto siendo de 105 las cuales se van a tratar a continuación ya que guardan relación muy cercana entre ellas y su implementación en conjunto permitiría un impacto mayor, es por ello que la ‘‘Creación de un área de sostenibilidad’’ permitiría a la organización tener una mejor gestión a corto y largo plazo, potenciando las áreas social, ambiental y económica, que conjuntamente con la implementación de un ‘‘sistema de gestión ambiental’’, se pueden mitigar grandes cantidades de emisiones, ya que los procesos serán sometidos a un nuevo modelo más sostenible. De igual manera la ‘‘gestión de marca y marketing ecológico’’, se complementa con cada una de las acciones tomadas por parte de *La empresa*, ya que su aplicación es muy factible obtiene este puntaje, mejorando la imagen de la institución tanto nacional como internacionalmente, generando un valor agregado a cada una de las estrategias. La última de las estrategias que obtuvo el puntaje de 105 se trata de un ‘‘programa de reforestación’’, por medio del cual se quiere mitigar las emisiones generadas, esto a través de vinculación con la comunidad, gobierno y entidades privadas en busca de un desarrollo sostenible por parte de *La empresa*,

vinculado de gran manera con la estrategia de ‘‘adquirir capital natural’’ que obtuvo un puntaje de 95, permitiendo asociar la reforestación con programas de producción maderera sostenible.

En cuanto a programas de reciclaje dentro de las propuestas existió un contraste entre las dos alternativas, por una parte un ‘‘programa de reciclaje por área’’ que obtuvo 100 puntos a través del método Scoring, se debe a su factibilidad de implementación, mientras que la ‘‘promoción de reciclaje ciudadano a través de compensación’’, fue la estrategia que obtuvo el menor puntaje con 75, esto debido a que el costo inicial puede presentarse como una barrera, pero se la debe considerar como una oportunidad de fortalecimiento dentro una transición sostenible con la promoción de buenas prácticas, a más de abrirle una nueva puerta con el plástico PET, para continuar con modelos de economía circular. Todas las estrategias en conjunto permiten lograr una mitigación muy importante para las emisiones generadas por *La empresa* durante el desarrollo de sus actividades, y a más de eso da paso, a la implementación de ‘‘bonos de carbono’’ de los cuales la organización obtenga nuevos beneficios económicos, mejorando aún más su relación con la comunidad y visibilización internacional.

6.2. Discusión de los resultados

La presente investigación tiene el propósito de proponer estrategias de mitigación y reducción de la huella de carbono corporativa que poseen las organizaciones, para ello se tuvo que calcular las emisiones generadas durante el desarrollo normal de las actividades de prestación de servicios y productos de telecomunicaciones por parte de *La empresa* en la ciudad de Quito. Para realizar el cálculo de la hulla de carbono corporativa de la red de telecomunicaciones en Quito en base a normas internacionales, se procedió a la recolección de información de cada una de la infraestructura que conforma el sistema en la ciudad, excluyendo información que no resultaba significante, así como la que no fue factible su medición como: refrigerantes. Desechos reciclables, lubricantes y gases refrigerantes de vehículos, vehículos que transportan equipos y herramientas, cuyas razones fueron explicadas previamente en la presente investigación en el apartado 3.2.

De la información obtenida, se contaba toda son sus debidos registros, a excepción de la referente al alcance 3, ya que de los desechos biológicos generados fueron calculados a partir de la población de trabajadores presentes en cada uno de los meses, inclusive acudiendo a datos de la FAO de consumo de proteínas para su estimación en cada uno de los meses del año 2017 mencionado por él (IPCC, 2006). Mientras que, en el caso de los desechos no reciclables presentados en la investigación, fueron obtenidos a través de una tendencia de 3 meses consecutivos que fueron registrados sus datos. Es por ello que la única incertidumbre generada en los datos recolectados se fundamenta en el tercer alcance.

En cuanto a los factores de emisión estos fueron obtenidos del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPPC) del año 2006, a más del Centro Nacional de Control de Energía (CENACE) en su informe del año 2018. Sin embargo, los factores mencionados han sido elaborados bajo un análisis internacional que no necesariamente se adaptan a la realidad del país, a excepción de la energía eléctrica. A pesar de lo mencionado, al ser considerado con un levantamiento de información opcional realizado por organizaciones que buscan apoyar con la reducción del cambio climático, por lo que continúa representando con una muestra de la tendencia de emisiones de gases de efecto invernadero hacia el ambiente y determinar los aspectos que generan mayores aportes para buscar su mitigación.

Las emisiones calculadas en la presente investigación muestran claramente que un factor de emisión sobresale de gran manera dentro de la huella de carbono de *La empresa*, esto debido a la gran cantidad de infraestructura que entro dentro del análisis a lo largo de la ciudad de Quito, y la gran cantidad de energía consumida para poder llevar a cada uno de los usuarios el servicio de telecomunicaciones, dando una idea sobre las principales estrategias a tomarse en cuenta para reducir este margen. En cuanto a los otros factores de emisión las sus emisiones son muy importantes, pero no son representantes en la realidad de la organización evaluada, sin embargo, es muy importante tomar acciones en pro de su mitigación ya que su correcto manejo puede influir positivamente y motivando a más organizaciones que en conjunto su impacto se convierte en mayor escala.

No existe un estudio previo a nivel de la ciudad de Quito en el que alguna organización haya tomado la iniciativa de medir su impacto, comprometidos con una mejora continua en todos los aspectos que le competen generando y promoviendo la innovación, por lo cual no se puede comparar con otras investigaciones a escala de ciudad capital. Es por ello que se puede discutir la relación de los resultados obtenidos en otras empresas donde se han realizado estudios similares mencionados en la sección de marco referencial.

Es así que, en referencia a investigaciones referentes a huella de carbono corporativa, se determina que existe una gran influencia de la electricidad, alcanzando un 70% de las emisiones calculadas por (Santillán P. A., 2014). De igual forma en estudios realizados a nivel corporativo se puede identificar valores de 44% en el caso de la investigación llevada a cabo por (Viteri, 2015), mientras en el caso de (Muñoz, 2013) la demanda de energía eléctrica le significa un 35% de las emisiones. Esto da una referencia que el consumo eléctrico sin duda alguna es un factor muy importante a tomar en cuenta dentro de proyectos de reducción y mitigación en todas las organizaciones que busquen afianzar su compromiso con la sostenibilidad dentro de sus operaciones.

Las estrategias de reducción y mitigación de la huella de carbono corporativa calculada, han sido analizadas y contextualizadas en relación a la realidad del país y más específicamente a la realidad de *La empresa*, teniendo en cuenta la relevancia de las operaciones realizadas por la organización para el desarrollo de la sociedad en un estado de globalización muy acentuado, las telecomunicaciones mantienen un rol de gran importancia, es por ello que tomar medidas correctivas puede ser tomado como un referente y ejemplo para otras organizaciones, ya que las estrategias pueden ser divulgadas y promovidas de forma correcta. El presente trabajo de investigación planea medidas para un escenario ideal de reducción y mitigación de las emisiones generadas por parte de la organización, mismas que han sido planteadas para su desarrollo en diferentes fases, obteniendo beneficios, sociales, ambientales y económicos.

6.3. Comprobación de las preguntas de investigación

Las preguntas de investigación son de donde se originan los objetivos planteados en el presente proyecto, en donde la principal interrogante se centra en conocer la cantidad de gases de efecto invernadero que emite la red de telecomunicaciones en la ciudad de Quito, por medio de la generación de una calculadora que permita determinar el indicador de la huella de carbono, dando como resultado un total de 9692,38 toneladas de CO_2 equivalente durante sus operaciones en la capital del Ecuador durante el año 2017. Siendo del total de estas emisiones el 97, 42% producto del consumo eléctrico que se requiere para la prestación de servicios a la sociedad.

Para el establecimiento de la huella de carbono, previamente se tuvieron que solventar otras preguntas de investigación que buscaban definir los límites operaciones, así como los aspectos ambientales que se emplean y generan por las diferentes unidades de la organización. En el caso de los límites operacionales, estos fueron identificados por medio de toda la infraestructura presente en el Distrito Metropolitano de Quito que posee *La empresa* para prestar sus servicios y productos. En cuanto a los aspectos ambientales, fueron reconocidos en su totalidad todos aquellos que representen significancia en sus emisiones.

Finalmente, la presente investigación dentro de su objetivo general y un objetivo específico busca la generación de estrategias de reducción y mitigación a las emisiones generadas en sus operaciones, mismas que pueden ser adaptadas para cualquier empresa. Es así que se han identificado 16 estrategias de reducción separadas de acuerdo al factor de emisión que buscan reducir, y 13 medidas de mitigación propuestas a nivel corporativo para la ciudad de Quito que puede ser replicado para otras ciudades del país donde *La empresa* está presente.

CONCLUSIONES

- Por medio de la guía de procedimientos internacionales se realizó la identificación de los límites operaciones para poder calcular la huella de carbono corporativa emitida por *La empresa* en el año 2017, estableciendo que toda infraestructura que permita brindar el servicio y productos de telecomunicaciones en la ciudad de Quito fueron tomados en cuenta para la presente investigación, es así que se contó con la información de 2 centrales, 5 HUB's, 13 centros de atención al cliente, 14 oficinas incluyendo la oficina matriz, 474 radio bases celular y 1 bodega, localizados en la capital ecuatoriana.

- En cuanto a los factores de emisión que se producen en las distintas unidades de la organización se pudieron identificar la combustión móvil por 3 tipos de combustible diferentes como lo son la gasolina, diésel y ecopaís, la combustión fija por diésel, consumo eléctrico, generación de desechos biológicos y desechos no reciclables, como los principales aportantes a la huella de carbono de la institución. Por la cantidad de infraestructura se determina que la energía eléctrica es el mayor reto a enfrentar por parte de *La empresa*, sin dejar a un lado cada uno de los otros factores ya que su mitigación va a verse reflejada en reducción de la huella de carbono.

- La metodología empleada para realizar el cálculo de la huella de carbono fue la normativa ISO 14064 en su Sección 1 que se refiere a organizaciones. Permitiendo realizar un análisis simple y estructurado que abarcó todas las unidades e infraestructura, evitando la duplicación de información. Con lo cual *La empresa* dentro de las funciones que lleva a cabo todos los días para prestar servicios y productos en su red de telecomunicaciones en la ciudad de Quito en el año 2017 emitió un total de 9692,38 toneladas de CO_2 equivalente a la atmósfera, de los cuales el 1,83% pertenece al alcance 1, 97,42% del alcance 2 y 0,75% representa al tercer alcance, permitiendo determinar que las actividades de consumo de energía eléctrica son las principales emisoras de gases de efecto invernadero de la organización.

- Las estrategias de reducción han sido planteadas de acuerdo a los factores de emisión que se generan, de las cuales han destacado las competentes al consumo de energía eléctrica, presentando como principal desafío la voluntad para la realización de inversiones y planificación adecuada en la red que aportaría de gran manera a la promoción de energías limpias, en el caso de las medidas de mitigación planteadas han sido desarrolladas para lograr una compensación de las emisiones emitidas, destacando la ‘‘creación de un área de sostenibilidad’’, que el área desde donde se va a gestionar todas las actividades y proyectos planteados, con la opción de en un futuro generar ingresos a partir de la venta de bonos de carbono a otras instituciones o naciones.

RECOMENDACIONES

- La delimitación de los límites operacionales fue tomada en referencia a toda la infraestructura presente en la ciudad de Quito para la red de telecomunicaciones, exceptuando de aquella infraestructura que fuese de carácter temporal, por lo cual para una mayor precisión en futuras investigaciones, se recomienda considerar lo mencionado, recalcando que la diferencia en los resultados puede ser ínfima. Así como en la recolección de información en donde se excluyeron datos que no significaban representativos, o los cuales ya se han tomado medidas de reducción como es el caso de los refrigerantes.

- Tomar acciones para reducir y mitigar cada uno de los factores que generan emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera es muy importante, tomando en cuenta que el consumo de energía eléctrica emite la mayor cantidad de toneladas de CO2 equivalente al medio ambiente, por lo cual optimizar este consumo eléctrico va a representar significativamente las reducciones de GEI, a más de representar un ahorro económico para los intereses financieros de la organización.

- Mantener el cálculo de la huella de carbono corporativa ya que se está convirtiendo en una de las principales herramientas para las organizaciones en la lucha que se avecina contra el cambio climático, sin olvidar que cualquier huella de carbono calculada, por el método que sea, se trata de una huella de mínimos, es decir que las emisiones estimadas van a incrementar conforme avance el conocimiento sobre el impacto total que causan nuestras acciones en el medio ambiente y conforme vayan siendo más precisos los índices de conversión de los factores de emisión.

- La aplicación de las estrategias planteadas permitirá generar grandes cambios en cuanto a las emisiones de gases de efecto invernadero por parte de *La empresa*, teniendo como principal promotor la creación de un área de sostenibilidad que se encargue de dar un óptimo seguimiento a cada una de las propuestas, teniendo con mayor reto el alineamiento con la ISO 26000 permitiendo generar una oportunidad de divulgación como una estrategia de marca y factor diferenciador, que viene muy

relacionado con futuros proyectos en los cuales se puedan vender bonos verdes, pero nada de esto puede ser posible sino se acompaña con buenas prácticas por parte de empleados y usuarios.

BIBLIOGRAFÍA

Acuña , N., Figueroa, L., & Wilches, J. (2017). Influence of environmental management systems in organizations ISO 14001: case study manufacturing enterprises of Barranquilla. *SCIELO* . Recuperado el 17 de 12 de 2017, de http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-33052017000100143

Álvarez, J., Fraiz, J., & Del Río, M. (2013). Implantación de un sistema de gestiónde la calidad: beneficios percibidos. *Revista Venezolana de Gerencia*. Recuperado el 03 de 07 de 2018

Arana Landín, G., Heras Saizarbitoria , I., & Bernardo Vilamitjana, M. (2010). La integración de estándares de gestión: el caso del programa Eraikal. En *4th International Conference on Industrial Engineering and Industrial Management.* San Sebastián.

Astudillo, G., & Pacheco, M. (25 de 08 de 2017). La Ecopaís está disponible en el 40% de las estaciones. *El Comercio*. Recuperado el 13 de 09 de 2018, de https://www.elcomercio.com/actualidad/gasolina-ecopais-disponible-estaciones-ecuador.html

Bamfield, P. (2003). Research and Development Management in the Chemical and Pharmaceutical Industry. Weinheim, Alemania: WILEY - VCH.

Bifani, P. (1999). *Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible.* Madrid: IEPALA.

Blanco Solsona, A., Huidrobo Moya, J., & Calero, J. (2008). *Redes de área local: administración de sistemas informáticos.* Madrid: PARANINFO. Recuperado el 19 de 12 de 2018, de https://books.google.com.ec/books?id=V2xogIe99B8C&pg=PA54&dq=hub+concentrador&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwiOl_z71KDhAhUkuVkKHcNnAuAQ6AEILDAB#v=onepage&q=hub%20concentrador&f=false

Bocco, G., & Urquijo, P. (2013). Geografía Ambiental: reflexiones teóricas y práctica institucional. *Región y Sociedad*. Recuperado el 01 de 07 de 2018, de https://www.colson.edu.mx:4433/Revista/Articulos/56/3Bocco.pdf

BSI. (s.f.). *Pasando de ISO 14001:2004.* British Standars Institution . Recuperado el 18 de 12 de 2017, de https://www.bsigroup.com/LocalFiles/es-ES/Documentos%20tecnicos/Revisiones%20ISO/ISO%2014001/ISO-14001-guia-de%20transicion.pdf

Bureau of Indian Standars. (2009). *Greenhouse Gases Part 1 Sepecification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas emissions and removals.* New Delhi: Bureau of Indian

Standards. Recuperado el 21 de 09 de 2018, de https://archive.org/details/gov.in.is.iso.14064.1.2006/page/n3

Cañonde Francia, J., & Garcés Ayerbe, C. (2006). Repercusión económica de la certificaciónmedioambiental ISO 14001. *Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal*.

Capel, H. (1981). *Filosofía y Ciencia en la Geografía Contemporánea.* Barcelona: Barcanova. Recuperado el 01 de 07 de 2018

Castagña, L. (2002). *Motivaciones y Ventajas de la Implementación de un Sistema de Gestión Ambiental* . Recuperado el 16 de 12 de 2017, de Eco2site: http://www.eco2site.com/Informe-979-Motivaciones-y-Ventajas-de-laimplementacion-de-un-Sistema-de-Gestion-Ambiental-SGA

CENACE. (2018). *Informe del Factor de Emisión de CO2 del 2018.* Quito. Recuperado el 10 de 11 de 2018

CEPAL. (2011). *Metodologías de cálculo de la huella de carbono y sus potenciales implicaciones para América Latina.* Comisión Económica para América Latina y el Caribe / Clément Chenost y Pierre Lenne. Recuperado el 15 de 08 de 2018, de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/37288/Metodolog%EDas_calculo_HC_AL.pdf;jsessionid=05D4C5E62849C79E8F119A336143954C?sequence=1

Chacón Páez, I., Pinzón Vargas, A., Ortegón Cortazar, L., & Rojas Berrio, S. (2016). Alcance y gestión de la huella de carbono como elemento dinamizador del branding por parte de empresas que implementan estas prácticas ambientales en Colombia. *ScienceDirect*. Recuperado el 18 de 02 de 2019, de https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0123592316300481

Consejo de la Unión Europea . (07 de 06 de 2018). *Consejo Europeo*. Recuperado el 30 de 06 de 2018, de http://www.consilium.europa.eu/es/policies/climate-change/international-agreements-climate-action/

Cordero, O. (2011). *Cálculo de la Huella de Carbono según la Metología Francesa BILAN CARBONE®: Aplicación a la Sociedad de los Transportes Públicos de la Ciudad Limonges S.T.C.L. en el año 2009.* Tesis, Universidad de Zaragoza, Zaragoza. Recuperado el 18 de 05 de 2018

Coronel, I. (2017). *SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL NORMA ISO 14001:2015.* universidad del Azuay , Cuenca.

Cortés, M. (17 de 11 de 2015). La importancia de la huella de carbono, ecológica e hídrica. *Revista Digital INESEM*. Recuperado el 18 de 05 de 2018, de La Electricidad frente al Combustible: https://revistadigital.inesem.es/gestion-integrada/la-importancia-de-la-huella-de-carbono-ecologica-e-hidrica/

Data Center Market. (25 de 08 de 2015). *Data Center Market*. Recuperado el 20 de 02 de 2019, de http://www.datacentermarket.es/eficiencia-

energetica/noticias/1083333032909/ovh-alimenta-racks-servidores-corriente-continua.1.html

Díaz, Á. (2005). *elmundo.es*. Recuperado el 09 de 07 de 2018, de Charles David Keeling, descubridor del cambio climático: http://www.elmundo.es/elmundo/2005/06/24/obituarios/1119620674.html

Dirección General del Empleo de Paraguay. (2016). Atención al cliente: funciones responsabilidades condiciones de trabajo. Asunsión, Paraguay. Recuperado el 19 de 12 de 2018, de http://www.mtess.gov.py/application/files/6614/7620/6427/ATENCION_AL_CLIENTE.pdf

Doménech, J. (2012). *Huella del carbono corporativa: una herramienta de gestión empresarial contra el cambio climático.* Gijón. Recuperado el 31 de 10 de 2018

EPA. (15 de 08 de 2015). *Establecimiento Público Ambiental de Cartagena.* Recuperado el 2018, de http://observatorio.epacartagena.gov.co/gestion-ambiental/seguimiento-y-monitoreo/protocolo-monitoreo-calidad-del-aire-en-la-ciudad-de-cartagena/factores-de-emision/

Espíndola, C., & Valderrama, J. (2012). *Huella del Carbono. Parte 2: La Visión de las Empresas, los Cuestionamientos y el Futuro.* Universidad de La Serena , Administración de Empresas y Gestión Económica, La Serena. Recuperado el 21 de 12 de 2018, de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-07642012000100018&script=sci_arttext

Fernández, A. (2016). Diez acciones para reducir nuestras emisiones de CO2. *Consumer by EROSKI.* Recuperado el 12 de 12 de 2018, de http://www.consumer.es/web/es/medio_ambiente/urbano/2016/05/18/223782.php

Fernández, A., & Muguruza, C. (2015). Ordenación del territorio: Análisis y diagnóstico. Madrid. Recuperado el 5 de 03 de 2019, de https://books.google.com.ec/books?id=enHnCgAAQBAJ&pg=PT9&dq=elementos+del+sistema+territorial&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwi0mLWMsvbiAhWxslkKHTSoCccQ6AEIJzAA#v=onepage&q=elementos%20del%20sistema%20territorial&f=false

Generalitat de Catalunya. (2017). *Oficina Catalana del Canvi Climàtic*. Recuperado el 09 de 07 de 2018, de http://canviclimatic.gencat.cat/es/politiques/cronologia_del_canvi_climatic/

GHG Protocol. (2003). *GHG Protocol guidance on uncertainty assessment in GHG inventories and calculating satatistical parameter uncertainty.* GHG Protocol. GHG Protocol.

Gómez, S. (2014). *Reduciendo la huella de carbono de las tecnologías de la información y la comunicación.* Fundación Patrimonio Natural de Castilla y León. Recuperado el 24 de 02 de 2019

González, H. (13 de 06 de 2016). *Calidad y Gestión* . Recuperado el 15 de 12 de 2017, de INTERPRETACIÓN DE ISO 14001:2015: https://calidadgestion.wordpress.com/2016/06/13/interpretacion-de-iso-140012015/

Grant, T., & Acaroglu, L. (2013). *Greenhouse Gas Emission Factors for Office Copy Paper*. Richmond: EPA Victoria.

GreenWise. (2016). *Huella de Carbono*. Recuperado el 19 de Marzo de 2016, de http://www.greenwise.com.ec/

Guédez Mozur, C., De Armas Hernández , D., Reyes Gil, R., & Galván Rico, L. (2003). Los sistemas de gestión ambiental en laindustria petrolera internacional. *Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal*.

Houston, K. (10 de 2012). Mitigación de la huella de carbono. *EKOS*. Recuperado el 12 de 12 de 2018, de https://www.ekosnegocios.com/negocios/verArticuloContenido.aspx?idArt=923

ICONTEC. (2004). *NTC-ISO 14001. Sistemas de Gestión Ambiental. Requisitos con Orientación para su Uso.* Colombia.

Ihobe. (2012). *Guía Metodológica para la aplicación de la norma UNE-ISO 14064-1: 2006 para el desarrollo de inventarios de Gases de Efecto Invernadero en organizaciones.* (Departamento de Medio Ambiente, Ed.) Vasco, España: Ihobe S.A.

Instituto Nacional de Ecología. (2010). *Guía de metodologías y medidas de mitigación de emisiones de gases de efeto invernadero para la elaboración de Programas Estatales de Acción ante el Cambio Climático.* Instituto de Ingeniería UNAM. México D.F.: Instituto Nacional de Ecología.

INTECO. (2006). *Gases de efecto invernadero. Parte 1: especificación con orientación, a nivel de las organizaciones, para la cuantificaicón y el informe de las emisiones y remociones de gases de efecto invernadero.* INTECO. Recuperado el 20 de 08 de 2018

IPCC. (2001). *Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.* Recuperado el 21 de 12 de 2018, de https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gp/spanish/gpgaum_es.html

IPCC. (2006). *Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.* Hayama: IGES.

IPCC. (2006). *Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero* (Vol. I). (S. Eggleston, L. Buendia, K. Miwa, T. Ngara, & K. Tanabe, Edits.) Hayama, Japón: IGES.

IPCC. (2006). *Guidelines for National Gas Inventories - Chapter 5.* Kanagawa: IGES. Recuperado el 04 de 11 de 2018, de https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/vol5.html

IPCC. (2006). *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories - Volumen 2 Chapter 2.* Kanagawa: IGES. Recuperado el 04 de 11 de 2018, de https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/2_Volume2/V2_3_Ch3_Mobile_Combustion.pdf

IPCC. (2006). *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories - Volumen 2 Chapter 3.* Kanagawa: IGES. Recuperado el 03 de 11 de 2018, de https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/2_Volume2/V2_2_Ch2_Stationary_Combustion.pdf

IPPC. (2007). *Cambio Climático 2007: Informe de síntesis.* Ginebra. Recuperado el 01 de 07 de 2018, de https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_sp.pdf

ISO. (2018). *ISO 26000 y los ODS.* Ginebra. Recuperado el 02 de 05 de 2019, de https://www.iso.org/files/live/sites/isoorg/files/store/sp/PUB100401_sp.pdf

ISO. (s.f.). *International Organization for Standardization*. (I. C. Secretariat, Productor) Recuperado el 14 de 12 de 2017, de https://www.iso.org/about-us.html

ISOTools. (21 de 04 de 2015). *ISOTools excellence*. Recuperado el 19 de 12 de 2017, de http://www.isotools.com.mx/las-principales-diferencias-entre-la-version-actual-de-iso-14001-y-la-futura-iso-140012015/

LLamazares, F., & Berumen, S. (2011). *Los métodos de decisión multicriterio y su aplicación al análisis del desarroollo local.* Madrid: ANORMI. Recuperado el 13 de 12 de 2018, de https://books.google.com.ec/books?id=VweMaMzZYxoC&printsec=frontcover&dq=analisis+de+decision+multicriterio&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwiNp5qt2__gAhVItlkKHShBA5kQ6AEIKDAA#v=onepage&q=analisis%20de%20decision%20multicriterio&f=false

López Salazar , A., Contreras Soto, R., & Molina Sánchez , R. (2011). *La responsabilidad social empresarial como estrategia de competitividad en el sector alimentario.* Red Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, Espana y Portugal.

Melo, G. (2018). *Medidas de Reducción y mitigación de la huella de carbono en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador.* Quito. Recuperado el 04 de 07 de 2018

Mendoza, H. (2016). *Importancia de la norma ISO 14001:2004 sistema de gestión ambiental para el desarrollo de la logistica INVERSA EN ARGOS S.A.*

Universidad San Buenaventura, Facultad de Ciencias Administrativas y Contables, Cartagena.

Merizalde, M. (2010). *Diseño de un sistema de gestión ambiental para las etapas de consrucción, operación, mantenimiento y abandono de radio bases celulares, basado en la norma ISO 14001:2014.* Quito. Recuperado el 07 de 07 de 2018

Ministerio del Ambiente. (2015). *Acuerdo Ministerial 064.* Quito. Recuperado el 03 de 07 de 2018

Ministerio del Medio Ambiente de Chile. (s.f.). Huella de carbono. Santiago, Chile. Recuperado el 15 de 12 de 2018, de http://portal.mma.gob.cl/cambio-climatico/cc-02-7-huella-de-carbono/

Moncada, M. (17 de 05 de 2018). *National Geographic*. Recuperado el 19 de 02 de 2019, de https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/2018/05/el-reciclaje-de-neumaticos-marca-el-camino-de-la-economia-circular-en-espana

Monfort. E, e. a. (s.f.). *Estrategia Medioambiental en la Industria.* Universitat Jaume I. Castellón. España, Asociación de Investigación de las Industrias Cerámicas., España.

Moraes, A. C. (1991). *Geografia. Pequeña historia crítica.* Sao Paulo: Hucitec. Recuperado el 01 de 07 de 2018

Moreno, Z. (2008). *Gestión Ambiental: Una estrategia empresarial y una herramienta para la conservación de nuestro entorno natural.* universidad de Valladolid, Valladolid.

Moscoso, M. (s.f.). *Natura Medio Ambietal*. (M. Moscoso, Editor) Recuperado el 19 de 05 de 2018, de La Importancia de la Huella de Carbono: https://www.natura-medioambiental.com/la-importancia-de-la-huella-de-carbono-2/

Muñoz, K. (2013). *Cálculo de la Huella de Carbono de la Corporación Financiera Nacional. Caso de estudio: Oficina Principal Quito, 2013.* Quito. Recuperado el 30 de 06 de 2018

Naciones Unidas. (s.f.). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Recuperado el 07 de 07 de 2018, de Objetivo 13: Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos: https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/climate-change-2/

Navarro, Á. (2009). *Antecedentes conceptuales para el cálculo de la Huella de Carbono.* Gobierno de Chile, Ministerio del Medio Ambiente, Santiago de Chile. Recuperado el 10 de 07 de 2018

Perevochtchikova, M. (2013). Environmental Impact Assessment and the Importance of Environmental Indicators. *Gestión y política pública*. Recuperado el 03 de 07 de 2018

Pérez Córdoba, K. Y., & Valderrama Alvarado, J. E. (s.f.). *ISO 14001 SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL.* Universidad San Buenaventura, Facultad de Ingeniería,

Arquitectura, Artes y Diseño., Cartagena de Indias. Recuperado el 03 de 07 de 2018

PIGA. (2015). *PLAN INSTITUCIONAL DE GESTION AMBIENTAL.* Alcaldía Mayor de Bogotá, Secretaría Distrital de Ambiente , Bogotá. Recuperado el 18 de 08 de 2018

Rodas, S. (03 de 11 de 2014). *Estimación y Gestión de la Huella de Carbono del Campus Cenral de la Universidad Rafael Landivar.* Tesis, Universidad Rafael Landívar, Guatemala de la Asunción . Recuperado el 18 de 05 de 2018

Rojas, C. (2016). Problema de Decisión Multicriterio. *Programa Académico de Ingenieria Industrial.* Valle del Cauca. Recuperado el 19 de 12 de 2018, de https://www.academia.edu/28055479/T%C3%A9cnicas_de_An%C3%A1lisis_Multicriterio_-_M%C3%A9todo_SCORING

Santillán, P. (2014). *Determinación de la Huella de Carbono bajo las consideraciones de la norma ISO 14064 en el área de la acería de la empresa metalúrgica ecuatoriana ADELCA C.A.* Riobamba. Recuperado el 30 de 06 de 2018

Santillán, P. A. (2014). *Determinación de la Huella de Carbono bajo las consideraciones de la Norma ISO 14064 en el área de acería de la empresa metalúrgica ecuatoriana ADELCA C.A.* Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Mecánica. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Schneider, H., & Samaniego, J. (2009). *La huella del carbono en la producción, distribución y consumo de bienes y servicios.* Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Santiago de Chile. Recuperado el 16 de 12 de 2018

School, B. (16 de 10 de 2015). *Escuela Europea de Excelencia*. Recuperado el 19 de 12 de 2017, de https://www.123aprende.com/2015/10/iso-14001-2015-iso-14001-2004/?c=cee236228e9a

Secretaría de Ambiente de Bogotá. (2015). *Guía para el Cálculo y reporte de Huella de Carbono Corporativa.* Bogotá. Recuperado el 03 de 07 de 2018

Secretaría de Ambiente del DMQ. (2019). *QUITO ALCALDÍA.* Recuperado el 16 de 11 de 2018, de http://www.quitoambiente.gob.ec/ambiente/index.php/cambio-climatico/programas-y-proyectos/reduccion-y-compensacion-de-la-huella-de-carbono-en-el-dmq

SENPLADES. (2017). *Plan Nacional de Desarrollo.* Quito . Recuperado el 29 de 06 de 2018

SGE. (s.f.). *¿Qué ventajas recibe una empresa certificada bajo la norma ISO 14001?* Obtenido de SGE Consultores.

Sociedad Pública de Gestión Ambiental. (2012). *Guía metodológica para la aplicación de la norma UNE-ISO 14064-1:2006 para el desarrollo de inventarios de Gases*

de Efecto Invernadero en organizaciones. Bilbao. Recuperado el 04 de 07 de 2018

SOSTENIBILIDAD. (2014). *ACCIONA*. Recuperado el 12 de 12 de 2018, de https://www.sostenibilidad.com/cambio-climatico/estrategias-ante-el-cambio-climatico-mitigacion/

UNFCCC. (2019). *United Nations Climate Change*. Recuperado el 30 de 05 de 2019, de https://unfccc.int/es/katowice

Universidade de Vigo. (s.f.). *"gestión de la calidad, la seguridad y el medio ambiente".* Universidade de VIgo, Organización Empresas y Marketing, Pontevedra. Recuperado el 15 de 11 de 2018, de https://docplayer.es/21111163-El-diagrama-de-pareto.html

Universitat JAUME I. (s.f.). *Registro de la huella de carbono: mitigación y compensanción.* Recuperado el 12 de 12 de 2018, de http://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/handle/10234/173450/Mo%CC%81dulo%204.%20Compensacio%CC%81n%20y%20Mitigacio%CC%81n.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Vargas, G. (2005). Nature and environment: a geographical perspective. *Revista Geográfica Venezonala*. Recuperado el 01 de 07 de 2018, de http://www.redalyc.org/html/3477/347730349003/

Viteri, M. (2015). *Desarrollo de la huella de carbono corporativa como indicador ambiental en la empresa Novacero S.A. planta Lasso.* Quito. Recuperado el 29 de 06 de 2018

WBCSD, & WRI. (2004). *The Green House Gas Protocol.* USA. Recuperado el 22 de 08 de 2018, de http://pdf.wri.org/ghg_protocol_2004.pdf

Yépez , V., & Avilán, O. (2015). *Formulación de estrategias de mitigación y compensación de emisiones de gases efecto invernadero de Bridgestone de Colombia S.A.S. a partir del cálculo de la huella de carbono*. Bogotá. Recuperado el 16 de 02 de 2019, de http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/17408/41091050_2015.pdf

ANEXOS

ANEXO 1

Datos de consumo eléctrico de radio bases celular en la ciudad de Quito

Radio base celular	Consumo eléctrico (kWh)
1	22.164,43
2	6.734,20
3	17.078,73
4	7.896,00
5	5.269,34
6	8.818,00
7	14.354,00
8	15.358,48
9	18.373,00
10	23.852,80
11	28.268,00
12	14.509,00
13	23.336,60
14	16.226,40
15	7.568,00
16	8.051,00
17	30.567,71
18	14.275,46
19	27.058,00
20	60.808,00
21	12.669,12

22	20.364,86
23	11.186,00
24	7.630,00
25	14.043,72
26	14.503,00
27	33.900,81
28	41.999,00
29	45.327,00
30	22.657,00
31	38.904,51
32	11.001,00
33	32.351,61
34	7.923,00
35	36.824,00
36	13.495,30
37	30.934,71
38	21.148,00
39	2.479,71
40	17.346,49
41	53.623,91
42	7.576,00
43	28.913,00
44	16.219,35
45	30
46	36
47	42
48	72
49	72
50	72
51	72
52	72
53	72,7
54	162
55	190
56	1.122,00
57	1.290,00
58	1.640,77
59	1.725,00
60	1.738,00
61	2.018,00
62	2.142,00
63	2.184,10

64	2.473,98
65	2.777,30
66	3.383,38
67	3.531,00
68	3.824,00
69	3.854,00
70	3.875,09
71	4.081,50
72	4.177,00
73	4.540,33
74	4.542,00
75	4.661,72
76	5.018,00
77	5.082,71
78	5.138,80
79	5.248,00
80	5.258,00
81	5.280,49
82	5.396,28
83	5.659,01
84	5.819,00
85	5.939,00
86	5.947,03
87	5.972,49
88	5.972,49
89	6.162,08
90	6.202,28
91	6.231,00
92	6.289,00
93	6.358,00
94	6.485,03
95	6.485,03
96	6.486,00
97	6.690,39
98	6.823,00
99	6.892,76
100	6.909,19
101	7.095,25
102	7.206,59
103	7.241,97
104	7.440,75
105	7.498,00

106	7.649,00
107	7.650,58
108	7.687,00
109	7.753,12
110	7.756,00
111	7.890,00
112	7.911,66
113	7.985,00
114	8.028,00
115	8.103,57
116	8.146,72
117	8.159,00
118	8.263,34
119	8.263,34
120	8.318,02
121	8.449,00
122	8.469,00
123	8.547,00
124	8.793,00
125	8.990,00
126	9.014,87
127	9.061,80
128	9.115,25
129	9.262,50
130	9.270,25
131	9.273,00
132	9.316,03
133	9.329,00
134	9.364,00
135	9.380,00
136	9.529,91
137	9.591,00
138	9.887,63
139	10.148,00
140	10.326,36
141	10.394,29
142	10.432,96
143	10.436,70
144	10.492,08
145	10.680,41
146	10.749,64
147	10.757,29

148	10.912,32
149	10.950,00
150	10.957,96
151	11.000,00
152	11.083,00
153	11.115,00
154	11.122,02
155	11.222,00
156	11.322,00
157	11.372,35
158	11.416,00
159	11.485,95
160	11.558,00
161	11.665,00
162	11.771,97
163	11.866,53
164	11.887,00
165	11.892,81
166	11.908,30
167	11.973,51
168	12.003,00
169	12.023,60
170	12.057,08
171	12.114,71
172	12.126,00
173	12.149,52
174	12.236,16
175	12.240,02
176	12.365,41
177	12.367,82
178	12.608,00
179	12.643,00
180	12.654,00
181	12.825,00
182	12.852,63
183	12.878,18
184	12.932,00
185	13.016,94
186	13.066,00
187	13.235,96
188	13.530,00
189	13.754,17

190	13.756,00
191	13.781,93
192	13.832,60
193	14.016,95
194	14.101,00
195	14.165,00
196	14.390,09
197	14.542,00
198	14.578,00
199	14.713,90
200	14.794,00
201	14.798,00
202	14.881,68
203	14.955,00
204	15.012,93
205	15.067,97
206	15.092,65
207	15.112,97
208	15.113,00
209	15.127,45
210	15.166,38
211	15.238,00
212	15.320,12
213	15.463,00
214	15.464,60
215	15.476,24
216	15.591,00
217	15.613,00
218	15.658,00
219	15.755,74
220	15.790,81
221	15.818,00
222	15.822,00
223	15.954,78
224	15.967,64
225	15.974,00
226	16.017,00
227	16.018,84
228	16.037,21
229	16.058,84
230	16.075,90
231	16.165,33

232	16.191,00
233	16.219,00
234	16.237,00
235	16.241,00
236	16.243,00
237	16.258,67
238	16.385,91
239	16.397,57
240	16.446,00
241	16.512,90
242	16.672,89
243	16.691,46
244	16.732,78
245	16.743,00
246	16.887,92
247	17.001,61
248	17.048,33
249	17.056,39
250	17.079,08
251	17.099,00
252	17.126,01
253	17.160,44
254	17.184,55
255	17.203,92
256	17.302,18
257	17.327,77
258	17.334,00
259	17.362,53
260	17.406,00
261	17.439,63
262	17.473,03
263	17.490,00
264	17.536,18
265	17.698,00
266	17.711,62
267	17.807,18
268	17.808,87
269	17.817,21
270	17.876,23
271	17.900,00
272	17.905,88
273	17.916,00

274	17.954,00
275	18.031,49
276	18.155,53
277	18.180,00
278	18.309,99
279	18.325,26
280	18.391,01
281	18.434,77
282	18.461
283	18.567,43
284	18.580,18
285	18.639,02
286	18.652,29
287	18.717,90
288	18.896,83
289	18.940,74
290	19.094,59
291	19.144,89
292	19.157,14
293	19.193
294	19.210,71
295	19.330,84
296	19.670
297	19.896
298	19.900,28
299	19.963
300	19.976,05
301	19.988,51
302	20.132
303	20.146
304	20.153,25
305	20.223
306	20.319
307	20.355,27
308	20.468,21
309	20.540,28
310	20.561
311	20.623
312	20.653,57
313	20.663,81
314	20.716,09
315	20.768,83

316	20.786,55
317	20.872,22
318	21.025
319	21.066,49
320	21.171,97
321	21.255
322	21.416,09
323	21.642,99
324	21.707
325	21.751,88
326	21.758,23
327	21.797,55
328	21.872,04
329	21.873
330	22.174
331	22.199,40
332	22.248,85
333	22.270,26
334	22.479
335	22.514,91
336	22.550
337	22.634,05
338	22.650,23
339	22.782,18
340	22.821,66
341	22.840,37
342	22.847,33
343	22.888
344	23.035,47
345	23.038,54
346	23.103
347	23.122
348	23.160
349	23.198,58
350	23.396,16
351	23.470
352	23.519,42
353	23.594
354	23.608,44
355	23.690
356	23.733,41
357	23.741,22

358	23.832
359	23.940,76
360	24.078,39
361	24.102,90
362	24.220,26
363	24.257,53
364	24.349,77
365	24.449,32
366	24.575
367	24.579
368	24.607
369	24.619
370	24.715,67
371	24.748,46
372	24.764,57
373	24.770,31
374	24.785
375	24.795,23
376	24.945,70
377	25.069,28
378	25.086,80
379	25.184,82
380	25.231
381	25.304,72
382	25.318,87
383	25.383
384	25.448,09
385	25.606,64
386	25.667
387	25.738
388	25.810
389	25.815,11
390	25.956,74
391	25.972,97
392	26.272,03
393	26.409,35
394	26.447
395	26.751,61
396	26.751,77
397	26.856
398	26.896
399	26.950,28

400	27.055
401	27.176,69
402	27.192
403	27.259,50
404	27.323
405	27.348,84
406	27.506,70
407	27.524
408	27.557
409	27.670,57
410	27.688
411	27.852,19
412	27.888
413	28.100
414	28.108,95
415	28.522,44
416	28.572,82
417	28.667,85
418	28.775
419	28.813,61
420	28.852
421	29.235
422	29.410,28
423	29.858,13
424	30.058,91
425	30.159,42
426	30.229
427	30.236,66
428	30.534,05
429	30.639,74
430	31.488,41
431	31.704
432	31.774,57
433	32.121,17
434	32.309
435	32.412,92
436	33.571
437	33.581
438	33.886
439	34.929,53
440	35.391,01
441	35.553,23

442	36.028,74
443	36.649
444	37.069,58
445	38.172,49
446	39.417
447	39.540
448	39.951,50
449	40.141,21
450	40.424,83
451	41.194,29
452	44.125,09
453	44.852,78
454	47.428,88
455	47.563,96
456	48.315,97
457	49.035,77
458	49.040,14
459	51.586,70
460	51.941,08
461	52.805,27
462	54.352
463	54.556
464	57.545,32
465	57.916,16
466	60.905,19
467	60.992
468	61.108,82
469	66.595
470	335.144,21
471	368.318,88
472	405.561,84
473	438.845,85
474	213.305,74
TOTAL	10.586.710,95