

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

Colegio de Ciencias e Ingeniería

**Un Recorrido por la Histórica Compañía Ecuatoriana del Té C.A.
(CETCA): Estudio y Análisis de la Sostenibilidad de la Cadena de
Suministro del Té Negro**

**Paola Alexandra Gómez Pumisacho
Bernis Natalí Maldonado Jaramillo**

Pablo Dávila, Ph.D., Director de Trabajo de Titulación

Trabajo de Titulación presentado como requisito
para la obtención del título de Ingeniero Industrial

Quito, mayo de 2014

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

Colegio de Ciencias e Ingeniería

HOJA DE APROBACIÓN DE TESIS

**Un Recorrido por la Histórica Compañía Ecuatoriana del Té C.A.: Estudio y
Análisis de la Sostenibilidad de la Cadena de Suministro del Té Negro**

Paola Alexandra Gómez Pumisacho

Bernis Natalí Maldonado Jaramillo

Pablo Dávila, PhD.
Director de Tesis
Miembro de Comité de Tesis

Danny Navarrete, M. Sc.
Miembro del Comité de Tesis

Carlos Suárez, PhD.
Miembro del Comité de Tesis

Ximena Córdova, PhD.
Decana de la Escuela de Ingeniería,
Miembro del Comité de Tesis

Quito, mayo de 2014

© DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído la Política de Propiedad Intelectual de la Universidad San Francisco de Quito y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo de investigación quedan sujetos a lo dispuesto en la Política.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de investigación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma: -----

Nombre: Paola Alexandra Gómez Pumisacho

C. I.: 1722933032

Firma: -----

Nombre: Bernis Natalí Maldonado Jaramillo

C. I.: 1723004220

Fecha: Quito, mayo de 2014

DEDICATORIA

Le entrego este trabajo a quien hizo realidad este sueño, a quien ha sido mi fortaleza en todo este tiempo, a quien exalta a los humildes, a quien me enseñó a ser fuerte y valiente e ir más allá de mis esquemas confiada en su fidelidad. Al todopoderoso quien merece toda la hora y la gloria, porque no he sido yo si no él, a ti Papito Dios.

Les dedico este trabajo a mis dos más grandes bendiciones en la tierra, a mis padres, quienes con su ejemplo de trabajo, me enseñaron a luchar por mis objetivos, gracias por su apoyo incondicional. A mis hermanas, mis mejores amigas, gracias por su ejemplo, apoyo y consejos a tiempo.

Paola Gómez

Dedico mi tesis, a mi familia y a Dios. La dedico a Dios, por bendecirme en mi vida, porque gracias a él, he llegado lejos. Dios ha sido mi luz y mi fortaleza. Este trabajo también dedico a mis padres, por haber puesto todo su esfuerzo, para que yo pueda hacer realidad mi sueño, por haberme dado el más grande regalo para que pueda surgir en la vida, la educación. Padre, gracias por haber sido mi mentor en toda la carrera, porque me diste palabras de aliento para seguir adelante y no rendirme nunca. Madre, gracias por haber dedicado tu tiempo para ayudarme, por estar a mi lado y ser mi compañera de traspasos. Hermanita, gracias por ser mi ayudante y ser esa pequeña consejera de tan grande corazón, gracias por tus abrazos, que me daban aliento para continuar. Finalmente, quiero agradecer a todos mis amigos, porque ellos me ayudaron a crecer y formaron parte de mi recorrido universitario. Mil gracias a todos!

Natalí Maldonado

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Dios por ser nuestra fortaleza en todo tiempo.

Extendemos nuestro agradecimiento a Fernando Castillo, Gerente General de la Compañía Ecuatoriana del Té C. A. y a sus colaboradores por la apertura y apoyo para el desarrollo del presente trabajo.

Agradecemos también a Diego Peñafiel del área de GIS, de la empresa Location World S. A., por haber aportado con su conocimiento en cartografía y proporcionarnos información de relevancia para este trabajo.

Muchas gracias a Ximena Córdova, Decana de la Escuela de Ingeniería, por su tutela a lo largo de toda la carrera, así como del presente trabajo y por ser más que una maestra, una amiga. De igual manera, agradecemos a René Parra, Ph.D en Ingeniería Ambiental y profesor de la Universidad San Francisco, por guiarnos en la determinación de la huella de carbono, a través de su experiencia.

Estamos agradecidas, por la colaboración de nuestro tutor de tesis, Pablo Dávila, por darnos apoyo, motivación y dirección. Finalmente, muchas gracias a todos los miembros que forman y formaron parte del Departamento de Ingeniería Industrial, por habernos formado con amor y disciplina.

Paola Gómez & Natalí Maldonado

RESUMEN

En el presente estudio se analizó la huella de carbono del té negro, en la cadena de suministro de la empresa CETCA, utilizando la metodología de Análisis del Ciclo de Vida del producto (ACV). La investigación realizada, inició con la recopilación de información para mapear la cadena de suministro e identificar las fuentes de emisión de CO₂. Las metodologías para el cálculo de huella de carbono fueron: PAS2050 y NTM, determinando con ellas la totalidad de emisiones de CO₂ realizadas al medio ambiente. Dentro del estudio, se efectuaron dos análisis comparativos, uno de las emisiones brutas de dióxido de carbono (de todas las fuentes de contaminación) y otro de las emisiones netas de dióxido de carbono (de todas las fuentes de emisión, excepto las de la leña). En el primer análisis se tomaron en cuenta las emisiones de dióxido de carbono de la leña (biomasa), encontrando que su combustión emite el 90,3 % de CO₂ de la totalidad de emisiones. En el segundo análisis no se tomaron en consideración las emisiones de dióxido de carbono de la biomasa. Se encontró que el motor Caterpillar de generación eléctrica para la planta de producción, es la fuente de mayor emisión, con un 48,6%, seguido de las emisiones causada por el transporte, el cual emite un 34,1% de dióxido de carbono. Adicionalmente, se determinó la cantidad de CO₂ que no fue emitida en el ciclo de vida del producto. Se concluyó, para el primer análisis, que las plantaciones de té de CETCA absorben el 99,2 % de las emisiones totales por la producción de té negro. Por otra parte, con el segundo análisis, se absorbe el 998,9% del dióxido de carbono emitido. Además, se obtuvo que 3,90 Toneladas de CO₂ se emiten por Tonelada de té negro, si se consideraron las emisiones brutas. En contraste, 0,39 Toneladas de CO₂ se emiten por Tonelada de té negro, si se consideraron las emisiones netas. Finalmente, se proponen en el estudio, oportunidades para mejorar el desempeño de la cadena de suministro, en busca de la reducción de la huella de carbono.

ABSTRACT

Through the methodology of Life Cycle Assessment (LCA), the carbon footprint of black tea has been analyzed, in the supply chain of the enterprise CETCA. The research started with the collection of information needed for mapping the supply chain. This information also helped in the identification of emission factors related to CO₂. The calculation of carbon footprint was reached with two methodologies: PAS2050 and NTM, determining with both, the total of CO₂ emitted to the environment. There were made two comparative analyses in the calculation of carbon footprint. In the first analysis, there were taken into consideration the gross emissions of carbon dioxide (including all the sources of emissions). It was found that the firewood provides 90,3% of carbon dioxide emissions. In the second analysis, there were considered the net emissions of carbon dioxide (including all the sources, excepting the emissions by firewood). The results showed that there are two principal sources of contamination: the Caterpillar engine and the transportation activities. The Caterpillar engine shares a 48,6% and the transportation activities release 34.1% of CO₂. Additionally, the quantity of CO₂ that is not emitted by the product was calculated. It was concluded in the first analysis, that with the black tea production of CETCA, there is a 99,2% of absorption of emissions. In the second analysis, the production of black tea absorbs the 998,9% of the carbon dioxide emitted. It also were obtained that 3,90 tonnes of CO₂ are emitted by a ton of black tea if the gross emission is considered; and instead, 0,39 tonnes of CO₂ are emitted by a ton of black tea if the net emission is considered. Finally, the study proposes opportunities to achieve a better performance in the supply chain, based on carbon footprint reductions.

TABLA DE CONTENIDOS

Dedicatoria.....	5
Agradecimientos.....	6
Resumen	7
Abstract.....	8
Tabla de contenidos	9
Lista de figuras	17
Lista de tablas	19
Capítulo 1: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	22
1.1. Introducción	22
1.1.1. Antecedentes	22
1.1.2. Justificación del Proyecto.....	26
1.1.2.1. Lugar de Estudio	29
1.2. Objetivos.....	30
1.2.1. Objetivo General.....	30
1.2.2. Objetivos Específicos	31
Capítulo 2: MARCO TEÓRICO	32
2.1. Administración de la cadena de suministro	32
2.1.1. Cadena de suministro	32
2.1.2. Flujos de la cadena de suministro.....	33
2.1.3. Estrategia para la cadena de suministro.....	34

2.2.	International Commercial Terms (INCOTERMS)	35
2.2.1.	Término en E: EWX	35
2.2.2.	Términos en F: FCA, FAS, FOB	36
2.2.3.	Términos en C: CFR, CIF, CPT, CIP	36
2.2.4.	Términos en D: DAT, DAP Y DDP	37
2.3.	Sostenibilidad.....	38
2.3.1.	Cadena de suministro Sostenible.....	39
2.4.	Ciclo de Vida de un producto	40
2.4.1.	Análisis del Ciclo de Vida de un producto.....	42
2.4.2.	Elementos del ACV	43
2.4.4.	Normalización de la ACV según la familia de normas ISO 14.040.....	46
2.5.	Evaluación del Impacto Ambiental a través de Huella de carbono	47
2.5.1.	Metodologías de cálculo de la huella de carbono.....	48
2.5.1.1.	Huella de Carbono orientada al producto.	48
2.5.1.2.	Huella de Carbono orientada a la compañía.	52
2.5.1.3.	Network for Transport and Environment (NTM)	54
2.7.	Sistema de Coordenadas	62
2.7.1.	Sistema de coordenadas	62
2.7.1.1.	Sistemas de Coordenadas WGS 1984.....	62
2.7.2.	Herramienta de localización geográfica Google Earth	63
2.8.	Modelos de Optimización de Redes	65
2.8.1.	Terminología de Redes.....	66

	11
2.8.2. Asymmetric Travelling Salesman Problem (ATSP)	68
2.8.3. Desviación de la Solución óptima.....	70
2.8.4. Heurística de Ajuste	71
CAPÍTULO 3: REVISIÓN LITERARIA	73
3.1. Investigaciones de la importancia de la sostenibilidad en las cadenas de suministro	73
3.2. Investigaciones de cadenas de suministro del té sostenibles.	74
3.3. Investigación de Huella de Carbono y Análisis de Ciclo de Vida de la Banana. 77	
3.4. Investigaciones de la Huella de carbono en la cadena de suministro del té. ...	78
3.5. Investigaciones América latina	79
CAPÍTULO 4: METODOLOGÍA.....	81
4.1. Método Científico	81
4.1.1. Investigación.....	82
4.1.2. Medición.....	82
4.1.3. Análisis de resultados	83
4.1.4. Propuesta de mejora.....	83
4.2. Metodología del Análisis del Ciclo de Vida.....	83
4.2.1. Definición del alcance	83
4.2.2. Desarrollo del Inventario de Ciclo de Vida (ICV)	84
4.2.3. Evaluación del Impacto del Ciclo de Vida (EICV).....	84
4.2.4. Interpretación.....	85
4.3. Metodología de medición de la Huella de Carbono	85

	12
4.3.1. Norma PAS2050.....	85
4.4. Metodología NTM	85
4.5. Problema del agente viajero.....	86
 CAPÍTULO 5: DESCRIPCIÓN DE LA COMPAÑÍA ECUATORIANA DEL TÉ C.A.	
.....	88
5.1. Ubicación de la Compañía Ecuatoriana del Té C.A.	88
5.2. Historia de la Compañía Ecuatoriana del Té C.A.....	88
5.3. Descripción de la Empresa.....	90
5.4. Misión y Visión	91
5.4.1. Misión.....	91
5.4.2. Visión	91
5.5. Productos de la Compañía Ecuatoriana del Té	92
5.6. Estrategia competitiva de la organización	93
5.6.1 Proyecto de Bio-comercio a través de PRO ECUADOR	94
5.7. Certificaciones	95
5.7.1. Certificación Rainforest Alliance	95
5.7.2. Conservación y Desarrollo Certified S.A. (CYD Certified).....	96
5.8. Cadena de suministro de CETCA.....	97
5.8.1. Actores de la cadena de suministro	97
5.8.2. Flujo de información	97
5.8.2.1. Pedidos	97
5.8.2.2. Insumos.....	98

5.8.3.	Flujo de Materias Primas.....	98
5.8.3.	Cadena de suministro de insumos	103
CAPÍTULO 6: ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA DEL TÉ		106
6.1.	Alcance del estudio	106
6.2.	Descripción de la cadena de suministro del té negro	107
6.2.1.	Producción del té	108
6.2.1.1.	Obtención de la hoja de té en la granja.....	108
6.2.1.2.	Producción de té en la Planta de Producción.....	108
6.2.1.3.	Empaquetamiento para envío internacional y nacional	109
6.2.2.	Transporte del té desde la planta de producción.....	110
6.2.2.1.	Pedidos nacionales	110
6.2.2.2.	Pedidos internacionales.....	110
6.2.3.	Empaquetamiento de té	111
6.2.4.	Almacenamiento del producto semielaborado	111
6.2.5.	Empaquetamiento de las bolsas de té	111
6.2.6.	Almacenamiento y despacho de producto terminado.....	111
6.2.7.	Transporte de distribución	112
6.3.	Entradas y salidas del ciclo de vida del té e infusiones	113
6.3.1.	Entrada de combustibles y fuentes de energía.....	113
6.3.1.1.	Granja.....	114
6.3.1.2.	Instalaciones.....	115
6.3.1.3.	Transporte	115

6.3.2.	Salidas.....	118
6.3.2.1.	Emisiones de CO ₂	118
6.3.2.2.	Desechos sólidos.....	118
CAPÍTULO 7: MEDICIÓN Y DESARROLLO DEL INVENTARIO DE CICLO DE		
VIDA		
7.1.	Inventario de emisiones en la granja.....	120
7.1.1.	Poda Mecanizada.....	120
7.1.2.	Recolección	122
7.1.3.	Transporte de hojas de té.....	122
7.1.4.	Inspección.....	124
7.1.5.	Actividades de apoyo.....	125
7.2.	Inventario de emisiones en instalaciones.....	127
7.2.1.	Planta de producción	127
7.2.1.1.	Energía Eléctrica.....	127
7.2.1.2.	Diésel para motor Caterpillar.....	128
7.2.1.3.	Horno de secado.....	129
7.2.2.	Planta de empaçado	131
7.3.	Inventario de emisiones en transporte.....	133
7.3.1.	Hacienda Sangay – Guayaquil.....	133
7.3.1.1.	Aplicación de factores dados por NTM.....	133
7.3.1.2.	NTM con información de transportista.....	142
7.3.2.	Hacienda Sangay – Puenbo	147

	15
7.3.2.1. Aplicación de factores dados por NTM.....	147
7.3.2.2. NTM con información de transportista.....	156
7.3.3. Puenbo - distribuidores.....	161
7.3.3.1. Aplicación de factores dados por NTM.....	161
7.3.3.2. Cálculo de misiones con información de transportista	164
CAPÍTULO 8: ANÁLISIS DEL IMPACTO DEL CICLO DE VIDA DEL TÉ	167
8.1. Análisis de emisiones totales de CO ₂ por categoría	168
8.1.1. Emisiones en la granja.....	168
8.1.2. Emisiones en instalaciones	169
8.1.3. Emisiones en transporte.....	173
8.2. Análisis de las emisiones totales de CO ₂ del inventario de ciclo de vida del té 175	
8.3. Balance de emisiones de CO ₂	178
8.3.1. Absorción de CO ₂ de las plantas de té.....	178
8.3.1.1. Balance emisiones brutas.....	179
8.3.1.2. Balance emisiones netas	180
8.3.2. CO ₂ no emitido por Planta Hidroeléctrica de la Hacienda Sangay.	181
8.4. Emisiones por tonelada de té	182
CAPÍTULO 9: ELABORACIÓN DE PROPUESTAS DE MEJORA.....	185
9.1. Puntos de entrega de distribución actual.....	185
9.2. Puntos de entrega para distribución futura	186
9.3. Planificación de entrega para el cliente C.....	186

9.3.1. Problema del agente viajero día miércoles	187
9.3.2. Problema del agente viajero día jueves	190
9.4. Reducción de emisiones de CO ₂ en la distribución	193
9.5. Impacto económico	196
CAPÍTULO 10: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	197
10.1. Conclusiones	197
10.2. Recomendaciones	200
CAPÍTULO 11: BIBLIOGRAFIA	202
ANEXO 1: MAPA BASE HACIENDA SANGAY – CETCA.....	213
ANEXO 2: MAPA BASE CETCA	214
ANEXO 3: PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL TÉ NEGRO	215
ANEXO 4: PROCESO DE EMPAQUETADO DEL TÉ NEGRO.....	216
ANEXO 5: CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO CON LA METODOLOGÍA NTM	217
ANEXO 6: CRONOGRAMA DE DISTRIBUCIÓN CON LOCALIZACIONES Y DISTANCIAS ACTUALES	223
ANEXO 7: PUNTOS DE ENTREGA ACTUAL POR CLIENTE.....	225
ANEXO 8: PUNTOS DE ENTREGA A FUTURO.....	226
ANEXO 9: CRONOGRAMA DE DISTRIBUCIÓN CON LOCALIZACIONES Y DISTANCIAS A FUTURO	227

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. 1. Forzamiento Radiativo explicado por componentes Antropógenos y Naturales.....	24
Figura 1. 2. Ecuador - Estructura del consumo de energía – 2009.....	26
Figura 1. 3. Ecuador - Distribución del consumo por sectores - 2009.....	27
Figura 1. 4. Sinergia Industria-Transporte.....	28
Figura 2. 5. Esquema de un ACV según ISO 14.040.....	46
Figura 2. 1. Representación la cadena de suministro y sus flujos.....	33
Figura 2. 2. Sustentabilidad Organizacional y la triple línea modificada.....	39
Figura 2. 3. Etapas para el CV.....	42
Figura 2. 4. Elementos del Análisis del Ciclo de Vida.....	44
Figura 2. 5. Terminología relacionada con el alcance de un ACV.....	45
Figura 4. 1. Fases del Método Científico.....	82
Figura 5.1. Cadena de Suministro del Té para exportación.....	99
Figura 5.2. Cadena de Suministro del Té para comercialización nacional.....	100
Figura 5.3. Cadena de Suministro de Té verde e Infusiones.....	101
Figura 5.4. Cadena de Suministro de Materias Primas de la Compañía Ecuatoriana del Té C.A.....	102
Figura 5.5. Cadena de Suministro de Insumos de la Compañía Ecuatoriana del Té C.A.....	105
Figura 6. 1. Alcance del estudio.....	107
Figura 6. 2. Participación de los canales de venta.....	112
Figura 6. 3. Planificación de entregas de CETCA.....	113
Figura 6. 4. Mapa de la cadena de suministro e ingreso de fuentes de energía.....	117
Figura 8. 1. Gráfica de barras de emisiones de CO ₂ de las actividades en la granja....	169

Figura 8. 2. Gráfica de barras de emisiones brutas de CO ₂ en planta de producción...	171
Figura 8. 3. Gráfica de barras de emisiones netas de CO ₂ en planta de producción	171
Figura 8. 4. Gráfica de barras de emisiones brutas de CO ₂ en instalaciones.....	172
Figura 8. 5. Gráfica de barras de emisiones netas de CO ₂ en instalaciones	172
Figura 8. 6. Gráfica de barras de las emisiones de CO ₂ los escenarios de los tres casos de transporte	174
Figura 8. 7. Gráfica de barras de las emisiones de CO ₂ los escenarios de los tres casos de transporte	176
Figura 8. 8. Pareto de las emisiones brutas de CO ₂ por utilización.....	177
Figura 8. 9. Pareto de las emisiones netas de CO ₂ por utilización.....	177
Figura 8. 10. Gráfica de barras del balance de las emisiones brutas de CO ₂	179
Figura 8. 11. Gráfica de barras del balance de las emisiones netas de CO ₂	180
Figura 9. 1. Resultado de ruta para día miércoles.	188
Figura 9. 2. Distancia para ruta de solución, día miércoles.....	189
Figura 9. 3. Resultado de ruta para día jueves.....	191
Figura 9. 4. Distancia para ruta de solución, día jueves.	192
Figura 9. 5. Resultado de ruta para día miércoles sin el punto del cliente C.....	194
Figura 9. 6. Distancia para ruta de solución, día miércoles sin el punto del cliente C.	194
Figura A4. 1. Diagrama de flujo del Proceso de Producción	215
Figura A4. 2. Diagrama de flujo del proceso de Empacado.....	216

LISTA DE TABLAS

Tabla 2. 1. Tipos de Camiones de acuerdo a NTM	56
Tabla 2. 2. Clasificación de Emisiones de acuerdo a modelo NTM	57
Tabla 2. 3. FC para camionetas y busetas que consumen gasolina extra.	57
Tabla 2. 4. Tipo de Camino de acuerdo a NTM	59
Tabla 2. 5. Explicación elementos de modelo	69
Tabla 2. 6. Explicación elementos de Desviación Estándar	71
Tabla 5. 1. Productos de la Compañía Ecuatoriana del té C.A.....	93
Tabla 5.2. Insumos para té e infusiones.....	104
Tabla 6. 1. Entradas o fuentes de energía de la Cadena de Suministro del té	116
Tabla 6. 2. Desperdicios de planta empacadora	119
Tabla 7. 1. Emisiones de CO ₂ del consumo de combustible de la poda mecanizada..	121
Tabla 7. 2. Emisiones de CO ₂ del consumo de combustible de las recolectoras STH.	122
Tabla 7. 3. Emisiones de CO ₂ del consumo de combustible de los tractores	123
Tabla 7. 4. Emisiones de CO ₂ del consumo de combustible de las motocicletas	124
Tabla 7. 5. Emisiones de CO ₂ del consumo de combustible de camioneta Mitsubishi	125
Tabla 7. 6. Emisiones de CO ₂ del consumo de combustible de camioneta Mazda.....	126
Tabla 7. 7. Emisiones de CO ₂ del consumo de combustible planta hidroeléctrica.....	127
Tabla 7. 8. Emisiones de CO ₂ del consumo de diésel del motor Caterpillar	128
Tabla 7. 9. Emisiones de CO ₂ del consumo de combustible para leña	129
Tabla 7. 10. Emisiones de CO ₂ del consumo de leña.....	131
Tabla 7. 11. Emisiones de CO ₂ del consumo eléctrico	132
Tabla 7. 12. Consumo de combustible por tipo de camino para un camión tipo N° 5.	134
Tabla 7. 13. Información de ubicaciones y distancias Hacienda Sangay – Guayaquil	135
Tabla 7. 14. Distancias por tipo de camino para Hacienda Sangay – Guayaquil.....	135

Tabla 7. 15. Número de envíos a Guayaquil por mes.....	136
Tabla 7. 16. Distancia en Km desde la hacienda Sangay hasta Guayaquil por tipo de ruta.....	137
Tabla 7. 17. Distancia en Km desde Guayaquil hasta hacienda Sangay	137
Tabla 7. 18. Información de consumo de diésel, hacienda Sangay – Guayaquil	142
Tabla 7. 19 Consumo de combustible por tipo de camino para el camión tipo N°4....	148
Tabla 7. 20. Información de ubicaciones y distancias Hacienda Sangay – Puenbo....	149
Tabla 7. 21. Distancias Hacienda Sangay – Puenbo por tipo de camino	150
Tabla 7. 22. Distancias Puenbo- Hacienda Sangay por tipo de camino.....	150
Tabla 7. 23. Número de envíos a Puenbo por mes	150
Tabla 7. 24. Distancia desde Hacienda Sangay hasta Puenbo.....	151
Tabla 7. 25. Distancia desde Puenbo hasta Hacienda Sangay.....	152
Tabla 7. 26. Información de Consumo de diésel Palora – Puenbo.....	156
Tabla 7. 27. Consumo de combustible para un factor de carga de 50% de los camiones tipo N°1 y 2	162
Tabla 7. 28. Distancias de rutas diarias.	162
Tabla 7. 29. Rendimiento de vehículos de distribución	164
Tabla 7. 30. Consumo de combustible diario	165
Tabla 8. 1. Emisiones por actividad en la granja.....	168
Tabla 8. 2. Emisiones por uso de combustibles y electricidad en instalaciones.....	170
Tabla 8. 3. Emisiones por uso de combustibles en el transporte.	173
Tabla 8. 4. Emisiones totales de ciclo de vida del té negro.....	175
Tabla 8. 5. Balance de las emisiones brutas de CO ₂ del ICV del té negro.....	179
Tabla 8. 6. Balance de las emisiones netas de CO ₂ del ICV del té negro	180
Tabla 8. 7. Emisiones de CO ₂ por el consumo de energía eléctrica nacional	181

Tabla 9. 1. Ubicación y codificación de puntos de entrega para el día miércoles.....	187
Tabla 9. 2. Ubicación y codificación de puntos de entrega para el día miércoles.....	187
Tabla 9. 3. Ubicación y codificación de puntos de entrega para el día jueves	190
Tabla 9. 4. Ubicación y codificación de puntos de entrega para el día jueves	190
Tabla 9. 5. Ubicación y codificación de puntos de entrega para el día jueves	193
Tabla 9. 6. Consumo de combustible diario para distribución modificada	195
Tabla A5.1. Cálculo de emisiones de CO2 con factores NTM para camión tipo N°5 para los viajes mensuales desde la hacienda Sangay a Guayaquil	217
Tabla A5.2. Cálculo de emisiones de CO2 con información del camión utilizado para los viajes mensuales desde la hacienda Sangay a Guayaquil	218
Tabla A5.3. Cálculo de emisiones de CO2 con factores NTM para camión tipo N°4 para los viajes mensuales desde la hacienda Sangay a Puenbo.....	219
Tabla A5.4. Cálculo de emisiones de CO2 con factores NTM para camión tipo N°4 para los viajes mensuales desde Puenboa la hacienda Sangay.....	220
Tabla A5.5. Cálculo de emisiones de CO2 con información del camión utilizado para los viajes mensuales desde la hacienda Sangay a Puenbo.....	221
Tabla A5.6. Cálculo de emisiones de CO2 con información del camión utilizado para los viajes mensuales desde Puenbo a la hacienda Sangay.....	222
Tabla A6. 1. Detalle y ubicación de puntos de entrega para los días lunes, martes y miércoles.....	223
Tabla A6. 2. Detalle y ubicación de puntos de entrega para los días jueves y viernes.	224
Tabla A9. 1. Detalle y ubicación de puntos de entrega diario a futuro	227

CAPÍTULO 1: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

1.1. Introducción

1.1.1. Antecedentes

Para el IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change – Panel Intergubernamental del Cambio Climático), el “cambio climático” es un término que expresa una variación del estado del clima, por un cambio en el valor medio y/o en la variabilidad de sus propiedades, el cual persiste por un largo período de tiempo (IPCC, 2007). Además, atribuye que el cambio del clima se da por la variabilidad natural, y a consecuencia de la actividad humana (IPCC, 2007). En contraste, en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMCC), se define al cambio climático, como un “cambio atribuido directa o indirectamente a la actividad humana, que hace que se altere la composición de la atmósfera mundial y que viene a sumarse a la variabilidad climática natural” (IPCC, 2007). Tanto para el IPCC como para la CMCC las actividades del ser humano, impactan negativamente en el cambio climático. Una de las actividades que causan un impacto negativo, es la conducción de vehículos motorizados, pues producen emisiones al ambiente, de gases contaminantes como el CO₂, por combustión de combustible.

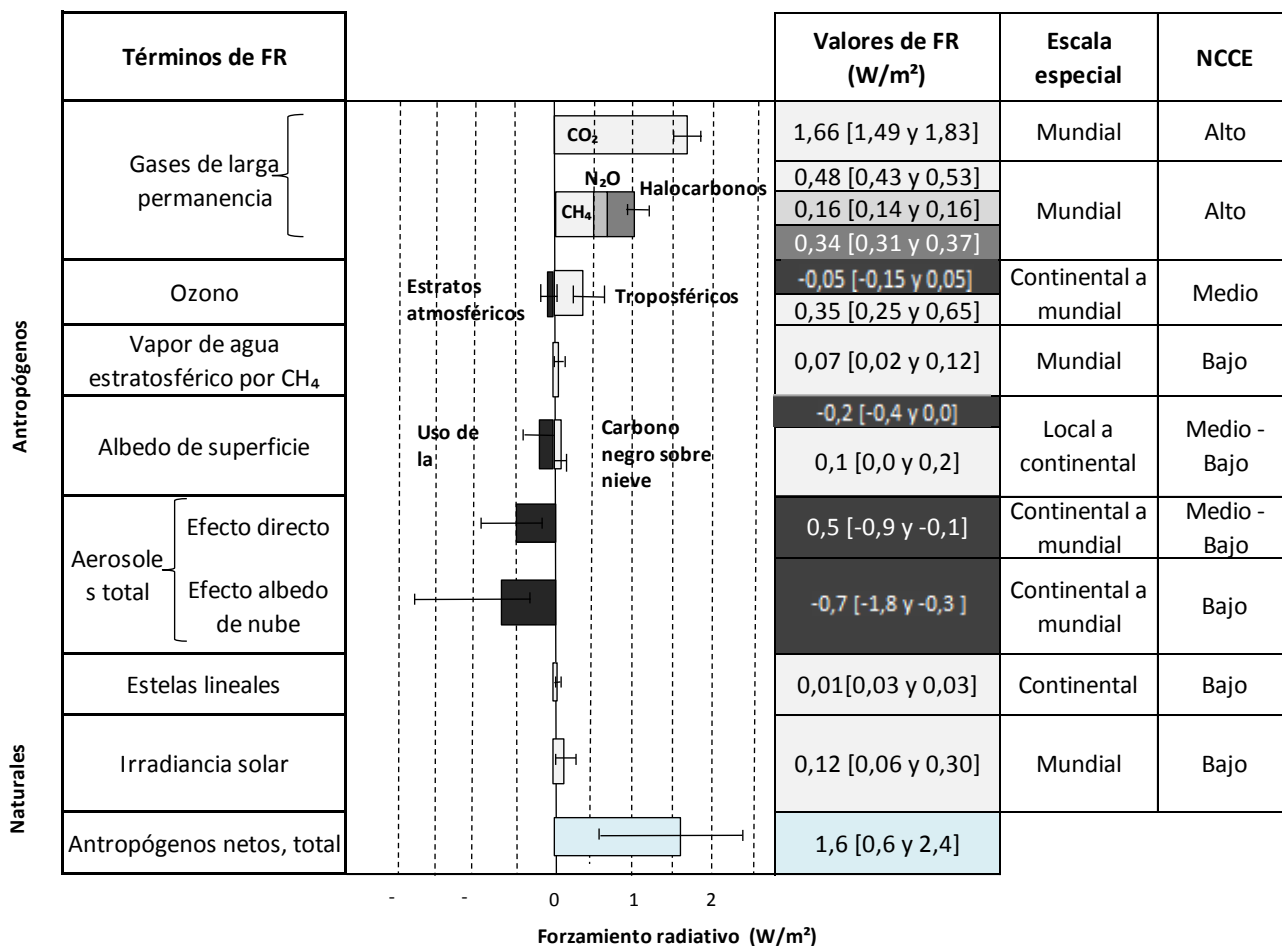
Uno de los principales cambios es el calentamiento del sistema climático, que de acuerdo al IPCC (2014) en su reporte del Cambio Climático, se ha evidenciado desde la década de 1950. Un sistema climático es la integración de elementos que componen el clima de la tierra: atmósfera, océanos (hidrósfera), capas de hielo (criósfera), superficie en la que viven los organismos vivos (biósfera) y la radiación solar; los cuales actúan como vasos comunicantes, es decir, si uno se altera, afecta a los demás (Sistema

climático de la Tierra, 2014). En la actualidad, se ha evidenciado un cambio en el sistema climático, pues “la atmósfera y el océano se han calentado, los volúmenes de nieve y hielo han disminuido, el nivel del mar se ha elevado y las concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI) han aumentado” (IPCC, 2014).

“Las actividades humanas generan emisiones de cuatro GEI de larga permanencia: CO₂, metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O) y halocarbonos (grupo de gases que contienen flúor (F), cloro (Cl) o bromo (Br))” (IPCC, 2007). Las concentraciones de los GEI y aerosoles en la atmósfera, han creado el efecto invernadero caracterizado por permitir la entrada de radiación solar (IPCC, 2007). Este efecto, permite absorber calor y remitirlo en todas las direcciones, pero al atrapar calor se produce un incremento de temperatura en el sistema climático (Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, 2014). De esta forma, se crea un balance radiativo, el cual es diferencia entre flujos de radiación entrante y saliente (Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, 2014). La diferencia se expresa en términos de forzamiento radiativo, el cual al ser positivo indica que existe un calentamiento ambiental, y si es negativo expresa un enfriamiento en el ambiente (IPCC, 2007).

Como se pudo ver en la Figura 1.1, el forzamiento radiativo total de los últimos años es positivo, lo que significa que hay una absorción de energía por el sistema climático y por ende un incremento térmico mundial. De la misma figura se pudo concluir, que la principal contribución, proviene del aumento en la concentración de CO₂ en la atmósfera (IPCC, 2014), el mismo que se estima que surge, por efecto de las actividades humanas.

El aumento mundial de las concentraciones de CO₂ también se deben al consumo de combustibles de origen fósil, con una aportación menor pero perceptible, de las actividades agrarias (IPCC, 2014).



Fuente: IPCC Elaboración: Propia

Figura 1. 1. Forzamiento Radiativo explicado por componentes Antropógenos¹ y Naturales

De acuerdo, al IPCC (2014) si las emisiones de gases de efecto invernadero continúan, causarán un mayor calentamiento y nuevos cambios en todos los elementos del sistema climático. El IPCC recomienda que para contener el cambio climático, será necesario reducir de forma sustancial y sostenida las emisiones de gases de efecto

¹ De actividades humanas

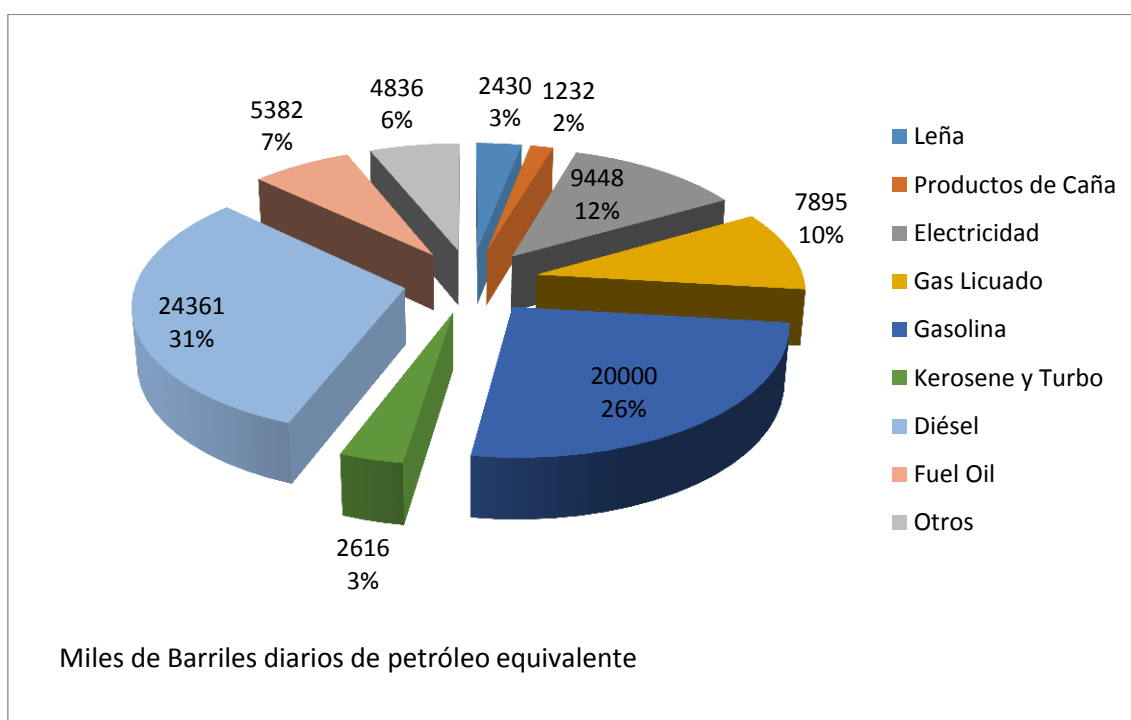
invernadero, especialmente la del CO₂ (IPCC, 2014). Debido a la preocupación de predicciones del cambio climático, como las hechas por el IPCC, la conciencia ambiental ha ido incrementando, y se han puesto en marcha programas para la disminución de las emisiones principalmente de CO₂ (Olmos, 2012). Un ejemplo, son las propuestas de ciudades como Londres, Vancouver, Phoenix y otras urbes de todo el planeta, que se han propuesto ser ciudades de bajo carbono, pues apoyan el uso de energías renovables y el urbanismo sostenible, disminuyendo así, la dependencia de los combustibles fósiles (Fernández, 2009).

Esta conciencia por cuidar el medio ambiente, también ha creado una demanda de productos sostenibles “productos verdes” que registren las emisiones de gases de efecto invernadero en sus etiquetas (Humpf, 2009). La compra de “productos verdes”, crea una economía verde, que “es aquella que tiene bajas emisiones de carbono, utilizó los recursos de forma eficiente y es socialmente incluyente” (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2011).

De acuerdo a investigaciones y reuniones de expertos desarrolladas por DHL, empresa de entregas, se ha concluido que la sostenibilidad es un factor importante para todas las empresas, no solo por la exigencia de los consumidores sino por tener una responsabilidad con el medio ambiente (Humpf, 2009). Como resultado final, DHL ha publicado un estudio de los comportamientos de los consumidores para el 2020, en el que se detalla la importancia de tener: la medición de la huella de carbono, una cultura verde y la tendencia de los registros de huella de carbono (Humpf, 2009). “La incorporación de la conciencia ambiental en la estructura empresarial, representa hoy en día, una herramienta que la conduce a una mayor competitividad, al promover la optimización de sus procesos y fortalecer las acciones empresariales con una visión de sostenibilidad” (Moreno, 1999).

1.1.2. Justificación del Proyecto

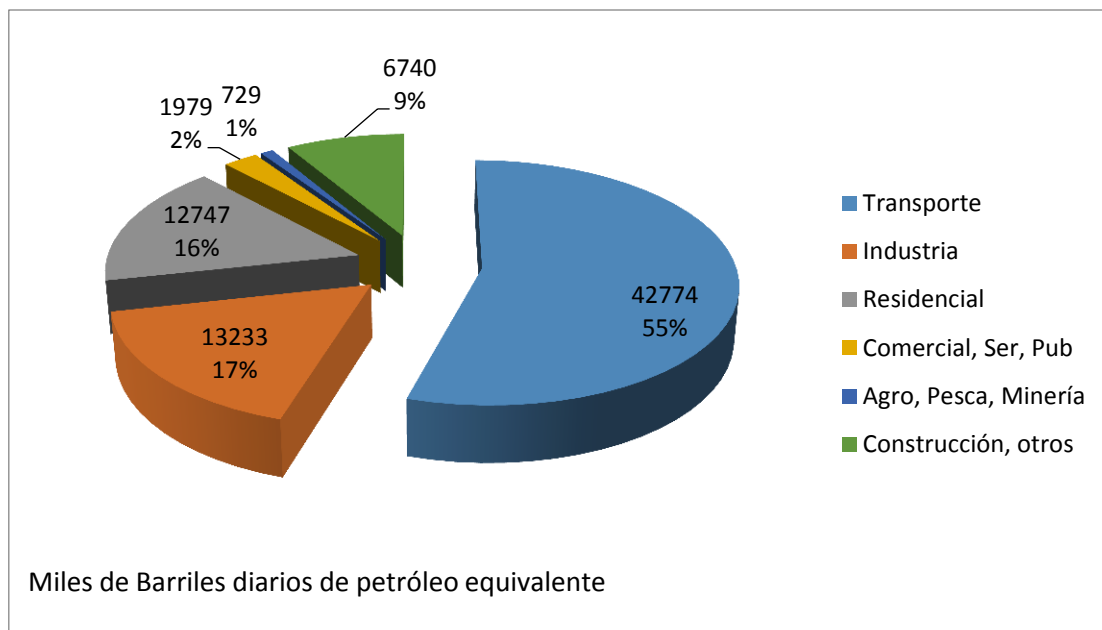
De acuerdo al reporte Petróleo en Cifras de la Asociación de la Industria Hidrocarburífera del Ecuador (AIHE) (2012), el Ecuador depende mayoritariamente de los hidrocarburos o combustibles fósiles para cubrir su demanda energética. De la Figura 1.2, se concluye que el 60,25 % de la demanda energética se produce por los derivados de petróleo.



Fuente y elaboración: Asociación de la Industria Hidrocarburífera del Ecuador (AIHE), 2012

Figura 1. 2. Ecuador - Estructura del consumo de energía – 2009

En la Figura 1.3, se presenta la distribución del consumo energético por sector en el país. La distribución gráfica muestra que el 55% corresponde al sector de transporte y un 17% al sector industrial siendo estos dos sectores los de mayor consumo energético (*Asociación de la Industria Hidrocarburífera del Ecuador (AIHE), 2012*).



Fuente y elaboración: Asociación de la Industria Hidrocarburífera del Ecuador (AIHE), 2012

Figura 1. 3. Ecuador - Distribución del consumo por sectores - 2009

Se concluye que el transporte y la industria son los sectores de mayor consumo de derivados del petróleo en Ecuador (Asociación de la Industria Hidrocarburífera del Ecuador (AIHE), 2012). Debido a que el aumento mundial de las concentraciones de CO₂ se debe principalmente al uso de combustibles de origen fósil se justifica la importancia medir la huella de carbono de la industria y el transporte en Ecuador.

La industria y el transporte se encuentran estrechamente relacionados. La industria no es un ente independiente, es una sinergia entre distintos actores, explicada como secuencia de: organizaciones, instalaciones y actividades, que están involucradas en la producción y entrega de productos y servicios a través del transporte” (Stevenson, 2009). Tomando a la industria como una red, incluye proveedores de componentes y materias primas, fabricantes (quienes transforman la materia prima o componentes en su ensamblajes o producto terminado), transportistas, almacenistas, vendedores al detalle e

incluso los clientes mismos (Chopra & Meindl, 2008). El transporte (aéreo, marítimo, terrestre) que es parte de la industria y junto a esta, compone la cadena de suministro, como se puede ver en la Figura 1.4.

Al medir la huella de carbono en la cadena de suministro, se considerará en esta, el consumo de combustibles fósiles, en el cual se encuentra: el petróleo. El petróleo del cual se extraen los combustibles para transporte y que también sirve para la generación de electricidad. Se debe mencionar que una cadena de suministro, también puede incluir el consumo de biomasa, la cual es materia orgánica que puede ser utilizada como fuente energética (Asociación de Productores de Energías Renovables, 2014). Un ejemplo de biomasa es la leña, la cual se utilizó en la producción de la empresa en la que se desarrollará el presente trabajo.



Fuente y elaboración: e-business CORP

Figura 1. 4. Sinergia Industria-Transporte

Todas las actividades industriales, en la medida en la que utilizan energía a lo largo de sus cadenas de producción o suministro, son responsables de una cantidad significativa de emisiones de CO₂ (Altuma, y otros, 2011). La actividad agrícola no es una excepción, pues para mover maquinarias, utilizan diversas fuentes energéticas que provienen de la combustión de biomasa o de la utilización de combustibles fósiles, que constituyen fuentes productoras de emisiones de gases de efecto invernadero (Altuma, y otros, 2011). De acuerdo a Mavrakis (2011) en su libro 'Carbon Footprint' Quantification of a Tea Agro-Ecosystem, los estudios de Huella de Carbono se deberían enfocar más en los sectores industriales con componentes agrícolas ya que estos tienen un gran potencial en el contexto del cambio climático, debido a que este sector desempeña un papel especial, por la posibilidad de funcionar como, un lavabo a pesar de ser parte de una fuente de emisiones de gases de efecto invernadero. A lo expuesto además añadió Mavrakis (2011) que de su experiencia y la de varios estudios se indica una alta capacidad de absorción de CO₂ de las plantaciones de té en específico.

1.1.2.1. Lugar de Estudio

La Compañía Ecuatoriana del Té C.A. (CETCA), es la única compañía productora y exportadora de té negro (Urquiza, 2011). Las empresas que comercializan té en el Ecuador importan el producto desde China. CETCA es una compañía histórica porque Leo Hamburger, de nacionalidad suiza visitó Ecuador en 1960. Tras una ardua búsqueda en África del tipo de semillas de té, camelia sinesis, Hamburger y sus colaboradores encontraron el sitio adecuado para su cultivo en el cantón Palora de la provincia de Morona Santiago (Gómez, 2013). Las plantaciones de té de CETCA están en el mismo lugar desde hace más de 50 años, y han hecho de la compañía la pionera y única en el cultivo y comercialización nacional e internacional de té negro.

En referencia a lo expuesto anteriormente, en el presente trabajo se realizó la cuantificación de las emisiones de CO₂ de la cadena de suministro del té de CETCA utilizando la metodología de Análisis del Ciclo de Vida del producto, para finalmente hacer un balance con la capacidad de captura de CO₂ de los cultivos de té de la empresa. Se desea documentar cómo se desarrolla la sostenibilidad a lo largo de la cadena de suministro, tomando en consideración que hoy en día, el interés por el medio ambiente desde el punto de vista del productor, es una estrategia competitiva que desemboca en el factor de éxito de las empresas (Jayaratne, 2011), ya que actualmente los consumidores prefieren un producto verde, que tenga un impacto ambiental bajo (Jayaratne, 2011).

Un análisis de sostenibilidad así en este tipo de industria, es un tema que no ha sido estudiado anteriormente en el Ecuador, por lo que se quiere saber si existe un balance entre las emisiones de CO₂ de CETCA y la captura o absorción de CO₂ por parte de sus plantaciones.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

En base a la metodología de Análisis del Ciclo de Vida del producto, describir, evaluar y cuantificar la cadena de suministro del té negro de la Compañía Ecuatoriana del Té C.A., con el enfoque de determinar el balance entre la huella de carbono emitida y la absorción de dióxido de carbono, que efectúan las plantas de té.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Evaluar el funcionamiento, alcance y actores de la cadena de suministro de la Compañía Ecuatoriana de Té C.A.
- Conocer las metodologías de cálculo de la huella de carbono.
- Analizar el ciclo de vida del té negro mediante la metodología propuesta.
- Determinar las emisiones de CO₂ del ciclo de vida del té negro desde la recolección hasta la entrega al a sus clientes directos.
- Realizar un balance entre las emisiones y la captura de CO₂, en la producción del té negro.
- Identificar y proponer oportunidades para mejorar el desempeño en la cadena de suministro en base a la huella de carbono.

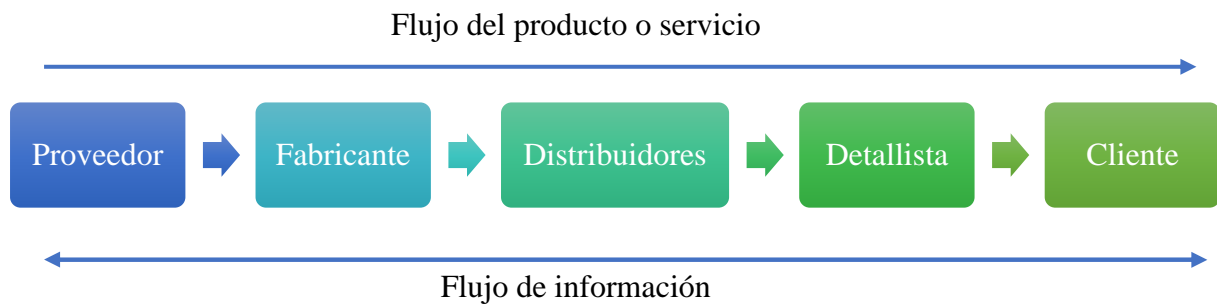
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

2.1. Administración de la cadena de suministro

2.1.1. Cadena de suministro

La cadena de suministro consiste en una “secuencia de organizaciones, sus instalaciones y actividades, que están involucradas en la producción y entrega de productos y servicios” (Stevenson, 2009). Por otro lado, Chopra y Meindl (2008) añaden que una cadena de suministro está conformada por todas las partes involucradas directa e indirectamente en la satisfacción de cliente, es decir incluye proveedores de insumos y materias primas, fabricantes (quienes transforman la materia prima o componentes en su ensamblajes o producto terminado), transportistas, almacenistas, vendedores al detalle e incluso los clientes mismos. Cada una de las partes involucradas son los actores de una cadena de suministro. En la Figura 3.1 se presenta la representación gráfica de una cadena de suministro.

Desde otra perspectiva Lu (2011) asegura que la cadena de suministro es definida como un grupo de compañías participantes inter-conectadas que añaden valor a productos o servicios finales desde su fuente de origen o materia prima. Lo expuesto por Lu concuerda con el objetivo de la cadena de suministro dado por Chopra y Meindl (2008) que dice: “el objetivo de una cadena de suministro debe maximizar el valor total generado” para el cliente, a través de ofrecer un producto o un servicio determinado.



Fuente: Chopra & Meind (2008) Elaboración: Propia

Figura 2. 1. Representación la cadena de suministro y sus flujos

El término cadena de suministro como se pudo ver en la Figura 2.1, indica el ciclo de vida que un producto o suministro tiene a lo largo de esta red (Chopra & Meindl, 2008). Es también importante visualizar los flujos de información, fondos y productos en ambas direcciones, como se muestra en la sección 2.1.2.

2.1.2. Flujos de la cadena de suministro.

Según Chopra & Meindl (2008) cada etapa de la cadena de suministro se conecta a través de flujos, los mismos que pueden ir en ambas direcciones, de proveedores a vendedores o viceversa, como se pudo ver en la Figura 2.1. Chopra & Meindl (2008) establecen que hay tres flujos principales de información, fondos y productos además de los tres flujos, Lu (2011) expone el flujo comercial como adicional. En resumen, se describe cada uno de ellos:

Flujo de Materiales: Es el movimiento de materia prima, insumos, componentes o sub-ensambles por las diferentes etapas involucradas, hasta

obtener un producto terminado y generar los movimientos de producto final hasta el cliente (Lu, 2011).

Flujo de Información: Este flujo abarca: el flujo de información relacionada a la demanda, pronósticos, producción y planificación, entre otros; que a diferencia de los materiales, se transmiten desde los clientes hasta los proveedores y viceversa (Lu, 2011).

Flujo Financiero: Es el flujo de dinero. En la cadena se realizan diferentes transacciones monetarias que parten en con el ingreso de dinero por parte del cliente final (Lu, 2011).

Flujo Comercial: Son todas las transacciones o transferencias de propiedad de materiales entre organizaciones en una cadena de suministro. Estas trasferencias son las acciones de compra y venta que se llegan a dar a lo largo de la cadena (Lu, 2011).

“Una eficaz administración de la cadena de suministro comprende la administración de los activos y de los flujos de producto, información y fondos de la cadena para maximizar la rentabilidad de la misma” (Chopra & Meindl, 2008).

2.1.3. Estrategia para la cadena de suministro

La estrategia de la cadena de suministro debe estar alineada con la estrategia competitiva de la organización (Chopra & Meindl, 2008). Es decir que la estrategia competitiva definida en función de la satisfacción de las necesidades del consumidor, deberá ser apoyada por estrategias funcionales que apunten a la misma meta (Chopra & Meindl, 2008). La cadena de suministro debe ajustarse a la estrategia competitiva, se

debe definir las capacidades de la cadena de suministro, así como las funciones de cada etapa (Chopra & Meindl, 2008).

2.2. International Commercial Terms (INCOTERMS)

“Términos Internacionales de Comercio”

En su contenido refleja las normas de aceptación voluntaria por parte del comprador y vendedor, sobre las condiciones de entrega de productos. Se utilizan para aclarar costes de transacciones comerciales internacionales, delimitando las responsabilidades entre las partes, mostrando la práctica actual en el transporte internacional de mercancías (CGL, 2014). Es importante mencionar que los INCOTERMS no se aplican a servicios, sino únicamente para la compraventa internacional de mercancías.

Los INCOTERMS se agrupan en cuatro categorías, mostradas a continuación:

2.2.1. Término en E: EXW

En el término en E, el vendedor coloca a disposición del comprador las mercancías, en sus propios locales; es una entrega directa a la salida.

EXW (EX WORKS): Los gastos son a cuenta del comprador, a partir que éste adquirió la mercadería en las instalaciones del vendedor. EXW puede usarse con cualquier tipo de transporte (CGL, 2014).

2.2.2. Términos en F: FCA, FAS, FOB

Los términos en F se refieren a cuando el vendedor entrega la mercancía a un medio de transporte elegido por el comprador; es una entrega indirecta sin pago de transporte principal.

FAS (FREE ALONGSIDE SHIP): Vendedor entrega la mercadería en el muelle del puerto de carga convenida, al lado del barco. Este INCOTERM es propio de mercancía de gran volumen (CGL, 2014).

FOB (FREE ON BOARD): El vendedor entrega la mercadería sobre el buque; el costo de transporte lo asume el comprador; no es utilizable para cargas a granel (CGL, 2014).

FCA (FREE CARRIER): El vendedor entrega la mercadería en un punto acordado dentro del país de origen, pudiendo ser en los locales de un transitorio, una estación ferroviaria, etc. Se hizo cargo de los costes hasta que la mercancía está situada en este punto convenido. Utilizó cualquier tipo de transporte (CGL, 2014).

2.2.3. Términos en C: CFR, CIF, CPT, CIP

En los términos C, el vendedor contrata el transporte, sin asumir el riesgo de pérdida o daño de mercadería o de costes adicionales por hechos sucedidos después de la carga y despacho; es una entrega indirecta con pago de transporte principal.

CFR (COST AND FREIGHT): El vendedor se hizo cargo de todos los costes, incluido el transporte principal, hasta que la mercadería llegue al

puerto de destino; no es apropiado para carga a granel y sólo se utilizó para transporte en barco (CGL, 2014).

CIF (COST INSURANCE AND FREIGHT): El vendedor se hizo cargo de todos los costes, incluidos el transporte principal y el seguro, hasta que la mercadería llegue al puerto de destino. Es el término de negocio más utilizado y se pudo utilizar para carga general o convencional, además que se utilizó para transporte marítimo (CGL, 2014).

CPT (CARRIAGE PAID TO): El vendedor se hizo cargo de todos los costes, incluido el transporte principal, hasta que la mercadería llegue al punto convenido en el país de destino. Puede utilizar cualquier tipo de transporte (CGL, 2014).

CIP (CARRIAGE AND INSURANCE PAID): El vendedor se hizo cargo de todos los costes, incluyendo transporte principal y el seguro, hasta que la mercadería llegue al punto convenido en el país de destino. Se pudo utilizar cualquier tipo de transporte (CGL, 2014).

2.2.4. Términos en D: DAT, DAP Y DDP

Dentro de los términos D, el vendedor soporta los gastos y riesgos necesarios para llevar la mercancía al país de destino; es una entrega directa a la llegada. Los costes y riesgos se transmiten en el mismo punto.

DAT (DELIVERED AT TERMINAL): Se utilizó para todo modo de transporte, reemplaza al antiguo INCOTERM DEQ (CGL, 2014). El vendedor se hizo cargo de todos los costes, incluidos transporte principal

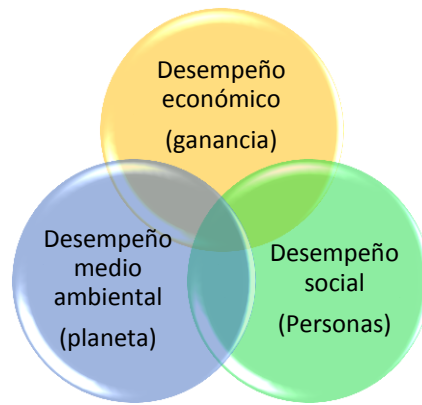
y seguro, siendo el último no obligatorio, hasta que la mercadería es descargada en la terminal convenida (CGL, 2014).

DAP (DELIVERED AT PLACE): Sirve para cualquier modo de transporte. Reemplaza al INCOTERM DAF, DDU y DES (CGL, 2014). En este, el vendedor se hizo cargo de todos los costes, incluidos el transporte principal y seguro (no obligatorio), pero no de los costes asociados a la importación, hasta que la mercadería se ponga a disposición del comprador en un vehículo listo para ser descargado (CGL, 2014).

DDP (DELIVERED DUTY PAID): El vendedor paga todos los gastos de mercadería en el punto convenido en el país de destino; además asume los gastos de aduana de importación; utilizó tipo de transporte polivalente/multimodal (CGL, 2014).

2.3. Sostenibilidad

“El desarrollo sostenible se define como un desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de satisfacer las necesidades de las generaciones futuras” (Jayaratne, 2011). Los tres pilares de la sostenibilidad tienen que ver con el medio ambiente, la equidad económica y la equidad social (Jayaratne, 2011).



Fuente y Elaboración: Sustainable Supply and Supply Chain Mapping Sri Lankan Tea Supply Chain

Figura 2. 2. *Sustentabilidad Organizacional y la triple línea modificada*

2.3.1. Cadena de suministro Sostenible

“El enfoque en una cadena de suministro, constituye un paso hacia la adopción y desarrollo de la sostenibilidad, desde que la cadena considera el producto para el procesamiento de materia prima hasta la entrega al consumidor” (Linton, Klassen, & Jayaraman, 2007). De acuerdo al artículo *Sustainable Supply Chains: an Introduction* (2007), la sostenibilidad puede integrar flujos que se extienden en el centro de la administración de la cadena, tal como: diseño del producto, manufactura del producto, uso del producto, extensión de vida del producto, final de vida del producto y el proceso de recuperación al final de la vida útil. La sostenibilidad va más allá de la práctica común, a través de un estudio de las operaciones que se realizan en la cadena de suministro y su interacción con el medio ambiente. La relación de la cadena de suministro con la sostenibilidad se presenta al incluir el ciclo de vida del producto, optimizando los costos en que se incurre. “Los costos totales deben incluir los efectos del agotamiento de recursos y la generación de productos que no sean utilizados (contaminantes y residuos)” (Linton, Klassen, & Jayaraman, 2007).

“Carter y Rogers (2008) definen a la administración de una cadena de suministro sustentable, como un integración estratégica, transparente y el logro de objetivos sociales, ambientales y económicos en una coordinación sistemática de procesos organizacionales para mejorar el desempeño económico a largo plazo” (Jayaratne, 2011). La cadena de suministro sustentable, relaciona todas las partes integradoras de la misma, conoce las expectativas de cliente y le entrega un producto mejor que el de su competencia, tomando en consideración el ciclo de vida del producto (Jayaratne, 2011).

2.4. Ciclo de Vida de un producto

“El origen de las etapas del Ciclo de Vida, se encuentra en la biología y se refiere a una analogía entre la vida de un organismo y la vida de un producto” (Ciclo de Vida del Producto, 2014) dentro de la cadena de suministro. “La vida de un producto empieza en el diseño y desarrollo del producto y acaba al final de vida de las actividades (reutilización, reciclaje, etc)” (Facultad de Ingeniería Ambiental UPC, 2013). Se presentan a continuación las etapas del CV:

Adquisición de materias primas: Contiene todas las “actividades necesarias para la extracción de la materia prima y las aportaciones de energía del medio ambiente, incluyendo transporte previo a la producción” (Facultad de Ingeniería Ambiental UPC, 2013).

Proceso y fabricación: “Presenta las actividades necesarias para transformar las materias primas y energía en el producto deseado” (Facultad de Ingeniería Ambiental UPC, 2013). Dentro de esta fase también se pueden incluir sub

etapas con productos intermedios que se crean a lo largo de la cadena del proceso (Facultad de Ingeniería Ambiental UPC, 2013).

Distribución y transporte: “Se refiere al traslado del producto final al cliente (Facultad de Ingeniería Ambiental UPC, 2013).

Uso, reutilización y mantenimiento: “Uso del producto acabado a lo largo de su vida en servicio” (Facultad de Ingeniería Ambiental UPC, 2013).

Reciclaje: “Se inicia cuando el producto ha servido para su función inicial y consecuentemente se recicla a través del mismo sistema de producto (ciclo cerrado de reciclaje) o entra en un nuevo sistema de producto (ciclo de reciclaje abierto)” (Facultad de Ingeniería Ambiental UPC, 2013).

Gestión de Residuos: Inicia cuando el producto ha servido a su función y se entrega al medio ambiente como residuo (Facultad de Ingeniería Ambiental UPC, 2013).

La Figura 2.3, muestra la relación de cada etapa dentro del CV:



Fuente: Análisis del Ciclo de Vida Elaboración: Propia

Figura 2. 3. Etapas para el CV

2.4.1. Análisis del Ciclo de Vida de un producto

El Análisis del Ciclo de Vida (ACV) “es una herramienta metodológica que sirve para medir el impacto ambiental de un producto, proceso o sistema a lo largo de todo su ciclo de vida” (IHOBE, Sociedad Pública de Gestión Ambiental, 2009). El ACV analiza cuantitativa y cualitativamente los efectos ambientales adversos generados a lo largo del ciclo de vida de un producto (Zúñiga & Ruiz, 2012).

La principal característica del ACV es su enfoque holístico, el cual se basa en la idea de que “un sistema no puede ser caracterizado por el análisis individual de las partes que lo componen, es necesaria la integración total de todos los aspectos que participan; de ahí el concepto de tener en cuenta todo el ciclo de vida del sistema” (IHOBE, Sociedad Pública de Gestión Ambiental, 2009).

2.4.2. Elementos del ACV

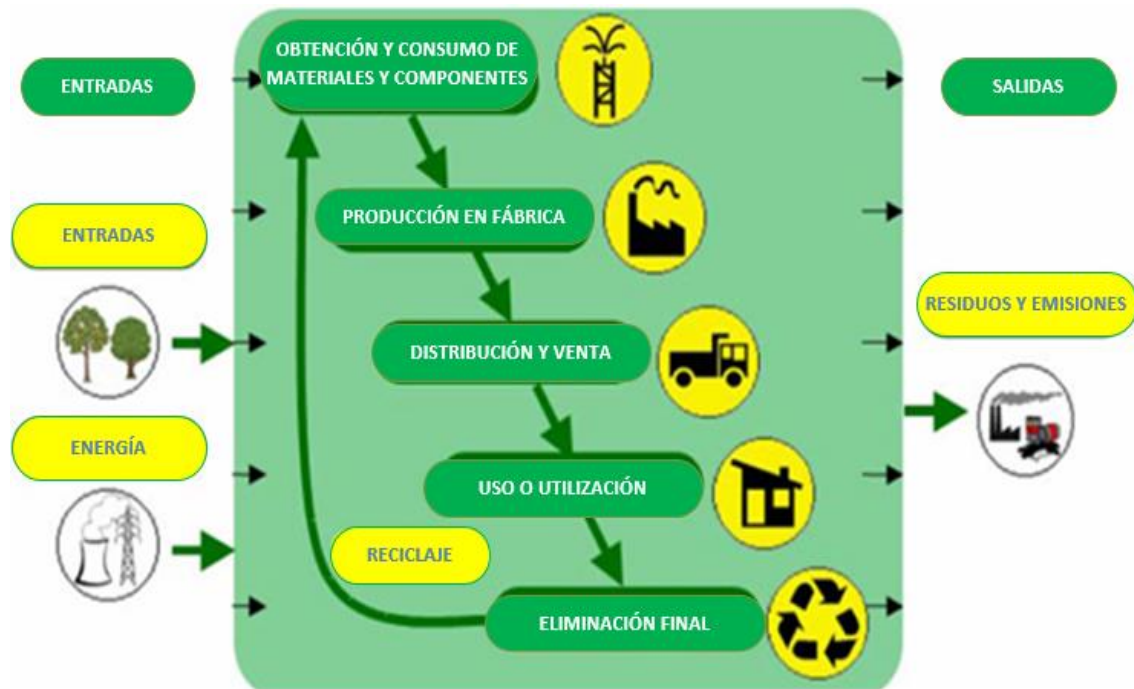
Los elementos que se tienen en cuenta dentro del ACV, comúnmente se conocen como inputs/outputs (entradas/salidas) y el inventario:

Inputs o entradas: “Recursos y materias primas, partes y productos, combustible, electricidad que se utilizan en cada proceso o fase del ciclo o cadena de suministro” (IHOBE, Sociedad Pública de Gestión Ambiental, 2009).

Outputs o salidas: Incluye todo lo que sale de un proceso, fase del ciclo o cadena. Se tiene como ejemplo: emisiones al aire, al agua y al suelo; y desechos provenientes del producto (IHOBE, Sociedad Pública de Gestión Ambiental, 2009).

Inventario de ciclo de vida (ICV): “Implica la recopilación y la cuantificación de entradas/salidas de un sistema durante su ciclo de vida y su análisis” (IHOBE, Sociedad Pública de Gestión Ambiental, 2009).

En la Figura 2.3, se presenta un diagrama que representa las entradas y salidas del ciclo de vida de un producto.



Fuente y Elaboración: Sociedad Pública de Gestión Ambiental

Figura 2. 4. Elementos del Análisis del Ciclo de Vida

2.4.3. Alcances del Análisis del ciclo de vida.

El ACV de un producto debe incluir la extracción de materias primas, el procesado de los materiales necesarios para la manufactura de componentes, el uso del producto y finalmente su reciclaje y/o la gestión final, además de transporte, almacenaje y distribución (IHOBE, Sociedad Pública de Gestión Ambiental, 2009). Para fines de estudio y de acuerdo al enfoque del uso del análisis, se presentan cuatro tipos de alcances:

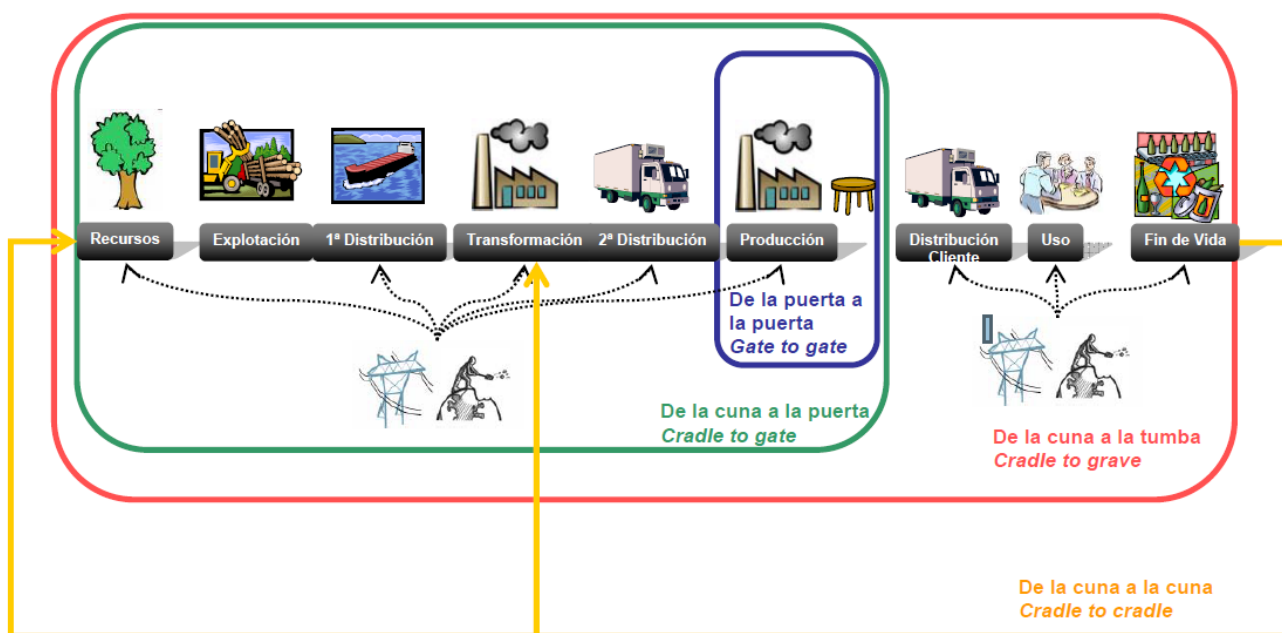
De la cuna a la tumba: El análisis se realizó desde la extracción de las materias primas hasta el uso del producto (IHOBE, Sociedad Pública de Gestión Ambiental, 2009). Refiérase a la Figura 2.5.

De la cuna a la puerta: El alcance del sistema se limita a las entradas/salidas desde que se obtuvieron las materias primas hasta que el producto se pone en el

marcado (a la salida de la planta de fabricación/montaje) (IHOBE, Sociedad Pública de Gestión Ambiental, 2009). Refiérase a la Figura 2.5.

De la puerta a la puerta: Cuando sólo se tomó en cuenta las entradas y salidas del sistema productivo (procesos de fabricación) (IHOBE, Sociedad Pública de Gestión Ambiental, 2009). Refiérase a la Figura 2.5.

De la cuna a la cuna: Cuando el sistema recoge el proceso de recolección o reutilización para un nuevo ciclo (IHOBE, Sociedad Pública de Gestión Ambiental, 2009). Refiérase a la Figura 2.5.



Fuente y Elaboración: Sociedad Pública de Gestión Ambiental

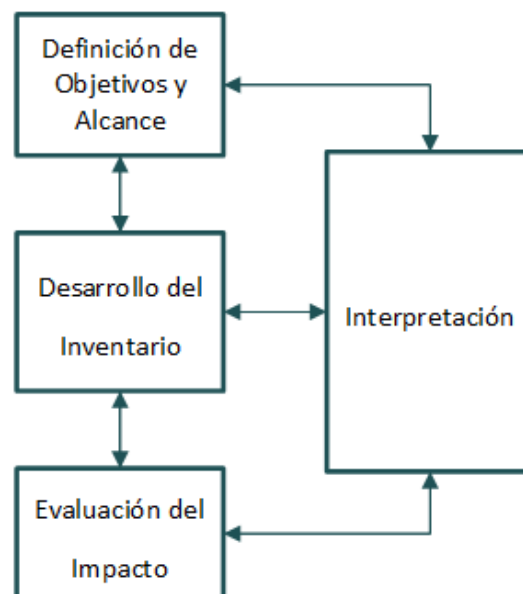
Figura 2. 5. Terminología relacionada con el alcance de un ACV

2.4.4. Normalización de la ACV según la familia de normas ISO 14.040

Se ha establecido por parte de la ISO, International Organization for Standardization, un marco para la estandarización de la metodología de ACV (IHOBE, Sociedad Pública de Gestión Ambiental, 2009), con el objetivo de dar una estructura a las investigaciones que contengan ACV (Facultad de Ingeniería Ambiental UPC, 2013), según la familia de normas ISO 14.040:

ISO 14.040:2006: Gestión ambiental. Análisis de ciclo de vida. Principios y marco de referencia.

ISO 14.044:2006: Gestión ambiental. Análisis de ciclo de vida. Requisitos y directrices.



Fuente: Sociedad Pública de Gestión Ambiental *Elaboración:* Propia

Figura 2. 5. Esquema de un ACV según ISO 14.040.

De acuerdo a la estandarización realizada, se distinguen cuatro fases en un estudio de ACV:

Definición de Objetivos y Alcance

“Define el objetivo y el uso previsto del estudio, así como el alcance de acuerdo con los límites del sistema, la unidad funcional y los flujos dentro del ciclo de vida, la calidad exigida a los datos, y los parámetros tecnológicos y de evaluación” (IHOBE, Sociedad Pública de Gestión Ambiental, 2009).

Desarrollo del Inventario de Ciclo de Vida (ICV)

“Es la fase del ACV en la que se recogen los datos correspondientes a las entradas y salidas para todos los procesos del sistema de producto” (IHOBE, Sociedad Pública de Gestión Ambiental, 2009).

Evaluación del Impacto del Ciclo de Vida (EICV)

“Es la fase del ACV en la que el inventario de entradas y salidas es traspasado a indicadores de potenciales impactos ambientales al medio ambiente, a la salud humana y a la disponibilidad de recursos naturales” (IHOBE, Sociedad Pública de Gestión Ambiental, 2009).

Interpretación

“Es la fase del ACV en la que los resultados del ICV y el EICV son interpretados de acuerdo al objetivo y alcance marcados inicialmente. En esta fase se realizó un análisis de los resultados y se marcan las conclusiones” (IHOBE, Sociedad Pública de Gestión Ambiental, 2009).

2.5. Evaluación del Impacto Ambiental a través de Huella de carbono

“La huella de carbono se define como la totalidad de Gases de Efecto Invernadero (GEI) emitidos por efecto directo o indirecto de un individuo, organización,

evento o producto” (CEPAL, 2010). La huella de carbono, traduce la cantidad de dióxido de carbono en una cantidad de tierra productiva y área de mar requerida para aislar las emisiones de dióxido de carbono (Carbon Footprint, 2012).

2.5.1. Metodologías de cálculo de la huella de carbono

Las metodologías para el cálculo de huella de carbono, pueden estar orientadas a la organización y al producto. La AEC (Asociación Española para la Calidad), señala las herramientas orientadas a calcular la huella de carbono para el producto, pueden ser: PAS 2050, PAS 2060, ISO 14067; mientras que para la huella de carbono de la organización, pueden ser: GHG Protocol, ISO 14064 e ISO 14069. A continuación se explica cada herramienta:

2.5.1.1. Huella de Carbono orientada al producto.

PAS 2050

Este método fue “elaborado en el 2008 por el British Standard Institute (BSI) con el apoyo del Carbon Trust y DEFRA, ambos organismos del gobierno inglés. Está dedicado al cálculo de las emisiones de productos y servicios y responde a las normativas del ISO y del GHG Protocol” (CEPAL, 2010). Es una “especificación disponible públicamente (Publicly Available Specification, PAS) que proporciona un método para evaluar los gases de efecto invernadero del ciclo de vida (GEI) de bienes y servicios (denominados conjuntamente "productos")” (British Standards Institution , 2014). “Puede ser utilizado por las organizaciones de todos los tamaños y tipos, en

cualquier lugar, para evaluar el impacto del cambio climático de los productos que ofrecen” (British Standards Institution , 2014).

“PAS 2050 no consiste en un programa que incluye una base de datos de factores de emisión, si no que se presenta como una guía metodológica que describe paso a paso los criterios a determinar y tomar en cuenta” (CEPAL, 2010). Esta metodología está orientada al cálculo de huella de carbono para el producto (Asociación Española para la Calidad, 2013).

Esta norma garantiza que “el análisis de ciclo de vida de sus productos sea completo” (Asociación Española para la Calidad, 2013) y que tome en consideración fuentes de emisión como: energías, procesos de combustión, reacciones químicas, pérdidas de gases, entre otros. PAS 2050 diferencia dos tipos de ciclo de vida en función del tipo de producto:

B2B (Business to Business).- “Cuando el ciclo de vida considerado del producto, finaliza con la entrega del mismo a otra organización para que lo utilice en la elaboración de otro producto” (Asociación Española para la Calidad, 2013).

B2C (Business to Customer).- “Cuando se consideró el ciclo de vida completo del producto, incluidas las actividades posteriores a la entrega del producto al cliente” (Asociación Española para la Calidad, 2013).

Como paso previo a determinar el cálculo de la Huella de Carbono, es importante conocer los materiales que ingresan como fuentes de energía, en cada proceso, y lograr cuantificarlos.

De acuerdo a la Guía para Cálculo de Huella de Carbono aplicada al Sector de Aceite de Oliva, el primer paso del cálculo de acuerdo a la PAS 2050, es convertir los datos primarios y secundarios en emisiones de GEI. La recolección de datos primarios, implica diseñar procesos de cálculos para las actividades del mapa de proceso. Por otro lado, la recolección de datos secundarios implica la obtención de información de fuentes externas, relativas a las actividades, procesos y productos similares que intervienen en el ciclo de vida del producto (Jiménez, de La Cruz Leiva, Carballo, & Domenech, 2011).

Para ello se utilizan los registros de la compañía: de consumo de combustibles y de energía eléctrica, para sus procesos de producción. La obtención de datos de transporte, se hizo a través de entrevistas con las personas que intervienen en este proceso.

Existen dos alternativas para convertir a emisiones GEI:

- a) Multiplicar los datos de actividad por el factor de emisión relacionado a la actividad: El dato de actividad es una “medida cuantitativa de la actividad que genera una emisión y sus unidades pueden estar dadas en km, galones, KWh⁻¹, etc.” (SUDOE Interreg, 2011). Por otra parte, el factor de emisión es el “GEI emitido en relación a una unidad de actividad y está expresado como CO₂ equivalente, como por ejemplo Kg de CO₂” (SUDOE Interreg, 2011). El factor de emisión debe provenir de bases de datos de calidad, por ejemplo del IPCC. La ecuación de esta alternativa, se muestra a continuación.

$$\text{Huella de carbono}' = \text{Datos de actividad} \times \text{Factor de emisión CO}_2 \text{ equivalente}$$

(Ec. 1)

- b) En caso de disponer de las emisiones pero en unidades diferentes a kilogramos de CO₂, se multiplicó el dato de actividad o valor de las emisiones, por su factor potencial de calentamiento global. El factor potencial de calentamiento global (PCG) es aquel que describe el impacto del GEI en un periodo de tiempo y está expresado como CO₂ equivalente; por ejemplo el PCG del CO₂ en 100 años de acuerdo al IPCC es 1.

Huella de Carbono''

*= Datos de actividad (Emisiones en unidades Distintas a CO₂)
× Potencial de Calentamiento Global*

(Ec. 2)

El programa de Cooperación Territorial SUDOE Interreg (2011) estableció que el segundo paso de cálculo de huella de carbono, si se tiene las dos alternativas para convertir a GEI, consiste en sumar las emisiones de CO₂ en el ciclo de vida del producto, que servirán para obtener las emisiones netas (Hdc) totales de CO₂ por unidad funcional. “Una unidad funcional es el desempeño cuantificado de un sistema del producto para su uso como unidad de referencia” (SUDOE Interreg, 2011).

Huella de Carbono total = Huella de Carbono' + Huella de Carbono''

(Ec. 3)

PAS 2060

También es una metodología que calculó emisiones de organismos (administración, empresas, sitios de producción), colectividades territoriales y peculiares” (CEPAL, 2010). PAS 2060 es un estándar que “permite a las organizaciones: cuantificar, reducir y compensar las emisiones de GEI sobre una materia específica en un ámbito muy diverso, incluidas las actividades, productos,

servicios, edificios, proyectos, etc.” (Asociación Española para la Calidad, 2013). Esta norma, es aplicable a las organizaciones que puedan demostrar que no producen un aumento neto en la emisión de GEI.

ISO 14067

La norma ISO 14067: 2013 constituye un conjunto de principios, requerimientos y guías para la cuantificación y comunicación de la huella de carbono del producto. Está basada en los Estándares Internacionales de la valoración del ciclo de vida (ISO, 2013).

2.5.1.2. Huella de Carbono orientada a la compañía.

Greenhouse Gas Protocol (GHG Protocol)

“Protocolo de Gases de Efecto Invernadero”

“Es un marco metodológico general que da pautas de trabajo para la determinación de herramientas (softwares) de cálculo de emisiones de GEI” (CEPAL, 2010), además esta herramienta sirve para calcular la huella de carbono en organizaciones. “El protocolo de Gases de Efecto invernadero tiene un metodología extensa y complicada, pero eficaz en la obtención de emisiones aplicadas a cualquier sector” (Asociación Española para la Calidad, 2013). De acuerdo al Centro Nacional de información de la calidad, GHG permite el tratamiento de todas las emisiones indirectas que provienen de fuentes externas a la empresa.

ISO 14064

Esta norma incluye los requisitos para determinar los límites de emisión de GEI, cuantificar emisiones de la organización e identificar las actividades que aportan a este problema, para poder mejorar la gestión de gases.” (Asociación Española para la Calidad, 2013). La AEC menciona que la ISO 14064 adiciona tres partes fundamentales:

ISO 14064-1: Especificación con orientación a nivel de las organizaciones.

ISO 14064-2: Especificación con orientación a nivel de proyecto.

ISO 14064-3: Especificación con orientación para la validación y verificación de declaraciones.

ISO 14069

“Esta norma describe los principios, conceptos y métodos relacionados a la cuantificación y reporte de emisiones directas e indirectas de gases de efecto invernadero, para una organización” (ISO, 2013). Es una guía para la aplicación de la norma ISO 14064 -1 para empresas de diversos sectores (Asociación Española para la Calidad, 2013).

Adicionalmente a las herramientas anteriormente expuestas, existe una metodología para el cálculo de huella de carbono cuando se utilizó transporte, llamada Red para Transportación y Medio Ambiente.

2.5.1.3. Network for Transport and Environment (NTM) “Red para Transportación y Medio Ambiente”

Es una metodología que se desarrolló en 1993 para “calcular las emisiones de dióxido de carbono. “El método es primariamente desarrollado por compradores y vendedores de servicios de transporte, y evalúa el impacto ambiental desde sus propios transportes” (Swahn, 2007). El objetivo de este método es calcular las emisiones (NTM, 2013), utilizando parámetros de acuerdo al modo de transporte por carretera, vía aérea, vía marítima o por tren (NTM, 2013). A continuación se describe la metodología NTM por carretera, y dentro de ella se muestran los parámetros que son necesarios para calcular las emisiones.

NTM por carretera.

Modo de Transporte por carretera: “toma lugar a través de la integración de terminales, pues es usada comúnmente por logística de terceros (para distancias largas). El total de emisiones del vehículo, son determinados por el consumo de combustible, la emisión de combustible y la distancia” (Hoen, Tan, Fransoo, & van Hountum, 2010). Se tienen parámetros para el cálculo de las emisiones de CO₂ para camiones, las cuales se explican a continuación:

Fuel Consumption (FC)

“Consumo de Combustible”

Este parámetro está dado en “(en, L/Km). Depende del factor de carga, conocido en inglés como Load Factor (LF), y del tipo de vehículo” (Hoen, Tan, Fransoo, & van Hountum, 2010). Se da importancia al peso de la carga de embarque

(NTM, 2013). En el estudio *Effect of Carbon Emission Regulations on Transport Mode Selection in Supply Chains (2010)* elaborado por la Universidad de Tecnología de Eindhoven, se ha desarrollado la siguiente ecuación para el cálculo del consumo de combustible:

$$FC = FC_{empty} + (FC_{full} - FC_{empty})LF$$

(Ec. 4)

Donde:

FC_{empty} : Consumo de combustible camión vacío [gal/Km]

FC_{full} : Consumo de combustible camión lleno [gal/Km]

LF: Factor de Carga [adimensional]

Load Factor (LF)








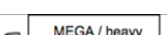
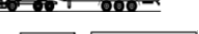
“Factor de Carga”

Representa el porcentaje del peso actual físico de la carga, sobre la capacidad de carga máxima del vehículo utilizado (Hoen, Tan, Fransoo, & van Hountum, 2010); esto se asume, cuando se transporta una carga desde una terminal a otra terminal (Hoen, Tan, Fransoo, & van Hountum, 2010).

Tipo de vehículo

De acuerdo a NTM, existen 10 tipos de camiones clasificados según su longitud, máximo peso y capacidad de carga. Refiérase a la Tabla 2.1.

Tabla 2. 1. Tipos de Camiones de acuerdo a NTM

No.	Ilustración	Max. Peso	Largo del vehículo	Capacidad de Carga (valores típicos, dimensiones interiores)				
		[ton]	[m]	[ton]	pallets	[m]	[m³]	Unidad Equivalente
1	No existe figura	< 2.5	5	0.6	1	1.8	3 -6	0
2		< 3.5	7	1.5	3 - 5	3 - 4	10	0
3		3.5 -7	8	5	14	4 - 6	35	0
4		7.5 -14	12	7	24	7.7	44	0
5		14 -26	12	15	24	7.7	44	1
6		14 -28	12 - 15	15 - 16.5	20 - 28	8 - 12	50 -64	1
7		28 - 40	18.75	22	36	7.75 + 7.75	104	2
8		28 - 40	16.5	26	33	13.6	92	2
9		40 - 50	16.5	33	33	13.6	110	2
10		50 - 60	24 - 25.25	40	51	7.7 -13.6	140	3

Fuente: (Casares & Ubidia, 2012) **Elaboración:** Propia


NTM, también considera la edad del vehículo, para el cálculo de consumo de combustible. “Para analizar ello, se consideró la combustión dentro del motor de cada camión” (Casares & Ubidia, 2012), tomando en cuenta los valores estándar proporcionados por la normativa Euro de NTM (Casares & Ubidia, 2012). Refiérase a las Tablas: 2.2, y 2.3.

Tabla 2. 2. Clasificación de Emisiones de acuerdo a modelo NTM

Euro Class	In force from
80 Ties	1990
I	1992, <85 kW 1992, >85 kW
II	1996, 10 1998, 10
III	1999, 10, EEVs only 2000, 10
IV	2005, 10
V	2008, 10
VI	2013, 05

Fuente: (Casares & Ubidia, 2012) **Elaboración:** Propia

Tabla 2. 3. FC para camionetas y busetas que consumen gasolina extra.

Light Petrol Trucks (Pick Up)		Light Petrol Trucks (Van)		
1. (no picture)		2. 		
	FC (L/Km)		FC (L/Km)	
Motorway	PreEuro	0,125	PreEuro	0,127
	Euro 1	0,112	Euro 1	0,125
	Euro 2	0,102	Euro 2	0,115
	Euro 3	0,102	Euro 3	0,115
	Euro 4	0,103	Euro 4	0,116
	Euro 5	*	Euro 5	*
Urban	PreEuro	0,131	PreEuro	0,131
	Euro 1	0,171	Euro 1	0,196
	Euro 2	0,145	Euro 2	0,176
	Euro 3	0,145	Euro 3	0,176
	Euro 4	0,145	Euro 4	0,176
	Euro 5	*	Euro 5	*
	Euro 6	*	Euro 6	*

Fuente: (Casares & Ubidia, 2012) **Elaboración:** Propia

Distancia (D)

Es “la distancia en km, se refiere a la distancia entre terminales. En muchos casos, el vehículo necesita viajar kilómetros adicionales, para completar la recolección y entrega de bienes, es decir, es una distancia extra al punto de destino” (Hoen, Tan, Fransoo, & van Hountum, 2010). Se tiene también la distancia de posicionamiento, que

está dada entre terminales, siendo aquella distancia extra que el vehículo viaja para recoger y enviar los productos (Hoen, Tan, Fransoo, & van Hountum, 2010). Si se tomó en cuenta esta distancia de posicionamiento, se debe añadir un 20% en el consumo de combustible (Hoen, Tan, Fransoo, & van Hountum, 2010).

Tipo de Camino




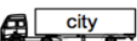




Se refiere a la topografía de los caminos por los que los camiones recorren en la cadena de suministro. Para países montañosos, como el Ecuador, se agrega un 5% extra a las emisiones por el consumo de combustible (Hoen, Tan, Fransoo, & van Hountum, 2010). De acuerdo a NTM (2012), existen tres tipos principales de camino: rural, de autopistas y urbana; cada uno influye en el consumo de combustible de los camiones. Se presenta a continuación, la Tabla 2.4 en la cual se encuentra el consumo de combustible por tipo de camión y camino.

Fuel Emissions (FE)

“Emisiones de Combustible”

“Se define como los gramos de CO₂ emitidos por litro de combustible consumido (depende del tipo de combustible)” (Hoen, Tan, Fransoo, & van Hountum, 2010).

Tabla 2. 4. Tipo de Camino de acuerdo a NTM

No.	Ilustración	Combustible/ Max. Peso Combinación de		Consumo de Combustible [L/Km]					
		[ton]	Motor	AUTOPISTA		RURAL		URBANA	
				LCU		LCU		LCU	
				0%	100%	0%	100%	0%	100%
3		3.5 -7	Diesel, 80 -ties	0,144	0,161	0,130	0,148	0,147	0,167
			Diesel, Euro 1	0,125	0,141	0,109	0,128	0,113	0,137
			Diesel, Euro 2	0,121	0,137	0,105	0,124	0,106	0,131
			Diesel, Euro 3	0,126	0,141	0,111	0,130	0,114	0,138
			Diesel, Euro 4	0,118	0,132	0,104	0,122	0,107	0,131
4		7.5 -14	Diesel, 80 -ties	0,191	0,229	0,179	0,222	0,211	0,263
			Diesel, Euro 1	0,170	0,209	0,156	0,201	0,175	0,233
			Diesel, Euro 2	0,164	0,203	0,150	0,196	0,166	0,225
			Diesel, Euro 3	0,170	0,207	0,157	0,203	0,177	0,236
			Diesel, Euro 4	0,158	0,192	0,148	0,191	0,167	0,222
5		14 -26	Diesel, 80 -ties	0,247	0,317	0,244	0,331	0,308	0,416
			Diesel, Euro 1	0,211	0,283	0,204	0,291	0,249	0,361
			Diesel, Euro 2	0,204	0,277	0,197	0,285	0,238	0,351
			Diesel, Euro 3	0,210	0,283	0,206	0,292	0,253	0,364
			Diesel, Euro 4	0,195	0,259	0,193	0,273	0,237	0,340
6		14 -28	Diesel, 80 -ties	0,237	0,336	0,242	0,364	0,308	0,461
			Diesel, Euro 1	0,211	0,305	0,212	0,328	0,266	0,417
			Diesel, Euro 2	0,201	0,299	0,202	0,320	0,249	0,402
			Diesel, Euro 3	0,207	0,304	0,211	0,327	0,264	0,414
			Diesel, Euro 4	0,192	0,278	0,198	0,306	0,246	0,385
7		28 - 40	Diesel, 80 -ties	0,267	0,412	0,272	0,454	0,348	0,579
			Diesel, Euro 1	0,236	0,375	0,236	0,406	0,298	0,520
			Diesel, Euro 2	0,227	0,369	0,228	0,402	0,283	0,509
			Diesel, Euro 3	0,233	0,372	0,238	0,407	0,299	0,520
			Diesel, Euro 4	0,215	0,340	0,222	0,379	0,278	0,483
8		28 - 40	Diesel, 80 -ties	0,267	0,412	0,272	0,454	0,348	0,579
			Diesel, Euro 1	0,236	0,375	0,236	0,406	0,298	0,520
			Diesel, Euro 2	0,227	0,369	0,228	0,402	0,238	0,509
			Diesel, Euro 3	0,233	0,372	0,238	0,407	0,299	0,520
			Diesel, Euro 4	0,215	0,340	0,222	0,379	0,278	0,483
9		40 - 50	Diesel, 80 -ties	0,291	0,51	0,299	0,571	0,384	0,73
			Diesel, Euro 1	0,255	0,459	0,257	0,505	0,325	0,649
			Diesel, Euro 2	0,248	0,457	0,251	0,505	0,313	0,645
			Diesel, Euro 3	0,253	0,462	0,259	0,508	0,329	0,654
			Diesel, Euro 4	0,234	0,422	0,242	0,474	0,307	0,607
10		50 - 60	Diesel, 80 -ties	0,335	0,628	0,389	0,707	0,446	0,907
			Diesel, Euro 1	0,293	0,559	0,341	0,622	0,377	0,802
			Diesel, Euro 2	0,285	0,553	0,335	0,618	0,364	0,795
			Diesel, Euro 3	0,290	0,557	0,346	0,622	0,381	0,804
			Diesel, Euro 4	0,268	0,511	0,322	0,583	0,356	0,750
			Diesel, Euro 5	0,273	0,52	0,328	0,594	0,364	0,764

Fuente: (Dueñas, 2014). **Elaboración:** Propia

Weight of the Load (w_d)**“Peso volumétrico”**

Corresponde al peso real de la carga que se define como:

$$w_d = v \max(\rho, 250)$$

(Ec. 5)

Donde:

v max: Volumen máximo de carga [m^3]

P: Densidad [Kg/m^3]

En la que el valor 250 es comúnmente la densidad por defecto, utilizada por las compañías transportistas (Hoen, Tan, Fransoo, & van Hountum, 2010).

Total Emissions (EM)**“Emisiones Totales”**

Su fórmula de cálculo, se presenta a continuación:

$$EM_{TOTAL} = FE (FC)(D)$$

(Ec. 6)

Donde:

FE: Factor de Emisión de Combustible [Kg de CO_2 /gal]

FC: Consumo de Combustible [gal/Km]

D: Distancia [Km]

Las unidades de las emisiones totales están dadas en kilogramos [Kg de CO₂].

Unit Emissions (e_t)

“Unidades de Emisión”

Sirven para asignar parte de las emisiones a una unidad del producto (e_t) en [Kg de CO₂]. Esta asignación se logra a través del cálculo de la siguiente ecuación:

$$e_t = EM_{TOTAL} \left(\frac{w_d}{LO \max(LF)} \right)$$

(Ec. 7)

Donde:

EM:	Emisiones Totales [Kg de CO ₂]
w _d :	Peso Volumétrico de la carga [m ³]
LO max:	Máxima carga del vehículo [Kg]
LF:	Factor de Carga

2.6. Geographic Information System (GIS)

“Sistemas de Información Geográficos”

Un GIS “integra hardware, software y datos para capturar, administrar, analizar y mostrar toda forma de información geográfica referenciada” (esri, 2014); a través de este sistema de información, es posible entender, observar, interpretar datos que reflejan patrones, relaciones y tendencias en forma de mapas, reportes y gráficos.

2.6.1. ESRI - ArcGIS - ArcMap

Es “una plataforma de información que permite crear, analizar, almacenar y difundir datos, modelos, mapas y globos terráqueos en 3D, poniéndolos a disposición de todos los usuarios según las necesidades de la organización” (esri, 2014). Es posible acceder al programa, descargándolo en el computador, a través de navegadores web, o mediante terminales móviles que tienen conexión con servidores (esri, 2014).

2.7. Sistema de Coordenadas

2.7.1. Sistema de coordenadas

“En un sistema de coordenadas geográficas se utilizó una superficie esférica de tres dimensiones para definir ubicaciones en la Tierra” (esri, 2012). En este sistema se utilizan latitudes y longitudes, los cuales son ángulos medios desde el Centro de la Tierra hasta el punto de la superficie de la misma, y son medidos en grados centesimales (esri, 2012).

2.7.1.1. Sistemas de Coordenadas WGS 1984

En 1984, la tecnología Global Positioning System (GPS) utilizó el World Geodetic System (WGS) como sistema de referencia terrestre, para referenciar posiciones y vectores (Instituto Geográfico Nacional, 2014). Este sistema de referencia global basado en GPS, tiene una incertidumbre de hasta 15 metros y monitoriza el movimiento del polo terrestre, a través de técnicas espaciales, obteniendo datos instantáneos más exactos de las coordenadas geográficas (INEGI, 2014).

2.7.2. Herramienta de localización geográfica Google Earth

“Google Earth es un software desarrollado por la empresa Google Inc., que reúne búsquedas locales con vista de satélite y mapas 3D satelitales del mundo” (Canali, 2005). Una característica de este programa de información geográfica, es que permite a los usuarios buscar y marcar cualquier parte del mundo, utilizando los “marcadores de lugar”. También permite guardar la información marcada en carpetas, en caso de necesitarla para búsquedas futuras.

2.8. Evaluación de la Calidad de la Información

Al encontrar un inventario de emisiones, es importante tomar en cuenta la calidad de información obtenida. Identificando de esta forma, los obstáculos en el proceso de elaboración y las limitación en obtener información (Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, 2006). De esa forma, la evaluación es una guía que orienta los esfuerzos futuros por mejorar permanentemente el inventario (Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, 2006).

“La escasez de datos es una gran limitante de los inventarios de emisiones, para cuyo caso, el US Environmental Protection Agency (EPA) recomienda el uso de métodos de calificación semicuantitativos tales como el Data Attribute Rating System (DARS)” (Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, 2006). Por lo tanto, para evaluar la calidad de los componentes para determinar los inventarios, se utilizó un método semicuantitativo de clasificación.

“El método explicado a continuación, está basado en una calificación alfabética y colorimétrica de los factores de emisión y las tasas de actividad, basada en criterios previamente definidos” (Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, 2006). La calificación, se observa en una matriz, presente en la Figura 2.6.

Actividad	Factor de emisión				
	A	B	C	D	E
A	A	A	B	C	C
B	A	B	B	C	D
C	B	B	C	C	D
D	C	C	C	D	D
E	C	D	D	D	E

Fuente y Elaboración: Municipio del Distrito Metropolitano de Quito

Figura 2. 6. Matriz de calificación de la estimación de las emisiones

La información proporcionada por la tabla, entrega un indicador global de calidad relativa de la estimación y es importante para clasificar las prioridades para toma de acciones orientadas a mejorar la calidad del indicador global y de los futuros inventarios (Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, 2006).

Se establece de esta forma, un método de calificación cuyos criterios son similares a los recomendados por la EPA para la evaluación semicuantitativa de incertidumbre.

La evaluación por alfabeto, parte de la letra A hasta la E:

A significa excelente. En este caso, “para factores desarrollados a partir de datos de calidad A, recogidos de un número de fuentes suficiente para minimizar la variabilidad. La calificación de E, significa que la calidad de información es pobre y “se asigna en caso de tener factores desarrollados con datos clasificados como C o D y donde hay razones para sospechar que no representan una muestra aleatoria” (Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, 2006). La clasificación de datos por actividad, está basada en el origen de los mismos, tal que: los datos de actividad medidos con exactitud y precisión y verificados de manera complementaria con información adicional, reciben una calificación de A (Municipio del Distrito Metropolitano de Quito,

2006). Por su parte, “los datos de actividad extrapolados de alguna actividad medida o correspondientes a otro país o región, tiene una calificación de E” (Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, 2006).

Calificación por categoría:

- Categoría A: Muy alta calidad. Se tiene suficientes detalles de la información, para éste y futuros inventarios realizados (Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, 2006)
- Categoría B: Calidad alta. El detalle de información es bueno, pero se podrían tomar acciones que disminuyan la incertidumbre (Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, 2006).
- Categoría C: Calidad media. “Se necesita información de mayor detalle cuando los recursos estén disponibles” (Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, 2006).
- Categoría D: Calidad baja. “Deben tomarse acciones o incorporarlas dentro de un Plan anual, que reduzca la incertidumbre de éste y futuros inventarios” (Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, 2006).
- Categoría E: Calidad muy baja. “Deben tomarse acciones inmediatas o incorporarlas dentro de un Plan anual, para reducir la incertidumbre de éste y de los futuros inventarios” (Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, 2006).

2.9. Modelos de Optimización de Redes

Los problemas de redes de transporte, se utilizan como ayuda visual y conceptual para determinar las relaciones entre los componentes de los sistemas, además que sirven como representación para “la producción, distribución, planeación

de proyectos, localización de instalaciones, administración de recursos y planeación financiera” (Hillier & Lieberman, 2010).

2.9.1. Terminología de Redes

Los términos que se muestran fueron obtenidos del libro Introducción a la Investigación de Operaciones (2010).

Nodos: También llamados vértices, son puntos representados por círculos.

Arcos: Son líneas también llamadas ligaduras, aristas o ramas. Se encargan de unir pares de puntos o nodos.

Arcos Dirigidos: Son arcos que van en una sola dirección. La dirección está dada al agregar una cabeza de flecha al final de cada arco.

Arcos No Dirigidos: Son arcos en ambas direcciones, son también conocidos como ligaduras. Es vital señalar que aunque se permita el flujo en cualquier dirección, no se pueden tener flujos simultáneos en direcciones opuestas. Si se desea usar un flujo simultáneo se debe colocar un par de arcos dirigidos opuestamente.

Red Dirigida: Es una red que únicamente posee arcos dirigidos. Si la red mezcla arcos dirigidos y no dirigidos se los puede convertir a una red dirigida.

Red No Dirigida: Es una red que posee todos sus arcos no dirigidos.

Trayectoria Dirigida: Parte del nodo i al nodo j siendo una sucesión de arcos cuya dirección va hacia el nodo j , haciendo que el flujo de i a j sea

factible. Una trayectoria dirigida puede ser no dirigida, pero el inverso no es factible.

Trayectoria No Dirigida: Parte del nodo i al nodo j , y es una sucesión de arcos cuya dirección puede ser hacia o desde el nodo j .

Ciclo: Es una trayectoria que comienza y termina en el mismo nodo. En una red dirigida el ciclo puede ser dirigido o no, lo que hace que el ciclo dirigido también sea un ciclo no dirigido, en viceversa no es cierto.

Red Conexa: Constituye una red en la que cada par de nodos está conectado.

Árbol de Expansión: Es una red conexa de los n nodos que contienen ciclos no dirigidos. Todo árbol tiene $n-1$ arcos.

Capacidad de Arco: Es la capacidad máxima de flujo (puede ser infinito), que puede circular en un arco dirigido.

Nodo Fuente: También se conoce con el nombre de nodo origen. Una propiedad característica es que el flujo que sale de este es menor al que entra al mismo.

Nodo Demanda: Es el nodo destino, en el que el flujo que llega excede al que sale de él.

Nodo de Tránsito: Es el nodo intermedio en el que el flujo que entra es igual al flujo que sale.

2.9.2. Asymmetric Travelling Salesman Problem (ATSP)

“Problema Asimétrico del Agente Viajero”

Este problema explica que un agente de ventas, conocido como agente viajero, “debe recorrer un número determinado de ciudades en un solo recorrido, visitando una sola vez cada cliente y recorriendo la mínima distancia (Otavalo, 2013).

El Agente Viajero “se encuentra clasificado como un problema de optimización combinatoria, es decir, un problema donde intervienen cierto número de variables donde cada variable puede tener N diferentes valores y cuyo número de combinaciones es de carácter exponencial, dando lugar a múltiples soluciones óptimas” (Penna, 2014). Por ejemplo, para conocer la ruta más corta por la que una persona debe pasar, se tiene una variable de decisión que incluye el ir o no ir por un determinado camino, pasando por cada ciudad (n), y obteniendo una cantidad de combinaciones de rutas factibles equivalentes a $\binom{n-1}{2}$ (Otavalo, 2013). Aplicando este problema a la realidad de la empresa, se tendrían diferentes combinaciones de rutas por día.

De acuerdo al libro *Introduction to Logistics System Planning and Control* (2004), el ATSP, puede ser formulado como sigue:

$$\text{Minimizar: } Z_{ATPS} = \sum_{(i,j) \in A'} C_{ij} X_{ij}$$

(Ec. 8)

Sujeto a restricciones:

$$\sum_{i \in V'} X_{ij} = 1 \quad j \in V', \quad (\text{Ec. 9})$$

$$\sum_{j \in V'} X_{ij} = 1 \quad i \in V', \quad (\text{Ec. 10})$$

$$X_{ij} \in X \quad (i, j) \in A', \quad (\text{Ec. 11})$$

$$X_{ij} \in \{0,1\} \quad (i, j) \in A'$$

En la Tabla 2.5, se detalla cada elemento del modelo.

Tabla 2. 5. Explicación elementos de modelo

Elemento del modelo	Detalle
V'	Vértices o nodos
A'	Conjunto de Arcos
C_{ij}	Costo de trasladarse de i a j
$X_{ij}, (i, j) \in A'$	X_{ij} es una decisión binaria que es 1 cuando el arco (i, j) es parte de la solución, de otra forma es 0.
$\sum_{i \in V' \setminus \{j\}} X_{ij} = 1 \quad j \in V'$	Significa que un único arco ingresa a cada vértice $j \in V'$, por lo que se da una sola salida a cada localidad.
$\sum_{i \in V' \setminus \{i\}} X_{ij} = 1 \quad i \in V'$	Significa que un único arco existe en cada vértice $i \in V'$, por lo que se pudo tener una sola llegada a cada localidad.
$X_{ij} \in X \quad (i, j) \in A',$ $X_{ij} \in \{0,1\} \quad (i, j) \in A'.$	Especifican que los valores X_{ij} deben caer en un conjunto de X que puede producir una solución factible consistente en un único tour (circuito) dirigido o circuito Hamiltoniano.

Fuente: (Ghiani, Laporte, & Musmanno, 2004)

El Problema Asimétrico del Agente viajero ha demostrado ser un problema NP complejo, caracterizado por su complejidad computacional para ser resuelto, y que puede ser relajado al remover la restricción de la (Ec. 11), para tener un buen límite inferior factible. El hecho de eliminar esta restricción ayuda al problema relajado a: obtener p circuitos y a convertirlo en un problema lineal de asignación (AP) (Ghiani, Laporte, & Musmanno, 2004):

$$\text{Minimizar: } Z_{AP} = \sum_{i \in V} \sum_{j \in V} C_{ij} X_{ij} \quad (\text{Ec. 12})$$

Sujeto a restricciones:

$$\sum_{i \in V'} X_{ij} = 1 \quad j \in V', \quad (\text{Ec. 9})$$

$$\sum_{j \in V'} X_{ij} = 1 \quad i \in V', \quad (\text{Ec. 10})$$

$$X_{ij} \in \{0,1\} \quad (i,j) \in V' \quad (\text{Ec. 11})$$

Aquí $c_{ii} = \infty$, $i \in V'$ con el objetivo de forzar a que $\sum_{i \in V'} X_{ii} = 0$ para toda $i \in V'$ (Ghiani, Laporte, & Musmanno, 2004).

“La solución óptima Z_{AP} que se encontrará es una colección de sub- circuitos dirigidos (p): C_1, \dots, C_p que abarcan todos los vértices de un gráfico dirigido G' ; cuando $p=1$ la solución AP es factible” (Ghiani, Laporte, & Musmanno, 2004).

2.8.3. Desviación de la Solución óptima

La solución óptima obtenida del problema relajado tiene un buen límite inferior Z_{AP} sobre un Z_{ATPS} , si se tiene una matriz de distancias fuertemente asimétrica. Sin embargo, existe entre la solución del agente viajero asimétrico y la de solución del

agente viajero con restricción relajada, una desviación. “Empíricamente ha sido demostrado que la desviación desde la solución óptima de distancias, es menor al 1%” (Ghiani, Laporte, & Musmanno, 2004); para obtener la desviación se presenta la siguiente fórmula:

$$\text{Desviación de la solución óptima} = \frac{Z_{ATSP} - Z_{AP}}{Z_{AP}} \quad (\text{Ec. 13})$$

Tabla 2. 6. Explicación elementos de Desviación Estándar

Elemento de la fórmula	Detalle
Z_{ATSP}	Solución Óptima para el Agente Viajero Simétrico
Z_{AP}	Solución Óptima para el Agente Viajero con Restricción Relajada

Fuente: (Ghiani, Laporte, & Musmanno, 2004)

De acuerdo a Ghiani, Laporte & Musmano (2004), la desviación tolerable se encuentra dentro en el rango de 1% a 30%.

2.8.4. Heurística de Ajuste

“Una heurística, es un algoritmo para el que no hay ningún resultado matemático que garantice que lleva a soluciones razonablemente buenas en un tiempo razonable, pero cuya idea parece asegurar un buen comportamiento” (González, 2014). De acuerdo al libro *Introduction to Logistics System Plannig and Control (2004)*, la heurística de corrección inicia cuando la solución óptima AP está relajada. Al obtener

un circuito único o también llamado Hamiltoniano, el procedimiento se detiene en la solución óptima. Para construir la heurística de corrección se tienen los siguientes pasos:

- Paso 0: Constituye el conjunto de sub-circuitos (p) en la solución óptima del Agente Viajero con restricción relajada; si $p=0$ el procedimiento se detiene y se convierte en solución factible y óptima del Problema Asimétrico del Agente Viajero (Ghiani, Laporte, & Musmanno, 2004).
- Paso 1: Identifica los dos sub-circuitos $C_h, C_k \in C$ con el mayor número de vértices (Ghiani, Laporte, & Musmanno, 2004).
- Paso 2: Fusiona los sub-circuitos C_h y C_k de forma que las distancias sean las mínimas. Se debe actualizar C y dejar que $p=p-1$; si $p=1$ se detiene el procedimiento y se convierte en la solución factible ATSP, de otra forma, continua con el procedimiento (Ghiani, Laporte, & Musmanno, 2004).

CAPÍTULO 3: REVISIÓN LITERARIA

El impacto positivo de una administración correcta de la cadena de suministro de las empresas ha desembocado una amplia gama de estudios realizados sobre este tema en diferentes campos de la industria. De la misma manera, en los últimos tiempos, debido a los efectos del calentamiento global, se ha visto la necesidad de realizar investigaciones del impacto de las cadenas de suministro en el medio ambiente desarrollándose así un tema de gran interés como la sostenibilidad. Se presenta una revisión literaria que contempla estudios relacionados con la temática de la Sostenibilidad de la Cadena de Suministro con especial énfasis en la industria del té y estudios de la medición de la huella de carbono en la misma.

3.1. Investigaciones de la importancia de la sostenibilidad en las cadenas de suministro

De acuerdo al estudio *Delivering Tomorrow, Customer Needs in 2020 and Beyond*, las medidas de la huella de carbono se impondrán a escala mundial y se convertirán en una característica estándar para servicios y productos (Humpf, 2009), pues la preocupación ambiental que ha surgido a causa del cambio climático en el mundo, ha hecho que se mida la huella de carbono en la cadena de suministro y se busque reducirla.

Es por esta razón, como expone Blowfield (2003), que las empresas se están enfocando en gestionar las dimensiones sociales y ambientales de sus cadenas de suministro, pues con el transcurso del tiempo, estas dimensiones se han convertido en un requisito de importancia. De igual manera en el estudio *Sustainable Supply and Supply Chain Mapping Sri Lankan Tea Supply Chain*, se dice que este nuevo concepto

que se está desarrollando en el mundo, con el objetivo de cuidar el medio ambiente, ha creado una reacción masiva de clientes con consciencia verde, lo que ha permitido que el manejo de la cadena de suministro sea un factor crítico de éxito para toda empresa (Jayaratne, 2011). De acuerdo a ello, el “análisis y manejo sustentable de la cadena de suministro es importante dentro de una empresa en la actualidad” (Casares & Ubidia, 2012), además que como Corbett y Klassen (2006) enuncian, se debería incluir una perspectiva medioambiental a las prácticas de las organizaciones debido a que resulta en un mejor desempeño de la cadena de suministro, lo que significa cumplir cada actividad dentro de la cadena de suministro, de forma efectiva.

3.2. Investigaciones de cadenas de suministro del té sostenibles.

Típicamente, para establecer un programa en una cadena de suministro sustentable, las compañías deben iniciar en un mapeo completo de su cadena de suministro, identificando compras directas e indirectas, encontrando donde están siendo fabricados y entregados los suministros, y determinando el alcance de subcontratistas (Murphy, 2012). En un estudio desarrollado por Gail Smith (2007) llamado *Developing Sustainable Food Supply Chains*, las cadenas de suministro de alimentos locales, son consideradas relativamente sostenibles, porque apoyan a la agricultura orgánica y reducen las emisiones y externalidades creadas por el transporte de larga distancia y el gran recorrido de alimentos.

Jayaratne (2011) afirma que “el desarrollo sostenible se asocia a un desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de satisfacer las necesidades de las generaciones futuras”. Los tres pilares de la sostenibilidad tienen que ver con el medio ambiente, la equidad económica y la equidad social (Jayaratne,

2011). De acuerdo a la Comisión de Desarrollo Sustentable de UK, citada en el estudio *Developing Sustainable Food Supply Chains*, realizado por Gail Smith (2007) describe a una cadena sustentable de acuerdo a:

- “Una producción segura, de productos saludables que resultan de la demanda de un mercado que tiene acceso a alimentos nutritivos” (Smith, 2007).
- “Entrega soporte de viabilidad y diversidad de las economías y comunidades rurales y urbanas” (Smith, 2007).
- “Posibilita medios de subsistencia viables, creados de la administración sustentable de la tierra” (Smith, 2007).
- “Respetar y operar dentro de los límites biológicos de las fuentes naturales (Respetando la tierra, la biodiversidad y el uso de agua)” (Smith, 2007).
- “Alcanza altos estándares de desempeño ambiental a través de la reducción del consumo de energía, minimizando el ingreso de recursos y usando la energía renovable posible” (Smith, 2007). Un estudio de los Impactos Sostenibles de la Industria del Té en Sri Lanka, analizó la sostenibilidad de la energía utilizada en la industria del té, al dividir la producción del té en etapas:

1. Obtención de materia prima y cultivo

2. Procesamiento y manufactura (marchitez, fermentación, técnicas de clasificación de texturas de té, secado)

3. Mezcla y envasado

4. Distribución y venta

5. Uso del consumidor

6. Disposición final.

La metodología incluyó indicadores económicos como el costo y precio del producto; indicadores ambientales como el uso de energía, emisiones de carbono, uso de fertilizantes y administración del medio ambiente; y finalmente se usaron indicadores sociales, conformados por el número de empleados y ratio de hombres y mujeres.

- Debido a que la industria del té, provee trabajos en zonas rurales alejadas y la labor de producción es ardua, las condiciones de trabajo de los trabajadores de las plantaciones son pobres, desde el punto de vista salarial, seguridad, falta de servicios básicos y demás (Munasinghe, Deraniyagala, & Dasanayake, 2013); sin embargo, una cadena sustentable debe “asegurar un ambiente de trabajo seguro, higiénico con alta protección social y entrenamiento para todos los empleados involucrados en la cadena de suministro de alimentos” (Smith, 2007).
- “Alcanzar altos estándares de salud y protección animal” (Smith, 2007).
- “Mantener los recursos disponibles para el cultivo de alimentos y suministrar otros beneficios públicos a través del tiempo, a menos que el uso alternativo de la tierra sea esencialmente para satisfacer otras necesidades de la sociedad” (Smith, 2007).

Uno de los métodos usados por la empresa UNILEVER, para evaluar el Rating de Sostenibilidad de sus consumidores, se denomina SSRT (Sustainability Stakeholder Rating Tool), y toma en cuenta 6 actores que

pueden ser cruciales en la sostenibilidad: el consumidor, el medio ambiente, los agricultores, los proveedores e inversionistas. Cada actor de la cadena de suministro, pertenece a una categoría de importancia en la sustentabilidad (Dhawan, Goodman, Harris, & Chris, 2010). Un análisis de los actores en la cadena de suministro, ayudará a encontrar la importancia de la sostenibilidad para cada uno y cómo pueden ayudar a reducir en el impacto ambiental (Dhawan, Goodman, Harris, & Chris, 2010).

3.3. Investigación de Huella de Carbono y Análisis de Ciclo de Vida de la Banana

En una investigación realizada por Craig & Blanco (2009) se determinó la huella de carbono de la banana a través de un Análisis de Ciclo de Vida (ACV) del producto. La metodología base utilizada en el estudio fue una serie de pasos que iniciaron con la investigación de la cadena de suministro de las bananas, medición de las emisiones con uso del ACV y finalizó con un análisis del total de las emisiones. Como se detalló el estudio inició con la recolección de datos de relevancia a través de entrevistas, mapeo de la cadena de suministro, visitas al centro de distribución y al minorista (Craig & Blanco, 2009). A lo largo de la cadena de suministro se examinó cada actividad que podía producir emisiones de gas medidas en CO₂. A cada emisión generada se le relacionó una cantidad de bananas involucradas, con el objetivo de tener un estimado de bananas generadoras de emisiones de dióxido de carbono por actividad (Craig & Blanco, 2009). De acuerdo a la identificación de actividades, se obtuvieron emisiones por tres categorías de emisiones que se producían: combustión móvil, del uso de energía y electricidad, y por efecto de producción y desecho de materiales utilizados en la cadena. Cada una de estas emisiones fueron cuantificadas utilizando datos del Análisis

de Ciclo de Vida (Craig & Blanco, 2009). Para finalmente determinar cuál de las tres categorías tenía mayores emisiones.

3.4. Investigaciones de la Huella de carbono en la cadena de suministro del té.

En el estudio realizado por Isabel Agudelo (2010), miembro del Centro Latinoamericano de Innovación en Logística, de la huella de carbono en la cadena de abastecimiento, se describe que el estudio de la huella de carbono además de contribuir con la responsabilidad medioambiental, da a las compañías otros beneficios como la reducción de costos, ya que con la identificación de aspectos de mejora se pudo actuar con eficiencia reduciendo el consumo de energía y las emisiones a lo largo de la cadena de suministro. También da una ventaja competitiva, ya que este es un tema de preocupación mundial (Agudelo, 2010). Y por supuesto da credibilidad ambiental y da una mejor imagen pública (Agudelo, 2010). Es decir que los estudios de la huella de carbono traen beneficios positivos a las compañías no sólo en el ámbito exterior sino también interior.

En el caso específico de estudios de la huella de carbono en la industria del té, en el libro *'Carbon Footprint' quantification of a tea agro-ecosystem based on the development of a model of related material flows*, se detalla que los estudios de Huella de Carbono se deberían enfocar más en los sectores industriales con componentes agrícolas ya que estos tienen un gran potencial debido a que en el contexto del cambio climático, este sector desempeña un papel especial por la posibilidad de funcionar como, un lavabo a pesar de ser una fuente de emisiones de gases de efecto invernadero (Mavrakis E. , 2011). El funcionar como un lavabo se refiere a que pese a emitir gases como el CO₂, que son parte de los gases de efecto invernadero, también se tiene una absorción de CO₂ por parte de las plantas, las cuales en su proceso de fotosíntesis lo

transforman oxígeno. A lo expuesto además añadió Elizabeth Mavrakis (2011) que a consecuencia de las prácticas de gestión de huella de carbono varios estudios indican una alta capacidad de absorción de CO₂ de las plantaciones de té. Lo asegurado por Elizabeth Mavrakis en su libro apoya al estudio de la huella de carbono del té para comprobar sus características de ser un lavabo.

En la investigación de La Visión de las Empresas, los Cuestionamientos y el Futuro respecto a la huella de carbono se describe que “la introducción de la Huella de Carbono como un indicador en la gestión de cadenas de suministro impone un importante desafío a los países en vías de desarrollo” esto se da debido a que muchos de los países en desarrollo, al producir muchos de los productos que se consumen en diferentes partes del mundo, regularmente en países desarrollados deben tener estos registros que están siendo de gran demanda en estos lugares (Espíndola & Valderrama, 2011). De acuerdo Espíndola & Valderrama (2011) para los países en desarrollo “contar con una magnitud de Huella de Carbono ahora es un factor de competitividad importante, ya que al estar ausente podría perjudicar la generación de beneficios económicos y/o una reducción de las oportunidades de exportación, por restricciones al comercio”.

3.5. Investigaciones América latina

De acuerdo al estudio La huella de carbono y las exportaciones de alimentos: Desafíos Para América Latina Y El Caribe, América Latina está especialmente en peligro, ya que es fuente de importaciones para países desarrollados que se encuentran lejanos a este continente y no se tiene mucho conocimiento de registros de la huella de carbono (Olmos, 2012). Es por esta razón que América Latina tiene un gran desafío

como es el lograr obtener datos sólidos que representen las reales emisiones de un producto (Aguilar, 2012). Pero los esfuerzos traerán resultados, esto es lo que se afirma en el Informe Ambiental Anual: La huella de carbono y el comercio internacional, elaborado por Soledad Aguilar (2012), quien dice que la Huella de carbono dará a las empresas latinoamericanas la oportunidad de generar información al interior de las empresas que les permite optimizar del uso de recursos y mejorar los procesos de producción, lo cual en muchos casos justifica en términos de costos, el esfuerzo realizado.

CAPÍTULO 4: METODOLOGÍA

En el presente capítulo se detallan las metodologías para el desarrollo del trabajo de titulación, también se definen sus principales fases y elementos. Como metodología principal de investigación se utilizó la secuencia de pasos del estudio *The banana footprint Case Study* (2009) el cual también se basa en el Método Científico. Con esta premisa, se desarrollará la misma metodología para el presente trabajo.

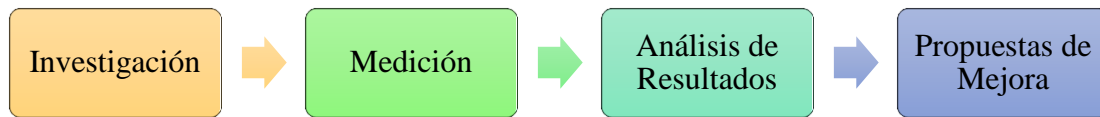
Para describir, evaluar y cuantificar la cadena de suministro del té, se usó la metodología de Análisis del Ciclo de Vida (ACV) del producto, específicamente, para la cuantificación de la huella de carbono se ha optado por la aplicación de la norma PAS 2050. La razón de aplicar esta norma, es que es una guía metodológica orientada al producto, que considera el ciclo de vida orientado a B2B, como fue mencionado en la sección 2.5.1.1. De acuerdo al estudio de la *Huella de Carbono de los Cereales* (2011), la norma PAS2050 conjuntamente con la metodología ACV y la huella de carbono (HC) permite que se dé una sinergia entre los distintos actores que componen la cadena para optimizar las cadenas de valor (Altuma, y otros, 2011); se ha referenciado a este estudio, como prueba de que el unir la norma PAS2050 para el análisis de huella de carbono, junto con ACV, es factible obtener resultados.

Finalmente, se utilizó la metodología NTM, que sirve para calcular la huella de carbono emitida por los transportes, la cual se especifica en la sección 2.5.1.3.

4.1. Método Científico

En el estudio *The banana footprint Case Study* (2009), se siguen secuencialmente tres pasos del Método Científico que inician con la investigación de la cadena de suministro de las bananas, medición de las emisiones con uso del ACV y

finaliza con un análisis del total de las emisiones. Para el desarrollo del presente trabajo, se sigue la misma secuencia de pasos y se añadió un paso final de propuesta de mejora, como se presenta en la Figura 4.1.



Fuente: (Craig & Blanco, 2009) *Elaboración:* Propia

Figura 4. 1. Fases del Método Científico

4.1.1. Investigación

Para el desarrollo del trabajo, fue necesario realizar entrevistas con personas claves en cada eslabón de la cadena de suministro de la empresa. Entre los entrevistados cuentan: gerente general, gerente de compras, gerente de marketing, encargada de planificación de compras y ventas internacionales, jefe de la planta de producción, transportistas, operarios, jefe de logística, jefe de producción en planta empacadora y uno de sus mejores clientes. El objetivo de realizar estas entrevistas, fue recolectar la mayor cantidad de información que pueda servir para el presente trabajo de titulación; además, se pudo entender el estado actual de la empresa y se mapeó su cadena de suministro (Craig & Blanco, 2009). Para finalizar esta etapa se hizo uso de la Metodología del Análisis del Ciclo de Vida, para establecer el alcance descripción y análisis de la cadena de suministro (Craig & Blanco, 2009).

4.1.2. Medición

En base al mapeo de la cadena de suministro contenida en el Alcance del estudio, se realizó el inventario del ciclo de vida que se describe en la Metodología

ACV, sección 2.4.1. Para obtener el inventario se hizo uso de la norma PAS2050 y de la metodología NTM.

4.1.3. Análisis de resultados

Con el inventario de emisiones de CO₂ obtenidas, se procedió a evaluar el impacto del ciclo de vida del té, a través de un balance de las emisiones del CO₂ en la producción y la capacidad de absorción de los cultivos de té de la compañía.

4.1.4. Propuesta de mejora

En la fase final de acuerdo a los resultados de huella de carbono en la cadena de suministro, se propone oportunidades para mejorarla, con el objetivo de aportar a la reducción de emisiones al medio ambiente y promover al cuidado del mismo.

4.2. Metodología del Análisis del Ciclo de Vida

Como se mencionó en el marco teórico la metodología ACV, tiene cuatro fases que permitirán determinar el impacto ambiental que tiene el té en el presente estudio.

La metodología se llevará a cabo, como se detalla a continuación:

4.2.1. Definición del alcance

Una vez conocida la cadena, en primer lugar, se definió el alcance del estudio, es decir se determinó el segmento de la cadena de suministro de la compañía en el que se enfoca el estudio y el cálculo de la huella de carbono. También se definieron los

flujos considerados dentro del ciclo de vida y la unidad funcional que se manejó en todo el estudio.

4.2.2. Desarrollo del Inventario de Ciclo de Vida (ICV)

Se recogieron los datos necesarios correspondientes a las entradas de la cadena de suministro, tomando en cuenta todo tipo de energía que pueda ser causante de contaminación. Por su parte, después de aplicar las metodologías de cálculo de huella de carbono, se obtuvieron las emisiones de CO₂, que representan las salidas en cada etapa de la cadena. Para aclarar conceptos de entradas y salidas, refiérase a la sección 2.4.2.

Específicamente se recolectaron datos de todas las entradas: recursos, combustibles y energía eléctrica, utilizadas en el proceso de producción del té, y se investigaron los factores de emisión de CO₂ correspondientes, como lo requiere la norma PAS2050. Para los casos específicos de los camiones que transportan el té a Guayaquil y a Puenbo, se recolectó información correspondiente a: capacidades de los camiones, consumo de combustibles, tipos de caminos, distancias recorridas, entre otros; que fueron requerimientos para realizar la metodología NTM.

Los resultados que se obtuvieron, fueron los registros de emisiones de CO₂ de la compañía, en el año 2013, tomando las emisiones mensuales desde enero hasta diciembre de dicho año. A partir de esto, se realizó el respectivo estudio y análisis de datos.

4.2.3. Evaluación del Impacto del Ciclo de Vida (EICV)

Con los registros de las salidas del Inventario de Ciclo de Vida se determinó el impacto ambiental, correspondiente a las emisiones de CO₂ al medio ambiente.

4.2.4. Interpretación

En esta fase se realizó un análisis de los resultados y se marcó las posibles oportunidades de mejora, en la cadena de suministro de CETCA, enfocado en reducir la huella de carbono actual.

4.3. Metodología de medición de la Huella de Carbono

4.3.1. Norma PAS2050

Para el medición de la Huella de Carbono “se tomó en cuenta las emisiones totales de gases de efecto invernadero del producto durante su ciclo de vida” (SUDOE Interreg, 2011). Por lo que, de cada una de las fuentes de emisiones se recolectaron datos de todas las entradas de: recursos, combustibles y energía eléctrica utilizadas en el proceso de producción del té y se investigaron los factores de emisión de CO₂ correspondientes. Se usó la ecuación Ec.1.

4.4. Metodología NTM

La metodología NTM, se aplicó a los camiones que realizan entregas a Guayaquil y a Puenbo, y también para los camiones de distribución a Quito. De la Tabla 1.1 se pudo obtener la capacidad de carga según los tipos de camión con los que cuenta CETCA. Adicionalmente, se recolectó la siguiente información:

- Distancia recorrida por viaje
- Capacidad de carga del camión
- Rendimiento del vehículo lleno y vacío
- Cantidad de producto que transporta por viaje
- Tipo de combustible que utiliza
- Tipo de camino recorrido

- Factor de carga
- Precio de combustible
- Número de viajes mensuales
- Factor de emisión del combustible

Con la información descrita se procedió a calcular las emisiones de dióxido de carbono.

4.5. Problema del agente viajero

Debido al incremento de sucursales del cliente C de CETCA, los encargados de ventas y distribución de se encuentran evaluando la posibilidad de entrega en un Centro Único de Distribución (CUD) que trabaja para su cliente, prestando servicio logístico de recepción, bodegaje y transporte de mercaderías a sus diferentes supermercados. Para CETCA la producción y entrega sostenible de sus productos es parte de su visión, por lo que consideran de interés, tener un respaldo de análisis de comparación de la gestión de la entrega actual con la entrega al centro de distribución del cliente C.

Se han decidido modificar la distribución actual considerando la eliminación de todos los puntos de entrega al cliente C y reemplazándolos por el CUD. Este análisis permitirá conocer el día en que se pudo realizar la entrega al CUD, de tal forma que se reduzcan las emisiones de CO₂ al escoger una de las rutas diarias más cortas que garantice la visita a todos los puntos de entrega, pues esto implica menor distancia recorrida y consumo de combustible para los camiones. Para cumplir los requerimientos, se hizo un problema fundamentado “en las características del algoritmo base de TSP o Problema Asimétrico del Agente Viajero” (Penna, 2014). Las características principales que permitieron escoger este problema son:

- “La disposición de un número de nodos (ciudades, localidades, etc.) que deben ser visitados por una entidad (persona, agente viajero, automotor, etc.), sin visitar dos veces el mismo nodo” (Penna, 2014).
- “Se consideró un problema asimétrico cuando la distancia entre cada par de localidades es la misma en cualquier dirección, caso contrario es simétrico” (Otavalo, 2013).
- Es un problema que emplea heurísticas que generan soluciones de buena calidad en tiempos de cálculo pequeños.
- Las variables principales consideradas pueden ser:
 - Distancia de recorrido entre localidades en kilómetros, millas, metros.
 - Costos de transporte.

Para determinar el día de entrega al CUD, se consideró que los otros clientes actuales de CETCA mantienen un contrato fijo con la compañía y su distribución se mantendrá de acuerdo al cronograma. Los días lunes, martes y viernes se mantienen ventanas de tiempo para las entregas, por lo que para que la compañía no son días que se consideraron para la decisión. Entonces los días para la planificación de entrega al cliente C son los miércoles y jueves. De cada uno de los dos días considerados, se obtuvo información de las ubicaciones de puntos de entrega actuales y se añadió el del CUD. Con la información de ubicaciones se determinó las distancias recorridas. En el programa AIMMS se desarrolla el modelo que se presentó en la sección 2.8.2. y se obtienen las rutas para la decisión.

CAPÍTULO 5: DESCRIPCIÓN DE LA COMPAÑÍA ECUATORIANA DEL TÉ C.A.

5.1. Ubicación de la Compañía Ecuatoriana del Té C.A.

La Compañía Ecuatoriana del Té C.A. realiza sus actividades productivas en dos localizaciones geográficas en las Regiones Oriental y Sierra. El proceso de cultivo del té, recolección y transformación de las hojas se realizó en la Hacienda Sangay que se encuentra ubicada en la provincia de Morona Santiago, en el cantón Palora en la parroquia rural Sangay. En el ANEXO 1 se presenta el mapa de ubicación de la Hacienda Sangay.

Por otro lado, la planta empacadora, donde se empacan las bolsas filtrantes de té, así como de infusiones, está ubicada en la provincia de Pichincha, en el cantón Quito y parroquia de Puembo. En el ANEXO 2 se presenta el mapa de ubicación de la planta de empaquetamiento.

5.2. Historia de la Compañía Ecuatoriana del Té C.A.

Leo Hamburger, de nacionalidad suiza visitó Ecuador en 1960; en aquel entonces, se encontraba en África y salió de este continente, por las continuas guerras de independencia que se acarreaban allí (Veintimilla, 2008). En búsqueda de hallar el lugar adecuado para sembrar semillas de té de origen keniano llamado camelia sinesis, Hamburguer encontró junto a otros colaboradores, que en un lugar no habitado llamado Metzera cerca de la ciudad de Puyo, podría ser una zona propicia para el té (Veintimilla, 2008). Allí, realizó varios análisis de composición de suelo, retención de

humedad y clima del sector, para concluir que efectivamente era el lugar ideal para cultivar esta planta (Veintimilla, 2008).

Para ese entonces, en el gobierno de José María Velasco Ibarra se proponía colonizar tierras, una oportunidad que Hamburguer no dejó pasar, pues solicitó la adjudicación de 5000 hectáreas al Instituto Ecuatoriano de Reforma Agraria y Colonización (IERAC) (Veintimilla, 2008), donación que fue concedida en 1964 (Gómez, 2013).

Después de tres años de que inició la plantación, se estableció allí el primer poblado llamado Palora. Los habitantes de este lugar provenían de la región andina central ecuatoriana y fueron reclutados y capacitados para llevar a cabo el proceso de obtención de té (Veintimilla, 2008).

“Hamburger fundó la Sociedad Ecuatoriana de Industriales Agrícolas y el 29 de julio de 1964, otro grupo de ingleses le compró 2000 de sus 5000 hectáreas, en donde ya se habían sembrado 850000 plantas de té negro. Este segundo grupo fundó la Compañía Ecuatoriana del Té C.A (CETCA)” (Gómez, 2013).

CETCA, desde su origen inició con exportaciones de té negro a granel con destino a Londres, pues era la ciudad en la que más se comercializaba el té. En 1975, se comenzó a empaquetar té para consumo local, bajo el nombre Hornimans. En el año 2010, Cetca fue adquirida por Fernando Castillo, quien dio surgimiento a la expansión de las exportaciones, hacia países como: Puerto Rico, Estados Unidos, Alemania, Holanda y Malasia (Gómez, 2013). En el 2012 Fernando Castillo hijo asumió la gerencia y dio comienzo a una nueva marca para exportación ‘El Estado del Té’ que va a Canadá y Estados Unidos (Gómez, 2013).

5.3. Descripción de la Empresa

CETCA, 46 años más tarde y con sus nuevos horizontes de mercado, continua la exportación de té a muchos países en América y Europa, como: Inglaterra, Malasia, Estados Unidos, Costa Rica, Colombia, Uruguay y Chile (Castillo & Sanchez, 2014). Entre sus clientes se incluyen corporaciones multinacionales de Estados Unidos e Inglaterra. Para poder abastecer a sus clientes, adicionalmente a las 400 hectáreas originales de té, disponen de 100 hectáreas nuevas, todas en plena producción (Castillo & Sanchez, 2014). De las 500 hectáreas de arbustos bien cuidados, se cosechan y procesan más de 5000 toneladas de hoja fresca anualmente (Castillo & Sanchez, 2014).

La mayor parte de su producción es exportada al granel. Sin embargo, una parte significativa es empacada como Té Negro y Té con Sabores para el mercado local (Castillo & Sanchez, 2014). CETCA ofrece a sus clientes, Infusiones Medicinales de la Asociación de Pequeños Productores de la Provincia de Chimborazo, Jambi Kiwa y la Horchata Lojana de la Asociación UNORCAHT, con quienes la compañía coopera en una alianza estratégica (Castillo & Sanchez, 2014).

CETCA es la única compañía que tiene sus propios cultivos de té, lo transforma y comercializa en mercados nacionales e internacionales (Urquiza, 2011). Otras empresas que son su competencia directa, importan el té desde China.

5.4. Misión y Visión

5.4.1. Misión

“La Compañía Ecuatoriana del Té C.A, CETCA; compañía pionera en producir té y hierbas aromáticas para el mercado ecuatoriano se ha establecido para contribuir al desarrollo agrícola de nuestro país con un producto no tradicional, con tecnología, eficiencia productiva y responsabilidad, al brindar salud, confianza y seguridad a través de su continua calidad e innovación permanente” (Compañía Ecuatoriana del Té CETCA).

5.4.2. Visión

“CETCA pretende ser una compañía líder, reposicionándose en el mercado ecuatoriano y manteniendo su prestigio a través de la calidad e inocuidad en toda la gama de productos que produce y comercializa dentro y fuera del país, satisfaciendo así las necesidades del consumidor. CETCA, productora de té y hierbas, continuará con su apoyo y colaboración a las asociaciones comunitarias productoras de plantas aromáticas y medicinales, impartiendo conocimientos tecnológicos, comerciales y administrativos, para una producción limpia que sea sustentable y sostenible” (Compañía Ecuatoriana del Té CETCA)

5.4.2.1. Visión Social

“Como parte de su actividad de apoyo social a sus trabajadores y a la comunidad, CETCA, brinda su colaboración para el mejoramiento de la infraestructura de la iglesia, hospital, jardín de infantes y colegio del Cantón Palora en la Provincia de Morona Santiago” (Castillo & Sanchez, 2014).

“En cuanto al apoyo a organizaciones campesinas, CETCA, colabora con la capacitación, el mejoramiento de la producción agrícola de campo, en los diseños de plantas de procesamiento y equipos y en la comercialización de las plantas aromáticas y medicinales producidas por estos grupos campesinos” (Castillo & Sanchez, 2014).

“Adicionalmente CETCA presta el servicio de empaque y controles de calidad para los productos de marcas propias que comercializan las organizaciones” (Castillo & Sanchez, 2014).

5.5. Productos de la Compañía Ecuatoriana del Té

CETCA es productora y exportadora de té de la más alta calidad para consumo en Ecuador y en varios países en América y Europa (Castillo & Sanchez, 2014). El 90% de su producción es exportada al granel, el otro 10% es empacado como Té Negro, Té Verde, Té con sabores para el mercado local (Castillo & Sanchez, 2014). A continuación se presenta el desglose de los productos de acuerdo a las marcas que comercializa.

Tabla 5. 1. Productos de la Compañía Ecuatoriana del té C.A.

Marca	Productos
Hornimans	Té Negro al granel Té Negro empacado en cajas de 10, 25 y 100 bolsas filtrantes Té verde empacado en cajas de 25 bolsas filtrantes Te de sabores: canela y clavo, limón, cítricos (early grey), naranja, fresa y cereza, mora, durazno, frutas tropicales
Sangay	Infusiones aromáticas: flores de manzanilla, cedrón, hierba luisa, matico y llantén, toronjil, menta
Sangay Jambí Kiwa	Infusión expectorante, adelgazante, diurética, para los nervios, desparasitante, para el hígado
Sangay Unorcarcht	Horchata lojana

Fuente: CETCA Elaboración: Propia

De acuerdo a una entrevista mantenida con la Gerente de Marketing, existen cuatro competidores importantes para la empresa: Proconsumo, Supermaxi, Ile y Hierbas Pusuquí. El mercado objetivo de la empresa abarca gente de todas las edades que disfruten del té e infusiones aromáticas.

5.6. Estrategia competitiva de la organización

La empresa posee una administración por objetivos, de manera que las gerencias: General, Financiera, Comercial y Producción, definen y establecen sus objetivos, comunican a los empleados, qué es lo que se desea lograr y cómo hacerlo (Sánchez, 2013). Parte de su estrategia de negocio es tratar de mantener su objetivo principal, el cual consiste en conseguir nuevos mercados de té de origen para venderlo al mayor precio posible (Sánchez, 2013).

Como algunos de los objetivos secundarios de CETCA, se enlistan:

- “CETCA plantea ser una organización económicamente sólida, manteniendo una importante presencia en el mercado” (Maldonado, Grijalva, Lucero, & Miranda, 2013).
- “Se enfoca en incrementar las exportaciones de productos naturales” (Maldonado, Grijalva, Lucero, & Miranda, 2013).
- Mediante planes de manejo, se espera incrementar el número de áreas de aprovechamiento (Maldonado, Grijalva, Lucero, & Miranda, 2013).
- “Conservar la biodiversidad y apoyar al desarrollo de la comunidad en la cual se desarrolla la industria del té” (Maldonado, Grijalva, Lucero, & Miranda, 2013).

Para llevar a cabo cada objetivo, la empresa maneja estrategias a nivel nacional e internacional, en la cual se definen planes de tipo: administrativo, comercial, financiero y de producción (Sánchez, 2013).

Cabe mencionar que CETCA también maneja estrategias gubernamentales, fomentando a la compra de sus productos a través del Instituto de Promoción de Exportaciones e Inversiones del Ecuador, PRO ECUADOR (Sánchez, 2013), “encargado de ejecutar políticas y normas de promoción de exportaciones e inversiones del país” (PRO ECUADOR, 2014).

5.6.1 Proyecto de Bio-comercio a través de PRO ECUADOR

“Bio-comercio, es el conjunto de actividades de recolección, producción, procesamiento, comercialización de bienes y servicios derivados de la biodiversidad

nativa (especies y ecosistemas), bajo los criterios de sostenibilidad ambiental social y económica” (Biocomercio: Una alternativa de producción, 2014).

Los criterios de acuerdo al artículo *Biocomercio Andino* (2014) se presentan a seguir:

- Conservación de la diversidad biológica
- Uso sostenible de la biodiversidad
- Sostenibilidad económica (gestión, productiva, financiera y mercado)
- Distribución justa y equitativa de beneficios derivados del uso de recursos de la biodiversidad
- Respeto de los derechos de los actores involucrados en el Bio - comercio.
- Cumplimiento de legislación nacional e internacional
- Claridad de la tendencia de la tierra, uso y acceso a recursos naturales y a los conocimientos
- Participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos.

5.7. Certificaciones

CETCA, tiene tres certificaciones: Rainforest Alliance, Conservación y Desarrollo, y Food Safety System Certification. Se explicarán a continuación, dos de las certificaciones que están ligadas al cuidado medioambiental:

5.7.1. Certificación Rainforest Alliance

“La certificación Rainforest Alliance se apoya en los tres pilares de la sostenibilidad: protección ambiental, equidad social y viabilidad económica”

(Rainforest Alliance, 2014). Este tipo de certificación, apoya a los finqueros para que manejen su producción de cultivos sosteniblemente. Rainforest Alliance, utiliza estándares, que enfatizan en la conservación de la vida silvestre y el bienestar del trabajador. La preservación de la vida silvestre se logra a través del uso controlado, limitado y estricto de agroquímicos, cambiándolos por alternativas biológicas; también existe una medida para conservar el agua en las fincas, a través de la reducción del consumo, control de calidad de agua, tratamiento de aguas residuales y evitar la contaminación de ríos cercanos. En cuanto al aseguramiento de la bienestar del trabajador, “la norma RAS requiere que a los trabajadores se les pague al menos el salario mínimo de ley” (Rainforest Alliance, 2014). Otra forma de garantizar el bienestar, es mediante el aseguramiento de que a los trabajadores se les entregue el derecho a asociarse, organizarse y negociar sus condiciones laborales. Así mismo, Rainforest combate el trabajo infantil en las fincas.

5.7.2. Conservación y Desarrollo Certified S.A. (CYD Certified)

“CYD Certified fomenta el desarrollo sostenible, buscando un equilibrio entre los aspectos ambientales, sociales y productivos” (CYD Certified , 2012). La certificación es una herramienta que utilizó CYD Certified para aportar al cambio y soporte a la sostenibilidad de los sistemas productivos (CYD Certified , 2012). Cuenta con el “apoyo de distintos actores y líderes mundiales en temas de conservación, certificación, agricultura, turismo, derechos laborales, trabajo con comunidades y mercados especializados” (CYD Certified , 2012). CYD Certified es una organización independiente, responsable de auditar, certificar y formar auditores en temas de sostenibilidad en los campos de agricultura, turismo y cambio climático, teniendo como herramienta principal los procesos de inspección y certificación, de los programas de

certificación que lidera y representa (CYD Certified , 2012). “Promueve el desarrollo sostenible en América Latina, otorgando la certificación a productos y servicios que cumplan normas ambientales, sociales, de seguridad, calidad e higiene” (CYD Certified , 2012)

5.8. Cadena de suministro de CETCA

5.8.1. Actores de la cadena de suministro

Proveedores: La empresa maneja: proveedores nacionales de infusiones, proveedores internacionales de té verde y proveedores nacionales e internacionales de insumos.

Compañía: CETCA tiene una planta de producción de té en Palora, y una planta empacadora en Puenbo.

Transportistas: La compañía, contrata el servicio de transporte, siendo gestionado por tres transportistas. Se encuentra el transportista encargado de llevar el producto de exportación, desde Palora a Guayaquil; el transportista encargado de trasladar el té para consumo nacional, desde Palora a la planta empacadora de Puenbo; y el transportista encargado de distribuir el té como producto terminado, desde Puenbo a Quito.

5.8.2. Flujo de información

5.8.2.1. Pedidos

El flujo de información referente a los pedidos, proviene desde los clientes nacionales e internacionales. Hay dos personas encargadas del manejo de órdenes, una para cada caso. Para los clientes internacionales se manejan contratos fijos anuales, es

decir que, al final de un año se establece las órdenes del siguiente año. Esta información se envía a la planta de producción donde se planifica la cosecha y transformación de las hojas de té. Por otro lado, los pedidos nacionales son semanales y quincenales, para este caso se mantiene una planificación con el histórico de entregas para cada uno de los clientes directos. La planificación de pedidos nacionales, se comunica a la planta de empaque con anticipación, para tener existencias y satisfacer los pedidos. Y para satisfacer la demanda de la planta de empaque se piden a la planta de producción una cantidad fija todos los meses.

5.8.2.2. Insumos

Los requerimientos de insumos, provienen desde la planta de producción del té y la de empackado. Los jefes de cada planta comunican los requerimientos a los encargados de compras nacionales e internacionales para que se hagan los pedidos. Existen pedidos de importación, que se piden anualmente, como las fundas para el té de exportación y el papel filtro para las fundas filtrantes de té. Los pedidos nacionales de insumos se hacen cada mes o tres meses.

5.8.3. Flujo de materiales

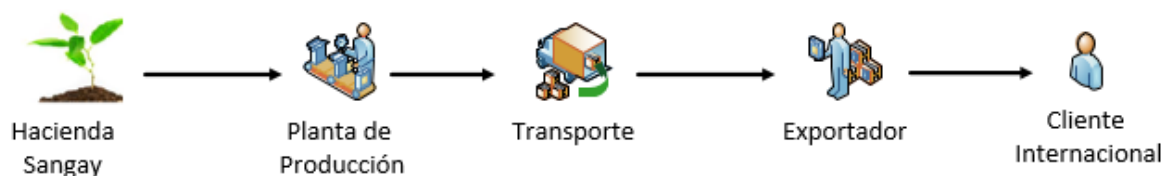
5.8.3.1. Flujo de Materias Primas

Los principales productos de CETCA, como lo muestra la Tabla 5.1, son: el té negro a granel; té negro, té verde, té de sabores e infusiones, en presentación de cajas que contienen bolsas filtrantes. La presentación a granel es destinada a exportación, mientras que la presentación de cajas con bolsas filtrantes, es destinada al mercado nacional. Para los productos derivados de té negro, la materia prima, que son los retoños

de hojas de las plantas de té, se obtuvieron de las plantaciones en la Hacienda Sangay. Posteriormente las hojas son transformadas en la planta de producción, ubicada en la misma localidad. De igual manera, en esta misma planta de producción, se efectúa el empaquetado y almacenamiento de té. La producción obtenida, se destina a clientes nacionales e internacionales.

5.8.3.1.1. Mercado Internacional

Para la exportación, CETCA se encarga de transportar el té desde la planta de producción, hasta la bodega de logística del agente contratado, en Guayaquil. Este último se encarga de llegar con el producto, té a granel, hasta el buque encargado de transportarlo, al puerto del cliente internacional. El INCOTERM que maneja CETCA, es FOB. Para aclarar conceptos dentro de los INCOTERMS, refiérase a la sección 2.2.



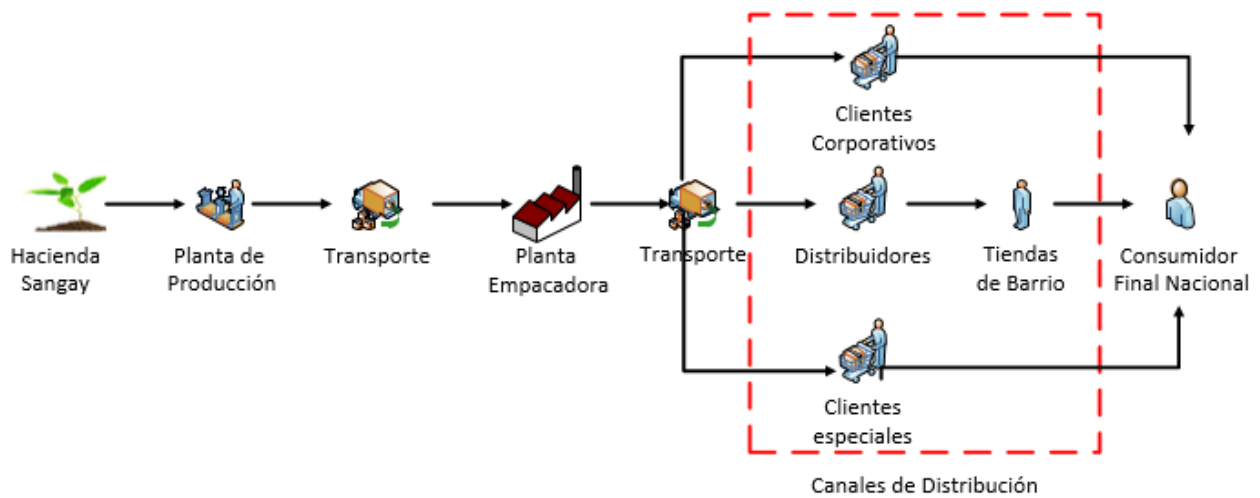
Fuente: CETCA Elaboración: Propia

Figura 5.1. Cadena de Suministro del Té para exportación

5.8.3.1.2. Mercado Nacional

Para la venta nacional, el té es transportado a la planta empacadora en Pichincha. Allí se empaca el té, en bolsas filtrantes; es importante mencionar que también se pudo empacar té mezclado. El té negro en sus diferentes presentaciones, es transportado desde la planta empacadora a sus tres principales canales de distribución: Clientes

Corporativos (supermercados), Distribuidores y Clientes especiales (hoteles, funerarias); que son quienes se encargan de llegar con el producto final a los consumidores.



Fuente: CETCA Elaboración: Propia

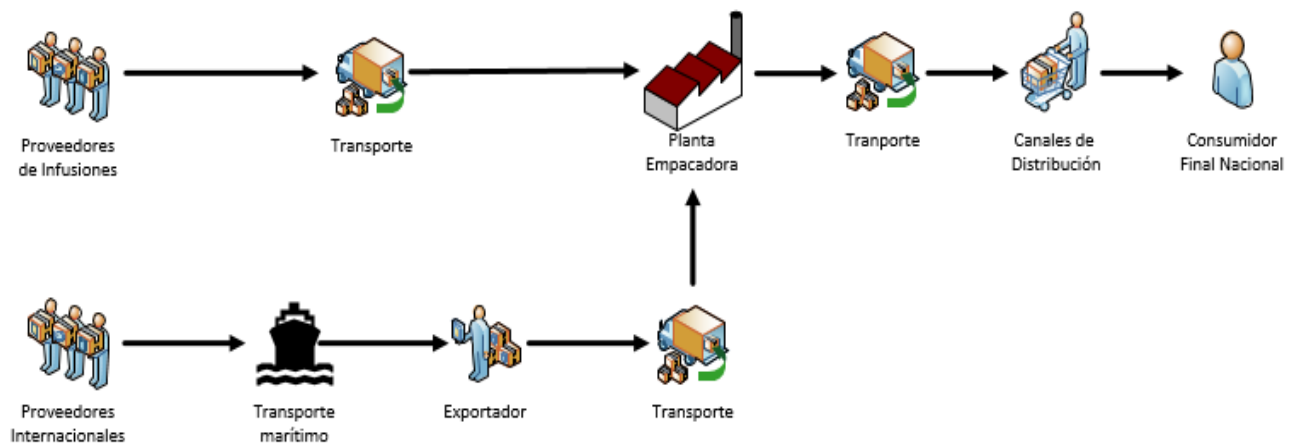
Figura 5.2. Cadena de Suministro del Té para comercialización nacional

5.8.3.1.3. Abastecimiento de té verde e infusiones

Debido a que CETCA no produce té verde, la materia prima se obtuvo a través de importaciones. La compañía se hizo cargo de su pedido, desde cuando llega al puerto de Guayaquil, hasta que se traslada a la planta empacadora, donde el té verde es empacado en bolsas filtrantes.

Para el abastecimiento de infusiones, la materia prima se obtuvo de productores campesinos de Riobamba, Loja, Cayambe y Macas, quienes transportan sus productos hasta la planta empacadora, donde se empaca las infusiones en bolsas filtrantes.

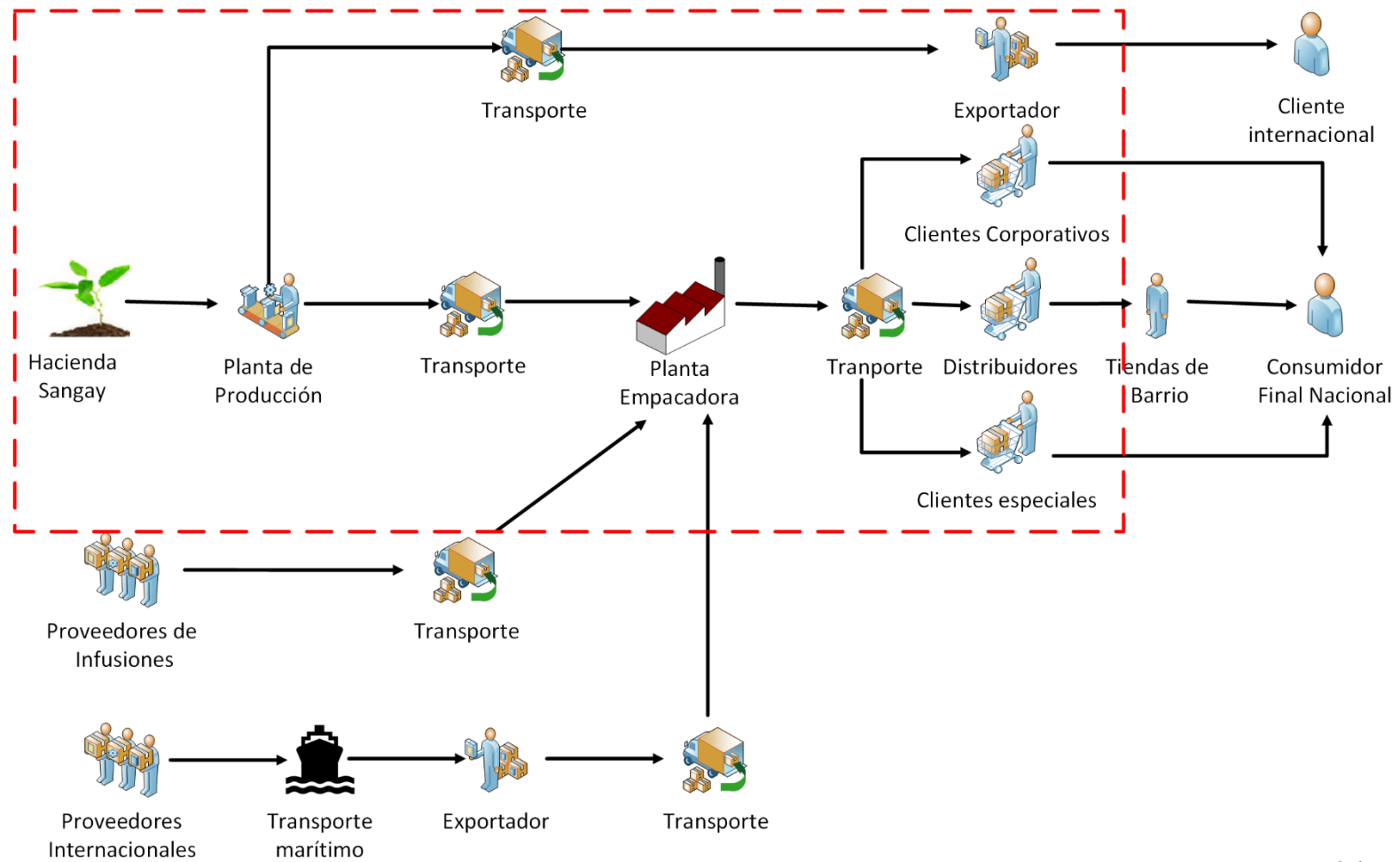
Después del empacado de té verde e infusiones, se procedió al traslado del producto final, a los canales de distribución antes descritos.



Fuente: CETCA Elaboración: Propia

Figura 5.3. Cadena de Suministro de Té verde e Infusiones

En la Figura 5.4, se presenta la cadena de suministro de la materia prima de la Compañía Ecuatoriana del Té C.A.



Fuente: CETCA Elaboración: Propia

Figura 5.4. Cadena de Suministro de Materias Primas de la Compañía Ecuatoriana del Té C.A.

5.8.3.2. Cadena de suministro de insumos

“Los insumos, son bienes o servicios que se utilizan en la producción de otros bienes, y que se consumen durante el proceso de producción” (LA ECONOMÍA EN EL LARGO PLAZO, 2014). En este caso, son todos los materiales usados en la obtención del té e infusiones en sus diferentes presentaciones.

5.8.3.2.1. Insumos para el té al granel

El principal insumo para la exportación de té, son las fundas de papel con recubrimiento de aluminio de 50 kilos, las mismas que son importadas de China y Argentina. El abastecimiento de dichas fundas, se realizó anualmente y cuando el pedido llega al puerto, el agente de importación lo recibe y lo almacena en su bodega.

Después que el camión que sale de la Planta de Producción en la Hacienda Sangay, deja el té para exportación en el puerto de Guayaquil, regresa con fundas de papel de recubrimiento de aluminio.

5.8.3.2.2. Insumos para el té y las infusiones del mercado nacional

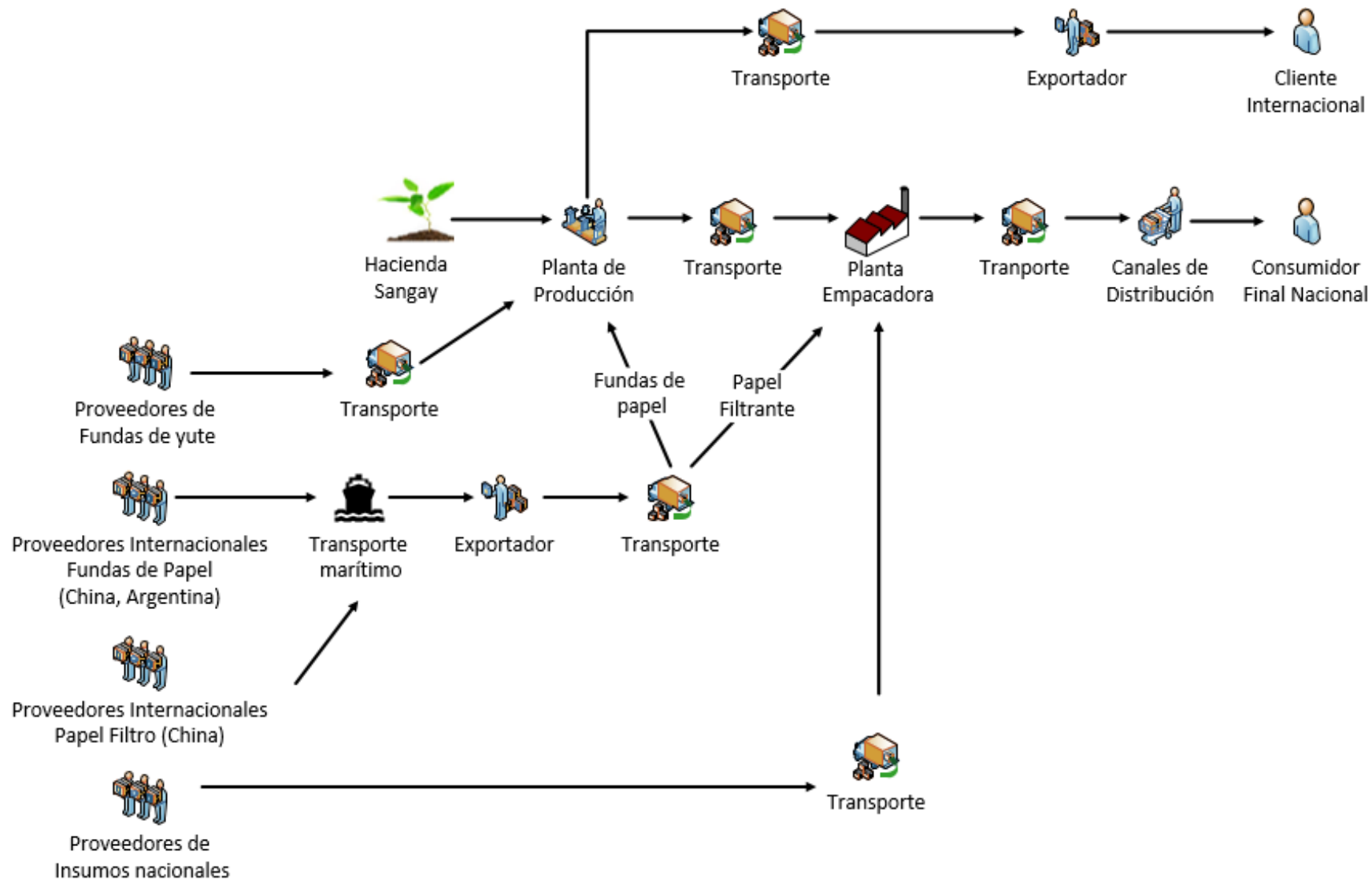
Para transportar el té procesado, desde la planta de producción a la planta empacadora, se utilizan fundas de yute como insumos. Por otro lado, en la planta empacadora se utilizan otros insumos que conforman los productos terminados: té e infusiones. Refiérase a la Tabla 5.1

Tabla 5.2. Insumos para té e infusiones

Producto	Origen
Cajas	Quito, Pichincha
Plástico	Quito, Pichincha
Hilo para fundas filtrantes	Quito, Pichincha
Pegamento para etiquetas	Quito, Pichincha
Etiqueta	Quito, Pichincha
Sobre-envoltura	Quito, Pichincha
Cinta de embalaje	Quito, Pichincha
Papel Filtro	China
Saborizantes	Quito, Pichincha
Fundas de yute para 50 kilos de té	Riobamba, Chimborazo

Fuente: CETCA Elaboración: Propia

Para el abastecimiento de fundas de yute, los proveedores de la provincia de Chimborazo, llevan los insumos a la Hacienda Sangay. Por otra parte, el papel filtro importado de China, es llevado desde el puerto de Guayaquil a la planta de producción, a través de un transporte subcontratado. Finalmente, el restante de insumos, son transportados por los proveedores a la Planta Empacadora y a la Planta de Producción, respectivamente. Refiérase a la Figura 5.5 para observar la cadena de suministro de insumos de CETCA.



Fuente: CETCA Elaboración: Propia

Figura 5.5. Cadena de Suministro de Insumos de la Compañía Ecuatoriana del Té C.A

CAPÍTULO 6: ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA DEL TÉ

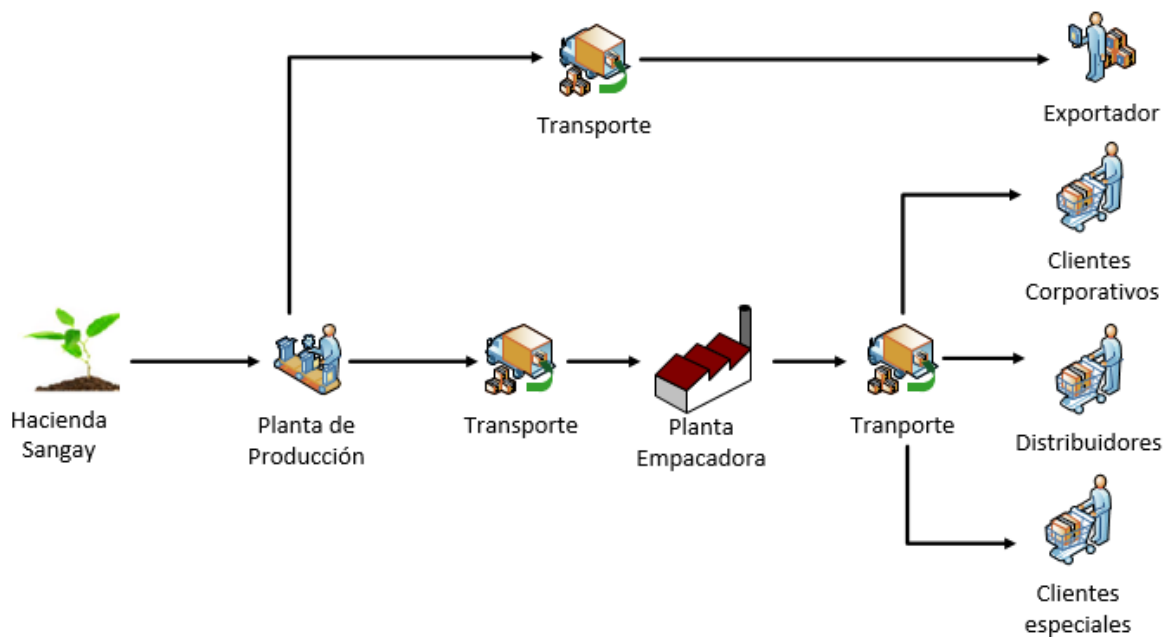
En el presente capítulo, se define de acuerdo a la metodología ACV el alcance del estudio, a través de un análisis detallado de cada eslabón de la cadena de suministro del té e infusiones.

6.1. Alcance del estudio

El presente estudio centra el análisis del ciclo de vida en el té negro. Este análisis es relevante para la compañía porque de todos sus productos, es el único que nace de sus plantaciones propias, en la Hacienda Sangay, y resulta de interés, conocer el impacto ambiental que tiene la: obtención, producción y comercialización del mismo (Castillo & Sanchez, 2014).

“A pesar de que ACV postula una cobertura sobre todo el ciclo de vida de un producto, en muchos casos resulta difícil abarcar todas las actividades desde la ‘cuna a la tumba’” (Facultad de Ingeniería Ambiental UPC, 2013) . Debido a que la recolección de datos para el desarrollo de este trabajo sería muy extensa, se realizará: la descripción, mapeo y medición de dióxido de carbono, desde la obtención de los retoños del té, hasta la distribución del producto a los clientes corporativos, centros de distribución y clientes especiales; incluyendo la entrega al agente de exportación. De acuerdo al ACV el alcance del estudio será de la cuna a la puerta, es decir, desde que se obtuvieron las materias primas, hasta que el producto se entrega a los canales de distribución. En la Figura 5.4., se puede distinguir la parte de la cadena de suministro total, que será contenida en el análisis de la huella de carbono. En la Figura 6.6, se presenta el alcance del presente estudio.

La recolección de datos de la emisión de dióxido de carbono, se realizará respecto al mapeo de la cadena de suministro del té negro. Se analizará cada eslabón de la cadena, para determinar las fuentes de emisión del gas antes mencionado. La integración con la metodología ACV explicada en la sección 4.2, permite simplificar este análisis de la huella de carbono.



Fuente: CETCA Elaboración: Propia

Figura 6. 1. Alcance del estudio

6.2. Descripción de la cadena de suministro del té negro

A continuación se describe cada uno de los eslabones de la cadena de suministro del té negro y sus procesos asociados, como son: la cosecha del té, la producción, el transporte, el empaquetamiento y la distribución.

6.2.1. Producción del té

Dentro de la producción de té, se considera: la producción en la granja, la transformación de la hoja de té, en té procesado; y el empaquetamiento.

6.2.1.1. Obtención de la hoja de té en la granja

Se refiere a la manutención y a la cosecha en las plantaciones de té en la Hacienda Sangay, en donde se identificaron dos procesos importantes. El primer proceso se refiere a la cosecha de los retoños de hoja de té, a través de una máquina de invención propia de la compañía, que permite cortar y recolectar los retoños. Paralelo al proceso de cosecha, se realizan podas de las plantas de té, a manera de limpieza y con el fin de eliminar partes enfermas y secas. Esta última actividad se lleva a cabo con podadoras mecánicas (Motosierras). Después de realizar la cosecha de hojas, el segundo proceso es la transportación de quintales de hojas de té hacia la planta de producción, en tractores.

6.2.1.2. Producción de té en la Planta de Producción

Las hojas de té que llegan a la planta, se colocan sobre camas de ventilación o marchitadoras, en las cuales se elimina el exceso de humedad. Este procedimiento permite que las hojas se vuelvan blandas y elásticas. Después de un tiempo establecido, las hojas pasan por un proceso de limpieza para separar impurezas, y son dirigidas por bandas transportadoras, hacia una primera máquina de trituración gruesa. Una banda transportadora, traslada las hojas de té hacia otra máquina de trituración que

entrega un espesor más fino, logrando que el té adquiriera un olor y color más intenso (Heredia, 2005).

Posterior a ello, se deja oxigenar el té molido a temperatura ambiente, esto interrumpe la fermentación y seca profundamente el exceso de agua en las hojas. El té seco y oxidado pasa por bandas transportadoras, hacia la secadora de flujo continuo o flujo de aire caliente, que es un horno de secado con un mecanismo de funcionamiento a leña, aquí el té continúa su proceso de eliminación de exceso de agua. El té seco es llevado a máquinas desfibradoras donde se separa la fibra del té, para después dirigirlo hacia unos trituradores que producen té de diferente grosor. Se elaboran cinco tipos de té de distinto grosor: Pd, Pf-1, Fannings-2, Dust- 2, Btf, los cuales son llevados y guardados en cámaras de clasificación, para su uso posterior. Los tés antes mencionados, provienen de hojas trituradas y producen infusiones muy oscuras y fuertes (Heredia, 2005). A continuación se presentan los diversos grosores de té (Heredia, 2005):

- Fannings (BOPF, PF, GOF, GFOF): son partículas cuyo tamaño oscila entre 1 y 1.5 mm.
- Dust (PD): son partículas más finas que las Fannings.

“El tamaño de la hoja determina el sabor, el aroma y el color de la infusión” (Heredia, 2005), aludiendo a que mientras más pequeña sea la hoja que entra en contacto con el agua, adquiere un tono oscuro, un sabor y aromas más fuertes.

6.2.1.3. Empaquetamiento para envío internacional y nacional

Para envíos internacionales, después de la producción, de acuerdo al pedido de los clientes internacionales, se mezclan los diferentes tipos de té, y se empacan a granel en sacos de papel con recubrimiento de aluminio con un peso de 50 kilos cada uno.

De igual forma, se empaca el té procesado, con la formulación establecida para consumo nacional, en sacos de yute con el peso de 50 Kilos.

Para conocer el proceso de producción de té, refiérase al ANEXO 3.

6.2.2. Transporte del té desde la planta de producción

6.2.2.1. Pedidos nacionales

Los pedidos nacionales son constantes y corresponden a 100 sacos mensuales. Los pedidos son enviados en un camión, desde la planta de producción, llevando bultos de yute de 50 Kilos, hasta la planta empacadora.

6.2.2.2. Pedidos internacionales

Los pedidos internacionales satisfacen la demanda de clientes de: Inglaterra, Estados Unidos, Malasia, Costa Rica, Uruguay y Chile. El camión que transporta estos pedidos, sale de la planta de producción en Palora hasta la puerta de exportador, en el puerto de Guayaquil.

En el caso de Colombia, los sacos son enviados conjuntamente con los pedidos de la planta empacadora. CETCA, maneja un INCOTERM EWX. Refiérase a la sección 2.2.1, con su cliente colombiano.

6.2.3. Empaquetamiento de té

En la planta empacadora se realizan cuatro procesos importantes: almacenamiento de materia prima; empaque de las presentaciones de 2 gramos, conocidas internamente como bolsas de té o bolsas filtrantes; almacenamiento del producto terminado; y despacho de producto terminado.

6.2.4. Almacenamiento del producto semielaborado

En cuanto llegan los bultos de té, a la planta de empaque, se registran y se etiquetan cada uno. Después de ello, los bultos son almacenados en la bodega de la planta empacadora.

6.2.5. Empaquetamiento de las bolsas de té

Existe una máquina encargada de todo el proceso de empaquetamiento, que coloca el té negro en bolsas de papel filtro 2 gramos. Ésta máquina también recubre la bolsa con papel de envoltura. Una operaria toma las bolsas de té y las coloca en cajas que varían de tamaño. Existen cajas para 10, 25 o 100 fundas de té.

Adicionalmente, otra operaria se encarga de sellar, apilar, formar paquetes y colocar etiquetas adhesivas del lote de producción.

6.2.6. Almacenamiento y despacho de producto terminado

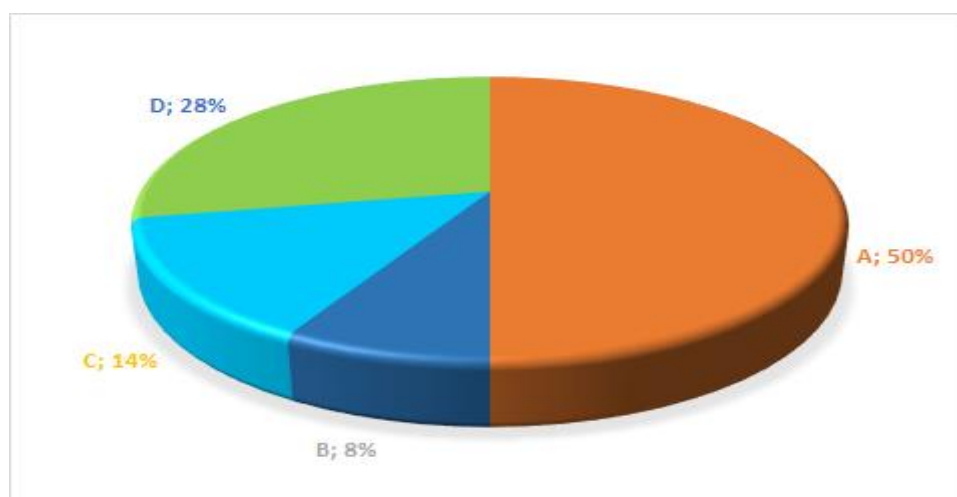
Los paquetes de cajas de té, son trasladados al área de almacenamiento de producto terminado, en orden de producción. Si se tiene una orden de despacho se

recolecta la orden y se despacha por la mañana. Para revisar el diagrama de flujo del proceso de empaquetamiento del té, refiérase al ANEXO 4.

6.2.7. Transporte de distribución

Los pedidos consolidados, se trasladan hasta los clientes nacionales de acuerdo a la programación de ventas y mercadeo. CETCA cuenta con tres canales de distribución: distribuidores, clientes corporativos y clientes especiales (hoteles).

En la Figura 6.7 se presenta la participación en ventas de cada uno de sus clientes. Por motivo de confidencialidad, se ha codificado por colores y letras a sus canales de distribución. Entonces, se tiene para clientes corporativos son A, B y C; y para sus clientes distribuidores D. Se puede mencionar que A, B y C contienen los porcentajes de ventas obtenidas de sus clientes corporativos, y D contiene el porcentaje de venta obtenido de sus clientes distribuidores.



Fuente: CETCA Elaboración: Propia

Figura 6. 2. Participación de los canales de venta

Debido a que los clientes corporativos son de alto impacto en las ventas, CETCA tiene una planificación de entregas establecida, como se presenta en la Figura 6.8.

RUTAS	RUTA 1	RUTA 3	RUTA 2	RUTA 4	RUTA 5
DIA	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES
C	Retenciones	Entrega	Entrega	Entrega	
B	Entrega	Entrega		Retenciones	Entrega
D	Entrega	Entrega	Entrega	Entrega	
A					Entrega

Fuente y elaboración: CETCA

Figura 6.3. Planificación de entregas de CETCA

CETCA maneja entregas directas a las bodegas de dos de sus clientes corporativos y distribuidores dentro del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ) y cercanías al mismo. Tanto los clientes corporativos como los distribuidores se encargan de la distribución en la ciudad y a nivel nacional. Sólo para uno de sus clientes corporativos se maneja la distribución en cada una de sus sucursales dentro del DMQ, para locales nacionales de su cadena, se hacen entregas en sucursales específicas.

6.3. Entradas y salidas del ciclo de vida del té e infusiones

6.3.1. Entrada de combustibles y fuentes de energía

En base a la descripción del ciclo de vida del té negro, se identifica la entrada de combustibles y fuentes de energía, en los eslabones de la cadena establecidos en el alcance. De esta manera, se tiene una entrada de combustibles, leña y electricidad, en la granja, la planta de producción, la planta empacadora y por uso de transportes.

6.3.1.1. Granja

Los ingresos de fuentes de energía para la granja, están relacionados a: la poda, recolección, transporte e inspección.

Poda Mecanizada: Cada treinta meses, se hace un corte total de las plantas de té. En promedio se podan 15 hectáreas al mes. Este proceso es escalonado, lo que significa que todos los meses se ejecutan podas. Las herramientas que se utilizan son motosierras que funciona a base de gasolina extra.

Recolección: Para la recolección, se utiliza una máquina de invención propia de la empresa, que funciona con gasolina extra.

Transporte: Se utilizan tres tractores que llevan el té desde el campo, hasta la planta de producción. Los tractores datan del año 1980. Para su funcionamiento se utiliza diésel.

Inspección: Para la supervisión del trabajo, y para dar seguimiento del crecimiento del té, se utilizan cuatro motocicletas y una camioneta de uso exclusivo para este fin. Estos transportes, consumen gasolina extra.

Actividades de Apoyo: Se utiliza una camioneta, para transportar al personal al campo, así como los costales para recolectar el té. Además este vehículo se utiliza para comprar ocasionalmente, insumos para el cultivo. Este transporte consume gasolina extra.

6.3.1.2. Instalaciones

Planta de producción: Para el funcionamiento de la planta, se requiere de energía eléctrica, una cantidad es obtenida de la planta hidroeléctrica propia de CETCA, que funciona por caída de agua. Y otra, es obtenida de un motor Caterpillar que funciona con diésel. Para el horno de secado, se utiliza leña y combustible para su encendido.

Planta de empaçado: La energía primaria consumida por esta planta, es la electricidad, la cual es obtenida de la red pública del cantón Quito.

6.3.1.3. Transporte

Aquí, se considera la entrega de té a granel, y la distribución de las cajas con bolsas filtrantes. Es decir, el transporte de té a granel para exportación, desde Palora a Guayaquil; el transporte desde Palora a la planta empacadora en Puembo; y la distribución en Quito.

Palora – Guayaquil: El transporte del té a granel para exportación hacia Guayaquil, está a cargo de un transportista contratado por la empresa, quien utiliza un camión HINO a diésel, exclusivamente para esta actividad.

Palora – Puembo: Para el transporte de la materia prima a la planta empacadora, otro transportista se encarga con su camión HINO a diésel, de esta actividad.

Puembo – Canales de venta: La distribución, la realizan dos vehículos: una camioneta y un camión liviano. La empresa utiliza únicamente, estos transportes subcontratados. Los dos vehículos utilizan gasolina extra.

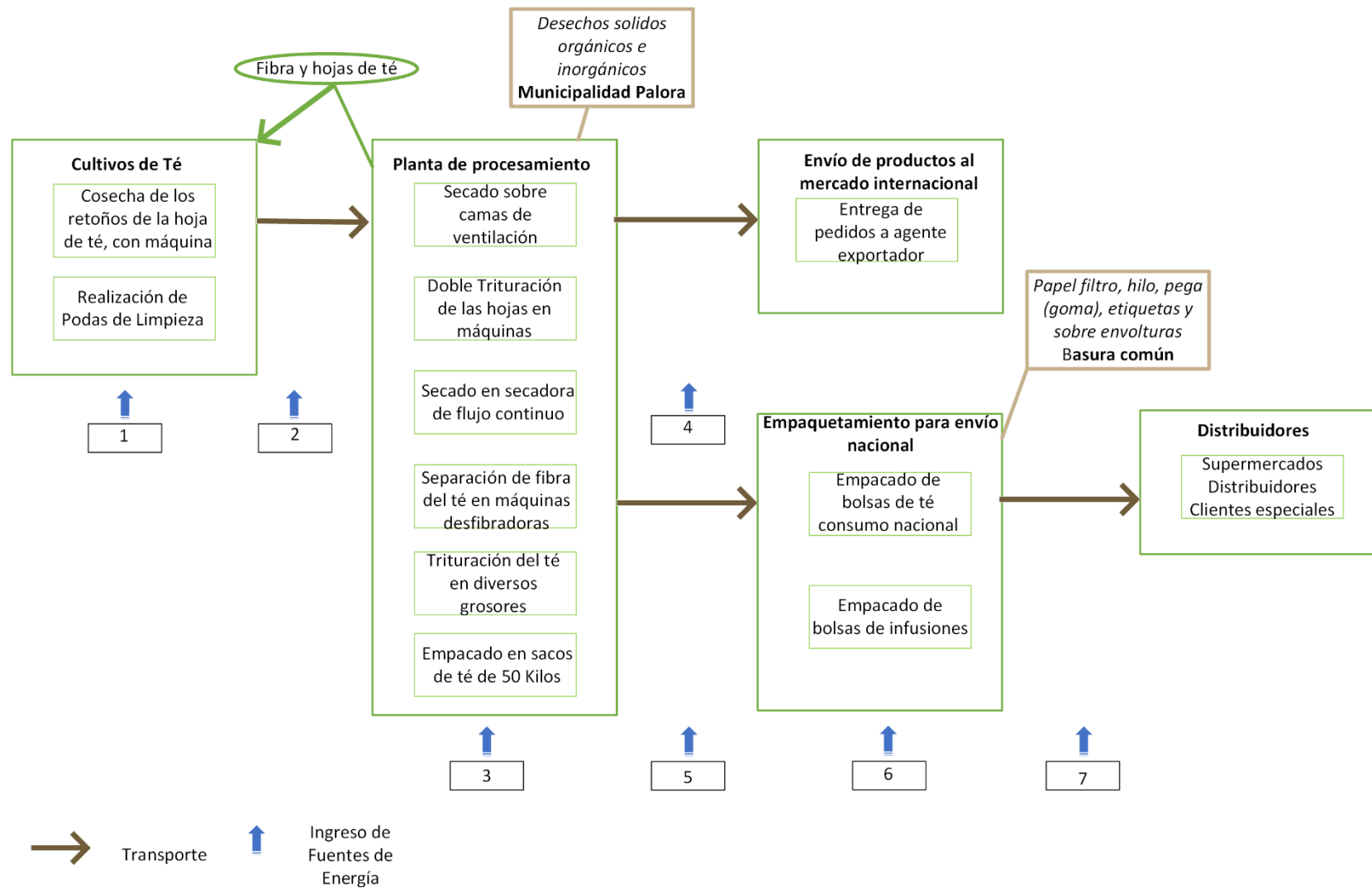
En la Tabla 6.2., se detalla cada una de las fuentes de energía y su utilización. Para mayor entendimiento se presenta en la Figura 6.7., un mapa de la cadena de suministro que muestra las entradas de fuentes de energía y combustibles.

La columna de numeración de la Tabla 6.2., corresponde a la numeración de los ingresos de la Figura 6.7.

Tabla 6. 1. Entradas o fuentes de energía de la Cadena de Suministro del té

Numeración	Fuentes de Energía	Utilización
Granja		
1	Gasolina	Para las motosierras (Poda)
	Gasolina	Para las cortadoras (Cosecha)
	Gasolina	Para inspección de producción en granja
2	Diésel	Para los tractores (Transporte)
Instalaciones		
3	Gasolina	Planta Hidroeléctrica
	Diésel	Motor Caterpillar
	Gasolina	Horno de Secado
	Leña	Horno de secado
6	Energía Eléctrica	Planta empacadora
Transporte		
4	Diésel	Para camión a Guayaquil
5	Diésel	Para camión a Puenbo
7	Gasolina	Para camión desde Puenbo a distribuidores

Fuente: CETCA **Elaboración:** Propia



Fuente: CETCA Elaboración: Propia

Figura 6. 4. Mapa de la cadena de suministro e ingreso de fuentes de energía

6.3.2. Salidas

6.3.2.1. Emisiones de CO₂

Las emisiones de CO₂ están estrechamente relacionadas a los ingresos de fuentes de energía, es decir, habrá emisiones de CO₂ en cada uno de los eslabones del mapa de la cadena de suministro, donde hay un ingreso de fuente de energía. Las emisiones consideradas en este análisis general, se colocan en una de las tres categorías antes mencionadas. En este caso, se toman en cuenta: las emisiones del uso de combustibles en la granja, las emisiones del uso de combustibles y la electricidad que se consume en las instalaciones (planta de producción y planta empacadora), y las emisiones producidas por la combustión móvil relacionado al transporte.

6.3.2.2. Desechos sólidos

6.3.2.2.1. Planta de producción.

En la planta de producción, no se mantienen registros de los desechos sólidos comunes. Los desechos son separados en orgánicos e inorgánicos, y con la colaboración de la municipalidad de Palora, son manejados para reciclaje y rellenos sanitarios.

Por otra parte, existe el desecho de la fibra del té, en el que el 70% del mismo, se vende a los pobladores aledaños. La gente que adquiere el desecho de la fibra, lo utiliza como fertilizante (Fuenmayor, 2014). El restante fibra de té, es usada como abono propio para los cultivos de plantas ornamentales y frutales, en la Hacienda Sangay.

También, se tienen desechos de la hoja de té, las mismas que se recolectan y se utilizan como abono para los cultivos.

6.3.2.2.2. Planta Empacadora

En la planta empacadora, se registran desperdicios de: papel filtro, hilo, pega (goma), etiquetas y sobre envolturas. Los registros se tiene se mantienen por semestres, como se muestra en la Tabla 6.4, primer semestre (enero a junio) y del segundo semestre (julio diciembre). Los desechos antes descritos, se envía en la basura común.

Tabla 6. 2. Desperdicios de planta empacadora

Producto	Desperdicio en Kg	
	1er Semestre	2do Semestre
PAPEL FILTRO	77,07	74,23
HILO	10,28	9,90
PEGA	15,41	14,84
ETIQUETA	46,25	44,55
SOBREENVOLTURA	216,69	208,60

Fuente: CETCA Elaboración: Propia

CAPÍTULO 7: MEDICIÓN Y DESARROLLO DEL INVENTARIO DE CICLO DE VIDA

En el presente capítulo se presenta el inventario de fuentes o entradas de energía y sus respectivas emisiones de CO₂. A continuación se desarrolla el análisis de inventario de cada una de tres categorías: ingresos de fuentes de energía o uso de combustibles en la granja, uso de combustibles y la electricidad que se consume en las instalaciones (planta de producción y planta empacadora), y uso de combustibles para el transporte.

7.1. Inventario de emisiones en la granja

7.1.1. Poda Mecanizada

Para obtener las emisiones de CO₂ se multiplicaron los datos de consumo de gasolina extra mensual de las motosierras, utilizadas para la poda, por el factor de emisión respectivo a la gasolina. Para obtener el factor de emisión de la gasolina, se utilizó la información de las propiedades de los combustibles, en específico de la Nafta, del estudio de René Parra (2013) acerca del *Factor De Emisión De CO₂ Debido a la Generación De Electricidad en el Ecuador Durante el Periodo 2001-2011*. Para obtener el factor de emisión de $73300 \frac{KgCO_2}{1TJ}$ de la gasolina en unidades de $\frac{KgCO_2}{gal}$ se tomó en consideración la densidad del combustible, que es $739 \frac{kg}{m^3}$, y de su poder calorífico de $44,5 \frac{TJ}{1Gg}$ como se muestra a continuación.

$$\frac{3,78l}{1gal} * \frac{1m^3}{1000l} * \frac{739Kg}{m^3} * \frac{1Gg}{1 * 10^6Kg} * \frac{44,5TJ}{1Gg} * \frac{73300KgCO_2}{1TJ} = 9,11 \frac{KgCO_2}{gal}$$

El factor de emisión de la gasolina es de $9,11 \frac{KgCO_2}{gal}$, el mismo que se multiplicó por el registro mensual, utilizando la ecuación 1 de la metodología PAS2050, para obtener las la huella de carbono, como se presenta en la Tabla 7.1

Tabla 7. 1. Emisiones de CO₂ del consumo de combustible de la poda mecanizada

Mes	Consumo Combustible Poda Mecanizada (gal)	Factor de Emisiones (Kg CO ₂ /gal)	Huella de Carbono Poda Mecanizada (Kg CO ₂)
Enero	70	9,11	637,7
Febrero	70	9,11	637,7
Marzo	80	9,11	728,8
Abril	90	9,11	819,9
Mayo	70	9,11	637,7
Junio	70	9,11	637,7
Julio	87	9,11	792,57
Agosto	80	9,11	728,8
Septiembre	108	9,11	983,88
Octubre	96	9,11	874,56
Noviembre	72	9,11	655,92
Diciembre	42	9,11	382,62
TOTAL			8517,85

Fuente: CETCA Elaboración: Propia

De la Tabla 7.1 se obtuvo que las emisiones totales asociadas a la poda mecanizada, del año 2013, son de 8517,85 Kg de CO₂ que transformadas en unidades de toneladas, son 8,518 Ton de CO₂.

7.1.2. Recolección

Al igual que para la poda mecanizada, se utilizó el factor de emisión de CO₂ de la gasolina, que es de $9,11 \frac{KgCO_2}{gal}$. Se multiplicó el factor por el consumo de gasolina mensual de las recolectoras STH, como lo muestra la Tabla 7.2.

Tabla 7. 2. Emisiones de CO₂ del consumo de combustible de las recolectoras STH

Mes	Consumo Combustible STH (gal)	Factor de Emisiones (Kg CO ₂ /gal)	Huella de Carbono STH (Kg CO ₂)
Enero	175,5	9,11	1598,805
Febrero	159	9,11	1448,49
Marzo	161	9,11	1466,71
Abril	166	9,11	1512,26
Mayo	149,5	9,11	1361,945
Junio	164	9,11	1494,04
Julio	168,5	9,11	1535,035
Agosto	157	9,11	1430,27
Septiembre	179	9,11	1630,69
Octubre	168,5	9,11	1535,035
Noviembre	205	9,11	1867,55
Diciembre	183	9,11	1667,13
TOTAL			18547,96

Fuente: CETCA Elaboración: Propia

De la Tabla 7.2 se obtuvo que las emisiones totales asociadas al consumo de combustible de las podadoras STH, en el año 2013, son de 18547,96 Kg de CO₂ que transformadas en unidades de toneladas, son 18,547 Ton de CO₂.

7.1.3. Transporte de hojas de té

Debido a que los tractores son un medio de transporte especial que no entra en la categorización de NTM de acuerdo a la Tabla 1.1 y dado que su utilización está determinada por el consumo de combustible más que por la cantidad de quintales de

hojas de té transportadas y distancias recorridas, se hizo la transformación por factor de emisión del diésel (Parra R. , 2014). Para obtener el factor de emisión del diésel, se utilizó la información de las propiedades del Diésel 2 del estudio de René Parra (2013) antes mencionado. Para obtener el factor de emisión de $74\,100 \frac{KgCO_2}{1TJ}$ en unidades de $\frac{KgCO_2}{gal}$ se usó la densidad del combustible que es $845 \frac{kg}{m^3}$, y su poder calorífico $43 \frac{TJ}{1Gg}$ como se muestra a continuación.

$$\frac{3,78l}{1gal} * \frac{1m^3}{1000l} * \frac{845Kg}{m^3} * \frac{1Gg}{1 * 10^6Kg} * \frac{43TJ}{1Gg} * \frac{74\,100KgCO_2}{1TJ} = 10,18 \frac{KgCO_2}{gal}$$

El factor de emisión de $10,18 \frac{KgCO_2}{gal}$ se multiplicó por el registro mensual de consumo para obtener la huella de carbono, como lo presenta la Tabla 7.3.

Tabla 7. 3. Emisiones de CO₂ del consumo de combustible de los tractores

Mes	Consumo de Diésel de Tractores (gal)	Factor de Emisiones (Kg CO ₂ /gal)	Huella de Carbono Caterpillar (Kg CO ₂)
Enero	170	10,18	1730,6
Febrero	129	10,18	1313,22
Marzo	127,5	10,18	1297,95
Abril	101	10,18	1028,18
Mayo	110	10,18	1119,8
Junio	101	10,18	1028,18
Julio	101	10,18	1028,18
Agosto	100	10,18	1018
Septiembre	105,5	10,18	1073,99
Octubre	80	10,18	814,4
Noviembre	130	10,18	1323,4
Diciembre	101	10,18	1028,18
TOTAL			13804,08

Fuente: CETCA Elaboración: Propia

De la Tabla 7.3 se obtuvo que las emisiones totales asociadas al consumo de combustible de los tractores, para la transportación de hoja de té desde el campo hasta la planta de producción, en el año 2013, son de 13804,08Kg de CO₂ que transformadas en unidades de toneladas, son 13,804 Ton de CO₂.

7.1.4. Inspección

Debido a que las motocicletas no entran en la categorización de la metodología NTM de la Tabla 1.1, se aplicó la ecuación 1 de la normativa PAS2050, con el registro de gasolina consumida mensualmente de las cuatro motocicletas y el factor de emisión de la gasolina de $9,11 \frac{KgCO_2}{gal}$, como lo presenta la Tabla 7.4.

Tabla 7. 4. Emisiones de CO₂ del consumo de combustible de las motocicletas

Mes	Consumo Combustible Motocicletas (gal)	Factor de Emisiones (Kg CO ₂ /gal)	Huella de Carbono Motocicletas (Kg CO ₂)
Enero	71	9,11	646,81
Febrero	60	9,11	546,6
Marzo	53,5	9,11	487,385
Abril	55,5	9,11	505,605
Mayo	57	9,11	519,27
Junio	52	9,11	473,72
Julio	53	9,11	482,83
Agosto	53,5	9,11	487,385
Septiembre	56	9,11	510,16
Octubre	44	9,11	400,84
Noviembre	42,5	9,11	387,175
Diciembre	49,5	9,11	450,945
TOTAL			5898,725

Fuente: CETCA Elaboración: Propia

Además de las motocicletas se usó una camioneta Mitsubishi, que se utilizó exclusivamente para la inspección. En el cálculo de sus emisiones no se aplicó la

metodología NTM, porque no es utilizada para carga ni entrega. Entonces, se aplicó la ecuación 1 de la norma PAS2050, con el registro de consumo de combustible mensual y el factor de emisión de la gasolina de $9,11 \frac{KgCO_2}{gal}$. Los resultados se presentan en la

Tabla 7.5.

Tabla 7. 5. Emisiones de CO₂ del consumo de combustible de camioneta Mitsubishi

Mes	Consumo Combustible camioneta Mitsubishi (gal)	Factor de Emisiones (Kg CO ₂ /gal)	Huella de Carbono Poda Mecanizada (Kg CO ₂)
Enero	88	9,11	801,68
Febrero	30	9,11	273,3
Marzo	79	9,11	719,69
Abril	46	9,11	419,06
Mayo	60	9,11	546,6
Junio	63	9,11	573,93
Julio	57	9,11	519,27
Agosto	63	9,11	573,93
Septiembre	60	9,11	546,6
Octubre	55	9,11	501,05
Noviembre	55	9,11	501,05
Diciembre	47	9,11	428,17
TOTAL			6404,33

Fuente: CETCA Elaboración: Propia

De las tablas 7.4 y 7.5 se obtuvo que las emisiones totales asociadas a la inspección de la producción del campo, en el año 2013, son de 12303,005 Kg de CO₂ que transformadas en unidades de toneladas, son 12,303 Ton de CO₂.

7.1.5. Actividades de apoyo

Debido a que los trabajadores deben estar distribuidos en diferentes zonas de las 500 hectáreas del cultivo de té, se utilizó una camioneta Mazda para transportar al personal. La camioneta también es usada con el fin de trasladar material, para el

empaque de las hojas. Como actividades complementarias, la camioneta es asignada a la adquisición de insumos para el cultivo. Como la camioneta no es destinada para la carga, no se utilizó la metodología NTM y fueron usados los registros de consumo de gasolina y el factor de emisión de la misma de $9,11 \frac{KgCO_2}{gal}$, para aplicar la ecuación 1.

Tabla 7. 6. Emisiones de CO₂ del consumo de combustible de camioneta Mazda

Mes	Consumo Combustible camioneta Mazda (gal)	Factor de Emisiones (Kg CO ₂ /gal)	Huella de Carbono Poda Mecanizada (Kg CO ₂)
Enero	44	9,11	400,84
Febrero	52	9,11	473,72
Marzo	73	9,11	665,03
Abril	75	9,11	683,25
Mayo	30	9,11	273,3
Junio	55	9,11	501,05
Julio	100	9,11	911
Agosto	55	9,11	501,05
Septiembre	95	9,11	865,45
Octubre	0	9,11	0
Noviembre	0	9,11	0
Diciembre	0	9,11	0
TOTAL			5274,69

Fuente: CETCA Elaboración: Propia

De la tabla 7.6, se tuvo que las emisiones por actividades de apoyo en la granja, en el año 2013, son de 5274,69 Kg de CO₂; que transformadas en unidades de toneladas, son 5,274 Ton de CO₂.

Las emisiones totales del consumo de combustibles en las actividades de la granja son de 58447,635 Kg de CO₂, que en unidades de toneladas, son 58,448 Ton de CO₂.

7.2. Inventario de emisiones en instalaciones

7.2.1. Planta de producción

7.2.1.1. Energía Eléctrica

Se debe mencionar que la planta de producción de Palora, no utilizó energía eléctrica proveniente de la Planta Hidroeléctrica Paute (Total Consultoria, 2012), sino que se abastece de energía eléctrica de su propia planta hidroeléctrica, cuyo funcionamiento se da por caída natural de agua y un consumo reducido de combustible (gasolina extra).

Tabla 7. 7. Emisiones de CO₂ del consumo de combustible planta hidroeléctrica

Mes	Consumo Combustible Planta Hidroeléctrica (gal)	Factor de Emisiones (Kg CO ₂ /gal)	Huella de Carbono Planta Hidroeléctrica (Kg CO ₂)
Enero	12	9,11	109,32
Febrero	0	9,11	0
Marzo	0	9,11	0
Abril	0	9,11	0
Mayo	2	9,11	18,22
Junio	0	9,11	0
Julio	2	9,11	18,22
Agosto	0	9,11	0
Septiembre	2	9,11	18,22
Octubre	2	9,11	18,22
Noviembre	0	9,11	0
Diciembre	2	9,11	18,22
TOTAL			200,42

Fuente: CETCA Elaboración: Propia

El cálculo de la huella de carbono de la planta hidroeléctrica se presenta en la Tabla 7.7, donde se consideró el consumo mensual de combustible por el factor de emisión de la gasolina $9,11 \frac{KgCO_2}{gal}$. Se obtuvo como resultado que las emisiones totales

asociadas a la producción de energía eléctrica propia, en el año 2013, son de 200,42 Kg de CO₂ que transformadas en unidades de toneladas, son 0,2 Ton de CO₂.

7.2.1.2. Diésel para motor Caterpillar

Como se mencionó en el capítulo 6, en la sección 6.4.1.1.2, se utilizó diésel para el motor Caterpillar que provee energía eléctrica a la planta de producción. En el cálculo de emisiones de CO₂ se considera el producto de los registros de consumo de diésel mensual y el factor de emisión del diésel de $10,18 \frac{KgCO_2}{gal}$, como se presenta en la Tabla 7.8.

Tabla 7. 8. Emisiones de CO₂ del consumo de diésel del motor Caterpillar

Mes	Consumo de Diésel de Caterpillar (gal)	Factor de Emisiones (Kg CO ₂ /gal)	Huella de Carbono Caterpillar (Kg CO ₂)
Enero	2180	10,18	22192,4
Febrero	120	10,18	1221,6
Marzo	1630	10,18	16593,4
Abril	180	10,18	1832,4
Mayo	1260	10,18	12826,8
Junio	60	10,18	610,8
Julio	110	10,18	1119,8
Agosto	890	10,18	9060,2
Septiembre	1020	10,18	10383,6
Octubre	1310	10,18	13335,8
Noviembre	2720	10,18	27689,6
Diciembre	330	10,18	3359,4
TOTAL			120225,8

Fuente: CETCA Elaboración: Propia

Se obtuvo como resultado de la Tabla 7.8, que las emisiones totales de la producción de energía eléctrica por el motor Caterpillar, en el año 2013, son de 120225,8 Kg de CO₂ que transformadas en unidades de toneladas, son 120,226 Ton de CO₂.

7.2.1.3. Horno de secado

Para el horno de secado se utilizó leña y combustible para encenderla. Por un lado se hizo el cálculo de las emisiones de la combustión de los galones de combustible (gasolina extra) consumido mensualmente, y por otro lado, de los metros cúbicos de leña consumidos mensualmente.

Combustible

Para el caso del combustible se usó el factor de emisión de la gasolina de $9,11 \frac{KgCO_2}{gal}$ que se multiplicó por el combustible consumido mensualmente, como se pudo ver en la Tabla 7.9.

Tabla 7. 9. Emisiones de CO₂ del consumo de combustible para leña

Mes	Consumo Combustible para quema de Leña (gal)	Factor de Emisiones (Kg CO ₂ /gal)	Huella de Carbono quema de leña (Kg CO ₂)
Enero	4	9,11	36,44
Febrero	10	9,11	91,1
Marzo	8	9,11	72,88
Abril	10	9,11	91,1
Mayo	6	9,11	54,66
Junio	10	9,11	91,1
Julio	6	9,11	54,66
Agosto	2	9,11	18,22
Septiembre	6	9,11	54,66
Octubre	6	9,11	54,66
Noviembre	6	9,11	54,66
Diciembre	5	9,11	45,55
TOTAL			719,69

Fuente: CETCA Elaboración: Propia

Se obtuvo de la Tabla 7.8, que las emisiones totales por el consumo de combustible para encender la madera, en el año 2013, son de 719,69 *Kg de CO₂* que transformadas en unidades de toneladas, son 0,71969 *Ton de CO₂*.

Leña

Para el caso de la leña se usó el factor de emisión de restos de madera de $1442,64 \frac{KgCO_2}{short\ ton}$ (Climate Registry Default Emission Factors, 2014). Debido a que la compañía mantiene registros de su consumo de madera en unidades de metros cúbicos (m^3), fue necesario la transformación de unidades short ton a kilogramos.

$$1\ short\ ton = 907\ Kg$$

$$1442,64 \frac{KgCO_2}{short\ ton} * \frac{short\ ton}{907\ Kg} = 1,59 \frac{KgCO_2}{Kg}$$

Para la transformación final a metros cúbicos, fue necesario conocer la densidad de la madera utilizada por la compañía, debido a que CETCA utilizó diferentes tipos de madera, por ejemplo: Aguano, Pilche, Itachi, Pigue, María, Pacheco, Calum calum, Cuero de sapo, Limonsillo, Guabo, Canelo, Sauce llorón (Fuenmayor, 2014). No se utilizó una densidad específica de acuerdo al tipo de madera, y se utilizó la densidad teórica de la madera que es de $700 \frac{Kg}{m^3}$, entonces se tiene:

$$1,59 \frac{KgCO_2}{Kg} * 700 \frac{Kg}{m^3} = 1113,39 \frac{KgCO_2}{m^3}$$

Con el factor de emisión de la leña (restos de madera) y el consumo mensual de la misma, se presentan las emisiones de CO₂ en la Tabla 7.10.

Tabla 7. 10. Emisiones de CO₂ del consumo de leña

Mes	Consumo de leña (m3)	Factor de Emisiones (Kg CO ₂ /m3)	Huella de Carbono Poda Mecanizada (Kg CO ₂)
Enero	180	1113,39	200410,849
Febrero	144	1113,39	160328,679
Marzo	154	1113,39	171462,615
Abril	164	1113,39	182596,551
Mayo	173	1113,39	192617,094
Junio	167	1113,39	185936,732
Julio	166	1113,39	184823,338
Agosto	181	1113,39	201524,243
Septiembre	181	1113,39	201524,243
Octubre	212	1113,39	236039,444
Noviembre	199	1113,39	221565,327
Diciembre	159	1113,39	177029,583
TOTAL			2315858,7

Fuente: CETCA Elaboración: Propia

La cantidad numérica de emisiones de CO₂, para el 2013, por el consumo de leña es de 2315858,7 Kg de CO₂, que transformadas en unidades de toneladas para mayor entendimiento, son de 2315,859 Ton de CO₂.

7.2.2. Planta de empaclado

La única fuente de energía para el funcionamiento de la planta de empaclado, es la eléctrica. Para obtener la huella de carbono provocada por el consumo de energía eléctrica, se tomó en consideración el estudio del Factor De Emisión De CO₂ Debido a la Generación De Electricidad en el Ecuador Durante el Periodo 2001-2011, llevado a cabo por René Parra (2013) de donde se obtuvo el factor de emisión de CO₂ de 313,3 g CO₂ por KWh⁻¹. Se consideró que de la producción total de CETCA el 72 % es de té negro en sus distintas presentaciones (puro y sabores), por lo que se tuvo el 72% de consumo de energía eléctrica mensual para determinar las emisiones de CO₂. Al

multiplicar el factor antes indicado por la cantidad de consumo eléctrico mensual del año 2013 en KWh^{-1} , se obtuvo la huella de carbono correspondiente, presentada en la Tabla 7.11.

Tabla 7. 11. Emisiones de CO_2 del consumo eléctrico

Mes	Consumo Eléctrico (kWh^{-1})	Factor de Emisiones ($Kg CO_2 kWh^{-1}$)	Huella de Carbono (Kg CO_2)
Enero	2465,28	0,3133	772,37
Febrero	2388,96	0,3133	748,46
Marzo	2489,76	0,3133	780,04
Abril	2131,92	0,3133	667,93
Mayo	2193,84	0,3133	687,33
Junio	2458,08	0,3133	770,12
Julio	1736,64	0,3133	544,09
Agosto	2299,68	0,3133	720,49
Septiembre	2369,52	0,3133	742,37
Octubre	2237,04	0,3133	700,86
Noviembre	2340	0,3133	733,12
Diciembre	2477,52	0,3133	776,21
TOTAL			8643,40

Fuente: CETCA Elaboración: Propia

De la Tabla 7.11, se obtuvo que las emisiones totales para el año 2013, por el consumo de energía eléctrica para el empacado del té es de 8643,40 *Kg de CO_2* , que transformado en unidades de tonelada, son de 8,643 *Ton de CO_2* .

Las emisiones totales por consumo de combustibles en las instalaciones son de 129789,31 *Kg de CO_2* , que en unidades de toneladas son 129,789 *Ton de CO_2* . Además de las emisiones del consumo de combustibles, existen las generadas por el consumo de leña que son de 2315,859 *Ton de CO_2* . En el capítulo 8 se analiza el hecho de añadir las emisiones de la leña a las emisiones totales por consumo de combustibles fósiles.

7.3. Inventario de emisiones en transporte

Para calcular las emisiones de CO₂ del transporte de carga y distribución, se consideraron dos escenarios. Por un lado, se utilizan los factores que ofrece la metodología NTM y por otro, la información obtenida de los actores directos de la transportación. Los dos escenarios son aplicados para cada caso transportación: hacienda Sangay – Guayaquil, hacienda Sangay – Puenbo y Puenbo – distribuidores.

7.3.1. Hacienda Sangay – Guayaquil

7.3.1.1. Aplicación de factores dados por NTM


NTM proporciona factores de consumo de combustible (FC) en estado lleno y vacío, de acuerdo al tipo de vehículo y al camino recorrido (autopistas, urbano y rural).

Consumo de combustible (FC)

El camión utilizado para el transporte desde Palora a Guayaquil es un HINO KY² del año 82, con peso bruto vehicular de 25 toneladas y capacidad de 15 toneladas de carga. De acuerdo a las características del camión se usaron los factores extraídos de la Tabla 2.1 en unidades de $\frac{gal}{km}$.

² La información asociada al camión para la transportación del té desde la hacienda Sangay a Guayaquil, ha sido proporcionada por el dueño del camión.

Tabla 7. 12. Consumo de combustible por tipo de camino para un camión tipo N° 5

Ilustración	Peso Máximo (Ton)	Capacidad máxima (Ton)	Combustible	FC rural (gal/km)		FC autopista (gal/km)		FC urbana (gal/km)	
				vacío	lleno	vacío	lleno	vacío	lleno
	14-26	15	Diésel, Euro-80 ties	0,063	0,086	0,064	0,082	0,080	0,11

Fuente: (Dueñas, 2014) **Elaboración:** Propia

Factor de carga (LF)

Para determinar el factor de carga, es necesario conocer la capacidad de carga del camión, en este caso es de 15 toneladas (15000 kilogramos). Es importante señalar, que el tener un camión lleno no significa, que el mismo esté a su máxima capacidad, a esto se refiere el factor de carga (LF). Para el caso del té, 200 sacos de 50 kilogramos (10000 kilogramos) llenan el camión, por lo que el camión no está a su máxima capacidad de carga pero si su máxima de volumen. Es importante considerar que la carga no puede superar los límites del cajón, porque estos están de acuerdo a las longitudes máximas permitidas establecidas por Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO), que es el organismo encargado del cumplimiento del Reglamento Técnico Andino sobre Límites de Pesos y Dimensiones de los Vehículos destinados al Transporte de Pasajeros y Mercancías por Carretera (MTO).

De acuerdo al peso máximo transportado y a la capacidad del camión se obtuvo el factor de carga (LF), que para el presente caso es de 67%.

$$LF = \frac{10000 \text{ Kg}}{15000 \text{ Kg}} = 0,67$$

Distancia (D)

Con el de localización Google Earth, se encontraron las coordenadas de longitud y latitud (x, y) de la hacienda y de la bodega logística del exportador en Guayaquil. Posterior a la localización de puntos, se utilizó ArcGIS MAP un programa de GIS, en el cual se comprobaron las coordenadas (longitud (x) y latitud (y)) y se obtuvieron las distancias. El programa ArcGIS MAP es de propiedad de la empresa Location World, la misma que dio las distancias, que se presentan en la Tabla 7.13.

Tabla 7. 13. Información de ubicaciones y distancias Hacienda Sangay – Guayaquil

Local	Dirección	Cantón	Parroquia	Longitud	Latitud	Distancia (Km)
Hacienda Sangay CETCA	Parque Nacional Sangay	Palora	Palora	-77,958	-1,689	
Grupo Calderón S.A. Comexport	Av. Perimetral Km. 25 y Lcdo. Luis Eduardo Robles Plaza	Guayaquil	Tarqui	-79,947	-2,107	445,11
Grupo Calderón S.A. Comexport	Av. Perimetral Km. 25 y Lcdo. Luis Eduardo Robles Plaza	Guayaquil	Tarqui	-79,947	-2,107	445,10
Hacienda Sangay CETCA	Parque Nacional Sangay	Palora	Palora	-77,958	-1,689	

Fuente: Location World **Elaboración:** Propia

Además Location World proporcionó la distancia recorrida por tipo de camino, la misma que se presenta en la Tabla 7.14.

Tabla 7. 14. Distancias por tipo de camino para Hacienda Sangay – Guayaquil

Local	Distancia Rural (km)	Distancia autopista (km)	Distancia Urbana (km)
Hacienda Sangay CETCA			
Grupo Calderón S.A. Comexport	1,5	354,59	89,02

Fuente: Location World **Elaboración:** Propia

Con la información de la compañía, del número de envíos realizados al mes que se presentan en la Tabla 7.15, se determinó la distancia total recorrida en el año 2013.

Tabla 7. 15. Número de envíos a Guayaquil por mes

Mes	N° de envíos a Guayaquil
Enero	7
Febrero	5
Marzo	2
Abril	5
Mayo	4
Junio	3
Julio	5
Agosto	7
Septiembre	5
Octubre	1
Noviembre	9
Diciembre	5
TOTAL	58

Fuente: CETCA Elaboración: Propia

Con la distancia desde la hacienda Sangay a Guayaquil de la Tabla 7.13, se determinó la distancia para cada mes y la distancia total recorrida total en el año 2013.

Tabla 7. 16. Distancia en Km desde la hacienda Sangay hasta Guayaquil por tipo de ruta.

Mes	Distancia total (km)	Distancia Rural (km)	Distancia autopista (km)	Distancia Urbana (km)
Enero	3115,79	10,50	2482,13	623,16
Febrero	2225,56	7,50	1772,95	445,11
Marzo	890,22	3,00	709,18	178,04
Abril	2225,56	7,50	1772,95	445,11
Mayo	1780,45	6,00	1418,36	356,09
Junio	1335,34	4,50	1063,77	267,07
Julio	2225,56	7,50	1772,95	445,11
Agosto	3115,79	10,50	2482,13	623,16
Septiembre	2225,56	7,50	1772,95	445,11
Octubre	445,11	1,50	354,59	89,02
Noviembre	4006,01	13,50	3191,31	801,20
Diciembre	2225,56	7,50	1772,95	445,11
TOTAL	25816,52	87,00	20566,22	5163,30

Fuente: Location World *Elaboración:* Propia

Para el caso de transporte desde Guayaquil únicamente se consideraron cuatro ocasiones que el camión regresó a la Hacienda por motivos de transporte de repuestos y material de empaque (Fuenmayor, 2014). No se consideró que el número de viajes desde la hacienda Sangay a Guayaquil sea igual al de retornos porque el transportista cumple con entregar los pedidos en la bodega logística y casualmente cumple con otros contratos externos a la compañía. La distancia total recorrida de retorno por las cuatro ocasiones se presenta en la Tabla 7.17.

Tabla 7. 17. Distancia en Km desde Guayaquil hasta hacienda Sangay

Distancia Retorno (Km)	Distancia Rural (km)	Distancia autopista	Distancia Urbana
1780,4	6	1418	356

Fuente: Location World *Elaboración:* Propia

Emisiones de combustible (FE)

Como el camión consume diésel, como fuente de energía, se utilizó el factor de emisión del diésel que se utilizó en los anteriores cálculos.

$$FE_{diésel} = 10,18 \frac{KgCO_2}{gal}$$

Emisiones Totales (EM_{TOTAL})

Para las emisiones totales, se calcularon aquellas asociadas a los viajes desde la hacienda Sangay hasta Guayaquil. Se utilizó la ecuación 4 para determinar el consumo de combustible por cada tipo de camino, con el factor de carga de 67% y la ecuación 6, para obtener las emisiones totales.

$$FC = FC_{vacío} + (FC_{lleno} - FC_{vacío})LF$$

Camino rural:

$$FC = 0,063 \frac{gal}{Km} + \left(0,086 \frac{gal}{Km} - 0,063 \frac{gal}{Km} \right) 0,67$$

$$FC = 0,079 \frac{gal}{Km}$$

Camino autopista:

$$FC = 0,064 \frac{gal}{Km} + \left(0,082 \frac{gal}{Km} - 0,064 \frac{gal}{Km} \right) 0,67$$

$$FC = 0,076 \frac{gal}{Km}$$

Camina urbano:

$$FC = 0,080 \frac{gal}{Km} + \left(0,11 \frac{gal}{Km} - 0,080 \frac{gal}{Km} \right) 0,67$$

$$FC = 0,099 \frac{gal}{Km}$$

$$EM_{TOTAL} = FE(FC)(D)$$

$$EM_{TOTAL}$$

$$= \left(10,18 \frac{KgCO_2}{gal} * 0,079 \frac{gal}{Km} * 87Km \right)$$

$$+ \left(10,18 \frac{KgCO_2}{gal} * 0,076 \frac{gal}{Km} * 20566,22 Km \right)$$

$$+ \left(10,18 \frac{KgCO_2}{gal} * 0,099 \frac{gal}{Km} * 5163,30 Km \right)$$

$$= 21266,04 KgCO_2$$

Tipo de Camino

Como se mencionó en el capítulo 2, en la sección 2.5.1.3 de NTM, se debe tener en cuenta el terreno montañoso por lo que se añadió un 5% al total de emisiones como se presenta a continuación.

$$EM_{TOTAL} = 1,05 * 21266,04 KgCO_2$$

$$EM_{TOTAL} = 22329,35 KgCO_2$$

Unidades de emisión

Para determinar emisiones por la carga enviada real, se consideró la carga que es transportada por viaje, en este caso la carga es igual a la carga máxima de té, es decir 10000 kilogramos (10 toneladas) por lo que las emisiones por carga transportada real son igual a las totales y se tiene:

$$e_t = EM_{TOTAL} \left(\frac{w_d}{LO \max(LF)} \right)$$

$$e_t = 22329,35 \text{ KgCO}_2 * \left(\frac{10000 \text{ kilogramos}}{15000 \text{ kilogramos} * 0,67} \right) = 22329,35 \text{ KgCO}_2$$

Las emisiones totales por carga real promedio transportada desde la Hacienda Sangay hasta Guayaquil son de 22329,35 KgCO_2 , considerando un 5% extra en las emisiones por caminos montañosos.

En el ANEXO 5 en la Tabla A5.1, se presenta un resumen de los cálculos mensuales de emisiones de los viajes desde la hacienda Sangay a Guayaquil.

Emisiones de retorno

Es importante determinar las emisiones de las cuatro ocasiones de retorno del camión, para ello se consideraron: la distancia recorrida (D) y el factor de consumo de combustible (FC) del camión, que son iguales a los calculados para el caso del viaje desde la hacienda a Guayaquil, el factor de emisión del diésel (FE) y una carga real de

3000 kilogramos, debido a que la carga transportada desde Guayaquil no supera, dicha cantidad (Fuenmayor, 2014).

$$EM_{TOTAL} = FE(FC)(D)$$

$$EM_{TOTAL}$$

$$\begin{aligned} &= \left(10,18 \frac{KgCO_2}{gal} * 0,079 \frac{gal}{Km} * 6Km \right) \\ &+ \left(10,18 \frac{KgCO_2}{gal} * 0,076 \frac{gal}{Km} * 1418 Km \right) \\ &+ \left(10,18 \frac{KgCO_2}{gal} * 0,099 \frac{gal}{Km} * 356 Km \right) = 1460,69 KgCO_2 \end{aligned}$$

Considerando el terreno montañoso se añadió el 5% al total de emisiones.

$$EM_{TOTAL} = 1,05 * 1460,69 KgCO_2 = 1533,72 KgCO_2$$

Finalmente, se consideró que el camión regresa únicamente con 3000 kilogramos, y se determinaron las emisiones por la carga real de retorno.

$$e_t = EM_{TOTAL} \left(\frac{w_d}{LO \max(LF)} \right)$$

$$e_t = 1533,72 KgCO_2 * \left(\frac{3000 \text{ kilogramos}}{15000 \text{ kilogramos} * 0,67} \right) = 457,83 KgCO_2$$

Las emisiones totales de los viajes entre la hacienda Sangay y Guayaquil, en el 2013, con el uso de los factores dados por NTM son de 22787,18 $KgCO_2$, que transformadas en unidades de toneladas son de 22,787 *ton deCO₂*.

7.3.1.2. NTM con información de transportista

Para obtener la información necesaria de entrada para el uso de las ecuaciones 4, 5 y 6 de la metodología NTM y determinar las emisiones de CO_2 , se hizo una entrevista con la persona encargada del transporte desde la hacienda Sangay hasta Guayaquil. De acuerdo a René Parra (2014), catedrático del Instituto de Investigaciones Atmosféricas de la Universidad San Francisco de Quito, la mejor información que se pudo obtener para el cálculo de la huella de carbono, es de los actores directos.

Consumo de combustible (FC)

En este caso, es el conductor y propietario del camión, quien sabe el rendimiento de su vehículo, nos proporcionó la información necesaria. Para determinar el consumo de combustible, el transportista indicó el consumo de diésel en dólares a Guayaquil con el camión lleno a su capacidad máxima de 15 toneladas. De la misma manera cuando viaja vacío. La información obtenida se presenta en la Tabla 7.18.

Tabla 7. 18. Información de consumo de diésel, hacienda Sangay – Guayaquil

Consumo de diésel hacienda Sangay - Guayaquil			
(\$)		(gal)	
105		101,93	
Lleno	Vacío	Lleno	Vacío
65	40	63,1	38,83

Fuente: Entrevista con transportista **Elaboración:** Propia

La información obtenida de consumo de combustible fue en dólares, considerando el precio comercial del diésel de 1,03 dólares por galón (ANDES, 2013), se determinó la cantidad de gasolina consumida en galones.

$$\text{consumo diésel (gal)} = 105 \frac{\$}{\text{viaje}} * \frac{1 \text{gal}}{1,03 \$} = 101,93 \text{ gal}$$

$$\text{consumo diésel camión lleno (gal)} = 65 \frac{\$}{\text{viaje}} * \frac{1 \text{gal}}{1,03 \$} = 63,1 \text{ gal}$$

$$\text{consumo diésel camión vacío (gal)} = 40 \frac{\$}{\text{viaje}} * \frac{1 \text{gal}}{1,03 \$} = 38,83 \text{ gal}$$

Para determinar el consumo de combustible por kilómetro se utilizó la distancia recorrida total recorrida desde la hacienda Sangay en Palora, hasta la bodega logística del exportador en Guayaquil. Con la información de la Tabla 7.13, se determinó el consumo de combustible (FC).

$$FC_{\text{lleno}} \left(\frac{\text{gal}}{\text{Km}} \right) = \frac{63,1 \text{gal}}{445,1 \text{km}} = 0,14 \frac{\text{gal}}{\text{Km}}$$

$$FC_{\text{vacío}} \left(\frac{\text{gal}}{\text{Km}} \right) = \frac{38,83 \text{gal}}{445,1 \text{km}} = 0,09 \frac{\text{gal}}{\text{Km}}$$

Factor de carga (LF)

Como se indicó en la sección 7.3.1.1 de la aplicación de factores dados por NTM, de acuerdo al peso máximo de té transportado por el camión, el factor de carga (LF) es 67%.

Distancia (D)

La distancia total recorrida desde la hacienda a Guayaquil es de 25816,52 Km como lo muestra la Tabla 7. 16. Por otro lado la distancia total de retorno es de 1780,4 Km por las cuatro ocasiones de retorno.

Emisiones de combustible (FE)

El camión consume diésel entonces se utilizó el factor de emisión del diésel que es de $10,18 \frac{KgCO_2}{gal}$.

Emisiones totales (EM_{TOTAL})

Para las emisiones totales, se consideró el cálculo de los viajes desde la hacienda hasta Guayaquil. Se utilizaron las ecuaciones 4 y 6 como se presenta a continuación.

$$FC = FC_{vacío} + (FC_{lleno} - FC_{vacío})LF$$

$$FC = 0,09 \frac{gal}{Km} + \left(0,14 \frac{gal}{Km} - 0,09 \frac{gal}{Km} \right) 0,67$$

$$FC = 0,1235 \frac{gal}{Km}$$

$$EM_{TOTAL} = FE (FC)(D)$$

$$EM_{TOTAL} = 10,18 \frac{KgCO_2}{gal} * 0,1235 \frac{gal}{Km} * 25816,52 Km = 32457,30 KgCO_2$$

Tipo de camino

Se añadió un 5% al total de emisiones por el camino montañoso de Ecuador, como se presenta a continuación.

$$EM_{TOTAL} = 1,05 * 32457,30KgCO_2$$

$$EM_{TOTAL} = 34080,17KgCO_2$$

Unidades de emisión

Se refiere a las emisiones por la carga real enviada, en este caso la carga es igual a la carga máxima de té, por lo que el factor en paréntesis es 1 y las emisiones por carga real son iguales a las emisiones totales.

$$e_t = EM_{TOTAL} \left(\frac{w_d}{LO \max(LF)} \right)$$

$$e_t = 34080,17KgCO_2 * \left(\frac{10000 \text{ kilogramos}}{15000 \text{ kilogramos} * 0,67} \right) = 34080,17KgCO_2$$

Las emisiones totales por carga real promedio transportada desde la Hacienda Sangay hasta Guayaquil son de 34080,17 KgCO₂, considerando el 5% más en las emisiones por caminos montañosos.

En el ANEXO 5 en la Tabla A5.2, se presenta un resumen de los cálculos mensuales de emisiones de los viajes desde la hacienda Sangay a Guayaquil, considerando la información del transportista, del camión utilizado para esta actividad.

Emisiones de retorno

Se deben considerar los cuatro retornos a la hacienda, para ello se consideró la distancia recorrida (D), por el factor de consumo de combustible (FC), el factor de emisión del combustible (diésel)

$$EM_{TOTAL} = FE (LC)(D)$$

$$EM_{TOTAL} = 10,18 \frac{KgCO_2}{gal} * 0,1235 \frac{gal}{Km} * 1780,4 Km = 2238,37 KgCO_2$$

En el regreso también se consideró el 5% por el terreno montañoso

$$EM_{TOTAL} = 1,05 * 2238,37 KgCO_2 = 2350,29 KgCO_2$$

Finalmente, se consideró que el camión regresa únicamente con 3000 kilogramos, y se determinaron las emisiones por la carga real de retorno.

$$e_t = EM_{TOTAL} \left(\frac{w_d}{LO \max(LF)} \right)$$

$$e_t = 235,02 \text{ KgCO}_2 * \left(\frac{3000 \text{ kilogramos}}{15000 \text{ kilogramos} * 0,67} \right) = 701,6 \text{ KgCO}_2$$

Las emisiones totales de los viajes entre la hacienda Sangay y Guayaquil, en el 2013, y de acuerdo a la información del camión utilizado para esta actividad, son de 34781,75 KgCO_2 , que transformadas en unidades de toneladas son de 43,782 *ton deCO₂*.

7.3.2. Hacienda Sangay – Puenbo

7.3.2.1. Aplicación de factores dados por NTM


Al igual que para el viaje de la hacienda a Guayaquil, se pueden calcular las emisiones de CO_2 con los factores de consumo de combustible (FC) en estado lleno y vacío, de acuerdo al tipo de vehículo y al camino recorrido (autopistas, urbano y rural), proporcionados por NTM.

Consumo de combustible (FC)

El camión que se utilizó para el transporte desde la hacienda Sangay a Puenbo, es un HINO FC4J³ del año 2010, con peso bruto vehicular de 10,25 toneladas, capacidad de 7 toneladas de carga. A partir de las características del camión se utilizaron los factores de consumo de combustible de la Tabla 2.1 en unidades de $\frac{\text{gal}}{\text{km}}$.

³ La información asociada al camión para la transportación del té desde la hacienda Sangay a Puenbo, ha sido proporcionada por el dueño del camión.

Tabla 7. 19. Consumo de combustible por tipo de camino para el camión tipo N°4

Ilustración	Peso Máximo (Ton)	Capacidad máxima (Ton)	Combustible	FC rural (gal/km)		FC autopista (gal/km)	
				vacío	lleno	vacío	lleno
	7,5-14	7	Diésel, Euro 5	0,039	0,050	0,042	0,050

Fuente: NTM Elaboración: Propia

Factor de carga (LF)

Para determinar el factor de carga, se usó la capacidad de carga del camión, que es de 7 toneladas (7000 kilogramos). Por otro lado, de acuerdo al transportista, el camión puede transportar 110 sacos (5500 kilogramos) de té, de manera que el camión esté lleno, sin superar los límites del cajón para asegurar el cumplimiento con el Reglamento Técnico Andino sobre Límites de Pesos y Dimensiones de los Vehículos destinados al Transporte de Pasajeros y Mercancías por Carretera (MTO). Hay que recordar que el tener un camión lleno no significa que el camión esté a su máxima capacidad. Entonces, de acuerdo al peso máximo transportado y a la capacidad del camión, se obtuvo el factor de carga (LF) de 79%.

$$LF = \frac{5500 \text{ Kg}}{7000 \text{ Kg}} = 0,79$$

Distancia (D)

Para determinar la distancia recorrida desde la hacienda Sangay en Palora hasta la planta de empaquetamiento en Puenbo, se localizaron las latitudes (y) y longitudes (x) en Google Earth. Con esta información, la empresa Location World, en el programa ArcGIS MAP, determinó las distancias. La distancia se obtuvo de acuerdo a la ruta que sigue el transportista, en este caso llega hasta Puenbo por la vía oriental E45 y E20. Las distancias respectivas para la ida (hacienda-Puenbo) y el retorno (Puenbo-Hacienda), se presenta en la Tabla 7.20.

Tabla 7. 20. Información de ubicaciones y distancias Hacienda Sangay – Puenbo

Local	Dirección	Cantón	Parroquia	Longitud	Latitud	Distancia (Km)
Hacienda Sangay CETCA	Parque Nacional Sangay	Palora	Palora	-77,96	-1,67	304,98
CETCA planta empacadora	Av. Interoceánica Km. 21 1/2 y Psje. Guachamín	Quito	Puenbo	-78,36	-0,21	
CETCA planta empacadora	Av. Interoceánica Km. 21 1/2 y Psje. Guachamín	Quito	Puenbo	-78,36	-0,21	308,5
Hacienda Sangay CETCA	Parque Nacional Sangay	Palora	Palora	-77,958	-1,689	

Fuente: Location World **Elaboración:** Propia

Con el aporte de la cartografía de Location World, se encontró que para llegar a Puenbo, únicamente existen vías de tipo rural y autopista. Con dicha información, se obtuvo la distancia recorrida por tipo de camino para el viaje desde la hacienda Sangay a Puenbo, la misma que se presenta en la Tabla 7.21. Y la respectiva, desde Puenbo a la hacienda, que se presenta en la Tabla 7.22.

Tabla 7. 21. Distancias Hacienda Sangay – Puenbo por tipo de camino

Local	Distancia Rural (km)	Distancia autopista (km)
Hacienda Sangay CETCA CETCA planta empacadora	1,5	303,48

Fuente: Location World Elaboración: Propia

Tabla 7. 22. Distancias Puenbo- Hacienda Sangay por tipo de camino

Local	Distancia Rural (km)	Distancia autopista (km)
CETCA planta empacadora Hacienda Sangay CETCA	1,5	307

Fuente: Location World Elaboración: Propia

La distancia total recorrida en el año 2013 de ida y de vuelta, se obtuvo con la información de la compañía del número de envíos realizados al mes, dicha información se presenta en la Tabla 7.23.

Tabla 7. 23. Número de envíos a Puenbo por mes

Mes	N° de envíos a Puenbo
Enero	4
Febrero	1
Marzo	6
Abril	1
Mayo	5
Junio	3
Julio	4
Agosto	1
Septiembre	4
Octubre	3
Noviembre	1
Diciembre	0
TOTAL	33

Fuente: CETCA Elaboración: Propia

Con las distancias de ida de la Tabla 7.21 y vuelta de la tabla 7.22., se determinaron en la Tabla 7.24 y en la tabla 7.25, la distancia para cada mes, la distancia total recorrida en el año 2013, además la distancia respectiva para cada tipo de camino.

Tabla 7. 24. *Distancia desde Hacienda Sangay hasta Puenbo*

Mes	Distancia (Km)	Distancia Rural (km)	Distancia autopista (km)
Enero	1219,912	6,00	1213,91
Febrero	304,978	1,50	303,48
Marzo	1829,868	9,00	1820,87
Abril	304,978	1,50	303,48
Mayo	1524,89	7,50	1517,39
Junio	914,934	4,50	910,43
Julio	1219,912	6,00	1213,91
Agosto	304,978	1,50	303,48
Septiembre	1219,912	6,00	1213,91
Octubre	914,934	4,50	910,43
Noviembre	304,978	1,50	303,48
Diciembre	0	0,00	0,00
Total	10064,274	49,50	10014,77

Fuente: *Location World* **Elaboración:** *Propia*

Para el caso del viaje desde Puenbo hasta la hacienda, se consideró que el camión siempre regresa con mercadería (uniformes, insumos de oficina y víveres) de peso promedio de 300 kilogramos (Fuenmayor, 2014), por retorno.

Tabla 7. 25. *Distancia desde Puenbo hasta Hacienda Sangay*

Mes	Distancia (Km)	Distancia Rural (km)	Distancia autopista (km)
Enero	1234,02	6	1228,02
Febrero	308,50	1,5	307,00
Marzo	1851,02	9	1842,02
Abril	308,50	1,5	307,00
Mayo	1542,52	7,5	1535,02
Junio	925,51	4,5	921,01
Julio	1234,02	6	1228,02
Agosto	308,50	1,5	307,00
Septiembre	1234,02	6	1228,02
Octubre	925,51	4,5	921,01
Noviembre	308,50	1,5	307,00
Diciembre	0,00	0	0,00
TOTAL	10180,63	49,5	10131,13

Fuente: Location World *Elaboración:* Propia

Emisión de combustible (FE)

El combustible que se utilizó para camión HINO FC4J es diésel entonces se usó el factor de emisión de $10,18 \frac{KgCO_2}{gal}$.

Emisiones totales (EM_{TOTAL})

Se calcularon las emisiones asociadas a la entrega del té desde la hacienda a Puenbo, como primer paso. Se utilizó la ecuación 4 para determinar el consumo de combustible por tipo de camino y la ecuación 6 para calcular las emisiones totales.

$$FC = FC_{vacío} + (FC_{lleno} - FC_{vacío})LF$$

Camino rural:

$$FC = 0,039 \frac{gal}{Km} + \left(0,050 \frac{gal}{Km} - 0,039 \frac{gal}{Km} \right) 0,79$$

$$FC = 0,0478 \frac{gal}{Km}$$

Camino autopista:

$$FC = 0,042 \frac{gal}{Km} + \left(0,050 \frac{gal}{Km} - 0,042 \frac{gal}{Km} \right) 0,79$$

$$FC = 0,0486 \frac{gal}{Km}$$

$$EM_{TOTAL} = FE(FC)(D)$$

$$EM_{TOTAL}$$

$$= \left(10,18 \frac{KgCO_2}{gal} * 0,0478 \frac{gal}{Km} * 49,50 Km \right)$$

$$+ \left(10,18 \frac{KgCO_2}{gal} * 0,0486 \frac{gal}{Km} * 10014,77 Km \right)$$

$$= 4977,22 KgCO_2$$

Tipo de camino

A las emisiones totales se añadió un 5% por el camino montañoso de Ecuador.

$$EM_{TOTAL} = 1,05 * 4977,22 KgCO_2$$

$$EM_{TOTAL} = 5226,08 KgCO_2$$

Unidades de emisión

La carga real que se envía en promedio desde la hacienda hasta la planta de empacado es de 5000 kilogramos (5 toneladas), es decir 100 sacos de 50 kilogramos.

Considerando que la capacidad máxima real del camión es de 7000 (7 toneladas), se tuvo las emisiones por carga real transportada.

$$e_t = EM_{TOTAL} \left(\frac{w_d}{LO \max(LF)} \right)$$

$$e_t = 5226,08 \text{ KgCO}_2 * \left(\frac{5000 \text{ kilogramos}}{7000 \text{ kilogramos} * 0,79} \right) = 4725,21 \text{ KgCO}_2$$

Las emisiones totales por carga real por envío, desde la Hacienda Sangay hasta Puenbo es de 4725,21 KgCO₂, con el 5% más en las emisiones totales por los caminos montañosos.

Emisiones de retorno

Dado que el camión de transporte de la hacienda Sangay a Puenbo, retorna a la hacienda, es importante determinar las emisiones de este recorrido. Para el cálculo se utilizaron: la distancia recorrida (D) de retorno, el factor de consumo de combustible (FC) del camión, que son iguales a los calculados por tipo de camino, el factor de emisión del diésel (FE) y una carga real de 300 kilogramos que es el peso promedio de los envíos desde Puenbo (Fuenmayor, 2014).

$$EM_{TOTAL} = FE(FC)(D)$$

$$\begin{aligned}
 EM_{TOTAL} &= \left(10,18 \frac{KgCO_2}{gal} * 0,0478 \frac{gal}{Km} * 49,5Km \right) \\
 &+ \left(10,18 \frac{KgCO_2}{gal} * 0,0486 \frac{gal}{Km} * 10131,13 Km \right) \\
 &= 5034,76 KgCO_2
 \end{aligned}$$

Se añadió el 5% al total de emisiones, por el terreno montañoso.

$$EM_{TOTAL} = 1,05 * 5034,76 KgCO_2 = 5286,50 KgCO_2$$

Con la carga real, con la que regresa el camión se determinaron las emisiones por la carga real de retorno a la hacienda.

$$e_t = EM_{TOTAL} \left(\frac{w_d}{LO \max(LF)} \right)$$

$$e_t = 5286,50 KgCO_2 * \left(\frac{300 \text{ kilogramos}}{7000 \text{ kilogramos} * 0,79} \right) = 286,79 KgCO_2$$

Las emisiones totales de los viajes entre la hacienda Sangay y Puenbo, en el 2013, son de 5012,00 $KgCO_2$, con la información de NTM, las mismas que transformadas en unidades de toneladas son de 5,012 $Ton deCO_2$.

En el ANEXO 5 en la Tabla A5.3 y en la Tabla A4.4 se presenta un resumen de los cálculos mensuales de emisiones de los viajes desde la hacienda Sangay a Puenbo, así

como los de regreso considerando los factores de consumo de combustible dados por la metodología NTM.

7.3.2.2. NTM con información de transportista

Al igual que el caso Hacienda Sangay – Guayaquil, se obtuvo información del transportista y propietario encargado de la entrega del té a Puembo, a la planta empacadora.

Consumo de combustible (FC)

Se obtuvo información del consumo de diésel en dólares a Puembo con el camión lleno a su capacidad máxima de 7 toneladas, de la misma manera cuando viaja vacío. La información obtenida se presenta en la Tabla 7.17.

Tabla 7. 26. Información de Consumo de diésel Palora – Puembo

Consumo de diésel Palora - Puembo			
(\$)		(gal)	
46		46,48	
Lleno	Vacío	Lleno	Vacío
33	13	32,04	14,44

Fuente: Entrevista con transportista **Elaboración:** Propia

Con el precio del diésel de 1,03 dólares por galón (ANDES, 2013) se determinó la cantidad de gasolina consumida.

$$\text{consumo diésel (gal)} = 46 \frac{\$}{\text{viaje}} * \frac{1 \text{ gal}}{1,03 \$} = 46,48 \text{ gal}$$

$$\text{consumo diésel camión lleno (gal)} = 33 \frac{\$}{\text{ida}} * \frac{1 \text{ gal}}{1,03 \$} = 32,04 \text{ gal}$$

$$\text{consumo diésel camión vacío (gal)} = 13 \frac{\$}{\text{viaje}} * \frac{1 \text{ gal}}{1,03 \$} = 14,44 \text{ gal}$$

Para determinar el consumo de combustible por kilómetro se utilizó la distancia total recorrida de la Tabla 7.20.

$$LC_{\text{lleno}} \left(\frac{\text{gal}}{\text{Km}} \right) = \frac{32,04 \text{ gal}}{304,98 \text{ km}} = 0,111 \frac{\text{gal}}{\text{Km}}$$

$$LC_{\text{vacío}} \left(\frac{\text{gal}}{\text{Km}} \right) = \frac{14,44 \text{ gal}}{304,98 \text{ km}} = 0,047 \frac{\text{gal}}{\text{Km}}$$

Factor de carga (LF)

De acuerdo a la capacidad de carga del camión y al peso máximo transportado se tuvo que el factor de carga es de 79%, como se indicó en la sección 7.3.2.2.

Distancia (D)

La distancia total recorrida desde la hacienda hasta Pumbo es de 10064,274 Km, como lo muestra la Tabla 7. 24 y la distancia total de retorno es de 10180,63 Km.

Emisión de combustible (FE)

El camión consume diésel por lo que, se utilizó el factor de emisión de $10,18 \frac{KgCO_2}{gal}$.

Emisiones totales (EM_{TOTAL})

Con los factores antes mencionados se calcularon las emisiones de a los viajes de entrega desde la hacienda Sangay hasta Puembo. Se utilizaron las ecuaciones 4 y 5 para determinar el consumo de combustible y calcular el total de emisiones, respectivamente.

$$FC = FC_{vacío} + (FC_{lleno} - FC_{vacío})LF$$

$$FC = 0,047 \frac{gal}{Km} + \left(0,11 \frac{gal}{Km} - 0,047 \frac{gal}{Km} \right) 0,79$$

$$FC = 0,098 \frac{gal}{Km}$$

$$EM_{TOTAL} = FE (FC)(D)$$

$$EM_{TOTAL} = 10,18 \frac{KgCO_2}{gal} * 0,098 \frac{gal}{Km} * 10064,274 Km = 9995,44 KgCO_2$$

Tipo de camino

Por el camino montañoso se sumó un 5% a las emisiones totales.

$$EM_{TOTAL} = 1,05 * 9995,44 KgCO_2$$

$$EM_{TOTAL} = 10495,21 \text{ KgCO}_2$$

Unidades de emisiones

La carga real que se envía en promedio, son 100 sacos de té de 50 kilogramos, de acuerdo al jefe de producción y despacho (Fuenmayor, 2014). Para el cálculo se consideraron los 5000 kilogramos (5 toneladas) transportados en un camión con capacidad de 7000 kilogramos (7 toneladas).

$$e_t = EM_{TOTAL} \left(\frac{w_d}{LO \max(LF)} \right)$$

$$e_t = 10495,21 \text{ KgCO}_2 * \left(\frac{5000 \text{ kilogramos}}{7000 \text{ kilogramos} * 0,79} \right) = 9489,34 \text{ KgCO}_2$$

Las emisiones totales por 100 sacos transportados mensualmente desde la Hacienda Sangay hasta Puenbo son de 9489,34 KgCO₂.

Emisiones de retorno

Las emisiones de regreso del camión, con 300 kilogramos están explicadas por: la distancia recorrida de regreso (D), por el factor de consumo de combustible (FC) del camión, el factor de emisión del diésel (FE) y la cantidad transportada.

$$EM_{TOTAL} = FE(FC)(D)$$

$$EM_{TOTAL} = \left(10,18 \frac{KgCO_2}{gal} * 0,098 \frac{gal}{Km} * 10180,63 Km \right) = 10156.60 KgCO_2$$

Considerando el terreno montañoso se añadió el 5% al total de emisiones.

$$EM_{TOTAL} = 1,05 * 10156.60 KgCO_2 = 15234,91 KgCO_2$$

Con la carga real, con la que regresa el camión se determinaron las emisiones por la carga real de retorno a la hacienda.

$$e_t = EM_{TOTAL} \left(\frac{w_d}{LO \max(LF)} \right)$$

$$e_t = 15234,91 KgCO_2 * \left(\frac{300 \text{ kilogramos}}{7000 \text{ kilogramos} * 0,79} \right) = 400,18 KgCO_2$$

Para los viajes entre la hacienda Sangay y Puenbo, en el 2013, las emisiones totales, considerando la información del camión que se utilizó para esta actividad, son de 9889,52 KgCO₂, que transformadas en unidades de toneladas son de 9,889 Ton deCO₂.

En el ANEXO 5, en la Tabla A5.5 y en la Tabla A4.6 se presenta un resumen de los cálculos mensuales de emisiones de los viajes desde la hacienda Sangay a Puenbo, así como los de regreso considerando la información del camión

7.3.3. Puembo - distribuidores

7.3.3.1. Aplicación de factores dados por NTM

De acuerdo a una entrevista mantenida con la Gerente de Marketing y Ventas, se mantienen entregas permanentes para sus clientes corporativos, a ciertos distribuidores, hoteles y funerarias (Sánchez, 2014). Para estos clientes frecuentes se sigue un cronograma de entregas diario. Las ventas eventuales se ajustan a la planificación. Por lo que, para el cálculo de las emisiones de CO₂ se consideró la planificación de entregas por día para los clientes frecuentes de CETCA.


Para la distribución, se utilizan dos vehículos subcontratados de un mismo propietario. Para la distribución de los días lunes, martes y jueves se utilizó un vehículo Ford Courier de 1995, con peso bruto vehicular de 1,7 toneladas; y para los días miércoles y viernes un vehículo Ford350XL de 1998, con peso bruto vehicular de 3,5 toneladas. Los dos vehículos consumen gasolina extra para su funcionamiento. NTM proporciona factores de consumo de combustible de acuerdo al tipo de vehículo, de combustible, camino y factor de carga. Para este caso, se consideró la información: consumo de combustible en camino urbano y autopista para un factor de carga (LF) de 40%. La información de los factores se encuentra en la Tabla 7.27.

La información de la cantidad de pedido por día para cada cliente, no es de acceso público, por lo que no se pudo determinar el factor de carga en el transcurso de la entrega. Por un lado, primeramente se consideró un factor de carga total de 50 %, debido a que cada camión asignado para un día de entrega, sale lleno de la planta de empaquetamiento en Puembo y conforme visita los puntos de entrega, se reduce su carga hasta quedar vacío para regresar a la planta. De esta manera se balancea el hecho de que el camión sale lleno y regresa vacío (Córdova, 2014). Pero, se consideró

únicamente un factor de carga de 40%; debido a que se consideró que de la producción total de ventas el 72 % es de productos de té, que es el producto bajo estudio.

Se utilizó un FC de camino urbano, debido a que las entregas de los días lunes a jueves se realizan en el Distrito Metropolitano de Quito, y un FC de tipo de camino autopista, porque la entrega del día viernes es en el cantón Rumiñahui y se circula por la vía E35. Además, se utilizaron los FC de acuerdo al año de los vehículos, que en este caso entra en la clasificación de Gasolina Euro2.

Tabla 7. 27. Consumo de combustible para un factor de carga de 50% de los camiones tipo N°1 y 2

Ilustración	Denominación	Peso Máximo	Combustible	FC urbano (gal/km)	FC autopista (gal/km)
--	Recolector	1,7	Gasolina,	0,0377	0,0265
	Camioneta/furgón	3,5	Euro2	0,0458	0,0299

Fuente: (Dueñas, 2014) **Elaboración:** Propia

Debido a que la empresa dio apertura a información del cronograma y a las direcciones exactas de cada local, para determinar la distancia total recorrida por día de entrega, se utilizó el software de localización Google Earth. Con dicho programa se encontraron las coordenadas de longitud y latitud (x, y) de las direcciones de los locales donde se distribuye el té de CETCA. Con las coordenadas, se utilizó ArcGIS MAP, y se obtuvo las distancias de las rutas de cada día. Refiérase al ANEXO 5 para observar las distancias. En la tabla 7.28 se resume las distancias recorridas diariamente.

Tabla 7. 28. Distancias de rutas diarias.

Día	Kilómetros
Lunes	78,2782
Martes	96,5522
Miércoles	125,8418
Jueves	122,9957
Viernes	72,9491

Fuente: Location World **Elaboración:** Propia

Para el cálculo de las emisiones de CO₂ se utilizó el factor de emisión de la gasolina extra de $9,11 \frac{KgCO_2}{gal}$ y se usó la ecuación 6.

$$EM_{TOTAL} = FE (FC)(D)$$

Ford Courier – camino urbano (lunes, martes y jueves)

$$EM = 9,11 \frac{KgCO_2}{gal} * 0,0377 \frac{gal}{Km} * 297,8261 Km = 102,287 KgCO_2$$

Ford350XL – camino urbano (miércoles)

$$EM = 9,11 \frac{KgCO_2}{gal} * 0,0458 \frac{gal}{Km} * 125,8418 Km = 52,506 KgCO_2$$

Ford350XL – autopista (viernes)

$$EM = 9,11 \frac{KgCO_2}{gal} * 0,0299 \frac{gal}{Km} * 72,9491 Km = 19,87 KgCO_2$$

$$EM_{TOTAL} = (102,287 + 52,506 + 19,87)KgCO_2 = 174,663 KgCO_2$$

Las emisiones semanales por la distribución, son de 174,663 KgCO₂ o 0,175 Ton CO₂, debido a que todo el inventario fue realizado para el año 2013, es necesario obtener la cantidad de emisiones anuales. Debido a que las entregas para clientes frecuentes cumplen con la programación diaria y semanal, y con la aprobación de la dirección de distribución se establece que las emisiones serán iguales para todas

las semanas. Porque si bien, los pedidos no son los mismos en cantidad para cada entrega, las entregas se dan de acuerdo al cronograma y se recorren las mismas distancias. Entonces se tiene para las 48 semanas laboradas.

$$174,663 \frac{\text{KgCO}_2}{\text{semanales}} * 48 \frac{\text{semanas}}{\text{anuales}} = 8383,85 \frac{\text{KgCO}_2}{\text{anuales}}$$

Las emisiones anuales de las distribuciones son 8,384 Ton *de CO₂*, de acuerdo a los factores dados por la metodología NTM

7.3.3.2. Cálculo de misiones con información de transportista

Para obtener las emisiones de CO₂, es necesario obtener la cantidad de combustible consumido en las entregas diarias, para obtener el consumo semanal y finalmente anual (Parra R. , 2014). Con el consumo de combustible y el factor de emisión del combustible se obtuvieron las emisiones anuales de acuerdo a la ecuación 1 de la metodología PAS2050. Para determinar el consumo de combustible de la distancia recorrida por día se obtuvo información del rendimiento de cada uno de los vehículos. La mejor información que se pudo obtener para el cálculo de la huella de carbono, es de las personas que están familiarizados con el transporte (Parra R. , 2014). Los rendimientos se encuentran en la Tabla 7.29.

Tabla 7. 29. Rendimiento de vehículos de distribución

Vehículo	Rendimiento (Km/gal)
Ford Courier	22,39
Ford 350 XL	10,43

Fuente: Entrevista con transportista **Elaboración:** Propia

Como se mencionó en la sección 7.3.3.1, la distancia recorrida, obtenida con la colaboración de Location World, se encuentra en el ANEXO 5. El consumo de gasolina diario se obtuvo del producto de la distancia recorrida, por el rendimiento del vehículo.

Tabla 7. 30. Consumo de combustible diario

Día	Kilómetros	Rendimiento (Km/gal)	Galones
Lunes	78,2782	22,39	3,50
Martes	96,5522	22,39	4,31
Miércoles	125,8418	10,43	12,06
Jueves	122,9957	22,39	5,49
Viernes	72,9491	10,43	6,99
TOTAL			32,36

Fuente: Location World y entrevista con transportista **Elaboración:** Propia

Dado que las entregas semanales se cumplen de acuerdo al cronograma. El consumo semanal será igual para las 48 semanas de labores. Obteniendo un consumo anual de 1553,28 galones.

Los dos vehículos consumen gasolina extra, entonces se utilizó el factor de emisión de la gasolina es de $9,11 \frac{KgCO_2}{gal}$. Para el cálculo de las emisiones de CO₂ se tomó en cuenta este factor y los galones consumidos al mes de acuerdo a la ecuación 1.

$$1553,28 \text{ galones} * 9,11 \frac{KgCO_2}{gal} = 14134,848 \text{ KgCO}_2$$

Las emisiones de CO₂ anuales debido a la distribución, son 14,134 Ton *de* CO₂ y se basan en la información del rendimiento de los vehículos que utilizó CETCA para su distribución, obtenida del transportista a cargo.

CAPÍTULO 8: ANÁLISIS DEL IMPACTO DEL CICLO DE VIDA DEL TÉ

Como se mencionó en la justificación del presente trabajo, las emisiones de CO₂ y el aumento de su concentración en la atmósfera son las causantes del calentamiento global, es decir, del aumento en la temperatura de la atmósfera terrestre y de los océanos en las últimas décadas. Por esta razón, en el presente capítulo, se presenta el análisis de las emisiones de CO₂ a lo largo del ciclo de vida del té.

Es importante considerar antes del desarrollar el análisis, que de acuerdo a la Orientación general y generación de informes de gases de efecto invernadero, “las emisiones de CO₂ de la combustión de biomasa (madera, residuos agrícolas) no se deberían contabilizar, puesto que anteriormente fueron capturadas por los organismos vivos, y por tanto pertenece a un ciclo neutro de carbono” (IPCC, 2006). Por lo que el IPCC (2006) recomienda la diferenciación del registro de emisiones directas brutas (se consideraron las emisiones de CO₂ de la biomasa) y emisiones directas netas (no se consideraron las emisiones de CO₂ de la biomasa).

En este caso se desarrolló un análisis para los dos tipos de registros. Por un lado, se analizaron las emisiones brutas, porque de acuerdo a la norma PAS2050, en un análisis completo de ciclo de vida de los productos, se deben considerar todas las fuentes de emisión como: energías y procesos de combustión (Asociación Española para la Calidad, 2013). Dentro de este último, se encuentra la combustión de la leña (madera). Por otro lado, se realizó un análisis para las emisiones netas, considerando que las emisiones de la combustión de la madera pertenecen a un ciclo de emisiones neutras y no deben ser consideradas.

8.1. Análisis de emisiones totales de CO₂ por categoría

8.1.1. Emisiones en la granja

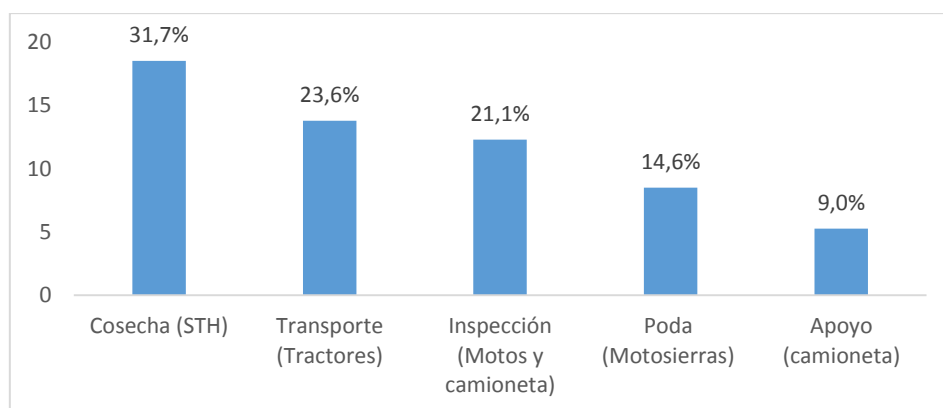
De acuerdo al inventario de emisiones de CO₂, en la Tabla 8.1 se resumen las emisiones totales asociadas a las actividades, en la granja. Para identificar la numeración, refiérase a la Figura 6.2.

Tabla 8. 1. Emisiones por actividad en la granja

Numeración	Fuentes de Energía	Actividad	Ton de CO ₂
1	Gasolina	Poda (Motosierras)	8,518
	Gasolina	Cosecha (STH)	18,547
	Gasolina	Inspección (Motos y camioneta)	12,303
	Gasolina	Apoyo (camioneta)	5,274
2	Diésel	Transporte (Tractores)	13,804
TOTAL			58,447

Elaboración: Propia

Con la información de las emisiones, se procedió a analizar el impacto de cada una de las actividades en la granja, en la emisión total. En la Figura 8.1 se presenta una gráfica de barras de las emisiones por actividad. De la gráfica, se determinó que las emisiones por la actividad de cosecha son las de mayor impacto, con un 31,7%, en las actividades de la granja. Por otro lado, se pudo observar la huella de CO₂ en porcentajes, de las demás actividades en orden decreciente teniendo: por el transporte de té en tractores 23,6%, por la inspección en motos 21,1%, por la poda de limpieza 14% y finalmente por las actividades de apoyo 9%.



Elaboración: Propia

Figura 8. 1. Gráfica de barras de emisiones de CO₂ de las actividades en la granja

De la Figura 8.1, también se obtuvo que las actividades cotidianas como la cosecha, el transporte e inspección son las que presentan porcentajes de emisiones altas en la granja, sobresaliendo la cosecha.

8.1.2. Emisiones en instalaciones

Las emisiones totales de las fuentes de energía usadas en las instalaciones, obtenidas en el inventario del ciclo de vida, se resumen en la Tabla 8.2. En primera instancia, se hizo un análisis del impacto de las emisiones en la planta de producción, en donde se utilizó la madera. Y finalmente se hizo una comparación con la planta de empaquetado que únicamente utilizó energía eléctrica.

8.1.2.1. Análisis de emisiones en la planta de producción

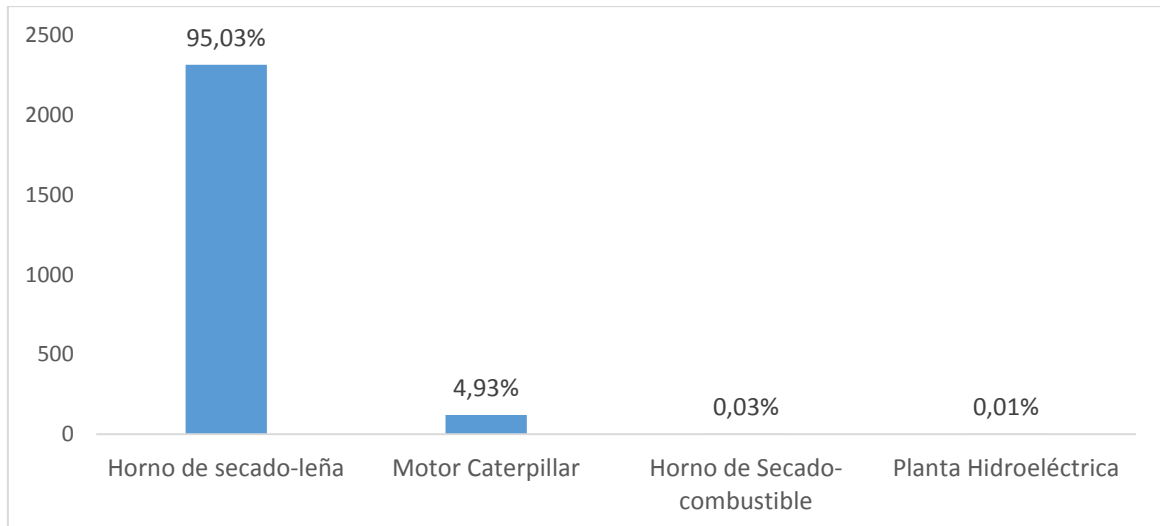
De acuerdo a la Tabla 8.2, las fuentes de energía y emisiones correspondientes a la numeración 3, son las asociadas a la planta de producción (refiérase a la Figura 6.2).

Tabla 8. 2. Emisiones por uso de combustibles y electricidad en instalaciones

Numeración	Fuentes de Energía	Utilización	Ton de CO ₂	Emisiones brutas Ton de CO ₂	Emisiones netas Ton de CO ₂
	Gasolina	Planta Hidroeléctrica	0,2		
3	Diésel	Motor Caterpillar	120,226	2437,00	121,146
	Gasolina	Horno de Secado	0,71969		
	Leña	Horno de secado	2315,859		
6	Energía Eléctrica	Planta empacadora	8,643	8,643	8,643
			TOTAL	2445,643	129,78

Elaboración: Propia

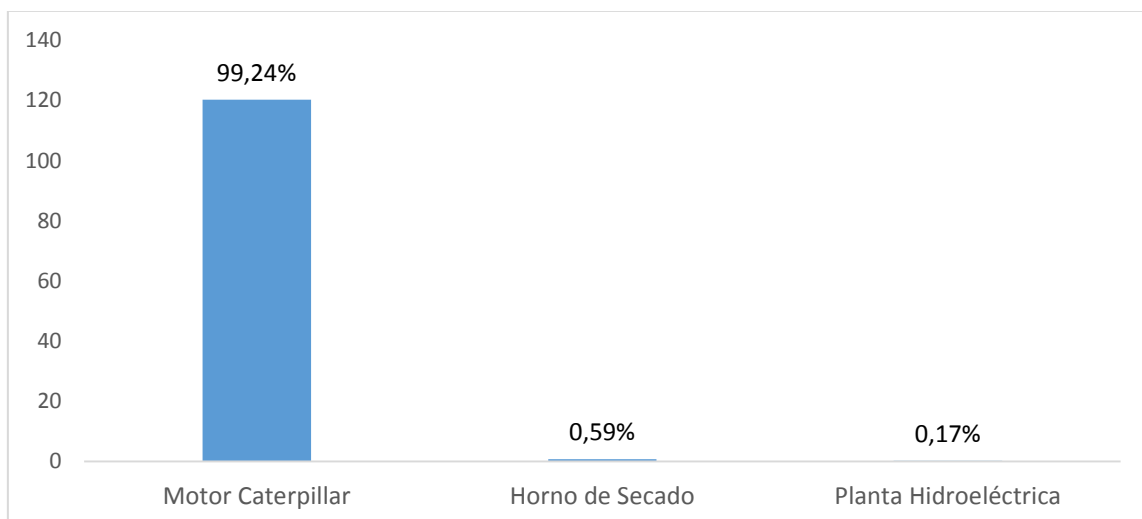
Emisiones directas brutas. Si se consideraron las emisiones por la combustión de la leña, se tiene la Figura 8.2. De la figura, se pudo concluir que las emisiones por la combustión de los restos de madera para el horno de secado, son las de mayor impacto en la planta de producción, con un 95,03%. Por otro lado, se tuvo que la totalidad de emisiones en la planta de producción, están explicadas por las emisiones de la combustión de la leña y las del motor Caterpillar que tiene un impacto del 4,93%.



Elaboración: Propia

Figura 8. 2. Gráfica de barras de emisiones brutas de CO₂ en planta de producción

Emisiones directas netas. Si no se consideraron las emisiones de la leña, se pudo observar en la Figura 8.8 que las emisiones por la combustión de diésel del motor Caterpillar, son las de mayor impacto en la planta de producción, con un 99,24%.

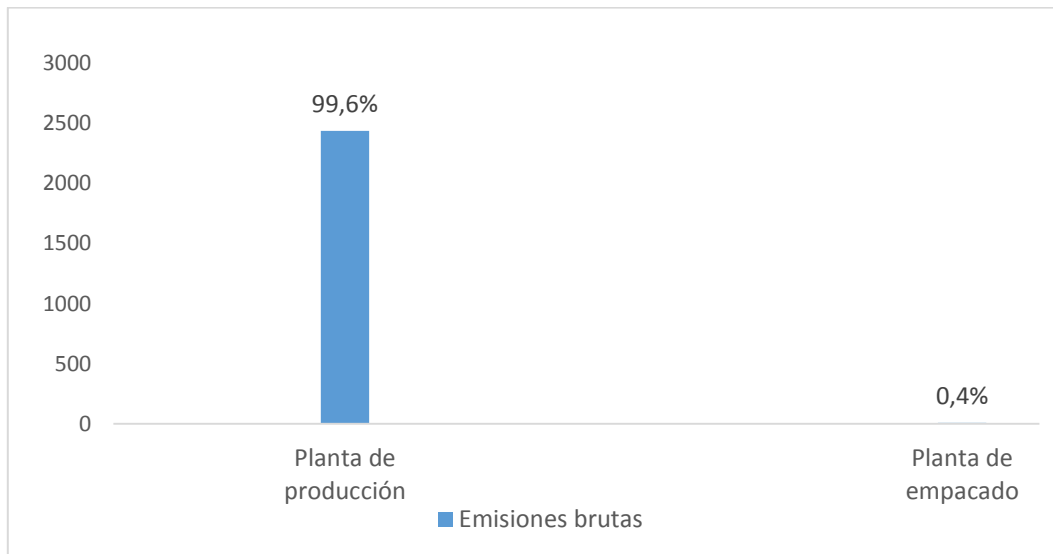


Elaboración: Propia

Figura 8. 3. Gráfica de barras de emisiones netas de CO₂ en planta de producción

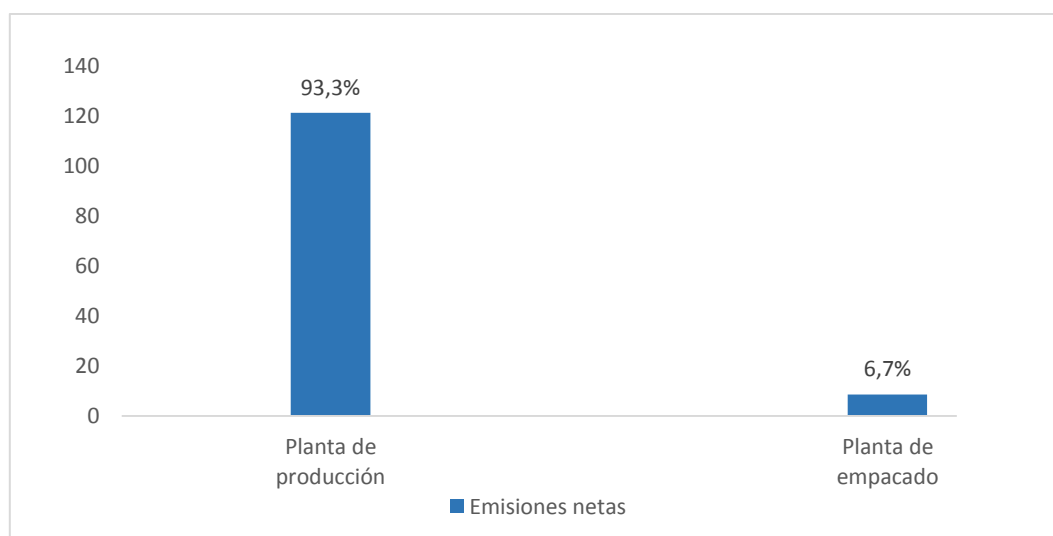
8.1.2.2. Análisis entre instalaciones

Finalmente, para el análisis de las emisiones en las instalaciones se determinó cuál de las dos instalaciones de CETCA tiene mayores emisiones. Se hizo la comparación utilizando las emisiones brutas y netas.



Elaboración: Propia

Figura 8. 4. Gráfica de barras de emisiones brutas de CO₂ en instalaciones



Elaboración: Propia

Figura 8. 5. Gráfica de barras de emisiones netas de CO₂ en instalaciones

De las Figuras 8.4 y 8.5 se determinaron que las emisiones de la planta de producción, son las de mayor impacto en las emisiones de las instalaciones.

8.1.3. Emisiones en transporte

Como se mencionó en el inventario de CO₂ para el transporte, se tiene dos escenarios. En el escenario uno se utilizó la información dada por la metodología, y en el escenario dos, la proveniente de los vehículos utilizados en la transportación y distribución del té. En la Tabla 8.3, se detallan los totales de cada uno de los escenarios para los diferentes casos de transporte.

Tabla 8. 3. Emisiones por uso de combustibles en el transporte.

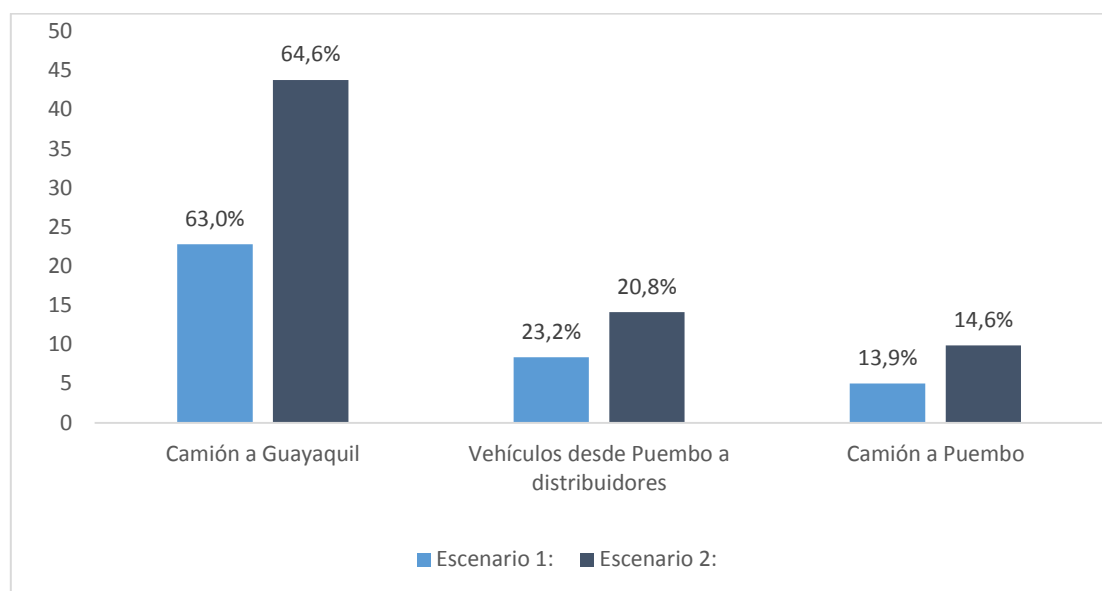
Numeración	Fuentes de Energía	Utilización	Escenario 1: Ton de CO ₂ con factores NTM	Escenario 2: Ton de CO ₂ con información de vehículos
4	Diésel	Camión a Guayaquil	22,787	43,782
5	Diésel	Vehículos desde Puenbo a distribuidores	8,384	14,134
7	Gasolina	Camión a Puenbo	5,012	9,889
Total			40,429	67,05

Elaboración: Propia

Como se pudo visualizar en la Figura 8.6, existe una diferencia entre los escenarios 1 y 2 en cada uno de los casos de transporte. Las emisiones del escenario uno, son menores a las del escenario dos. La diferencia se explica porque la metodología NTM, por un lado proporciona un marco de ecuaciones para el cálculo de las emisiones de CO₂, que consideran varios factores y hacen a la estimación más robusta. Pero para casos específicos, en los que no se tiene información de los factores que incluye la metodología, NTM proporciona factores estándares para el cálculo, que

permiten tener un estimado de las emisiones con cierta información de los vehículos utilizados.

Al utilizar a NTM como el marco de ecuaciones, con la información real de los vehículos, se obtuvo las emisiones de CO₂ que describen la realidad de cada uno de los casos. En cambio, si se utilizan los factores de NTM, las emisiones son diferentes a las obtenidas con la información real de los vehículos. Si se consideró la participación de porcentaje de impacto a las emisiones totales por el transporte, en los dos escenarios se obtuvieron similares porcentajes. Por lo que se pudo concluir, que si bien en cantidad las emisiones totales no son iguales, al momento de analizar el impacto en porcentaje por emisiones generadas a la totalidad en el transporte, se puede determinar el impacto en las emisiones totales.



Elaboración: Propia

Figura 8. 6. Gráfica de barras de las emisiones de CO₂ los escenarios de los tres casos de transporte

Para el análisis de las emisiones totales de ciclo de vida del té, se consideraron aquellas obtenidas con la información de los vehículos que se utilizan en CETCA para el transporte y distribución del té negro. Por lo que, de la Figura 8.6, se tuvo que las emisiones por el transporte desde la hacienda Sangay a Guayaquil, son las de mayor impacto en la categoría transporte, con un 64,6% de sus emisiones totales.

8.2. Análisis de las emisiones totales de CO₂ del inventario de ciclo de vida del té

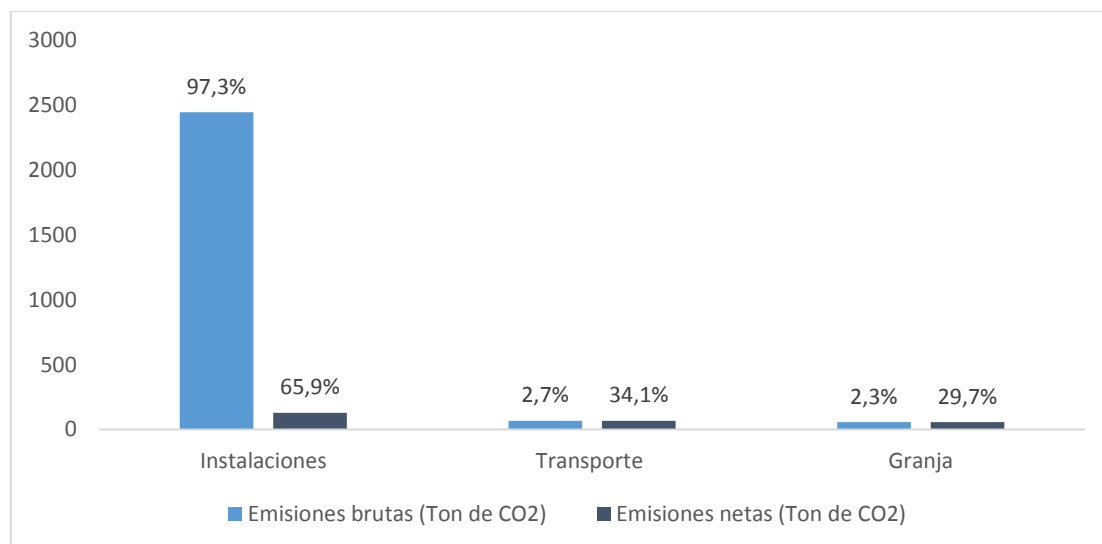
A continuación, en la Tabla 8.4, se resumen las emisiones totales del ciclo de vida del té del año 2013, definidas de acuerdo a tres categorías de fuentes que se establecieron en el capítulo 6: ingresos de fuentes de energía o uso de combustibles en la granja, uso de combustibles y la electricidad que se consume en las instalaciones (planta de producción y planta empacadora), y uso de combustibles para el transporte.

Tabla 8. 4. Emisiones totales de ciclo de vida del té negro

Numeración	Fuentes de Energía	Utilización	Ton de CO ₂	Emisiones brutas (Ton de CO ₂)	Emisiones netas (Ton de CO ₂)
Granja					
1	Gasolina	Poda (Motosierras)	8,518	58,447	58,447
	Gasolina	Cosecha (STH)	18,547		
	Gasolina	Inspección (Motos y camioneta)	12,303		
	Gasolina	Apoyo (camioneta)	5,274		
2	Diésel	Transporte (Tractores)	13,804		
Instalaciones					
3	Gasolina	Planta Hidroeléctrica	0,2	2445,643	129,78
	Diésel	Motor Caterpillar	120,226		
	Gasolina	Horno de Secado	0,71969		
	Leña	Horno de secado	2315,859		
6	Energía Eléctrica	Planta empacadora	8,643		
Transporte					
4	Diésel	Camión a Guayaquil	43,782	67,05	67,05
5	Diésel	Camión a Puenbo	9,889		
7	Gasolina	Vehículos desde Puenbo a distribuidores	14,134		
TOTAL				2571,14	255,277

Elaboración: Propia

Con la información de la Tabla 8,4 se procedió a determinar la categoría de mayor impacto dentro del ciclo de vida del producto.

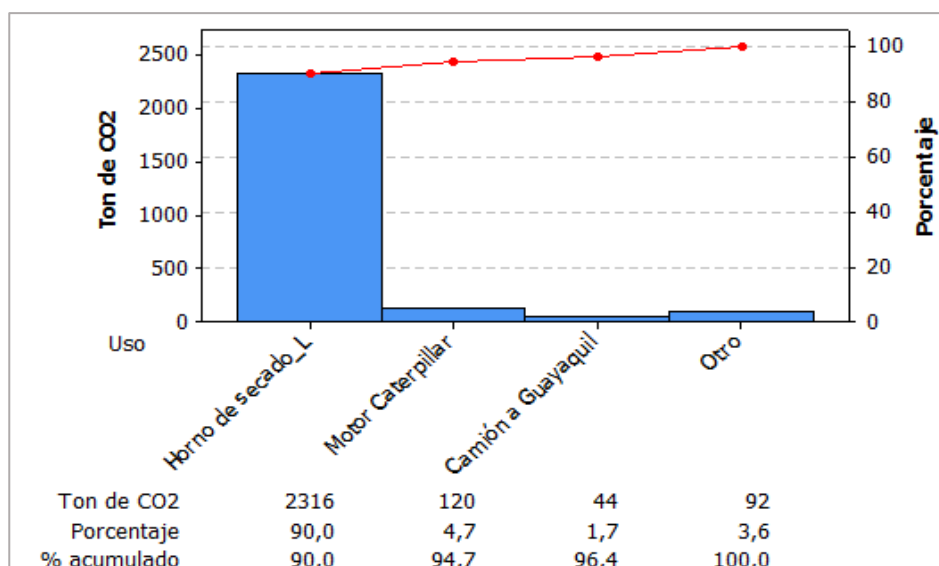


Elaboración: Propia

Figura 8. 7. Gráfica de barras de las emisiones de CO₂ los escenarios de los tres casos de transporte

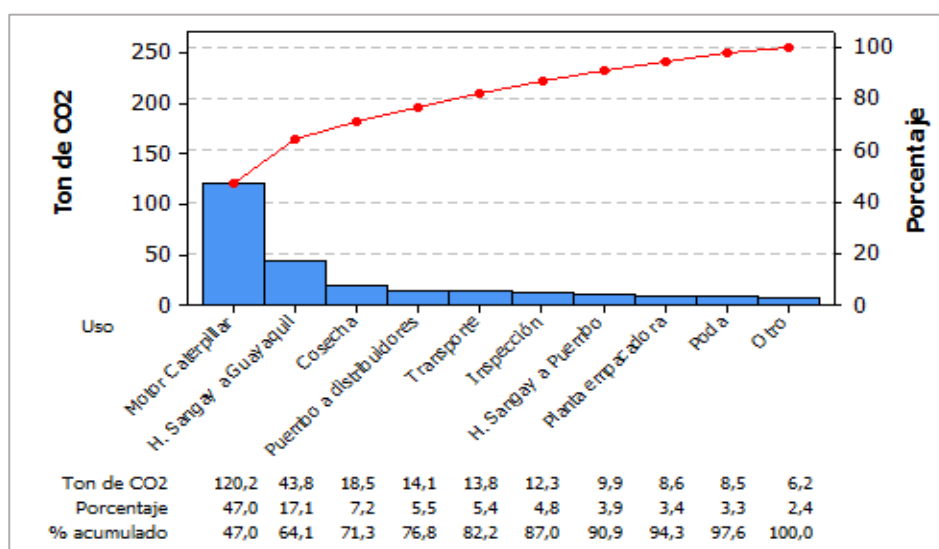
De la Figura 8.6, se tuvo que las emisiones generadas en las instalaciones son las de mayor impacto en el ciclo de vida del té. Como se vio en el la sección anterior (8.1), dentro de las emisiones por instalación, la planta de producción es la de mayores emisiones, considerando y no considerando las emisiones por leña. Por ello, se determinó que las emisiones de mayor impacto están en la planta de producción, por el uso de leña y por el uso de motor Caterpillar para la generación de energía eléctrica.

En la Figura 8.8, se presenta el Pareto de emisiones brutas, por tipo de utilización de las fuentes de energía. En dicha figura se pudo observar que el 90 % de las emisiones de ICV del té negro provienen de la combustión de la leña para el horno de secado de té.



Elaboración: Propia

Figura 8. 8. Pareto de las emisiones brutas de CO₂ por utilización



Elaboración: Propia

Figura 8. 9. Pareto de las emisiones netas de CO₂ por utilización

En la Figura 8.9, se presentó el Pareto de emisiones netas por tipo de utilización de las fuentes de energía. En este caso se observó que el 80 % de las emisiones de ICV del té negro provienen las emisiones de motor Caterpillar, del transporte desde la

hacienda Sangay a Guayaquil, por: la actividad de cosecha, la distribución, y el transporte de la hoja de té desde la granja hasta la planta de producción.

8.3. Balance de emisiones de CO₂

8.3.1. Absorción de CO₂ de las plantas de té

De la Tabla 8,4 se tuvo que las emisiones totales del ciclo de vida del té, desde su recolección hasta la entrega del producto terminado a granel en la puerta del exportador, añadiendo la entrega hasta la puerta de clientes corporativos, distribuidores y clientes especiales, son de 2571,14 *Ton de CO₂*, por emisiones brutas y 255,277 *Ton de CO₂*, por emisiones netas.

Para el cálculo del balance, se tomó en cuenta la capacidad de absorción de CO₂ que tiene una hectárea de plantación de té. El valor de absorción se obtuvo de un estudio realizado por Elizabeth Mavrakis (2011), en el cual se confirmó la hipótesis de una captura de carbono sostenida dentro del envejecimiento de las plantas de té, representando 5,1 *Ton CO₂ ha⁻¹a⁻¹* (toneladas de Dióxido de Carbono por hectáreas por año). Con el monto de absorción de dióxido de carbono, multiplicado por las hectáreas totales de plantación de té de CETCA, se determinaron las *Ton CO₂* por hectáreas de té al año capturadas, como se muestra a continuación:

$$\frac{5,1 \text{ Ton de } CO_2}{ha(año)} \times 500 \text{ ha cultivadas} = \frac{2550 \text{ Ton de } CO_2}{año}$$

8.3.1.1. Balance emisiones brutas

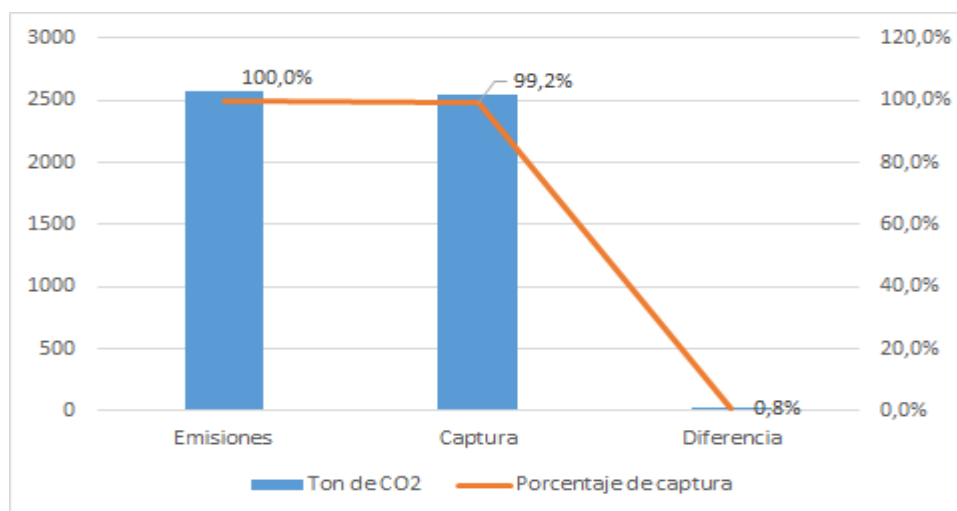
Con las emisiones totales brutas de CO₂ y la capacidad de captura de las plantaciones de té de la compañía, se realizó el balance que se presenta en la Tabla 8.5.

Tabla 8. 5. Balance de las emisiones brutas de CO₂ del ICV del té negro

	Ton de CO ₂
Emisiones brutas en ICV del té	2571,14
Captura plantaciones de té	2550
Diferencia	21,14

Elaboración: Propia

Tomando en cuenta la información del balance de la Tabla 8.5 y la Figura 8.10, se obtuvo que las plantaciones de té de CETCA capturan el 99,2% de las emisiones brutas de CO₂ relacionadas a la cosecha, producción, transporte, empaclado y distribución del té.



Elaboración: Propia

Figura 8. 10. Gráfica de barras del balance de las emisiones brutas de CO₂

8.3.1.2. Balance emisiones netas

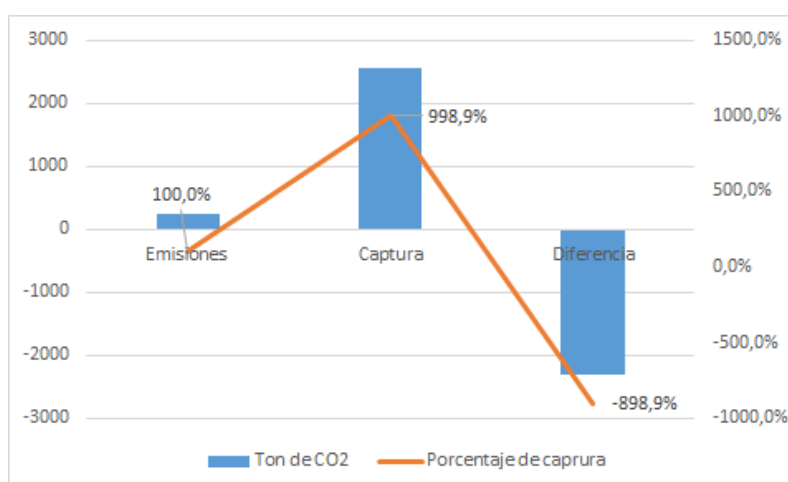
Por otro lado, con las emisiones totales netas de CO₂ y la capacidad de captura de las plantaciones de té de la compañía, en la Tabla 8.6 se presenta el balance para este caso.

Tabla 8. 6. Balance de las emisiones netas de CO₂ del ICV del té negro

	Ton de CO ₂
Emisiones netas en ICV del té	255,277
Captura plantaciones de té	2550
Diferencia	-2294,723

Elaboración: Propia

Tomando en cuenta la información del balance de la Tabla 8.6 y la Figura 8.11, se obtuvo que las plantaciones de té de CETCA, tienen una capacidad de captura del 998,9% de las emisiones de CO₂ relacionadas a la cosecha, producción, transporte, empaclado y distribución del té negro.



Elaboración: Propia

Figura 8. 11. Gráfica de barras del balance de las emisiones netas de CO₂

8.3.2. CO₂ no emitido por Planta Hidroeléctrica de la Hacienda Sangay.

Una de las maneras de reducir las emisiones de CO₂ por parte de la compañía, es manteniendo en funcionamiento su propia planta hidroeléctrica, como se mencionó en el capítulo 7 del ICV del té. A continuación se hizo un análisis del CO₂ no emitido por el consumo de energía eléctrica propia.

Las emisiones de CO₂ totales del año 2013, asociadas a la producción de energía eléctrica propia son de 200,42 kg de CO₂. Para determinar las cantidades de CO₂ no emitidas, se consideró la cantidad de energía eléctrica producida y consumida de la planta hidroeléctrica, en el año 2013. Para el cálculo de emisiones se usó el factor de emisión nacional, el cual es de 0,3133 Kg de CO₂ por kWh⁻¹. En la Tabla 8.7, se presentan las posibles emisiones de CO₂ por consumo de energía eléctrica nacional para el año respectivo.

Tabla 8. 7. Emisiones de CO₂ por el consumo de energía eléctrica nacional

Mes	Consumo Eléctrico (kWh ⁻¹)	Factor de Emisiones (Kg CO ₂ kWh ⁻¹)	Huella de Carbono (Kg CO ₂)
Enero	30030	0,3133	9408,40
Febrero	46000	0,3133	14411,80
Marzo	23910	0,3133	7491,00
Abril	49960	0,3133	15652,47
Mayo	43560	0,3133	13647,35
Junio	51440	0,3133	16116,15
Julio	45600	0,3133	14286,48
Agosto	45500	0,3133	14255,15
Septiembre	38400	0,3133	12030,72
Octubre	42500	0,3133	13315,25
Noviembre	45700	0,3133	14317,81
Diciembre	50100	0,3133	15696,33
TOTAL			160628,91

Fuente: CETCA Elaboración: Propia

La diferencia entre las posibles emisiones por consumo energético nacional y las emisiones por producción propia son de 160428,49 *kg de CO₂*, que en unidades de toneladas son 160,428 *Ton de CO₂*. Dicha diferencia son emisiones que se evitaron en el año 2013 en la producción del té.

8.4. Emisiones por tonelada de té

De acuerdo los registros de producción mensual, se tuvo que en el año 2013 CETCA produjo 658637 *kilogramos* de té, que en toneladas son 658,637 *Ton*. La producción anual está determinada por la planta productora en la hacienda Sangay. Para obtener las emisiones por kilogramo de té negro producido, según René Parra (2014), se debe considerar la producción de la planta matriz debido a que de la misma depende toda la producción de la cadena.

Para determinar las emisiones por tonelada de té, se consideraron primeramente las emisiones brutas del ICV del té que son 2571,14 *Ton de CO₂*. Por lo tanto, se tiene:

$$\frac{2571,14 \text{ Ton de } CO_2}{658,637 \text{ Ton de té}} = 3,90 \frac{\text{Ton de } CO_2}{\text{Ton de té}}$$

Por otro lado, se consideraron las emisiones netas del ICV del té que son 255,277 *Ton de CO₂*. Entonces se tiene:

$$\frac{255,277 \text{ Ton de } CO_2}{658,637 \text{ Ton de té}} = 0,39 \frac{\text{Ton de } CO_2}{\text{Ton de té}}$$

8.5. Análisis de incertidumbre

En todo inventario de emisiones se debe establecer la calidad de la información que se presenta (Parra R. , 2014). De acuerdo a lo expuesto y a lo explicado en el capítulo dos del análisis de incertidumbre se presenta en la Tabla 8.8, el resumen de la evaluación de la calidad del inventario presentado en el estudio. La calificación de la información utilizada se realizó con la guía de René Parra (2014).

Tabla 8. 8. Resumen de la evaluación de la calidad del inventario

Actividad	Variables	Factores de emisión	Estimación de emisión	
Granja				
Poda (Motosierras)	A	A	A	
Cosecha (STH)	A	A	A	
Inspección (Motos y camioneta)	A	A	A	A
Apoyo (camioneta)	A	A	A	
Transporte (tractor)	A	A	A	
Instalaciones				
Planta Hidroeléctrica	A	A	A	
Motor Caterpillar	A	A	A	
Leña para Horno de Secado	A	B	A	A
Combustible para Horno de secado	A	A	A	
Planta empacadora	A	A	A	
Transporte				
Camión a Guayaquil	B	A	A	
Camión a Puenbo	B	A	A	A
Vehículos desde Puenbo a distribuidores	B	A	A	
Captura de la plantación				
Actividad	Variables	Factor de captura	Estimación de captura	
Capacidad de absorción	A	E	C	

Fuente: (Parra R. , 2014) **Elaboración:** Propia

Las variables con calificación de A, tienen dicha calificación, porque provienen de registros de la compañía, es decir fuentes primarias. Y los factores con la misma calificación, debido a que son los considerados dentro de estudios realizados en el país. Para el caso del factor de emisión de la madera, se tiene una calificación B, porque para obtenerlo en unidades de $\frac{KgCO_2}{m^3}$, se utilizó la densidad teórica de la madera y lo que se aconseja es medir la densidad de toda la madera utilizada y sacar un promedio. Por otro lado, se califica con B a la información de la actividad de los diferentes casos de transporte, porque si bien se obtuvo información del rendimiento de los vehículos por parte de los transportistas, es recomendable tener registros de sus consumos. El factor de captura recibió una calificación de E, debido a que es obtenido de un estudio de otro país y utiliza información de otros estudios. Como la estimación de captura tiene una calificación de C, se requiere información de mayor detalle y el cálculo de la capacidad de absorción de las plantaciones de CETCA. Como se puede ver en la Tabla 8.8, para las estimaciones se ha hecho un esfuerzo considerable para afinar los datos de actividad.

CAPÍTULO 9: ELABORACIÓN DE PROPUESTAS DE MEJORA

Como se mencionó en el capítulo dos, la estrategia de la cadena de suministro debe ajustarse a la estrategia competitiva de la organización. CETCA, en la búsqueda de cumplir su objetivo de tener una producción sostenible, entiéndase por producción desde la obtención de su materia prima hasta la entrega a sus clientes directos (Castillo & Sanchez, 2014), se encuentra interesada en mejorar su sistema de distribución en el Distrito Metropolitano de Quito y sus alrededores, para lograr una menor emisión de CO₂.

9.1. Puntos de entrega de distribución actual

Como se indicó en la sección 6.2.7 por razones de confidencialidad, los clientes fueron codificados por colores y letras, clientes corporativos A, B y C; clientes distribuidores D y se añadió la clasificación de clientes especiales con la letra E. Cabe recalcar que la codificación fue aleatoria.

En el ANEXO 6 en las tablas A6.1 y A6.2, se presenta la descripción de la distribución actual por día. Con la información de las longitudes y latitudes de las ubicaciones de los puntos de entrega, se presenta en el ANEXO 7, la dispersión de los puntos de entrega por cliente. En dicho anexo, se pudo observar que el vehículo contratado por CETCA, debe visitar diferentes locales del cliente C a lo largo de la ciudad, lo que se traduce en largas distancias y un alto consumo de combustible, que finalmente ocasionan emisiones de CO₂. Por esta razón, la compañía ha visto la necesidad de cambiar su sistema de distribución para el cliente C (Sánchez, 2014). De esta manera, han decidido modificar su distribución actual considerando la eliminación de todos los puntos de entrega al cliente C y reemplazándolos por el CUD.

Adicionalmente desean determinar el día apropiado de entrega, para el nuevo punto del cliente en cuestión. De esta manera CETCA, quiere garantizar un menor recorrido por parte de los vehículos contratados, vinculando esto, a la reducción de su inventario de emisiones de CO₂ totales.

9.2. Puntos de entrega para distribución futura

Para planificar la distribución, fue necesario tener información del nuevo y único punto de entrega del cliente C. De una entrevista telefónica con la auxiliar de logística de dicho cliente, se obtuvo la dirección de su bodega logística. A través de ello, se procedió definir la ubicación del punto por longitud y latitud, para posteriormente graficarlo con los restantes puntos de entrega, como se presenta en el ANEXO 8 para una mejor visualización.

9.3. Planificación de entrega para el cliente C

Para la planificación entrega al cliente C, se consideró que los clientes actuales mantienen un contrato fijo con la compañía y su distribución se mantendrá de acuerdo al cronograma. Lo que se busca es determinar el día de entrega, para el único punto del cliente C, que se ajustará a los puntos de entrega actuales. Los días considerados para la entrega, de acuerdo a la gerente de ventas, para no afectar sus otras entregas, son el miércoles y jueves. Esto debido a que los días lunes, martes y viernes se mantienen ventanas de tiempo para las entregas de sus clientes. Después de esto, se procedió a aplicar el problema del agente viajero para definir el día con menor distancia recorrida, al incorporar el nuevo punto.

9.3.1. Problema del agente viajero día miércoles

Para determinar la distancia recorrida de la ruta del día miércoles, incluyendo el nuevo punto, del cliente C, se codificó los puntos de entregas asignados para dicho día, y del nuevo también. Las ubicaciones y codificación de los puntos bajo consideración se presentan en la Tabla 9.1.

Tabla 9. 1. Ubicación y codificación de puntos de entrega para el día miércoles

Local	Codificación problema	Dirección	Cantón	Parroquia	Longitud	Latitud
CETCA	0	Av. Interoceánica Km. 21 1/2 y Psje. Guachamín	Quito	Puembo	-78,360789	-0,214243
D	1	Rafael Ramos E3-12 y Francisco Nieto (entregas a Ibarra)	Quito	Kennedy	-78,480824	-0,149694
E	2	Av. Humberto Marín Oe1-37 y Av. Galo Plaza Lasso	Quito	Kennedy	-78,483239	-0,139833
E	3	Av. De la Prensa N35-55 y Emperador Carlos Quinto	Quito	Concepción	-78,494763	-0,137252
E	4	Vasco de Contreras N34-356 Hernández de Girón	Quito	Rumipamba	-78,495682	-0,180116
C	5	Calle 9na.No 341 y S58F	Quito	Guamaní	-78,561142	-0,342297

Fuente: Location World Elaboración: Propia

Con la ubicación de la latitud y longitud de los puntos, y la colaboración de Location World con su programa ArcGIS, se obtuvieron las distancias en kilómetros, entre cada local, como se muestra en la Tabla 9.2.

Tabla 9. 2. Ubicación y codificación de puntos de entrega para el día miércoles

Local	0	1	2	3	4	5
0	1000,00	30,98	31,70	34,18	27,37	49,14
1	30,98	1000,00	2,25	4,20	4,07	25,65
2	27,53	1,71	1000,00	5,09	4,97	26,57
3	28,18	4,51	4,69	1000,00	5,57	27,10
4	23,80	4,23	6,84	5,73	1000,00	21,07
5	45,19	26,21	29,77	26,76	21,38	1000,00

Fuente: Location World Elaboración: Propia

Cabe recalcar que se utilizó una distancia de 1000 en lugar de “0” en donde el local de partida y llegada era los mismos, para garantizar que el resultado sea la distancia más corta entre los diferentes locales. El siguiente paso después de obtener las distancias, fue construir el modelo matemático, para ello se utilizó un avanzado programa de optimización denominado AIMMS. Y se programó de acuerdo al modelo presentado a continuación.

$$\text{Minimizar: } Z = \sum_{i=0}^5 \sum_{j=0}^5 d_{ij} x_{ij}$$

Sujeto a restricciones:

$$\sum_{i=0}^5 x_{ij} = 1$$

$$\sum_{j=0}^5 x_{ij} = 1$$

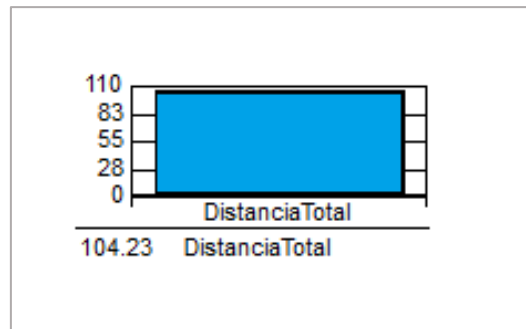
$$X_{ij} \in \{0,1\}$$

En la Figura 9.1 se muestra la ruta del día miércoles, a través de la variable binaria de decisión. Se denota para (p) como partidas y (a) como arribos.

p	a	Decision
0	4	1
1	3	1
2	1	1
3	2	1
4	5	1
5	0	1

Fuente: AIMMS

Figura 9. 1. Resultado de ruta para día miércoles.



Fuente: AIMMS

Figura 9. 2. Distancia para ruta de solución, día miércoles

Como se pudo ver en la Figura 9.1 Y 9.2, se generan dos ciclos, $0 \rightarrow 4 \rightarrow 5 \rightarrow 0$ y $1 \rightarrow 3 \rightarrow 2 \rightarrow 1$, con una distancia total de 104,23 kilómetros. Posterior a determinar la distancia total, se utilizó la heurística de corrección descrita en la sección 2.8.3, para generar un sólo ciclo. Con una iteración se obtuvo el ciclo de la siguiente manera: $0 \rightarrow 4 \rightarrow 5 \rightarrow 1 \rightarrow 3 \rightarrow 2 \rightarrow 0$, que tiene una distancia total de recorrido de 111,27 kilómetros.

Finalmente se determinó la desviación de la solución inicial con la ecuación 13, y se obtuvo:

$$\text{Desviación de la solución óptima} = \frac{(111,27 - 104,23)Km}{104,23 Km} * 100 = 6,78\%$$

La desviación es tolerable debido a que se encuentra dentro del rango de 1% a 30% (Ghiani, Laporte & Musmano, 2004), por lo que se acepta la solución obtenida.

9.3.2. Problema del agente viajero día jueves

Se codificó los puntos de entregas asignados para el día jueves, y se añadió el nuevo punto, que igualmente fue codificado. Las ubicaciones de los puntos con su respectiva codificación, se presentan en la Tabla 9.3.

Tabla 9. 3. *Ubicación y codificación de puntos de entrega para el día jueves*

Local	Codificación problema	Dirección	Cantón	Parroquia	Longitud	Latitud
CETCA	0	Av. Interoceanica Km. 21 1/2 y Psje. Guachamin	Quito	Puembo	-78,360789	-0,214243
C	1	Calle 9na.No 341 y S58F	Quito	Guamani	-78,561142	-0,342297
D	2	Av. Jipijapa S10-31 e Iturralde	Quito	La Magdalena	-78,527887	-0,246366
E	3	Av. Amazonas y Patria	Quito	Mariscal Sucre	-78,496594	-0,207620
E	4	Av. 18 de Septiembre y Versailles	Quito	San Juan	-78,501280	-0,205266

Fuente: Location World Elaboración: Propia

Con la ubicación de la latitud y longitud de los puntos, se obtuvieron las distancias en kilómetros en el programa ArcGIS. Las distancias se presentan en la Tabla 9.4.

Tabla 9. 4. *Ubicación y codificación de puntos de entrega para el día jueves*

Local	0	1	2	3	4
0	1000,00	49,14	34,63	27,40	27,68
1	45,19	1000,00	13,17	19,96	18,85
2	31,22	12,86	1000,00	8,11	6,60
3	23,36	18,23	6,92	1000,00	1,01
4	24,86	18,14	6,63	1,18	1000,00

Fuente: Location World Elaboración: Propia

Al igual que en la sección 9.3.1, se asignaron distancias de 1000 en donde el local de partida y llegada era los mismos. El paso siguiente, fue modificar el modelo matemático realizado en AIMMS, de 6 a 5 nodos. Estableciendo al modelo, como se presenta a continuación.

$$\text{Minimizar: } Z = \sum_{i=0}^4 \sum_{j=0}^4 d_{ij} x_{ij}$$

Sujeto a restricciones:

$$\sum_{i=0}^4 x_{ij} = 1$$

$$\sum_{j=0}^4 x_{ij} = 1$$

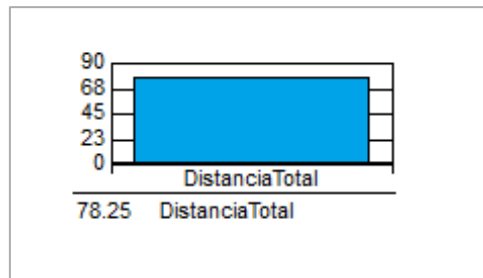
$$X_{ij} \in \{0,1\}$$

En la Figura 9.3 se muestra la ruta del día jueves a través de la variable binaria de decisión. Se denota para (p) como partidas y (a) como arribos.

p	a	Decision
0	4	1
1	2	1
2	1	1
3	0	1
4	3	1

Fuente: AIMMS

Figura 9. 3. Resultado de ruta para día jueves



Fuente: AIMMS

Figura 9. 4. Distancia para ruta de solución, día jueves.

Como se pudo ver en la Figura 9.3 Y 9.4, se generan dos ciclos, $0 \rightarrow 4 \rightarrow 3 \rightarrow 0$ y $1 \rightarrow 2 \rightarrow 1$, con una distancia total de 78,25 kilómetros. Posterior a determinar la distancia total, se utilizó la heurística de corrección descrita en la sección 2.8.3, para generar un sólo ciclo. Con una iteración, se obtuvo un ciclo de la siguiente manera: $0 \rightarrow 4 \rightarrow 3 \rightarrow 2 \rightarrow 1 \rightarrow 0$, de distancia total de recorrido de 93,83 kilómetros.

Finalmente se determinó la desviación de la solución inicial con la ecuación 13, y se obtuvo:

$$\text{Desviación de la solución óptima} = \frac{(93,83 - 78,25) \text{ Km}}{78,25 \text{ Km}} * 100 = 19,91\%$$

Se acepta la solución debido a que la desviación se encuentra dentro del rango de 1% a 30% y es tolerable (Ghiani, Laporte & Musmano, 2004).

Finalmente se obtuvo que la ruta de menor distancia recorrida, es la del día jueves, por lo que se recomienda hacer la entrega al único punto del cliente C ,dicho día. El orden de entrega de acuerdo al resultado obtenido, es el que se presenta en la Tabla 9.5.

Tabla 9. 5. Ubicación y codificación de puntos de entrega para el día jueves

Local	Codificación problema	Dirección	Cantón	Parroquia
CETCA	0	Av. Interoceanica Km. 21 1/2 y Psje. Guachamin	Quito	Puembo
E	4	Av. 18 de Septiembre y Versalles	Quito	San Juan
E	3	Av. Amazonas y Patria	Quito	Mariscal Sucre
D	2	Av. Jipijapa S10-31 e Iturralde	Quito	La Magdalena
C	1	Calle 9na.No 341 y S58F	Quito	Guamani
CETCA	0	Av. Interoceanica Km. 21 1/2 y Psje. Guachamin	Quito	Puembo

Fuente: Location World *Elaboración:* Propia

9.4. Reducción de emisiones de CO₂ en la distribución

Para determinar la reducción de emisiones, fue necesario considerar la planificación de entregas de todos los días. Como se conoce, para los días lunes, martes y viernes, se mantiene una planificación fija, entonces para dichos días se consideró la planificación de la compañía. En el caso específico, del día miércoles, se determinó la ruta de entrega con el problema del agente viajero, para determinar el orden de entrega. Y para el día jueves, se utilizó la ruta determinada en la sección 9.3.

Como paso previo se define la ruta de entrega para el día miércoles, día en el cual se consideraron las distancias de la Tabla 9.2, obviando la distancia para el punto de entrega del cliente C. Se desarrolló el siguiente modelo en AIMMS, únicamente con cuatro nodos.

$$\text{Minimizar: } Z = \sum_{i=0}^4 \sum_{j=0}^4 d_{ij} x_{ij}$$

Sujeto a restricciones:

$$\sum_{i=0}^4 x_{ij} = 1$$

$$\sum_{j=0}^4 x_{ij} = 1$$

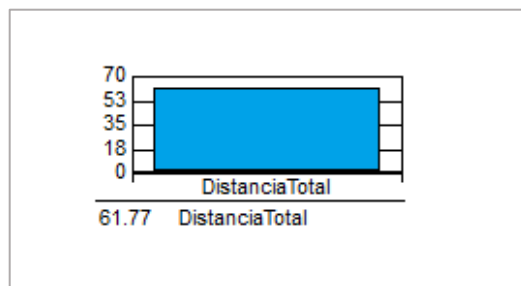
$$X_{ij} \in \{0,1\}$$

En la Figura 9.5, se presenta la ruta del día miércoles, a través de la variable binaria de decisión. Como se pudo ver en la Figura 9.5 y 9.6, se generan dos ciclos, $0 \rightarrow 4 \rightarrow 0$ y $1 \rightarrow 3 \rightarrow 2 \rightarrow 1$, con una distancia total de 61,77 kilómetros. Posterior a determinar la distancia total, se procedió a realizar la heurística de corrección descrita en la sección 2.8.3, y se obtuvo un ciclo de la siguiente manera: $0 \rightarrow 4 \rightarrow 1 \rightarrow 3 \rightarrow 2 \rightarrow 0$, con una distancia total de recorrido de 68,02 kilómetros.

p	a	Decision
0	4	1
1	3	1
2	1	1
3	2	1
4	0	1

Fuente: AIMMS

Figura 9. 5. Resultado de ruta para día miércoles sin el punto del cliente C.



Fuente: AIMMS

Figura 9. 6. Distancia para ruta de solución, día miércoles sin el punto del cliente C.

Finalmente se determinó la desviación de la solución inicial con la ecuación 13, y se obtuvo:

$$\text{Desviación de la solución óptima} = \frac{(68,02 - 61,77)Km}{61,77 Km} * 100 = 10,12\%$$

La desviación es tolerable debido a que se encuentra dentro del rango de 1% a 30% (Ghiani, Laporte & Musmano, 2004), por lo tanto, se acepta la solución obtenida.

Con las rutas establecidas se procedió a determinar su respectiva distancia, dicha información se detalla en el ANEXO 9. Posteriormente se determinó con la compañía, los días que se asignarán a cada vehículo. Y se tuvo que para el día lunes, martes y miércoles se utilizará la camioneta Ford Courier; y para los días jueves y viernes el vehículo Ford350XL. Con el rendimiento de cada vehículo, se calculó la cantidad de combustible que se utilizará con la planificación modificada. En la Tabla

Tabla 9. 6. Consumo de combustible diario para distribución modificada

Día	Kilómetros	Rendimiento (Km/gal)	Galones
Lunes	62,71	22,39	2,80
Martes	78,6	22,39	3,51
Miércoles	87,58	22,39	3,91
Jueves	93,83	10,43	9,00
Viernes	72,95	10,43	6,99
TOTAL			26,21

Fuente: Location World y entrevista con transportista **Elaboración:** Propia

Bajo el supuesto de que las entregas semanales se seguirán cumpliendo de acuerdo al cronograma, durante todo un año. El consumo semanal será igual para 48 semanas laborables. El resultado obtenido, fue un consumo anual de 1258,08 galones. Como los dos vehículos consumen gasolina extra, se utilizó el factor de emisión de la

gasolina de $9,11 \frac{KgCO_2}{gal}$. Para el cálculo de las emisiones de CO_2 se usó este factor y los galones que se consumirán, de acuerdo a la ecuación 1.

$$1258,08 \text{ galones} * 9,11 \frac{KgCO_2}{gal} = 11461,11 \text{ KgCO}_2$$

Las emisiones de CO_2 asociadas a la distribución modificada serán de $11461,11 \text{ KgCO}_2$. Para determinar la reducción de emisiones, se consideró el valor de las emisiones de la actual distribución, que son de $14134,848 \text{ KgCO}_2$. Se tuvo que se evitará emitir $2672,89 \text{ KgCO}_2$, es decir, que habrá una reducción del 18,9% en las emisiones anuales.

9.5. Impacto económico

Tomando en cuenta que el consumo de combustible actual es de 32,36 galones semanales y el precio de la gasolina extra es de 1,43 dólares por galón, se tuvo que el costo semanal por la distribución es de 46,27 dólares. Por otro lado, se consideró que el consumo para la distribución modificada será de 26,21 galones semanales, con el mismo costo de combustible. El costo con dicha distribución, será de 37,48 dólares. Con el costo de la distribución actual y la modificada, se determinó que se tendrá un ahorro de 19% en el costo de distribución.

CAPÍTULO 10: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

10.1. Conclusiones

CETCA se encarga de producir su propia materia prima, a excepción de empaques que sirven para crear su producto final. La transformación de la hoja de té se realizó en la planta de producción de la Hacienda Sangay, ubicada en el cantón Palora en Morona Santiago. El empaque del té procesado, destinado a exportación, es realizado en la misma planta de producción, mientras que el empaque de té procesado para consumo nacional, es realizado en la planta empacadora de la parroquia de Puenbo en Pichincha. Únicamente se lleva una distribución de té negro en la ciudad de Quito, a tres canales de distribución que incluyen: clientes corporativos, clientes especiales y distribuidores.

Se ha encontrado en fuentes como el IPCC, que la biomasa no debería ser considerada como fuente de emisión, debido a que ésta presenta un ciclo neutro. El ciclo neutro en las plantas, significa que cuando la planta tuvo vida, absorbió la mayor cantidad de CO₂ del ambiente, y al momento de morir, entrega la misma cantidad de CO₂ que absorbió en su ciclo de vida. En oposición a esta postura, la norma PAS2050, explica que para el cálculo de emisiones, deberían considerarse todas las fuentes de energía que causan contaminación, incluyendo la energía que surge por combustión de leña. Por esta razón se ha decidido analizar ambas posturas, concluyendo que las emisiones de acuerdo a la recomendación del IPCC y a la norma PAS2050, son iguales para el caso de las actividades en Granja. De igual manera sucede con las emisiones presentes por actividades de transportes. Pero por otro lado, las emisiones en las instalaciones, de acuerdo al PAS2050 son mayores comparadas con las emisiones de acuerdo a la recomendación del IPCC.

Para el cálculo de huella de carbono, orientado al transporte, se utilizó la metodología NTM. Se desarrollaron con NTM dos escenarios, uno de ellos consideraba valores estándares dados para utilizar en la fórmula de cálculo de esta metodología. El otro escenario utilizó la fórmula de cálculo NTM, pero utilizó valores dados por la experiencia de los transportistas. Se debe mencionar que las emisiones del escenario en que se consideró la experiencia, son mayores en un 39,7%. La experiencia constituye un indicador más real de cuánto está generando la empresa actualmente.

Se analizó la huella de carbono proveniente de fuentes de energía en: la Granja, en las instalaciones (planta de producción y planta empacadora) y en la utilización de transportes. En la Granja, en la cual se incluye: poda mecanizada, cosecha de té, inspección de las plantaciones y transporte para actividades de apoyo, se obtuvo que del 100% de emisiones de dióxido de carbono que se realizan por la producción de té, aquí se generan el 2,23% de emisiones brutas y un 22% de emisiones netas. En la instalación que corresponde a la planta de producción, en la cual se incluye: la actividad de la planta hidroeléctrica, emisiones del motor Caterpillar, horno de secado a gasolina y horno de secado a leña, se obtuvo que del 100% de emisiones, se producen aquí el 94,78% de emisiones brutas y un 47,45 % de emisiones netas. En la instalación que corresponde a la planta empacadora, del 100% de emisiones totales, un 0,33 % pertenecen a emisiones brutas, y un 3,39 % son de emisiones netas. Finalmente, en la utilización de transporte en el cual se incluye: el transporte de carga de Palora a Guayaquil, el transporte de carga de Palora a Puembo y el transporte de Puembo a los distribuidores en Quito, se obtuvo que del 100% de emisiones de CO₂, existe un 2,60% de emisiones brutas y un 26,26 % de emisiones netas totales.

La actividad que causa mayor cantidad de contaminación, se produce en la planta de producción y corresponde al horno de secado de funcionamiento a leña, este aporta con el 90% de emisiones al medio ambiente. En caso de que no se considerara la emisión por biomasa como lo plantea el IPCC, la actividad que produciría mayor contaminación está dada por el Motor Caterpillar, con un 48,6 % de emisiones. La tercera fuente de emisiones más fuerte, está dada por la utilización de transportes, emitiendo 34,1% de CO₂.

La metodología del ACV, sirvió como base metodológica, para determinar la cantidad de CO₂ que se emite por la producción de té negro, obteniendo que 3,90 Ton de CO₂ son entregados al ambiente, al considerar las emisiones de todas las fuentes contaminantes que forman parte de las instalaciones (planta de producción y planta empacadora), de las actividades realizadas en granja, y del transporte utilizado. Por otra parte, se obtuvo que 0,39 Ton de CO₂ fueron emitidas al medio ambiente, considerando todas las fuentes de emisión a excepción de quema de leña (biomasa).

Se ha demostrado en el estudio, que la empresa es sostenible, pues aunque emite dióxido de carbono, mayoritariamente presentado en el proceso de transformación del té negro, también aporta al medio ambiente. Esto se explica, porque los cultivos de té, absorben CO₂. Aunque en el estudio no fue mencionado, es importante señalar que no únicamente se tiene la absorción de las plantaciones de té, sino también la absorción de dióxido de carbono, de cerca de 400 hectáreas de bosque primario, que posee CETCA.

La planta hidroeléctrica propia de la empresa, que se encuentra en la planta de producción, es otro elemento de relevancia que se consideró como aporte por emisiones no entregadas al medio ambiente. La planta hidroeléctrica funciona por caída de agua y utilizó combustible al momento de encenderla. Al realizar una comparación

con la cantidad de CO₂ que se produciría si se trabajaría con la Planta Hidroeléctrica Paute, las emisiones de dióxido de carbono incrementarían en la planta de producción. La diferencia que existe entre la emisión por consumo energético nacional y la emisión por producción propia, es de 160, 428 Ton de CO₂, siendo este valor el que no es emitido al medio ambiente.

10.2. Recomendaciones

Es importante, hacer conocer a toda la gente que interviene en la cadena de suministro analizada, la importancia de cuidar el medio ambiente y el impacto de sostenibilidad de la empresa. El inculcar a cada actor de la cadena a tener este pensamiento verde y actuar por el medio ambiente, puede convertirse en una estrategia corporativa, que permita el crecimiento de la empresa a nivel nacional e internacional.

La producción del té negro de CETCA es sostenible, sin embargo, se recomienda desarrollar una estrategia enfocada mejora esta sostenibilidad. En este trabajo se plantea tomar en cuenta, la entrega a uno de los clientes corporativos más grandes de la empresa, considerando las menores distancias recorridas por ruta diaria. Esta medida permitirá reducir la cantidad de emisiones causadas por utilización de medios de transporte.

Es importante efectuar un análisis de conglomerados asociado a las localidades de Quito, donde la empresa distribuye el té negro. Este análisis, permitirá crear agrupaciones de acuerdo a los lugares más cercanos, pudiendo de esta forma, establecer rutas de distribución diarias.

Se recomienda realizar un análisis de huella de carbono, aplicada a la organización. Pues a través de ello, se pudo determinar si la organización es en su totalidad, una empresa sostenible. El Protocolo GHG, presentado en el trabajo, es una herramienta que puede guiar en el entendimiento, cuantificación y administración de las emisiones de gases de efecto invernadero, en la organización.

Se recomienda analizar, sí el uso de la leña en el proceso de secado del té es verdaderamente un factor diferenciador. Para ello, se puede hacer análisis sensoriales del té negro, comparado con otros, cuyo proceso de secado sea diferente.

Se recomienda hacer un Análisis del Ciclo de Vida de la madera, en el cual se analice el impacto ambiental que tiene este material desde el momento de su extracción hasta su consumo. El tener un ACV de la madera, permitirá cuantificar la cantidad de emisiones de CO₂ que se entregan al medio ambiente por una determinada cantidad de madera.

NTM, es una herramienta buena como metodología de cálculo para emisiones de dióxido de carbono causados por el transporte. El utilizar los valores estándares de los factores de cálculo dados por esta metodología, no entrega una cuantificación verdadera de las emisiones de carbono, por lo que se recomienda, trabajar con los valores entregados por la experiencia de los transportistas.

CAPÍTULO 11: BIBLIOGRAFIA

- Agudelo, I. (2010). *Huella de carbono en la cadena de abastecimiento*. Obtenido de Centro Latinoamericano de Innovación en Logística:
<http://www.webpicking.com/down/Isabel-Agudelo.pdf>
- Aguilar, S. (2012). *Informe Ambiental Anual: La huella de carbono y el comercio internacional*. Buenos Aires: Fundación Ambiente y Recursos Naturales.
- Altuma, A., Lafarga, A., Del Hierro, O., Unamunzaga, O., Besga, G., Domench, F., & Sopelana, A. (2011). *Huella de carbono de los cereales*. Navarra: INTIA.
- ANDES. (08 de Abril de 2013). *En febrero Ecuador consumió 1,37 millones de barriles de gasolina Extra* . Obtenido de En febrero Ecuador consumió 1,37 millones de barriles de gasolina Extra
- Asociación de la Industria Hidrocarburífera del Ecuador (AIHE). (2012). *Petroleo en Cifras*. Quito.
- Asociación de Productores de Energías Renovables. (2014). *¿Qué es la Biomasa?*
 Obtenido de http://www.appa.es/04biomasa/04que_es.php
- Asociación Española para la Calidad. (2013). *LA HUELLA DE CARBONO*. Obtenido de Centro Nacional de Información de la Calidad:
http://www.aec.es/c/document_library/get_file?uuid=bf01ec8e-7513-46e1-8d1a-46a4c6f7784b&groupId=10128
- Asociación Española para la Calidad. (s.f.). *LA HUELLA DE CARBONO*. Obtenido de Centro Nacional de Información de la Calidad:
http://www.aec.es/c/document_library/get_file?uuid=bf01ec8e-7513-46e1-8d1a-46a4c6f7784b&groupId=10128
- BCS Öko Garantie GmbH. (2014). Obtenido de http://www.bcs-oeko.com/sp_sobre_bcs.html

Biocomercio: Una alternativa de producción. (2014). Obtenido de Revista El Agro:

<http://www.revistaelagro.com/2013/10/30/biocomercio-una-alternativa-de-produccion/>

Bolstorff, P., & Rosebaum, R. (2003). *Supply Chain Excellence*. New York:

AMACOM.

British Standards Institution . (2014). *PAS 2050*. Obtenido de

<http://shop.bsigroup.com/en/Browse-By-Subject/Environmental-Management-and-Sustainability/PAS-2050/>

Calderón, J., & Lario, F. (2005). *Análisis del modelo SCOR para la Gestión de la*

Cadena de Suministro. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.

Canali, L. (30 de Junio de 2005). *Google Earth: Vista Satelite De Cualquier Destino En*

El Mundo. Obtenido de

http://es.masternewmedia.org/2005/06/30/vuelo_virtual_sobre_cualquier_destino.htm

Carbon Footprint. (7 de Julio de 2012). Obtenido de Global Footprint Network.

Advancing the Science of Sustainability:

http://www.footprintnetwork.org/pt/index.php/GFN/page/carbon_footprint/

Casares, D., & Ubidia, J. (Febrero de 2012). *Caracterización y Análisis de la*

Sostenibilidad de la Cadena de Suministro de Novopan del Ecuador utilizando el Modelo Green SCOR.

Castillo, F., & Sanchez, N. (18 de Febrero de 2014). Compañía Ecuatoriana del Té

C.A. (P. Gómez, & N. Maldonado, Entrevistadores)

CEPAL. (2010). *Metodologías de cálculo de la Huella de Carbono y sus potenciales*

implicaciones para América Latina. Obtenido de

http://www.eclac.org/dmaah/noticias/noticias/9/40559/Metodolog%C3%ADas_de_c%C3%A1lculo_HC_y_implicaciones_AL.pdf

CGL. (Abril de 2014). *INCOTERMS*. Obtenido de

<http://www.cglogistics.com.ec/herramientas/incoterms.pdf>

Chopra, S., & Meindl, P. (2008). *Administración de la cadena de suministro.*

Estrategia, planeación y operación. México: Pearson Education.

Ciclo de Vida del Producto. (2014). Obtenido de

<http://fijacionprecioexportacion.com/file/view/tema008+Concepto+El+Ciclo+de+Vida+del+Producto.pdf>

Climate Registry Default Emission Factors. (10 de Enero de 2014). *Emission Factor for Transport Fuel.* Obtenido de

<http://www.theclimateregistry.org/downloads/2014/02/2014-Climate-Registry-Default-Emissions-Factors.pdf>

Compañía Ecuatoriana del Té CETCA. (s.f.). Obtenido de Nativa ecuador:

http://www.nativaecuador.org/afiliados_detalle.php?id=2&idiom=1

Córdova, X. (6 de Mayo de 2014). Metodología NTM. (P. Gómez, & M. Natalí, Entrevistadores)

Craig, A., & Blanco, E. (2009). The Banana Carbon Footprint Case Study. *MIT Center for Transportation & Logistics*, 11.

Craig, A., & Blanco, E. (2009). *The banana footprint case study*. Cambridge: MIT Center for Transportation & Logistics.

CYD Certified . (2012). Obtenido de <http://cydcertified.com/index.php/quienes-somos/historia>

Dhawan, E., Goodman, E., Harris, S., & Chris, M. (12 de Mayo de 2010). Unilever and its Supply Chain: Embracing Radical Transparency to Implement Sustainability.

Diccionario Real Academia Española. (2014). *Insumo*.

<http://buscon.rae.es/drae/srv/search?id=RQfiV5vDCDXX2rwgYr9Q>.

Dueñas, D. (2014). *Emisiones Reguladas: estudio y clasificación base a la metodología Network for Transport and the Environment (NTM) en el sistema de transporte vehicular de las islas Santa Cruz y San Cristóbal*. . Quito: enero.

e-business CORP. (s.f.). *Soluciones para Cadena de Suministros*. Obtenido de

<http://www.e->

[bcorp.com/ebc/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=185&Itemid=558&lang=es](http://www.e-bcorp.com/ebc/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=185&Itemid=558&lang=es)

Espíndola, C., & Valderrama, J. O. (2011). *Huella del Carbono. Parte 2: La Visión de las Empresas, los Cuestionamientos y el Futuro*. Obtenido de

<http://www.scielo.cl/pdf/infotec/v23n1/art18.pdf>

esri. (2012). *Qué son los sistemas de coordenadas geográficas*. Obtenido de ArcGis

Resource Center:

<http://help.arcgis.com/es/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#//003r0000000600000000>

esri. (Abril de 2014). *ArcGIS*. Obtenido de <http://www.esri.es/es/productos/arcgis/>

esri. (abril de 2014). *What is GIS?* Obtenido de <http://www.esri.com/what-is->

[gis/overview#overview_panel](http://www.esri.com/what-is-gis/overview#overview_panel)

Facultad de Ingeniería Ambiental UPC. (2013). *Análisis de Ciclo de Vida*. En *Gestión Ambiental*.

Fairtrade Ibérica. (2014). Obtenido de

<http://www.sellocomericiojusto.org/es/sobrefairtrade/queesfairtrade.html>

Fernández, A. (2009). *Medidas para reducir sus emisiones de CO2 y luchar contra el cambio climático*. Obtenido de

<http://www.ecoticias.com/co2/18261/ECoticiascom-noticias-de-medio-medio-ambiente-medioambiente-energias-energias-renovables>

FSSC 22000. (Abril de 2014). *Food Safety System Certification 22000*. Obtenido de

<http://www.fssc22000.com/documents/home.xml?lang=es>

Fuenmayor, J. (10 de abril de 2014). (P. Gómez, & N. Maldonado, Entrevistadores)

Ghiani, G., Laporte, G., & Musmanno, R. (2004). *Introduction to Logistic Systems*

Planning and Control. Londres: Wiley & Sons, Ltd.

Gómez, L. (9 de Junio de 2013). *CETCA, la hora del té inglés tiene sello ecuatoriano*.

Obtenido de REVISTA LÍDERES.EC:

http://www.revistalideres.ec/empresas/Empresa-Cetca-Ecuador-te-exportacion_0_935306467.html

González, J. (2014). *Algoritmo heurístico*. Obtenido de

<http://www.educabarrie.org/palabrario/algoritmo-heuristico>

Heredia, M. (2005). *Descubra el poder del Té*. . Obtenido de

<http://books.google.com.ec/books?id=H7ww0fOBdYYC&pg=PA30&dq=elaboraci%C3%B3n+del+t%C3%A9&hl=es&sa=X&ei=p0odU6mLKMqfkAeM74DQDg&ved=0CC0QuwUwAA#v=onepage&q=elaboraci%C3%B3n%20del%20t%C3%A9&f=false>

Hillier, F., & Lieberman, G. (2010). *Introducción a la Investigación de Operaciones*.

México, D.F.: McGraw-Hill.

Hoen, K., Tan, T., Fransoo, J., & van Houtum, G. (8 de Marzo de 2010). *Effect of carbon emission regulations on transport mode selection in supply chains*.

Obtenido de <http://alexandria.tue.nl/repository/books/672727.pdf>

Humpf, H. (2009). *Delivering Tomorrow: Customer Needs in 2020 and Beyond A*

Global Delphi Study. Germany: DHL.

- IHOBE, Sociedad Pública de Gestión Ambiental. (2009). *Análisis de Ciclo de Vida y Huella de Carbono*. Bilbao.
- INEGI. (Abril de 2014). *Obtención de coordenadas con GPS en ITRF y su relación con WGS84 y NAD27*. Obtenido de http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geodesia/?_file=/geo/contenidos/geodesia/doc/posicionamiento_gps_itrf.pdf
- Instituto Geográfico Nacional. (Abril de 2014). *Sistemas Geodésicos de Referencia*. Obtenido de <http://www.ign.es/ign/layoutIn/actividadesGeodesiaStmagd.do>
- INTIA. (2012). *Cambio climático, Huella de Carbono y Sector Cerealista*. Navarra.
- IPCC. (2006). *Orientación general y generación de informes*. Obtenido de <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/vol1.html>
- IPCC. (2007). Obtenido de Fourth Assessment Report: Climate Change : http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/syr/es/main.html
- IPCC. (30 de enero de 2014). Obtenido de Cambio climático 2013: https://www.ipcc.ch/news_and_events/docs/ar5/ar5_wg1_headlines_es.pdf
- ISO. (2013). *ISO 14069:2013 Greenhouse gases--Quantification and reporting of greenhouse gas emissions for organizations- Guidance for the application of ISO 14064-1*. Obtenido de http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=43280
- ISO. (2013). *ISO/TS 14067:2013 Greenhouse gases -- Carbon footprint of products -- Requirements and guidelines for quantification and communication*. Obtenido de http://www.iso.org/iso/catalogue_detail?csnumber=59521
- Jayaratne, P. (2011). *Sustainable Supply and Supply Chain Mapping - Sri Lankan Tea Supply Chain*.

Jiménez, L., de La Cruz Leiva, J., Carballo, A., & Domenech, J. (Noviembre de 2011).

Enfoques metodológicos para el cálculo de la Huella de Carbono. Obtenido de (OSE), Observatorio de la Sostenibilidad de España: <http://www.blog.criterio-sostenible.com/enfoques-metodologicos-para-el-calculo-de-la-huella-de-carbono-nueva-guia-del-ose/>

LA ECONOMÍA EN EL LARGO PLAZO. (2014). Obtenido de

<http://www.iadb.org/res/laresnetwork/files/pr238finaldraft.pdf>

Linton, J., Klassen, R., & Jayaraman, V. (2007). *Sustainable Supply Chains: An*

Introduction. Obtenido de Journal of Operations Management:

<http://iic.wiki.fgv.br/file/view/Sustainable%20supply%20chains.pdf>

Lozano, G. (Abril de 2014). *Problema de la Ruta más corta*. Obtenido de

<http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/manizales/4060015/Lecciones/Capitulo%20IV/ruta.htm>

Lu, D. (2011). *Fundamentals of Supply Chain Management*. Ventus Publishing ApS.

Maldonado, N., Grijalva, J., Lucero, M., & Miranda, C. (16 de Noviembre de 2013).

Proyecto de Planeación en la Empresa Cetca C.A. Obtenido de

https://docs.google.com/document/d/1U9VyPjJuG-js_XJovTURx68X6xiczTelSuubyaB345g/edit

Mavrakakis, E. (2011). '*Carbon Footprint*' *quantification of a tea agro-ecosystem based on the development of a model of related material flows*. Obtenido de Institute of

Landscape Ecology: [http://www.uni-](http://www.uni-muenster.de/imperia/md/content/landschaftsoekologie/oekologischeplanung/abgeschlossenearbeiten/abstract_dipl_mavrakis.pdf)

[muenster.de/imperia/md/content/landschaftsoekologie/oekologischeplanung/abgeschlossenearbeiten/abstract_dipl_mavrakis.pdf](http://www.uni-muenster.de/imperia/md/content/landschaftsoekologie/oekologischeplanung/abgeschlossenearbeiten/abstract_dipl_mavrakis.pdf)

Mavrakakis, E. (2011). *Carbon Footprint Quantification of a Tea Agro-Ecosystem. The*

Development of a Model on Related Material Flows. VDM Verlag Dr. Müller.

- METODOLOGÍA SCOR*. (2013). Obtenido de Lissolutions. Logistic Intelligence & Data Analysis: <http://www.lis-solutions.es/metodologia/scor.html>
- MTOP. (s.f.). *COMUNICADO A LOS SEÑORES TRANSPORTISTAS DE CARGA PESADA*. Obtenido de http://www.atpp.com.ec/ec/docs/pesos_dimensiones.pdf
- Munasinghe, M., Deraniyagala, Y., & Dasanayake, N. (Mayo de 2013). Economic, Social and Environmental Impacts and Overall Sustainability of the Tea Manufacturing Industry in Sri Lanka. Colombo, Sri Lanka.
- Municipio del Distrito Metropolitano de Quito. (Febrero de 2006). *Inventario de Emisiones del Distrito Metropolitano de Quito*. Quito.
- Murphy, J. (2012). Sustainable supply chain management in the Food Sector.
- NTM. (2010). *Measuring transport energy use and emissions*. Obtenido de <http://www.tinv.dk/public/dokumenter/tinv/Konferencer%20og%20arrangementer/Afholdte%20arrangementer/A6%20CSR/NTM%20samarbejde%20-%20Opg%20F8relse%20af%20emissioner%20fra%20Transport/NTM%20%20in%20general%2020100921%20in%20brief.pdf>
- NTM. (2013). Obtenido de <http://www.ntmcalc.org/Magellan/render/>
- Olmos, X. (2012). *La huella de carbono y las exportaciones de alimentos: Desafíos Para América Latina Y El Caribe*. Guayaquil: CEPAL.
- Otavallo, L. (2013). *La Base de la Pirámide en el Sector Agrícola: Caracterización Logística de Pequeños Agricultores del Fréjol Canario en la localidad de Ilumán- Otavallo*. Quito: Universidad San Francisco de Quito.
- Parra, R. (2013). Factor de emisión de CO2 debido a la generación de electricidad en el Ecuador durante el periodo 2001-2011. *AVANCES EN CIENCIAS E INGENIERÍAS*, 4.

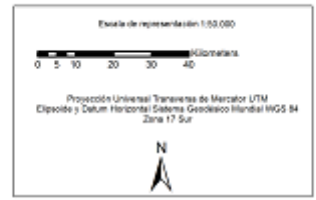
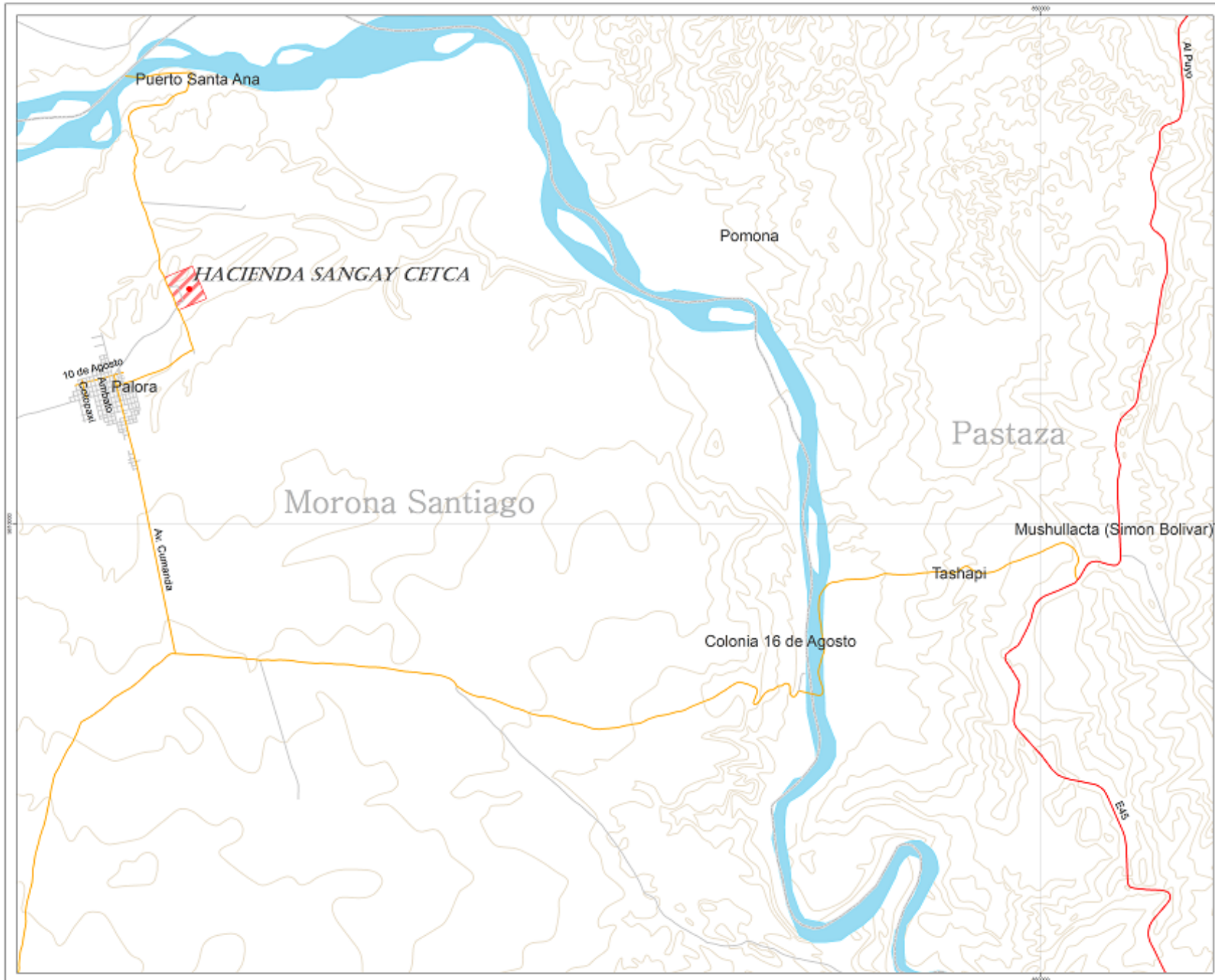
- Parra, R. (23 de Abril de 2014). Factores de Emisión de CO2. (P. Gómez, & N. Maldona, Entrevistadores)
- Penna, A. (2014). *PROBLEMA DEL AGENTE VIAJERO*. Obtenido de Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo:
<http://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/tlahuelilpan/n3/e5.html>
- Peñafiel, D. (14 de Abril de 2014). Location World GIS. (P. Gómez, & N. Maldonado, Entrevistadores)
- PRO ECUADOR. (Mayo de 2014). *Quienes Somos*. Obtenido de
<http://www.proecuador.gob.ec/institucional/quienes-somos/>
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2011). *Hacia una economía verde. Guía para el desarrollo sostenible y la erradicación de la pobreza*. Obtenido de
http://www.unep.org/greeneconomy/Portals/88/documents/ger/GER_synthesis_s p.pdf
- Rainforest Alliance*. (2014). Obtenido de <http://www.rainforest-alliance.org/es/work/agriculture>
- Sánchez, N. (22 de Marzo de 2014). Ventas y cronogramas de entregas. (P. Gómez, & N. Maldonado, Entrevistadores)
- Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. (2014). *El Cambio Climático y su Mitigación*. Obtenido de
<http://www.ambiente.gov.ar/?idarticulo=528>
- Sistema climático de la Tierra*. (2014). Obtenido de
<http://www.cambioclimatico.andi.org.br/node/659>
- Smith, G. (31 de Agosto de 2007). Developing sustainable food supply chains.

- Stevenson, W. (2009). *Operation Management* (Vol. 10ma Edición). New York: Mc Graw-Hill.
- SUDOE Interreg. (2011). *OILCA (Olive Oil Life Cycle Assessment). Guía para el Cálculo de Huella de Carbono en el sector del aceite de oliva.*
- Supply Chain Council . (s.f.). *Welcome to Supply Chain Council.* Obtenido de <http://supply-chain.org/>
- Supply Chain Council. (2010). *El Modelo SCOR. SCC.* Obtenido de <http://supply-chain.org/f/EI%20Modelo%20SCOR%20y%20el%20Supply%20Chain%20Council%201Sep10.pdf>
- Swahn, M. (2007). *NTM- the NTM model and developments towards standarization.* Obtenido de <http://cms.ieis.tue.nl/escf/files/Documents/Workshop9september2009/NTM.pdf>
- Total Consultoria. (Noviembre de 2012). *ACTUALIZACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y PLAN DE MANEJO EX POST DE LA CENTRAL PAUTE MOLINO.* Obtenido de CELEC EP. Unidad de Negocio Hidropaute: <https://www.celec.gob.ec/hidropaute/images/stories/noticias/Res%C3%BAmen%20Ejecutivo.pdf>
- Una producción con aroma a hierbas.* (2013). Obtenido de Revista El Huerto: <http://agronegocioecuador.ning.com/page/una-produccion-con-aroma-a>
- Urquiza, D. (2011). *EL TÉ NEGRO OTRO PRODUCTO IMPORTANTE DE EXPORTACION.* Obtenido de <http://comunidad.todocomercioexterior.com.ec>
- Veintimilla, V. (2008). “*COMUNICACIÓN CORPORATIVA PARA ORGANIZACIONES PRIVADAS DEL SECTOR AGROINDUSTRIAL DE QUITO. CASO: COMPAÑÍA ECUATORIANA DEL TÉ C.A.*”. Obtenido de http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/8276/1/35393_1.pdf

Zúñiga, D., & Ruiz, I. (2012). *Análisis de Ciclo de Vida y la Huella de Carbono* .

Madrid.

ANEXO 1: MAPA BASE HACIENDA SANGAY - CETCA



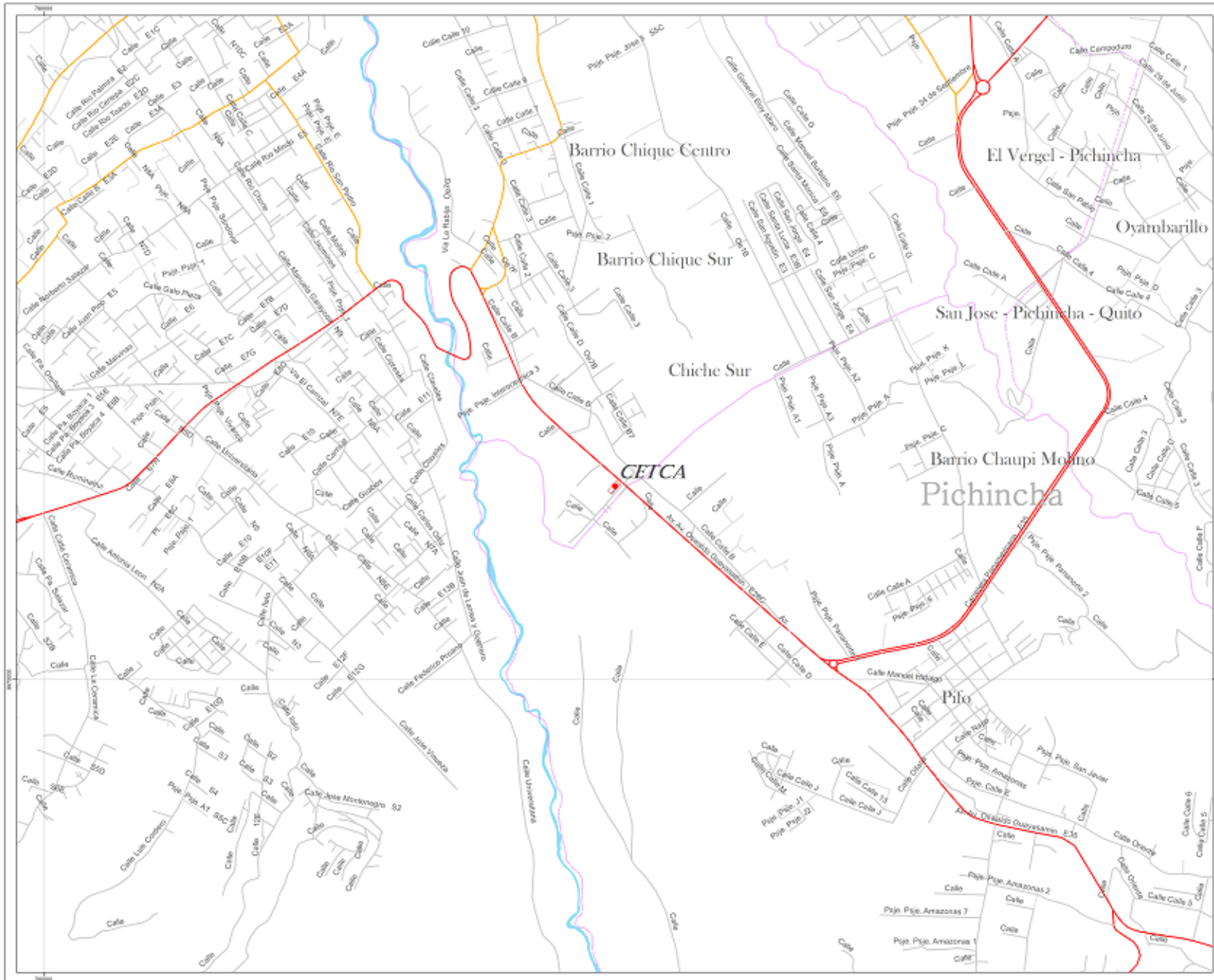
LOCATION WORLD S.A.

MAPA BASE HACIENDA SANGAY - CETCA

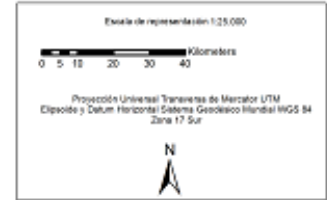
TEMA: Estudio y análisis de sostenibilidad de la
 Cabaña de Turismo en TA

FOLIO:	SANTO DOMINGO BARRIO NOC (ESCALA 1:500,000)	ESCALA DE REPRESENTACIÓN: 1:50,000
ESCALA DE IMPRESIÓN:	A1	ESCALA DE TRABAJO: 1:50,000
ELABORADO POR:	Dr. Diego Pacheco	FECHA: Julio 2013

ANEXO 2: MAPA BASE CETCA



UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO RESPECTO AL CANTÓN QUITO



LEYENDA TEMÁTICA



SIMBOLOGÍA

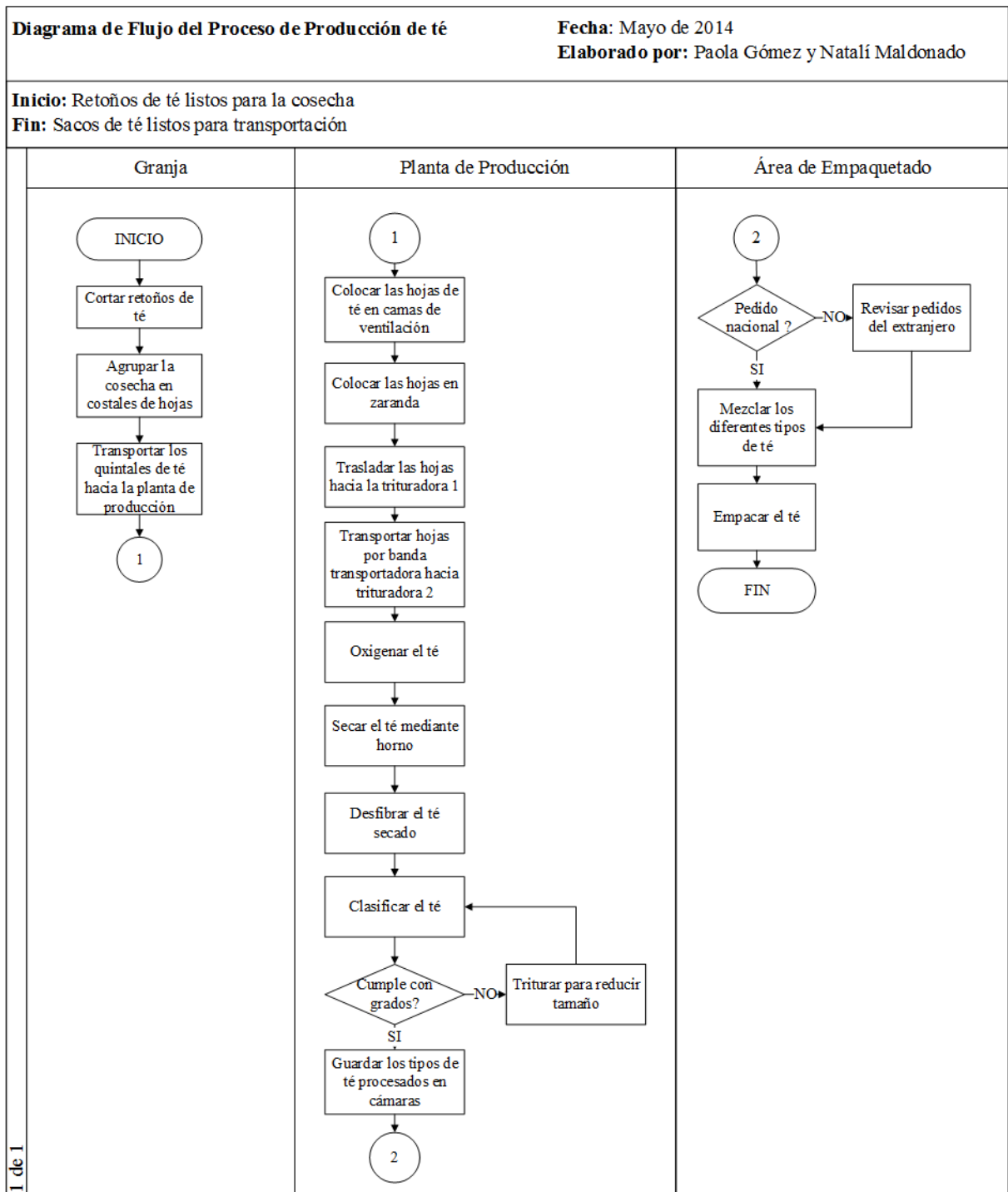


LOCATION WORLD S.A.

MAPA BASE DE UBICACIÓN CETCA			
TÍTULO: Plano y estudio de ubicación para CETCA en Surquillo del 14			
FECHA: 04/07/2018		ESCALA DE REPRESENTACIÓN: 1:25000	
AUTOR: J.C.		ESCALA DE TRABAJO: 1:10000	
ELABORADO POR: Dr. Diego Fariña		FECHA: 04/07/2018	

ANEXO 3: PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL TÉ NEGRO

Figura A4. 1. Diagrama de flujo del Proceso de Producción

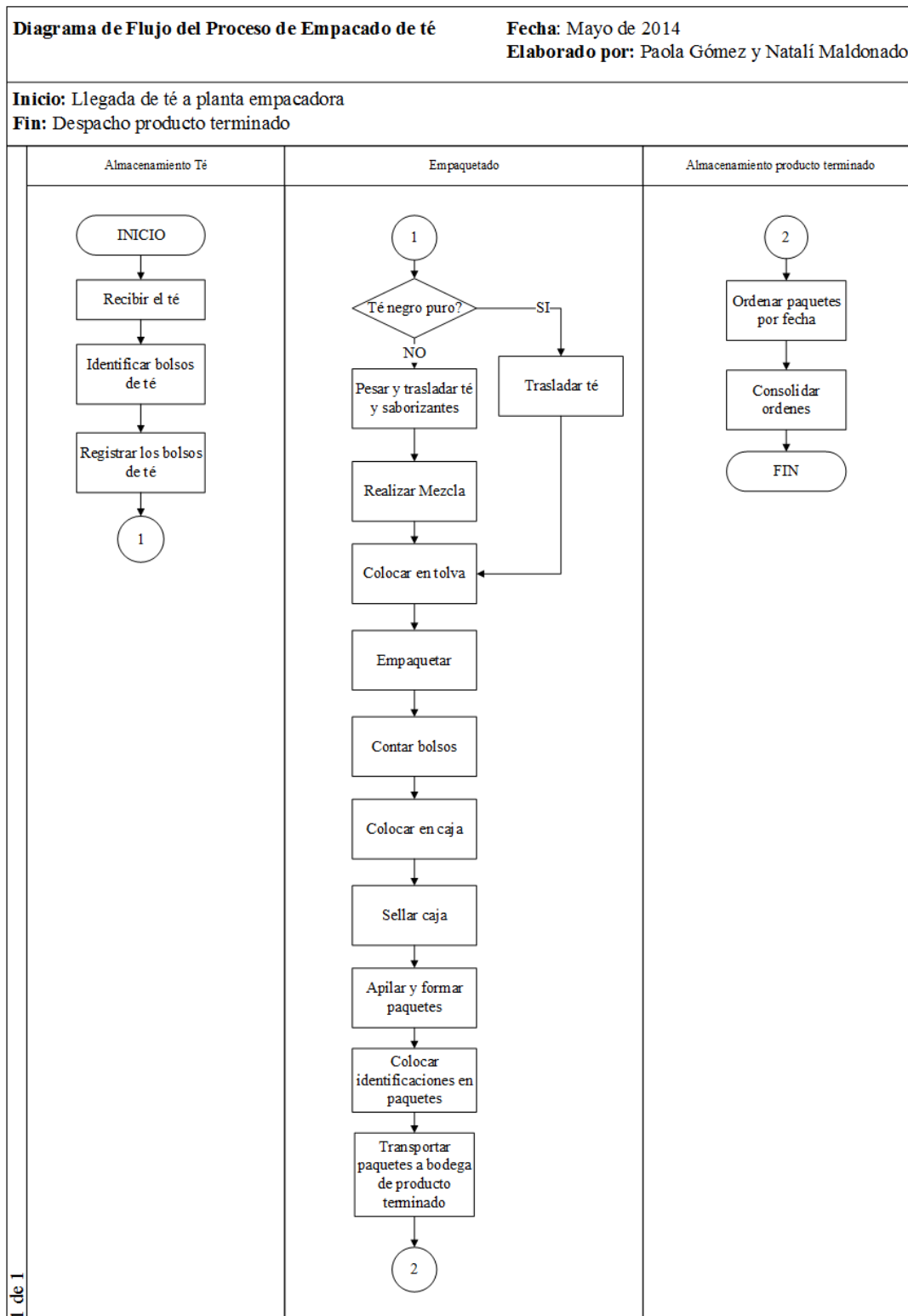


1 de 1

Fuente: CETCA Elaboración: Propia

ANEXO 4: PROCESO DE EMPAQUETADO DEL TÉ NEGRO

Figura A4. 2. Diagrama de flujo del proceso de Empacado



Fuente: CETCA Elaboración: Propia

ANEXO 5: CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO CON LA METODOLOGÍA NTM

Tabla A5.1. Cálculo de emisiones de CO₂ con factores NTM para camión tipo N°5 para los viajes mensuales desde la hacienda Sangay a Guayaquil

Mes	Distancia total (km)	Distancia Rural (km)	Distancia autopista (km)	Distancia Urbana (km)	Factor de Emisiones (kg CO ₂ /gall)	LF	FC rural (gal/km)		FC autopista (gal/km)		FC autopista (gal/km)	FC urbana (gal/km)		Peso Volumetrico (kg de té)	Capacidad LO max camión (kg)	EM (kg de CO ₂)	EM (kg de CO ₂) camino montañoso	et (kg de CO ₂)		
							vacío	lleno	FC rural (gal/km)	vacío		lleno	vacío						lleno	
Enero	3115,79	10,50	2482,13	623,16	10,18	0,67	0,063	0,086	0,079	0,064	0,082	0,076	0,0801	0,10816	0,099	10000	15000	2566,59	2694,92	2694,92
Febrero	2225,56	7,50	1772,95	445,11	10,18	0,67	0,063	0,086	0,079	0,064	0,082	0,076	0,0801	0,10816	0,099	10000	15000	1833,28	1924,94	1924,94
Marzo	890,22	3,00	709,18	178,04	10,18	0,67	0,063	0,086	0,079	0,064	0,082	0,076	0,0801	0,10816	0,099	10000	15000	733,31	769,98	769,98
Abril	2225,56	7,50	1772,95	445,11	10,18	0,67	0,063	0,086	0,079	0,064	0,082	0,076	0,0801	0,10816	0,099	10000	15000	1833,28	1924,94	1924,94
Mayo	1780,45	6,00	1418,36	356,09	10,18	0,67	0,063	0,086	0,079	0,064	0,082	0,076	0,0801	0,10816	0,099	10000	15000	1466,62	1539,95	1539,95
Junio	1335,34	4,50	1063,77	267,07	10,18	0,67	0,063	0,086	0,079	0,064	0,082	0,076	0,0801	0,10816	0,099	10000	15000	1099,97	1154,97	1154,97
Julio	2225,56	7,50	1772,95	445,11	10,18	0,67	0,063	0,086	0,079	0,064	0,082	0,076	0,0801	0,10816	0,099	10000	15000	1833,28	1924,94	1924,94
Agosto	3115,79	10,50	2482,13	623,16	10,18	0,67	0,063	0,086	0,079	0,064	0,082	0,076	0,0801	0,10816	0,099	10000	15000	2566,59	2694,92	2694,92
Septiembre	2225,56	7,50	1772,95	445,11	10,18	0,67	0,063	0,086	0,079	0,064	0,082	0,076	0,0801	0,10816	0,099	10000	15000	1833,28	1924,94	1924,94
Octubre	445,11	1,50	354,59	89,02	10,18	0,67	0,063	0,086	0,079	0,064	0,082	0,076	0,0801	0,10816	0,099	10000	15000	366,66	384,99	384,99
Noviembre	4006,01	13,50	3191,31	801,20	10,18	0,67	0,063	0,086	0,079	0,064	0,082	0,076	0,0801	0,10816	0,099	10000	15000	3299,90	3464,90	3464,90
Diciembre	2225,56	7,50	1772,95	445,11	10,18	0,67	0,063	0,086	0,079	0,064	0,082	0,076	0,0801	0,10816	0,099	10000	15000	1833,28	1924,94	1924,94
TOTAL																	21266,04	22329,35	22329,35	

Fuente: CETCA **Elaboración:** Propia

Tabla A5.2. Cálculo de emisiones de CO₂ con información del camión utilizado para los viajes mensuales desde la hacienda Sangay a Guayaquil

Mes	Factor de Emisiones (kg CO ₂ /gall)	D (km)	FC vacío (gal/Km)	FC lleno (gal/Km)	factor de carga LF	FC (gal/Km)	Peso Volumetrico (kg de té)	Capacidad LO max camión (kg)	EM (kg de CO ₂)	EM (kg de CO ₂) camino montañoso	et (kg de CO ₂)
Enero	10,18	3115,79	0,09	0,14	0,67	0,12	10000	15000	3917,26	4113,12	4113,12
Febrero	10,18	2225,56	0,09	0,14	0,67	0,12	10000	15000	2798,04	2937,95	2937,95
Marzo	10,18	890,22	0,09	0,14	0,67	0,12	10000	15000	1119,22	1175,18	1175,18
Abril	10,18	2225,56	0,09	0,14	0,67	0,12	10000	15000	2798,04	2937,95	2937,95
Mayo	10,18	1780,45	0,09	0,14	0,67	0,12	10000	15000	2238,43	2350,36	2350,36
Junio	10,18	1335,34	0,09	0,14	0,67	0,12	10000	15000	1678,83	1762,77	1762,77
Julio	10,18	2225,56	0,09	0,14	0,67	0,12	10000	15000	2798,04	2937,95	2937,95
Agosto	10,18	3115,79	0,09	0,14	0,67	0,12	10000	15000	3917,26	4113,12	4113,12
Septiembre	10,18	2225,56	0,09	0,14	0,67	0,12	10000	15000	2798,04	2937,95	2937,95
Octubre	10,18	445,11	0,09	0,14	0,67	0,12	10000	15000	559,61	587,59	587,59
Noviembre	10,18	4006,01	0,09	0,14	0,67	0,12	10000	15000	5036,48	5288,30	5288,30
Diciembre	10,18	2225,56	0,09	0,14	0,67	0,12	10000	15000	2798,04	2937,95	2937,95
TOTAL									32457,30	34080,17	34080,17

Fuente: CETCA Elaboración: Propia

Tabla A5.3. Cálculo de emisiones de CO₂ con factores NTM para camión tipo N°4 para los viajes mensuales desde la hacienda Sangay a Puenbo

Mes	Distancia total (km)	Distancia Rural (km)	Distancia autopista(km)	Factor de Emisiones (kg CO ₂ /gall)	LF	FC rural (gal/km)		FC autopista (gal/km)		FC autopista (gal/km)	Peso Volumetrico (kg de té)	Capacidad LO max camión (kg)	EM (kg de CO ₂)	EM (kg de CO ₂) camino montañoso	et (kg de CO ₂)	
						vacío	lleno	FC rural (gal/km)	vacío							lleno
Enero	1219,912	6,00	1213,91	10,18	0,79	0,039	0,050	0,0478	0,042	0,050	0,0486	5000	7000	603,30	633,46	572,75
Febrero	304,978	1,50	303,48	10,18	0,79	0,039	0,050	0,0478	0,042	0,050	0,0486	5000	7000	150,82	158,37	143,19
Marzo	1829,868	9,00	1820,87	10,18	0,79	0,039	0,050	0,0478	0,042	0,050	0,0486	5000	7000	904,95	950,20	859,13
Abril	304,978	1,50	303,48	10,18	0,79	0,039	0,050	0,0478	0,042	0,050	0,0486	5000	7000	150,82	158,37	143,19
Mayo	1524,89	7,50	1517,39	10,18	0,79	0,039	0,050	0,0478	0,042	0,050	0,0486	5000	7000	754,12	791,83	715,94
Junio	914,934	4,50	910,43	10,18	0,79	0,039	0,050	0,0478	0,042	0,050	0,0486	5000	7000	452,47	475,10	429,56
Julio	1219,912	6,00	1213,91	10,18	0,79	0,039	0,050	0,0478	0,042	0,050	0,0486	5000	7000	603,30	633,46	572,75
Agosto	304,978	1,50	303,48	10,18	0,79	0,039	0,050	0,0478	0,042	0,050	0,0486	5000	7000	150,82	158,37	143,19
Septiembre	1219,912	6,00	1213,91	10,18	0,79	0,039	0,050	0,0478	0,042	0,050	0,0486	5000	7000	603,30	633,46	572,75
Octubre	914,934	4,50	910,43	10,18	0,79	0,039	0,050	0,0478	0,042	0,050	0,0486	5000	7000	452,47	475,10	429,56
Noviembre	304,978	1,50	303,48	10,18	0,79	0,039	0,050	0,0478	0,042	0,050	0,0486	5000	7000	150,82	158,37	143,19
Diciembre	0	0,00	0,00	10,18	0,79	0,039	0,050	0,0478	0,042	0,050	0,0486	5000	7000	0,00	0,00	0,00
													TOTAL	4977,22	5226,08	4725,21

Fuente: CETCA **Elaboración:** Propia

Tabla A5.4. Cálculo de emisiones de CO₂ con factores NTM para camión tipo N°4 para los viajes mensuales desde Puenboa la hacienda Sangay

Mes	Distancia total (km)	Distancia Rural (km)	Distancia autopista(km)	Factor de Emisiones (kg)	LF	FC rural (gal/km)		FC rural (gal/km)	FC autopista (gal/km)		FC autopista (gal/km)	Peso Volumetrico (kg)	Capacidad LO max camión	EM (kg de CO2)	EM (kg de CO2) camino	et (kg de CO2)
						vacío	lleno		vacío	lleno						
Enero	1234,02	6,00	1228,02	10,18	0,79	0,039	0,050	0,0478	0,042	0,050	0,0486	300	7000	610,28	640,79	34,76
Febrero	308,5	1,50	307,00	10,18	0,79	0,039	0,050	0,0478	0,042	0,050	0,0486	300	7000	152,57	160,20	8,69
Marzo	1851,02	9,00	1842,02	10,18	0,79	0,039	0,050	0,0478	0,042	0,050	0,0486	300	7000	915,41	961,18	52,14
Abril	308,5	1,50	307,00	10,18	0,79	0,039	0,050	0,0478	0,042	0,050	0,0486	300	7000	152,57	160,20	8,69
Mayo	1542,52	7,50	1535,02	10,18	0,79	0,039	0,050	0,0478	0,042	0,050	0,0486	300	7000	762,84	800,99	43,45
Junio	925,51	4,50	921,01	10,18	0,79	0,039	0,050	0,0478	0,042	0,050	0,0486	300	7000	457,71	480,59	26,07
Julio	1234,02	6,00	1228,02	10,18	0,79	0,039	0,050	0,0478	0,042	0,050	0,0486	300	7000	610,28	640,79	34,76
Agosto	308,5	1,50	307,00	10,18	0,79	0,039	0,050	0,0478	0,042	0,050	0,0486	300	7000	152,57	160,20	8,69
Septiembre	1234,02	6,00	1228,02	10,18	0,79	0,039	0,050	0,0478	0,042	0,050	0,0486	300	7000	610,28	640,79	34,76
Octubre	925,51	4,50	921,01	10,18	0,79	0,039	0,050	0,0478	0,042	0,050	0,0486	300	7000	457,71	480,59	26,07
Noviembre	308,5	1,50	307,00	10,18	0,79	0,039	0,050	0,0478	0,042	0,050	0,0486	300	7000	152,57	160,20	8,69
Diciembre	0	0,00	0,00	10,18	0,79	0,039	0,050	0,0478	0,042	0,050	0,0486	300	7000	0,00	0,00	0,00
TOTAL														5034,76	5286,50	286,79

Fuente: CETCA **Elaboración:** Propia

Tabla A5.5. Cálculo de emisiones de CO₂ con información del camión utilizado para los viajes mensuales desde la hacienda Sangay a Puenbo

Mes	Factor de Emisiones (kg CO ₂ /gall)	D (km)	FC vacío (gal/Km)	FC lleno (gal/Km)	LF	FC (gal/Km)	Peso Volumetrico (kg de té)	Capacidad LO max camión (kg)	EM (kg de CO ₂)	EM (kg de CO ₂) camino montañoso	et (kg de CO ₂)
Enero	10,18	1219,912	0,047	0,111	0,79	0,10	5000,00	7000,00	1211,57	1272,15	1150,22
Febrero	10,18	304,978	0,047	0,111	0,79	0,10	5000,00	7000,00	302,89	318,04	287,56
Marzo	10,18	1829,868	0,047	0,111	0,79	0,10	5000,00	7000,00	1817,35	1908,22	1725,34
Abril	10,18	304,978	0,047	0,111	0,79	0,10	5000,00	7000,00	302,89	318,04	287,56
Mayo	10,18	1524,89	0,047	0,111	0,79	0,10	5000,00	7000,00	1514,46	1590,18	1437,78
Junio	10,18	914,934	0,047	0,111	0,79	0,10	5000,00	7000,00	908,68	954,11	862,67
Julio	10,18	1219,912	0,047	0,111	0,79	0,10	5000,00	7000,00	1211,57	1272,15	1150,22
Agosto	10,18	304,978	0,047	0,111	0,79	0,10	5000,00	7000,00	302,89	318,04	287,56
Septiembre	10,18	1219,912	0,047	0,111	0,79	0,10	5000,00	7000,00	1211,57	1272,15	1150,22
Octubre	10,18	914,934	0,047	0,111	0,79	0,10	5000,00	7000,00	908,68	954,11	862,67
Noviembre	10,18	304,978	0,047	0,111	0,79	0,10	5000,00	7000,00	302,89	318,04	287,56
Diciembre	10,18	0	0,047	0,111	0,79	0,10	5000,00	7000,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL									9995,44242	10495,21	9489,34

Fuente: CETCA Elaboración: Propia

Tabla A5.6. Cálculo de emisiones de CO₂ con información del camión utilizado para los viajes mensuales desde Puumbo a la hacienda Sangay

Mes	Factor de Emisiones (kg CO ₂ /gall)	D (km)	FC vacío (gal/Km)	FC lleno (gal/Km)	LF	FC (gal/Km)	Peso Volumetrico (kg de té)	Capacidad LO max camión (kg)	EM (kg de CO ₂)	EM (kg de CO ₂) camino montañoso	et (kg de CO ₂)
Enero	10,18	1234,02	0,047	0,111	0,79	0,098	300,00	7000,00	1231,11	1292,66	70,13
Febrero	10,18	308,5	0,047	0,111	0,79	0,098	300,00	7000,00	307,77	323,16	17,53
Marzo	10,18	1851,02	0,047	0,111	0,79	0,098	300,00	7000,00	1846,65	1938,98	105,19
Abril	10,18	308,5	0,047	0,111	0,79	0,098	300,00	7000,00	307,77	323,16	17,53
Mayo	10,18	1542,52	0,047	0,111	0,79	0,098	300,00	7000,00	1538,88	1615,82	87,66
Junio	10,18	925,51	0,047	0,111	0,79	0,098	300,00	7000,00	923,33	969,49	52,59
Julio	10,18	1234,02	0,047	0,111	0,79	0,098	300,00	7000,00	1231,11	1292,66	70,13
Agosto	10,18	308,5	0,047	0,111	0,79	0,098	300,00	7000,00	307,77	323,16	17,53
Septiembre	10,18	1234,02	0,047	0,111	0,79	0,098	300,00	7000,00	1231,11	1292,66	70,13
Octubre	10,18	925,51	0,047	0,111	0,79	0,098	300,00	7000,00	923,33	969,49	52,59
Noviembre	10,18	308,5	0,047	0,111	0,79	0,098	300,00	7000,00	307,77	323,16	17,53
Diciembre	10,18	0	0,047	0,111	0,79	0,098	300,00	7000,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL									10156,5937	10664,42	578,54

Fuente: CETCA **Elaboración:** Propia

ANEXO 6: CRONOGRAMA DE DISTRIBUCIÓN CON LOCALIZACIONES Y DISTANCIAS ACTUALES

Tabla A6. 1. Detalle y ubicación de puntos de entrega para los días lunes, martes y miércoles.

Día	Local	Dirección	Cantón	Parroquia	Longitud	Latitud	Distancia
Lunes	CETCA	Av. Interoceanica Km. 21 1/2 y Psje. Guachamin	Quito	Puembo	-78,360789	-0,214243	93,93
	C	Iñaquito N38-17 y Juan Jose Villalengua	Quito	Iñaquito	-78,487149	-0,172480	
	B	Av. 6 De Diciembre y Av. Naciones Unidas C.C. Quicentro	Quito	Iñaquito	-78,480390	-0,176005	
	B	García Moreno entre Mejía y Olmedo	Quito	Centro Histórico	-78,511201	-0,218620	
	B	Rodrigo de Chávez s/n y Galte	Quito	La Magdalena	-78,522067	-0,239783	
	E	Av. Rodrigo de Chavez 47 y Mariscal Sucre	Quito	La Magdalena	-78,526987	-0,236432	
CETCA	Av. Interoceanica Km. 21 1/2 y Psje. Guachamin	Quito	Puembo	-78,360789	-0,214243		
Martes	CETCA	Av. Interoceanica Km. 21 1/2 y Psje. Guachamin	Quito	Puembo	-78,360789	-0,214243	115,86
	B	Av. Diego de Vasquez de Cepeda y Sabanilla	Quito	Ponceano	-78,492548	-0,121235	
	D	Miguel Muñoz N80-38 y Francisco Teran	Quito	CarcelÚn	-78,473997	-0,088775	
	D	Duchicela y Giovanni Calles Lascano	Quito	Calderon	-78,436685	-0,095002	
	C	Gil Ramires Dávalos y Versalles	Quito	Belisario Quevedo	-78,499128	-0,200827	
	C	Simón Bolivar entre García Moreno y Venezuela	Quito	Centro Historico	-78,513743	-0,222206	
CETCA	Av. Interoceanica Km. 21 1/2 y Psje. Guachamin	Quito	Puembo	-78,360789	-0,214243		
Miecoles	CETCA	Av. Interoceanica Km. 21 1/2 y Psje. Guachamin	Quito	Puembo	-78,360789	-0,214243	125,84
	C	Av. Interoceanica y Juan Montalvo	Quito	Tumbaco	-78,406387	-0,215974	
	C	Av. Simon Bolivar y Panamericana	Quito	Calderon	-78,457216	-0,110149	
	C	Av. Diego de Vasquez de Cepeda y Bellavista	Quito	Ponceano	-78,490174	-0,115005	
	C	Av. Eloy Alfaro y Juan Molineros	Quito	ComitÚ del pueblo	-78,471910	-0,128980	
	C	Av. 6 de Diciembre y Psje. De Los Manzanos	Quito	Jipijapa	-78,476460	-0,161976	
	D	Rafael Ramos E3-12 y Francisco Nieto (entregas a Ibarra)	Quito	Kennedy	-78,480824	-0,149694	
	E	Av. Humberto Marín Oe1-37 y Av. Galo Plaza Lasso	Quito	Kennedy	-78,483239	-0,139833	
	E	Av. De la Prensa N35-55 y Emperador Carlos Quinto	Quito	Concepcion	-78,494763	-0,137252	
	E	Vasco de Contreras N34-356 Hernandez de Giron	Quito	Rumipamba	-78,495682	-0,180116	
C	Av. Gral. Enríquez y García Moreno	Rumiñahui	Sangolquí	-78,451287	-0,329573		
CETCA	Av. Interoceanica Km. 21 1/2 y Psje. Guachamin	Quito	Puembo	-78,360789	-0,214243		

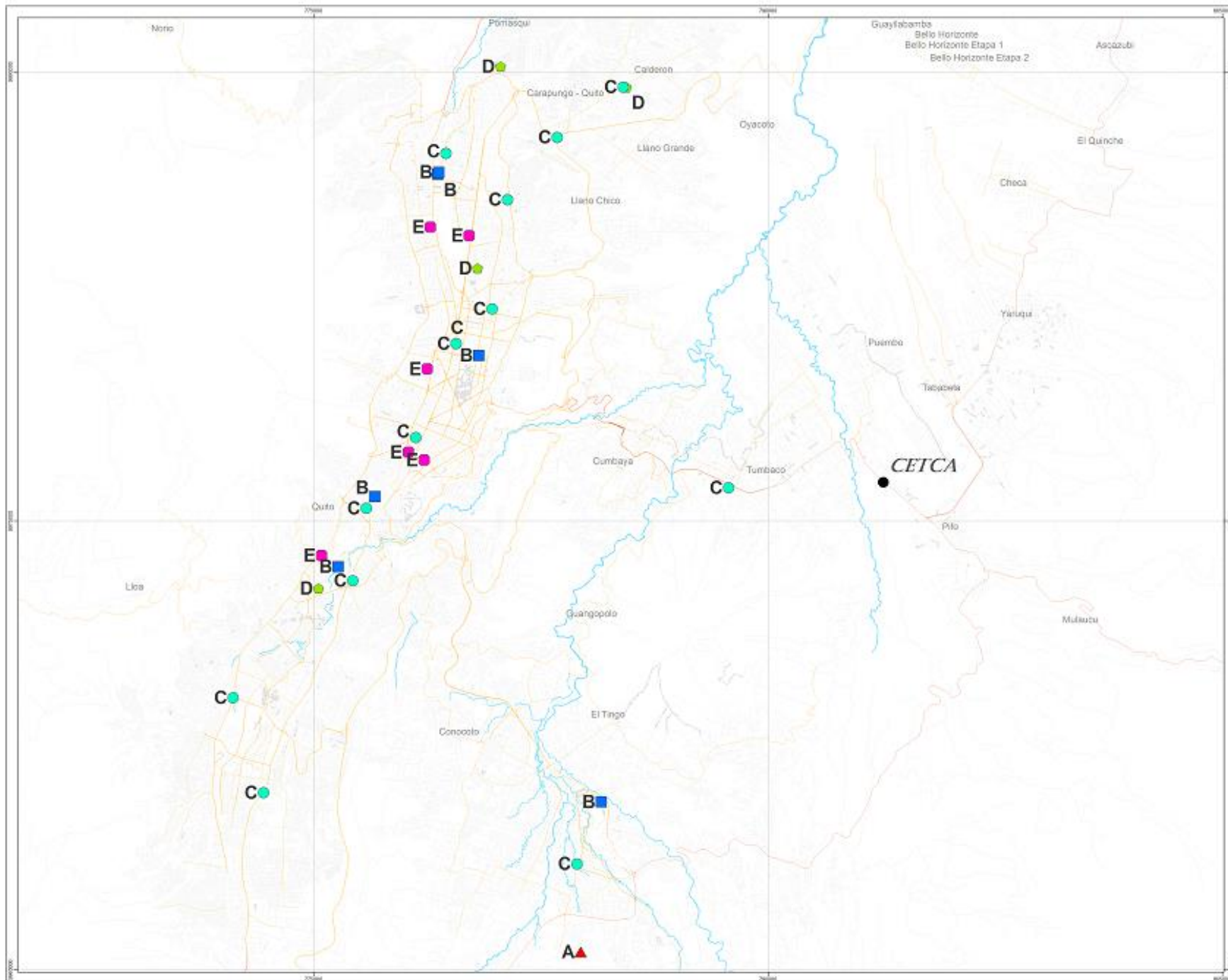
Fuente: Location World **Elaboración:** Propia

Tabla A6. 2. Detalle y ubicación de puntos de entrega para los días jueves y viernes.

Día	Local	Dirección	Cantón	Parroquia	Longitud	Latitud	Distancia
Jueves	CETCA	Av. Interoceanica Km. 21 1/2 y Psje. Guachamin	Quito	Puembo	-78,360789	-0,214243	123
	C	Giovanni Calles Lascano y La Concordia	Quito	Calderon	-78,437634	-0,095007	
	C	Iñaquito N38-17 y Juan Jose Villalengua	Quito	Iñaquito	-78,487149	-0,172480	
	B	Av. Diego de Vasquez de Cepeda y Sabanilla	Quito	Ponceano	-78,492281	-0,120660	
	C	Chambo y Cerro Hermoso	Quito	Chimbacalle	-78,517765	-0,244039	
	D	Av. Jipijapa S10-31 e Iturralde	Quito	La Magdalena	-78,527887	-0,246366	
	C	Av Mariscal Sucre y Manuel Coronado	Quito	Chillo Gallo	-78,553218	-0,279400	
	C	Av Pedro Vicente Maldonado y Camino al Conde	Quito	Quitumbe	-78,544202	-0,308082	
	E	Av. Amazonas y Patria	Quito	Mariscal Sucre	-78,496594	-0,207620	
	E	Av. 18 de Septiembre y Versalles	Quito	San Juan	-78,501280	-0,205266	
	CETCA	Av. Interoceanica Km. 21 1/2 y Psje. Guachamin	Quito	Puembo	-78,360789	-0,214243	
Viernes	CETCA	Av. Interoceanica Km. 21 1/2 y Psje. Guachamin	Quito	Puembo	-78,360789	-0,214243	72,95
	A	Av. Gral Enriquez S/N Via Cotogchoa	Rumiñahui	Sangolquí	-78,450176	-0,356127	
	B	Av. General Rumiñahui a 300 mts. De la ESPE	Rumiñahui	Sangolquí	-78,444094	-0,310828	
	CETCA	Av. Interoceanica Km. 21 1/2 y Psje. Guachamin	Quito	Puembo	-78,360789	-0,214243	

Fuente: Location World **Elaboración:** Propia

ANEXO 7: PUNTOS DE ENTREGA ACTUAL POR CLIENTE



UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO RESPECTO AL CANTÓN QUITO

Escala de representación: 1:125.000

0 10 20 40 60 80 Kilómetros

Proyección Universal Transversa de Mercator UTM
Cilíndrica y Datum Horizontal Sistema Geodésico Mundial WGS 84
Zona 17 Sur

N

LEYENDA TEMÁTICA

CLIENTE DIRECTO

- A ▲
- B ■
- C ●
- CETICA ●
- D ●
- E ●

SIMBOLOGÍA

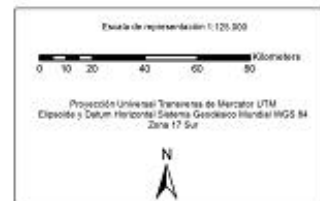
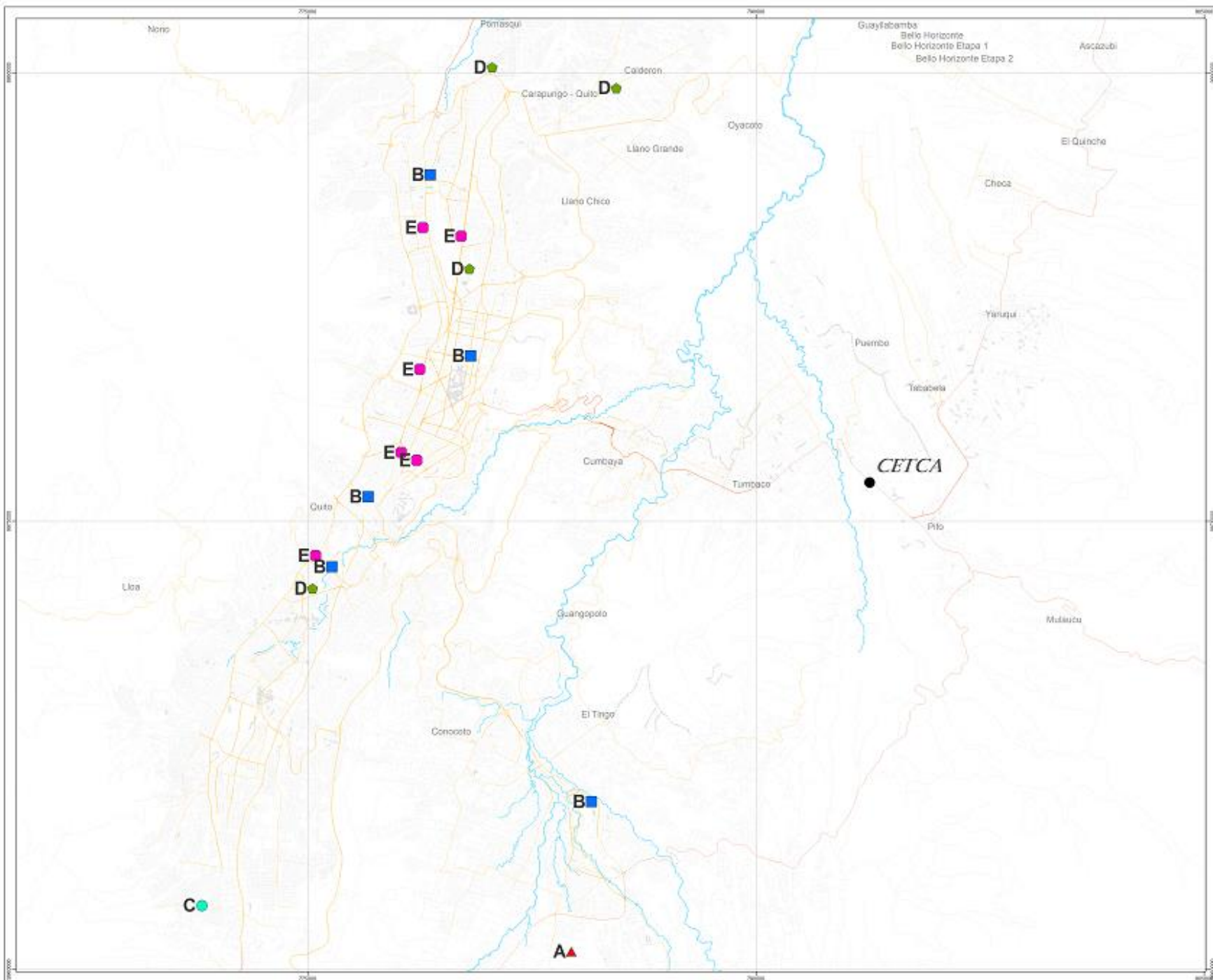
- Provincias
- Cantones
- Vía Principal
- Calle
- Ríos

LOCATION WORLD S.A.

PUNTOS DE ENTREGA ACTUAL POR CLIENTE

Escala: 1:125.000		Fecha: 15/05/2024	
Autor: Ing. Diego Trujillo		Fecha: 15/05/2024	
Proyecto: Plan de Ordenamiento Territorial del Cantón Cotacachi		Escala de Representación: 1:125.000	
Escala de Impresión: A3		Escala de Trabajo: 1:1000	
Elaborado por: Ing. Diego Trujillo		Fecha: 15/05/2024	

ANEXO 8: PUNTOS DE ENTREGA A FUTURO



LOCATION WORLD S.A.

PUNTOS DE ENTREGA A FUTURO

TÍTULO	Plan de zonificación de la zona de estudio del Cantón de Guaito del 14		
FOLIO N°	LAZ-001/2015	FECHA DE ELABORACIÓN	14/05/2015
ESCALA DE REPRESENTACIÓN	1:125.000	ESCALA DE TRABAJO	1:10000
ELABORADO POR	Dr. Diego Peña	FECHA DE IMPRESIÓN	14/05/2015

ANEXO 9: CRONOGRAMA DE DISTRIBUCIÓN CON LOCALIZACIONES Y DISTANCIAS A FUTURO

Tabla A9. 1. Detalle y ubicación de puntos de entrega diario a futuro

Día	Local	Dirección	Cantón	Parroquia	Longitud	Latitud	Distancia
Lunes	CETCA	Av. Interoceanica Km. 21 1/2 y Psje. Guachamin	Quito	Puembo	-78,360789	-0,214243	62,71
	B	Av. 6 De Diciembre y Av. Naciones Unidas C.C. Quicentro	Quito	Iñaquito	-78,480390	-0,176005	
	B	García Moreno entre Mejía y Olmedo	Quito	Centro Histórico	-78,511201	-0,218620	
	B	Rodrigo de Chávez s/n y Galte	Quito	La Magdalena	-78,522067	-0,239783	
	E	Av. Rodrigo de Chavez 47 y Mariscal Sucre	Quito	La Magdalena	-78,526987	-0,236432	
Martes	CETCA	Av. Interoceanica Km. 21 1/2 y Psje. Guachamin	Quito	Puembo	-78,360789	-0,214243	78,6
	CETCA	Av. Interoceanica Km. 21 1/2 y Psje. Guachamin	Quito	Puembo	-78,360789	-0,214243	
	B	Av. Diego de Vasquez de Cepeda y Sabanilla	Quito	Ponceano	-78,492548	-0,121235	
	D	Miguel Muñoz N80-38 y Francisco Teran	Quito	Carcelén	-78,473997	-0,088775	
	D	Duchicela y Giovanni Calles Lazcano	Quito	Calderon	-78,436685	-0,095002	
Miércoles	CETCA	Av. Interoceanica Km. 21 1/2 y Psje. Guachamin	Quito	Puembo	-78,360789	-0,214243	87,58
	E	Vasco de Contreras N34-356 Hernandez de Giron	Quito	Rumipamba	-78,495682	-0,180116	
	D	Rafael Ramos E3-12 y Francisco Nieto (entregas a Ibarra)	Quito	Kennedy	-78,480824	-0,149694	
	E	Av. De la Prensa N35-55 y Emperador Carlos Quinto	Quito	Concepción	-78,494763	-0,137252	
	E	Av. Humberto Marín Oe1-37 y Av. Galo Plaza Lasso	Quito	Kennedy	-78,483239	-0,139833	
Jueves	CETCA	Av. Interoceánica Km. 21 1/2 y Paje. Guachamin	Quito	Puembo	-78,360789	-0,214243	93,83
	CETCA	Av. Interoceanica Km. 21 1/2 y Psje. Guachamin	Quito	Puembo	-78,360789	-0,214243	
	E	Av. 18 de Septiembre y Versalles	Quito	San Juan	-78,501280	-0,205266	
	E	Av. Amazonas y Patria	Quito	Mariscal Sucre	-78,496594	-0,207620	
	D	Av. Jipijapa S10-31 e Iturralde	Quito	La Magdalena	-78,527887	-0,246366	
Viernes	C	Calle 9na.No 341 y S58F	Quito	Guamani	-78,561142	-0,342297	72,95
	CETCA	Av. Interoceanica Km. 21 1/2 y Psje. Guachamin	Quito	Puembo	-78,360789	-0,214243	
	CETCA	Av. Interoceanica Km. 21 1/2 y Psje. Guachamin	Quito	Puembo	-78,360789	-0,214243	
	A	Av. Gral Enriquez S/N Via Cotogchoa	Rumiñahui	Sangolquí	-78,450176	-0,356127	
	B	Av. General Rumiñahui a 300 mts. De la ESPE	Rumiñahui	Sangolquí	-78,444094	-0,310828	
CETCA	Av. Interoceanica Km. 21 1/2 y Psje. Guachamin	Quito	Puembo	-78,360789	-0,214243		

Fuente: Location World **Elaboración:** Propia