
PROYECTO HUELLA DE CIUDADES

**EVALUACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO Y
HUELLA HÍDRICA,
CANTÓN DE CUENCA, ECUADOR**



AGOSTO, 2017

Informe de Evaluación de la Huella de Carbono y Huella Hídrica del Cantón de Cuenca

Elaborado de manera conjunta entre el equipo técnico del Municipio de Cuenca y el equipo de Servicios Ambientales S.A. (SASA), en el marco del Proyecto Huella de Ciudades, 2017.

Proyecto Huella de Ciudades, se lleva adelante desde el año 2012 cuenta con la participación de CAF como originador y financiador del Proyecto, CDKN y AFD como co-financiadores, FFLA-Fundación Futuro Latinoamericano como facilitador y SASA-Servicios Ambientales S.A. como ejecutor, en su condición de consultor especializado.

La Paz – Bolivia

Contenido

Ecuador en el contexto de la región	10
En el ámbito nacional.....	12
1.1. Características generales del Cantón de Cuenca	15
1.2. Enfoque geográfico y demográfico	16
1.3. Enfoque sectorial.....	17
1.4. Periodo que cubre la evaluación	19
2.1. Metodología empleada.....	21
2.2. Resultados Huella de Carbono	31
2.3. Análisis comparativo de la HC de Cuenca	41
2.4. Conclusiones de la Huella de Carbono	43
3.1. Metodología empleada.....	46
3.2. Resultados Huella Hídrica	53
3.3. Análisis comparativo de la HH de Cuenca	63
3.4. Conclusiones de la Huella Hídrica	65

Índice de Figuras

Figura 1. Emisiones de GEI a nivel comparativo en la región	10
Figura 2. Huella Hídrica a nivel comparativo en la región	11
Figura 3. Tendencia de emisiones de GEI en Ecuador incluyendo USCUS.....	12
Figura 4. Progresión de población, emisiones de GEI y PIB, 1990-2012	13
Figura 5. Ubicación del Cantón Cuenca	16
Figura 6. Representación esquemática de fuentes y límites de emisiones de GEI para escala de comunidad.18	
Figura 7. Huella de Carbono Total según sectores (en miles de t CO ₂ e).....	32
Figura 8. Huella de Carbono total según fuente de emisión (en t CO ₂ e)	33
Figura 9. Huella de Carbono total según alcance de emisión (en porcentaje).....	33
Figura 10. Comparación Huella de Carbono por sector (t CO ₂ e) y población Urbana vs. Rural.....	34
Figura 11. Huella de Carbono del sector transporte por fuente y área de emisión (en miles t de CO ₂ e)	35
Figura 12. Huella de Carbono del sector industrial según fuente y área de emisión (en miles de t CO ₂ e)	36
Figura 13. Huella de Carbono del sector residencial según fuente y área de emisión (en miles de t CO ₂ e)	37
Figura 14. Huella de Carbono del sector residuos según fuente de emisión (en miles de t CO ₂ e)	38
Figura 15. HC sector residuos por área de emisión (en miles de t de CO ₂ e).....	39
Figura 16. Huella de Carbono del sector comercial/institucional (en miles de t CO ₂ e).....	40
Figura 17. HC sector comercial/institucional por área de emisión (en miles de t CO ₂ e)	40
Figura 18. Emisiones biogénicas (en miles t de CO ₂ e).....	41
Figura 19. Comparación Huella de Carbono entre ciudades de la región (en millones de t CO ₂ e).....	42
Figura 20. Comparación HC ciudades ecuatorianas	43
Figura 21. Fases de la evaluación de la HH.	46
Figura 22. Tipos y dimensiones de la Huella Hídrica.	47

Figura 23. Huella Hídrica total según tipo de Huella (en porcentaje).....	53
Figura 24. Huella Hídrica total disgregada según tipo de Huella (en porcentaje)	54
Figura 25. Huella Hídrica total por sector y tipo de huella (en millones de m ³).	55
Figura 26. Consumo de agua por sector (en millones de m ³).	55
Figura 27. Huella Hídrica del sector por área y tipo de huella (en millones de m ³)	57
Figura 28. Huella Hídrica del sector público según tipo de huella (en m ³)	58
Figura 29. Huella Hídrica del sector por categoría y tipo de huella (en miles de m ³).....	59
Figura 30. Huella Hídrica del sector por actividad y tipo de Huella (en m ³).....	60
Figura 31. Huella Hídrica del sector por tipo de huella (en m ³).	61
Figura 32. Composición de la HH indirecta por la producción agrícola en Cuenca (en millones de m ³).	62
Figura 33. Comparación Huella Hídrica entre ciudades de la región (en millones de m ³).....	64
Figura 34. Análisis comparativo de la HH de Cuenca.	65

Índice de Tablas

Tabla 1. Población y superficie por parroquia.	17
Tabla 2. Fuentes de emisión de GEI consideradas en la evaluación.	22
Tabla 3. Exclusión de fuentes de emisión.....	24
Tabla 4. Sectores y fuentes de emisión considerados en la evaluación de la HC.....	25
Tabla 5. Factores de emisión utilizados por fuente de emisión	26
Tabla 6. Fuentes de información e instrumentos empleados para levantar los datos requeridos.....	28
Tabla 7. Fuentes de información detallada consideradas para la evaluación de la Huella de Carbono.....	28
Tabla 8. Evaluación de la calidad de datos.	29
Tabla 9. Evaluación de la calidad de datos para el Cantón de Cuenca.	29
Tabla 10. Fuentes de información e instrumentos empleados para levantar los datos requeridos.	50
Tabla 11. Fuentes de información detallada considerada para evaluación de Huella Hídrica.	50
Tabla 12. Resumen de datos de volúmenes de agua utilizados en la evaluación.	51
Tabla 13. Resumen de parámetros de calidad utilizados en la medición de HH Gris.....	51
Tabla 14. Evaluación de la calidad de datos.	52
Tabla 15. Evaluación de la calidad de datos para el Cantón de Cuenca.	52
Tabla 16. Características del área rural y urbana.....	56
Tabla 17. Producción anual de los principales productos agrícolas en el Cantón de Cuenca.....	62

Abreviaciones

afl	Afluente
asim	Asimilación
C40	Climate Leadership Group
COP	Conferencia de las Partes
CMNUCC	Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
DBO ₅	Demanda Bioquímica de Oxígeno en cinco días
DQO	Demanda Química de Oxígeno
Efl	Efluente
EMAC	Empresa Municipal de Aseo de Cuenca
EMOV EP	Empresa de Movilidad, Tránsito y Transporte
ETAPA	Empresa Pública Municipal de Telecomunicaciones, Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento
FE	Factor de emisión
GAD	Gobierno Autónomo Descentralizado
GEI	Gases de Efecto Invernadero
GHG	Greenhouse Gas
GLP	Gas Licuado de Petróleo
GNV	Gas Natural Vehicular
GPC	Global Protocol for Community-Scale
HC	Huella de Carbono
HH	Huella Hídrica
ICLEI	International Council for Local Environmental Initiatives
INEC	Instituto Nacional de Estadística y Censos
IPCC	Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático
ISO	Organización Internacional de Normalización
kWh	Kilowatt-hora
L	Litro
LED	Light-Emitting Diode
m ³	Metro cúbico
mpc	Millares de pies cúbicos
m.s.n.m.	Metros sobre el nivel del mar
OMS	Organización Mundial de Salud
PCG	Potencial de Calentamiento Global
PDyOT	Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial
SASA	Servicios Ambientales S.A.
SIN	Sistema Interconectado Nacional
T	Telada
CO ₂ e	Dióxido de carbono equivalente
WFN	Water Footprint Network

Presentación

El presente documento es un producto del Proyecto Huella de Ciudades Fase III, el Proyecto en la ciudad de Cuenca, cuenta con la participación de CAF como originador y financiador del Proyecto, el apoyo de la AFD- Agencia Francesa de Desarrollo, ejecutado por SASA-Servicios Ambientales S.A., en su condición de consultor especializado. El proyecto tiene como objetivo general:

Complementar y apoyar las iniciativas municipales relacionadas a la mitigación y adaptación del cambio climático en las ciudades a través de la evaluación de la Huella de Carbono y Huella Hídrica a nivel de Gobierno Municipal (como institución) y a nivel de ciudad (geográfico), utilizando los resultados y conclusiones obtenidos para promover acciones de reducción de emisiones de GEI (mitigación) y gestión del agua (adaptación) a nivel urbano. En la primera fase del Proyecto participaron las ciudades de La Paz, Quito y Lima; en la segunda fase Santa Cruz de la Sierra, Guayaquil y Fortaleza; y en la tercera fase Tarija, Cali, Santa Cruz de Galápagos, Recife y Cuenca.

El presente documento corresponde a la evaluación de la Huella de Carbono y Huella Hídrica del Cantón de Cuenca, a nivel geográfico, para el año 2016. El objetivo principal de este diagnóstico es orientar la toma de decisiones de los actores relevantes en el Cantón, liderados por el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón de Cuenca, y promover el desarrollo de políticas públicas que orienten el crecimiento del Cantón hacia un modelo sostenible, tanto en lo que respecta a la mitigación del cambio climático (crecimiento bajo en carbono, con impulso a energías renovables y eficiencia energética) como a la adaptación (aumento de la resiliencia de la ciudad a partir de un manejo más eficiente del recurso hídrico). Se espera que en este contexto, el Municipio de Cuenca trace metas de reducción de huellas del Cantón para el corto, mediano y largo plazo, priorice proyectos y acciones para alcanzar estas metas, se gestione el financiamiento climático necesario y se diseñen los instrumentos que se requieren para monitorear el desempeño hacia el logro de las mismas.

En la sección 1 se presenta una descripción breve del Cantón, así como la definición de los límites de la evaluación. Más adelante, en la sección 2 del documento se describe la evaluación de la Huella de Carbono del Cantón, detallando la metodología utilizada para la cuantificación y el análisis de los resultados obtenidos: huella total, por fuente de emisión y por sector. En la sección 3 se describe la evaluación de la Huella Hídrica del Cantón, detallando la metodología empleada para la cuantificación de la huella y el análisis de los resultados: huella total, por tipo de huella y por sector. Ambas secciones cierran con un análisis comparativo de la huella respectiva, con otras ciudades que son parte del Proyecto Huella de Ciudades, y finalmente se presentan las conclusiones.

Las medidas de reducción de las huellas a partir de los puntos críticos identificados, serán analizadas a profundidad en el Plan de Acción del Cantón, que es otro producto del Proyecto Huella de Ciudades.

Introducción

El cambio climático representa actualmente la mayor amenaza ambiental, social y económica del planeta, la temperatura media de la Tierra ha aumentado 0,85 °C durante el periodo 1880-2012 y en la región se ha experimentado un incremento de entre 0,7 – 1 °C desde la década de 1970¹ debido a actividades humanas, entre las que destacan la utilización de combustibles fósiles, la agricultura, los cambios de uso del suelo y la generación de residuos sólidos. De mantenerse las tendencias actuales de emisiones, es posible que para el año 2050 la temperatura media de la tierra incremente 2°C², lo que supondría, además de importantes impactos sociales y medioambientales, enormes esfuerzos económicos de mitigación y adaptación.

En palabras del Ex Secretario General de Naciones Unidas Ban Ki-moon, la lucha contra el cambio climático es el reto más importante que enfrenta hoy en día la humanidad. En un planeta urbanizado, con 54% de la población viviendo en ciudades -y en el caso de Ecuador un 62,7% que aumentará a 64% en 2020³-, la mayor parte de la actividad económica, uso de energía y recursos, y emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) ocurre en ciudades. Nuevamente haciendo referencia al Sr. Ban Ki-moon a continuación la frase que resume la importancia de las urbes: “la batalla por el desarrollo sostenible se ganará o perderá en las ciudades”.

Por otro lado, el cambio climático se ha convertido es una de las prioridades en las agendas de desarrollo internacional, en el caso de Ecuador el cambio climático es una prioridad que se ve reflejada en las políticas, programas y proyectos que el gobierno ha definido en los últimos años. Por mencionar algunos en 2012 se presentó la Estrategia Nacional de Cambio Climático del Ecuador 2012-2025, con ejes de mitigación y adaptación; se viene ejecutando el Proyecto de adaptación al cambio climático a través de una efectiva gobernabilidad del agua; el 2013 se declaró el 21 de febrero como el Día Nacional de Cambio Climático; existe una Estrategia Nacional REDD y un exitoso Programa Socio Bosque, para reducir las emisiones provenientes de la deforestación y degradación de bosques.

En 2015, el gobierno de Ecuador presentó su Contribución Nacionalmente Determinada (NDC por sus siglas en inglés⁴), en el marco de la preparación de la COP 21⁵, en la cual reconoce la importancia de implementar acciones dirigidas a la mitigación y adaptación al cambio climático, a través del establecimiento de ciertas metas de reducción en los principales sectores. Ecuador pretende alcanzar un 90% de energía limpia proveniente de hidroeléctricas en su producción total

¹ (IPCC Working Group I Contribution to AR5, 2013)

² (Stern, 2006)

³ (SUBSECRETARÍA DE HÁBITAT Y ASENTAMIENTOS HUMANOS - SHAH, 2015)

⁴ NDC: Nationally Determined Contributions.

⁵ Conferencia de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático llevada a cabo a finales del año 2015 en París – Francia.

de electricidad a corto plazo y aumentar la proporción de energía renovable en la matriz energética aún más hasta 2025 (Plan Nacional para el Buen Vivir 2009 – 2013).

Ecuador también pretende reducir sus emisiones en el **sector energía** entre 20% a 25% en relación al escenario *Business As Usual* (BAU). Sin embargo, se ha calculado también un potencial de aumentar la reducción de emisiones en el sector energía entre 37,5 y 45,8% con respecto al BAU frente a las circunstancias apropiadas en términos de disponibilidad de recursos y apoyo ofrecido por la comunidad internacional. Este es un segundo escenario dependiente de soporte internacional y se traduciría en que las emisiones por habitante en el sector energía en 2025 sean 40% menores a un escenario sin la implicación de estas medidas.

Así mismo en miras a la Tercera Conferencia de las Naciones Unidas Sobre la Vivienda y Desarrollo Urbano Sostenible HABITAT III, llevada a cabo en Quito el año 2016, se realizó el Informe Nacional de Ecuador, en el que resalta los problemas de no haber contado con una estrategia para el desarrollo urbano sostenible, así como la necesidad de reducir la vulnerabilidad tanto de su economía como en los asentamientos humanos y los servicios eco sistémicos respecto al cambio climático, y al mismo tiempo sentar bases para reducir las futuras emisiones de GEI.

En el Municipio de Cuenca el cambio climático también ocupa un lugar importante. Desde la década de los 80 se han desarrollado acciones y políticas municipales dignas de destacar, como por ejemplo la elaboración del Plan de Acción – Cuenca Ciudad Sostenible, que sirve de punto de partida para priorizar los temas y sectores críticos dentro de la ciudad para alcanzar la sostenibilidad. Otro ejemplo a destacar es el Plan Maestro del Cinturón Verde de Cuenca, que se describe como una propuesta innovadora de un proyecto urbano integral: dimensión física, social, económica, ambiental e institucional, donde el territorio y sus componentes naturales constituyen un eje articulador del paisaje urbano y rural⁶.

El Cantón de Cuenca al igual que otras ciudades de Ecuador y de la región, está siendo afectada por los impactos provocados por el cambio climático, afectando significativamente a las poblaciones con recursos económicos limitados y zonas agrícolas. El IPCC identifica como una de las principales amenazas del cambio climático en Latinoamérica, la disminución severa de la disponibilidad de agua, así como el aumento en la frecuencia de eventos extremos, incluidos inundaciones y sequías.

El “**Proyecto Huella de Ciudades**”, surge ante la alta vulnerabilidad de las ciudades respecto a los efectos del cambio climático, y la demanda de acciones a corto plazo para que puedan adaptarse a tales impactos y puedan incrementar su resiliencia, además de la necesidad de orientar su crecimiento en el marco de la sostenibilidad y el desarrollo bajo en carbono.

⁶ (GAD Municipal del Cantón de Cuenca, 2015)

El Proyecto Huella de Ciudades busca incorporar herramientas de planificación y gestión ambiental mediante la evaluación de la Huella de Carbono (HC) y Huella Hídrica (HH), permitiendo que los Gobiernos Municipales, sector privado/empresarial y ciudadanía en general, tengan acceso a herramientas técnicas y metodológicas que colaboren en la identificación, priorización y desarrollo de acciones que aporten a la adaptación al cambio climático y que contribuyan a la mitigación del mismo.

En este sentido, en el marco del Proyecto Huella de Ciudades, se ha realizado la evaluación de la Huella de Carbono y Huella Hídrica del Cantón de Cuenca, con los siguientes objetivos específicos:

- Contar con una **base técnica**, verificable, sólida y transparente que le permita **identificar e implementar acciones** orientadas a **reducir el impacto** de las actividades del Cantón sobre el cambio climático, a través de proyectos de eficiencia energética y uso de energías renovables, transporte sostenible, mejor gestión del agua, entre otros.
- Medir y monitorear el **desempeño ambiental** del Cantón, mediante la medición periódica de sus Huellas, utilizando la presente medición como la línea base de estos esfuerzos.
- Contribuir al proceso de **sensibilización ciudadana** en temas de cambio climático, empleando las huellas como herramientas de comunicación y difusión
- Contar con **indicadores** que permitan **comparar** el desempeño del Cantón (en términos de emisiones de GEI y gestión de agua) con otras ciudades de la región y del mundo.
- Incorporarse en **iniciativas internacionales** de vanguardia como el Global Protocol for Community-scale Greenhouse Gas emissions (GPC) del ICLEI, Carbon Disclosure Project (CDP) for cities, 100 resilient cities, entre otras, que permitan incrementar su visibilidad y reconocimiento internacional sobre una actitud proactiva hacia temas de cambio climático.

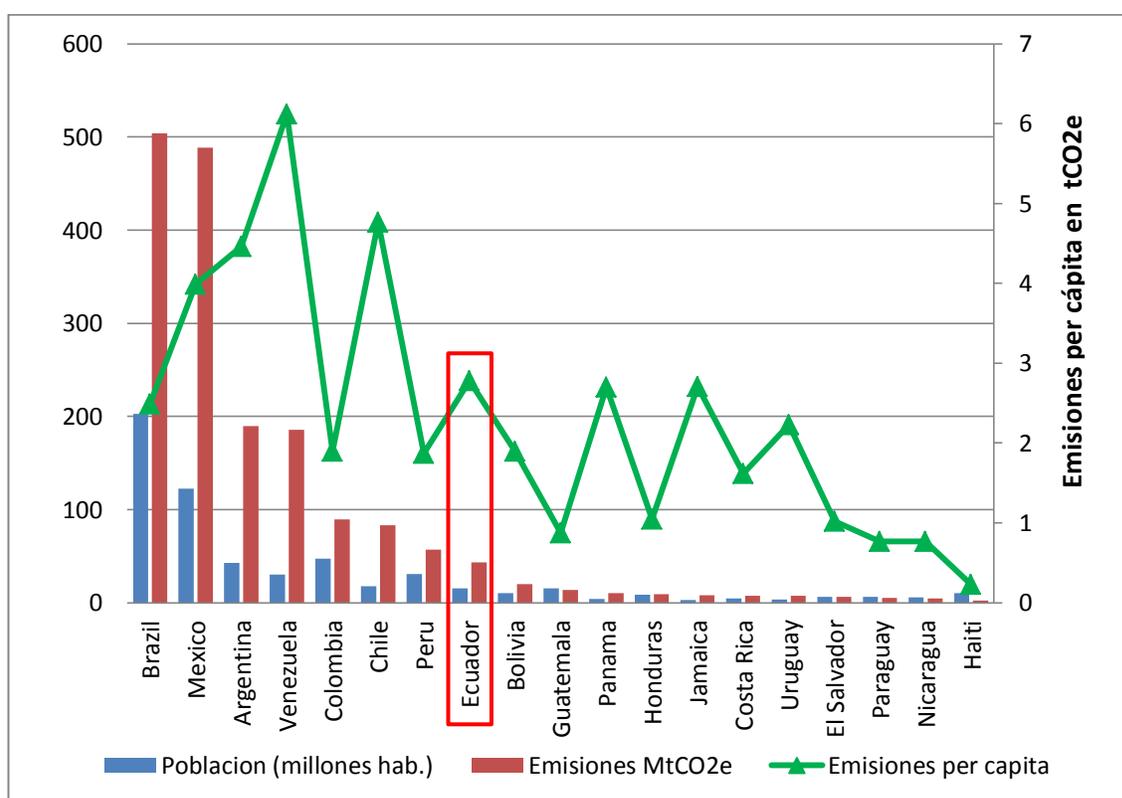
Contexto

Ecuador en el contexto de la región

Huella de Carbono

Realizando un análisis comparativo de la Huella de Carbono (HC) y población en 19 países de Latinoamérica y el Caribe que concentran el 95% de la población regional⁷, encontramos que Ecuador ocupa el octavo lugar en emisiones de GEI totales, el octavo en población, y el séptimo en emisiones per cápita.

Figura 1. Emisiones de GEI a nivel comparativo en la región.



Fuente: Elaboración propia a partir de Banco Mundial (2013). Población (en millones de habitantes) y emisiones de GEI (en millones de toneladas de CO₂ equivalente) en el eje vertical izquierdo; emisiones per cápita (en toneladas de CO₂ equivalente por persona) en el eje vertical derecho.

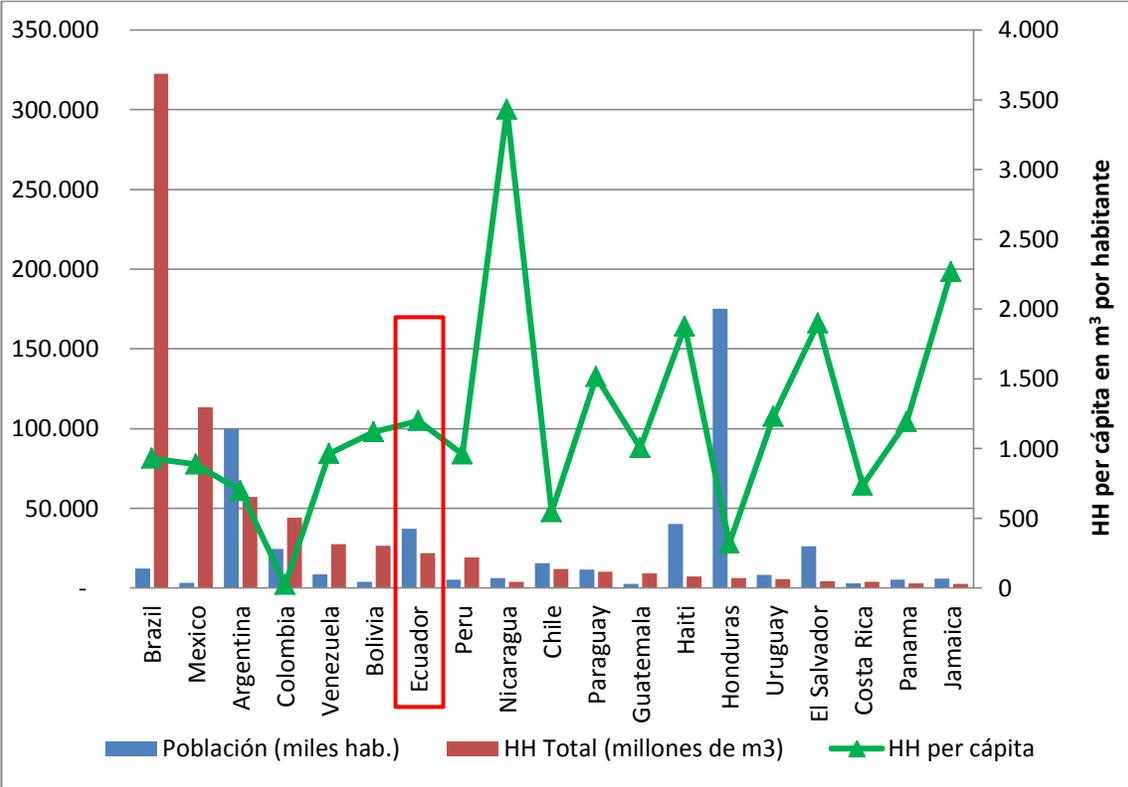
⁷ Para los inventarios se consideraron únicamente las emisiones de dióxido de carbono que provienen de la quema de combustibles fósiles y de la fabricación del cemento, incluyendo al dióxido de carbono producido durante el consumo de combustibles sólidos, líquidos, gaseosos y de la quema de gas.

Si bien las emisiones de Ecuador representan solo el 3% de la muestra, y a pesar de la contribución mínima a las emisiones globales, se debe resaltar que el Gobierno de la República del Ecuador implementa acciones tendientes a la reducción de gases de efecto invernadero, ya que el país por sus condiciones geográficas, morfológicas, geológicas, oceanográficas, climáticas y humanas, es un territorio vulnerable a los efectos de la variabilidad climática y del cambio climático.

Huella Hídrica

Existen registros de las Huellas Hídricas (HH) totales de la mayoría de los países del mundo, estimadas por la Water Footprint Network en su último reporte para el año 2005. Al igual que para la HC se realizó el análisis en 19 países de Latinoamérica. El análisis muestra que Ecuador ocupa el séptimo lugar en HH total, es el octavo en población, y es el sexto en HH per cápita.

Figura 2. Huella Hídrica a nivel comparativo en la región.



Fuente: Elaboración propia a partir de WFN (2005). Población (en miles de habitantes) y HH (en millones de m³) en el eje vertical izquierdo; HH per cápita (en m³ por habitante) en el eje vertical derecho.

Ecuador representa el 3% de la HH de la muestra y solo el 0,3% de la HH global, es decir tiene un aporte insignificante. Sin embargo no deja de ser un alto impacto al ecosistema la HH de cada

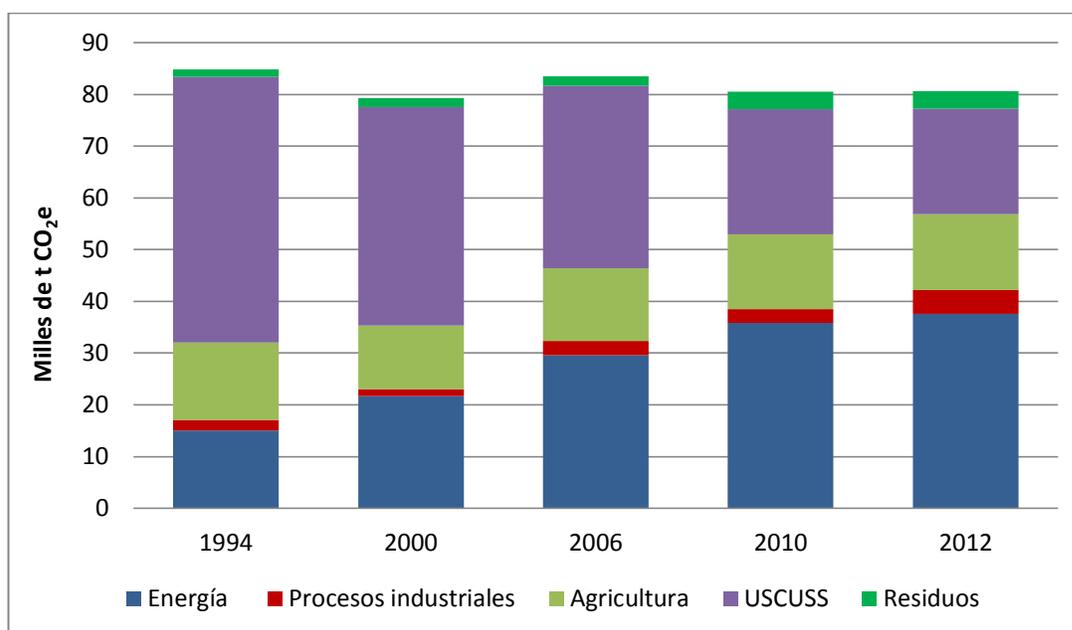
ecuatoriano con 1.197 m³ al año, de los cuales el 78% refleja la contaminación generada (denominada HH Gris).

En el ámbito nacional

Huella de Carbono

En ese marco, Ecuador ya cuenta con inventarios nacionales de emisiones para los años 1990, 1994, 2000 y 2006 presentados en la Segunda Comunicación Nacional (2011), y más recientemente los inventarios de 2010 y 2012 presentados en la Tercera Comunicación Nacional (2017). Los resultados comparativos de los inventarios en el periodo 1994 – 2012, y el análisis por sectores del país, se muestra a continuación.

Figura 3. Tendencia de emisiones de GEI en Ecuador incluyendo USCUS.

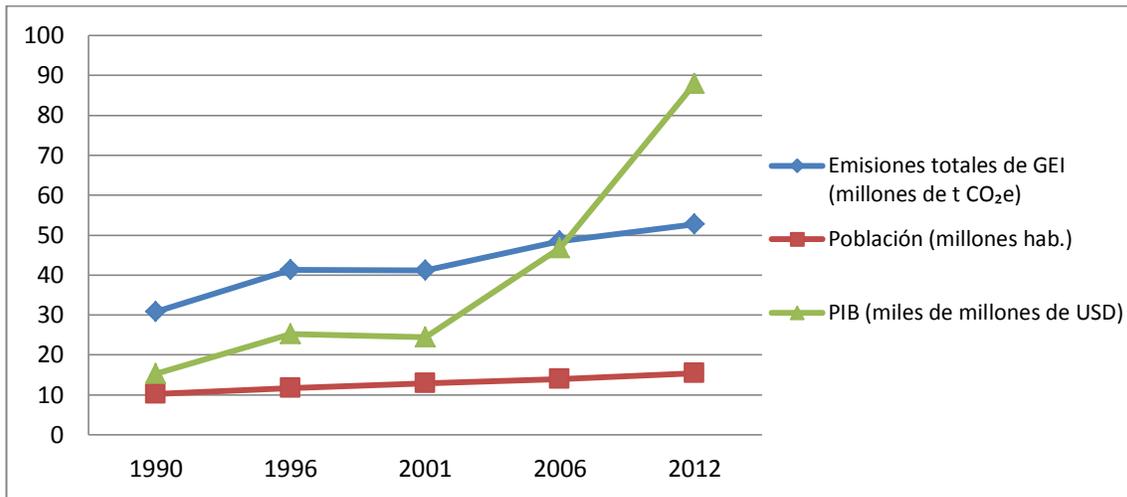


Fuente: Tercera Comunicación Nacional del Ecuador a la CMNUCC, 2017.

En términos porcentuales, el sector de energía es el de mayor variación de emisiones netas de GEI directos, seguido en orden por los sectores USCUS, residuos, procesos industriales y agricultura⁸. En 2012 el sector Energía genera el mayor aporte con 47% de dichas emisiones, seguido del sector USCUS, con 25% de las emisiones totales netas.

⁸ (Ministerio del Ambiente, 2017)

Figura 4. Progresión de población, emisiones de GEI y PIB, 1990-2012.



Fuente: Elaborado en base al Banco de Datos del Banco Mundial, 2014.

Huella Hídrica

El único estudio de Huella Hídrica elaborado a nivel nacional es el presentado por la Water Footprint Network el año 2005. A la fecha no existe ninguna actualización del mismo para Ecuador.

SECCIÓN 1. Límites y alcance de la medición de las Huellas

1.1. Características generales del Cantón de Cuenca

El Cantón de Cuenca es la capital de la Provincia del Azuay ubicada en la Región Centro Sur de la República del Ecuador por la parte meridional de la Cordillera Andina Ecuatoriana, cuya cabecera cantal es la ciudad de Cuenca. Con 589.564 habitantes, según las proyecciones para el 2016, es el tercer cantón más poblado del Ecuador después de Quito y Guayaquil. Su cabecera cantal es la ciudad de Cuenca, lugar donde se agrupa el 66% su población total.

El Cantón Cuenca tiene una extensión de 3.190 Km²⁽⁹⁾ y una altitud que oscila entre los 500 a 4.000 m.s.n.m. Presenta un clima variado, que va desde un clima de montaña hasta un clima templado, con una temperatura media anual de 15 °C (media mínima de 6 °C y media máxima de 24 °C), una pluviosidad entre 700 – 1.100 mm anuales, y 75% de humedad relativa¹⁰.

Pertenece a 4 cuencas hidrográficas: cuenca alta del río Paute (vertiente atlántica), cuenca del río Balao, Naranjal y cuenca del río Cañar (vertiente pacífica). Las subcuencas principales en la cuenca del Paute son las de los ríos: Tarqui, Yanuncay, Tomebamba, Machángara, Jadán. En la vertiente occidental tenemos las subcuencas de los ríos Cañar, Naranjal, Jagua y Balao¹¹.

Según los datos del INEC, las actividades económicas más importantes económicas a las que se dedica la población urbana son: Comercio y trabajo en Industrias, otras actividades importantes pero de menor ocupación son la enseñanza, construcción y administración pública. En la zona rural las actividades más importantes, además del comercio y la industria, son la agricultura y la ganadería. El PIB per cápita en Cuenca es de 4.262 USD, según datos del Banco Central de Ecuador en 2013.

⁹ (Instituto Nacional de Estadística y Censos INEC, 2010)

¹⁰ (EMOV EP, 2014)

¹¹ (Comisión de Gestión Ambiental(CGA), 2006)

Figura 5. Ubicación del Cantón Cuenca.



Fuente: (EMOV EP, 2014)

1.2. Enfoque geográfico y demográfico

El Cantón de Cuenca está conformado por 21 parroquias rurales y 15 urbanas. En la siguiente tabla se presentan las proyecciones de superficie y población al 2016 por parroquia realizados en base al censo 2010 y datos del Cuenca ciudad sostenible, Plan de Acción 2014 – 2019.

Tabla 1. Población y superficie por parroquia.

Parroquia	Población 2016			Superficie (Km ²)	Densidad poblacional (hab/Km ²)
	Urbano	Rural	Total		
Cuenca	388.612	2.242	390.854	71	5505
Baños	-	19.278	19.278	327	59
Chaucha	-	1.484	1.484	313	5
Checa (Jidcay)	-	3.136	3.136	63	50
Chiquintad	-	5.521	5.521	93	59
Cumbe	-	6.345	6.345	71	89
Llacao	-	6.111	6.111	18	340
Molleturo	-	8.198	8.198	977	8
Nulti	-	4.947	4.947	31	160
Octavio Cordero Palacios	-	2.598	2.598	21	124
Paccha	-	7.398	7.398	26	285
Quingeo	-	8.523	8.523	117	73
Ricaurte	-	22.149	22.149	14	1582
San Joaquín	-	8.529	8.529	189	45
Santa Sna	-	6.139	6.139	44	140
Sayausi	-	9.600	9.600	366	26
Sidcay	-	4.535	4.535	17	267
Sinincay	-	18.143	18.143	25	726
Tarqui	-	12.001	12.001	138	87
Turi	-	10.255	10.255	27	380
Valle	-	27.815	27.815	43	647
Victoria del Portete	-	6.007	6.007	202	30
Total	388.612	200.952	589.564	3.191	185

Fuente: Elaboración propia en base INEC, 2010 y el Plan de Acción de Cuenca 2014 – 2019¹².

Para la medición de las huellas del Cantón, el área geográfica considerada está conformada por las parroquias urbanas y rurales. Cabe remarcar que el área urbana cuenta con el 66% de la población pero ocupa solo el 2% de la superficie total del cantón, mientras que las parroquias rurales cuentan con el 34% de la población y ocupan el 98% del territorio.

1.3. Enfoque sectorial

Los criterios para la selección de los sectores en la medición de las huellas de Cuenca fueron:

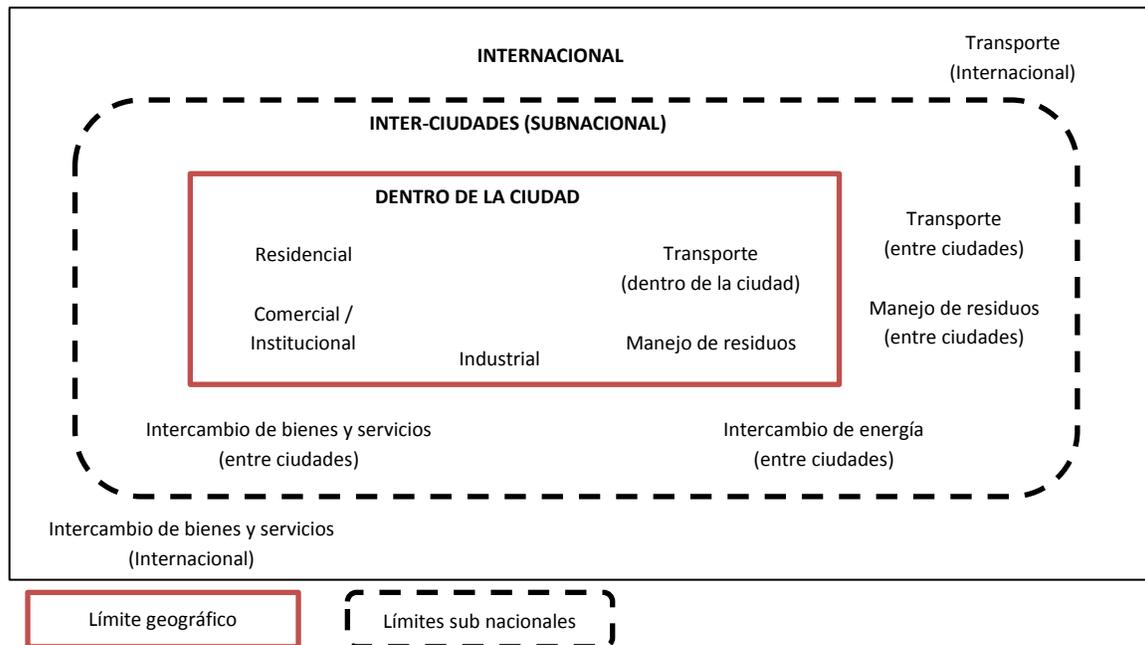
- Sectores identificados en metodologías utilizadas para el cálculo de las huellas:
 - Huella de Carbono: Protocolo Global para Inventarios de Emisión de Gases de Efecto Invernadero a Escala Comunitaria (GPC)
 - Huella Hídrica: Water Footprint Assessment Manual (de Water Footprint Network – WFN).

¹² Para la proyección por parroquia se consideró el 2,1% de crecimiento poblacional urbano y el 2,4% de crecimiento poblacional rural. (GAD Municipal del Cantón de Cuenca, 2014)

- Disponibilidad de información disgregada por sectores considerados en la medición de las huellas.
- Representatividad, entendido como la contribución del sector a las huellas totales.

Específicamente para la evaluación de la Huella de Carbono, se consideran los lineamientos metodológicos del GPC, que establecen que los límites pueden definirse según tres niveles: internacional, inter-ciudades o sub nacional, y al interior de la ciudad (ver Figura 2).

Figura 6. Representación esquemática de fuentes y límites de emisiones de GEI para escala de comunidad.



Fuente: Elaboración propia en base a C40 e ICLEI, 2012.

Considerando que la evaluación de la HC abarca todo el Cantón y de acuerdo a los lineamientos del GPC, los sectores definidos dentro de los límites son: Residencial, comercial/institucional, transporte dentro del Cantón, manejo de residuos, industrial y agricultura¹³.

En el caso de la Huella Hídrica, la metodología de la WFN no es prescriptiva en cuanto a los sectores que debieran incluirse en la evaluación de la Huella en una ciudad. De hecho, junto con la experiencia del Proyecto Huella de Ciudades en las anteriores dos fases de evaluación, la medición de la Huella Hídrica a nivel de ciudad es bastante novedosa; a la fecha existen mediciones previas a nivel de país, de cuenca y de industria, pero no en un ámbito municipal, lo cual supone un hito

¹³ Para el sector de agricultura solamente se realiza el análisis de la huella generada por el consumo de Gas Licuado de Petróleo (GLP), debido a la disponibilidad de información limitada.

para la metodología. En este contexto, los sectores evaluados fueron seleccionados siguiendo la información de facturación de agua del Cantón de Cuenca, proporcionados por la Empresa Pública Municipal de Telecomunicaciones, Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Cuenca - ETAPA EP, encargada de la prestación del servicio de agua potable y alcantarillado. Los sectores considerados son: Residencial, comercial, industrial y público.

1.4. Periodo que cubre la evaluación

El periodo que cubre la cuantificación de la Huella de Carbono y Huella Hídrica descrita en el presente documento es de enero a diciembre del año 2016.

SECCIÓN 2. HUELLA DE CARBONO DEL CANTÓN DE CUENCA

2.1. Metodología empleada

El presente inventario de emisiones fue elaborado siguiendo los lineamientos para reporte y cuantificación de GEI¹⁴ establecidos en el Protocolo Global para Emisiones de Gases de Efecto Invernadero a Nivel Comunidad (GPC)¹⁵.

De acuerdo al GPC las fuentes de emisiones de GEI a nivel ciudad se dividen en:

- **Alcance 1:** Todas las emisiones directas de fuentes que se encuentren dentro de los límites establecidos para la ciudad.
- **Alcance 2:** Emisiones indirectas relacionadas a la energía que se genera fuera de los límites establecidos para la ciudad como consecuencia del consumo/uso de energía eléctrica proveniente de la red.
- **Alcance 3:** Todas las emisiones indirectas que ocurren fuera de los límites de la ciudad que se generan como resultado de las actividades realizadas dentro de los límites de la ciudad, así como las emisiones entre ciudades provenientes del intercambio de bienes y servicios.

Por otro lado, el protocolo GPC considera seis categorías de fuentes de emisión principales, dentro de estas categorías se incluyen las emisiones de los sectores identificados para el Cantón de Cuenca en la sección anterior:

1. **Unidades estacionarias:** Referidas a las emisiones por consumo de energía (combustibles y energía eléctrica) de forma directa e indirecta, dentro de las edificaciones del sector residencial, comercial e industrial así como posibles emisiones fugitivas de GEI dentro de estas edificaciones.
2. **Unidades móviles:** Emisiones generadas por el uso de energía (combustibles y energía eléctrica) en el transporte.
3. **Residuos:** Emisiones generadas por la disposición de residuos sólidos en rellenos sanitarios, tratamiento biológico de residuos en estado sólido o líquido, y/o incineración de residuos y tratamiento de aguas residuales.

¹⁴ Gases de Efecto Invernadero: Gases cuya presencia en la atmósfera contribuye al efecto invernadero. Los principales GEI son: el dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF₆).

¹⁵ Protocolo Global para Emisiones de Gases de Efecto Invernadero a Nivel Comunidad (GPC), preparado por: C40 Cities Climate Leadership Group e ICLEI Local Governments for Sustainability en colaboración con: World Resources Institute, World Bank, UNEP y UN-HABITAT.

4. **Procesos industriales y uso de productos (PIUP):** Referidas a las emisiones de GEI que se generan en procesos industriales de forma directa (no por el consumo de energía) y/o las emisiones de GEI que se generan por el uso de algunos productos (como por ejemplo lubricantes y disolventes¹⁶).
5. **Uso de tierras y cambio de uso de la tierra y silvicultura (UTCUTS):** Son las emisiones de GEI (producto del hombre) que generan cambios de uso de la tierra -principalmente se considera dentro de esta categoría actividades asociadas a la deforestación.
6. **Otras emisiones indirectas.** Emisiones generadas fuera de los límites de la ciudad debidas al intercambio de bienes y servicios.

Finalmente, el GPC define tres niveles de reporte de acuerdo a las fuentes de emisión que se incluyen en el inventario:

- **GPC Básico:** Se incluyen las emisiones de Alcance 1 y 2 de las categorías: unidades estacionarias, unidades móviles, residuos, procesos industriales y uso de productos.
- **GPC 2012 Básico+:** Se incluyen todas las fuentes de emisión del nivel Básico más las emisiones generadas por el uso de tierra y cambio de uso de tierra y silvicultura (UTCUTS) y alcance 3 para unidades móviles (transporte entre ciudades).
- **GPC 2012 extendido:** Incluye todas las emisiones directas e indirectas, además de las emisiones generadas fuera de los límites por el intercambio/uso/consumo de bienes y servicios.

De acuerdo a los límites de la evaluación de la HC del Cantón (geográficos y sectoriales), la disponibilidad de información y los objetivos del estudio, las fuentes de emisión que se reportan en el presente estudio corresponden al nivel de reporte: **Básico**, más la inclusión de la fuente de emisión “combustible para aviación” que corresponde al nivel Basic +.

La siguiente tabla se especifica las fuentes de emisión incluidas en la medición:

Tabla 2. Fuentes de emisión de GEI consideradas en la evaluación.

	Fuentes de emisión de GEI			Datos de actividad
	Alcance 1	Alcance 2	Alcance 3	
Unidades estacionarias				
Edificios residenciales	Emisiones directas			Consumo de combustibles

¹⁶ Estos son productos que por su uso emiten GEI de forma directa o contienen compuestos que al evaporarse en la atmósfera generan GEI.

	Fuentes de emisión de GEI			Datos de actividad
	Alcance 1	Alcance 2	Alcance 3	
		Emisiones indirectas de energía		Consumo de energía eléctrica
Instalaciones comerciales/ institucionales	Emisiones directas			Consumo de combustibles*
		Emisiones indirectas de energía		Consumo de energía eléctrica
Uso industrial de energía	Emisiones directas			Consumo de combustibles
		Emisiones indirectas de energía		Consumo de energía eléctrica
Agricultura	Emisiones directas			Consumo de combustibles
Unidades móviles				
Transporte sobre vía o camino	Emisiones directas			Consumo de combustibles
Transporte aéreo			Emisiones por el consumo de combustible de transporte aéreo	Consumo de combustibles de transporte aéreo
Residuos				
Disposición de residuos sólidos en rellenos sanitarios	Emisiones directas en rellenos			Cantidad de residuos generados
Compostaje	Emisiones directas por compostaje			Cantidad de residuos orgánicos que se mandan a compostaje
Tratamiento de aguas residuales	Emisiones directas por generación de metano			Cantidad de metano generado

Fuente: Elaboración propia.

*El consumo de GLP en instalaciones comerciales e institucionales está incluido en el sector residencial ya que estos consumos no se registran por separado.

2.1.1. Exclusión de Fuentes de Emisión (FE)

El GPC permite la exclusión de fuentes de emisión a partir de los siguientes criterios:

- Que no sean significativas en relación al total de las emisiones estimadas.
- Que no sean relevantes para la evaluación en función de los objetivos establecidos.
- Que no sea factible su cuantificación (principalmente por la falta de recursos/información necesaria para estimar las emisiones)

A partir de los criterios mencionados, las siguientes fuentes de emisión fueron excluidas de la evaluación:

Tabla 3. Exclusión de fuentes de emisión.

Fuentes de emisión excluidas	Justificación
Emisiones generadas por la fuga de gases refrigerantes y agentes supresores de fuego	- Falta de información suficiente para estimar la cantidad de gases refrigerantes y agentes supresores de fuego utilizados dentro de los límites.
Emisiones directas por fugas de SF6	- Falta de información suficiente para estimar la cantidad utilizada y las fugas de este tipo de gas.
Emisiones directas por fugas de NF3	No se han identificado dentro de los límites actividades importantes que lleven a la emisión de este gas (Industrias de semiconductores, paneles LCD, paneles solares, etc.)
Emisiones por incineración de residuos	- La actividad de quema no se realiza dentro de los límites de evaluación
Emisiones directas en procesos industriales	- Falta de información suficiente sobre esa actividad dentro de los límites del presente análisis.
Emisiones por cambio y uso de suelo	- Falta de información suficiente sobre esa actividad dentro de los límites del presente análisis.
Emisiones por la producción de cemento y Clinker.	- No se realiza esta actividad dentro de los límites de evaluación
Emisiones por industria ladrillera	-No se toman en cuenta las emisiones de la industria ladrillera ya que al utilizar leña, estas son de tipo Biogénico y la metodología GPC indica que estas emisiones deben ser reportadas de forma separada
Emisiones por transporte ferroviario y acuático.	- De acuerdo al nivel de reporte del GPC BASICO, las emisiones por transporte acuático fuera de los límites de la ciudad son de Alcance 3 y no son de reporte obligatorio. En cuanto a las emisiones por transporte ferroviario, se asume que el consumo se encuentra reportado en otra de las categorías ya reportadas
Emisiones fugitivas por distribución y manejo de derivados de petróleo y gas.	- Falta de información suficiente sobre esa actividad dentro de los límites del presente análisis.

Fuente: Elaboración propia.

En resumen, los sectores y fuentes de emisión que se consideran para la cuantificación de la Huella de Carbono del Cantón de Cuenca se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 4. Sectores y fuentes de emisión considerados en la evaluación de la HC

Sectores	Huella de Carbono									
	Fuentes de emisión									
	Energía Eléctrica	GLP	Diésel	Gasolina	Gas natural	Combustible residual	Jet fuel	Descomposición de residuos sólidos en relleno sanitario	Descomposición de residuos sólidos por compostaje	Tratamiento de aguas residuales
Residencial										
Industrial										
Comercial/Institucional*										
Transporte										
Residuos sólidos										
Agricultura										

Fuente: Elaboración propia.

* Incluye alumbrado público.

2.1.2. Mecanismos de cuantificación de emisiones de GEI empleados

De forma general el mecanismo de cuantificación empleado consiste en:

“Datos de la actividad generadora de Gases de Efecto Invernadero (GEI) multiplicados por el factor de emisión (FE) o remoción de GEI”¹⁷

$$E_g = D_a \cdot FE_a$$

Dónde, E_g = corresponde a la emisión del GEI.

D_a = corresponde al dato de la actividad generadora de GEI.

FE_a = corresponde al factor de emisión de la actividad generadora.

Los FE relacionan los datos de la actividad con las emisiones o remociones de GEI, es un valor que expresa el peso del GEI dividido por una unidad de peso, volumen, distancia, o duración de la actividad emisora.

¹⁷ Metodología de cuantificación descrita y aceptada en la norma ISO 14064-1.

En el caso del Cantón de Cuenca para cada actividad o fuente de emisión de GEI se buscaron FE que cumplan con las siguientes exigencias:

- Correspondan a las características de la región
- Deriven de un origen reconocido a nivel internacional (p.ej. IPCC, GHG Protocol)
- Correspondan a las fuentes del GEI identificados
- Estén actualizados¹⁸
- Sean coherentes con el uso del presente inventario de emisiones

En la siguiente Tabla se muestran los factores de emisión que fueron seleccionados de bibliografía y los que se desarrollaron como parte de la presente evaluación:

Tabla 5. Factores de emisión utilizados por fuente de emisión

		Fuente del Factor de Emisión
Alcance 1	Consumo de gasolina	Factor de emisión por default: IPCC 2006 Poder Calorífico: IPCC (2006). Guidelines for national greenhouse gas inventories. Vol. 2 Energy. Table 1.2, p.18 Densidad: REDD Methodological Module. (2009). Estimation of emissions from fossil fuel combustion. p.3. Retrieved from: http://database.v-c-s.org/sites/vcs.benfredaconsulting.com/files/18_E-FFC_Emissions_from_fossil_fuel_combustion.pdf
	Consumo de diésel	Factor de emisión por default: IPCC 2006 Poder calorífico: EP PETROECUADOR. (2013). Factor de emisión de CO2 del Sistema Nacional Interconectado del Ecuador. Informe 2013, p. 13 [Emission factor for CO2 of Ecuadorian National Interconnected System. Report 2013, p. 13.] Retrieved from: http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/03/Factor-de-emisi%C3%B3n-2013-PUBLICADO.pdf Densidad: Unidad de Protección Ambiental y Seguridad Industrial. Hoja de Seguridad –Msds –Diesel 2. P. 4, Obtenido de: http://www.actiweb.es/tydco/archivo1.pdf
	Consumo de GLP	Factor de emisión por default: IPCC 2006 Poder calorífico: IPCC (2006). Guidelines for national greenhouse gas inventories. Vol. 2 Energy. Table 2.3, p.18
	Consumo de gas natural	Factor de emisión por default: IPCC 2006 Poder calorífico: IPCC (2006). Guidelines for national greenhouse gas inventories. Vol. 2 Energy. Table 2.3, p.18

¹⁸ Se refiere a la utilización de fuentes de información (estudios, informes, etc.) en sus últimas versiones/actualizaciones.

	Combustible residual	Factor de emisión por default: IPCC 2006 Poder calorífico: IPCC (2006). Guidelines for national greenhouse gas inventories. Vol. 2 Energy. Table 2.3, p.18
	Descomposición de residuos sólidos en relleno sanitario	Servicios Ambientales S.A, en base a la caracterización de residuos sólidos enviados a relleno sanitario proporcionada por la Empresa Pública Municipal de Aseo de Cuenca EMAC y variables default (IPCC 2006) para el relleno sanitario.
	Descomposición de residuos sólidos por compostaje	Servicios Ambientales S.A, en base a los datos de residuos orgánicos compostados proporcionados por la Empresa Pública Municipal de Aseo de Cuenca EMAC y variables default (IPCC 2006).
	Tratamiento de aguas residuales	Servicios Ambientales S.A, en base a los datos de efluentes y calidad de agua en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Ucubamba, proporcionados por la Empresa Pública Municipal de Telecomunicaciones, Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento ETAPA, y variables default (IPCC 2006).
Alcance 2	Consumo de energía eléctrica	CENACE (2016). Informe anual 2016 e IPCC (2006). Guidelines for national greenhouse gas inventories. Vol. 2 Energy
Alcance 3	Consumo de jet fuel	Factor de emisión por default: IPCC 2006 Poder calorífico: IPCC (2006). Guidelines for national greenhouse gas inventories. Vol. 2 Energy. Table 2.3, p.18

Fuente: Elaboración propia.

Los mecanismos de cuantificación empleados para cada fuente de emisión son descritos en el Anexo 1 del presente documento.

2.1.3. Fuentes de información e instrumentos empleados para levantar los datos requeridos

Los datos de consumos de combustibles (gasolina, diésel, gas natural, combustible residual, GLP y jet fuel) en el Cantón de Cuenca fueron proporcionados por la Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero - ARCH, y el consumo de energía eléctrica por la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A.

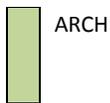
La información relacionada al manejo de rellenos sanitarios, la cantidad y caracterización de los residuos sólidos en la ciudad y el tratamiento biológico de los residuos (compostaje) fue obtenida por personal de Empresa Pública EMAC EP. Mientras que los datos de tratamiento de aguas residuales se obtuvieron de la Empresa Pública ETAPA.

Las fuentes de información así como los instrumentos empleados para obtener los datos se detallan en las siguientes tablas.

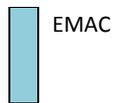
Tabla 6. Fuentes de información e instrumentos empleados para levantar los datos requeridos

Sector	Fuentes de emisión									
	Alcance 1								Alcance 2	Alcance 3
	Consumo de gasolina	Consumo de diésel	Consumo de GLP	Consumo de gas natural	Consumo de combustible residual	Descomposición de Residuos sólidos en el relleno sanitario	Descomposición de Residuos sólidos por actividades de compostaje	Tratamiento de aguas residuales	Consumo de energía eléctrica	Consumo de jet fuel
Residencial	N/A	N/A				N/A	N/A	N/A		
Comercial/Institucional	N/A	N/A	N/A			N/A	N/A	N/A		
Industrial						N/A	N/A	N/A		
Transporte			N/A			N/A	N/A	N/A		
Residuos	N/A	N/A	N/A							

N/A No aplica.



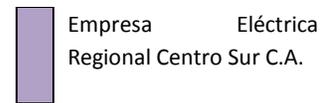
ARCH



EMAC



ETAPA



Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7. Fuentes de información detallada consideradas para la evaluación de la Huella de Carbono.

Datos de actividad	Fuente de información
Consumo de combustibles (gasolina, diésel, GLP, gas natural, combustible residual y jet fuel)	Base de datos combustibles ARCH (2016). Consumo de combustibles. Información no publicada, obtenida a través de oficio.
Precio promedio anual de combustibles	PETROECUADOR (2016). Precio promedio anual por tipo de combustible. Información no publicada, obtenida a través de oficio.
Consumo de energía eléctrica	Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A. (2016). Consumos de Energía Eléctrica mensual y por categorías (incluido Alumbrado Público). Información no publicada, obtenida a través de oficio.

Datos de actividad	Fuente de información
Cargos tarifarios de energía eléctrica para el año 2015	ARCONEL- Agencia de Regulación y Control de Electricidad. Cargos tarifarios únicos enero - diciembre 2016 detallando el sector. Información no publicada, obtenida a través de oficio.
Residuos sólidos enviados a relleno sanitario	EMAC. Registro de peso mensual de residuos sólidos. Información no publicada obtenida a través de oficio.
Residuos sólidos orgánicos tratados biológicamente.	EMAC. Relleno Sanitario de Pichacay en Cuenca (2016). Registro de peso mensual de residuos sólidos. Información no publicada obtenida a través de oficio.
Tratamiento de aguas residuales	ETAPA. Efluentes y calidades de agua de la PTAR Ucubamba (2016)

Fuente: Elaboración propia

2.1.4. Calidad de los datos

A continuación se realiza una evaluación sobre la calidad de los datos de actividad y factores de emisión utilizados en la cuantificación, efectuando una calificación del nivel de calidad de los datos en tres categorías: Alto -Medio-Bajo (según Tabla 8):

Tabla 8. Evaluación de la calidad de datos.

Calidad de datos	Datos de actividad	Factores de emisión
Alta	Datos de actividad detallados y con respaldos verificables	Específicos/locales
Media	Datos de actividad estimados utilizando supuestos respaldados	Generales
Baja	Datos de actividad con un alto grado de incertidumbre	Estándar

Fuente: Global Protocol for Community –Scale GHG Inventories.

Tabla 9. Evaluación de la calidad de datos para el Cantón de Cuenca.

Tipo	Alta	Media	Baja	Explicación
Datos de actividad				
Alcance 1				
Consumo de diésel	✓			Consumo de diésel en galones, dentro de los límites establecidos, obtenido de fuente de confianza: ARCH (2016). Para el aeropuerto la información fue enviada por la Corporación Aeroportuaria (2016)
Consumo de gasolina	✓			Consumo de gasolina en galones, dentro de los límites establecidos, obtenido de fuente de alta confianza: ARCH (2016). Para el aeropuerto la información fue enviada por la Corporación Aeroportuaria (2016)
Consumo de GLP	✓			Consumo de GLP en Kg, dentro de los límites

Tipo	Alta	Media	Baja	Explicación
				establecidos, obtenido de fuente de alta confianza: ARCH (2016).
Consumo de gas natural	✓			Consumo de gas natural en mpc, dentro de los límites establecidos, obtenido de fuente de alta confianza: ARCH (2016).
Consumo de combustible residual	✓			Consumo de combustible residual en galones, dentro de los límites establecidos, obtenido de fuente de alta confianza: ARCH (2016).
Residuos solidos	✓			Registro de peso de residuos sólidos, obtenido de fuente de confianza: EMAC (2016).
Tratamiento biológico (Compostaje)	✓			Registro de peso de residuos sólidos para compostaje, obtenido de fuente de confianza: EMAC (2016).
Tratamiento de aguas residuales	✓			Cantidad de efluentes de la PTAR Ucubamba y calidades de agua, obtenido de ETAPA (2016)
Alcance 2				
Consumo de energía eléctrica	✓			Consumos de Energía Eléctrica mensual y por categorías (incluido Alumbrado Público), obtenido de fuente de alta confianza: Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A. (2016). Información no publicada, obtenida a través de oficio.
Alcance 3				
Consumo de jet fuel	✓			Consumo de combustible residual en galones, obtenido de fuente de alta confianza: ARCH (2016).
Factores de emisión				
Alcance 1				
Factor de emisión de diésel		✓		Desarrollado en base al poder calorífico de diésel proporcionado por PETROECUADOR y de acuerdo a factor de emisión estándar internacional para este tipo de combustible proporcionado por IPCC (2006).
Factor de emisión de gasolina			✓	Desarrollado de acuerdo a factor estándar internacional proporcionado por IPCC (2006).
Factor de emisión de GLP.			✓	Desarrollado de acuerdo a factor estándar internacional proporcionado por IPCC (2006).
Consumo de gas natural			✓	Desarrollado de acuerdo a factor estándar internacional proporcionado por IPCC (2006).
Consumo de combustible residual			✓	Desarrollado de acuerdo a factor estándar internacional proporcionado por IPCC (2006).
Residuos sólidos		✓		Desarrollado en base a la caracterización de residuos sólidos enviados a relleno sanitario, proporcionada por Municipio de Cuenca y variables default (IPCC 2006) para el relleno sanitario.
Tratamiento biológico (Compostaje)		✓		Desarrollado en base a la cantidad de residuos orgánicos enviados a compostaje proporcionada por EMAC y variables default (IPCC 2006) para el relleno sanitario.
Tratamiento de aguas		✓		Desarrollado en base a los efluentes y

Tipo	Alta	Media	Baja	Explicación
residuales				calidades de agua de la PTAR Ucubamba, proporcionada por ETAPA y variables default (IPCC 2006) para el relleno sanitario.
Alcance 2				
Energía eléctrica	✓			Factor de emisión específico para Ecuador para el año 2016.
Alcance 3				
Jet fuel			✓	

Fuente: Elaboración propia

2.2. Resultados Huella de Carbono

2.2.1. Huella de Carbono Total

La Huella de Carbono del Cantón de Cuenca para el año 2016 fue de 1.500.133¹⁹ t CO₂e que representa aproximadamente un 2% de las emisiones del Ecuador comparadas con lo reportado en su Tercera Comunicación sobre Cambio Climático 2012 (80.627.160 t CO₂e)²⁰.

Entre los principales indicadores obtenidos se puede mencionar los siguientes:

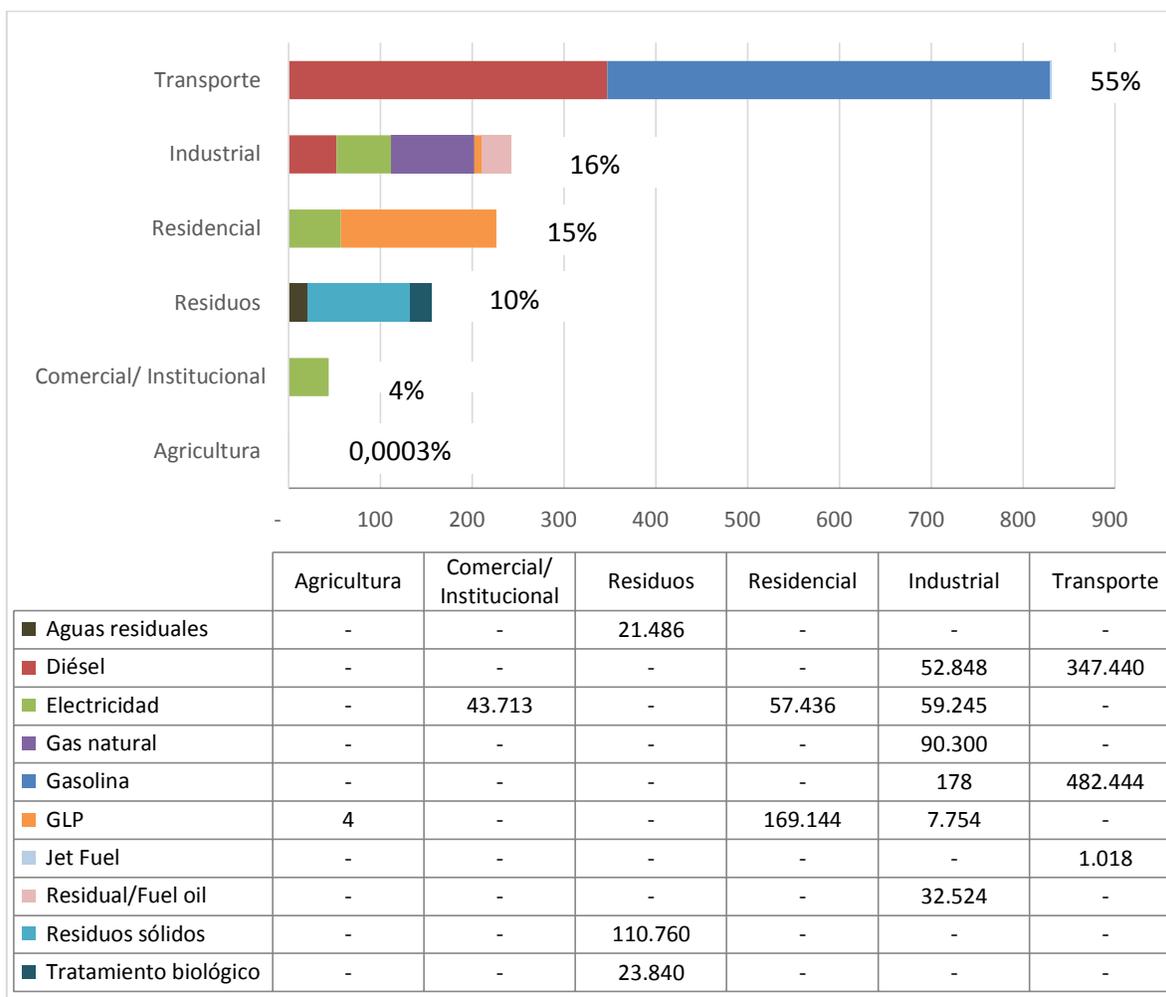
- Huella de Carbono per cápita: 2,5 t CO₂e
- Consumo de energía eléctrica per cápita: 1.198 kWh
- Consumo de gasolina per cápita: 90 galones
- Consumo de diésel per cápita: 67 galones

Del total de la HC del Cantón de Cuenca, se observa que los sectores con mayor aporte son el de transporte (55%), seguido del sector de industrial (16%) y residencial (15%). Finalmente los sectores residuos, comercial/institucional y agricultura, sumados aportan el 14% del total de la Huella.

¹⁹ El resultado de la Huella de Carbono incluye emisiones BASIC+ por el consumo de combustibles de aviación

²⁰ (Ministerio del Ambiente, 2017)

Figura 7. Huella de Carbono Total según sectores (en miles de t CO₂e).

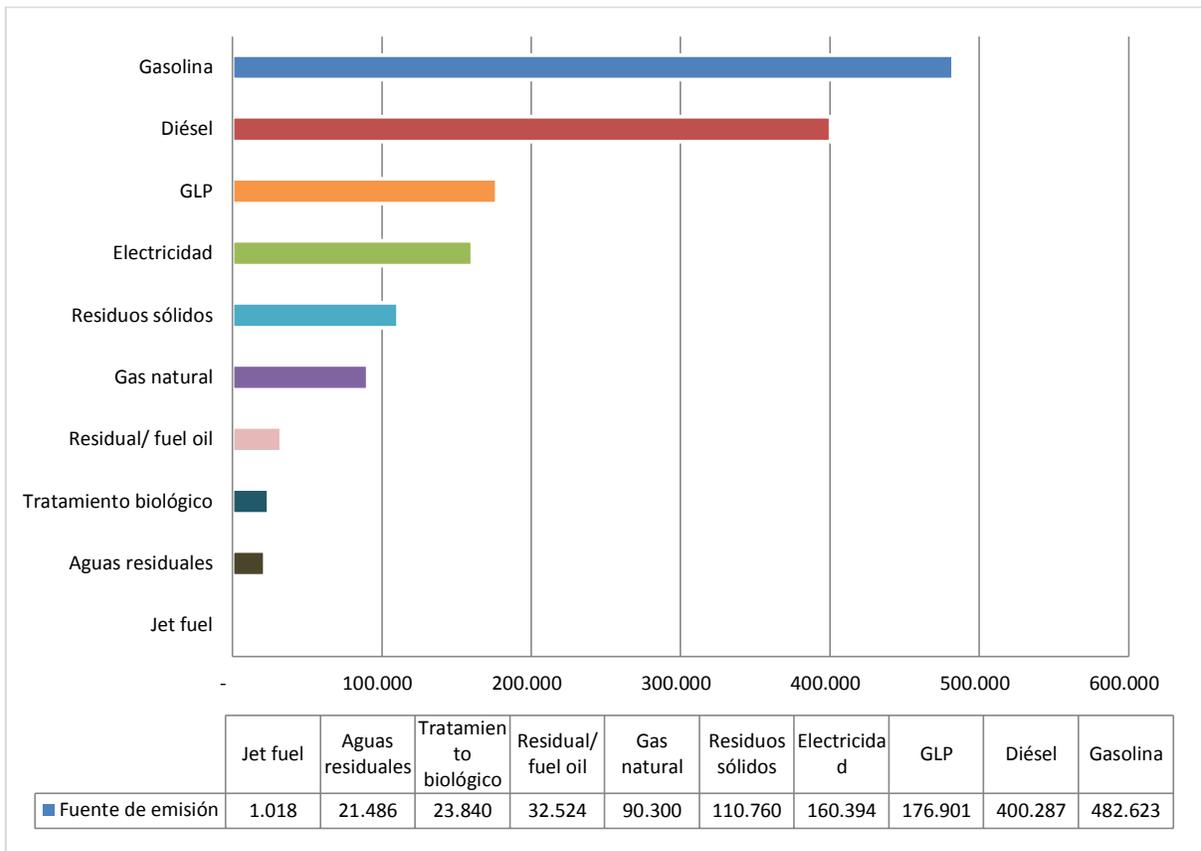


Fuente: Elaboración propia.

Adicionalmente, se han identificado emisiones por la generación de energía eléctrica en el Cantón, y por la disposición de residuos sólidos en el relleno sanitario de Pichacay provenientes de otros cantones, sin embargo estas emisiones no ocurren por actividades del cantón y por lo tanto no se suman a la HC total. Estas emisiones “territoriales” generadas por las dos actividades mencionadas suman un total de 6.688 t CO₂e.

La fuente de emisión más importante es el consumo de gasolina, principalmente del sector transporte, estas emisiones representan el 32% de la HC total, seguido por las emisiones de diésel (27%), el consumo de GLP (12%), consumo de energía eléctrica (11%), la disposición de residuos sólidos (7%), gas natural (6%) y combustible residual, tratamiento biológico (compostaje), tratamiento de aguas residuales y jet fuel, conforman el restante (5%).

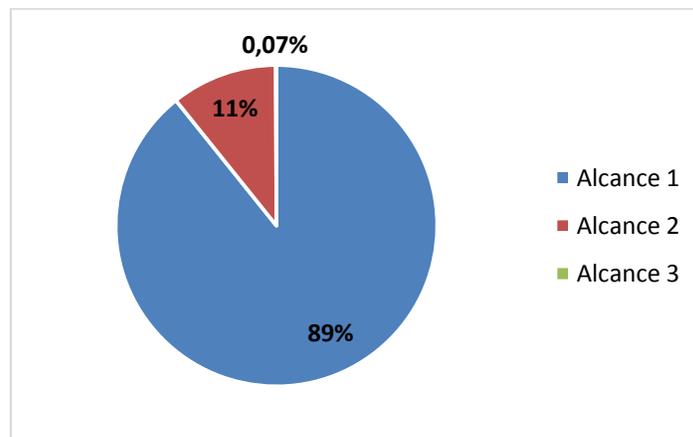
Figura 8. Huella de Carbono total según fuente de emisión (en t CO₂e)



Fuente: Elaboración propia.

Cuando se analiza la HC por tipo de fuente de emisión se observa que las emisiones de Alcance 1 son responsables del 89% de la Huella total, las emisiones de Alcance 2 aportan el 11% del total y el Alcance 3 no es representativo (Figura 5).

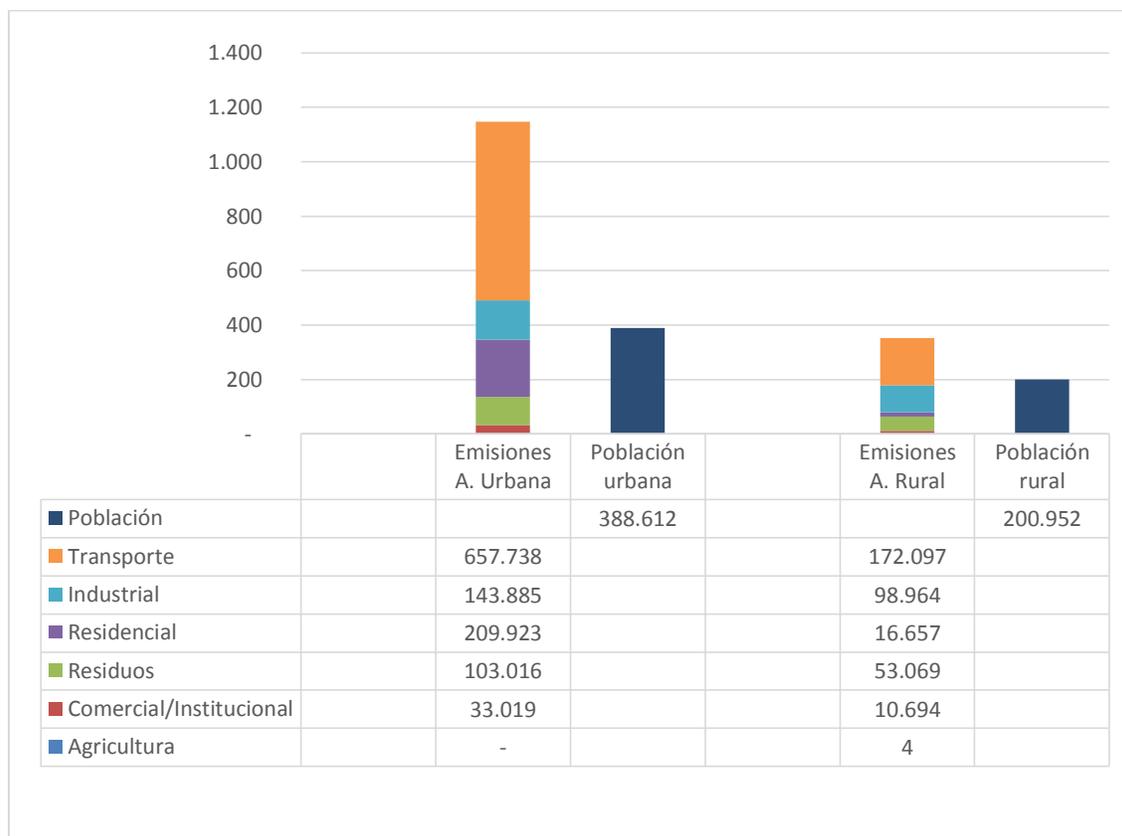
Figura 9. Huella de Carbono total según alcance de emisión (en porcentaje)



Fuente: Elaboración propia

La evaluación de la Huella de Carbono de Cuenca se realizó a nivel cantal, por lo que es importante hacer una diferenciación entre el área rural y el área urbana.

Figura 10. Comparación Huella de Carbono por sector (t CO₂e) y población Urbana vs. Rural



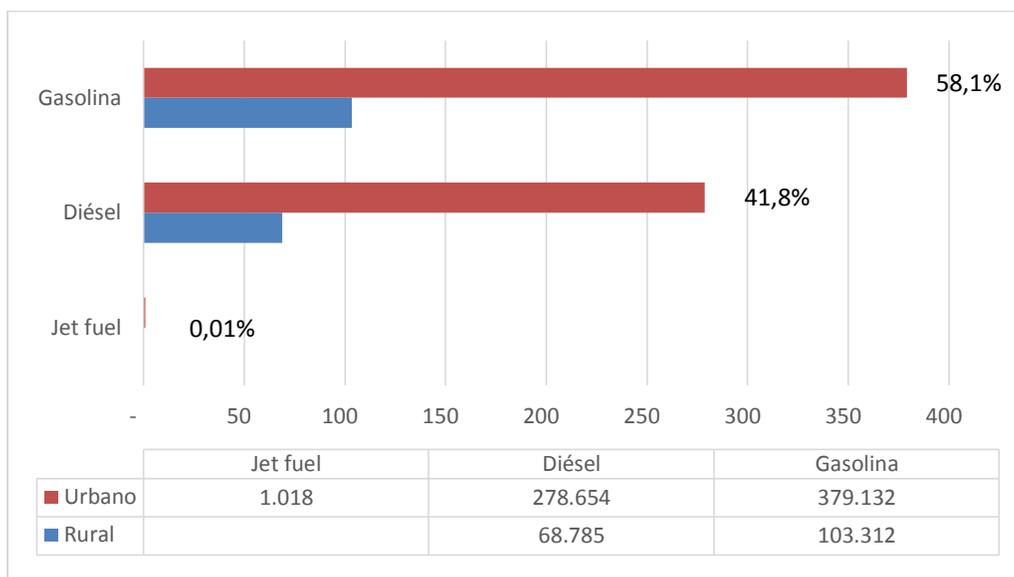
Fuente: Elaboración propia

Debido a la mayor concentración de población en el área urbana (66%) y principalmente al tipo de actividades que se realizan la Huella de Carbono que se genera es igualmente mayor. Se observa que el sector transporte en el área urbana es mayor que el sector transporte en el área rural, y que tanto el sector residencial como el sector residuos guardan una relación directamente proporcional a la población que se tiene en ambas áreas. Así mismo se observa que el sector industrial y el sector comercial/institucional es mayor en el área urbana. Por su parte el sector agricultura es considerado netamente rural.

2.2.1.1. Sector transporte

Este sector es responsable del 55% de la HC total del Cantón de Cuenca. A continuación se muestra la HC por tipo de fuente de emisión y área.

Figura 11. Huella de Carbono del sector transporte por fuente y área de emisión (en miles t de CO₂e)



Fuente: Elaboración propia.

Las altas emisiones por consumo de gasolina y diésel se deben principalmente a la cantidad de vehículos que circulan en el Cantón de Cuenca, principalmente en el área urbana, teniendo una tasa de motorización de 1.355 vehículos por cada 1.000 habitantes²¹, que comparado con el Distrito Metropolitano de Quito (192 vehículos cada 1.000 habitantes²²), es 7 veces mayor. Así mismo, Cuenca es considerado un Cantón de paso, es decir que se atraviesa este territorio para llegar a otros destinos, principalmente de Loja a Guayaquil. Es importante además considerar que los datos de actividad considerados para la medición de la Huella de Carbono corresponden a la cantidad de combustibles que se comercializan dentro de los límites del Cantón, pero que no necesariamente son consumidos dentro de Cuenca.

Así mismo el consumo de ambos combustibles es mayor en el área urbana que en el área rural, ya que la mayor parte de las actividades y fuentes laborales y de recreación se encuentran en la ciudad (escuelas, centros culturales, oficinas municipales, etc.). Por su parte las emisiones de jet fuel se consideran urbanas ya que el aeropuerto se encuentra dentro de los límites de la ciudad.

Las emisiones por consumo de gasolina, diésel y jet fuel han sido estimadas en base a los datos proporcionados por la Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero sobre combustibles comercializados dentro de los límites evaluados. Todas las emisiones de este sector corresponden al Alcance 1.

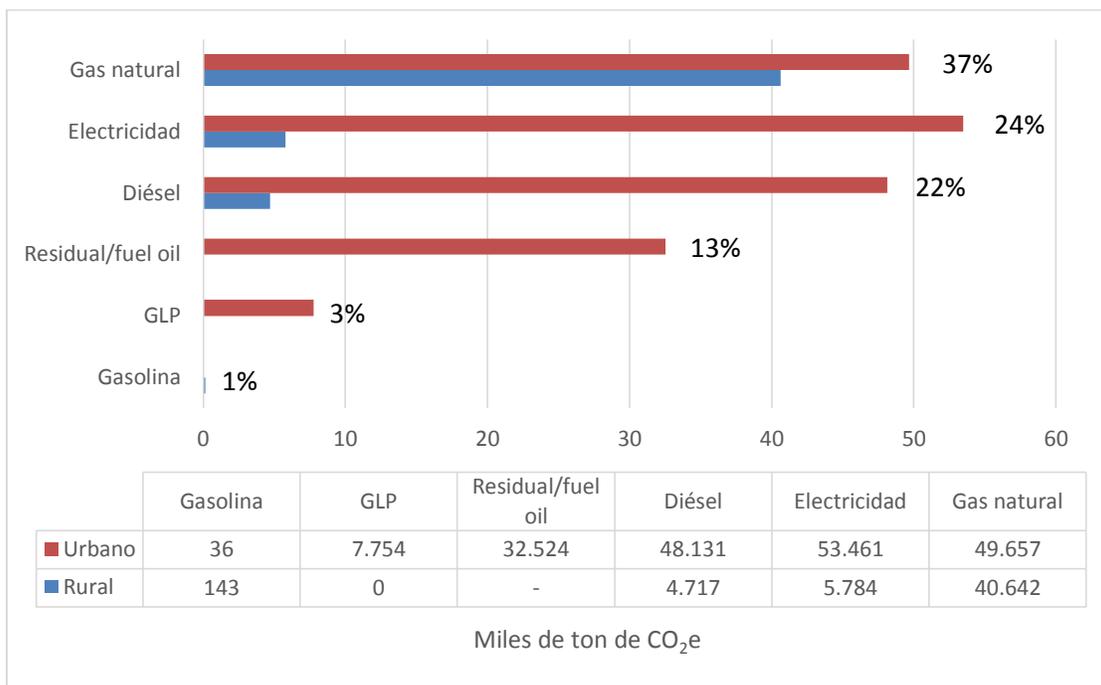
²¹ (GAD Cuenca, 2015)

²² (Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, 2015)

2.2.1.2. Sector Industrial

El sector industrial es el segundo aportante a la HC Total del Cantón de Cuenca y es responsable del 16% del total. De las emisiones totales generadas por el sector, 76% son de Alcance 1 y 24% de Alcance 2.

Figura 12. Huella de Carbono del sector industrial según fuente y área de emisión (en miles de t CO₂e)



Fuente: Elaboración propia.

En este sector la mayor fuente de emisión es el consumo gas natural, seguido de la electricidad y el diésel. La razón por la que el sector industrial se encuentre en segundo lugar, se debe a que existen grandes industrias en Cuenca que son intensivas en el uso energético, tanto de combustibles fósiles como de electricidad, principalmente en el área urbana donde cuenta con un Parque Industrial ubicado al norte de la ciudad que tiene una extensión de 77,5 hectáreas y una capacidad de 112 lotes, en las que operan industrias de muebles, cerámica, línea blanca, hormigón, neumáticos, embutidos, entre otros²³, es por esta razón que los mayores consumos se encuentran dentro de los límites de la ciudad.

En el caso del gas natural el consumo es elevado en el área rural debido a industrias de cerámica, pisos y fabricación de esmaltes vitrificables y barnices para vidriar y enlucidos cerámicos y

²³ (El Comercio, 2014)

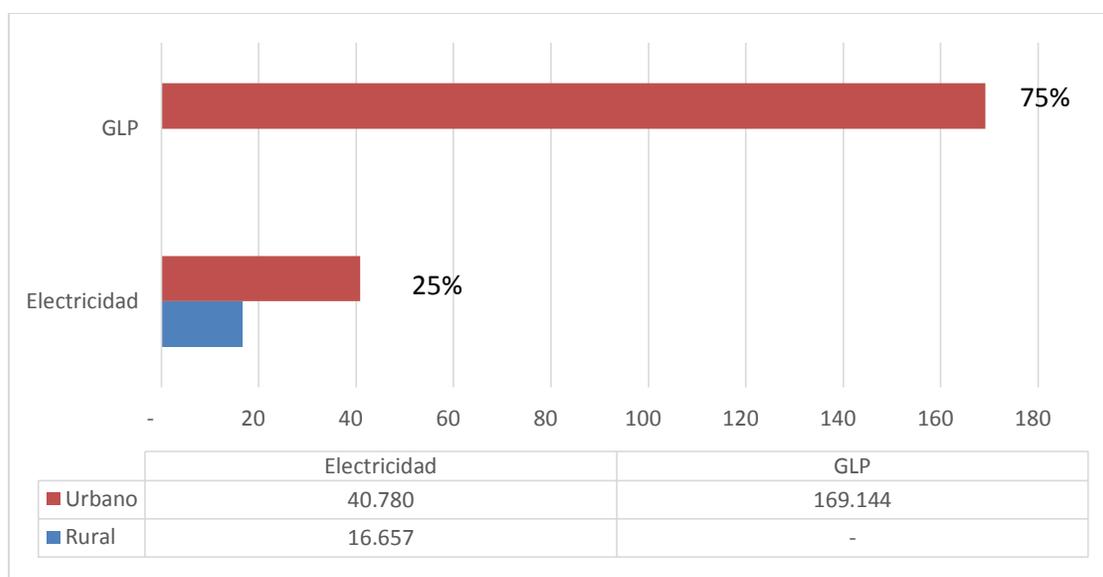
preparados similares, que tienen sus instalaciones fuera de los límites de la ciudad en las parroquias Chiquintad, San Joaquin y Sidcay²⁴.

En el caso del GLP, y posiblemente también en el caso de Residual/fuel oil, no se cuenta con los consumos separados para el área urbana y rural, el total de los consumos reportados por la ARCH se encuentran en el área urbana.

2.2.1.3. Sector Residencial

La Huella de Carbono del sector residencial de Cuenca en el año 2016 está conformada en un 75% por las emisiones de Alcance 1, por consumo de GLP (fuente estacionaria), y en un 25% por las emisiones de Alcance 2 debidas a consumo de energía eléctrica.

Figura 13. Huella de Carbono del sector residencial según fuente y área de emisión (en miles de t CO₂e)



Fuente: Elaboración propia.

El consumo elevado de GLP en hogares se debe al bajo precio por cilindro de 15 Kg que es de 1,6 USD, el cual se encuentra subsidiado por el gobierno de Ecuador, de acuerdo al Decreto Ejecutivo 799²⁵. El consumo de GLP en el sector residencial se debe principalmente a la cocción de alimentos.

El uso de energía eléctrica en hogares se debe a actividades de refrigeración de alimentos, iluminación, uso de electrodomésticos y equipos electrónicos, cocción de alimentos, calentamiento de agua, entre las principales²⁶.

²⁴ De acuerdo a información proporcionada por la Agencia de Regulación y Control de Hidrocarburos ARCH para la presente evaluación

²⁵ (EP PETROECUADOR GERENCIA DE COMERCIALIZACION NACIONAL, 2017)

²⁶ (Ministerio de Electricidad y Energías Renovables, 2012)

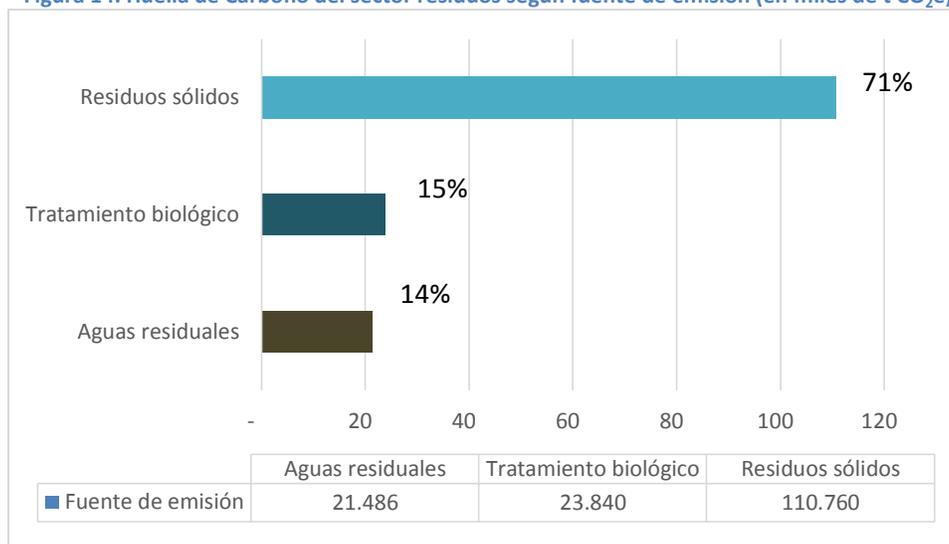
En este sector las emisiones de GEI por consumo de energía eléctrica tanto del área urbana como en el área rural son proporcionales al tamaño de la población. En el caso del GLP, al igual que en el sector industrial no se cuenta con consumos separados para el área urbana y rural, según lo reportado por la ARCH.

2.2.1.4. Sector Residuos

Este sector contribuye con el 10% de las emisiones a la HC total del Cantón de Cuenca. Las emisiones por residuos se dividen en las generadas por la descomposición de residuos sólidos dispuestos en el relleno sanitario Pichacay²⁷, las emisiones por el tratamiento biológico (compostaje) que se le da a los residuos orgánicos, y por las emisiones generadas por el tratamiento de aguas residuales en la Planta de Tratamiento de Agua Residual (PTAR) Ucubamba.

La Figura a continuación, representa la Huella de Carbono por tipo de fuente de emisión.

Figura 14. Huella de Carbono del sector residuos según fuente de emisión (en miles de t CO₂e)



Fuente: Elaboración propia.

La generación de residuos en el Cantón de Cuenca el 2016 fue de 140.916 t, lo que equivale aproximadamente a 0,2 t per cápita anuales de generación de residuos, este índice se encuentra por debajo del promedio de la región que es igual a 0,46 t de CO₂e por persona²⁸. En la gestión 2016 se procesaron a través de procesos de compostaje 5.544 t de material orgánico proveniente de poda (49%), mercados (47%), viruta, arena y otros (4%), y se trató un volumen de 26.857.507 m³ de aguas residuales en la PTAR Ucubamba.

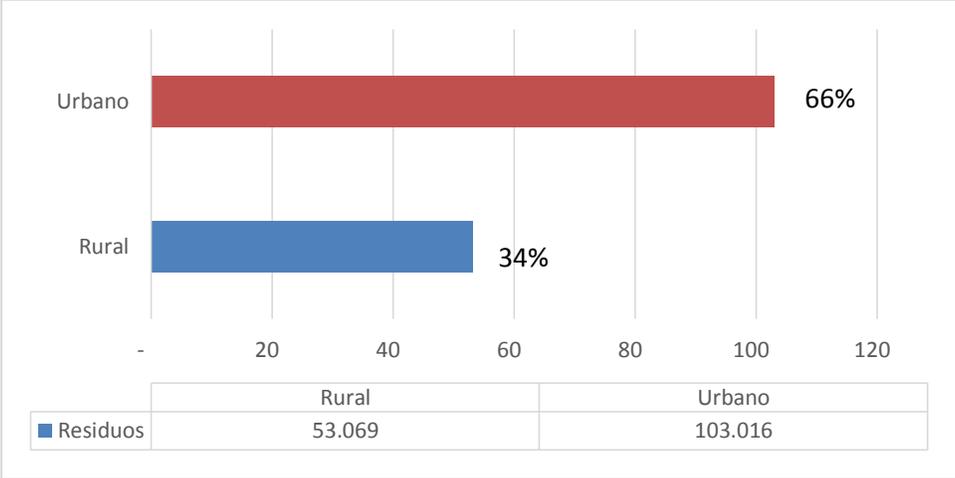
²⁷ Por la descomposición de residuos sólidos se generan emisiones de metano y dióxido de carbono, éstas últimas son consideradas emisiones biogénicas por lo que son reportadas en una sección aparte más adelante, según lo que establece el GPC. En esta sección se cuantifican solo las emisiones de metano.

²⁸ (Siemens, 2010)

Cabe recalcar que se tiene una planta de biogás en Cuenca que estuvo en pruebas piloto desde octubre de 2016, y empezó a operar plenamente en el año 2017. Esta planta se implementó bajo un esquema MDL, quemando un 50% del metano que ingresa²⁹.

Los datos proporcionados para el sector residuos no fueron diferenciados por área (rural, urbano), por lo que la diferenciación por área se la realizó de acuerdo a la población.

Figura 15. HC sector residuos por área de emisión (en miles de t de CO₂e)



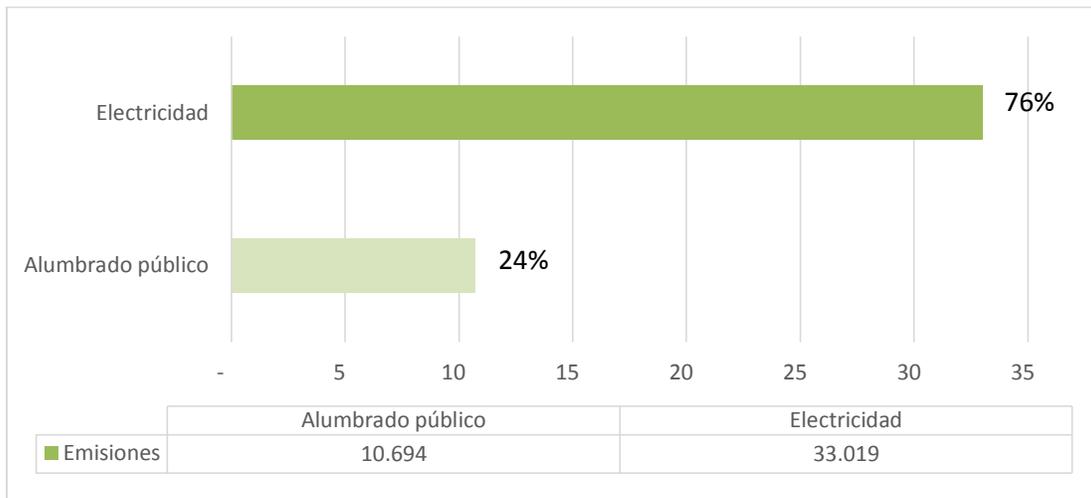
Fuente: Elaboración propia.

2.2.1.5. Sector Comercial/Institucional

El sector comercial/institucional representa el 4% de la HC. Las emisiones de este sector se deben al consumo de energía eléctrica en centros comerciales, instituciones y servicios públicos (oficinas y servicios del gobierno central y municipal). De acuerdo con los lineamientos del GPC, también se incluyen dentro de este sector las emisiones por consumo de energía eléctrica del alumbrado público del Cantón.

²⁹ Información proporcionada por la Empresa Municipal de Aseo de Cuenca EMAC

Figura 16. Huella de Carbono del sector comercial/institucional (en miles de t CO₂e)

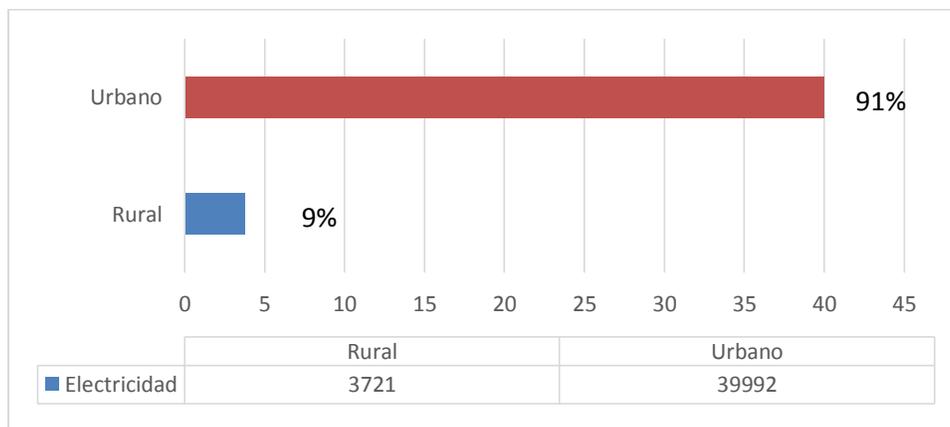


Fuente: Elaboración propia.

La energía eléctrica que se consume en el servicio de alumbrado público, representa el 24% de la HC del sector y un 1% de la HC Total. El resto de emisiones por consumo de energía eléctrica en comercios e instituciones públicas, representa el 76% de la HC total del sector.

Es importante considerar que el consumo de GLP según lo reportado por la ARCH no está diferenciado entre los sectores residencial y comercial, por lo que este combustible y sus emisiones se reportan únicamente en el sector residencial. Es importante a futuro obtener los datos de consumo de GLP separados para ambos sectores.

Figura 17. HC sector comercial/institucional por área de emisión (en miles de t CO₂e)



Fuente: Elaboración propia.

Las emisiones en el área urbana son mayores debido a que la actividad comercial (servicios al por mayor y menor, establecimientos de comida y alojamiento, enseñanza, actividades profesionales,

etc.³⁰) se encuentra principalmente dentro de los límites de la ciudad (venta de productos y), así como las oficinas de las instituciones públicas.

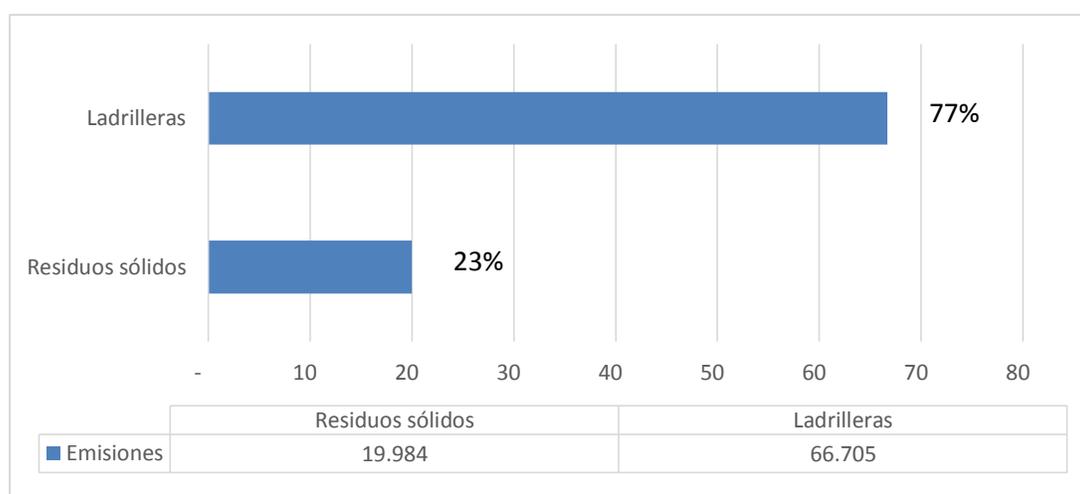
2.2.1.6. Sector agricultura

El sector de agricultura tiene un aporte menor igual al 1% de las emisiones de GEI. El alcance de medición BASIC del GPC exige que se reporten las emisiones de este sector por consumo de energía, según los reportes de la ARCH bajo este sector se consume únicamente GLP. Este sector se considera netamente rural, por el tipo de actividad que se realiza.

2.2.1.7. Emisiones biogénicas

Las emisiones biogénicas son emisiones que ocurren de forma natural o provienen de vegetación, por lo que éstas se contabilizan, pero no se suman al resultado final de la HC. En el Cantón de Cuenca se identificaron dos fuentes importantes de emisiones biogénicas: emisiones de dióxido de carbono por la descomposición de residuos sólidos enviados al relleno sanitario, y las emisiones por la quema de leña en la producción artesanal de ladrillos³¹.

Figura 18. Emisiones biogénicas (en miles t de CO₂e)



Fuente: Elaboración propia.

2.3. Análisis comparativo de la HC de Cuenca

2.3.1. A nivel nacional

La HC de Cuenca representa aproximadamente un 2% de las emisiones del Ecuador comparadas con lo reportado en su Tercera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático en 2012 (80.627.160 tCO₂e). El siguiente cuadro muestra los resultados comparativos per cápita.

³⁰ (GAD Cuenca, 2015)

³¹ Inventario de Emisiones Atmosféricas del Cantón Cuenca, 2014, pág. 78.

Tabla 10. Comparación de Huella de Carbono per cápita

Ecuador	Ecuador sin USCUS y agricultura	Cuenca
5,19	2,93	2,54

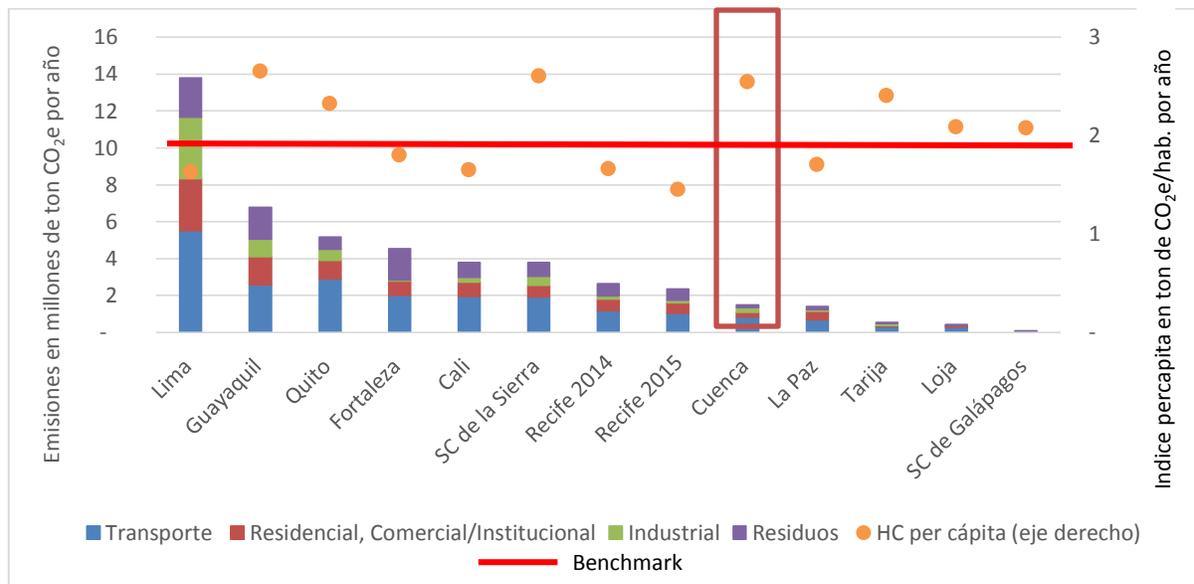
Fuente: Elaboración propia a partir de MAE, 2017. Proyecciones poblacionales INEC. Proyecto Huella de Ciudades, 2017.

La HC per cápita permite comparar las emisiones entre un ecuatoriano promedio y un cuencano. Para este cálculo se excluye USCUS y agricultura, debido a que el inventario de Cuenca no incluyó estas dos actividades. Los resultados muestran que los cuencanos generan 15% menor huella que el promedio de los ecuatorianos.

2.3.2. Respecto a otras ciudades de la región

A continuación se presenta la comparación entre distintas ciudades de la región que forman parte del Proyecto Huella de Ciudades.

Figura 19. Comparación Huella de Carbono entre ciudades de la región (en millones de t CO₂e)³²



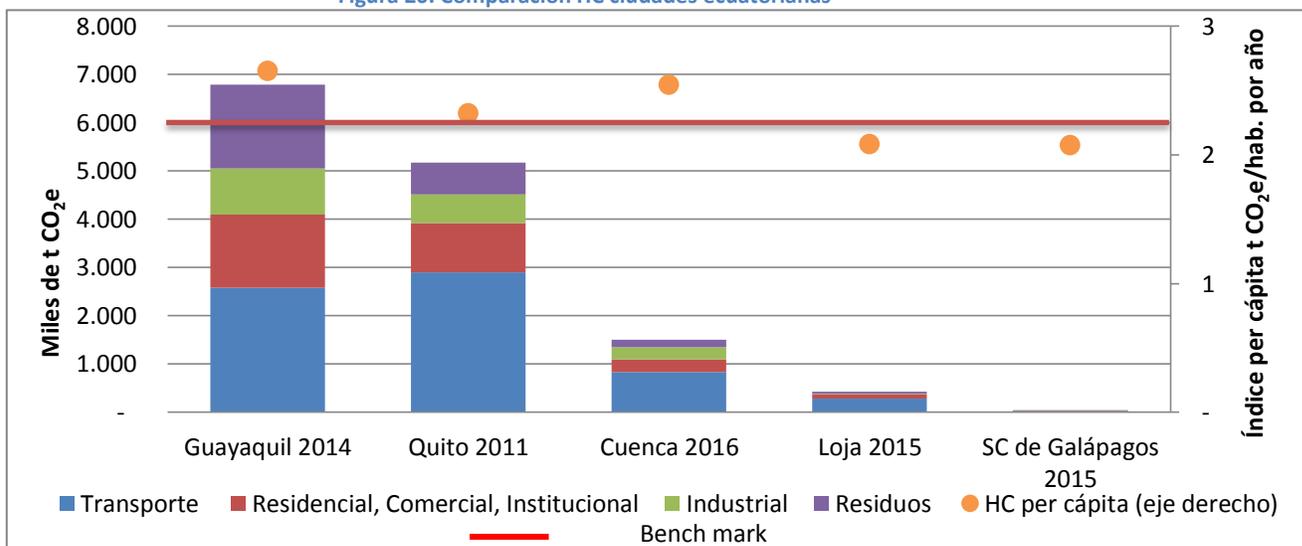
El cantón de Cuenca, en términos de Huella de Carbono absoluta se encuentra en el octavo lugar, sin embargo ocupa el tercer puesto en términos de HC per cápita. Esto se debe, principalmente al mayor uso del auto por persona, que genera un mayor consumo per cápita de combustible.

2.3.3. Respecto a otras ciudades ecuatorianas

En la siguiente figura se presenta el análisis de la HC del Cantón de Cuenca respecto a otras ciudades ecuatorianas que son parte del Proyecto Huella de Ciudades.

³² Para poder realizar la comparación se consideran únicamente las emisiones nivel BASIC de todas las ciudades.

Figura 20. Comparación HC ciudades ecuatorianas³³



Fuente: Elaboración propia.

Entre las ciudades del gráfico, Cuenca es la tercera en población y en términos absolutos de HC, después de Guayaquil y Quito.

Sin embargo, cuando se realiza el análisis de HC per cápita se observa que es la segunda ciudad, después de Guayaquil y por encima de Quito. Esto se debe a factores como la tenencia de vehículos, que en el caso de Cuenca es 7 veces mayor que en el de Quito. Otro factor es la cantidad de habitantes que es significativamente menor al de Quito.

2.4. Conclusiones de la Huella de Carbono

La HC total del Cantón de Cuenca para el año 2016 fue de **1.500.133 t de CO₂e**, donde las emisiones de Alcance 1 representan el 89% de la Huella total, las emisiones de Alcance 2 el 11% y las de Alcance 3, con un porcentaje mucho menor igual a 0,07%.

La Huella de Carbono del área urbana (80%) es mayor a la del área rural (20%), esto se debe a que la población se concentra en gran parte en el área urbana, que es además donde se realizan la mayor parte de las actividades emisoras de GEI. El sector más importante en términos de emisión de GEI es el sector de transporte, este sector genera el 55% del total de la HC del cantón, que se ve reflejado en la tasa de motorización de 1.355 vehículos cada 1.000 habitantes, por lo que se recomienda invertir en sistemas de transporte público masivo, la promoción de los modos no motorizados y la conversión a GNV de los automóviles que funcionan actualmente a diésel y gasolina. La gasolina es la principal responsable de las emisiones de este sector (58% de la Huella del sector).

³³ Para poder realizar la comparación se consideran únicamente las emisiones nivel BASIC de todas las ciudades.

El sector industrial es el segundo aportante a la HC total de la ciudad (16%). El principal factor de emisión fue el consumo de gas natural, con un aporte a la Huella del sector de 37%, seguido del consumo de energía eléctrica (24%). Cuenca es una ciudad con un gran número de industrias que son grandes consumidoras de energía, entre los principales rubros identificados se encuentran, ladrilleras, industria de cerámica, llanteras, alimentos, hormigón, entre otras.

El tercer sector más representativo de la Huella es el sector de residencial (15% del total de la HC del cantón). El principal consumo es por GLP, que se utiliza para la cocción de alimentos y calentamiento de agua en los hogares de Cuenca. Además las personas prefieren hacer uso de este combustible por el bajo precio por cilindro que se tiene gracias al subsidio del gobierno de Ecuador, que es de 1,6 USD.

El cuarto sector más representativo de la Huella es el sector de residuos (10% del total de la HC del cantón). En la gestión 2016 se generaron 140.916 toneladas de residuos sólidos que fueron dispuestos al rellenos sanitario, se compostaron mas de 5.000 toneladas de residuos orgánicos provenientes de mercados y poda y se trataron alrededor de 27 millones de m³ de aguas residuales. En este sector se debe recalcar los esfuerzos realizados por el GAD de Cuenca por ver las opciones para mejorar constantemente la gestión de residuos sólidos que se lleva a cabo en el Cantón, como la separación en origen de residuos, y las iniciativas de reciclaje.

Por su parte el sector comercial/institucional representa el 4% de la HC total, debido principalmente al consumo de energía eléctrica. En este sector se incluyen las emisiones por fuentes estacionarias dentro de las instituciones públicas como ser el GAD de Cuenca y los servicios que brinda. De acuerdo con los lineamientos del GPC, también se incluyen las emisiones por consumo de energía eléctrica del alumbrado público de la ciudad, estas emisiones son el 24% de la HC del sector; en términos de consumo el servicio de alumbrado público representa el 25% del total de la energía eléctrica facturada en toda la ciudad de Cuenca, por lo que se recomienda investigar y evaluar opciones de optimizar el consumo energético de este servicio por ejemplo a partir del cambio de luminarias tipo LED. Así mismo para el resto del sector se sugiere tomar medidas de eficiencia energética e implementación de energías renovables.

El sector agricultura es el sector menos importante respecto a las emisiones de GEI en la ciudad, representa menos del 1% de la HC total, por el consumo de GLP. Se considera que todas las emisiones de este sector se generan en el área rural del Cantón.

A nivel local, y considerando las ciudades que forman parte del Proyecto Huella de Ciudades, Quito, Guayaquil, Loja y Santa Cruz de Galápagos, el Cantón de Cuenca tiene grandes retos y oportunidades para reducir la HC per cápita que está generando principalmente por el sector de transporte, tomando el ejemplo de otras ciudades del Ecuador como Loja en el que se están implementando acciones como la introducción de taxis eléctricos.

SECCIÓN 3. HUELLA HÍDRICA DEL CANTÓN DE CUENCA

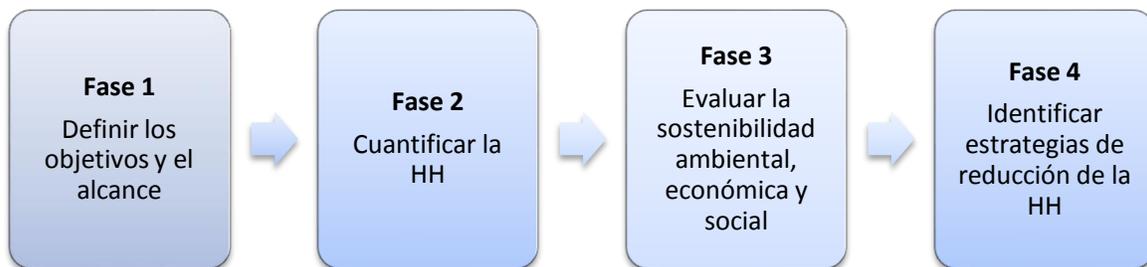
3.1. Metodología empleada

El concepto y la metodología para la evaluación de la HH fueron desarrollados por el Dr. Arjen Hoekstra (2003) y masificado a través de la organización Water Footprint Network (WFN), red holandesa que agrupa organizaciones internacionales vinculadas a temas de agua y saneamiento, desde el 2008.

La HH puede entenderse como un indicador que refleja el uso, consumo y contaminación de agua de forma directa e indirecta. La información visualizada a través de la HH permite analizar las implicaciones ambientales, sociales y económicas del uso de agua en distintos ámbitos geográficos.

La evaluación de la HH es un proceso de cuatro fases, que se utilizan para describir la sucesión de pasos para para la medición, análisis de resultados y la evaluación de posibles estrategias de reducción. Su cuantificación se desarrolla en función al contexto geográfico y el tipo de uso del agua. Las cuatro fases de la evaluación son:

Figura 21. Fases de la evaluación de la HH.

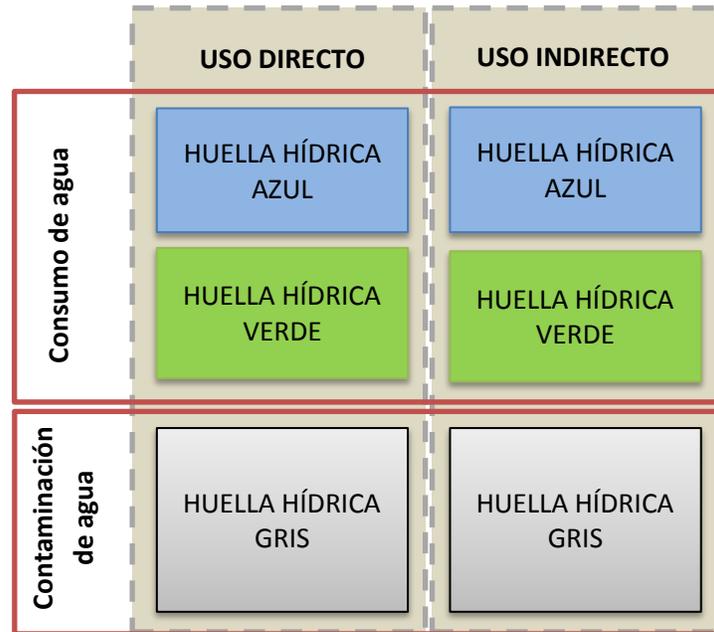


Fuente: Water Footprint Network, 2010.

La fase 1 se presentó en la sección 1 de este informe. La fase 2 se desarrolla a detalle en esta sección y complementariamente el anexo 2 presenta la metodología. La fase 3 se presenta en el anexo 3 que es parte de este informe. Finalmente la fase 4 es presentada en un informe adicional de estrategias de acción en base a los resultados obtenidos, denominado Plan de Acción para la reducción de las huellas del Cantón de Cuenca.

La metodología para la evaluación de la HH distingue tres tipos de huellas: “Huella Hídrica Azul”, “Huella Hídrica Gris” y “Huella Hídrica Verde”. Éstas expresan el volumen de agua consumida o contaminada en un periodo de tiempo, sin embargo guardan notables diferencias conceptuales entre ellas. La siguiente figura muestra una representación esquemática de los componentes y dimensiones de la HH, y a continuación se presentan las definiciones de cada tipo de huella.

Figura 22. Tipos y dimensiones de la Huella Hídrica.



Fuente: Water Footprint Network, 2010.

Huella Hídrica Azul: Es un indicador de uso consuntivo de agua llamada azul, es decir, agua dulce de superficie o subterránea. El uso consuntivo del agua considera los cuatro casos siguientes:

- El agua que se evapora
- El agua que se incorpora a un producto.
- El agua que no vuelve a la misma zona de flujo, que es devuelta a otra zona de captación o al mar.
- El agua que no vuelve en el mismo período, por ejemplo, si se retira en un periodo seco y devuelve en un período de lluvias.

Huella Hídrica Gris: Es un indicador de contaminación, y se cuantifica como el volumen de agua necesaria para diluir la carga contaminante hasta el punto en que la calidad del agua se mantenga por encima de la normativa local.

Huella Hídrica Verde: Es un indicador del volumen de agua de precipitación que no escurre en cuerpos superficiales o se infiltra en aguas subterráneas, es decir, que permanece en el suelo, en la superficie o se incorpora en la vegetación. Esta huella solo es considerada en plantaciones o cultivos (por actividades antropogénicas), la vegetación natural no es considerada en la HH Verde.

Huella Hídrica Indirecta: Es un indicador del volumen de agua por consumo y contaminación de cuerpos de agua, asociado con la producción de los bienes y servicios. Esta huella se calcula multiplicando la cantidad de productos consumidos por sus respectivas HH equivalentes.

En el marco del Proyecto se evaluarán principalmente la HH Azul y HH Gris de cada sector del Cantón. La HH Verde se cuantificó solamente en áreas verdes de la ciudad.

3.1.1. Exclusión de tipos y dimensiones de la Huella Hídrica

Los resultados obtenidos consideran el aporte de la HH Directa Azul y Gris ya que representan el volumen de agua de consumo y contaminación directa dentro de los límites del Cantón. Mientras que el aporte de la HH Verde se limita a la contabilización del agua incorporada en las plantaciones de áreas verdes de la ciudad, dentro de sus límites geográficos urbanos.

Se ha excluido del análisis la HH Indirecta por consumo de materiales y productos importados, ya que las opciones de reducción de HH por consumo de estos recursos son limitadas al encontrarse fuera de los límites del Cantón, es importante recordar que el análisis de la HH tiene como objetivo principal poder identificar y proponer acciones de reducción –en el Plan de Acción- para los tomadores de decisión y habitantes dentro del Cantón.

Con fines demostrativos se hizo un análisis de la HH de los principales productos agrícolas que se producen en Cuenca, para ello se emplearon las equivalencias de HH calculados por la WFN.

3.1.2. Mecanismos de cuantificación de Huella Hídrica empleados

A continuación se presentan las fórmulas aplicadas para la cuantificación de cada una de las Huellas, conforme a los estándares globales descritos en el Manual de Evaluación de la Huella Hídrica (WFN, 2010):

$$(1) HH_{Total} = HH_{Azul} (2) + HH_{Gris} (3) + HH_{Verde} (4) + HH_{Indirecta} (5)$$

$$(2) HH_{Azul} = Evaporación + Incorporación + Flujo de Retorno de Agua Perdida$$

$$(3) HH_{Gris} = ((Efl * Conc_{efl}) - (Afl * Conc_{afl})) / (Conc_{max} - Conc_{nat})$$

$$(4) HH_{verde} = ET + Inc$$

Donde:

Afl: Afluente

Efl: Efluente

Conc: Concentración

Max: Máxima

Nat: Natural

Cp: Cantidad de productos

HH_{Prod}: Huella Hídrica equivalente del producto

ET: evapotranspiración

Inc: incorporación de agua en una planta.

3.1.3. Fuentes de información e instrumentos empleados para levantar los datos requeridos

En el siguiente cuadro se resumen los datos utilizados en la evaluación de la HH por tipo de huella, Directa (Azul, Gris y Verde) e Indirecta, y por sector (residencial, comercial, industrial, y público y

servicios municipales). Asimismo, se encuentran las fuentes de información consultadas para la obtención de estos datos.

El volumen de agua potable facturada por cada sector del Cantón fue proporcionado por la empresa municipal ETAPA encargada del servicio de agua desde la distribución hasta el tratamiento de agua residual en el área urbana y parte del área rural (60% del área). El agua consumida en el área rural que no está bajo el servicio de ETAPA, fue calculada en función al tamaño poblacional y el consumo per cápita (dejando de lado el consumo de agua para agricultura, ya que no forma parte de los objetivos del Proyecto).

Para la cuantificación de la HH Azul en actividades domésticas, se considera el 10% de evaporación, establecido en estudios de WFN y LA Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO). En actividades industriales se consideró el 30%³⁴ de incorporación de agua en productos. Para determinar el volumen de agua para actividades administrativas y operativas y de servicio en el sector comercial, se utilizaron en el primer caso, el volumen de consumo en oficinas por funcionario, determinado a través de encuestas a personal del GAD Municipal de Cuenca³⁵ y el restante se atribuyó a las actividades operativas y de servicio.

Para la cuantificación de la HH Gris se consideraron como parámetros de calidad del afluente y efluente –los indicadores DBO₅ y DQO. La calidad del agua facturada y del agua residual en los ríos de la ciudad fue reportada por ETAPA. Se consideraron en la evaluación las calidades de agua en los ríos Tomebamba, Yanuncay, Tarqui, Machángara, Cuenca y los Quebrados Salado y Milchichig, al ser los principales receptores de los efluentes del cantón. Para la cuantificación de la HH Verde en las áreas verdes de la ciudad, se utilizaron las herramientas Cropwat y Climwat desarrolladas por la FAO³⁶.

Para estimar la HH por la agricultura del Cantón se utilizaron datos de producción reportados por el INEC en 2012³⁷, para la Provincia Azuay y las equivalencias de HH por producto fueron extraídas de los Reportes 47 y 48 publicados por Water Footprint Network, con valores específicos de la Provincia, o promedios nacionales o mundial para los productos³⁸.

³⁴ Ante la falta de información específica en Cuenca, se utilizó este valor referencial producto del análisis industrial de alrededor de 230 industrias de distintos rubros en ciudades de Latinoamérica que son parte del Proyecto Huella de Ciudades.

³⁵ Se realizaron encuestas al 57% de los funcionarios del GAD Municipal de Cuenca.

³⁶ Las herramientas pueden descargarse de la página web de FAO: <http://www.fao.org/land-water/databases-and-software>

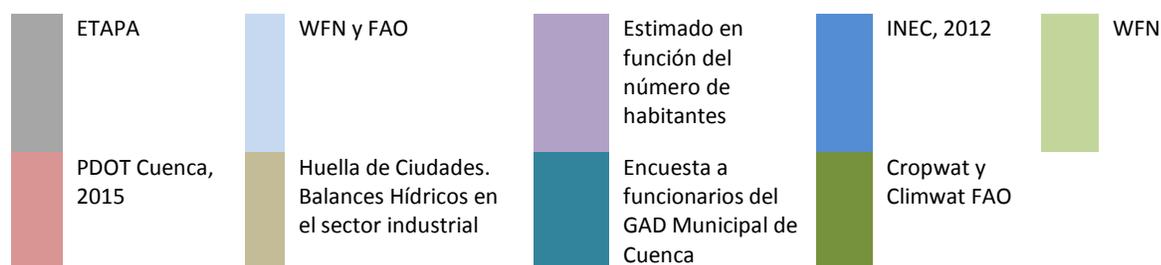
³⁷ (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2012)

³⁸ (Water Footprint Network, 2011)

Tabla 11. Fuentes de información e instrumentos empleados para levantar los datos requeridos.

Sector	Huella Hídrica Directa						Huella Hídrica en la agricultura	
	Volumen de agua facturada	Volumen de agua consumida	Calidad agua facturada	Calidad agua residual	Información de saneamiento básico	Áreas verdes	Productos	HH equivalente en productos
Residencial (área urbana)						N/A		
Residencial (área rural)								
Comercial						N/A	N/A	N/A
Industrial						N/A	N/A	N/A
Público							N/A	N/A

N/A. No Aplica



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 12. Fuentes de información detallada considerada para evaluación de Huella Hídrica.

Datos de actividad	Fuente
Número de habitantes en la ciudad de Cuenca.	Proyecciones PDyOT Municipio de Cuenca, 2015. Documento publicado en línea.
Número de funcionarios en el sector comercial de la ciudad.	Proyecciones PDyOT Municipio de Cuenca, 2015. Documento publicado en línea.
Superficie de áreas verdes de la ciudad y tipo de vegetación.	EMAC. Oficio de respuesta, 2017. Información no publicada.
Consumo de agua facturada por sector de la ciudad.	ETAPA. Oficio de respuesta Nº 0217-0776-GG. Información no publicada.
Volumen de HH Azul en actividades domésticas.	Water Footprint Network (2005). Report 50 National Water Footprints Vol2. Disponible en la página web de la institución.
Consumo de agua por funcionarios del sector comercial.	Servicios Ambientales S.A. Encuesta aplicada al personal del GAD Municipal de Cuenca en el marco del Proyecto Huella de Ciudades. Información no publicada.

Datos de actividad	Fuente
Incorporación de agua en la producción del sector industrial.	Servicios Ambientales S.A. Huella de Ciudades. Balances Hídricos en el sector industrial en ciudades de la Latinoamérica. Información no publicada.
Incorporación de agua en plantaciones de las áreas verdes de la ciudad.	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Cálculos a través de los programas CLIMWAT y CROPWAT. Disponibles en la página web de esta institución.
Límite de calidad de efluentes máximo permitido por la normativa local.	TULSMA Registro Oficial N° 387 - Nuevos Anexos Normas Técnicas e Incentivos Ambientales, 2015. Documento publicado en línea.

Fuente: Elaboración propia.

La información primaria producto del balance hídrico realizado para la medición de la HH del Cantón de Cuenca, se encuentra resumida en la siguiente tabla:

Tabla 13. Resumen de datos de volúmenes de agua utilizados en la evaluación.

Sector de la ciudad	Volumen de agua facturada - afluente (m3)	Volumen de agua residual - efluente (m3)
Residencial	26.765.143	22.314.237
Comercial	3.580.375	2.882.202
Industrial	1.079.227	661.712
Público	2.291.268	1.977.944

Fuente: Elaboración propia.

La siguiente tabla resume la calidad de agua utilizada para la cuantificación de la HH Gris por sector del Cantón:

Tabla 14. Resumen de parámetros de calidad utilizados en la medición de HH Gris.

Parámetros de calidad	Sector Residencial (mg/L)	Sector Comercial (mg/L)	Sector Industrial (mg/L)	Sector Público (mg/L)
Calidad Máximo Permisible DBO ₅	20	20	20	20
Calidad Máximo Permisible DQO	40	40	40	40
Calidad Natural DBO ₅	2	2	2	2
Calidad Natural DQO	4	4	4	4
Calidad del Afluente DBO ₅	2	2	2	2
Calidad del Afluente DQO	4	4	4	4
Calidad del Efluente DBO ₅	Área Urbana: 8,36 Área Rural: 17,22	8,36	8,36	8,36
Calidad del Efluente DQO	Área Urbana: 13,96 Área Rural: 28,70	13,96	13,96	13,96

Fuente: Elaboración propia

3.1.4. Calidad de los datos

A continuación se realiza una evaluación de la calidad de los datos de actividad y las variables utilizadas en la cuantificación, a través de una calificación del nivel de calidad de los datos en tres categorías: Alto -Medio-Bajo (según la siguiente tabla):

Tabla 15. Evaluación de la calidad de datos.

Calidad de datos	Datos de actividad	Variables
Alta	Datos de actividad detallados y con respaldos verificables	Específicos/locales
Media	Datos de actividad estimados utilizando supuestos respaldados	Generales
Baja	Datos de actividad con un alto grado de incertidumbre	Estándar

Fuente: Siguiendo el formato de reporte del Global Protocol for Community –Scale GHG Inventories.

Tabla 16. Evaluación de la calidad de datos para el Cantón de Cuenca.

Tipo	Alta	Media	Baja	Explicación
Datos del Balance Hídrico				
Volumen de agua facturada (afluente).	✓			Datos de consumos de agua en m ³ proporcionado por ETAPA, 2017.
Volumen de agua de efluentes.			✓	Estimación en función a usos y consumos de agua en cada sector de la ciudad proporcionados por: <ul style="list-style-type: none"> - Sector residencial – WFN y FAO - Sector comercial – En base a encuestas al personal del GAD Municipal de Cuenca. - Sector industrial – Balances hídricos en industrias de la región. Huella de Ciudades - Sector público y servicios municipales – FAO, 2005, y resultados de la evaluación de HH del GAD Municipal de Cuenca.
Datos de calidad de agua				
Calidad Máximo Permisible DBO ₅	✓			Límites de calidad establecidos en la norma TULSMA mediante Registro Oficial N° 387.
Calidad Máximo Permisible DQO	✓			
Calidad Natural DBO ₅	✓			PNUMA, 2006
Calidad Natural DQO	✓			
Calidad del Afluente DBO ₅	✓			ETAPA, 2017
Calidad del Afluente DQO	✓			
Calidad del Efluente DBO ₅	✓			ETAPA, 2017

Tipo	Alta	Media	Baja	Explicación
Calidad del Efluente DQO	✓			
Huella Hídrica Indirecta				
HH equivalente de los principales alimentos producidos en Cuenca.			✓	Datos de HH equivalente por producto establecidos en el estudio "Value of water research report series no. 47 y 48 The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products. WFN, 2010".

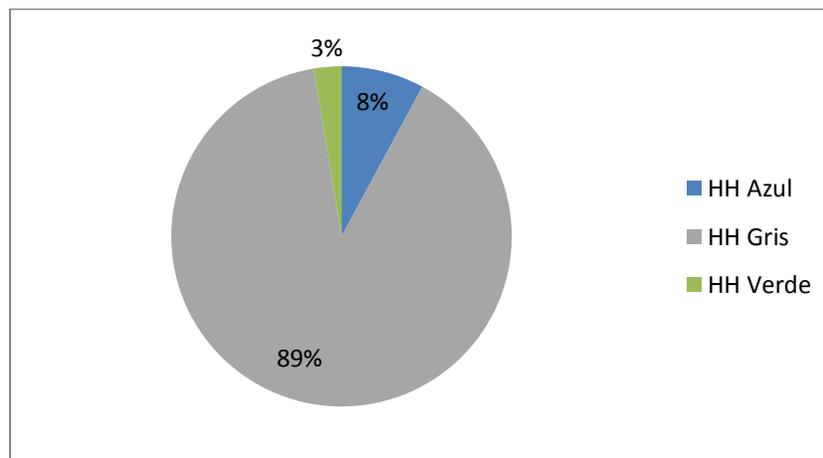
Fuente: Elaboración propia.

3.2. Resultados Huella Hídrica

3.2.1. Huella Hídrica Total

La **HH directa total del Cantón de Cuenca para la gestión 2016 es igual a 87.935.671 m³**. Este volumen es suficiente para abastecer de agua potable por 3 años a todas las familias del Cantón, por otra parte se requieren 2 litros de agua para diluir la carga contaminante de cada litro de agua residual que se genera. En el análisis por tipo de Huella se aprecia que la HH Gris es la que tiene mayor contribución, con un aporte del 90% al total. Las huellas Azul y Verde tienen menor relevancia en el análisis de la HH Directa total. El análisis por tipo de huella se presenta en la siguiente figura.

Figura 23. Huella Hídrica total según tipo de Huella (en porcentaje).



Fuente: Elaboración propia.

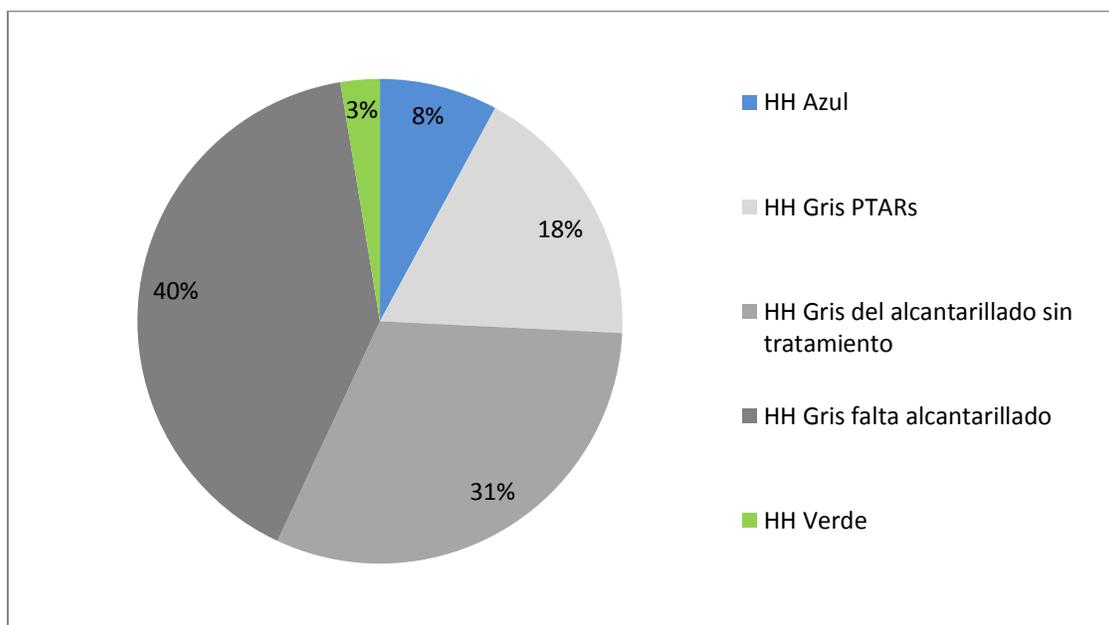
Con el propósito de realizar un análisis más detallado de la Huella Hídrica Gris, esta huella se subdivide en tres categorías (Ver Figura 19):

- "HH Gris PTARs" referida a la huella generada por los efluentes residuales después de ser tratados en las plantas de tratamiento, tanto en el área urbana como rural. Estos efluentes

son vertidos a los ríos y aunque cumplen con los límites máximos permitidos por la normativa local, la metodología compara las concentraciones de DBO y DQO con las concentraciones naturales que tendría el agua sin ninguna intervención o impacto humano, por tanto aún se genera cierta HH, que si bien es mucho menor en comparación a otras ciudades de la región, la metodología exige que se reporte.

- “HH Gris del alcantarillado sin tratamiento” corresponde a la huella generada por los efluentes que son vertidos a cauces de ríos sin ningún tratamiento previo.
- “HH Gris falta de alcantarillado” corresponde a la huella generada por los efluentes que no están conectados al alcantarillado sanitario y en consecuencia tampoco reciben tratamiento.

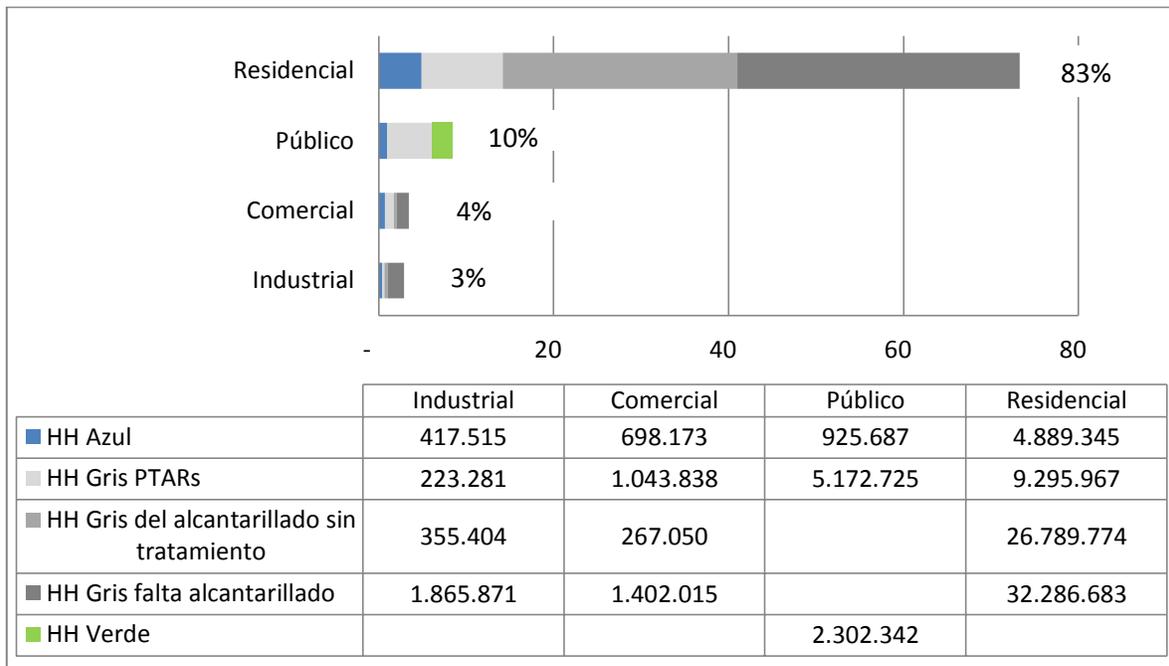
Figura 24. Huella Hídrica total disgregada según tipo de Huella (en porcentaje).



Fuente: Elaboración propia.

La siguiente figura muestra la HH por sector del Cantón y tipo de huella.

Figura 25. Huella Hídrica total por sector y tipo de huella (en millones de m³).

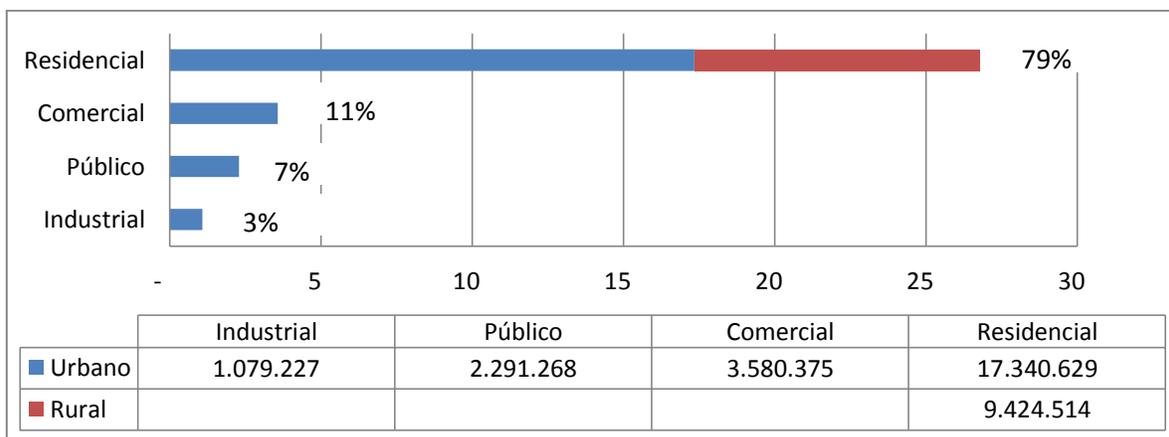


Fuente: Elaboración propia.

La figura muestra que el sector residencial es el que tiene el mayor aporte a la HH total con 83%, este sector es también el de mayor consumo de agua con el 73% del total. Las diferencias en los tipos de huellas, son atribuibles a las características de los servicios de saneamiento básico y tratamiento de agua residual, como a las calidades de los efluentes generados y al tipo de actividades en cada sector, a continuación se explica a detalle las huellas por sector.

A continuación se analiza el consumo de agua por sector evaluado. Solo en el caso del sector residencial, y por la disponibilidad de información, se analiza la diferencia entre el consumo en el área rural y el área urbana.

Figura 26. Consumo de agua por sector (en millones de m³).



Fuente: Elaboración propia.

Analizando el consumo de agua se observa que el área urbana del sector residencial es el consumidor de agua potable más importante, con 51% del consumo total del Cantón, mientras que el área rural consumo el 28%. El sector comercial es el segundo en importancia por consumo, sin embargo ocupa el 3er puesto como contribuidor a la HH total, superado por el sector público, esto debido a que en el sector público se contabiliza la HH verde generada por las áreas verdes de la ciudad, y la huella institucional de los edificios del Municipio de Cuenca y sus Empresas Públicas.

3.2.2. Huella Hídrica por sector

3.2.2.1. Sector Residencial

Para analizar los resultados inicialmente se describen las condiciones y características del área rural y urbana, mismas que se presentan en la siguiente tabla:

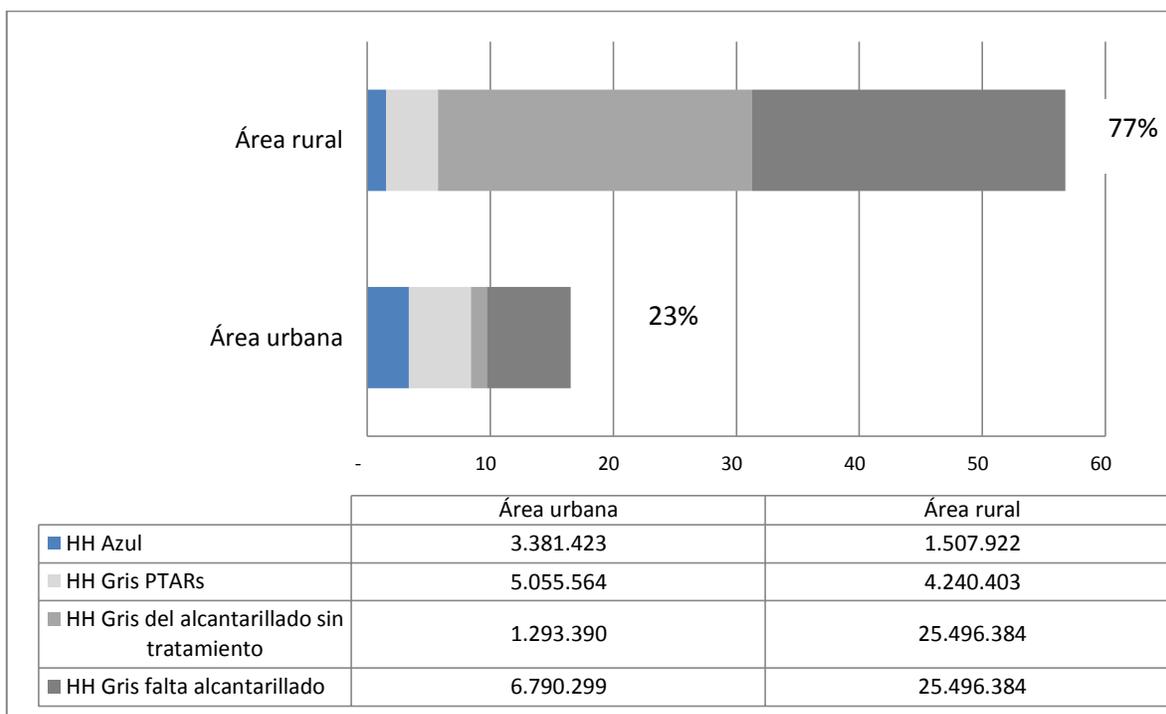
Tabla 17. Características del área rural y urbana

	Área urbana	Área rural
Población (habitantes)	388.612	200.952
Extensión del territorio ocupado (km²)	64	3.127
Uso de agua (m³/año)	17.340.629	9.424.514
Población que cuenta con acueducto (%)	97,8	92,7
Población que cuenta con alcantarillado sanitario (%)	95,8	80
Tratamiento de efluentes residuales (%)	95	60
Tipo de tratamiento y eficiencia	Secundario con eficiencia de descontaminación de 93%	Primaria avanzada con eficiencia de descontaminación del 85% (promedio de 32 estaciones)

Fuente: Elaboración propia en base a ETAPA, 2017.

La Huella Hídrica del sector residencial es de **73.261.769 m³**, tiene un aporte del 86% a la huella total del Cantón de Cuenca.

Figura 27. Huella Hídrica del sector por área y tipo de huella (en millones de m³)



Fuente: Elaboración propia.

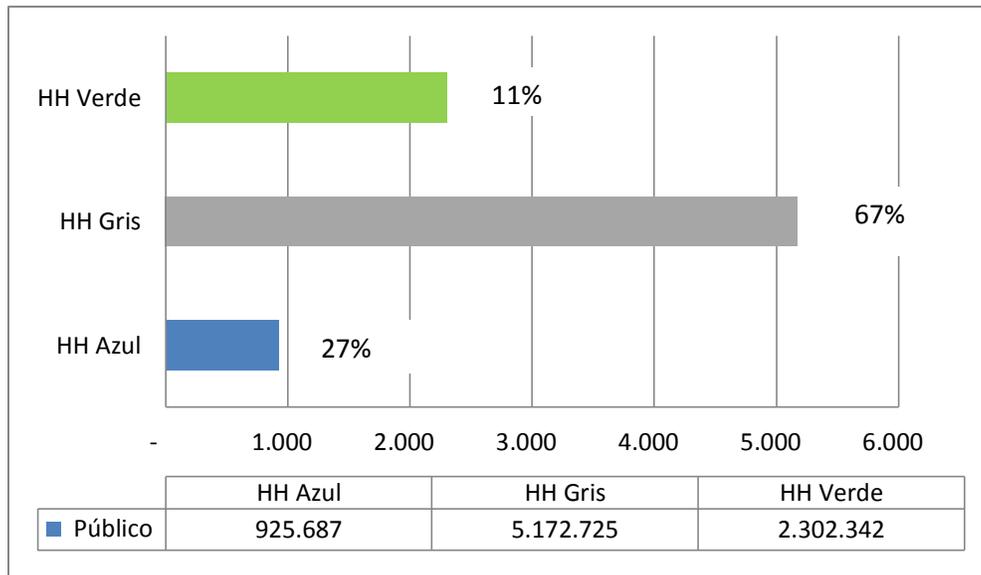
La HH Gris tiene el mayor aporte a la huella del área urbana como del área rural. Aunque el área urbana tiene mayor población (66%) su HH es 2,5 veces menor a la del área rural, debido principalmente a la mayor cobertura de alcantarillado sanitario, tratamiento de agua residual, y al tipo de tratamiento de las PTAR. Es decir, en el área urbana es más eficiente en la gestión del agua que el área rural. La HH Gris por falta de alcantarillado sanitario es la más importante con 41% de aporte al total.

En el área rural las HH Gris por falta de alcantarillado sanitario y falta de tratamiento en PTARs, son las que tienen mayor contribución a la HH total, ambas con un aporte del 90% al total. La HH Azul en ambos casos refleja el volumen de agua evaporada por el uso doméstico y el agua evaporada en las PTAR, que en ambos casos corresponde al 10% del total.

3.2.2.2. Sector Público

El sector Público, representa el 6% de la HH del Cantón de Cuenca, correspondiente a **8.400.754 m³**, y es el segundo sector en importancia respecto a su aporte a la HH total. La siguiente figura muestra la contribución de cada tipo de huella.

Figura 28. Huella Hídrica del sector público según tipo de huella (en m³)



Fuente: Elaboración propia

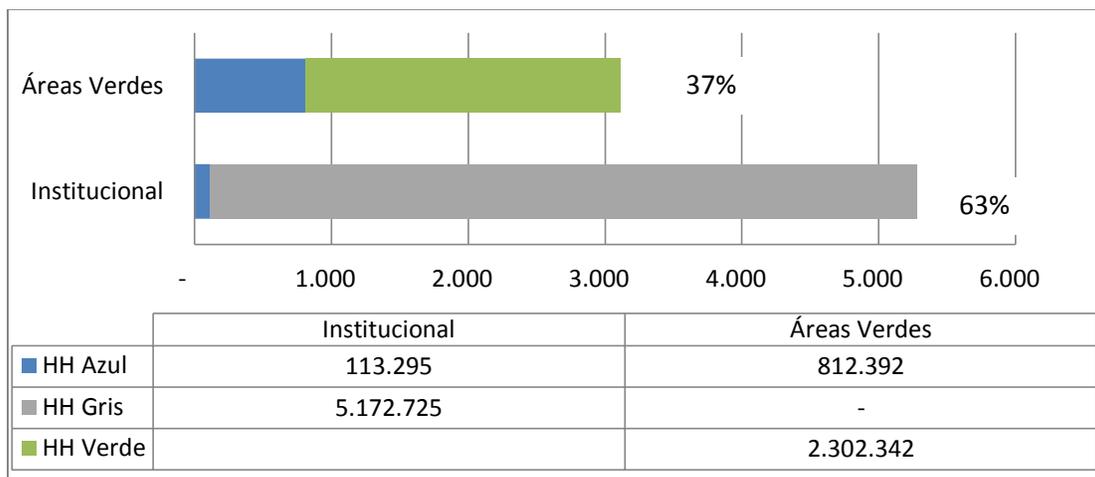
Las categorías analizadas dentro de este sector son:

- i. **Institucional.** Se refiere a la HH del GAD Municipal de Cuenca, medida como parte del Proyecto Huella de Ciudades con la evaluación a nivel de Gobierno Municipal para la gestión 2016, en el que se incluyeron las unidades de administración directa de responsabilidad del Municipio.³⁹
- ii. **Áreas verdes.** Se refiere a la HH generada por las actividades de mantenimiento a través del regado de plantas de especies florales, arbustivas y forestales, tomando en cuenta que existe 378 hectáreas de áreas verdes en el Cantón.

El análisis por categoría y tipo de huella, se presenta en la siguiente figura.

³⁹ Los detalles de la medición de Huellas a nivel de Gobierno Municipalidad se encuentran en el informe y anexos respectivos.

Figura 29. Huella Hídrica del sector por categoría y tipo de huella (en miles de m³)



Fuente: Elaboración propia

Aunque las HH de la categoría institucional es mayor a la de áreas verdes y el tipo de huella en cada una es muy diferente. En la categoría áreas verdes destaca la HH Verde que refleja el agua que deja de estar disponible en la cuenca, por las plantaciones (árboles, arbustos y pasto) y la HH Azul refleja el volumen de agua potable que se consume para su mantenimiento. El 32% de las áreas verdes (121 ha.) son árboles y arbustos, y el restante 68% (257 ha.) corresponden a pastos.

En el sector institucional como es normal en las actividades de carácter administrativo y de servicios, la HH Gris cobra mayor importancia. El informe de medición de HH del Municipio de Cuenca presenta a detalle el resultado de su huella, sin embargo cabe remarcar que tanto el nivel central como el de Empresas Públicas son responsables de la mitad de la huella, cada una.

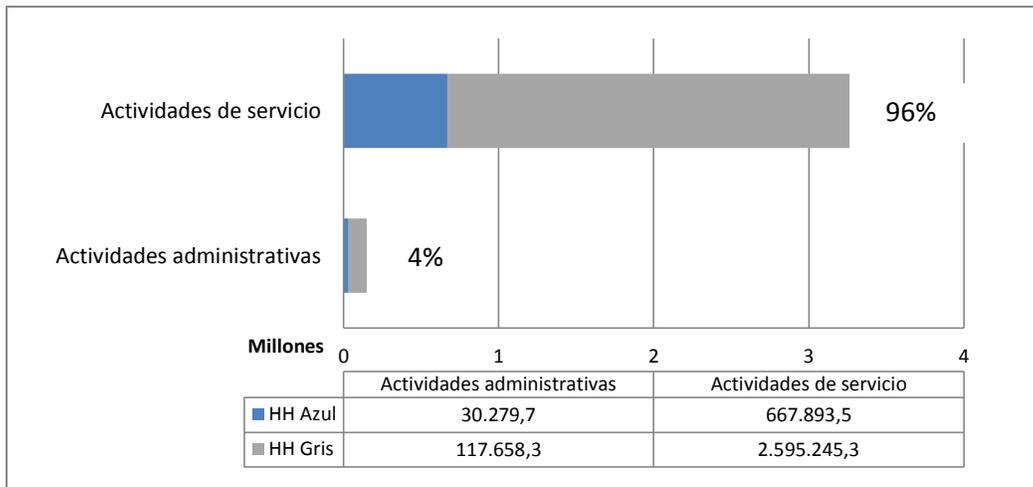
3.2.2.3. Sector Comercial

El sector comercial tiene un aporte del 4% de la huella directa del Cantón de Cuenca, con **3.411.077 m³**, siendo el tercer sector en importancia. Está compuesta en 80% por la HH Gris y 20% por la HH Azul.

En este sector se pueden diferenciar dos tipos de actividades, administrativas y de servicio. Las actividades administrativas reflejan las huellas generadas por los funcionarios de los comercios (para la gestión 2016 fueron 231.072⁴⁰) y se contabiliza el uso de agua en baños en las oficinas de los comercios. Por otro lado, las actividades de servicio (salud, enseñanza, transporte, actividades financieras, inmobiliarias, hoteles y otras) contabilizan sobre todo el uso de baños por los visitantes y en algunos casos como p. e. en hoteles o talleres mecánicos, es relevante la limpieza.

⁴⁰ (GAD Municipal del Cantón de Cuenca, 2015)

Figura 30. Huella Hídrica del sector por actividad y tipo de Huella (en m³).



Fuente: Elaboración propia.

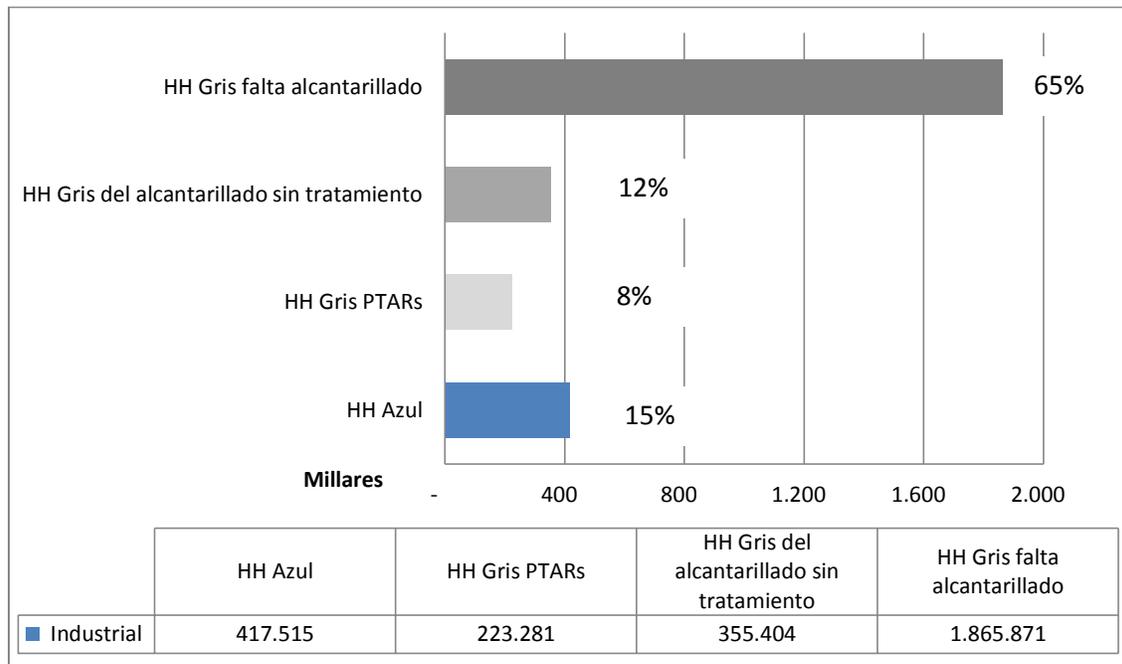
En este sector no pudo realizarse un análisis por área urbana y rural debido a la falta de información diferenciada del consumo de agua. Sin embargo en el Cantón, la actividad comercial (servicios al por mayor y menor, establecimientos de comida y alojamiento, enseñanza, actividades profesionales, etc.⁴¹) se encuentra principalmente dentro de los límites de la ciudad.

3.2.2.4. Sector Industrial

El sector industrial es de **2.862.071 m³**, y es el sector con el menor aporte a la HH del Cantón con el 3%. El análisis de la HH de este sector incluye todos los rubros presentes en el Cantón, entre los más importantes: alimentos, bebidas alcohólicas y no alcohólicas, curtiembre, manufactura, construcción, limpieza, productos químicos, minería, papelería, textiles, entre otros. La siguiente figura presenta el análisis por tipo de huella.

⁴¹ (GAD Cuenca, 2015)

Figura 31. Huella Hídrica del sector por tipo de huella (en m³).



Fuente: Elaboración propia.

La figura permite ver que a diferencia de los otros sectores del Cantón, la HH Azul tiene un aporte más importante al total, esto es debido al volumen de agua que se incorpora en los productos. La HH Gris por falta de alcantarillado sanitario es la más relevante, cabe remarcar que los efluentes residuales que genera este sector tienen una calidad mucho más alta, alrededor de 6 veces mayor (784 mg/L DBO₅) a las actividades de carácter doméstico (117 mg/L DBO₅) de los sectores residencial, comercial y público. Sin embargo el parque industrial de Cuenca cuenta con plantas de tratamientos de desechos líquidos y sólidos y centro de reciclaje⁴²; por lo que sus efluentes ingresan a la PTAR Ucubamba con la misma calidad que el agua doméstica en Cuenca.

Para analizar medidas de acción en este sector es importante remarcar que el rubro curtiembres genera, efluentes con peor calidad de agua residual y por ello este rubro debe tener un mayor control, en especial en el área rural, el Municipio debe ser especialmente estricto, garantizando la cobertura de alcantarillado sanitario y tratamiento de efluentes en su totalidad.

3.2.2.5. Huella Hídrica por la producción agrícola

La evaluación de la Huella Hídrica por la agricultura es una evaluación adicional a la HH Directa del Cantón, y se realiza de forma demostrativa solo para los principales productos agrícolas en Cuenca.

⁴² El Parque Industrial de Cuenca fue construido en el marco del proyecto de Fomento al Desarrollo Territorial de Parques Industriales en el Ecuador, que contempla la implementación de infraestructura, equipamiento, productos y servicios a ser brindados por los sectores industriales.

Para esta evaluación se consideran los productos más importante en el Cantón: banano, naranjo, papa, maíz y carnes de res, porcino y pollo. La siguiente tabla muestra la producción anual reportada por INEC para 2012 de estos productos.

Tabla 18. Producción anual de los principales productos agrícolas en el Cantón de Cuenca.

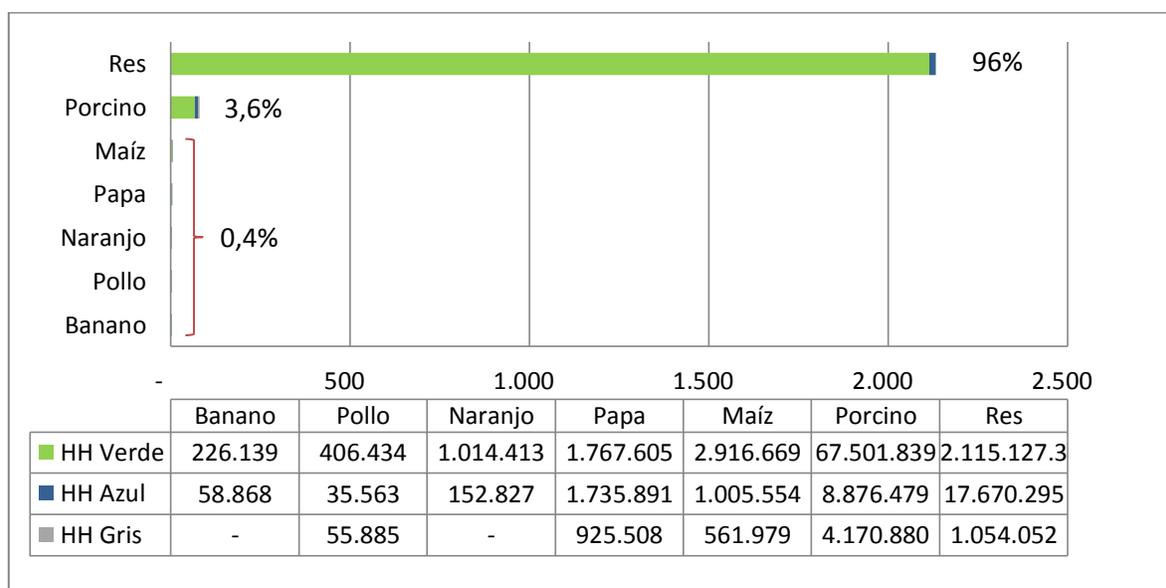
Producto	Producción anual (toneladas/año)
Banano	823
Pollo	117
Naranjo	786
Papa	6.662
Maíz	6.409
Porcino	6.387
Res	190.176

Fuente: (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2012)

Los valores de HH equivalente son específicos para la provincia de Azuay en el caso del banano, naranjo y papa, se utilizó el equivalente promedio de Ecuador en el caso de la carne de res y porcina y por no existir datos específicos se utilizó el promedio mundial de HH para la carne de pollo y el maíz.

El resultado muestra que la HH por la producción de los principales productos agrícolas es de 2,2 mil millones de m³ al año, el siguiente gráfico muestra el detalle de los resultados por producto y tipo de huella generada.

Figura 32. Composición de la HH indirecta por la producción agrícola en Cuenca (en millones de m³).



Fuente: Elaboración propia.

El alimento con mayor aporte a la huella es la carne de res, que es el resultado de la producción de 191.200 toneladas al año⁴³. Considerando que el promedio per cápita de consumo de carne en Ecuador, es de 144 gramos al día, en el Cantón de Cuenca se consumen 30.557 toneladas de carne al año. Las restantes 159.618 toneladas que son producidas pero no consumidas (84% de HH total), son exportadas al interior del país.

Este análisis es importante a la hora de establecer costos de los productos, ya que el impacto que se genera a los cuerpos de agua y el costo por mantener su equilibrio natural, es asumido con recursos del Cantón, por tanto este costo debe estar incluido en la comercialización de cada producto, más aún si estos satisfacen las necesidades de la población externa al Cantón.

3.3. Análisis comparativo de la HH de Cuenca

3.3.1. En el ámbito nacional

La HH de Cuenca representa aproximadamente un 3% de la HH del Ecuador comparada con el único reporte nacional disponible (Water Footprint Network, 2011) para la gestión 2005 (21.888 millones de m³). El siguiente cuadro muestra los resultados comparativos per cápita.

Tabla 19. Comparación de Huella Hídrica per cápita.

Ecuador	Ecuador sin agricultura	Cuenca
1.197,9	234,3	149,2

Fuente: Elaboración propia a partir de WFN, 2005. Proyecciones poblacionales INEC. Proyecto Huella de Ciudades, 2017.

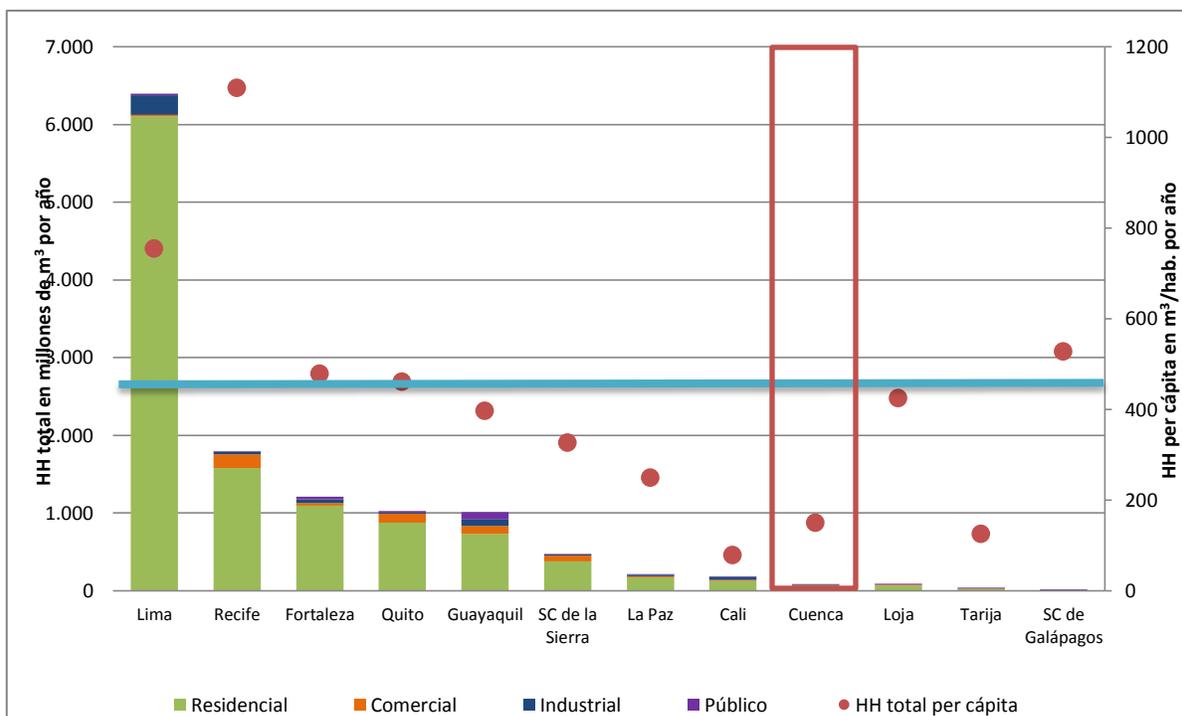
La HH per cápita permite comparar la generación de huella entre un ecuatoriano promedio y un cuencano. Para este cálculo se excluye la agricultura, debido a que el inventario de Cuenca no incluye esta actividad. Los resultados muestran que los cuencanos generan 57% menor huella que el promedio de los ecuatorianos.

3.3.2. Respecto a otras ciudades de la región

En la siguiente figura se presenta el análisis de la HH del Cantón de Cuenca respecto a otras ciudades de la región que forman parte del Proyecto Huella de Ciudades.

⁴³ (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2012)

Figura 33. Comparación Huella Hídrica entre ciudades de la región (en millones de m³)



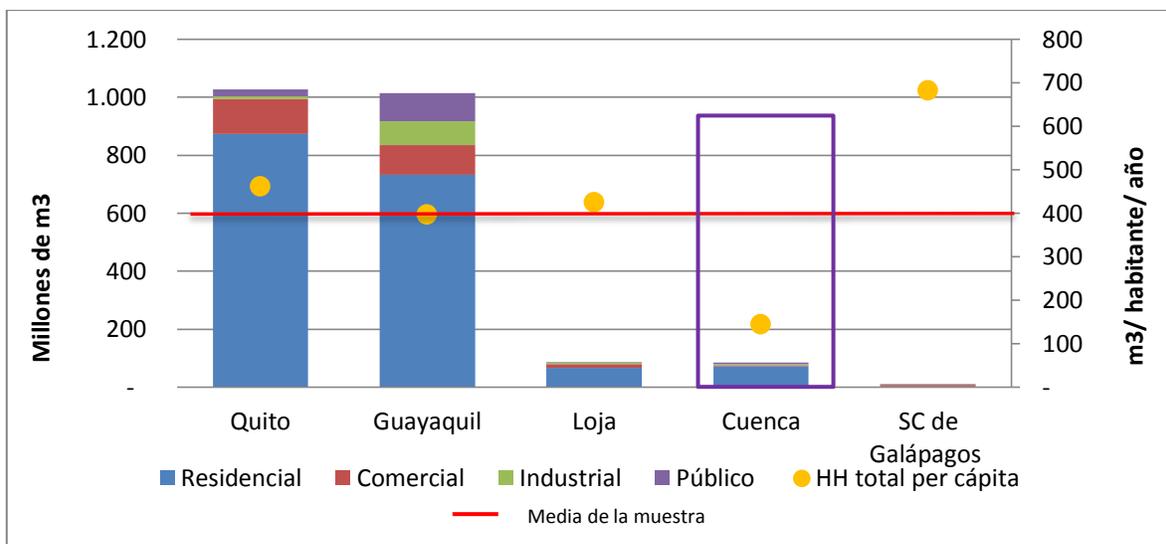
Fuente: Elaboración propia.

Cuenca es la cuarta ciudad con menor HH total de todas las ciudades evaluadas. Así mismo es la tercera con menor HH per cápita.

3.3.3. Respecto a otras ciudades ecuatorianas

En la siguiente figura se presenta el análisis de la HH del Cantón de Cuenca respecto a otras ciudades ecuatorianas que son parte del Proyecto Huella de Ciudades. Considerando que la HH Gris es la que tiene el mayor aporte en todas las ciudades, y que está cuantificada en función a la calidad máxima permitida por la normativa local, todas las ciudades ecuatorianas fueron evaluadas considerando la normativa TULSMA, por ello son comparables.

Figura 34. Análisis comparativo de la HH de Cuenca.



Fuente: Elaboración propia.

Entre las ciudades del gráfico, Cuenca es la tercera en población después de Guayaquil y Quito, pero es la cuarta en la HH total, por debajo del Cantón de Loja, que tiene 75% menor población que Cuenca.

Para evaluar la eficiencia en la gestión del agua, la HH per cápita es un indicador muy fácil de entender, y en el gráfico se aprecia que Cuenca tiene el menor valor de todas las ciudades evaluadas.

3.4. Conclusiones de la Huella Hídrica

La **Huella Hídrica directa total del Cantón de Cuenca es 87.935.671 m³**. Este volumen es suficiente para abastecer de agua potable por 3 años a todas las familias del Cantón; por otra parte se requieren 2 litros de agua para diluir la carga contaminante de cada litro de agua residual que se genera.

En el análisis por tipo de Huella se aprecia que la HH Gris es la que tiene mayor contribución, con un aporte del 90% al total, principalmente por la falta de alcantarillado sanitario y tratamiento de efluentes residuales.

El sector residencial es responsable del 83% de la HH total del Cantón, siendo el área rural el que tiene el mayor aporte con 77% del total del sector, debido a sus características de saneamiento básico y tratamiento de efluentes, con menor cobertura en la población.

Las HH de los sectores público, comercial e industrial son menos importantes, y tienen aportes del 10%, 4% y 3%, respectivamente. En el sector público tiene mayor aporte la HH verde; en el comercial la HH Gris por las actividades de servicio; y en el sector industrial la HH Gris por falta de alcantarillado sanitario y tratamiento de efluentes residuales que tiene una calidad 6 veces mayor a la que generan los otros sectores, e incumple por mucho la normativa local.

A nivel local, y considerando las ciudades que forman parte del Proyecto Huella de Ciudades, Quito, Guayaquil, Loja y Santa Cruz de Galápagos, el Cantón de Cuenca es el más eficiente en la gestión de sus recursos hídricos, reflejado por el valor per cápita de HH, que es el menor de la muestra.

Adicionalmente, si se considera la HH indirecta de la ciudad, relacionada con la HH de los productos alimenticios de la canasta familiar, la HH de la ciudad se duplicaría. Este cálculo se realiza únicamente con fines ilustrativos, y las medidas de reducción propuestas no están orientadas a reducir esta Huella. De todas formas este valor es útil en la medida en que ayuda al lector a comprender que, con frecuencia, es la HH embebida en los productos que consumimos, la que representa una mayor parte de nuestra HH individual.

Bibliografía

- EMOV EP. (2014). *Empresa de Movilidad, Tránsito y Transporte EMOV EP - Inventario de Emisiones Atmosféricas del Cantón Cuenca*. Recuperado el Agosto de 2017, de https://www.researchgate.net/publication/311789933_Inventario_de_Emisiones_Atmosfericas_del_Cant_Cuenca_2014
- Comisión de Gestión Ambiental(CGA). (2006). *Diagnóstico Ambiental Parcial de las 21 Parroquias Rurales del Cantón de Cuenca*. Recuperado el Agosto de 2017, de <http://cga.cuenca.gob.ec/sites/default/files/Unido.pdf>
- DIPECHO VII. (2012). *Implementación de la metodología de análisis de vulnerabilidades a nivel cantal*. Cuenca: <http://repositorio.cedia.org.ec/bitstream/123456789/842/1/Perfil%20territorial%20CUENCA.pdf>.
- GAD Municipal del Cantón de Cuenca. (2014). *Cuenca ciudad sostenible, Plan de Acción 2014 - 2019*. Cuenca.
- GAD Municipal del Cantón de Cuenca. (2015). *Diagnóstico PDOT Cuenca*. Cuenca.
- GAD Municipal del Cantón de Cuenca. (2015). *Cuenca GAD Municipal*. Recuperado el Agosto de 2017, de http://premiosacha.org/sites/default/files/CINTURON%2OVERDE%20DE%20CUENCA_COM P.pdf
- GAD Municipal del Cantón de Cuenca. (2017). *GAD Municipal del Cantón de Cuenca*. Recuperado el Agosto de 2017, de www.cuenca.gov.ec
- Instituto Nacional de Estadística y Censos INEC. (2010). *Censo de población y vivienda*. Ecuador.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2012). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua*. Ecuador.
- IPCC Working Group I Contribution to AR5. (2013). *Climate Change 2013: The Physical Science Basis*.
- Ministerio del Ambiente. (2011). *Segunda Comunicación Nacional sobre Cambio Climático*. Ecuador.
- Stern, N. (2006). *Informe Stern sobre la economía del cambio climático*. Reino Unido.
- SUBSECRETARÍA DE HÁBITAT Y ASENTAMIENTOS HUMANOS - SHAH. (2015). *Habitat III*. Recuperado el Agosto de 2017, de <http://habitat3.org/wp-content/uploads/National-Report-Ecuador-spanish.pdf>

Water Footprint Network. (2011). *Water Footprint Network*. Recuperado el Agosto de 2017, de <http://waterfootprint.org/en/>

a