

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE PREGRADO

MEMORIA DE TÍTULO

**ESTIMACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO DEL ÁREA
ADMINISTRATIVA DE LA DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL DE LA
MUNICIPALIDAD DE LA PINTANA**

CAMILA ISABEL CANTILLANA OGALDE

SANTIAGO, CHILE

2012

UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

ESCUELA DE PREGRADO

MEMORIA DE TÍTULO

**ESTIMACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO DEL ÁREA
ADMINISTRATIVA DE LA DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL DE LA
MUNICIPALIDAD DE LA PINTANA**

**ESTIMATING THE CARBON FOOTPRINT OF THE ADMINISTRATIVE
AREA OF ENVIRONMENTAL MANAGEMENT OF THE MUNICIPALITY OF
LA PINTANA**

CAMILA ISABEL CANTILLANA OGALDE

SANTIAGO, CHILE

2012

UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS

ESCUELA DE PREGRADO

**ESTIMACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO DEL ÁREA
ADMINISTRATIVA DE LA DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL DE LA
MUNICIPALIDAD DE LA PINTANA**

Memoria para optar al Título Profesional de:
Ingeniero en Recursos Naturales Renovables

CAMILA ISABEL CANTILLANA OGALDE

Profesor Guía	Calificaciones
Manuel Paneque C. Bioquímica y Biología Molecular Dr.	6,5
Profesores Evaluadores	
Jorge Pérez Q. Ingeniero Agrónomo, M.S., Ph.D	6,0
Werther Kern F. Ingeniero Agrónomo, MBA.	7,0
Colaboradores	
Celián Román F. Ingeniero en Recursos Naturales Renovables	
Jorge Núñez S. Geógrafo M. Sc.	

SANTIAGO, CHILE
2012

ÍNDICE DE CONTENIDOS

LISTADO DE ABREVIACIONES	1
RESUMEN.....	3
ABSTRACT	4
1. INTRODUCCIÓN	5
1.1. Objetivo General	9
1.2. Objetivos Específicos	9
2. MATERIALES Y METODO	10
2.1. Caracterización del sitio de estudio.....	10
2.2. Materiales	11
2.3. Método.....	11
2.3.1. Límites de la organización	11
2.3.2. Límites operativos.....	12
2.3.3. Recopilación de Información base para la estimación de la Huella de Carbono.....	12
2.3.4. Cuantificación de emisiones y remociones de Gases de Efecto Invernadero.....	12
2.3.5. Tratamiento de datos	14
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	17
3.1.1. Límites de la organización	17
3.1.2. Límites operativos.....	17
3.1.3. Recopilación de Información base para la estimación de la Huella de Carbono.....	17
3.1.4. Cuantificación de emisiones y remociones de Gases de Efecto Invernadero.....	18
3.1.5. Tratamiento de datos	19
4. CONCLUSIONES	25
5. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	26
6. APENDICES.....	30

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Factores de emisión (Fe)	13
Cuadro 2: Factores utilizados para los residuos	14
Cuadro 3: Resumen metodología de cálculo, según consumos de la DIGA.....	16
Cuadro 4: Clasificación del límite operativo según tipo de emisión y consumo.	17
Cuadro 5: Información consumos DIGA.	18
Cuadro 6: Toneladas de CO ₂ por consumo	18
Cuadro 7: Emisión de CO ₂ por transporte de residuos.....	19
Cuadro 8: Consumo electricidad.....	19
Cuadro 9: Emisiones de CO ₂ -e por transporte en taxi colectivo.....	20
Cuadro 10: Emisiones de CO ₂ -e por transporte de vehículos particulares.	21
Cuadro 11: Emisiones de CO ₂ -e anuales por transporte en metro	21
Cuadro 12: Emisiones de CO ₂ -e por combustible y transporte del personal de la DIGA.....	21
Cuadro 13: Emisiones de CO ₂ -e no generadas por transporte	22
Cuadro 14: Emisiones totales.....	22

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama general de procesos de la DIGA.	10
Figura 2: Cartografía de desplazamiento de los empleados, desde su residencia hasta la DIGA.....	20

LISTADO DE ABREVIACIONES

BSI	: British Standards Institution.
CCV	: Corporación Chilena del Vino.
CEI	: Centro de Economía Internacional.
CH₄	: Metano.
CMNUCC	: Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.
CO₂	: Dióxido de Carbono.
CO₂e	: Dióxido de Carbono equivalente.
CONAE	: Comisión Nacional para el Ahorro de Energía.
CONAMA	: Comisión Nacional del Medio Ambiente.
CPL	: Consejo Nacional de Producción Limpia
CSM	: Consorcio Santa Marta.
DEFRA	: Departamento de Medio Ambiente, Alimentación y Asuntos Rurales; Department for Environment Food and Rural Affairs (en inglés).
DIGA	: Dirección de Gestión Ambiental de la Municipalidad de La Pintana.
ECF	: European Cyclists' Federation.
GEI	: Gases de Efecto Invernadero.
HFC	: Hidrofluorocarbonados.
ICONTEC	: Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación.
INAP	: Instituto de Asuntos Públicos.
INE	: Instituto Nacional de Estadísticas
IPCC	: Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático; Intergovernmental Panel on Climate Change (en inglés).

ISO	: Organización Internacional de Estandarización; International Organization for Standardization (en inglés).
MDL	: Mecanismo de Desarrollo Limpio.
N₂O	: Óxido nitroso.
ONG	: Organización No Gubernamental.
ONU	: Organización de las Naciones Unidas.
OSE	: Observatorio de la Sostenibilidad en España.
PFC	: Perfluorocarbonados.
PUC	: Pontificia Universidad Católica de Chile.
RSA	: Responsabilidad Social & Ambiental.
SF₆	: Hexafluoruro de Azufre.
SIC	: Sistema Interconectado Central.
SOFOFA	: Sociedad de Fomento Fabril
WBCSD	: World Business Council for Sustainable Development.
WRI	: World Resources Institute.
WWF	: World Wildlife Fund.

RESUMEN

La Dirección de Gestión Ambiental de la Municipalidad de La Pintana (DIGA) en su compromiso social con la comunidad, busca estimar y conocer sus emisiones de carbono, con el propósito de adaptarse a los nuevos requerimientos de sostenibilidad ambiental.

El cálculo de la Huella de Carbono permite una medida de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) generados por la actividad humana. Su estandarización a nivel internacional, generó interés en la cuantificación de los GEI para su certificación y posterior acceso al mercado de bonos de carbono. Su realización y validación es la base para futuros proyectos que permitirán reducir las emisiones de GEI y negociar bonos en los mercados de Carbono.

Se realizó un inventario de emisiones de GEI, denominado también Huella de Carbono, aplicado al Área Administrativa de la DIGA, mediante la identificación de aspectos y actividades que influyan en la medición y cálculo de las emisiones de carbono equivalente (CO₂-e) para el año base 2010. Se utilizó la norma ISO 14064-1:2006 como directriz general para la determinación de los límites para el inventario de GEI. Para el cálculo de la Huella de Carbono se empleó una metodología que sigue las directrices del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC) del año 2006 en distintas categorías, ocupando ecuaciones y factores de emisión entregados en ellas, Protocolo de GEI y tablas del Departamento de Medio Ambiente, Alimentación y Asuntos Rurales del Reino Unido (DEFRA).

El límite organizacional elegido, incluyó todas las emisiones y/o remociones de las instalaciones de la DIGA, sobre las que ésta tiene control de tipo operacional o financiero. Dentro de estas operaciones se determinó las emisiones directas, indirectas por uso de energía y otras emisiones indirectas, expresadas como t CO₂-e.

La Huella de Carbono en el año base -2010- del Área Administrativa de la DIGA corresponde a 200,453 t CO₂-e, correspondiente a 1,805 t CO₂-e por empleado. Las mayores emisiones 142,117 t CO₂-e se deben al traslado de personal en autobús. Las emisiones ahorradas por traslados en bicicleta o caminando a la DIGA corresponden a 5,70 t CO₂-e.

Este estudio demuestra que la realización de un inventario de emisiones de GEI es una oportunidad de mejorar las operaciones existentes dentro del control de tipo operacional o financiero de la DIGA en lo general. La optimización de operaciones, el registro de la información relativa a ellas y las mejoras a nivel de gestión medioambiental, ayudarán a la disminución de la Huella de Carbono.

Palabras claves: DIGA; GEI; Huella de Carbono, CO₂ equivalente, ISO 14064-1..

ABSTRACT

The Environmental Management Authority of the Municipality of La Pintana (DIGA) in its social commitment to the community, seeks to estimate and meet their carbon emissions, in order to adapt to the new requirements of environmental sustainability.

The Carbon Footprint calculation allows a measurement of emissions of Greenhouse Gases (GHG) generated by human activity. Its international standardization, generated interest on the measurement of these emissions in order to obtain a certification, and then to get access to the growing carbon's market. Its implementation and subsequent validation is the basis for future projects that would reduce GHG emissions, affecting global climate change and participate in the carbon emissions markets.

This paper aims to make an inventory of GHG emissions, also called Carbon Footprint, for the Administrative Area of the DIGA, by identifying areas and activities that influence the measurement and calculation of Carbon emissions equivalent to the base year 2010.

In the study case methodology was used as basis the norm ISO 14064-1:2006. This tool provides guidance on the selection process and to consider how to proceed in the GHG emissions inventory. Standard methodology was use for calculation, providing guidelines of Intergovernmental Panel on Climate Change in 2006 (IPCC) in different categories, using equations and emission factors given in both them, GHG Protocol and Departament for Environment Food and Rural Affairs (DEFRA) tables.

The organizational boundary selected included all emissions and/or removals of DIGA facilities over which it has control of an operational or financial way. These operations are determined direct emissions, indirect for energy use and by other indirect emissions, expressed as t CO₂-e.

The final emission for 2010 to the DIGA corresponds 200.453 t CO₂-e, corresponding to 1.805 t CO₂-e per employee. The greatest emissions 142,117 t CO₂-e are due to bus transportation, otherwise emissions saved by biking or walking to DIGA correspond to 5.70 t CO₂-e.

This study demonstrates that an inventory of GHG emissions is an opportunity to improve existing operations within the control of an operational or financial DIGA generally. The optimization of operations, the collecting of information about that and improved environmental management level, will help to lower the Carbon Footprint.

Key words:. DIGA, GHG, CO₂ equivalent, Carbon Footprint, ISO 14064-1.

1. INTRODUCCIÓN

El incremento en las temperaturas de la superficie y de la atmósfera terrestre, afecta al recurso hídrico, ocasionando inundaciones que desplazarían a cientos de millones de personas, problemas en la salud humana, alteración en los vectores de distintas enfermedades y de pólenes alergénicos, entre otros efectos (Magaña y Gay, 2002; IPCC, 2007; Garg y Dornfeld, 2008). La actividad antropogénica es el principal y mayor responsable de este Cambio Climático, identificándose como uno de los mayores desafíos que deben enfrentar las naciones, gobiernos, empresas y ciudadanos en las próximas décadas (IPCC, 2007; Garg y Dornfeld, 2008). La definición de “Cambio Climático” adoptada por el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC) se refiere a una variación en el estado del clima que sea identificable (por ejemplo mediante análisis estadísticos) a raíz de un cambio en el valor medio y/o en la variabilidad de sus propiedades, y que persiste durante un período prolongado de tiempo, generalmente cifrado en decenios o incluso períodos más largos. Denota todo cambio en el clima a lo largo del tiempo, tanto si es debido a la variabilidad natural como por la actividad humana (IPCC, 2007).

El origen del Cambio Climático está en el progresivo aumento de las concentraciones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en la atmósfera, de los cuales el de mayor relevancia es el dióxido de carbono (CO_2). Este aumento de las concentraciones de GEI es provocado por emisiones antropogénicas, cuyas principales causas son la quema de combustibles fósiles, la deforestación, el cambio en el uso de suelo, así como los diversos procesos industriales (WRI y WBCSD, 2005).

Existe consenso, entre la comunidad científica, empresarios, políticos y ciudadanos, que las actividades humanas han provocado un aumento importante en las concentraciones de GEI en la atmósfera, lo que intensifica el efecto invernadero natural y genera un calentamiento adicional en el promedio de la temperatura en la superficie terrestre y en la atmósfera (ONU, 1992). Esto constituye uno de los mayores retos ambientales que ha debido enfrentar la humanidad tanto en el siglo pasado como en el actual (WRI y WBCSD, 2005).

Los GEI, corresponden a “componentes gaseosos de la atmósfera, tanto naturales como antropogénicos que absorben y emiten radiación a distintas longitudes de onda dentro del espectro de radiación emitido por la superficie de la tierra, la atmósfera y las nubes, dentro de estos destacan el CO_2 , metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF_6)” (ICONTEC, 2006).

Los GEI son responsables del aumento de temperatura del planeta (ONU, 1992), registrándose un incremento promedio de aproximadamente $0,6\text{ }^\circ\text{C}$ en los últimos 150 años (Barros, 2005; Guhl, 2008). Esto se produce por la variación en las concentraciones de GEI, de los aerosoles presentes en la atmósfera, la radiación solar, las modificaciones en la cubierta terrestre, como la tendencia al mayor incremento en la

temperatura nocturna versus la diurna y el aumento de la temperatura en la superficie del mar, lo que altera el equilibrio energético del sistema climático (IPCC, 2007).

El Protocolo de Kioto, firmado en el año 1997 por la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), que entró en vigor en febrero del 2005, impuso la meta de la reducción de los GEI al fijar límites de emisiones para los países industrializados con el objetivo de reducir en un 5% las emisiones de GEI respecto a las generadas en el año 1990, utilizando como unidad de referencia el CO₂ equivalente (CO₂-e; Socialsnack, 2009).

Para lograr este objetivo de reducir las emisiones de GEI, es necesario conocer la cantidad de CO₂-e emitido y su factibilidad de reducción (WRI y WBCSD, 2005), como lo expresado por una máxima de calidad que indica que si se puede medir, se puede mejorar.

Los Bonos de carbono son una herramienta útil para la reducción de las emisiones de GEI, ya que estos pueden permitir el financiamiento de la captura de carbono en otros países principalmente en vías de desarrollo, mediante la acreditación de las disminuciones como si hubiesen sido hechas en territorio propio, lo que se cumple por medio del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) (SOFOFA,2004); que en su artículo N° 12 establece que los países industrializados pueden financiar proyectos de reducción de emisiones en países en desarrollo y recibir créditos por ello (PROCHILE, 2007a). Al medir la Huella de Carbono, esta puede reducirse y acceder al mercado de Bonos de Carbono para vender las emisiones no utilizadas.

La Huella de Carbono forma parte de la Huella Ecológica, que es un indicador del impacto de la actividad humana sobre el Cambio Climático, ya que permite medir las hectáreas de tierra requeridas para absorber las emisiones de GEI y específicamente del CO₂ que generan los procesos que utilizan la quema de combustibles fósiles y los cambios de uso de suelo para satisfacer las necesidades humanas (Carbon Footprint, 2010; Greenfacts, 2011) y de las cuales empresas, productos y servicios son responsables (PROCHILE, 2007b). El aumento acelerado en la concentración de este gas (CO₂), se ha evidenciado debido a las mediciones sistemáticas y directas desde 1960 (Greenfacts, 2011).

Rees y Wackernagel (2001), establecieron el concepto de Huella Ecológica como un indicador de impacto ambiental en un territorio específico, que mide las hectáreas requeridas por un territorio para satisfacer el total de su consumo, y absorber sus residuos y desechos. La Huella Ecológica “es una herramienta contable que permite estimar los requerimientos en términos de recursos relacionados con la tierra y el agua, y la asimilación de los residuos para satisfacer las necesidades de una determinada población, entidad, región o país, expresadas en áreas productivas globales” (Schneider y Samaniego, 2009). La Huella Ecológica se compone de subhuellas, destacando la Huella Hídrica y la Huella de Carbono; está última alcanza una participación cercana al 50% dentro del cálculo de Huella Ecológica y se reconoce como un indicador respecto al Cambio Climático (WWF, 2008; Schneider y Samaniego, 2009).

La Huella de Carbono es una medida del impacto que tiene la actividad humana sobre el medio ambiente y en particular sobre el Cambio Climático (Carbon Footprint, 2010). Según PROCHILE (2007b) la Huella de Carbono, “calcula todas las emisiones de GEI de las cuales un producto, servicio, empresa son responsables a lo largo de su cadena de valor/abastecimiento permitiendo encontrar eficiencias internas y externas que permitan disminuir emisiones y mejorar procesos”. Esta se ha transformado en un indicador reconocido a nivel internacional, ya que permite el conocimiento respecto a los GEI, su medición y su divulgación como un elemento útil en la toma de decisiones, tanto a nivel individual como empresarial (Schneider y Samaniego, 2009).

Para el cálculo de Huella de Carbono existen distintos protocolos o guías establecidos a nivel internacional, tales como: GHG Protocol, desarrollado por el World Resources Institute (WRI) y el World Business Council for Sustainable Development (WRI y WBCSD, 2005). La guía PAS 2050:2008, elaborada por el British Standard Institute (BSI, 2008), y el Protocolo Internacional del Cálculo de Emisiones de Carbono en el Sector Vitivinícola, con especificidad geográfica para USA, Nueva Zelanda, Sudáfrica y Australia (PROCHILE, 2007b), creado por el Instituto del Vino de California, Viticultores de Nueva Zelanda, el Programa de Producción Integrada de Vino de Sudáfrica, y la Federación de Viticultores de Australia (CCV y CPL, 2011).

Debido a la existencia de distintos protocolos y guías de cálculo para la Huella de Carbono, la Organización Internacional de Estandarización (ISO por sus siglas en inglés) se encuentra desarrollando la Norma ISO 14067 específicamente para el cálculo de Huella de Carbono, ya que en la actualidad a nivel de normas se aplica la Norma ISO 14064 que permite la cuantificación, monitoreo e informe de emisiones de GEI (Ambiente y Comercio, 2011).

Existen diferencias a nivel global respecto a la Huella de Carbono de los países desarrollados y los países en vías de desarrollo. Estos contrastes, se evidencian mediante el análisis de los modelos económicos a los que responden las distintas naciones. Hertwich y Peters (2009), realizaron un análisis de la Huella de Carbono de las Naciones a nivel global en función de sus economías, demostrando que en los países con mayor desarrollo existe un mayor porcentaje de emisiones de GEI per cápita (t CO₂-e per cápita) que en el caso de los países en vías de desarrollo.

Los países Europeos son los que más han enfatizado en el cálculo de la Huella de Carbono, implementando el etiquetado de productos con su Huella de Carbono (Hernández, 2011). En el Reino Unido, el año 2006 la Organización No Gubernamental (ONG) Carbon Trust fue la primera en poner en marcha el etiquetado de carbono, donde se incluyeron diversas marcas comerciales; desde entonces distintos actores han aplicado nuevos etiquetados de carbono como son los casos de la ONG Canadiense Carbon Counted en el 2007 y la ONG Suiza Climatop en el 2008 (RSA, 2011). Los supermercados Tesco en el Reino Unido, la cadena de retail Casino en Francia y Migros en Suiza, trabajan con productos que muestran su Huella de Carbono (Hernández, 2011).

En Francia desde Enero del 2011 rige la llamada “Ley Grenelle II” (Ley n°788 de 2010) que exige el informe de Huella de Carbono de los productos que se importen a este país

(Ojeda, 2010; Hernández, 2011; Meza, 2011; CEI, 2012). En Chile la medición de Huella de Carbono es un tema reciente y su implementación responde principalmente a la necesidad de cumplir con las exigencias del mercado internacional, como es el caso de esta Ley.

Dentro de las empresas en Chile que han efectuado el cálculo de su Huella de Carbono, se encuentra la Viña Concha y Toro, el Metro de Santiago y la empresa de retail SODIMAC.

La Viña Concha y Toro obtuvo su estimación mediante la consultora DEUMAN para el año 2007 en base al Protocolo de GEI (Concha y Toro, 2011). El Metro de Santiago en su Reporte de Sustentabilidad 2009, realizado por la Gerencia de Desarrollo Sustentable de la institución, indica las emisiones de GEI promedio por usuario al utilizar este medio de transporte y lo compara con otras alternativas de transporte, como el uso de autobús y taxi colectivo (Metro de Santiago, 2009). La empresa de retail SODIMAC realizó el cálculo de Huella de Carbono junto con la Fundación Chile, validado por la consultora Deloitte Chile, además generó medidas de mitigación en función de los resultados, como la implementación de equipos de iluminación y energía con menor consumo energético (15% de ahorro energético respecto a locales tradicionales) en las tiendas inauguradas desde el 2010 en adelante, aplicación de reciclaje, entre otras medidas (SODIMAC S.A, 2010).

Este nuevo nicho de mercado, en torno a las emisiones de GEI, permitió la creación de las empresas “certificadoras” de Huella de Carbono, tales como Deloitte, DEUMAN, Sustenta RSE, Carbon Reduction Institute, entre otras, ya que el paso posterior a la estimación de la Huella de Carbono corresponde a la validación y estas empresas son las encargadas de certificar la validez de la estimación realizada. Esta certificación permite mostrar una imagen de empresa o institución preocupada por temas medioambientales, además de permitir el acceso al mercado de bonos de carbono (ICONTEC, 2006).

La Dirección de Gestión Ambiental de la Municipalidad de La Pintana (DIGA), busca implementar dentro de sus iniciativas, el cálculo de Huella de Carbono para conocer las emisiones de carbono que se producen en la organización, con el propósito de contribuir a la sostenibilidad ambiental en su dimensión social. Esto responde a la misión de la institución, que busca promover el desarrollo sostenible en el territorio de la comuna, con la intención de aportar soluciones locales a la problemática ambiental global, mejorando la calidad ambiental, introduciendo consideraciones ambientales en sectores productivos y generando cambios en los hábitos y conductas humanas en cuanto a la protección ambiental, con el fin de mejorar la salud y calidad de vida de las personas (DIGA, 2010).

La estimación de la Huella de Carbono de la DIGA fue dividida en cuatro proyectos específicos, correspondientes a las siguientes áreas: Administrativa, Residuos Sólidos Domiciliarios, Compostaje y Lombricultura, y Biodiesel. El presente trabajo comprende el cálculo en el área Administrativa de la institución.

1.1. Objetivo General

Estimar la Huella de Carbono del área administrativa de la Dirección de Gestión Ambiental de la Municipalidad de La Pintana.

1.2. Objetivos Específicos

1. Identificar aspectos y actividades que influyen en la medición de la Huella de Carbono.
2. Calcular Huella de Carbono del año 2010, y considerarlo como el año base de la Dirección de Gestión Ambiental de la municipalidad de La Pintana para futuras mediciones.

2. MATERIALES Y METODO

2.1. Caracterización del sitio de estudio

El estudio se realizó en las instalaciones del Área Administrativa de la Dirección de Gestión Ambiental de la Comuna de La Pintana (DIGA), que está conformada por los Departamentos de 1) Operaciones Ambientales, 2) Educación Ambiental, y 3) Salud Ambiental y Áreas Verdes. En la Figura 1 se presenta un mapa conceptual global, de las principales actividades de cada Departamento de la DIGA.

La Municipalidad de La Pintana trabaja bajo el programa “Agenda Local 21”, creado por la ONU en el marco de la Cumbre de la Tierra, que promueve el desarrollo sustentable a nivel mundial, nacional y local. Consiste en una serie de estrategias técnicas y políticas que tienen por objetivo mitigar el impacto negativo de la presencia humana sobre el medioambiente y promover una visión ambiental en ellos.

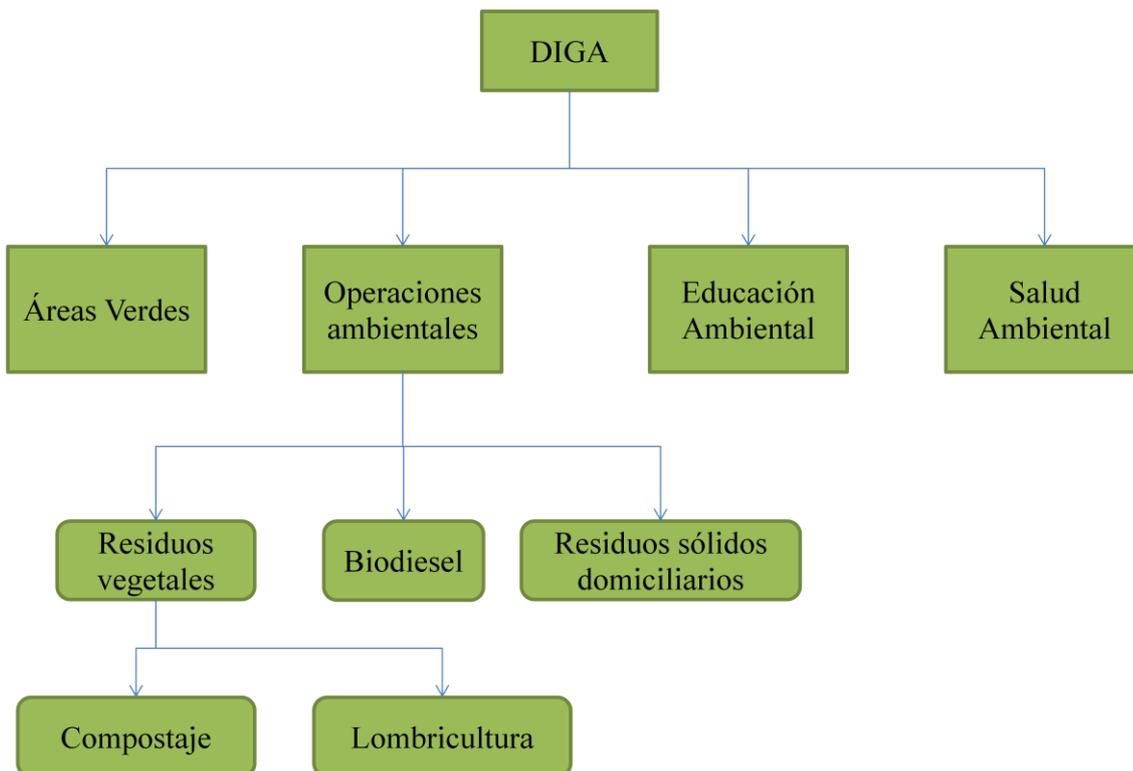


Figura 1. Diagrama general de procesos de la DIGA.

2.2. Materiales

Las herramientas utilizadas para el desarrollo de este trabajo son las siguientes:

- Software ARCGIS.
- Software Google Earth.
- Tabla DEFRA 2010.
- Tabla Australian Government 2010.
- Norma ISO 14064.
- Protocolo de Gases de Efecto Invernadero 2005.

2.3. Método

Se utilizó la Norma ISO 14064-1:2006, la que fue confeccionada en base al Protocolo de GEI, para identificar los aspectos que deben ser considerados para la medición de Huella de Carbono a nivel nacional. La norma ISO 14064 especifica los principios y requisitos para determinar los límites de las emisiones de GEI, además de permitir la cuantificación de las emisiones y remociones de GEI de la organización. Los principios para asegurar que la información es real e imparcial son: pertinencia, cobertura total, coherencia, exactitud y transparencia (ICONTEC, 2006). Estos aspectos se consideraron en conjunto con los tres ámbitos establecidos en el Protocolo de GEI (WRI y WBCSD, 2005) y presentados a continuación:

1. Alcance 1 o Emisiones directas de GEI: provienen de fuentes propias o controladas por la organización.
2. Alcance 2 o Emisiones indirectas de GEI: asociadas a la electricidad, emisiones de la generación de la electricidad adquirida y consumida por la organización.
3. Alcance 3 u Otras emisiones indirectas: no son propiedad ni están controladas por la organización (viajes, gestión y disposición de residuos, etc.).

El análisis de la información recopilada, para la estimación de Huella de Carbono, se realizó teniendo en cuenta los siguientes límites de la organización y operativos:

2.3.1. Límites de la organización

Se consideraron todas las emisiones de las instalaciones de la DIGA, sobre las que ésta tiene control de tipo operacional o financiero, correspondiente a un enfoque de Control.

2.3.2. Límites operativos

Se identificaron las emisiones de GEI asociadas a las operaciones llevadas a cabo por la organización y se clasificaron en emisiones directas, indirectas asociadas a la electricidad y otras emisiones indirectas correspondientes a los alcances 1, 2 y 3 respectivamente. Es importante destacar que los consumos pueden clasificarse dentro de uno o más alcances según los límites considerados.

2.3.3. Recopilación de Información base para la estimación de la Huella de Carbono

Se realizaron visitas a terreno con el fin de identificar los procesos y actividades que influyen en la estimación de la Huella de Carbono. Esta información correspondió a los ámbitos de emisiones de GEI, como consumo de combustibles por traslado del personal, electricidad, y residuos generados, además de los aspectos identificados previamente en la Norma ISO 14064 y en el Protocolo GEI, correspondientes a los límites operativos y de la organización.

Se elaboró una encuesta (Apéndice 1) para aplicar a la totalidad de los empleados (111) de la DIGA con el propósito de conocer el tipo de calefacción utilizado en su espacio de trabajo y cuantas personas la emplean; los hábitos de transporte, kilómetros recorridos de ida y regreso a sus hogares, los tiempos de traslado y el medio de transporte que utilizan. La encuesta fue aplicada en terreno al personal de la DIGA durante distintas visitas a terreno.

La información de la cantidad de personas que trabajan en la institución, consumo de luz, equipos de combustión entre otros datos necesarios para realizar esta estimación de Huella de Carbono, se obtuvo mediante una solicitud presentada al encargado de la DIGA de prestar apoyo para la presente estimación (Apéndice 2). La información no considerada en ninguno de los apéndices mencionados anteriormente (Apéndices 1 y 2) se obtuvo directamente de los funcionarios de la DIGA.

2.3.4. Cuantificación de emisiones y remociones de Gases de Efecto Invernadero

Se utilizó la metodología basada en el uso de factores de emisión para realizar los cálculos en base a los datos registrados y a sus respectivos factores de emisión (WRI and WBCSD, 2005). Los factores de emisión corresponden a los factores que relacionan los datos de la actividad con sus emisiones o remociones de GEI (BSI, 2008). Los factores utilizados, se obtuvieron de información bibliográfica, para las distintas fuentes de GEI identificadas. Se utilizó una calculadora generada por DEFRA, para la transformación de los GEI, CO₂, CH₄ y N₂O, al CO₂-e (DEFRA, 2010).

En la Ecuación 1 se presenta el cálculo de las emisiones de CO₂ mensuales de electricidad (OSE, 2011).

$$CO_2 \text{ emitido} = Da \times Fe$$

Donde:

- CO₂ emitido : corresponde a las emisiones mensuales [t CO₂-e].
 Da : datos de la actividad específica [MWh].
 Fe : factor de emisión correspondiente a la actividad [t CO₂-e/MWh].

En el Cuadro 1 se presentan los factores de emisión utilizados, para el cálculo de emisiones de CO₂ de los combustibles:

Cuadro 1: Factores de emisión (Fe)

Consumos	Factor de emisión de CO ₂	Unidad	Fuente
Electricidad (SIC)	0,34	t CO ₂ -e/MWh	INAP-UCHILE, 2012
Gasolina	0,21	kg CO ₂ -e /l	DEFRA, 2010
Diesel (autobús)	3,18	kg CO ₂ -e /l	DEFRA, 2010
Diesel Camión recolector	0,78	kg CO ₂ -e/km	DEFRA, 2010
Gas Licuado (LPG)	1,49	kgCO ₂ -e /l	DEFRA, 2010

La Ecuación 2 utilizada para el cálculo de emisiones de CO₂ de residuos, donde se incluye papel, tonner, residuos orgánicos e inorgánicos, se presenta a continuación (Australian Government, 2011):

$$EmisiónCO_2 - e = [((Q \times DOC \times DOC_F \times F1 \times 16 / 12) - R) \times (1 - OX)] \times PCG$$

Donde,

- Q: Cantidad en toneladas de residuos sólidos municipales.
 DOC: Carbono Orgánico Degradable.
 DOC_F: Fracción de Carbono Orgánico Degradable que se descompone.
 F1: Fracción de metano de los gases de vertedero.
 R: Metano recuperado durante el año, expresado en toneladas.
 OX: Factor de Oxidación.
 PCG: Poder de Calentamiento Global del metano

Los factores de emisión utilizados, para el cálculo de las emisiones de CO₂ de los residuos, se presentan en el Cuadro 2:

Cuadro 2: Factores utilizados para los residuos

Tipo de residuos	DOC	DOC _F	F1	Tasa de conversión carbono a metano	R	OX	PCG
Residuos orgánicos	0,15	0,84	0,50	1,33	0,00	0,10	21,00
Papel y cartón	0,40	0,49	0,50	1,33	0,00	0,10	21,00
Residuos inorgánicos	0,00	0,00	0,50	1,33	0,00	0,10	21,00

Fuente: Australian Government, 2011.

2.3.5. Tratamiento de datos

La información recopilada mediante la encuesta para el personal, fue tabulada con los datos separados por tipo de información (uso de combustibles, residuos orgánicos e inorgánicos, papel, tonner, electricidad y gas licuado) y por área de la DIGA en la que se desempeñan los empleados, catalogadas como área Administrativa, Residuos Sólidos Domiciliarios, Biodiesel, y Compostaje y Lombricultura, cuando esto era aplicable, a fin de facilitar los cálculos posteriores.

El consumo de electricidad en las instalaciones de la DIGA al año 2010, fue entregada por la oficina administrativa. Los datos se encontraban expresados como consumo mensual. El consumo anual, se calculó en base a los 10 meses de funcionamiento de la institución y se transformó de Kilowatt (kW) a Megawatt (MW), el factor de emisión correspondiente al Sistema Interconectado Central (SIC) está expresado en esta unidad. El consumo anual (MW) se multiplicó por su factor de emisión (Cuadro 1), para obtener las toneladas de CO₂-e emitidos al año por la organización, por el concepto de consumo eléctrico.

El consumo de gas licuado, se transformó de kg/año a l/mes, considerando que 1 l de Gas Licuado equivale a 0,5396 kg (CONAE, 2006). Para los datos del papel consumido, se obtuvo la información del peso de una resma de hojas en gramos que luego se transformó a su equivalente en toneladas, a fin de obtener el peso total del papel utilizado por la DIGA en un año, ya que la información se entregó en cantidad de resmas. En cuanto a la tinta utilizada, se obtuvo la cantidad de tonner consumido en un año, por lo que se identificó el tipo de impresoras empleadas para obtener su rendimiento en páginas impresas. El traslado de los insumos no fue considerado en el cálculo por provenir de distintas fuentes, por lo que no se puede estandarizar su recorrido.

El peso de los residuos tanto orgánicos como inorgánicos generados anualmente, se calculó según sus propias aproximaciones de los residuos generados en la oficina. Se considero el traslado de los residuos a la estación de transferencia Puerta Sur, para su disposición final en el Relleno Sanitario Santa Marta (CSM, 2011).

La estación de transferencia, se ubica en la comuna de San Bernardo a una distancia aproximada de 22 km de la DIGA. El camión recolector de residuos realiza este

recorrido 3 veces a la semana y se consideraron 240 viajes al año, considerando viajes de ida y regreso a la DIGA en un camión Volkswagen modelo 15180 del año 2002, que utiliza combustible diesel.

La información de los recorridos de los empleados de la DIGA, se utilizó como insumo para la obtención de los kilómetros reales recorridos en sus días laborales, mediante la utilización del programa computacional Google Earth, en el que se trazaron cada una de las rutas seguidas por los implicados y se identificaron las distancias en km correspondientes. Posteriormente se ingresaron los datos obtenidos en el software ARCGIS, con el que se trabajó para generar una cartografía con las rutas identificadas, correspondiente a la Región Metropolitana y sus comunas. Además se identificó el medio de transporte utilizado por cada persona, para aplicar los factores de emisión correspondientes a automóvil particular, taxi colectivo, metro o autobús según correspondiese.

Los vehículos particulares automóvil, motocicleta y taxi colectivo, se asumieron con motor bencinero, ya que estos corresponden al 79,6% del total de los vehículos motorizados en circulación en la Región Metropolitana. (INE, 2011). Esta información permitió calcular las emisiones anuales generadas, al ingresar los km recorridos a diario por los empleados de la DIGA a la tabla del DEFRA, que multiplica este dato con la sumatoria de los factores de emisión de los gases CO₂, CH₄ y N₂O. El resultado de esta operación posteriormente se multiplicó por el total de días trabajados (240), obteniendo así las emisiones anuales generadas.

En los casos de personas que llegan en autobús, se obtuvo los km recorridos y estos se transformaron a litros de diesel utilizado para recorrer esa distancia, utilizando un rendimiento promedio de los autobuses de 2,5 km/l (Diaz *et al*, 2004). El total de litros de diesel consumido por los trabajadores, que utilizan este medio de transporte, se multiplicó por los 240 días de trabajo para obtener el consumo anual y aplicar el factor de emisión correspondiente (Cuadro 1) para obtener la emisión anual.

El traslado en metro, consideró el valor presentado en el Reporte de Sustentabilidad del Metro Santiago del año 2009, correspondiente a 32,3 g CO₂-e por km recorrido por pasajero; el factor de emisión utilizado para ello es de 0,06 kg CO₂-e/año (Metro de Santiago, 2009). Para los cálculos, los kilómetros diarios recorridos fueron multiplicados por 2 para los casos en que los viajes de ida y regreso se realizan en este medio de transporte y luego se multiplicaron por los 240 días que trabajan los empleados de la DIGA, una vez descontados los días de vacaciones que tienen asignados.

Las personas que se movilizan caminando o en bicicleta (sin motor eléctrico), no tienen emisiones asociadas al desplazamiento (la bicicletas tienen emisiones asociadas a su fabricación) por lo que permiten una mitigación del impacto de las emisiones generadas al utilizar otros medios de transporte (Blondel, 2011). Se realizó una estimación de las emisiones que se generarían si estas personas viajasen en automóvil particular, para evidenciar las emisiones no generadas por concepto de transporte. Esta estimación se realizó de la misma manera que en el caso de los automóviles particulares.

Las rutas recorridas desde y hacia la DIGA fueron consideradas en la cartografía de desplazamiento.

En el Cuadro 3 se presentan los datos de consumo entregados por la institución con la referencia de cálculo utilizada.

Cuadro 3: Resumen metodología de cálculo, según consumos de la DIGA

Descripción	Método Cálculo	Referencias
Electricidad	Ecuación 1	OSE, 2011
Gas Licuado	Cuadro 1	DEFRA, 2010
Papel y cartón	Cuadro 2	Australian Government, 2011
Tinta (Tonner impresora)	Cuadro 2	Australian Government, 2011
Residuos orgánicos	Cuadro 2	Australian Government, 2011
Residuos inorgánicos	Cuadro 2	Australian Government, 2011
Gasolina	Cuadro 1	DEFRA, 2010
Diesel Autobús	Cuadro 1	DEFRA, 2010
Diesel Camión recolector	Cuadro 1	DEFRA, 2010

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1.1. Límites de la organización

Los límites de la organización fueron aquellos sobre los que la organización tiene control ya sea de tipo financiero u operacional. Estos corresponden al consumo eléctrico, de gas, de artículos de oficina (papel y tonner), de los residuos generados por los empleados de la DIGA y su traslado a la estación de transferencia utilizados.

3.1.2. Límites operativos

Se identificaron las emisiones y remociones de GEI asociadas a las operaciones llevadas a cabo por la organización y se clasificaron en emisiones directas (alcance 1), indirectas (alcance 2) y otras emisiones indirectas (alcance 3). En el Cuadro 4, se resumen los consumos según el límite operativo en que fueron clasificados.

Cuadro 4: Clasificación del límite operativo según tipo de emisión y consumo.

Alcance	Tipo de emisión	Consumo
2	Indirecta	Electricidad
1	Directa	Gas Licuado
1	Directa	Papel y cartón
1	Directa	Tinta (Tonner impresora)
1 y 3	Directa y Otras Emisiones indirectas	Residuos orgánicos
1 y 3	Directa y Otras Emisiones indirectas	Residuos inorgánicos
1 y 3	Directa y Otras Emisiones indirectas	Transporte
1 y 3	Directa y Otras Emisiones indirectas	Gasolina
1 y 3	Directa y Otras Emisiones indirectas	Diesel
3	Otras Emisiones indirectas	Metro

Los residuos se clasificaron en alcances 1 y 3 debido a que su generación es directa, pero su traslado y disposición posterior califican en otras emisiones indirectas, debido a que son consecuencia de las actividades de la DIGA, pero son controladas por otras organizaciones. Para el caso del transporte, donde se considera el uso de diesel y gasolina, la quema de combustible es de alcance 1, pero el transporte de pasajeros es de alcance 3.

3.1.3. Recopilación de Información base para la estimación de la Huella de Carbono

La información de los empleados de la DIGA respecto a sus hábitos de transporte, las distancias recorridas desde sus lugares de residencia a la institución y el tipo de calefacción que utilizan en sus respectivas áreas de trabajo en la institución, fue recolectada por medio de las encuestas a cada uno de los funcionarios y se presenta en los Apéndices 3, 4, 5 y 6 desglosada por área de trabajo.

Los datos de la DIGA respecto a su consumo como institución, de electricidad, papel, tonner, equipos de combustión, y generación de residuos, se obtuvieron previa solicitud directa y mediante el documento presentado en el Apéndice 2. La información obtenida se observa en el Cuadro 5.

Cuadro 5: Información Consumos DIGA.

Descripción	Consumo	Unidad
Electricidad	4.150	kW/mes
Gas Licuado	360	kg/año
Papel	300	Resmas/año
Tinta	72	Tonner/año
Residuos orgánicos	60	kg/mes
Residuos inorgánicos	100	kg/mes

3.1.4. Cuantificación de emisiones y remociones de Gases de Efecto Invernadero

Para el inventario de las emisiones se consideraron los consumos presentados en el Cuadro 4.

En el Cuadro 6 se presentan las toneladas de CO₂-e según los insumos y residuos empleados en el Área Administrativa de la DIGA, calculados según la Ecuación 2.

Cuadro 6: Toneladas de CO₂ por consumo

Descripción	Cantidad consumida	Unidad	t CO ₂ anual
Papel	300	Resmas/año	0,06
Tinta	72	Tonner/año	0,22
Residuos orgánicos	60	kg/mes	0,95
Residuos inorgánicos	100	kg/mes	0

En el Cuadro 6 se observa que los residuos inorgánicos son los que generan menor cantidad de emisiones, ya que su factor de emisión es 0, en contraste con los residuos orgánicos que tienen la mayor cantidad de emisiones (0,95 t CO₂/año). El factor de emisión de los residuos inorgánicos, resulta discutible, ya que si bien la emisión de GEI de los residuos inorgánicos no es inmediata, su descomposición a largo plazo sí generará una emisión, y en el futuro inmediato se mantendrá como un contaminante visual de lenta degradación. El factor puede ser considerado adecuado si se recicla el total de los residuos o la mayor parte de ellos con el fin de evitar las emisiones.

En el Cuadro 7 se presenta el resumen de la emisiones de CO₂ del transporte de residuos desde la DIGA a la estación de transferencia Puerta Sur. Para el cálculo de la distancia

recorrida se consideró el viaje de ida y regreso a la DIGA, diario y anual, con una frecuencia de 3 viajes semanales. Este cálculo se obtuvo en base a las características del camión recolector, el peso de la carga que moviliza y la distancia recorrida.

Cuadro 7: Emisión de CO₂ por transporte de residuos.

	A 1	A 3	Total alcances
Camión recolector	Emisión Directa	Emisión Indirecta	Emisiones Total
km. recorridos	Total kg CO ₂ e	Total kg CO ₂ e	Total kg CO ₂ e
Total diario	44,00	7	41
Total anual	5.280	840	4.920

En el Cuadro 8, se presentan los resultados obtenidos por consumo de electricidad.

Cuadro 8: Consumo electricidad.

Consumo medido	Cantidad consumida	t CO ₂ anual
Electricidad	41,50 MW anual	14,36 MW anual

Las emisiones generadas por la institución resultan bajas en comparación con las 47,3 t CO₂-e de la oficina central de la CONAMA calculadas para el año 2009, pero mayores que las oficinas de la misma institución en regiones (PUC y GREEN SOLUTIONS, 2011). Esto se justifica al considerar las diferencias en las dimensiones de las organizaciones comparadas; la DIGA corresponde a una institución que es parte del municipio de La Pintana, mientras que la CONAMA es una institución de mayor tamaño, que se encuentra a nivel nacional, al nivel de un ministerio.

3.1.5. Tratamiento de datos

La DIGA tiene 111 empleados, de los cuales 25 son mujeres y 86 son hombres. La mayor parte reside en la comuna de La Pintana (66,66%), seguido por Puente Alto (8,10%), La Cisterna (4,50), San Bernardo (3,60) y la Florida (2,70). Las comunas de Maipú, Las Condes, Peñalolen y Pudahuel poseen 1,80% cada una, mientras que las comunas de Quilicura, Paine, La Granja, Santiago, Macul, Quinta Normal, El Bosque y Lo Espejo sólo 0,90% cada una.

Se realizó un mapa para determinar las rutas de cada empleado del Área Administrativa desde su domicilio hasta la DIGA (Figura 2).

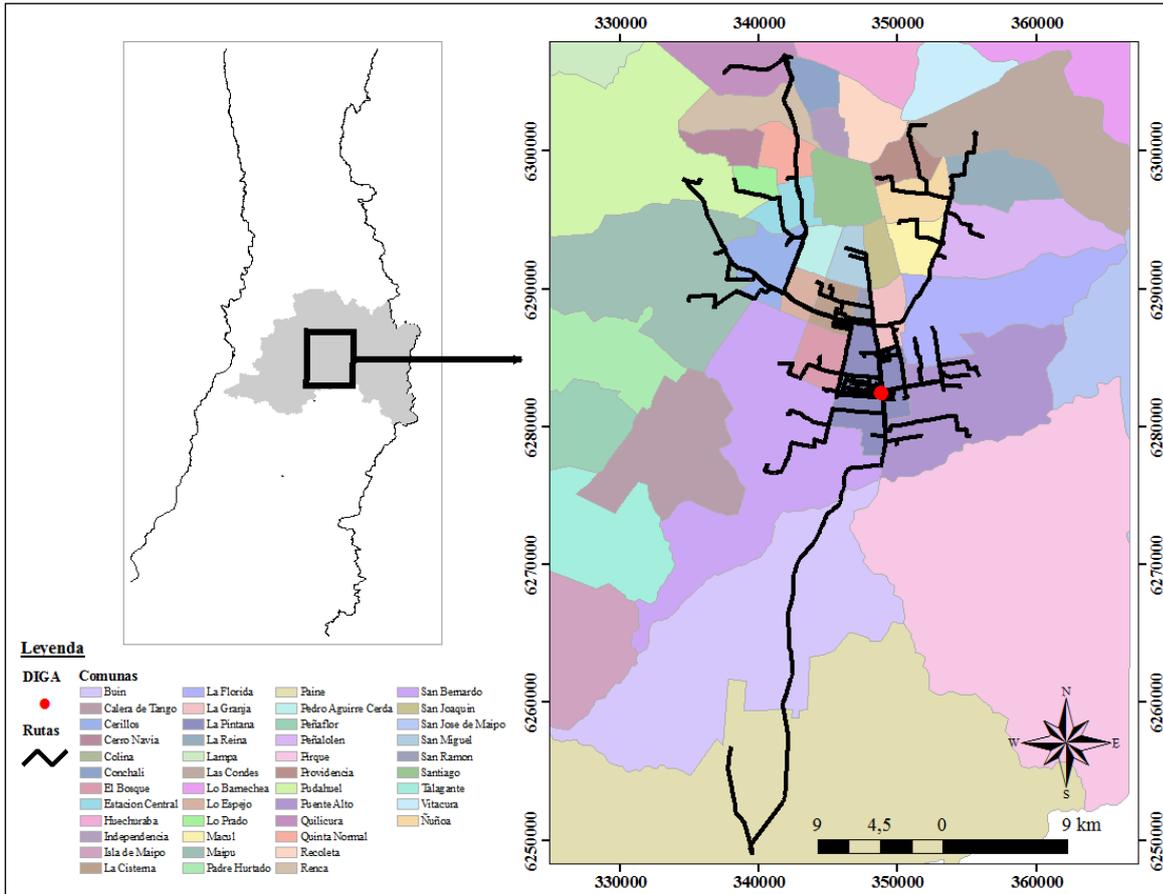


Figura 2: Cartografía de desplazamiento de los empleados, desde su residencia hasta la DIGA. La DIGA se identifica con un punto rojo, las rutas identificadas se encuentran demarcadas por líneas de color negro y las comunas se encuentran diferenciadas por colores, para identificar la comuna origen de la que se inician los recorridos.

Las rutas utilizadas por los empleados de la DIGA (Figura 2), así como el medio de transporte utilizado, se presentan separados por área de trabajo en los apéndices 3, 4, 5 y 6 correspondientes a área Administrativa, Residuos Sólidos Domiciliarios, Compostaje y Lombricultura y Biodiesel respectivamente. En base a esta información y considerando que se trabaja 240 días al año (descontando vacaciones y días administrativos) se obtuvieron las emisiones generadas por concepto de transporte, diario y anual. En el Cuadro 9 y 10, se presentan los resultados obtenidos para el transporte en taxi colectivo y en vehículos particulares respectivamente, separados por emisiones directas, indirectas y totales de GEI, y las emisiones de CO₂-e.

Cuadro 9: Emisiones de CO₂-e por transporte en taxi colectivo.

	A 1	A 3	Total alcances
Taxi colectivo	Emisión Directa	Emisión Indirecta	Emisiones Total
km. recorridos	Total kg CO ₂ e	Total kg CO ₂ e	Total kg CO ₂ e
Total diario	47,20	1,77	11,60
Total anual	11.328,00	425,25	2.784,31

Cuadro 10: Emisiones de CO₂-e por transporte de vehículos particulares.

Vehículo Particular	A 1		A 3		Total alcances
	Emisión Directa	Emisión Indirecta	Emisiones Total		
	km. Recorridos	Total kg CO ₂ e	Total kg CO ₂ e	Total kg CO ₂ e	
TOTAL diario	806,54	170,87	30,34	203,66	
TOTAL anual	193.569,60	41.007,72	7.282,09	48.879,21	

La mayor cantidad de emisiones de la DIGA se genera en el área administrativa, debido a que en esta área se concentra una mayor cantidad de empleados.

En el Cuadro 11, se presentan las emisiones anuales de la DIGA generadas por el uso del metro como medio de transporte.

Cuadro 11: Emisiones de CO₂-e anuales por transporte en metro

Tipo de transporte	Consumo anual	Unidad	kg CO ₂
Metro	30.480	Km	984,504

En el Cuadro 12 se presenta un resumen con los resultados de emisiones de CO₂-e generadas por la organización, obtenidos según tipo de combustible, en los alcances 1, 3 y el total considerando ambos tipos de emisión.

Cuadro 12: Emisiones de CO₂-e por combustible y transporte del personal de la DIGA.

Tipo de Combustible	Consumo anual	Unidad	A 1		A 3		Total alcances
			Total Emisiones Directas	Total Emisiones Indirectas	Total Emisiones Directas	Total Emisiones Indirectas	Emisión Total
			Kg CO ₂ e	Kg CO ₂ e	Kg CO ₂ e	Kg CO ₂ e	Kg CO ₂ e
Gasolina Vehículos particulares/año	17885,24	litros	41.530	7.349	48.879		
Diesel (autobús)/año	44709,12	litros	119.463	22.654	142.117		
Gasolina taxi colectivo/año	1029,82	litros	2.391	423	2.814		
LPG ¹	691,20	litros	1.031	129	1.160		

En todos los alcances la mayor emisión se genera por el diesel, generado por el transporte en autobús. Esto puede conllevar a una doble contabilidad en los casos en que varias personas utilizan un mismo autobús para acceder a su trabajo. Siguen las emisiones por transporte en vehículos particulares que es la segunda manera de acceso más utilizada por los empleados de la institución. Finalmente se encuentra el transporte

¹ LPG, Liquid Petrol Gas (Gas Licuado).

en taxi colectivo que es el que tiene menor uso según los resultados de la encuesta realizada al personal.

El consumo de gas licuado se debe a la calefacción utilizada en la institución.

Las emisiones no generadas por la DIGA, por el acceso de los empleados a la institución caminando o en bicicleta, asumiendo que utilizarían automóvil, se presentan en el Cuadro 13:

Cuadro 13: Emisiones de CO₂-e no generadas por transporte

	A 1	A 3	Total alcances	
Vehículo Particular	Emisión Directa	Emisión Indirecta	Emisiones Total	
km. Recorridos	Total kg CO ₂ e	Total kg CO ₂ e	Total kg CO ₂ e	
TOTAL diario	95,24	20,18	3,58	23,76
TOTAL anual	22857,6	4842,38	859,9	5702,28

Diariamente se disminuyen 23,76 kg de CO₂-e (0,023 t), los que al año se transforman en 5,7 Toneladas al año.

De los 111 trabajadores encuestados, 31 de ellos (27,93%) utilizan medios de transporte que no generan emisiones de GEI para desplazarse a su lugar de trabajo, bicicleta y caminando. Esto se debe principalmente a que la mayoría de los empleados de esta institución viven a distancias cercanas a la misma. Las personas que utilizan vehículos particulares no suelen compartir transporte, lo que implica una mayor emisión de GEI que si lo hicieran, ya que esto implicaría una menor cantidad de automóviles en circulación para dirigirse a un mismo sitio. En cuanto al transporte público la reducción de emisiones queda fuera del alcance de la institución, dependiendo esto directamente de los prestadores de estos servicios (autobús, metro, taxi colectivo). Además se genera el problema de la doble contabilidad por el uso de un mismo vehículo por varias personas, ya que para los cálculos se considera una emisión por cada persona.

En el Cuadro 14 se presentan, las emisiones totales generadas por los consumos de la DIGA para el año 2010, expresadas en toneladas de CO₂.

Cuadro 14: Emisiones Totales

Consumo	t CO ₂ anual
Electricidad	0,002
Gas Licuado	1,160
Papel	0,060
Tinta	0,220
Residuos orgánicos	0,950
Residuos inorgánicos	0,000

Continúa

Cuadro 14 (continuación)

Consumo	t CO₂ anual
Transporte de Residuos	4,920
Gasolina	50,039
Diesel	142,117
Metro	0,985
TOTAL	200,453

Fuente: Elaboración propia

Se observa (Cuadro 14) que la mayor emisión corresponde al diesel (70,89%) y la gasolina (24,96%), obtenido del transporte de los funcionarios de la DIGA en autobús y en automóvil (particular y taxi colectivo) respectivamente; el transporte en metro alcanza las emisiones menores respecto al traslado de empleados (0,49%).

De las emisiones generadas por el consumo de insumos y generación de residuos de la DIGA; la mayor emisión resulta del uso de gas licuado para calefacción (0,58%), seguido de los residuos orgánicos (0,47%), ya que los inorgánicos no tienen emisiones asociadas (0%). Las menores emisiones de CO₂-e se generan debido al consumo de tonner para impresoras (0,11%) y finalmente al consumo de papel (0,03%). La sumatoria de estas emisiones (insumos y residuos) resulta menor que las generadas por el transporte de residuos desde y hacia la estación de transferencia Puerta Sur (2,45%).

Del total de emisiones generados por la DIGA, cada persona genera aproximadamente 1,81 toneladas de CO₂-e al año.

La estimación de emisiones de GEI del Área Administrativa de la DIGA, generó como resultado un total de 2,39 t CO₂-e para el año 2010, dentro del contexto de una Huella de Carbono básica, que considera emisiones directas (Alcance 1) más las emisiones indirectas por utilización de energía eléctrica (Alcance 2).

Este resultado refleja que las emisiones de GEI del Área Administrativa son relativamente bajas en comparación a las 2.145,7 t CO₂-e emitidas por la Oficina central de la CONAMA (PUC y GREEN SOLUTIONS, 2011); esto debido principalmente a lo acotado del área de estudio, y que un 27,93% de los trabajadores utilizan medios de transporte que no generan emisiones de GEI. Las emisiones de GEI que generaría el desplazamiento a la DIGA de los trabajadores que no asisten en vehículos motorizados, demuestra una importante reducción en el balance final, entregando un resultado negativo (-5,70 t CO₂-e). Sin embargo este resultado tiene una incertidumbre elevada debido fundamentalmente a la utilización de factores de emisión por defecto.

La ausencia de sumideros naturales y/o remociones antropogénicas de GEI es otro de los aspectos negativos en lo referente al Área Administrativa. Las emisiones que son parte de la Huella de Carbono básica probablemente sean absorbidas por la vegetación existente y creada dentro de la Comuna de La Pintana. Resultaría óptimo definir una iniciativa de compensaciones de emisiones de GEI como parte del proceso sujeto a este estudio.

La Huella de Carbono completa (200,45 t CO₂-e/año) que incluye las emisiones de GEI catalogadas como otro tipo de emisiones indirectas (Alcance 3) es un 98,8% mayor que el total de emisiones estimadas en la Huella de Carbono básica.

Las emisiones generadas por el consumo de bienes y servicios de la DIGA, en comparación a otras instituciones de la Región Metropolitana que también han evaluado sus emisiones, se encuentra como una organización con una moderada generación de GEI. La aplicación de buenas prácticas tales como el reciclaje, el compostaje y la lombricultura, así como la recolección de residuos separados por tipo, entre otras iniciativas, influye positivamente en este aspecto.

La estimación de la Huella de Carbono otorga un mayor conocimiento de las emisiones de CO₂-e para la toma de decisiones. Para la certificación de la Huella de Carbono se recomendaría un segundo cálculo en el que se entreguen los respaldos necesarios para verificar la información entregada por la institución, tales como boletas, facturas, cuentas o algún documento similar que acredite los consumos y permita verificar los datos entregados, así como información específica en ciertas áreas tales como la cantidad de residuos generados y su caracterización correspondiente, para lo que se debiese implementar un orden y catalogación de los datos que permita verificar y validar dicha información, ya que según lo indicado en el protocolo de GEI “las declaraciones hechas por la administración para las que no haya documentación de soporte disponible no podrán ser verificadas” (WRI and WBCSD, 2005). Lo que sí pueden hacer los verificadores en estos casos es entregar recomendaciones a fin de lograr una mejora en los procesos de toma y recolección de información para mediciones futuras.

Se evidencia la necesidad de un estándar específico al cálculo de Huella de Carbono, como el que está en desarrollo (ISO 14067) ya que responde a las necesidades específicas planteadas en este y otros trabajos del mismo tipo, para conocer los datos concretos que se deben solicitar y no incurrir en errores por falta de información.

En general se requiere generar y mantener actualizada, documentación de los distintos hábitos de consumo de la institución que permitan obtener una trazabilidad respecto a sus emisiones. Se debe generar un archivo con las cuentas, facturas y recibos, o cualquier documento que permita verificar el consumo de electricidad, gas licuado y del tipo de calefacción que se utilice, así como de los residuos que se generan.

Para la recolección de información y tratamiento de datos en una futura medición, se recomienda la elaboración y aplicación de un procedimiento que considere las necesidades requeridas para la certificación.

4. CONCLUSIONES

A través de este estudio, se ha podido confeccionar un inventario de emisiones de GEI o Huella de Carbono para el año 2010 del Área Administrativa de la DIGA, correspondiente al año base de la institución. Esta estimación permitirá que la organización pueda generar una mayor cantidad de datos y hacer seguimiento de la información necesaria en función del trabajo realizado para futuras mediciones. De acuerdo al estudio realizado, se han obtenido las siguientes conclusiones:

Se eligió la norma ISO 14064-1 como metodología base y de guía, para lograr establecer los aspectos y actividades necesarios a considerar para realizar el cálculo y los límites del inventario de emisiones de GEI. Esta metodología resulta acorde al proceso en estudio, debido a que puede ser aplicable a pequeña escala y que además, puede marcar un precedente en el tratamiento que reciban futuras contabilizaciones de GEI realizadas por la DIGA o a nivel municipal.

Se logró obtener una Huella de Carbono básica (2,39 t CO₂-e) y otra completa (200,453 t CO₂-e). La Huella de Carbono básica incluye las emisiones directas del proceso y las emisiones indirectas por uso de energía y la Huella de Carbono completa incluye otras emisiones indirectas, que están fuera del control operacional pero que sin embargo son inherentes al proceso global.

Para obtener la información que permita realizar este inventario de emisiones de GEI y posibles compensaciones de estas, es necesario contar con la información adecuada y registrada para cada operación que produce emisiones dentro del proceso. Contar con una base de datos para cumplir con este objetivo, es sin duda, una necesidad imperiosa si se quiere seguir realizando inventario de emisiones de GEI en el área administrativa, como también a nivel de la DIGA y sus distintas iniciativas que se implementan dentro de su gestión.

Para el proceso en estudio no se reconocen sumideros naturales dentro del Área Administrativa, porque no es una política implementada. Aunque la DIGA a nivel global, como entidad, sí posee sumideros de Carbono debido a que están a cargo de la creación y mantención de las áreas verdes de la Comuna.

La Huella de Carbono representa una oportunidad de mejora en la gestión medioambiental del Área Administrativa, a través de la implementación de medidas que permitan incrementar la eficiencia en el uso de los recursos. Medidas como el uso de equipos que incrementen la eficiencia en el consumo eléctrico, reutilización de los subproductos de impresión y la creación de áreas verdes como parte de las mitigaciones para las emisiones de GEI generadas, contribuirán a tener un menor impacto ambiental, enmarcándose dentro de un proceso sostenible y que disminuya en cierta medida su aporte al cambio climático global.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Ambiente y Comercio. 2011. Los estándares ISO y la medición de Huella de Carbono. Disponible en: <http://www.ambienteycomericio.org/?p=657>. Leído 25 Septiembre de 2011

Australian Government. 2011. National Greenhouse Accounts Factors. Commonwealth. Australia. 77 p.

Barros V. 2005. El Cambio Climático global. 2ª ed. Libros del Zorzal. Buenos Aires, Argentina. 176 p.

Blondel B. 2011. Cuantificación de la reducción de emisiones de CO2 derivada del uso de la bicicleta. ECF. Bélgica. 28p.

BSI. 2008. Publicly Available Specification (PAS) 2050:2008, Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services. BSI. London, UK. 36 p.

Carbon Footprint. 2010. What Is a Carbon Footprint?. Disponible en: <http://www.carbonfootprint.com/carbonfootprint.html> Leído el 30 de Septiembre de 2010.

CEI. 2012. La Huella de Carbono y su impacto potencial sobre las exportaciones argentinas. Disponible en: <http://www.cei.gov.ar/userfiles/serie14ebook.pdf> Leído 17 de Octubre de 2012.

CCV y CPL. 2011. Manejo de herramientas en Producción Limpia. Corporación Chilena del Vino. Disponible en: <http://ccv.cl/APL/APL-ManualHerramPL.pdf> Leído 20 de Septiembre de 2012.

CONAE. 2006. Tabla de conversión de unidades. Disponible en: <http://www.conae.gob.mx/work/sites/CONAE/resources/LocalContent/3992/2/Unidades.pdf> Leído 7 de Abril de 2012.

Concha y Toro. 2011. Cambio Climático Huella de Carbono. Disponible en: http://www.conchaytoro.com/desarrollo_sustentable/es/huella_carbono.html Leído 24 de Noviembre de 2011.

CSM. 2011. Estación de transferencia Puerta Sur. Disponible en: <http://www.csmarta.cl/proceso/estacion-de-transferencia-puerta-sur/> Leído 23 de Septiembre 2012.

DEFRA. 2010. Guidelines to DEFRA / DECC's GHG Conversion Factors for Company Reporting: Methodology Paper for Emission Factors. AEA & DEFRA. UK. 72 p.

Díaz G., A. Gómez-Lobo y A. Velasco. 2004. *microbuses en Santiago: de enemigo público a Servicio Público*. CEPCHILE. Chile. 48 p.

DIGA. 2010. *Agenda 21 local*. Disponible en: <http://www.digap.cl/> Leído el 03 de Octubre de 2010.

Garg S. and D. Dornfeld. 2008. *An Indigenous Application for Estimating Carbon Footprint of academia library systems based on life cycle assessment*. University of California Berkeley. California. USA. 11 p.

Greenfacts. 2011. *Consenso científico sobre el Cambio Climático*. Disponible en: <http://www.greenfacts.org/es/cambio-climatico-ie4/1-2/1-causas-naturales-humanas.htm#0> Leído 11 de Diciembre de 2011.

Guhl A. 2008. *Aspectos éticos del calentamiento climático global*. *Revista Latinoamericana de Bioética* 8(2): 20-29.

Hernández M. 2011. *El mundo pide Huella de Carbono*. Disponible en: <http://www.diariopyme.com/2011/04/el-mundo-pide-huella-de-carbono-2-parte/> Leído 25 de Octubre de 2011.

Hertwich E and G. Peters. 2009. *Carbon Footprint of Nations, A Global, Trade-Linked Analysis*. *Environmental Science and Technology* (43): 6414–6420.

ICONTEC. 2006. *Norma Técnica Colombiana: NTC-ISO 14064-1*. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. Edición 2006. 23 p.

INE. 2011. *Parque de vehículos en circulación 2010*. INE Chile. 53 p.

IPCC. 2007. *Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*. IPCC. Ginebra, Suiza. 104 p.

Magaña V. y C. Gay. 2002. *Vulnerabilidad y adaptación regional ante el cambio climático y sus impactos ambientales, sociales y económicos*. Instituto Nacional de Ecología. Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/539/53906501.pdf> Leído 23 de Octubre de 2012.

Metro de Santiago. 2009. *Reporte de Sustentabilidad 2009*. Metro Santiago. Santiago, Chile. 104 p.

Meza M. 2011. *Un vino que cuida el medio ambiente*. Disponible en: http://cl.selecciones.com/contenido/a527_el-vino-carbononeutro-un-vino-chileno-que-cuida-el-medio-ambiente. Leído el 26 de septiembre de 2011.

INAP-UCHILE. 2012. *Reportes de Emisión para el SIC*. Disponible en: http://huelladecarbono.minenergia.cl/descargas_FE_SIC.html. Leído el 05 de Agosto de 2012.

Ojeda A. 2010. La Huella de Carbono, Exigencia en Mercados Internacionales. Disponible en: <http://www.revistaozono.cl/> Leído 02 de Octubre de 2012.

ONU. 1992. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Disponible en: <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf> Leído el 18 de Marzo del 2012.

OSE. 2011. Manual de cálculo y reducción de Huella de Carbono en el sector del comercio. Estudios Gráficos Europeos S.A. España. 69 p.

PROCHILE. 2007a. Bonos de Carbono. Disponible en: http://www.prochile.cl/servicios/medioambiente/bonos_de_carbono.php#1 Leído el 05 de Noviembre de 2011.

PROCHILE. 2007b. Huella de Carbono. Disponible en: http://www.prochile.cl/servicios/medioambiente/huella_de_carbono.php Leído el 03 de Octubre de 2010.

PUC y GREEN SOLUTIONS. 2011. Informe Final. "Medición y Mitigación de la Huella de Carbono en la Comisión Nacional del Medio Ambiente". Disponible en: http://www.sinia.cl/1292/articulos-50188_recurso_11.pdf Leído 5 de Septiembre de 2011.

Rees W. y M. Wackernagel. 2001. Nuestra huella ecológica. LOM ediciones. Santiago de Chile. 207 p.

RSA. 2011. Etiquetas de Huella de Carbono. Disponible en: <http://rsarevista.pe/2011/10/11/etiquetas-de-huella-de-carbono/1030> Leído 1 de Diciembre de 2011.

Schneider. H. y J. Samaniego. 2009. La huella del carbono en la producción, distribución y consumo de bienes y servicios. CEPAL, Organización de las Naciones Unidas. Santiago de Chile. 42 p.

Socialsnack. 2009. Cambio climático Protocolo de Kyoto. Disponible en: <http://ceamse.gov.ar/protocolo-de-kyoto/> Leído 15 de Diciembre de 2011.

SODIMAC S.A. 2010. Reporte sostenibilidad Chile 2010 SODIMAC. Santiago, Chile. 177 p.

SOFOFA. 2004. Comunicado de prensa. Disponible en: <http://www.sofofa.cl/mantenedor/detalle.asp?p=1&s=5&n=12172>. Leído 20 de Enero 2012.

WWF. 2008. Informe Planeta Vivo. Disponible en: http://assets.panda.org/downloads/lpr_2008_span_lo_res.pdf Leído el 03 de Octubre de 2010.

WRI and WBCSD. 2005. The Greenhouse Protocol for Project Accounting. WRI/WBCSD. USA. 144 p.

6. APENDICES

Apéndice 1: Encuesta aplicada a empleados DIGA



UNIVERSIDAD DE CHILE
 Facultad de Ciencias Agronómicas
 Departamento de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales

Encuesta desplazamiento empleados de la DIGA

1. ¿En que área de la DIGA se desempeña ud.? , marque con una X
 Biodiesel _____ Residuos sólidos domiciliarios _____
 Administrativas y oficinas _____ Compostaje y lombricultura _____
2. ¿Qué medio de transporte utiliza para llegar al trabajo?, marque con una X
 Automovil _____ Transporte público _____ Bicicleta _____
 Camina _____ Otro _____ ¿Cuál? _____
3. ¿Viene acompañado por otra(s) personas que asistan a la DIGA?, de ser así ¿Cuántas personas?

4. ¿Cuánto tiempo (aproximado) demora en llegar al trabajo?

5. ¿Cuántos kilómetros (aproximado) recorre para llegar al trabajo?

6. ¿Dentro del recinto, qué tipo de calefacción utiliza? Marcar con una x
 Eléctrica _____ Gas natural _____ Gas licuado _____ Parafina _____
 Aire acondicionado _____ Otro _____, especificar _____
7. ¿Cuántas personas utilizan este tipo de calefacción?

8. Indique el recorrido que realiza desde su casa a la DIGA

Apéndice 2: Solicitud de Información a la DIGA.

UNIVERSIDAD DE CHILE
Facultad de Ciencias Agronómicas
Departamento de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales

Información requerida

1. ¿Cuál es el total de personas que trabajan en la DIGA?, ¿cuántas pertenecen a cada área (Biodiesel, Residuos sólidos domiciliarios, Administrativa y oficinas, Compostaje y lombricultura)?
2. ¿Qué equipos de combustión se utilizan (gas licuado, gas natural, diesel, combustible u otros), cuáles?, de ser así ¿Cuáles son de tipo eléctrico?
3. ¿Cuántas personas utilizan cada uno de estos equipos? ¿Cuántos de estos equipos hay?
4. ¿Utilizan equipos refrigeración o aire acondicionado?, de ser así ¿Cuáles funcionan con electricidad?

Respecto a la información de consumo de servicios del 2010 esta se solicita a continuación (indicar fuentes que prestan los servicios):

5. Consumo de electricidad
6. Consumo de agua
7. Consumo de papel
8. Consumo de tinta
9. Cantidad de basura que se genera en las oficinas (si no se conoce exactamente dar una aproximación) y de esto que porcentajes corresponden a orgánicos e inorgánicos

Apéndice 3: Información Área administrativa

	Transporte*	Cía. Auto	Tiempo ida	Tiempo total	Km ida	Km total	Calefacción	Personas por calefacción	Recorrido
Admin.	C		30	60	1,54	3,08	0	0	Porto Alegre-Baldomero Lillo-Sta Rosa-DIGA
	TP		15	30	2,1	4,2	0	0	Baldomero Lillo-Porto Alegre-Tierra del Fuego-Tongoy-DIGA
	TP		30	60	8,78	17,56	GL	10	Vicuña/Sta Amalia-Gabriela-Sta Rosa-DIGA
	A	0	10	20	3	6	GL	3	El Olivar/Sta Rosa-DIGA
	C		7	14	1,1	2,2	GL	4	Muñoz Gamero-Patagonia-B.Lillo-Sta Rosa-DIGA
	TP		60	120	24,6	49,2	GL	3	Colon/Tomas Moro-Sta Rosa-DIGA
	TP		30	60	11,4	22,8	GL	10	Lo Vial/Sta Rosa-DIGA
	A	0	60	120	25,1	50,2	E	2	Maipu (Carmen/Nueva San Martin)-Sta Rosa/Matta-DIGA
	M	0	10	20	6,6	13,2	GL	2	Paradero 48 Sta Rosa(Eyzaguirre)-DIGA
	TP		25	50	2,51	5,02	0	0	Observatorio-DIGA
	A	1	20	40	15,8	31,6	0	0	Panamericana Vespucio-Sta Rosa-DIGA
	A	0	25	50	4,72	9,44	GL	2	Vic/Gabriela-Sta Rosa-DIGA
	B		15	30	1,1	2,2	0	0	Pje Bernardo Phillip (San Rafael)-B.Lillo-Sta Rosa-DIGA
	A		60	120	4,7	9,4	GL	5	Aurelio Diaz Meza-Tte Luis Cruz Martinez-DIGA
	B		20	40	2,18	4,36	0	0	Pje Iloca-Tongoy-Sta Rosa-DIGA
	B		5	10	1,5	3	0	0	Lo Martinez/Jose Artigas
	B		20	40	3,16	6,32	0	0	Sofia Eastman-Gral Arriagada-Sta Rosa-DIGA
	A	0	15	30	3,35	6,7	0	0	San Fco-Lo Blanco DIGA
	TP		5	10	3,99	7,98	0	0	Observatorio-Sto Tomas-Sta Rosa-DIGA
	TP		60	120	11,2	22,4	GL	13	Tome/Circunvalacion(F21) Pza Pte Alto(205)DIGA
	TP		25	50	8,8	17,6	GL	13	P30 Gran Avda-Gabriela-Sta Rosa-DIGA
	A	0	20	40	5,7	11,4	GL	9	Rio Maipo/Padre Hurtado-Mariscal-Sta Rosa-DIGA
	B		5	10	1	2	0	0	Juanita/pza de armas-Sta Rosa-DIGA
	A	1	30	60	21,4	42,8	0	0	Pudahuel DIGA(metro)
	TP		60	120	16,8	33,6	GL	3	Peñalolen(av las torres/julio Ortiz)-metro vicuña-sta rosa-DIGA
	TP		70	140	24,5	49	GL	4	Metro Sta Isabel/bustamante-ta rosa-DIGA
TP		30	60	4,72	9,44	GL	8	Vic/Gabriela-Sta Rosa-DIGA	

	Transporte*	Cía. Auto	Tiempo ida	Tiempo total	Km ida	Km total	Calefacción	Personas por calefacción	Recorrido
	A	1	50	100	26,4	52,8	GL	6	(las condes) San Fco de Asis/La oza-Colon-vespucio-Autopista Acceso sur-Gabriela-Sta Rosa-DIGA
	TP		90	180	22,2	44,4	GL	2	Consistorial(entre antupiren y grecia-DIGA
	A		20	40	19,2	38,4	GL	6	Rodrigo de araya/marathon-Sta rosa-DIGA
	A	0	15	30	0,35	0,7	0	0	Lo Blanco/sta rosa (vuelta de cachenchu) DIGA
	TP		30	60	4	8	0	0	Padre hurtado/Lo Martinez-DIGA
	A	0	30	60	12,1	24,2	0	0	Salecianos-Sta rosa-DIGA
	B		20	40	2,1	4,2	GL	13	Tongoy-Porto Alegre-B-Lillo-Anibal Pinto-Gabriela-Sta Rosa-DIGA
	A	0	20	40	10,6	21,2	GL	2	Joel Rodriguez/Esmeralda-Altamirano-Uruguay-San Fco-Benancio Leiva.Sta Rosa-DIGA
	TP		60	120	25,4	50,8	GL	2	Gaspar de Orense_Nueva Imperial(autobús J09) Sta Ana-La cisterna-Sta Rosa-DIGA
	TP		60	120	10,5	21	GL	2	La Vara-Las Americas/Ochagavia-Av Colon- Eyzaguirre-Covadonga(colectivo 521) DIGA
	C		20	40	0,85	1,7	0	0	Sta Rosa/Batallon Chacabuco-DIGA
	TP		20	40	4,4	8,8	GL	6	Sofanor Parra/Julio Chavez-DIGA
	TP		15	30	4,11	8,22	GL	5	Los durznos/el Olivar-Sta Rosa-DIGA
	TP		5	10	3,1	6,2	GL	13	El Fundador/B.Chacabuco-DIGA
	A	2	20	40	5	10	GL	8	San Fco/Observatorio-Lo Martinez-DIGA
	A	1	30	60	30,4	60,8	GL	8	Rotonda Atenas?-Colo-Vespucio acceso sur-Gabriela-Sta Rosa-DIGA
	C		10	20	0,5	1	0	0	El Lingue con Oregon-DIGA
	B		10	20	0,94	1,88	0	0	Batallon Chacabuco/pje 9-DIGA
	B		10	20	1,22	2,44	0	0	Juanita/Batallon Chacabuco-DIGA
	TP		15	30	3,35	6,7	0	0	Lo Blanco/San Fco-DIGA
	TP		30	60	7	14	0	0	Serena/Sto tomas-Sta Rosa-DIGA
	TP		20	40	4,28	8,56	0	0	Serena/general Arriagada-DIGA
	A	0	15	30	4	8	0	0	Gral Arriagada-Sta rosa-DIGA
	TP		45	90	6,48	12,96	0	0	Sta Raquel/san Jose de la estrella-Gabriela-Sta Rosa-DIGA
	A	0	4	8	2,69	5,38	0	0	Villa 11 sept/john Kennedy-Tongoy-Lo Blanco-Sta rosa-DIGA
	A	0	15	30	15,6	31,2	0	0	(san Bernardo)San Jose/Los Morros-Lo Blanco/sta Rosa-DIGA
	B		10	20	2,1	4,2	0	0	Tongoy-Porto Alegre-B-Lillo-Anibal Pinto-Gabriela-Sta Rosa-DIGA

	Transporte*	Cía. Auto	Tiempo ida	Tiempo total	Km ida	Km total	Calefacción	Personas por calefacción	Recorrido
	TP		10	20	3,23	6,46	0	0	4 esquinas-Julio Barnechea-Gabriela-Sta Rosa-DIGA
	TP		15	30	2,16	4,32	0	0	Gabriela-Kennedy-DIGA
	TP		35	70	13,1	26,2	0	0	Av Prtales/pje martin de petri-Pza San Bernardo(colectivo 5622) Pza armas/san bernardo-DIGA
	A	3	15	30	12,4	24,8	GL	1	A. vespucio/Norte Sur-Sta rosa-DIGA
	TP		25	50	2,45	4,9	0	0	Observatorio-Diga
	TP		20	40	5	10	0	0	Sotero del rio-Gabriela-DIGA
	TP		25	50	7,8	15,6	0	0	El Bosque(G13)- El Rauli-Lo Martinez-Gabriela-DIGA
	A	0	7	14	4,1	8,2	0	0	Gabriela-Sto Tomas-Sta rosa-Lo Blanco
	C		18	36	1,3	2,6	0	0	Balmaceda-B Lillo-Anibal Pinto-DIGA
	B		20	40	4,5	9	0	0	Sta Rosa /antonio Machado-DIGA
	TP		10	20	3,19	6,38	0	0	Sta rosa/sto tomas-DIGA
	C		10	20	0,7	1,4	0	0	Juan 23-Anibal Pinto-Gabriela Poniente-Sta rosa-diga
	A	0	20	40	4,5	9	0	0	San Rafael/Sta Rosa-DIGA
	A	6	5	10	3,6	7,2	0	0	Poeta Leon Felipe-Observatorio-Sta Rosa-DIGA
	C		18	36	0,94	1,88	GL	3	Batallon Chacabuco/pje 4-DIGA
	C		15	30	0,6	1,2	GL	3	Estadio-Anibal Pinto-municipalidad
	TP		15	30	1,22	2,44	GL	3	Juanita/Batallon Chacabuco-DIGA
	B		10	20	2,47	4,94	0	0	B. Lillo-Porto Alegre-Jhonn Kennedy-DIGA
	TP		30	60	1,7	3,4	E	1	Los Embudos/Juanita-Embudos
	A	0	10	20	2	4	0	0	Mariano Azuela-Portp Alegre-Lo Blanco-DIGA
	TP		15	30	4,3	8,6	GL	5	Gral Franco/ Sta Rosa-DIGA
	A	4	20	40	11,8	26,7	0	0	Ida:Carrera centro-sur, desde lincoln al sur hasta a.vespucio-sta rosa-lo blanco-DIGA Vuelta:Diga-Hernandez albano-Paulina-carretera centro sur hacia el norte(sergio ceppi), vuelta en u viaducto lo ovalle hasta Lincoln
	TP		10	20	1,69	3,38	0	0	11 septiembre-Porto Alegre-DIGA
	TP		12	24	1,1	2,2	0	0	Stgo Nvo extremo_batallos chacabuco-Sta rosa-DIGA
	C		5	10	0,21	0,42	0	0	Miguel Angel-Sta rosa-Muni

	Transporte*	Cía. Auto	Tiempo ida	Tiempo total	Km ida	Km total	Calefacción	Personas por calefacción	Recorrido
	C		18	36	1,1	2,2	0	0	Patagonia/Gob.Muñoz Gamero_Sta Rosa-DIGA
	B		5	10	1,19	2,38	0	0	Fco Bilbao-Patagonia-B.Lillo-DIGA
	B		15	30	0,88	1,76	0	0	Patagonia-ciudad de mexico-DIGA
	B		25	50	3,68	7,36	0	0	B.Parada-Tte Montt-salamanca-Sta rosa-DIGA
	B		25	50	3,37	6,74	0	0	Apostol simon-anibal huneus-Sta rosa
	TP		10	20	4	8	0	0	Padre hurtado-B.Parada-Lo Martinez-DIGA

Apéndice 4: Información Residuos Sólidos Domiciliarios

	Transporte*	Cía. Auto	Tiempo ida	Tiempo total	Km ida	Km total	Calefacción	Personas por calefacción	Recorrido
RSD	A	0	10	20	7,73	15,46	0	0	Sta. Teresa-San Fco.-LoBlanco-DIGA
	TP		60	120	8,14	16,28	GL	10	(Pte Alto)Mexico/Los Toros-Gabriela/Nonato Coogab/Vicuña DIGA
	TP		25	50	4,47	8,94	0	0	Celanova/Los Almendros- Gral Franco-Sta Rosa-Lo Blanco DIGA
	B		10	20	0,62	1,24	0	0	Ciudad de Mexico-Anibal Pinto-Lo Blanco
	TP		20	40	3,18	6,36	0	0	Julio Chavez- J. Barnechea-Mexico-Sta Rosa Diga
	A	0	20	40	7	14	GL	13	Coronel/Trinidad-La Serena-Gabriela-Sta Rosa-DIGA
	TP		30	60	7,32	14,64	0	0	San Fco Parada-San Rafael-Gabriela-Sta Rosa-DIGA
	A	0	5	10	5,4	10,8	0	0	9 de Agosto/Eyzaguirre-Sta Rosa-DIGA
	A	0	15	30	9,8	19,6	GL	1	Camilo Henriquez-El Peral-Vicuña Mackenna-Gabriela-Sta Rosa-DIGA
	B		10	20	0,95	1,9	GL	2	Juanita-Sta Rosa-DIGA
	C		15	30	0,38	0,76	0	0	Batallon Chacabuco/Sta Rosa-DIGA
	TP		5	10	2,38	4,76	0	0	Bernardino Parada- Porto Alegre-Lo Martinez-Sta Rosa-DIGA
	A	1	8	16	2,75	5,5	GL	9	Creta Norte/Gabriela-Sta Rosa-DIGA
	A	0	60	120	20,3	40,6	GL	1	La Farfana-Pajaritos-Pdte.Riesco-Caletera Vespuccio-Gran Avda-Vicuña-San Fco-Lo Blanco
	TP		30	60	3,1	6,2	0	0	El Fundador/Batallon Chacabuco (F06)-DIGA
	A	0	60	120	46,5	93	0	0	desde Paine a la Pintana, por carretera norte-sur y autopista de maipo
	C		10	20	0,38	0,76	0	0	Batallon Chacabuco/Sta Rosa-DIGA
	TP		5	10	3,83	7,66	0	0	Apostol Simon/ Anibal Uneo (P30)-Sta rosa-DIGA
A	0	5	10	1,2	2,4	0	0	Niebla-Ciudad de Mexico-Anibal Pinto-Lo blanco-DIGA	

Apéndice 5: Información Compostaje

	Transporte*	Cía. Auto	Tiempo ida	Tiempo total	Km ida	Km total	Calefacción	Personas por calefacción	Recorrido
Compost.	TP		27	54	6,8 8	13,76	E	1	Sta Raquel con Jose Miguel Carrera-Gabriela/Ejercito Libertador-Gab/Sta Rosa
	B		15	30	1,8 6	3,72	0	0	Tongoy-Porto Alegre-Baldomero Lillo-Patagonia-Ciudad de Mexico-Sta Rosa-DIGA
	TP		10	20	10, 3	20,6	0	0	El castillo-Fundador/Batallon Chacabuco-DIGA
	TP			0	5,2	10,4	0	0	Sto Tomas-Sta Rosa-DIGA
	B		20	40	3,2	6,4	0	0	Cosmonautas-San Rafael-Sta Rosa-DIGA
	A		45	90	7,6 3	15,26	0	0	Avda nieves oriente-gabriela oriente- viciña-gabriela poniente diga

Apéndice 6: Información Biodiesel

	Transporte*	Cía. auto	Tiempo ida	Tiempo total	Km ida	Km total	Calefacción	Personas por calefacción	Recorrido
Biod.	A	1	60	120	44,9	89,8	0	0	Lo Echevers con Americo Vespucio, Sta Rosa 13345

- *A : Automóvil
 B : Bicicleta
 C : Camina
 M: Motocicleta
 TP: Transporte Público