

**CIPAD. Centro de Investigación y Proyectos en Ambiente y  
Desarrollo**

**Diagnóstico para alcanzar la certificación de neutralidad en  
emisiones de GEI de los Centros Universitarios de la  
Universidad de Guadalajara ubicados en la Zona Metropolitana  
de Guadalajara, Jalisco.**

Reporte Final del Proyecto

**En Atención a:  
Dra. Carla Delfina Aceves Ávila  
Responsable del Programa Universidad Sustentable  
Universidad de Guadalajara**

**Elaboró: Dr. Arturo Balderas Torres  
Ing. Sergio Garmendia Lemus  
Líder del Proyecto  
[arturo@cipad.mx](mailto:arturo@cipad.mx)  
Teléfono: 331-464-5091  
Zapopan Jalisco, 4 de diciembre de 2016**

**Este diagnóstico se realizó con recursos del PROFOCIE 2015**

## Resumen Ejecutivo

El presente documento muestra el reporte del proyecto de consultoría del proyecto titulado “Diagnóstico para alcanzar la certificación de neutralidad en emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de los Centros Universitarios de la Universidad de Guadalajara ubicados en la Zona Metropolitana de Guadalajara, Jalisco” elaborado para el programa de Universidad Sustentable de la Universidad de Guadalajara. El alcance del proyecto se enfoca en los siguientes Centros Universitarios: CUCEA, CUAAD, CUCS, CUCSH, CUCBA, y CUCEI. El proyecto conjunta los tres alcances descritos en la propuesta, primero un diagnóstico de las opciones de certificación de neutralidad de carbono. En segundo lugar, se presenta la información de los Inventarios de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero de los seis centros universitarios; y finalmente se muestra una propuesta general de trabajo para alcanzar la neutralidad de carbono en el mediano y largo plazo en los seis centros universitarios antes citados.

La estimación del inventario de GEI implica la cuantificación de las que los procesos y servicios que ofrece el CU genera directa e indirectamente debido los patrones de consumo y operación. Con base en este estimado es posible calcular la contribución de los CUs en materia de Cambio Climático y la capacidad de almacenamiento y captura de carbono en la biomasa de especies arbóreas presentes en sus instalaciones.

En el procedimiento propuesto aquí se incluye la estimación de las emisiones de GEI por consumo de combustibles, por transporte, viajes, generación y disposición de residuos sólidos y aguas residuales, y las emisiones indirectas por consumo de electricidad, agua potable y consumo de otros bienes y servicios en general con base en los lineamientos establecidos en el Protocolo de Carbono Neutral e ISO 14064-1. Además, se estima el contenido y potencial de captura de carbono de los árboles presentes en el CU con base a los estudios previos realizados por la Universidad.

Con esta información se estiman las emisiones netas de GEI para cada CU en el año de 2015. También se incluye la estimación de cuánto podrían reducirse las emisiones de GEI si se implementan medidas de mitigación. Con base en la proyección de crecimiento de cada CU en función del número de estudiantes se determina las emisiones de GEI en un escenario inercial (Business as Usual) en el cual se supone que no se desarrollan medidas de mitigación. Se incluye la proyección de un objetivo de reducción de emisiones consistente en el mediano y largo plazo con los compromisos que México ha asumido dentro de la legislación nacional y como parte de los

compromisos internacionales. Considerando estos dos elementos se describe la cantidad que deberían reducirse las emisiones de GEI, y en el caso de las emisiones que no puedan reducirse, entonces se contempla su neutralidad por medio de la compra de certificados de reducción de emisiones o captura de carbono.

El análisis de opciones de certificación indica que considerando las capacidades de cada centro en cuanto a gestión de información y los procesos que generan emisiones de GEI, la opción de certificación más recomendada corresponde a Edificios. Este esquema de certificación requiere que los CUs monitoreen y den seguimiento a las emisiones de GEI generadas por fuentes fijas, uso de electricidad y manejo de residuos. Se reconoce que mientras más detallada sea la información de las actividades que se realizan en los CUs se tendrá una estimación más completa del impacto que estos tienen en las emisiones de GEI y en su contribución al cambio climático. Sin embargo, aumentar cada vez más los niveles de detalle también vuelve más complejos los sistemas de gestión y procesamiento de información. Es por este motivo que se recomienda sentar un base común para todos los CUs considerados en este estudio, al mismo tiempo que se les ofrezca un camino y la metodología para que los CUs que estén en mejor posición, puedan aumentar el nivel de detalle de sus estimaciones. Lo anterior también toma en consideración que en los CUs no existen actualmente sistemas integrados de gestión ambiental o de gestión de información ambiental. Por este motivo se recomienda iniciar con la consideración de un enfoque de certificación a nivel Edificio al cual se le podrán ir agregando gradualmente diferentes categorías de emisiones para generar un estimado más completo de las emisiones de GEI.

Los resultados indican que en el año 2015 las emisiones estimadas para el alcance seleccionado en los seis CUs fueron del orden de 9,746 tonCO<sub>2</sub>e. Considerando un escenario inercial de crecimiento basado en el número probable de alumnos en los próximos quince años se estima que de no realizarse medidas de mitigación las emisiones podrían aumentar hasta 12,125 tonCO<sub>2</sub>e por año esto representa un crecimiento del 24%. El arbolado presente en los CUs metropolitanos cuenta con un almacén actual de 8,954 tonCO<sub>2</sub>e y considerando una capacidad de crecimiento del 1% anual implicaría el potencial para remover 106 tonCO<sub>2</sub>e/año, lo que equivaldría a 1,596 tonCO<sub>2</sub>e en el transcurso de los próximos 15 años, esto es el 1.1% tan solo del aumento esperado de emisiones en el escenario de referencia.

Una de las primeras actividades del proceso de certificación de neutralidad en carbono una vez que se han estimado las emisiones de GEI es el establecimiento de una meta de reducción de emisiones.

Al adoptar un objetivo de mitigación del 40% en relación al escenario de referencia se cumple el objetivo de reducir las emisiones brutas en relación al año inicial; esto representa el establecimiento de una meta de reducción de 36,374 tonCO<sub>2</sub>e en los siguientes quince años. Derivado de lo anterior entonces los requerimientos de compra de certificados de reducción de emisiones o de bonos de carbono para alcanzar la neutralidad de carbono sería de 127,659 tonCO<sub>2</sub>e (8,511 tonCO<sub>2</sub>e anualmente). Con el objetivo de generar un estimado confiable de la reducción de emisiones se plantea que la estrategia principal de mitigación sea la instalación de paneles solares fotovoltaicos para cubrir parte de la necesidad energética de los CUs al tiempo que se reduzcan las emisiones. El plan propuesto de mitigación requiere la instalación de 11,153 paneles solares de 250 W, lo cual implicaría una inversión estimada de \$122 millones de pesos. Considerando el tiempo de vida útil de los equipos de 25 años representa un costo equivalente anual de \$7.87 millones de pesos lo cual representa el 47% del costo actual por concepto de energía eléctrica. Aunque es necesario realizar un análisis financiero para cada CU, esta medida de mitigación puede ser financieramente viable, es decir que a largo plazo resulte en ahorros netos en términos monetarios además promover la reducción de emisiones. El presupuesto requerido para la neutralización de emisiones de los seis centros sería de \$1.78 millones de pesos por año (\$0.53 a \$3.57 millones), lo que en el análisis a quince años representaría \$26.8 millones (\$8.0 a \$53.6 millones) dependiendo del costo de referencia de los certificados de reducción de emisiones o captura de carbono que se utilice. Es necesario mencionar también que se deberán cubrir costos administrativos y de transacción asociados al registro y certificación de los inventarios y acciones de mitigación y neutralización ante la oficina del Protocolo de Neutralidad en Carbono.

La propuesta metodológica aquí descrita incluye todas las categorías y algoritmos matemáticos que las entidades de certificación y organismos estandarizados internacionales recomiendan para la elaboración de Inventarios de Gases de Efecto Invernadero. El trabajo fue desarrollado pensando en que es un primer acercamiento para conocer la contribución de los Centros Universitarios al Cambio Climático. Como parte de un proceso de implementación y mejora continua, este estudio será una referencia para la implementación de proyectos de eficiencia energética, consumo responsable y fomento a las capacidades locales, estatales y nacionales en materia de acción ante el Cambio Climático. Es necesario reconocer que la selección de un esquema de certificación, la presentación del Inventario de Gases de Efecto Invernadero y la definición de objetivos de mitigación acordes a los objetivos institucionales tienen el potencial de promover las transformaciones necesarias que permitan la implementación exitosa de las políticas Universitarias en materia de sustentabilidad y acción ante el Cambio Climático.

## Tabla de Contenido

Resumen Ejecutivo.....	2
Tabla de Contenido .....	6
Índice de Tablas.....	11
Índice de Figuras .....	12
Índice de Ecuaciones.....	15
1 Introducción.....	16
1.1 Antecedentes.....	16
1.2 Objetivos.....	18
2 Metodología.....	19
2.1 Actividades.....	19
2.2 Evaluación de Opciones de Certificación.....	19
2.3 Inventarios de Emisiones.....	19
2.3.1 Metodologías de Cálculo.....	21
2.3.1.1 Emisiones Directas.....	22
2.3.1.2 Segundo alcance.....	22
2.3.1.3 Tercer alcance.....	23
2.3.1.4 Transporte de Alumnos, personal administrativo y docentes.....	23
2.3.1.5 Vehículo Propio.....	24
2.3.1.6 Taxi.....	24
2.3.1.7 Camión.....	25
2.3.1.8 Tren ligero.....	25
2.3.1.9 Bicicleta y caminando.....	26
2.3.1.10 Envío de paquetería.....	26
2.3.1.11 Viajes aéreos institucionales.....	26
2.3.1.12 Transporte y disposición de residuos sólidos urbanos.....	27
2.3.1.13 Consumo de papel.....	27
2.3.1.14 Reducción de Emisiones y Captura de carbono.....	27
2.3.1.15 Paneles y luminarias solares.....	28
2.3.2 Factores de Emisión.....	29
2.3.2.1 Fuentes fijas de emisión.....	29
2.3.2.2 Fuentes móviles de emisión.....	29
2.3.2.3 Consumo eléctrico.....	30
2.3.2.4 Viajes de avión.....	30
2.3.2.5 Viajes en transporte terrestre.....	30
2.3.2.6 Viajes en vehículos rentados.....	31
2.3.2.7 Consumo de papel de oficina, sanitario y seca manos.....	31
2.4 Identificación de Actividades de Mitigación y Planes de Trabajo.....	33
3 Resultados.....	36
3.1 Evaluación de Opciones de Certificación.....	36
3.1.1 Recomendación de la Modalidad de Certificación para los CUs.....	38
3.1.2 Planes Futuros.....	39
3.2 Inventario de Emisiones.....	39
3.2.1 Inventario de Emisiones de GEI del Centro Universitario de Arte, Arquitectura y Diseño (CUAAD).....	40
3.2.1.1 Descripción General.....	40
3.2.1.2 Recabación de Información en el Centro.....	41

3.2.1.3	Definición de Datos de Actividad y Selección de Factores de Emisión para el CUAAD 50	
3.2.1.4	Cálculo de Emisiones para el Alcance Seleccionado.....	52
3.2.1.5	Almacenamiento y Captura de Carbono en Arbolado .....	54
3.2.1.6	Emisiones Netas y Proyecciones Futuras de Emisiones .....	55
3.2.2	Inventario de Emisiones de GEI del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA) .....	56
3.2.2.1	Descripción General.....	56
3.2.2.2	Recabación de Información en el Centro.....	58
3.2.2.3	Definición de Datos de Actividad y Selección de Factores de Emisión para el CUCBA 66	
3.2.2.4	Cálculo de Emisiones para el Alcance Seleccionado.....	68
3.2.2.5	Almacenamiento y Captura de Carbono en Arbolado .....	70
3.2.2.6	Emisiones Netas y Proyecciones Futuras de Emisiones .....	71
3.2.3	Centro Universitario de Ciencias Económico-Administrativas (CUCEA).....	72
3.2.3.1	Descripción General.....	72
3.2.3.2	Recabación de Información en el Centro.....	73
3.2.3.3	Definición de Datos de Actividad y Selección de Factores de Emisión para el CUCEA 82	
3.2.3.4	Cálculo de Emisiones para el Alcance Seleccionado.....	84
3.2.3.5	Almacenamiento y Captura de Carbono en Arbolado .....	86
3.2.3.6	Emisiones Netas y Proyecciones Futuras de Emisiones .....	87
3.2.4	Inventario de Emisiones de GEI del Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingeniería (CUCEI) .....	88
3.2.4.1	Descripción General.....	88
3.2.4.2	Recabación de Información en el Centro.....	89
3.2.4.3	Definición de Datos de Actividad y Selección de Factores de Emisión para el CUCEI 97	
3.2.4.4	Cálculo de Emisiones para el Alcance Seleccionado.....	99
3.2.4.5	Almacenamiento y Captura de Carbono en Arbolado .....	101
3.2.4.6	Emisiones Netas y Proyección Futura de Emisiones.....	102
3.2.5	Inventario de Emisiones de GEI del Centro Universitario de Ciencias de la Salud (CUCS).....	103
3.2.5.1	Descripción General.....	103
3.2.5.2	Recabación de Información en el Centro.....	104
3.2.5.3	Definición de Datos de Actividad y Selección de Factores de Emisión para el CUCS 112	
3.2.5.4	Cálculo de Emisiones para el Alcance Seleccionado.....	113
3.2.5.5	Almacenamiento y Captura de Carbono en Arbolado .....	115
3.2.5.6	Emisiones Netas y Proyección Futura de Emisiones .....	116
3.2.6	Inventario de Emisiones de GEI del Centro Universitario de Ciencias Sociales y Humanidades (CUCSH) .....	117
3.2.6.1	Descripción General.....	117
3.2.6.2	Recabación de Información en el Centro.....	118
3.2.6.3	Definición de Datos de Actividad y Selección de Factores de Emisión para el CUCSH 126	
3.2.6.4	Cálculo de Emisiones para el Alcance Seleccionado.....	128
3.2.6.5	Almacenamiento y Captura de Carbono en Arbolado .....	130
3.2.6.6	Emisiones Netas y Proyección Futura de Emisiones.....	130
3.2.7	Resumen de emisiones para los CUs metropolitanos. ....	132
3.3	Plan de Trabajo. ....	133

3.3.1	Definición de Objetivo de Mitigación.....	133
3.3.2	Identificación de Medidas de Mitigación en el CUAAD.....	134
3.3.2.1	Fuentes Fijas de Emisión .....	135
3.3.2.2	Residuos.....	135
3.3.2.3	Energía Eléctrica.....	135
3.3.3	Identificación de Medidas de Mitigación en el CUCBA .....	136
3.3.3.1	Fuentes Fijas de Emisión .....	137
3.3.3.2	Residuos.....	137
3.3.3.3	Energía Eléctrica.....	138
3.3.4	Identificación de Medidas de Mitigación en el CUCEA .....	139
3.3.4.1	Fuentes Fijas de Emisión .....	139
3.3.4.2	Residuos.....	139
3.3.4.3	Energía Eléctrica.....	140
3.3.5	Identificación de Medidas de Mitigación en el CUCEI.....	141
3.3.5.1	Fuentes Fijas de Emisión .....	141
3.3.5.2	Residuos.....	142
3.3.5.3	Energía Eléctrica.....	142
3.3.6	Identificación de Medidas de Mitigación en el CUCS .....	143
3.3.6.1	Fuentes Fijas de Emisión .....	143
3.3.6.2	Residuos.....	144
3.3.6.3	Energía Eléctrica.....	144
3.3.7	Identificación de Medidas de Mitigación en el CUCSH.....	145
3.3.7.1	Fuentes Fijas de Emisión .....	145
3.3.7.2	Residuos.....	146
3.3.7.3	Energía Eléctrica.....	146
3.3.8	Resumen de Medidas de Mitigación en CUs Metropolitanos.....	147
3.3.9	Identificación de Opciones de Neutralización.....	148
3.3.10	Definición de Objetivos de Reducción y Neutralización de Emisiones de GEI.....	151
3.3.10.1	Objetivos de Reducción y Neutralización de Emisiones de GEI para el CUAAD	151
3.3.10.2	Objetivos de Reducción y Neutralización de Emisiones de GEI para el CUCBA	153
3.3.10.3	Objetivos de Reducción y Neutralización de Emisiones de GEI para el CUCEA	155
3.3.10.4	Objetivos de Reducción y Neutralización de Emisiones de GEI para el CUCEI	156
3.3.10.5	Objetivos de Reducción y Neutralización de Emisiones de GEI para el CUCS.	157
3.3.10.6	Objetivos de Reducción y Neutralización de Emisiones de GEI para el CUCSH	158
3.3.11	Resumen de los Planes de Mitigación y Neutralización para los CUs Metropolitanos	159
4	Conclusiones .....	162
5	Agradecimientos .....	165
6	Referencias.....	166
7	Anexos .....	171
7.1	Anexo 1. Especies arbóreas en los Centros Universitarios.....	171
7.1.1	Especies arbóreas en CUAAD.....	171
7.1.2	Especies arbóreas en CUCBA.....	172
7.1.3	Especies arbóreas en CUCEA.....	175
7.1.4	Especies arbóreas en CUCEI.....	177
7.1.5	Especies arbóreas en CUCS.....	180

7.1.6	Especies arbóreas en CUCSH.....	181
7.2	Anexo 2. Oficios de coordinación de primera visita a Centros Universitarios.....	183
7.2.1	Coordinación de primera visita al CUAAD del Proyecto Diagnóstico de Emisiones de Efecto Invernadero (GEI).....	183
7.2.2	Coordinación de primera visita al CUCBA del Proyecto Diagnóstico de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero.....	184
7.2.3	Coordinación de primera visita al CUCBA del Proyecto Diagnóstico de Emisiones de Efecto Invernadero (GEI).....	185
7.2.4	Coordinación de primera visita al CUCEI del Proyecto Diagnóstico de Emisiones de Efecto Invernadero (GEI).....	186
7.2.5	Coordinación de primera visita al CUCS del Proyecto Diagnóstico de Emisiones de Efecto Invernadero (GEI).....	187
7.2.6	Coordinación de primera visita al CUCSH del Proyecto Diagnóstico de Emisiones de Efecto Invernadero (GEI).....	188
7.3	Anexo 3. Minutas de la Primer Visita en Centros Universitarios.....	189
7.3.1	Minuta de la Reunión de la Primera visita al CUAAD como parte del Proyecto: Diagnóstico de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI).....	189
7.3.2	Minuta de la Reunión de la Primera visita al CUCBA: Diagnóstico de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI).....	191
7.3.3	Minuta de la Reunión de la Primera visita al CUCEA como parte del Proyecto: Diagnóstico de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI).....	193
7.3.4	Minuta de la Reunión de la Primera visita al CUCEI como parte del Proyecto: Diagnóstico de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI).....	195
7.3.5	Minuta de la Reunión de la Primera visita al CUCS como parte del Proyecto: Diagnóstico de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI).....	196
7.3.6	Minuta de la Reunión de la Primera visita al CUCSH como parte del Proyecto: Diagnóstico de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI).....	198
7.4	Anexo 4. Diapositivas de presentación de proyecto en Centros Universitarios.....	200
7.5	Anexo 5. Formatos de captura de información.....	206
7.5.1	Información general.....	206
7.5.2	Calderas.....	208
7.5.3	Generadores eléctricos.....	209
7.5.4	Bombas contra incendio.....	210
7.5.5	Estufas en cocinas.....	211
7.5.6	Estufas y quemadores en laboratorios y talleres.....	212
7.5.7	Equipos de soldadura.....	213
7.5.8	Tanques estacionarios.....	214
7.5.9	Refrigeradores y congeladores.....	215
7.5.10	Aires acondicionados.....	216
7.5.11	Cámaras de enfriamiento.....	217
7.5.12	Subestaciones eléctricas.....	218
7.5.13	Transformadores.....	219
7.5.14	Refrigeradores y Congeladores.....	220
7.5.15	Vehículos utilitarios del Centro Universitario.....	221
7.5.16	Montacargas y otra maquinaria.....	222
7.5.17	Jardinería.....	223
7.5.18	Transporte de personal.....	224
7.5.19	Medidores de electricidad.....	226
7.5.20	Paneles fotovoltaicos.....	227
7.5.21	Luminarias de funcionamiento solar.....	228
7.5.22	Pozos de extracción de agua.....	229



7.5.23	Tomas al sistema de agua municipal.....	230
7.5.24	Diésel .....	231
7.5.25	Gas LP.....	232
7.5.26	Gas Natural .....	233
7.5.27	Gasolina .....	234
7.5.28	Refrigerantes .....	235
7.5.29	Combustóleo .....	236
7.5.30	Acetilenos.....	237
7.5.31	Otros.....	238
7.5.32	Energía utilizada .....	239
7.5.33	Viajes aéreos .....	240
7.5.34	Viajes terrestres.....	241
7.5.35	Viajes en vehículos .....	242
7.5.36	Paquetería.....	243
7.5.37	Papel de oficina virgen.....	244
7.5.38	Papel de oficina reciclado .....	245
7.5.39	Papel sanitario .....	246
7.5.40	Papel seca manos .....	247
7.5.41	Agua utilizada .....	248
7.5.42	Agua residual .....	249
7.5.43	Residuos sólidos.....	250
7.5.44	RPBI.....	251
7.5.45	Plan de manejo de residuos.....	252
7.6	Anexo 6 .....	253
7.6.1	Tablas de estimación de GEI por Consumo Eléctrico CUCEI .....	253
7.6.2	Tablas de estimación de GEI por Consumo Eléctrico CUCEA.....	254
7.6.3	Tablas de estimación de GEI por Consumo Eléctrico CUAAD .....	255
7.6.4	Tablas de estimación de GEI por Consumo Eléctrico CUCBA.....	256
7.6.5	Tablas de estimación de GEI por Consumo Eléctrico CUCS.....	257
7.7	Anexo 7. Encuesta de movilidad en Centros Universitarios.....	258

## Índice de Tablas

Tabla 1. Tabla resumen de factores de emisión par a las diferentes categorías y fuentes de emisión considerados en los protocolos de certificación. ....	32
Tabla 2. Opciones de certificación del Protocolo de Neutralidad de Carbono consideradas para los CUs metropolitanos. ....	36
Tabla 3. Resumen de factores de emisión correspondientes al alcance de certificación de neutralidad de carbono a nivel edificio en CUAAD. ....	52
Tabla 4. Emisiones de GEI correspondientes al alcance de <i>Edificio</i> para la certificación como neutral en carbono en el CUAAD, 2015. ....	53
Tabla 5. Información relativa al almacenamiento y captura de carbono en el arbolado presente en el CUAAD. ....	54
Tabla 6. Numeralia Institucional y Proyecciones futuras. ....	56
Tabla 7. Resumen de factores de emisión correspondientes al alcance de certificación de neutralidad de carbono a nivel edificio en CUCBA. ....	68
Tabla 8. Emisiones de GEI correspondientes al alcance de <i>Edificio</i> para la certificación como neutral en carbono en el CUCBA, 2015. ....	69
Tabla 9. Información relativa al almacenamiento y captura de carbono en el arbolado presente en el CUCBA. ....	70
Tabla 10. Numeralia Institucional y Emisiones Futuras CUCBA. ....	71
Tabla 11. Resumen de factores de emisión correspondientes al alcance de certificación de neutralidad de carbono a nivel edificio en CUAAD. ....	83
Tabla 12. Emisiones de GEI correspondientes al alcance de <i>Edificio</i> para la certificación como neutral en carbono en el CUCEA, 2015. ....	84
Tabla 13. Información relativa al almacenamiento y captura de carbono en el arbolado presente en el CUCEA. ....	86
Tabla 14. Numeralia Institucional y Emisiones Futuras CUCEA. ....	87
Tabla 15. Resumen de factores de emisión correspondientes al alcance de certificación de neutralidad de carbono a nivel edificio en CUCEI. ....	99
Tabla 16. Emisiones de GEI correspondientes al alcance de <i>Edificio</i> para la certificación como neutral en carbono en el CUCEI, 2015. ....	99
Tabla 17. Información relativa al almacenamiento y captura de carbono en el arbolado presente en el CUCEI. ....	101
Tabla 18. Numeralia Institucional y Emisiones Futuras CUCEI. ....	102
Tabla 19. Resumen de factores de emisión correspondientes al alcance de certificación de neutralidad de carbono a nivel edificio en CUCS. ....	113
Tabla 20. Emisiones de GEI correspondientes al alcance de <i>Edificio</i> para la certificación como neutral en carbono en el CUCS, 2015. ....	114
Tabla 21. Información relativa al almacenamiento y captura de carbono en el arbolado presente en el CUCS. ....	115
Tabla 22. Numeralia Institucional y Emisiones Futuras CUCS. ....	116
Tabla 23. Resumen de factores de emisión correspondientes al alcance de certificación de neutralidad de carbono a nivel edificio en CUCSH. ....	127
Tabla 24. Emisiones de GEI correspondientes al alcance de <i>Edificio</i> para la certificación como neutral en carbono en el CUCSH, 2015. ....	128
Tabla 25. Información relativa al almacenamiento y captura de carbono en el arbolado presente en el CUCSH. ....	130
Tabla 26. Numeralia Institucional y Emisiones Futuras CUCSH. ....	131
Tabla 27. Resumen de Objetivos de Mitigación y Neutralización en los CUs Metropolitanos considerados (2015-2030) (en ton de CO <sub>2</sub> e) ....	161

Tabla 28. Resumen de Objetivos de Mitigación y Neutralización en los CUs Metropolitanos considerados (2015-2030) (en millones de pesos) .....	161
---	-----

## Índice de Figuras

Figura 1. Ubicación geográfica de CUAAD, tomado de Google-Maps, 2016. ....	41
Figura 2. Instalaciones generales de CUAAD.....	41
Figura 3. Estacionamiento general de CUAAD sección de vehículos. ....	42
Figura 4. Estacionamiento general de CUAAD sección de vehículos. ....	43
Figura 5. Cafetería en horas de operación normal en CUAAD.....	43
Figura 6. Cocina de cafetería de CUAAD.....	44
Figura 7. Instalaciones de almacenamiento de Gas LP en CUAAD. ....	44
Figura 8. Boiler para calentamiento de agua en CUAAD.....	45
Figura 9. Equipos de combustión fija en laboratorio de textiles. ....	45
Figura 10. Equipos de fuentes de emisión fija en CUAAD. ....	46
Figura 11. Transformador eléctrico ubicado en CUAAD. ....	47
Figura 12. Equipamiento interno de manejo de residuos en CUAAD. ....	48
Figura 13. Zona de disposición de residuos sólidos en CUAAD.....	48
Figura 14. Zona de disposición de residuos sólidos en CUAAD.....	49
Figura 15. Vista general de edificios y arbolado en CUAAD.....	50
Figura 16. Vista general de edificios y arbolado en CUAAD.....	50
Figura 17. Distribución porcentual de las emisiones de GEI para las categorías incluidas en el alcance, para CUAAD, 2015. ....	54
Figura 18. Ubicación geográfica de CUCBA, tomado de Google-Maps, 2016. ....	57
Figura 19. Instalaciones generales de CUCBA. ....	57
Figura 20. Estacionamiento general de CUCBA sección de vehículos. ....	58
Figura 21. Estacionamiento general de CUCBA sección de vehículos. ....	59
Figura 22. Equipos de combustión directa en laboratorios. ....	59
Figura 23. Instalaciones de laboratorios en CUCBA. ....	60
Figura 24. Contenedores de almacenamiento de Gas LP en CUCBA. ....	60
Figura 25. Instalaciones de almacenamiento de Gas LP en CUCBA. ....	61
Figura 26. Planta de emergencia de luz alimentada diésel en CUCBA. ....	61
Figura 27. Equipos de combustión móvil (vehículos) en CUCBA. ....	62
Figura 28. Equipos de fuentes de emisión fugitiva. ....	62
Figura 29. Transformador eléctrico ubicado en CUCBA.....	63
Figura 30. Sistemas fotovoltaicos en CUCBA. ....	64
Figura 31. Equipamiento interno de manejo de residuos en CUCBA.....	65
Figura 32. Vista general de arbolado en CUCBA. ....	65
Figura 33. Vista general de arbolado y edificios en CUCBA. ....	66
Figura 34. Distribución porcentual de las emisiones de GEI para las categorías incluidas en el alcance, para CUCBA, 2015. ....	69
Figura 35. Ubicación geográfica de CUCEA, tomado de Google-Maps, 2016. ....	72
Figura 36. Instalaciones generales de CUCEA. ....	73
Figura 37. Estacionamiento general de CUCEA sección de vehículos.....	74
Figura 38. Estacionamiento general de CUCEA sección de motocicletas.....	74
Figura 39. Cafetería en horas de operación normal en CUCEA. ....	75
Figura 40. Cocina de personal de servicios generales de CUCEA. ....	76
Figura 41. Contenedores de almacenamiento de gasolina para uso en equipos de jardinería de CUCEA. ....	76
Figura 42. Instalaciones de almacenamiento de Gas LP en CUCEA.....	77
Figura 43. Planta de emergencia de luz alimentada diésel en CUCEA. ....	77

Figura 44. Equipos de combustión móvil del departamento de mantenimiento en CUCEA.....	78
Figura 45. Equipos de fuentes de emisión fija. Calentador de agua para las instalaciones de CUCEA.....	78
Figura 46. Transformador eléctrico ubicado en CUCEA.....	79
Figura 47. Equipamiento interno de manejo de residuos en CUCEA.....	80
Figura 48. Zona de disposición de residuos sólidos en CUCEA.....	80
Figura 49. Zona de disposición de residuos sólidos en CUCEA.....	81
Figura 50. Vista general de edificios y arbolado en CUCEA.....	81
Figura 51. Distribución porcentual de las emisiones de GEI para las categorías incluidas en el alcance, para CUCEA, 2015.....	85
Figura 52. Ubicación geográfica de CUCEI, tomado de Google-Maps, 2016.....	88
Figura 53. Instalaciones generales de CUCEI.....	89
Figura 54. Estacionamiento general de CUCEI sección de vehículos.....	90
Figura 55. Estacionamiento general de CUCEI sección de motocicletas.....	90
Figura 56. Cafetería en horas de operación normal en CUCEI.....	91
Figura 57. Laboratorios dentro de CUCEI.....	92
Figura 58. Contenedores de almacenamiento de gasolina para uso en equipos de jardinería de CUCEI.....	92
Figura 59. Instalaciones de almacenamiento de Gas LP en CUCEI.....	93
Figura 60. Planta de emergencia de luz alimentada diésel en CUCEI.....	93
Figura 61. Equipos de combustión móvil del departamento de mantenimiento en CUCEI.....	94
Figura 62. Equipos de fuentes de emisión móvil. Lagartos del personal de mantenimiento.....	94
Figura 63. Transformador eléctrico ubicado en CUCEI.....	95
Figura 64. Equipamiento interno de manejo de residuos en CUCEI.....	96
Figura 65. Zona de disposición de residuos sólidos en CUCEI.....	96
Figura 66. Vista general de edificios y arbolado en CUCEI.....	97
Figura 67. Distribución porcentual de las emisiones de GEI para las categorías incluidas en el alcance, para CUCEI, 2015.....	100
Figura 68. Ubicación geográfica de CUCS, tomado de Google-Maps, 2016.....	103
Figura 69. Instalaciones generales de CUCS.....	104
Figura 70. Estacionamiento general de CUCS sección de vehículos.....	105
Figura 71. Estacionamiento general de CUCS sección de motocicletas.....	105
Figura 72. Cafetería en horas de operación normal en CUCS.....	106
Figura 73. Laboratorios de especialidades odontológicas de CUCS.....	106
Figura 74. Plantas de emergencia de CUCS.....	106
Figura 75. Equipos de combustión en laboratorios de CUCS.....	107
Figura 76. Equipos de almacenamiento de combustibles en CUCS.....	107
Figura 77. Transformador eléctrico ubicado en CUCS.....	108
Figura 78. Equipamiento interno de manejo de residuos en CUCS.....	109
Figura 79. Zona de disposición de residuos sólidos en CUCS.....	110
Figura 80. Zona de disposición de residuos sólidos en CUCS.....	111
Figura 81. Vista general de edificios y arbolado en CUCS.....	111
Figura 82. Distribución porcentual de las emisiones de GEI para las categorías incluidas en el alcance, para CUCS, 2015.....	115
Figura 83. Ubicación geográfica de CUCSH, tomado de Google-Maps, 2016.....	117
Figura 84. Instalaciones generales de CUCSH.....	118
Figura 85. Estacionamiento general de CUCSH sección de vehículos.....	119
Figura 86. Cafetería en horas de operación normal en CUCSH.....	119
Figura 87. Cafetería en horas de operación normal en CUCSH.....	120
Figura 88. Contenedores de almacenamiento de Gas LP en CUCSH.....	120
Figura 89. Tablero de control de planta de emergencia de luz alimentada diésel en CUCSH.....	121

Figura 90. Equipos de combustión móvil del departamento de mantenimiento en CUCSH.....	121
Figura 91. Equipos de fuentes de emisión fugitiva. Aires acondicionados en CUCSH.....	122
Figura 92. Transformador eléctrico ubicado en CUCSH.....	123
Figura 93. Medidores de electricidad en CUCSH.....	123
Figura 94. Equipamiento interno de manejo de residuos en CUCSH.....	124
Figura 95. Zona de disposición de residuos sólidos en CUCSH.....	124
Figura 96. Zona de disposición de residuos sólidos en CUCSH.....	125
Figura 97. Vista general de edificios y arbolado en CUCSH.....	125
Figura 98. Distribución porcentual de las emisiones de GEI para las categorías incluidas en el alcance, para CUCSH, 2015.....	129
Figura 99. Emisiones totales por categoría para la certificación a nivel Edificios, todos los CUs metropolitanos, 2015.....	132
Figura 100. Distribución porcentual de las emisiones de GEI por las categorías incluidas para la certificación a nivel Edificios, todos los CUs metropolitanos, 2015.....	133
Figura 101. Plan general propuesto de reducción y neutralización de emisiones de GEI en CUAAD 2015-2030.....	152
Figura 102. Plan general propuesto de reducción y neutralización de emisiones de GEI en CUCBA 2015-2030.....	154
Figura 103. Plan general propuesto de reducción y neutralización de emisiones de GEI en CUCEA 2015-2030.....	156
Figura 104. Plan general propuesto de reducción y neutralización de emisiones de GEI en CUCEI 2015-2030.....	157
Figura 105. Plan general propuesto de reducción y neutralización de emisiones de GEI en CUCS 2015-2030.....	158
Figura 106. Plan general propuesto de reducción y neutralización de emisiones de GEI en CUCSH 2015-2030.....	159
Figura 107. Plan general propuesto de reducción y neutralización de emisiones de GEI en los seis CUs Metropolitanos 2015-2030.....	160

## Índice de Ecuaciones

Ecuación 1. Ecuación general de estimación de emisiones directas .....	22
Ecuación 2. Ecuación general de estimación de emisiones directas fugitivas .....	22
Ecuación 3. Ecuación general de estimación de emisiones por consumo eléctrico .....	23
Ecuación 4. Ecuación general de estimación de emisiones por uso de vehículo propio.....	24
Ecuación 5. Ecuación general de estimación de emisiones por uso de taxi / uber.....	25
Ecuación 6. Ecuación general de estimación de emisiones por uso de camión .....	25
Ecuación 7. Ecuación general de estimación de emisiones por uso de tren ligero .....	25
Ecuación 8. Ecuación general de estimación de emisiones por uso de servicios de paquetería .....	26
Ecuación 9. Ecuación general de estimación de emisiones por viajes aéreos institucionales.....	26
Ecuación 10. Ecuación general de estimación de emisiones por residuos .....	27
Ecuación 11. Emisiones por consumo de papel. ....	27
Ecuación 12. Reducción de emisiones por instalación de equipos solares .....	28

# 1 Introducción

## 1.1 Antecedentes

El concepto de desarrollo sustentable, aunque ha sido ampliamente utilizado y sin duda ha tenido éxito como una declaración política, enfrenta muchos y diversos retos en su interpretación e implementación. Tradicionalmente se interpreta como “el desarrollo que permite satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades” (Brundtland, 1987). Sin embargo, esta definición no considera entre otros aspectos criterios para establecer un marco de implementación o aspectos de equidad intra e inter generacionales. En este contexto el flujo o *el consumo* de ciertos materiales y la generación de residuos son parte en un acto natural, propio de los seres vivos y ciclos ambientales. El consumo como problema ambiental surge en el momento en el que los seres humanos complejizan las necesidades de consumo y toman el control sobre los recursos naturales de provisión y de asimilación, degradándolos a una velocidad mayor de lo que estos tardan en regenerarse.

La preocupación por el cambio climático comenzó con el reconocimiento científico de la relación entre las emisiones de diferentes gases de efecto invernadero (GEI), particularmente el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y el calentamiento global. El interés mundial por responder a la situación dio lugar a la formación del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) en 1988. El IPCC publicó su primer informe de evaluación en 1990 (Houghton et al., 1990), el cual jugó un papel importante en el establecimiento de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), un tratado ambiental internacional adoptado durante la Cumbre de Río en 1992, con el objetivo de estabilizar las concentraciones de GEI en la atmósfera a un nivel que impida interferencias peligrosas, por parte del ser humano, en el sistema climático (CMNUCC, 1992). A partir de éstos compromisos, los países y organizaciones de distinta índole se han dado a la tarea de generar información acerca de la presión antrópica que se ejerce sobre el clima a través de la contabilización de emisiones de GEI siguiendo las metodologías del IPCC para elaborar inventarios de GEI.

En la elaboración de los inventarios de GEI se incluyen dos tipos principales de fuentes de emisión. El primer grupo corresponde las emisiones directas, las cuales son aquellas que ocurren dentro de los límites y el control de la organización ya sea por la operación de maquinaria dentro en sus

instalaciones o uso de vehículos de su propiedad, asimismo se incluyen las emisiones fugitivas de los equipos refrigerantes, en su mayoría. Un segundo grupo son las emisiones indirectas las cuales ocurren como parte de los procesos de producción de los bienes y servicios utilizados por la organización o como consecuencia de la operación de la organización o realización de actividades específicas (p.e. transporte de personal hacia un centro, envíos de paquetería, viajes ejecutivos, entre otros).

Originalmente de acuerdo con la Ley General de Cambio Climático (LGCC), México tiene como meta aspiracional reducir la emisión de los GEI en un 50% para el 2050 respecto a las emitidas en el 2000. Como parte de su Contribución Prevista Determinada a Nivel Nacional (INDC por sus siglas en inglés) comunicada por México ante la CMNUCC en el año 2015, este objetivo fue actualizado y ahora indica que el país habrá de reducir sus emisiones de GEI en 25% para el año 2030 en relación con aquellas del año 2013 meta que podrá ser mayor si se alcanzan acuerdos de cooperación ambiciosos a nivel internacional (CMNUCCC, 2015). En este contexto resulta de suma importancia que todos los sectores sociales se sumen a estos esfuerzos y generen acciones y políticas para reducir sus emisiones de GEI.

La neutralidad de carbono es un concepto que indica que un individuo, empresa u organización ha realizado actividades y esfuerzos para eliminar su contribución al cambio climático. La mitigación del cambio climático comprende primero, los esfuerzos que se realizan para reducir las emisiones anuales de GEI y segundo, las acciones complementarias realizadas para compensar el efecto de aquellas emisiones de GEI que no es posible reducir. Existen varios protocolos de certificación los cuales cuentan con lineamientos y recomendaciones de reconocimiento internacional para realizar un diagnóstico de las emisiones de GEI para diferentes entidades y alcances que puede ir desde individuos, desarrollos urbanos, organizaciones, edificios hasta productos o actividades específicas. Lograr una certificación de neutralidad en carbono les permite a las entidades que se certifican, comunicar y publicitar sus esfuerzos y resultados obtenidos en la reducción de sus impactos ambientales.

De acuerdo con UdG (2016), la historia de la Universidad de Guadalajara se traslada a la época virreinal de la región occidente de México. A lo largo de los años, la Universidad de Guadalajara ha buscado ser una institución que forme profesionistas competitivos en el contexto global, realice investigación de vanguardia y pertinente a las necesidades sociales y desarrolle innovadores



programas de vinculación con la sociedad. Actualmente, es la máxima casa de estudios del estado de Jalisco y una de las 10 universidades más grandes e importantes del país.

La UdG, reconoce que la institución no es ajena a cumplir con los ambiciosos objetivos de mitigación del Cambio Climático y asume la responsabilidad de promover un desarrollo de bajo impacto. De acuerdo con el Rector General UdG, Mtro. Izcoatl Tonatiuh Bravo y el Plan de Desarrollo Institucional (2014-2030), la disminución de la huella de carbono y la inclusión de las energías renovables son hilos conductores del trabajo institucional y los objetivos parten de visualizar la institución como sustentable y socialmente responsable. (Mensaje rector general; 27/04/2016, PDI 2014-2030; p:53, Mensaje rector general; 29/04/2016).

## **1.2 Objetivos**

El objetivo del proyecto es evaluar la factibilidad y requerimientos para alcanzar la certificación de neutralidad de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) (*neutralidad en carbono*) generadas en los Centros Universitarios (CUs) con los que cuenta la Universidad de Guadalajara (UdeG) en la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG). El proyecto propone tres objetivos particulares:

- Primero, realizar una evaluación del tipo de certificación de neutralidad de carbono más apropiada para implementar por la UdeG;
- Segundo, identificar las fuentes de emisión de GEI en los CUs de la UdeG en la ZMG y elaborar los inventarios de emisiones correspondiente con la información disponible, y;
- Tercero, elaborar una propuesta de plan de trabajo para alcanzar la certificación de neutralidad en carbono.

## **2 Metodología.**

### **2.1 Actividades.**

### **2.2 Evaluación de Opciones de Certificación.**

Para realizar el diagnóstico de opciones de certificación el presente proyecto de consultoría utiliza el Protocolo de Neutralidad en Carbono (NCP, 2016) para evaluar el potencial de certificación de los CUs. Este protocolo plantea una serie de metodologías y un marco de trabajo conjunto que involucra la medición y monitoreo de las emisiones directas e indirectas de GEI, así como el diseño y certificación de los proyectos de reducción de emisiones. Con la finalidad de mantener una consistencia en un rango de situaciones posibles, el protocolo provee una serie de certificaciones a corporaciones del sector público y privado, productos, servicios, actividades, etc.

En este entregable se describirán los requisitos, las necesidades de información y las implicaciones que cada tipo de certificación tiene para que se realice el proceso de gestión dentro de cada CU (i.e. planeación, medición y monitoreo, mitigación y compensación de emisiones de GEI). El siguiente cuadro muestra los CUs considerados dentro de este proyecto.

### **2.3 Inventarios de Emisiones**

La parte más importante dentro de un proceso de certificación para la neutralidad de carbono, es la elaboración del Inventario de Gases de Efecto Invernadero (IGEI). Un IGEEI es una herramienta donde se reporta de forma cuantitativa, la cantidad de emisiones de GEI y las fuentes de emisión correspondientes a una organización determinada (SEMARNAT, 2014).

Con base en las definiciones y decisiones adoptadas como parte de las actividades para elaborar el entregable anterior, se identificarán las fuentes de emisión clave y necesidades de información específicas para cada CU. Las fuentes de emisión incluyen las emisiones directas por fuentes fijas y fuentes móviles y las emisiones indirectas por uso de electricidad y agua, aquellas derivadas de las cadenas de suministro y distribución de materiales, las asociadas al transporte de personal, alumnos y asistentes a eventos y en su caso el traslado como parte de los viajes de negocio incluyendo el hospedaje.

Para la elaboración del inventario de emisiones de GEI de cada uno de los CUs se preparará un cuestionario que será revisado con el personal de la oficina de Universidad Sustentable para identificar la disponibilidad de la información requerida y la persona de contacto con la que podrá obtenerse dicha información. Se contempla la realización de un máximo de 3 visitas a cada CU para la realización de estos trabajos (i.e. una reunión de introducción y recopilación de información, una reunión de seguimiento y recepción de información y una reunión final de presentación de resultados).

Para generar la estimación de las emisiones de GEI se buscará contar con información de al menos los últimos 12 meses. La tendencia histórica podrá analizarse considerando los cambios en cada uno de los CUs (p.e. en función del número de alumnos) y la disponibilidad de información de las diferentes fuentes de emisión de GEI para un año determinado que podría utilizarse como línea de base (p.e. para los años 1990 o 2000).

El inventario de emisiones se elaborará con base en las especificaciones de la norma ISO-14064-1 por medio del método de definición de datos de actividad y selección de factores de emisión. En función de la información disponible para las diferentes fuentes de emisión se propondrán diferentes factores de emisión que permitan conocer la magnitud de las mismas utilizando factores generados por investigaciones a nivel local, nacional o internacional. En la selección de la información de los factores de emisión se utilizarán también las directrices e información publicada por el Panel Intergubernamental del Cambio Climático (PICC, 2006) así como información de las comunicaciones nacionales de México ante la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático.

Los inventarios de emisiones de GEI incluirán la estimación de los acervos y contenido de carbono en el arbolado presente en los CUs a partir de la información de inventarios desarrollados por la UdeG. En este proyecto se asume que el cliente cuenta con la información del número de individuos identificados por especie y con la información al menos de altura y diámetro a la altura de pecho y que ésta información estará disponible para el equipo consultor. En caso de que se cuente con la información histórica del crecimiento y edad de los árboles se podrá además hacer un estimado del promedio de captura de carbono anual.

Los resultados del inventario se presentarán para cada CU en término de toneladas totales de emisiones de CO<sub>2</sub>e por año, además se presentarán análisis por hectárea considerando la superficie de cada CU y por alumno.

Para generar la estimación de las emisiones de GEI se buscó contar con información de al menos los últimos 12 meses. Con base a la Numeralia Institucional, la tendencia histórica fue analizada considerando los cambios en los CUs y de acuerdo a la disponibilidad de información de las diferentes fuentes de emisión de GEI para un año determinado utilizado como línea de base el año de 2015.

El inventario de emisiones se elaboró con base en las especificaciones de la norma ISO-14064-1 por medio del método de definición de datos de actividad y selección de factores de emisión. En función de la información disponible para las diferentes fuentes de emisión, se propusieron diferentes factores que permiten conocer la magnitud de las mismas utilizando información generada por investigaciones a nivel local, nacional o internacional (p.e. IPCC). En la selección de la información de los factores de emisión se utilizaron también las directrices e información publicada por el Panel Intergubernamental del Cambio Climático (PICC, 2006) así como información de las comunicaciones nacionales de México ante la CMNUCC, entre otras.

### **2.3.1 Metodologías de Cálculo**

Con el fin de calcular el IGEI de los CU metropolitanos, se contabilizarán las emisiones anuales de GEI emitidas a la atmósfera, considerando las fuentes directas e indirectas, bajo lineamientos generales de contabilidad que establece el NCP e ISO-14064-1. Los procesos de generación de emisiones de GEI y captura de carbono que efectivamente se incluyan en los inventarios serán aquellos que correspondan al esquema de certificación óptimo seleccionado.

Las emisiones *directas* son aquellas que se generan en los CUs a partir de la quema de ciertos combustibles y emisiones fugitivas de ciertos compuestos que son parte de las actividades, procesos y servicios que ofrece el CU. En contraste, las emisiones *indirectas* corresponden a aquellas que no se generan en el CU, pero pueden vincularse a los patrones de consumo –y de producción de los bienes y servicios comprados- y los métodos de disposición de residuos y descargas. Las emisiones indirectas se dividen en dos tipos: primero, en las emisiones de GEI generadas para *producir* los bienes y servicios utilizados por la organización; y segundo, en las emisiones de GEI generadas

como parte de los procesos de generación y *disposición* de residuos sólidos y descarga de aguas residuales del CU.

El método de cuantificación de emisiones GEI que se utilizará para fines del presente proyecto está basado en el análisis del consumo de diferentes bienes y servicios, para los cuales se utilizan diferentes factores de emisión para estimar las emisiones totales. Este es el enfoque general propuesto también por el IPCC basado en el uso de *datos de actividad* y *factores de emisión*. En el alcance se incluyen emisiones directas e indirectas bajo tres diferentes alcances y el cálculo de la biomasa contenida en las especies arbóreas en el CU y el potencial de captura de carbono de los mismos, así como la reducción de emisiones por el desarrollo previo de proyectos de energía renovable en el CU.

### 2.3.1.1 Emisiones Directas

La fórmula general de cálculo para las emisiones directas (ED), se encuentra en función de la cantidad en litros (C) del tipo de combustible (i), la densidad energética (i) y el factor de emisión correspondiente (FC<sub>i</sub>). Las ED se expresa con la siguiente relación.

Ecuación 1. Ecuación general de estimación de emisiones directas

$$ED = C(l) * (\rho_i \left(\frac{kg}{l}\right) * D_i \left(\frac{MJ}{Kg}\right) * FC_i \left(\frac{kgCO2}{MJ}\right)$$

Por otro lado, la categoría de emisiones directas engloba las emisiones fugitivas (EDF), principalmente de los equipos de refrigeración. La fórmula general que estima las emisiones fugitivas se encuentra en función de la capacidad (C) de los equipos de refrigeración, la cantidad (K) del gas refrigerante (Gi) y el potencial de calentamiento (GWP) del Gi.

Ecuación 2. Ecuación general de estimación de emisiones directas fugitivas

$$EDF = C(ton \text{ ó } hp) * Ki(Kg) * GWP \left(\frac{kgCO2}{kgGi}\right)$$

### 2.3.1.2 Segundo alcance

El segundo alcance tiene como objetivo la estimación de GEI por fuentes indirectas. El principal componente de las emisiones indirectas de GEI en los CUs corresponde al uso de electricidad. La

electricidad es generada normalmente a distancia en alguna de las centrales de generación de la Comisión Federal de Electricidad (CFE). La CFE utiliza diferentes tecnologías para generar la electricidad que se consume en la red nacional, muchas de las cuales utilizan combustibles fósiles. De acuerdo con la información solicitada, el CU cuenta con los siguientes números de contrato (RPU) a la CFE.

De acuerdo con el Registro Nacional de Emisiones (RENE, 2015), el factor de emisión por consumo de electricidad en México más reciente es de 0.454 ton-CO<sub>2</sub>e por Mega watt-hora consumido. Con base en la información proporcionada del cobro centralizado de electricidad para los CUs en el año de 2015 y del factor de emisión (FE) eléctrico se estiman las emisiones (ECE). Por otro lado, el PCN (2016) considera que para la estimación es necesario la inclusión de las pérdidas por distribución y transmisión (P). De acuerdo con CFE (2015), P= 13.1%. La relación que estima las emisiones por consumo eléctrico se expresa a continuación.

Ecuación 3. Ecuación general de estimación de emisiones por consumo eléctrico

$$ECE = FE \left( \frac{kgCO_2}{MWh} \right) * CE(MW) + P(\%) * CE(MW)$$

#### 2.3.1.3 Tercer alcance

El tercer y último alcance corresponde a las emisiones asociadas a las emisiones indirectas que no se mencionan en el apartado anterior. La mayoría de las actividades y producción de bienes y servicios generan GEI. Las principales emisiones indirectas dentro de los CUs son el transporte de alumnos y personal, transporte de productos adquiridos en el CU, bienes o combustibles, viajes de negocios de empleados con fines institucionales, transportación y disposición de residuos sólidos. La metodología de cálculo en este apartado se realizó tomando en consideración las anteriores mencionadas, por lo cual, fue necesario establecer una relación que estime las emisiones de GEI para cada uno, las cuales se describen a continuación:

#### 2.3.1.4 Transporte de Alumnos, personal administrativo y docentes

La estimación de GEI por concepto de transporte de alumnos y personal se propone mediante la aplicación de un cuestionario en línea (ver anexo 7.7) en donde se describen generalidades del tipo de transporte que se utiliza hacia y desde los CUs, porcentaje de uso, tiempo de traslado, número de

veces que se visita cada CU por semana y si tienen hábitos de reducción de emisiones (p.e. compartir vehículo). El cuestionario se encuentra dividido en siete apartados para la obtención de datos. La encuesta comienza con un apartado de captura de información personal, posteriormente incluye cinco diferentes categorías que corresponden a los posibles métodos de traslado en el municipio y alrededores, entre los que destacan: Vehículo propio, Taxi, Microbús, Bicicleta y Caminando. La emisión de GEI se encuentra en función del tipo de transporte que utilizan los alumnos y personal, así como los hábitos en el día a día. La estimación de GEI para las diferentes categorías se describe mediante las siguientes relaciones

### 2.3.1.5 Vehículo Propio

La estimación de las emisiones de GEI por la utilización de vehículo propio (ET) para el traslado desde y hacia el los CUs toma en consideración la densidad y poder calorífico (P) del tipo de combustible  $i$  que utiliza, la eficiencia de consumo del vehículo en función del modelo, año y tipo (E), las personas (p) que comparten el vehículo, tiempo de traslado (t), velocidad promedio de la ZMG (v), semanas de asistencia promedio al año al CU(k), factor de emisión (F) y la fracción de uso (u) con respecto a los otros tipos de transporte. Los resultados se expresan en TonCO<sub>2</sub>e/año.

Ecuación 4. Ecuación general de estimación de emisiones por uso de vehículo propio

$$ET = \frac{\rho_i \left(\frac{kg}{l}\right) * P \left(\frac{KJ}{Kg}\right) * F \left(\frac{kgCO_2}{KJ}\right) * v \left(\frac{km}{h}\right) * E \left(\frac{l}{km}\right) * t(h) * k(sem) * u}{p}$$

### 2.3.1.6 Taxi

La categoría de taxi como medio de transporte hacia/desde el CU también fue tomada en consideración y la metodología de cálculo es similar a la utilización de vehículo propio como medio de transporte. La diferencia entre la categoría anterior, radica en las personas que ocupan el vehículo la cual será al menos dos personas (p.e. chofer y pasajero) y la eficiencia del vehículo (Edef) se encuentra predefinida. De igual manera, la relación se encuentra expresada en tiempo de traslado (t), velocidad promedio de transporte (v), semanas de asistencia promedio al año al CU(k), factor de emisión (F) y la fracción de uso (u) con respecto a los otros tipos de transporte. Los resultados se expresan en TonCO<sub>2</sub>e/año.

Ecuación 5. Ecuación general de estimación de emisiones por uso de taxi / uber

$$ET_{\text{Taxi/Uber}} = \frac{\rho_i \left(\frac{kg}{l}\right) * P \left(\frac{KJ}{Kg}\right) * F \left(\frac{kgCO2}{KJ}\right) * v \left(\frac{km}{h}\right) * E_{\text{def}} \left(\frac{l}{km}\right) * t(h) * k(sem) * u}{p}$$

### 2.3.1.7 Camión

Dentro de los principales medios de transporte se encuentra el camión. Los usuarios hacen uso del servicio de transporte público hacia y desde los CUs. La estimación de GEI por la utilización de camión como medio de transporte toma en consideración el tiempo de traslado, el número de camiones, el tipo de combustible que utilizan, eficiencia de consumo promedio de camiones, la velocidad promedio (v), semanas de asistencia promedio al CU, factor de emisión (F), asistencia promedio al año al CU (k) y porcentaje de uso (u) con respecto a los otros tipos de transporte. Los resultados se expresan en TonCO2e/año.

Ecuación 6. Ecuación general de estimación de emisiones por uso de camión

$$ET = \frac{\rho_{\text{diesel}} \left(\frac{kg}{l}\right) * P_{\text{diésel}} \left(\frac{KJ}{Kg}\right) * F_{\text{diésel}} \left(\frac{kgCO2}{KJ}\right) * v \left(\frac{km}{h}\right) * E \left(\frac{l}{km}\right) * t(h) * k(sem) * u}{p}$$

### 2.3.1.8 Tren ligero

El tren ligero es de gran importancia en la movilidad dentro de la ZMG. En el año de 2015 se registraron 125,000 usuarios por día (Informador, 2016), por lo que representa un sistema de movilidad comúnmente utilizado entre los alumnos y personal de los CUs. La estimación de las emisiones de GEI para el tren ligero (ETL) toma en consideración el tiempo de traslado (t), la velocidad promedio (v), intensidad energética por pasajero-kilómetro (I), factor de conversión (f), porcentaje de uso (u) con respecto a los otros tipos de transporte y las semanas en promedio de uso al año (k) y se expresa mediante la siguiente relación:

Ecuación 7. Ecuación general de estimación de emisiones por uso de tren ligero

$$ETL = t(h) * v \left(\frac{km}{h}\right) * I \left(\frac{MJ}{p - km}\right) * f \left(\frac{kgCO2}{MJ}\right) * k(sem) * u$$



### 2.3.1.9 Bicicleta y caminando

El uso de la bicicleta y caminar juegan un papel importante en la sustentabilidad en los sistemas de transporte en las ciudades. Las emisiones por la utilización de la bicicleta y caminar son cero, sin embargo, se pueden estimar las emisiones que se hubieran generado por el uso de algún otro tipo de transporte (e.j. auto propio) para ver la importancia de mitigación del uso de transporte no motorizado y promover el desarrollo de proyectos que favorezcan este tipo de transporte. Para este escenario, se toman en consideración la metodología descrita en el apartado 2.3.1.5 para vehículo propio, tomando como referencia un vehículo 4 cilindros y velocidad promedio en bicicleta o caminando.

### 2.3.1.10 Envío de paquetería

Para la estimación de las emisiones de los CUs, es necesario incluir las emisiones asociadas al envío de paquetería nacional e internacional (EP) que se realiza desde el CU. Tomando en consideración la cantidad de envíos realizados, el peso de cada uno de los paquetes (p), la distancia promedio de destino (d) y el factor de emisión propio para el tipo de transporte utilizado (aéreo o terrestre) (ft), se calculan las emisiones mediante la siguiente expresión:

Ecuación 8. Ecuación general de estimación de emisiones por uso de servicios de paquetería

$$EP = p(kg) * d(km) * ft\left(\frac{kgCO2}{kg - km}\right)$$

### 2.3.1.11 Viajes aéreos institucionales

Para la estimación de las emisiones de GEI en los CUs, es importante tomar en consideración los viajes aéreos que se realizaron en el año 2015 con fines institucionales. El enfoque general de la transportación aérea es estimar la distancia total viajada (D) por lo cual fue necesario adquirir la información del número y detalle de destinos de cada vuelo institucional. El cálculo de las emisiones además toma en consideración un factor de emisión base por pasajero-km promedio y se expresa mediante la siguiente relación:

Ecuación 9. Ecuación general de estimación de emisiones por viajes aéreos institucionales

$$CViajesAvión = D(km) * factorAviación\left(\frac{kgCO2}{pasajero - km}\right)$$

### 2.3.1.12 Transporte y disposición de residuos sólidos urbanos

La generación de residuos genera emisiones por el tipo de tratamiento que recibe y la composición de los mismos por la descomposición, resultando en la generación de metano (CH<sub>4</sub>). Los datos de actividad de esta categoría toman en consideración la cantidad generada de residuos y la composición de los mismos. La estimación de las emisiones de CH<sub>4</sub> para los residuos generados en los CUs se realiza mediante la herramienta “waste model” desarrollada por PICC (2006c) para el tratamiento y composición de residuos.

Ecuación 10. Ecuación general de estimación de emisiones por residuos

$$ER = Cantidad(ton) * FE\left(\frac{kgCO_2}{tonelada}\right)$$

### 2.3.1.13 Consumo de papel

La relación general que se utiliza para la cuantificación de las emisiones de GEI por el consumo de papel, sin importar su tipo, se encuentra en función de la cantidad consumida en el año (C), el peso promedio (w) por tipo de presentación (rollo, paquete, etc.) y el factor de emisión (FE) característico para el tipo de papel.

Ecuación 11. Emisiones por consumo de papel.

$$ECP = C(unidades) * w(kg) * FEi\left(\frac{kgCO_2e}{kg\text{ papel}}\right)$$

### 2.3.1.14 Reducción de Emisiones y Captura de carbono

Dentro de los inventarios de emisiones, las acciones que representan una disminución de la emisión de GEI, también son consideradas e incluidas en la estimación global. Estas acciones comúnmente se les conoce como reducciones de emisiones y, por lo general, involucra la conservación de especies arbóreas en el lugar de estudio, equipos de mitigación del cambio climático y buenas prácticas en el manejo de residuos y descargas de agua. (p.e. recuperación de metano, compostaje, etc.)

Los inventarios de emisiones de GEI incluyen la estimación de los acervos y contenido de carbono en el arbolado. Los árboles, por su proceso natural de crecimiento, favorecen la captura de CO<sub>2</sub> de la atmósfera por el proceso de fotosíntesis. Bajo lo anterior expuesto, el arbolado que se encuentra en los CUs juega un papel en la mitigación de las emisiones locales. La Universidad de Guadalajara ha realizado esfuerzos importantes para conocer cuál es la contribución del arbolado ubicado en las áreas verdes de los CUs en la dinámica local de carbono y la mitigación del cambio climático. El Ordenamiento de Arbolado UdG (GEOSINTESIS, 2015) para los CUs metropolitanos muestra información específica del tipo de especie, diámetro de altura al pecho (DAP), altura (h), coordenadas geográficas, entre otros parámetros, de las especies arbóreas en las inmediaciones del CU. Tomando como base la información disponible en el estudio, se realiza la estimación de captura de carbono, asumiendo que los árboles cuentan con el potencial de mantener un incremento del 1% anual de la captura de carbono utilizando las ecuaciones alométricas sugeridas por el grupo consultor responsable del estudio.

#### *2.3.1.15 Paneles y luminarias solares*

Por otro lado, la instalación de equipos que ayudan a mitigar los efectos del Cambio Climático que son la instalación de paneles fotovoltaicos y luminarias solares. En contraparte, si no se tuvieran esos equipos dentro del CU, normalmente serían remplazados por las fuentes de energía convencional que generan emisiones de GEI a la atmósfera, por lo tanto, es importante su inclusión dentro del inventario. La estimación del descuento de emisiones (DE) de GEI por equipos se encuentra en función de la capacidad (C) de la celda fotovoltaica, la radiación diaria promedio (R) en el lugar de estudio y la eficiencia (e) de la celda fotovoltaica. La estimación del descuento de emisiones por la instalación de equipos solares, se encuentra definida por la siguiente expresión.

Ecuación 12. Reducción de emisiones por instalación de equipos solares

$$DE = C(W) * R \left( \frac{W}{m^2} \right) * e(\%)$$

## 2.3.2 Factores de Emisión

### 2.3.2.1 Fuentes fijas de emisión

El consumo de gas se determina en función de la cantidad consumida en cocinas, cafeterías, laboratorios y sistemas de calentamiento de agua, y, de acuerdo a las propiedades térmicas del gas LP, se toma como referencia el valor sugerido por EPA (2014) 1.715 kg kgCO<sub>2</sub>e/l. El factor tomado como referencia incluye las emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O producto de la combustión. Posteriormente y con base en los consumos reportados por los Centros Universitarios, así como la numeralia institucional, se establece un valor por defecto aplicable de 3.13 kg kgCO<sub>2</sub>/persona-año.

Las plantas de emergencia que se localizan en los Centros Universitarios requieren diésel para su funcionamiento. Las emisiones por la quema de diésel, se encuentran en función de la cantidad de plantas de emergencia que reportan los Centros Universitarios y, dado que no se tiene información precisa de las horas de operación, se establece un periodo de funcionamiento de 2 horas por semana al 75% para la capacidad de 75 KVA. De acuerdo con la eficiencia promedio, horas de funcionamiento, numeralia institucional y el factor de emisión que ya incluye las emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O producto de la combustión sugerido para el diésel por EPA (2014) de 3.21 kg CO<sub>2</sub>e/l, se obtiene un factor de emisión individual de 0.748 kgCO<sub>2</sub>/persona-año.

Por otro lado, el factor de emisión por emisiones fugitivas se obtiene a partir de información compartida por un experto en venta, instalación y servicio de equipos de aire acondicionado doméstico, industrial y automotriz. Con base en el inventario de equipos de aire acondicionado, la capacidad de los mismos expresada en toneladas (esta es una medida de la capacidad del equipo) y utilización de HCFC-22 (R-22) como refrigerante, se supone la cantidad de 1kg R-22/ton de equipo y una pérdida del 10% anual de este gas de efecto invernadero. De acuerdo con el Potencial de Calentamiento Global (PCG) para ese tipo de gas se establece un factor de emisión de 1810 kg CO<sub>2</sub>/kg R-22. Asimismo, con base en la numeralia institucional del Centro Universitario, se establece un factor de emisión individual de 25.1 kg CO<sub>2</sub>e/persona-año.

### 2.3.2.2 Fuentes móviles de emisión

El factor de emisión correspondiente a las fuentes móviles de emisión se encuentra en función de la cantidad consumida de gasolina en vehículos registrados, maquinaria utilizada para mantenimiento

de áreas verdes, tractores, lagartos, etc. que se encuentren registrados como propiedad del Centro Universitario en el año de cuantificación, y de acuerdo con EPA (2014), el valor sugerido es de 3.49 kg CO<sub>2</sub>e/l. El factor de emisión tomado como referencia incluye las emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O producto de la combustión. Posteriormente y con base en los consumos reportados por los Centros Universitarios, así como la numeralia institucional, se establece un valor por defecto aplicable de 37.24 kg CO<sub>2</sub>e/persona-año.

#### 2.3.2.3 *Consumo eléctrico*

Las emisiones asociadas al consumo eléctrico en el Centro Universitario se determinan en función a la información compartida por el personal de Universidad Sustentable de la cantidad consumida de kW-h en el año de 2015. El factor de emisión propuesto por SEMARNAT (2015) de 0.454 kg CO<sub>2</sub>/kW-h. Este factor no incluye las emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O que se generan durante los procesos de combustión para la producción de energía, por lo tanto, se toma como referencia los valores propuestos por EPA (2014) de 0.0002139 kg CO<sub>2</sub>e/kWh y 0.003253 kg CO<sub>2</sub>e/kWh, respectivamente para CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O. El factor de emisión que engloba los anteriores es 0.457 kgCO<sub>2</sub>e/kWh. Por otro lado, el proceso de certificación como carbono neutral establece como requisito cuantificar la pérdida de energía por transmisión y distribución en la red nacional, por lo tanto, se considera el valor de 13% de acuerdo con el Informe Anual CFE (2014).

#### 2.3.2.4 *Viajes de avión*

Las emisiones asociadas a los viajes vía aérea de carácter institucional se determinan en función de la distancia viajada a partir de los registros de vuelos comprados y la distancia entre aeropuertos de salida y de destino. Aviation and global atmosphere del IPCC (s.f) sugiere un valor por defecto de 0.256 kg CO<sub>2</sub>e/pasajero-km. La información referente a los vuelos realizados en el año de referencia en el Centro Universitario es limitada, por lo tanto, se utiliza el valor reportado por Guereca (2012) para el estudio de inventario de emisiones del Instituto de Ingeniería de UNAM de 0.748 kg CO<sub>2</sub>e/persona-año. Con la finalidad de mejorar la precisión de los resultados, se sugiere estimar el factor de emisión característico para cada Centro Universitario de acuerdo a las consideraciones antes mencionadas.

#### 2.3.2.5 *Viajes en transporte terrestre*

Para la estimación de las emisiones asociadas a viajes en transporte terrestre, se consideran los viajes de carácter institucional que se hayan realizado utilizando un servicio de autobús. De acuerdo a la información compartida por los Centros Universitarios, la eficiencia promedio de un autobús de 0.321 kg CO<sub>2</sub>e/milla fue obtenida de la herramienta de estimación de GEI en Campus Universitarios de New Hampshire University (2016) y la distancia recorrida total desde los puntos de salida y destino, se estima un factor de emisión individual de 0.237 kg CO<sub>2</sub>/persona-año.

#### *2.3.2.6 Viajes en vehículos rentados*

Al igual que la categoría anterior para la estimación de las emisiones asociadas a viajes en transporte terrestre, se consideran los viajes de carácter institucional que se hayan realizado utilizando un servicio de autobús, sin embargo, utilizando el autobús completo para transporte de personal, alumnos, etc. De acuerdo a la información compartida por los Centros Universitarios, la eficiencia promedio de un autobús de 0.321 kg CO<sub>2</sub>e/milla obtenida de la herramienta de estimación de GEI en Campus Universitarios de New Hampshire University (2016), ocupación promedio de 40 personas y la distancia recorrida total desde los puntos de salida y destino, se determina un factor individual de 3.625 kg CO<sub>2</sub>/persona-año.

#### *2.3.2.7 Consumo de papel de oficina, sanitario y seca manos*

Las estimaciones de las emisiones asociadas al consumo de papel se consideran para la cuantificación de GEI en los Centros Universitarios. Las categorías presentes para uso del personal y alumnado son el papel blanco de oficina, papel sanitario y seca manos. La estimación se encuentra en función de la cantidad consumida de los anteriores en el año de cuantificación. De acuerdo con CCIZ (2016), el factor de emisión correspondiente al papel de oficina virgen y reciclado es de 3 y 1.8 Kg CO<sub>2</sub>e/kg de papel, respectivamente. Por otro lado, de acuerdo con el European Tissue Symposium ETS (2008), el factor de emisión correspondiente al papel sanitario es del orden de 1.284 kg CO<sub>2</sub>e/kg de papel. Con base en la información proporcionada por los Centros Universitarios y el peso promedio del papel de acuerdo con las fichas técnicas de Kimberly Clark ® (2016), se determina un factor de emisión individual de 1.59 kg CO<sub>2</sub>/persona-año para papel de oficina, 2.92 kg CO<sub>2</sub>/persona año para papel sanitario y 1.37 kg CO<sub>2</sub>/persona-año para papel seca manos.

La Tabla 1 a continuación muestra el resumen de los factores de emisión requeridos para estimar las emisiones de GEI de las diferentes categorías y fuentes solicitadas por los diferentes niveles de certificación definidos por el Protocolo de Neutralidad en Carbono.

Tabla 1. Tabla resumen de factores de emisión par a las diferentes categorías y fuentes de emisión considerados en los protocolos de certificación.

<b>Tipo</b>	<b>Factor de emisión</b>	<b>Unidades</b>	<b>Fuente de información</b>
<b>Alcance 1</b>			
Gasolina (CO <sub>2</sub> )	0.0693	(KgCO <sub>2</sub> /MJ)	IPCC (2006)
Gasolina (CH <sub>4</sub> )	0.00050	(KgCH <sub>4</sub> /l)	US GHG Inventory EPA (2014)
Gasolina (N <sub>2</sub> O)	0.0001659	(KgN <sub>2</sub> O/l)	US GHG Inventory EPA (2014)
Diésel (CO <sub>2</sub> )	2.38454	(Kg CO <sub>2</sub> /l)	IPCC (2006)
Diésel (CH <sub>4</sub> )	0.0042	(Kg CO <sub>2</sub> /l)	New Hampshire University (2016) *
Diésel (N <sub>2</sub> O)	0.01965	(Kg CO <sub>2</sub> /l)	New Hampshire University (2016)
Gas LP (CO <sub>2</sub> )	0.0631	(Kg CO <sub>2</sub> /MJ)	IPCC (2006)
Gas LP (CO <sub>2</sub> )	2.98463	(Kg CO <sub>2</sub> /kg)	US GHG Inventory EPA (2014)
Gas LP (CO <sub>2</sub> )	1.67139	(Kg CO <sub>2</sub> /l)	US GHG Inventory EPA (2014)
Gas LP (CH <sub>4</sub> )	0.00594	(kg CO <sub>2</sub> /l)	New Hampshire University (2016)
Gas LP (N <sub>2</sub> O)	0.03795	(kg CO <sub>2</sub> /l)	New Hampshire University (2016)
<b>Alcance 2</b>			
Consumo eléctrico (CO <sub>2</sub> )	0.454	(Kg CO <sub>2</sub> e/kWh)	SEMARNAT (2015)
Consumo eléctrico (CH <sub>4</sub> )	0.000214	(Kg CO <sub>2</sub> e/kWh)	Energy Information Administration (2002)
Consumo eléctrico (N <sub>2</sub> O)	0.003253	(KgCO <sub>2</sub> e/kWh)	Energy Information Administration (2002)
<b>Alcance 3</b>			
Transporte aéreo	0.256	(Kg CO <sub>2</sub> e/pasajero-km)	Aviation and Global Atmosphere IPCC
Transporte terrestre (bus) eficiencia	2.5	(Km/l)	
Transporte terrestre (bus) eficiencia	0.0668	(kg CO <sub>2</sub> /pasajero-km)	Green House Gas Protocol (2014) EF from cross sector tools
Transporte terrestre (carro) eficiencia	13	(Km/l)	
Papel oficina virgen	3	(Kg CO <sub>2</sub> e/Kg Papel)	CCIZ (2016)

<b>Tipo</b>	<b>Factor de emisión</b>	<b>Unidades</b>	<b>Fuente de información</b>
Papel oficina reciclado	1.8	(Kg CO <sub>2</sub> e/Kg Papel)	CCIZ (2016)
Papel sanitario	1.284	(Kg CO <sub>2</sub> e/Kg Papel)	European tissue symposium (2008)
Residuos Sólidos	14.2	kg CO <sub>2</sub> e/persona-año	Guereca (2012)
<b>Otros datos</b>			
Generación diaria	0.81	Kg basura/persona-día	Guereca (2012)
Paneles 250 W	1.3	kWhr/día	Expertise
Paneles 300 W	1.6	kWhr/día	Expertise
Luminarias 120 W	0.567	kWhr/día	Expertise
Equipos de enfriamiento (mini Split)	1	kgR22/ton	Expertise
Refrigeradores domésticos	0.25	kgR-12/refrigerador	Expertise
Congeladores industriales			Expertise
Cámaras de enfriamiento	2	kgR-22/ (ton o hp)	Expertise
Cámaras de congelamiento	2	kgR-502/ (ton o hp)	Expertise
<b>Potencial de Calentamiento Global</b>			
PCG CO <sub>2</sub>	1	kgCO <sub>2</sub> e/kg CO <sub>2</sub> e	IPCC (2007)
PCG CH <sub>4</sub>	28	kgCO <sub>2</sub> e/kgCH <sub>4</sub>	IPCC (2016)
PCG N <sub>2</sub> O	298	kgCO <sub>2</sub> e/kgN <sub>2</sub> O	IPCC (2007)
Emisiones fugitivas R-22	1810	kg CO <sub>2</sub> e/kg refrigerante	Green House Gas Protocol (2016)

\* New Hampshire University (2016); Carbon campus calculator.

## 2.4 Identificación de Actividades de Mitigación y Planes de Trabajo

Las actividades de mitigación son aquellas cuyo objetivo principal se centra en la reducción de emisiones de Gases de Efecto Invernadero. Su cuantificación se basa en el principio de la reducción



de emisiones por la implementación de cierta actividad y es comparable con las emisiones que se hubieran generado en caso de no haber realizado esa medida.

La actividad de mitigación propuesta para los Centros Universitarios, es la implementación de un proyecto de instalación de paneles solares. Con esto se logra cubrir la demanda energética utilizando una fuente de energía limpia y renovable, es decir, los Centros Universitarios dejaran de consumir energía generada a partir de la quema de fuentes fósiles. La cuantificación se realiza en función a la cantidad de paneles instalados que permitan mitigar las emisiones de Gases de Efecto Invernadero en un periodo de 15 años. Los pasos generales para la implementación del proyecto involucran desde el potencial de generación para la zona geográfica del Centro Universitario, dimensionamiento del área requerida de instalación, análisis energético de demanda contratada, estudios de factibilidad económica, estudio de factibilidad técnica, instalación de equipos adicionales relacionados al consumo eléctrico y trámites administrativos para realizar la interconexión con CFE.

Por otro lado, el manejo adecuado de residuos en los Centros Universitarios puede resultar en una actividad de mitigación sustancial. Mediante la recuperación de materiales y la disposición y tratamiento adecuado de los mismos, se pueden reducir las emisiones, puesto que los materiales entrarían de nuevo en la cadena productiva y no irían a un sitio de disposición final donde por lo general, de acuerdo al tipo de tratamiento, se realiza una descomposición anaeróbica que genera metano, por ejemplo. Para realizar la cuantificación de esta actividad de mitigación, es indispensable contar con información particular del tipo de residuo, cantidad de generación, composición, destino y tratamiento final. Los pasos generales para la implementación de proyectos de manejo integral de residuos involucran la estandarización y registro de la cantidad de residuos generada, composición en mezcla, información de las actividades que realiza la empresa recolectora de residuos y las características generales del tipo de tratamiento final.

El tercer entregable del proyecto corresponde a la identificación general de las medidas de mitigación que podrían realizarse en cada uno de los CUs y de los requerimientos que se deberán cumplir para contar con la certificación de neutralidad en carbono. Las actividades potenciales de mitigación del cambio climático (i.e. reducción de emisiones de GEI y aumento de la captura de carbono) y su potencial estimado de mitigación, será presentada al personal del programa Universidad Sustentable y personal técnico o administrativo seleccionado de cada CU para evaluar la factibilidad de realización. A partir del diagnóstico obtenido de las emisiones de GEI se

identificarán las principales etapas de trabajo para obtener la certificación. En función del potencial de reducción de emisiones en cada CU además se determinará la cantidad de emisiones de GEI que deberían neutralizarse y su costo por medio de diferentes mecanismos de compensación ambiental.

### 3 Resultados

#### 3.1 Evaluación de Opciones de Certificación.

El Protocolo de Neutralidad de Carbono (NCP, 2016), plantea una serie de metodologías y un marco de trabajo conjunto que involucra las mejores prácticas en la medición y monitoreo sistemático de las emisiones directas e indirectas de GEI, así como el diseño y certificación de los proyectos de reducción de emisiones. Con la finalidad de mantener una consistencia en un rango de situaciones posibles, el protocolo provee una serie de certificaciones a corporaciones del sector público y privado, productos, servicios, actividades, etc. Los resultados deberán ser reportados en CO<sub>2</sub>e y las emisiones asociadas por CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O deberán ser incluidas en las diferentes categorías.

En conjunto con personal de la UdeG se han acotado los alcances para el análisis de las emisiones de GEI en los CUs de la ZMG. La Tabla 2 a continuación muestra las diferentes opciones de certificación descritas en el Protocolo de Neutralidad de Carbono que pueden aplicar a las actividades desarrolladas en los CUs se describen los diferentes alcances y fuentes de emisión que son requeridas o no para cada una de las opciones de certificación.

Tabla 2. Opciones de certificación del Protocolo de Neutralidad de Carbono consideradas para los CUs metropolitanos.

Alcance	Fuente		Organización	Operaciones	Edificio	Espacios de Oficina
1	Emisiones directas de fuentes estacionarias que son propiedad de/o son arrendadas por la organización que generan emisiones directas o fugitivas.		R	R	R	R
	Emisiones directas de fuentes móviles que son propiedad de/arrendadas por la organización		R	R		
2	Emisiones por la generación de la electricidad utilizada por la organización		R	R	R	R
3	Adquisición de bienes y servicios	Agua	O	O	O	O
	Actividades relacionadas con emisiones del alcance 1 y 2	Emisiones asociadas a la producción de electricidad y combustibles (indirectas)	O	O	O	O

	Emisiones por distribución y transmisión de electricidad	R	R	R	R
	Todas las demás emisiones asociadas a la producción de electricidad y combustibles				
Transporte y distribución de materiales y materias primas utilizados	Paquetería y Mensajería	O	O	O	O
	Transporte y almacén de materiales y materias primas	R	R		
	Transporte y almacén de productos elaborados por la organización	R	R		
	Otras emisiones de transporte y distribución				
Residuos	Aguas residuales	O	O	O	O
	Otros residuos	R	R	R	R
Viajes de Negocio	Emisiones transporte por aire, transporte público vehículos rentados y taxi	R	R		
	Emisiones por servicios de hospedaje asociados a viajes de negocio	O	O		
Transporte de empleados y estudiantes		O	O		

R: Requerido; O: Opcional.

Las opciones consideradas son la certificación a nivel Organización, Operaciones, Edificio y Espacios de Oficinas. El Protocolo incluye otros alcances como son para Hoteles o Empresas Manufactureras, además de aquellas específicas para la elaboración de productos o desarrollo de actividades o servicios que quedan fuera de las actividades de los CUs (p.e. producción de empaques, publicaciones o electricidad; o actividades como mensajería, viajes, exhibiciones o eventos).

Como se aprecia en la Tabla 2 el tipo de fuentes de emisiones se divide por alcances. El Alcance 1 incluye las emisiones que son emitidas directamente dentro de la organización por fuentes que son propiedad o están bajo el control directo de la organización. Aquí se incluyen las fuentes fijas y fuentes móviles de emisiones. Dentro del Alcance 2 se incluyen las emisiones directas asociadas a la generación de la electricidad utilizada en la organización. Como Alcance 3 se incluyen las emisiones implícitas asociadas a diferentes procesos de consumo y actividades realizadas en la organización, se incluyen: las emisiones asociadas a la potabilización y bombeo del agua; otras emisiones indirectas asociadas a la generación de electricidad y combustibles utilizados en la organización; emisiones asociadas a las pérdidas por distribución y transmisión de electricidad; las

emisiones de los servicios de paquetería; las emisiones por el almacenamiento y transporte de materiales e insumos necesarios para la realización de las actividades; emisiones por el almacenamiento y transporte de productos generados por la organización; emisiones asociadas a la generación de aguas residuales y residuos sólidos; aquellas asociadas al transporte y hospedaje por viajes de negocio; y finalmente las del transporte de trabajadores y en este caso de estudiantes que acuden a los CUs.

Para cada uno de los tipos de certificación el protocolo propone diferentes alcances y define aquellos que son requeridos, aquellos que son opcionales y aquellos que no son relevantes. Es importante recalcar que la existencia y operación de los CUs, así como la infraestructura que los rodea indican las diferentes fuentes de emisiones y alcances que son relevantes por lo que sería pertinente poder iniciar un proceso de certificación a nivel Organización. Es notable el impacto que los CUs tienen en términos de movilidad al requerir el transporte diario de miles de personas desde diferentes puntos de origen de la ciudad, e incluso del estado; este impacto también incluye las emisiones de los vehículos de las flotillas propias de la Universidad. El impacto no se limita solamente al movimiento de personas, sino también incluye el movimiento de materiales que son utilizados en los CUs entre los que se incluyen, alimentos, papel, agua, libros, etc. También es posible identificar emisiones asociadas a Viajes de Negocio y otras actividades asociadas con la operación de los CUs como son asistencia a congresos, conferencias, competencias deportivas, servicio social, intercambios y prácticas profesionales.

### **3.1.1 Recomendación de la Modalidad de Certificación para los CUs.**

En vista de lo descrito en la sección anterior, todas las fuentes y procesos de emisión descritas para la obtención de la certificación de carbono neutralidad de nivel *Organización* son relevantes para conocer el impacto ambiental de los CUs metropolitanos. Mientras más detallada sea la información de las actividades que se realizan en los CUs se tendrá una estimación más completa del impacto que estos tienen en las emisiones de GEI y en su contribución al cambio climático.

Sin embargo, también es necesario reconocer que el aumentar cada vez más los niveles de detalle también vuelve más complejos los sistemas de gestión y procesamiento de información. Es por este motivo que se recomienda sentar un base común para todos los CUs considerados en este estudio, al mismo tiempo que se les ofrezca un camino y la metodología para que los CUs que estén en mejor posición, puedan aumentar el nivel de detalle de sus estimaciones. Lo anterior también toma en

consideración que en los CUs no existen actualmente sistemas integrados de gestión ambiental o de gestión de información ambiental.

La implementación de un proceso de certificación como el que describe en este documento debe realizarse de forma gradual en una organización como la Universidad de Guadalajara o los CUs. Por este motivo se recomienda iniciar con la consideración de un enfoque de certificación a nivel *Edificio* al cual se le podrán ir agregando gradualmente diferentes categorías de emisiones para generar un estimado más completo de las emisiones de GEI. La certificación de neutralidad de carbono a nivel de *Edificio* requiere la estimación de emisiones directas por fuentes estacionarias, las emisiones asociadas al uso de electricidad (incluyendo las pérdidas por distribución y transmisión de electricidad), y las emisiones asociadas al manejo de residuos sólidos (otros residuos); de forma opcional se podrán incluir las emisiones asociadas a la potabilización y bombeo de agua; y las asociadas al manejo y tratamiento de aguas residuales.

### **3.1.2 Planes Futuros.**

La Metodología descrita en la sección 2.3 muestra el enfoque general para la estimación de todas las fuentes de emisiones de GEI en los CUs considerando los diferentes alcances descritos en la Tabla 2. Asimismo, el Anexo presentado en la sección 7.1 presenta los formatos propuestos para la documentación y concentración de información de estos procesos. Estos formatos pueden ser tomados como referencia por el personal de los CUs que deseen avanzar en la implementación de los procesos de registro y rastreo de las actividades generadores de GEI y como parte de las estrategias de ahorro de recursos y acción ante el cambio climático. Estos formatos cubren los requisitos de información para las fuentes de emisión incluyen las emisiones directas por fuentes fijas y fuentes móviles y las emisiones indirectas por uso de electricidad y agua, aquellas derivadas de las cadenas de suministro y distribución de materiales, las asociadas al transporte de personal, alumnos y asistentes a eventos y en su caso el traslado como parte de los viajes de negocio incluyendo el hospedaje.

### **3.2 Inventario de Emisiones.**

Con base en las definiciones y decisiones adoptadas como parte de las actividades para elaborar este trabajo, se identificaron las fuentes de emisión clave y necesidades de información específicas para los CUs metropolitanos correspondientes al tipo de certificación a nivel Edificio.

Para la elaboración del inventario de emisiones de GEI de los CUs, se coordinó en conjunto con el departamento de Universidad Sustentable el acceso a la información requerida y la persona de contacto para las visitas a los diferentes CUs.

### **3.2.1 Inventario de Emisiones de GEI del Centro Universitario de Arte, Arquitectura y Diseño (CUAAD)**

#### *3.2.1.1 Descripción General*

De acuerdo con UdG (2016), las antiguas facultades de Arquitectura (fundadas en 1948), así como de las escuelas de Artes Plásticas (1925) y de Música (1952) son los antecesores a el CUAAD. El Centro Universitario, se integra por tres sedes, dos de las cuales ocupan conjuntos arquitectónicos patrimoniales del centro histórico de Guadalajara, como lo son el ex claustro de San Agustín y el ex claustro de Santa María de Gracia; la tercera sede se ubica en las inmediaciones de la Barranca de Huentitán. La numeralia institucional que reporta UdG (2016) para el año 2015 es de 6,910 alumnos de Licenciatura, Maestría y Doctorado.

La estimación del Inventario de Gases de Efecto Invernadero y subsecuente Plan de Trabajos propuesto del CUAAD corresponde a las instalaciones localizadas en Extremo Norte de la Calzada Independencia 5075, en Huentitán el Bajo., en el municipio de Guadalajara, Jalisco. La macro ubicación de CUAAD se puede apreciar en la Figura 1. La Figura 2 muestra una vista general de las instalaciones del CUAAD.

Figura 1. Ubicación geográfica de CUAAD, tomado de Google-Maps, 2016.



Figura 2. Instalaciones generales de CUAAD.



### 3.2.1.2 *Recabación de Información en el Centro*

Con el objetivo de complementar la información recibida a partir de la presentación inicial del proyecto se realizó una visita y recorrido al CUAAD con el objetivo de obtener información directa de los procesos de generación de emisiones de GEI. La visita se realizó el 22 de septiembre de 2016. Durante el recorrido se documentó la información de primera mano para identificar los procesos de generación de GEI.



### Equipos de Combustión Fija y Móvil.

En CUAAD se tienen identificados equipos de emisión directa de emisiones, dentro de los cuales destacan, estufas y equipos de aire acondicionado, principalmente. Por otro lado, las fuentes móviles de emisiones de contaminantes que se observan en CUAAD son podadoras de césped, sopladores y la flotilla vehicular.

Durante el recorrido también se pudo observar que la flotilla vehicular del personal de CUAAD y alumnado también contribuye a la generación de GEI, se observa una considerable afluencia vehicular y de motocicletas en el estacionamiento del Centro Universitario la Figura 3 y la Figura 4 a continuación muestran imágenes de las áreas de estacionamiento.

Figura 3. Estacionamiento general de CUAAD sección de vehículos.



Figura 4. Estacionamiento general de CUAAD sección de vehículos.



En su mayoría los equipos fijos y móviles utilizan diésel, gasolina y gas LP para su funcionamiento. La quema de combustibles contribuye a la emisión de GEI;  $\text{CO}_2$  en su mayoría, y en menor proporción la presencia de  $\text{CH}_4$  y  $\text{N}_2\text{O}$ . La Figura 7 a continuación muestran algunos de los recipientes de almacenamiento de combustibles utilizados en el CU; a continuación, la Figura 8 y hasta la Figura 10 muestran imágenes de algunos de los equipos utilizados en el CU que generan emisiones directas de GEI.

Figura 5. Cafetería en horas de operación normal en CUAAD.



Figura 6. Cocina de cafetería de CUAAD.



Figura 7. Instalaciones de almacenamiento de Gas LP en CUAAD.



Figura 8. Boiler para calentamiento de agua en CUAAD.



Figura 9. Equipos de combustión fija en laboratorio de textiles.



Figura 10. Equipos de fuentes de emisión fija en CUAAD.



#### Equipos Asociados al Consumo Eléctrico

Por otro lado, se observa que la alimentación eléctrica se realiza por medio de la Comisión Federal de Electricidad y la distribución interna se encuentra conformada por transformadores de tipo húmedo para la alimentación de los equipos eléctricos. Los procesos de generación de energía eléctrica se encuentran relacionados a la quema de combustibles fósiles. Al igual que en el apartado anterior, la quema de combustibles contribuye a la emisión de GEI;  $\text{CO}_2$ , en su mayoría, y en menor proporción la presencia de  $\text{CH}_4$  y  $\text{N}_2\text{O}$ . Para la cuantificación de GEI asociados al consumo eléctrico también debe de considerar la pérdida en las líneas de transmisión. Estos procesos corresponden a una fuente de emisiones indirectas. La Figura 11 a continuación muestra una imagen de uno de los transformadores eléctricos utilizados en el CU.

Figura 11. Transformador eléctrico ubicado en CUAAD.



### Generación y Manejo de Residuos

Se observa que en CUAAD existe un programa de separación de residuos. El personal que guió la visita comenta que actualmente se está dando seguimiento al mismo dentro de las instalaciones. Se tiene registro de un programa de separación de residuos, principalmente de PET, cartón y vidrio, el cual es realizado por los encargados del sitio, sin embargo, no se cuenta con información que documente su manejo en un periodo de tiempo considerable. La adecuada gestión de los residuos en el Centro Universitario, puede fomentar la reducción de emisiones de GEI a través de la recuperación de materiales y al reducir la generación de CH<sub>4</sub> en los sitios de disposición final. La Figura 12 y hasta la Figura 14 presentadas a continuación muestra el equipamiento e instalaciones utilizadas para el almacenamiento temporal de residuos sólidos

Figura 12. Equipamiento interno de manejo de residuos en CUAAD.



Figura 13. Zona de disposición de residuos sólidos en CUAAD.



Figura 14. Zona de disposición de residuos sólidos en CUAAD.



### Arbolado y Áreas Verdes

Las especies arbóreas presentes en el CU se encuentran identificadas en el Programa de Ordenamiento de Arbolado. La conservación aumento de las existencias de biomasa en el arbolado aumenta la remoción de carbono de la atmósfera dentro de las instalaciones del Centro Universitario. La Figura 15 muestra a continuación una vista de parte del arbolado presente en CUAAD; de acuerdo al Programa de Ordenamiento, se reporta que en el CU se cuenta con 369 árboles de 33 especies distintas que tienen un diámetro del tronco (a la altura de pecho) de entre 4.60 cm a 110.70 cm.



Figura 15. Vista general de edificios y arbolado en CUAAD.



Figura 16. Vista general de edificios y arbolado en CUAAD



### 3.2.1.3 *Definición de Datos de Actividad y Selección de Factores de Emisión para el CUAAD*

De acuerdo a las categorías requeridas para obtener la certificación como carbono neutral a nivel Edificio los factores de emisiones necesarios para estimar las emisiones en el CUAAD son los siguientes.

### Fuentes Fijas

El consumo de gas se determina en función de la cantidad consumida en cocinas, cafeterías, laboratorios y sistemas de calentamiento de agua, y, de acuerdo a las propiedades térmicas del gas LP, se toma como referencia el valor sugerido por EPA (2014) 1.715 kgCO<sub>2</sub>/l. El factor tomado como referencia incluye las emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O producto de la combustión. Posteriormente y con base en los consumos reportados, así como la numeralia institucional, se establece un valor por defecto aplicable de 3.13 kg kgCO<sub>2</sub>/persona-año. Por otro lado, el factor de emisión por emisiones fugitivas se obtiene a partir de información compartida por un experto en venta, instalación y servicio de equipos de aire acondicionado doméstico, industrial y automotriz. Con base en el inventario de equipos de aire acondicionado, la capacidad de los mismos expresada en toneladas (esta es una medida de la capacidad del equipo) y utilización de HCFC-22 (R-22) como refrigerante, se supone la cantidad de 1kg R-22/ton de equipo y una pérdida del 10% anual de este gas de efecto invernadero. De acuerdo con el Potencial de Calentamiento Global (PCG) de 18 para ese tipo de gas se establece un factor de emisión de 1810 kgCO<sub>2</sub>e/kg R-22. Asimismo, con base en la numeralia institucional del CU, se establece un factor de emisión individual de 25.1 kgCO<sub>2</sub>e/persona-año.

### Consumo eléctrico

Las emisiones asociadas al consumo eléctrico en el CUAAD se determinan en función a la información compartida por el personal de Universidad Sustentable de la cantidad consumida de kW-h en el año de 2015. El factor de emisión propuesto por SEMARNAT (2015) de 0.454 kg kgCO<sub>2</sub>/kW-h. Este factor no incluye las emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O que se generan durante los procesos de combustión para la producción de energía, por lo tanto, se toma como referencia los valores propuestos por EPA (2014) de 0.0002139 kg kgCO<sub>2</sub>e/kWh y 0.003253 kg kgCO<sub>2</sub>e/kWh, respectivamente para CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O. El factor de emisión que engloba los anteriores es 0.457 kg kgCO<sub>2</sub>e/kWh. Por otro lado, el proceso de certificación como carbono neutral establece como requisito cuantificar la pérdida de energía por transmisión y distribución en la red nacional, por lo tanto, se considera el valor de 13% de acuerdo con el Informe Anual CFE (2014).

## Residuos

La estimación del factor de emisión característico para los residuos, se realiza a partir de la información propia de cada CU en función de la tasa de generación, composición y tipo de tratamiento, sin embargo, la información requerida es limitada por lo que se utiliza el factor de emisión propuesto por Guereca (2012) en su estudio de inventario de GEI del CI del Instituto de Ingeniería UNAM (II-UNAM) de 20.5 kg kgCO<sub>2</sub>/persona-año. Para mejorar la precisión del valor utilizado, se recomienda utilizar las metodologías propuestas por el IPCC (2006), la cual requiere información específica de la composición, cantidad, tipo de tratamiento final, recuperación de materiales, fracciones seca y húmeda de los materiales, entre otros para estimar el factor que sea adecuado a cada Centro Universitario.

La Tabla 3 presentada a continuación muestra un resumen de los factores de emisión utilizados para estimar el total de emisiones de GEI de los procesos y fuentes requeridos para lograr una certificación de neutralidad de carbono a nivel de Edificio.

Tabla 3. Resumen de factores de emisión correspondientes al alcance de certificación de neutralidad de carbono a nivel edificio en CUAAD.

<b>Tipo</b>	<b>Factor de emisión</b>	<b>Unidades</b>	<b>Fuente de información</b>
Consumo gas	3.1334	kgCO <sub>2</sub> /persona-año	IPCC (2006); EPA (2014); CUs
Consumo diésel	0.7488	kgCO <sub>2</sub> /persona-año	New Hampshire University (2016) *; IPCC (2006); CUs
Enfriamiento	25.1156889	kgCO <sub>2</sub> /persona-año	Expertise; CUs
Consumo eléctrico	0.45747	kgCO <sub>2</sub> /kw-h	SEMARNAT (2015); CFE (2014)

\* New Hampshire University (2016); Carbon campus calculator.

### *3.2.1.4 Cálculo de Emisiones para el Alcance Seleccionado*

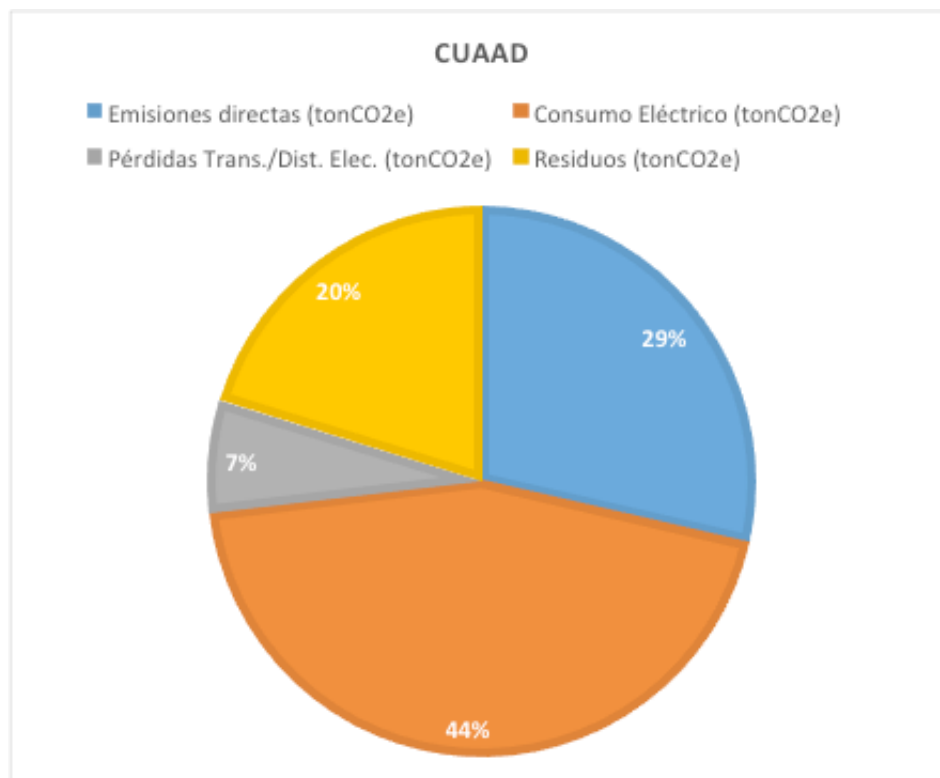
La Tabla 4 a continuación muestra el resumen de emisiones de GEI del CUAAD para el año 2015, correspondientes a los requerimientos de información para obtener una certificación como carbono neutral a nivel Edificio. Los resultados indican que al año se generan 689.3 tonCO<sub>2</sub>e. La Figura 17

muestra que la mayor fuente de emisiones en este alcance son las emisiones por uso de energía eléctrica seguidas de las emisiones por fuentes fijas y por manejo de residuos.

Tabla 4. Emisiones de GEI correspondientes al alcance de *Edificio* para la certificación como neutral en carbono en el CUAAD, 2015.

Alcance	Fuente	Edificio	Emisiones (tonCO2e/año)	
1	Emisiones directas de fuentes estacionarias que son propiedad de/o son arrendadas por la organización que generan emisiones directas o fugitivas.	R	197.2	
	Emisiones directas de fuentes móviles que son propiedad de/arrendadas por la organización		-	
2	Emisiones por la generación de la electricidad utilizada por la organización	R	306.9	
3	Adquisición de bienes y servicios	Agua	O	-
	Actividades relacionadas con emisiones del alcance 1 y 2	Emisiones asociadas a la producción de electricidad y combustibles (indirectas)	O	-
		Emisiones por distribución y transmisión de electricidad	R	45.9
		Todas las demás emisiones asociadas a la producción de electricidad y combustibles		-
	Transporte y distribución de materiales y materias primas utilizados	Paquetería y Mensajería	O	-
		Transporte y almacén de materiales y materias primas		-
		Transporte y almacén de productos elaborados por la organización		-
		Otras emisiones de transporte y distribución		-
	Residuos	Aguas residuales	O	-
		Otros residuos	R	139.4
	Viajes de Negocio	Emisiones transporte por aire, transporte público vehículos rentados y taxi		-
		Emisiones por servicios de hospedaje asociados a viajes de negocio		-
	Transporte de empleados y estudiantes			-
		<b>Total</b>	<b>689.3</b>	

Figura 17. Distribución porcentual de las emisiones de GEI para las categorías incluidas en el alcance, para CUAAD, 2015.



### 3.2.1.5 Almacenamiento y Captura de Carbono en Arbolado

La conservación de las especies arbóreas en los Centros Universitarios favorece la captura de CO<sub>2</sub>e, esta captura puede jugar un papel importante en el descuento de emisiones que se generan en otros procesos internos (p.e. fuentes fijas, consumo eléctrico, etc.). Tomando como base la información disponible en el estudio, se realiza la estimación de captura de carbono por el incremento del 1% anual de incremento en la biomasa hasta el año de 2030. El promedio anual de captura de carbono en el CUAAD se muestra en la Tabla 5 a continuación.

Tabla 5. Información relativa al almacenamiento y captura de carbono en el arbolado presente en el CUAAD.

Parámetro	CUAAD
-----------	-------

Parámetro	CUAAD
Número de árboles	369
Número de especies	33
DAP min. (cm)	5
DAP max. (cm)	111
Carbono almacenado actual en CU (Ton CO <sub>2</sub> e)	513
Carbono almacenado, proyección 2030 (Ton CO <sub>2</sub> e)	590
Carbono Almacenado, Incremento al 2030 (Ton CO <sub>2</sub> e)	77
Promedio anual de Captura en CU (Ton CO <sub>2</sub> e/año)	5.1

### 3.2.1.6 Emisiones Netas y Proyecciones Futuras de Emisiones

De acuerdo con el PIT (2014), uno de los principales objetivos es el crecimiento de la comunidad universitaria para garantizar el desarrollo de capacidades que atiendan a las necesidades del estado de Jalisco. El incremento en la comunidad universitaria es directamente proporcional al incremento de la utilización de bienes y servicios y, por ende, un incremento en la huella de carbono. Con fines de mitigación de los efectos del cambio climático y en búsqueda de un esquema de certificación, las proyecciones futuras de crecimiento son de suma importancia en el planteamiento de objetivos. De acuerdo con los registros de las numeralias institucionales desde el año 2011 para todos los Centros Universitarios, se realizaron modelos lineales que describan la tendencia de incremento de la población particular para el año de 2030. Posteriormente, aplicando un factor conservador de incremento del 75% con respecto a la proyección estudiantil de los Centros Universitarios, se obtiene el número de alumnos que serán parte del sistema universitario. Los resultados se describen a continuación.

Con base en lo anterior expuesto, para CUAAD, la proyección indica que la numeralia institucional será de 10914 alumnos en el año de 2030 con un porcentaje de incremento de 0.5, por lo tanto, las emisiones proyectadas para los próximos 15 años y tomando en consideración la tasa de captura del arbolado que se encuentra en CUAAD (5.12 tCO<sub>2</sub>e/año), las emisiones netas en el año de 2030 serán de 1083 tCO<sub>2</sub>e.

Tabla 6. Numeralia Institucional y Proyecciones futuras

CU	Numeralia institucional al año 2011	Numeralia institucional al año 2015	Proyección para el año 2030 (alumnos adicionales)	Porcentaje de incremento	Emisiones esperadas 2030	Tasa de captura	Emisiones netas 2030
CUAAD	5677	6910	10914	0.58	1088.7	5.12	1083

### 3.2.2 Inventario de Emisiones de GEI del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA)

#### 3.2.2.1 Descripción General

De acuerdo con UdG (2016), el Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA), es una comunidad académica dedicada a la formación de recursos humanos de calidad en ciencias biológicas, agropecuarias y ambientales con compromiso social; realiza investigación científica y desarrollo tecnológico, con énfasis en la comprensión de los procesos biológicos, el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, la producción agropecuaria, la salud pública y la sanidad animal, vegetal y ambiental como contribución al desarrollo sustentable, con impacto nacional e internacional. Su formal establecimiento antecede a la necesidad de formar una universidad moderna, eficiente y de calidad al servicio en el año de 1994 y bajo el programa de reestructuración de la universidad que dio apertura a los Centros Universitarios Metropolitanos. Actualmente la numeralia institucional que reporta UdG (2015) asciende a 5,404 alumnos de nivel superior.

La estimación del Inventario de Gases de Efecto Invernadero y subsecuente Plan de Trabajos propuesto del CUCBA corresponde a las instalaciones localizadas en Camino Ramón Padilla Sánchez #2100 Nextipac Zapopan. La macro ubicación de CUCBA se puede apreciar en las siguientes figuras.

Figura 18. Ubicación geográfica de CUCBA, tomado de Google-Maps, 2016.



Figura 19. Instalaciones generales de CUCBA.





### 3.2.2.2 *Recabación de Información en el Centro*

Con el objetivo de complementar la información recibida a partir de la presentación inicial del proyecto se realizó una visita y recorrido al CUCBA con el objetivo de obtener información directa de los procesos de generación de emisiones de GEI. La visita se realizó el 13 de septiembre de 2016. Durante el recorrido se documentó la información de primera mano para identificar los procesos de generación de GEI.

#### Equipos de Combustión Fija y Móvil.

En CUCBA se tienen identificados equipos de emisión directa de emisiones, dentro de los cuales destacan, estufas y equipos de aire acondicionado, principalmente. Por otro lado, las fuentes móviles de emisiones de contaminantes que se observan en CUCBA son podadoras de césped, sopladores y la flotilla vehicular.

Durante el recorrido también se pudo observar que la flotilla vehicular del personal de CUCBA y alumnado también contribuye a la generación de GEI, se observa una considerable afluencia vehicular y de motocicletas en el estacionamiento del Centro Universitario. Las siguientes figuras a continuación muestran imágenes de las áreas de estacionamiento.

Figura 20. Estacionamiento general de CUCBA sección de vehículos.



Figura 21. Estacionamiento general de CUCBA sección de vehículos.



En su mayoría los equipos fijos y móviles utilizan diésel, gasolina y gas LP para su funcionamiento. La quema de combustibles contribuye a la emisión de GEI;  $\text{CO}_2$ , en su mayoría, y en menor proporción la presencia de  $\text{CH}_4$  y  $\text{N}_2\text{O}$ . Las siguientes figuras a continuación muestran algunos de los recipientes de almacenamiento de combustibles utilizados en el CU; a continuación, algunos de los equipos utilizados en el CU que generan emisiones directas de GEI, se muestran a continuación.

Figura 22. Equipos de combustión directa en laboratorios.



Figura 23. Instalaciones de laboratorios en CUCBA



Figura 24. Contenedores de almacenamiento de Gas LP en CUCBA.



Figura 25. Instalaciones de almacenamiento de Gas LP en CUCBA.



Figura 26. Planta de emergencia de luz alimentada diésel en CUCBA.



Figura 27. Equipos de combustión móvil (vehículos) en CUCBA.



Figura 28. Equipos de fuentes de emisión fugitiva.



### Equipos Asociados al Consumo Eléctrico

Por otro lado, se observa que la alimentación eléctrica se realiza por medio de la Comisión Federal de Electricidad y la distribución interna se encuentra conformada por transformadores de tipo húmedo para la alimentación de los equipos eléctricos. Los procesos de generación de energía eléctrica se encuentran relacionados a la quema de combustibles fósiles. Al igual que en el apartado anterior, la quema de combustibles contribuye a la emisión de GEI;  $\text{CO}_2$ , en su mayoría, y en menor proporción la presencia de  $\text{CH}_4$  y  $\text{N}_2\text{O}$ . Para la cuantificación de GEI asociados al consumo eléctrico también debe de considerar la pérdida en las líneas de transmisión. Estos procesos corresponden a una fuente de emisiones indirectas. La figura a continuación muestra una imagen de uno de los transformadores eléctricos utilizados en el CU.

Figura 29. Transformador eléctrico ubicado en CUCBA.



Figura 30. Sistemas fotovoltaicos en CUCBA



### Generación y Manejo de Residuos

Se observa que en CUCBA existe un programa de separación de residuos, sin embargo, el personal que guió la visita comenta que no se da seguimiento al mismo en la zona de disposición final dentro de las instalaciones. Se tiene registro de un programa de separación de residuos, principalmente de

PET, cartón y vidrio, el cual es realizado por los encargados del sitio, sin embargo, no se cuenta con información que documente su manejo. La adecuada gestión de los residuos en el Centro Universitario, puede fomentar la reducción de emisiones de GEI a través de la recuperación de materiales y al reducir la generación de CH<sub>4</sub> en los sitios de disposición final. Las figuras presentadas a continuación muestran el equipamiento e instalaciones utilizadas para el almacenamiento temporal de residuos sólidos

Figura 31. Equipamiento interno de manejo de residuos en CUCBA.



### Arbolado y Áreas Verdes

Las especies arbóreas presentes en el CU se encuentran identificadas en el Programa de Ordenamiento de Arbolado. La conservación aumento de las existencias de biomasa en el arbolado aumenta la remoción de carbono de la atmósfera dentro de las instalaciones del Centro Universitario. La siguiente figura muestra a continuación una vista de parte del arbolado presente en CUCBA; de acuerdo al Programa de Ordenamiento, se reporta que en el CU se cuenta con 1,404 árboles de 117 especies distintas que tienen un diámetro del tronco (a la altura de pecho) de entre 6.38 cm a 301.70 cm.

Figura 32. Vista general de arbolado en CUCBA.





Figura 33. Vista general de arbolado y edificios en CUCBA



### 3.2.2.3 *Definición de Datos de Actividad y Selección de Factores de Emisión para el CUCBA*

De acuerdo a las categorías requeridas para obtener la certificación como carbono neutral a nivel Edificio los factores de emisiones necesarios para estimar las emisiones en el CUCBA son los siguientes.

### Fuentes Fijas

El consumo de gas se determina en función de la cantidad consumida en cocinas, cafeterías, laboratorios y sistemas de calentamiento de agua, y, de acuerdo a las propiedades térmicas del gas LP, se toma como referencia el valor sugerido por EPA (2014) 1.715 kgCO<sub>2</sub>/l. El factor tomado como referencia incluye las emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O producto de la combustión. Posteriormente y con base en los consumos reportados, así como la numeralia institucional, se establece un valor por defecto aplicable de 3.13 kg kgCO<sub>2</sub>/persona-año. Por otro lado, el factor de emisión por emisiones fugitivas se obtiene a partir de información compartida por un experto en venta, instalación y servicio de equipos de aire acondicionado doméstico, industrial y automotriz. Con base en el inventario de equipos de aire acondicionado, la capacidad de los mismos expresada en toneladas (esta es una medida de la capacidad del equipo) y utilización de HCFC-22 (R-22) como refrigerante, se supone la cantidad de 1kg R-22/ton de equipo y una pérdida del 10% anual de este gas de efecto invernadero. De acuerdo con el Potencial de Calentamiento Global (PCG) de 18 para ese tipo de gas se establece un factor de emisión de 1810 kgCO<sub>2</sub>e/kg R-22. Asimismo, con base en la numeralia institucional del CU, se establece un factor de emisión individual de 25.1 kg kgCO<sub>2</sub>e/persona-año.

### Consumo eléctrico

Las emisiones asociadas al consumo eléctrico en el CUCBA se determinan en función a la información compartida por el personal de Universidad Sustentable de la cantidad consumida de kW-h en el año de 2015. El factor de emisión propuesto por SEMARNAT (2015) de 0.454 kg kgCO<sub>2</sub>/kW-h. Este factor no incluye las emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O que se generan durante los procesos de combustión para la producción de energía, por lo tanto, se toma como referencia los valores propuestos por EPA (2014) de 0.0002139 kg kgCO<sub>2</sub>e/kWh y 0.003253 kg kgCO<sub>2</sub>e/kWh, respectivamente para CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O. El factor de emisión que engloba los anteriores es 0.457 kg kgCO<sub>2</sub>e/kWh. Por otro lado, el proceso de certificación como carbono neutral establece como requisito cuantificar la pérdida de energía por transmisión y distribución en la red nacional, por lo tanto, se considera el valor de 13% de acuerdo con el Informe Anual CFE (2014).

## Residuos

La estimación del factor de emisión característico para los residuos, se realiza a partir de la información propia de cada CU en función de la tasa de generación, composición y tipo de tratamiento, sin embargo, la información requerida es limitada por lo que se utiliza el factor de emisión propuesto por Guereca (2012) en su estudio de inventario de GEI del CI del Instituto de Ingeniería UNAM (II-UNAM) de 20.5 kg kgCO<sub>2</sub>/persona-año. Para mejorar la precisión del valor utilizado, se recomienda utilizar las metodologías propuestas por el IPCC (2006), la cual requiere información específica de la composición, cantidad, tipo de tratamiento final, recuperación de materiales, fracciones seca y húmeda de los materiales, entre otros para estimar el factor que sea adecuado a cada Centro Universitario.

La Tabla 3 presentada a continuación muestra un resumen de los factores de emisión utilizados para estimar el total de emisiones de GEI de los procesos y fuentes requeridos para lograr una certificación de neutralidad de carbono a nivel de Edificio.

Tabla 7. Resumen de factores de emisión correspondientes al alcance de certificación de neutralidad de carbono a nivel edificio en CUCBA.

<b>Tipo</b>	<b>Factor de emisión</b>	<b>Unidades</b>	<b>Fuente de información</b>
Consumo gas	3.1334	kgCO <sub>2</sub> /persona-año	IPCC (2006); EPA (2014); Cus
Consumo diésel	0.7488	kgCO <sub>2</sub> /persona-año	New Hampshire University (2016) *; IPCC (2006); Cus
Enfriamiento	25.1156889	kgCO <sub>2</sub> /persona-año	Expertise; CUs
Consumo eléctrico	0.45747	kgCO <sub>2</sub> /kw-h	SEMARNAT (2015); CFE (2014)

\* New Hampshire University (2016); Carbon campus calculator.

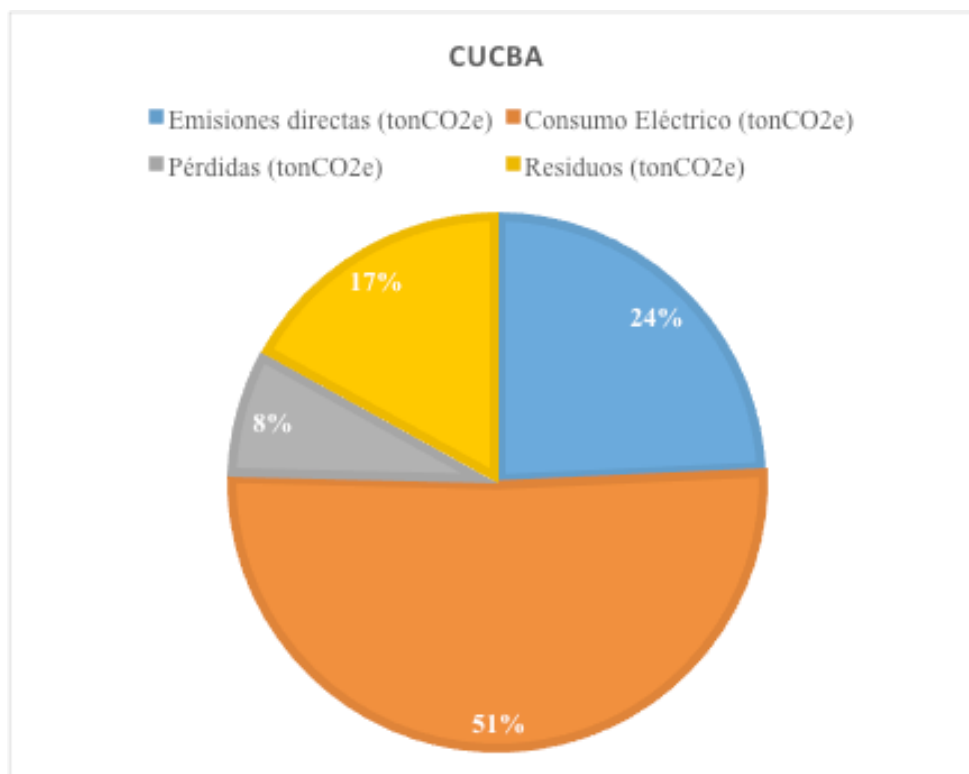
### *3.2.2.4 Cálculo de Emisiones para el Alcance Seleccionado*

La tabla continuación muestra el resumen de emisiones de GEI del CUCBA para el año 2015, correspondientes a los requerimientos de información para obtener una certificación como carbono neutral a nivel Edificio. Los resultados indican que al año se generan 579.6 tonCO<sub>2</sub>e. La Figura 34 muestra que la mayor fuente de emisiones en este alcance son las emisiones por uso de energía eléctrica seguidas de las emisiones por fuentes fijas y por manejo de residuos.

Tabla 8. Emisiones de GEI correspondientes al alcance de *Edificio* para la certificación como neutral en carbono en el CUCBA, 2015.

Alcance	Fuente	Edificio	Emisiones (tonCO <sub>2</sub> e/año)	
1	Emisiones directas de fuentes estacionarias que son propiedad de/o son arrendadas por la organización que generan emisiones directas o fugitivas.	R	140.7	
	Emisiones directas de fuentes móviles que son propiedad de/arrendadas por la organización		-	
2	Emisiones por la generación de la electricidad utilizada por la organización	R	296.3	
3	Adquisición de bienes y servicios	Agua	O	-
	Actividades relacionadas con emisiones del alcance 1 y 2	Emisiones asociadas a la producción de electricidad y combustibles (indirectas)	O	-
		Emisiones por distribución y transmisión de electricidad	R	44.3
		Todas las demás emisiones asociadas a la producción de electricidad y combustibles		-
	Transporte y distribución de materiales y materias primas utilizados	Paquetería y Mensajería	O	-
		Transporte y almacén de materiales y materias primas		-
		Transporte y almacén de productos elaborados por la organización		-
		Otras emisiones de transporte y distribución		-
	Residuos	Aguas residuales	O	-
		Otros residuos	R	98.4
	Viajes de Negocio	Emisiones transporte por aire, transporte público vehículos rentados y taxi		-
		Emisiones por servicios de hospedaje asociados a viajes de negocio		-
	Transporte de empleados y estudiantes			-
		<b>Total</b>	<b>579.6</b>	

Figura 34. Distribución porcentual de las emisiones de GEI para las categorías incluidas en el alcance, para CUCBA, 2015.



### 3.2.2.5 Almacenamiento y Captura de Carbono en Arbolado

La conservación de las especies arbóreas en los Centros Universitarios favorece la captura de CO<sub>2</sub>e, esta captura puede jugar un papel importante en el descuento de emisiones que se generan en otros procesos internos (p.e. fuentes fijas, consumo eléctrico, etc.). Tomando como base la información disponible en el estudio, se realiza la estimación de captura de carbono por el incremento del 1% anual de incremento en la biomasa hasta el año de 2030. El promedio anual de captura de carbono en el CUCBA se muestra en la Tabla 9 a continuación.

Tabla 9. Información relativa al almacenamiento y captura de carbono en el arbolado presente en el CUCBA.

Parámetro	CUCBA
Número de árboles	1,404
Número de especies	117
DAP min. (cm)	6
DAP max. (cm)	302
Carbono almacenado actual en CU (Ton CO <sub>2</sub> e)	1,548
Carbono almacenado, proyección 2030 (Ton CO <sub>2</sub> e)	1,780

Parámetro	CUCBA
Carbono Almacenado, Incremento al 2030 (Ton CO <sub>2</sub> e)	232
Promedio anual de Captura en CU (Ton CO <sub>2</sub> e/año)	15.5

### 3.2.2.6 Emisiones Netas y Proyecciones Futuras de Emisiones

De acuerdo con el PIT (2014), uno de los principales objetivos es el crecimiento de la comunidad universitaria para garantizar el desarrollo de capacidades que atiendan a las necesidades del estado de Jalisco. El incremento en la comunidad universitaria es directamente proporcional al incremento de la utilización de bienes y servicios y, por ende, un incremento en la huella de carbono. Con fines de mitigación de los efectos del cambio climático y en búsqueda de un esquema de certificación, las proyecciones futuras de crecimiento son de suma importancia en el planteamiento de objetivos. De acuerdo con los registros de las numeralias institucionales desde el año 2011 para todos los Centros Universitarios, se realizaron modelos lineales que describan la tendencia de incremento de la población particular para el año de 2030. Posteriormente, aplicando un factor conservador de incremento del 75% con respecto a la proyección estudiantil de los Centros Universitarios, se obtiene el número de alumnos que serán parte del sistema universitario. Los resultados se describen a continuación.

Con base en lo anterior expuesto, para CUCBA, la proyección indica que la numeralia institucional será de 7847 alumnos en el año de 2030 con un porcentaje de incremento de 57%, por lo tanto, las emisiones proyectadas para los próximos 15 años y tomando en consideración la tasa de captura del arbolado que se encuentra en CUCBA (15.4 tCO<sub>2</sub>e/año), las emisiones netas en el año de 2030 serán de 898 tCO<sub>2</sub>e.

Tabla 10. Numeralia Institucional y Emisiones Futuras CUCBA

<b>CU</b>	<b>Numeral ia institucio nal año 2011</b>	<b>Numeralia institucion al año 2015</b>	<b>Proyección n para el año 2030 (alumnos adicionale s)</b>	<b>Porcentaj e de incremen to</b>	<b>Emisione s esperada s 2030</b>	<b>Tasa de captura</b>	<b>Emisio nes netas 2030</b>
CUCBA	4006	4974	7847	0.58	914.3	15.4	898

### **3.2.3 Centro Universitario de Ciencias Económico-Administrativas (CUCEA)**

#### *3.2.3.1 Descripción General*

De acuerdo con UdG (2016), CUCEA surge en el año de 1995 a partir de la integración de cuatro facultades: Contaduría, Economía, Administración y Turismo; y cuatro unidades académicas dedicadas a la investigación: el Centro de Investigación en Teoría Económica, el Centro de Investigaciones Sociales y Económicas, Centro de Investigaciones Turísticas y el Instituto de Estudios Económicos y Regionales. Con el modelo departamental de la Red Universitaria de Jalisco se crearon las Divisiones de Contaduría, Economía y Sociedad; y Gestión Empresarial, lo que ha contribuido a una mayor colaboración académica y al enriquecimiento de los programas educativos. La numeralia institucional que reporta UdG (2014) es de 16,270 alumnos de nivel superior y 1,062 alumnos de postgrado.

La estimación del Inventario de Gases de Efecto Invernadero y subsecuente Plan de Trabajos propuesto del CUCEA corresponde a las instalaciones localizadas en Periférico Norte N° 799, Núcleo Universitario Los Belenes, en el municipio de Guadalajara, Jalisco. La macro ubicación de CUCEA se puede apreciar en las figuras siguientes, así como muestra una vista general de las instalaciones del CUCEA.

Figura 35. Ubicación geográfica de CUCEA, tomado de Google-Maps, 2016.



Figura 36. Instalaciones generales de CUCEA.



### 3.2.3.2 *Recabación de Información en el Centro*

Con el objetivo de complementar la información recibida a partir de la presentación inicial del proyecto se realizó una visita y recorrido al CUCEA con el objetivo de obtener información directa de los procesos de generación de emisiones de GEI. La visita se realizó el 15 de septiembre de 2016. Durante el recorrido se documentó la información de primera mano para identificar los procesos de generación de GEI.

#### Equipos de Combustión Fija y Móvil.



En CUCEA se tienen identificados equipos de emisión directa de emisiones, dentro de los cuales destacan, estufas y equipos de aire acondicionado, principalmente. Por otro lado, las fuentes móviles de emisiones de contaminantes que se observan en CUCEA son podadoras de césped, sopladores y la flotilla vehicular.

Durante el recorrido también se pudo observar que la flotilla vehicular del personal de CUCEA y alumnado también contribuye a la generación de GEI, se observa una considerable afluencia vehicular y de motocicletas en el estacionamiento del Centro Universitario las figuras siguientes muestran imágenes de las áreas de estacionamiento.

Figura 37. Estacionamiento general de CUCEA sección de vehículos.



Figura 38. Estacionamiento general de CUCEA sección de motocicletas.



En su mayoría los equipos fijos y móviles utilizan diésel, gasolina y gas LP para su funcionamiento. La quema de combustibles contribuye a la emisión de GEI;  $\text{CO}_2$ , en su mayoría, y en menor proporción la presencia de  $\text{CH}_4$  y  $\text{N}_2\text{O}$ . Las figuras a continuación muestran algunos de los recipientes de almacenamiento de combustibles utilizados en el CU; a continuación, también se muestran imágenes de algunos de los equipos utilizados en el CU que generan emisiones directas de GEI.

Figura 39. Cafetería en horas de operación normal en CUCEA.



Figura 40. Cocina de personal de servicios generales de CUCEA.



Figura 41. Contenedores de almacenamiento de gasolina para uso en equipos de jardinería de CUCEA.



Figura 42. Instalaciones de almacenamiento de Gas LP en CUCEA.



Figura 43. Planta de emergencia de luz alimentada diésel en CUCEA.



Figura 44. Equipos de combustión móvil del departamento de mantenimiento en CUCEA.



Figura 45. Equipos de fuentes de emisión fija. Calentador de agua para las instalaciones de CUCEA.



### Equipos Asociados al Consumo Eléctrico

Por otro lado, se observa que la alimentación eléctrica se realiza por medio de la Comisión Federal de Electricidad y la distribución interna se encuentra conformada por transformadores de tipo húmedo para la alimentación de los equipos eléctricos. Los procesos de generación de energía eléctrica se encuentran relacionados a la quema de combustibles fósiles. Al igual que en el apartado anterior, la quema de combustibles contribuye a la emisión de GEI; CO<sub>2</sub>, en su mayoría, y en menor

proporción la presencia de  $\text{CH}_4$  y  $\text{N}_2\text{O}$ . Para la cuantificación de GEI asociados al consumo eléctrico también debe de considerar la pérdida en las líneas de transmisión. Estos procesos corresponden a una fuente de emisiones indirectas. La Figura 11 a continuación muestra una imagen de uno de los transformadores eléctricos utilizados en el CU.

Figura 46. Transformador eléctrico ubicado en CUCEA.



### Generación y Manejo de Residuos

Se observa que en CUCEA existe un programa de separación de residuos, sin embargo, el personal que guió la visita comenta que no se da seguimiento al mismo en la zona de disposición final dentro de las instalaciones. Se tiene registro de un programa de separación de residuos, principalmente de PET, cartón y vidrio, el cual es realizado por los encargados del sitio, sin embargo, no se cuenta con información que documente su manejo. La adecuada gestión de los residuos en el Centro Universitario, puede fomentar la reducción de emisiones de GEI a través de la recuperación de materiales y al reducir la generación de  $\text{CH}_4$  en los sitios de disposición final. Las figuras presentadas a continuación muestran el equipamiento e instalaciones utilizadas para el almacenamiento temporal de residuos sólidos

Figura 47. Equipamiento interno de manejo de residuos en CUCEA.



Figura 48. Zona de disposición de residuos sólidos en CUCEA.



Figura 49. Zona de disposición de residuos sólidos en CUCEA.



### Arbolado y Áreas Verdes

Las especies arbóreas presentes en el CU se encuentran identificadas en el Programa de Ordenamiento de Arbolado. La conservación aumento de las existencias de biomasa en el arbolado aumenta la remoción de carbono de la atmósfera dentro de las instalaciones del Centro Universitario. La figura a continuación muestra una vista de parte del arbolado presente en CUCEA; de acuerdo al Programa de Ordenamiento, se reporta que en el CU se cuenta con 3600 árboles de 62 especies distintas que tienen un diámetro del tronco (a la altura de pecho) de entre 1.30 cm a 181.60 cm.

Figura 50. Vista general de edificios y arbolado en CUCEA.





### *3.2.3.3 Definición de Datos de Actividad y Selección de Factores de Emisión para el CUCEA*

De acuerdo a las categorías requeridas para obtener la certificación como carbono neutral a nivel Edificio los factores de emisiones necesarios para estimar las emisiones en el CUCEA son los siguientes.

#### Fuentes Fijas

El consumo de gas se determina en función de la cantidad consumida en cocinas, cafeterías, laboratorios y sistemas de calentamiento de agua, y, de acuerdo a las propiedades térmicas del gas LP, se toma como referencia el valor sugerido por EPA (2014) 1.715 kgCO<sub>2</sub>/l. El factor tomado como referencia incluye las emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O producto de la combustión. Posteriormente y con base en los consumos reportados, así como la numerialia institucional, se establece un valor por defecto aplicable de 3.13 kg kgCO<sub>2</sub>/persona-año. Por otro lado, el factor de emisión por emisiones fugitivas se obtiene a partir de información compartida por un experto en venta, instalación y servicio de equipos de aire acondicionado doméstico, industrial y automotriz. Con base en el inventario de equipos de aire acondicionado, la capacidad de los mismos expresada en toneladas (esta es una medida de la capacidad del equipo) y utilización de HCFC-22 (R-22) como refrigerante, se supone la cantidad de 1kg R-22/ton de equipo y una pérdida del 10% anual de este gas de efecto invernadero. De acuerdo con el Potencial de Calentamiento Global (PCG) de 18 para ese tipo de gas se establece un factor de emisión de 1810 kgCO<sub>2</sub>e/kg R-22. Asimismo, con base en

la numeralia institucional del CU, se establece un factor de emisión individual de 25.1 kg kgCO<sub>2</sub>e/persona-año.

### Consumo eléctrico

Las emisiones asociadas al consumo eléctrico en el CUCEA se determinan en función a la información compartida por el personal de Universidad Sustentable de la cantidad consumida de kW-h en el año de 2015. El factor de emisión propuesto por SEMARNAT (2015) de 0.454 kg kgCO<sub>2</sub>/kW-h. Este factor no incluye las emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O que se generan durante los procesos de combustión para la producción de energía, por lo tanto, se toma como referencia los valores propuestos por EPA (2014) de 0.0002139 kg kgCO<sub>2</sub>e/kWh y 0.003253 kg kgCO<sub>2</sub>e/kWh, respectivamente para CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O. El factor de emisión que engloba los anteriores es 0.457 kg kgCO<sub>2</sub>e/kWh. Por otro lado, el proceso de certificación como carbono neutral establece como requisito cuantificar la pérdida de energía por transmisión y distribución en la red nacional, por lo tanto, se considera el valor de 13% de acuerdo con el Informe Anual CFE (2014).

### Residuos

La estimación del factor de emisión característico para los residuos, se realiza a partir de la información propia de cada CU en función de la tasa de generación, composición y tipo de tratamiento, sin embargo, la información requerida es limitada por lo que se utiliza el factor de emisión propuesto por Guereca (2012) en su estudio de inventario de GEI del CI del Instituto de Ingeniería UNAM (II-UNAM) de 20.5 kg kgCO<sub>2</sub>/persona-año. Para mejorar la precisión del valor utilizado, se recomienda utilizar las metodologías propuestas por el IPCC (2006), la cual requiere información específica de la composición, cantidad, tipo de tratamiento final, recuperación de materiales, fracciones seca y húmeda de los materiales, entre otros para estimar el factor que sea adecuado a cada Centro Universitario.

La Tabla 3 presentada a continuación muestra un resumen de los factores de emisión utilizados para estimar el total de emisiones de GEI de los procesos y fuentes requeridos para lograr una certificación de neutralidad de carbono a nivel de Edificio.

Tabla 11. Resumen de factores de emisión correspondientes al alcance de certificación de neutralidad de carbono a nivel edificio en CUAAD.

Tipo	Factor de emisión	Unidades	Fuente de información
Consumo gas	3.1334	kgCO2/persona-año	IPCC (2006); EPA (2014); Cus
Consumo diésel	0.7488	kgCO2/persona-año	New Hampshire University (2016) *; IPCC (2006); Cus
Enfriamiento	25.1156889	kgCO2/persona-año	Expertise; CUs
Consumo eléctrico	0.45747	kgCO2/kw-h	SEMARNAT (2015); CFE (2014)

\* New Hampshire University (2016); Carbon campus calculator.

### 3.2.3.4 Cálculo de Emisiones para el Alcance Seleccionado

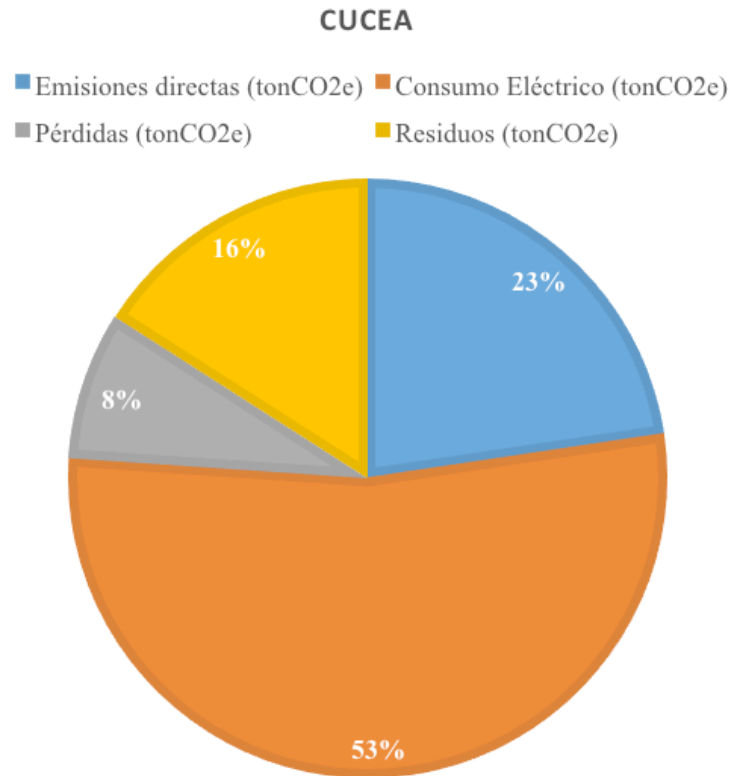
La tabla a continuación muestra el resumen de emisiones de GEI del CUCEA para el año 2015, correspondientes a los requerimientos de información para obtener una certificación como carbono neutral a nivel Edificio. Los resultados indican que al año se generan 2,287.7 tonCO<sub>2</sub>e. La Figura 51 muestra que la mayor fuente de emisiones en este alcance son las emisiones por uso de energía eléctrica seguidas de las emisiones por fuentes fijas y por manejo de residuos.

Tabla 12. Emisiones de GEI correspondientes al alcance de *Edificio* para la certificación como neutral en carbono en el CUCEA, 2015.

Alcance	Fuente		Edificio	Emisiones (tonCO <sub>2</sub> e/año)
1	Emisiones directas de fuentes estacionarias que son propiedad de/o son arrendadas por la organización que generan emisiones directas o fugitivas.		R	518.1
	Emisiones directas de fuentes móviles que son propiedad de/arrendadas por la organización			-
2	Emisiones por la generación de la electricidad utilizada por la organización		R	1,222.1
3	Adquisición de bienes y servicios	Agua	O	-
	Actividades relacionadas con emisiones del alcance 1 y 2	Emisiones asociadas a la producción de electricidad y combustibles (indirectas)	O	-
		Emisiones por distribución y transmisión de electricidad	R	182.6
		Todas las demás emisiones asociadas a la producción de electricidad y combustibles		-

<b>Alcance</b>	<b>Fuente</b>	<b>Edificio</b>	<b>Emisiones (tonCO2e/año)</b>	
	Transporte y distribución de materiales y materias primas utilizados	Paquetería y Mensajería	O	-
		Transporte y almacén de materiales y materias primas		-
		Transporte y almacén de productos elaborados por la organización		-
		Otras emisiones de transporte y distribución		-
	Residuos	Aguas residuales	O	-
		Otros residuos	R	364.9
	Viajes de Negocio	Emisiones transporte por aire, transporte público vehículos rentados y taxi		-
		Emisiones por servicios de hospedaje asociados a viajes de negocio		-
	Transporte de empleados y estudiantes			-
			<b>Total</b>	<b>2,287.7</b>

Figura 51. Distribución porcentual de las emisiones de GEI para las categorías incluidas en el alcance, para CUCEA, 2015.



### 3.2.3.5 Almacenamiento y Captura de Carbono en Arbolado

La conservación de las especies arbóreas en los Centros Universitarios favorece la captura de CO<sub>2</sub>e, esta captura puede jugar un papel importante en el descuento de emisiones que se generan en otros procesos internos (p.e. fuentes fijas, consumo eléctrico, etc.). Tomando como base la información disponible en el estudio, se realiza la estimación de captura de carbono por el incremento del 1% anual de incremento en la biomasa hasta el año de 2030. El promedio anual de captura de carbono en el CUCEA se muestra en la Tabla 13 a continuación.

Tabla 13. Información relativa al almacenamiento y captura de carbono en el arbolado presente en el CUCEA.

Parámetro	CUCEA
Número de árboles	3,600
Número de especies	62

Parámetro	CUCEA
DAP min. (cm)	1
DAP max. (cm)	182
Carbono almacenado actual en CU (Ton CO <sub>2</sub> e)	2,589
Carbono almacenado, proyección 2030 (Ton CO <sub>2</sub> e)	2,977
Carbono Almacenado, Incremento al 2030 (Ton CO <sub>2</sub> e)	388
Promedio anual de Captura en CU (Ton CO <sub>2</sub> e/año)	43.1

### 3.2.3.6 Emisiones Netas y Proyecciones Futuras de Emisiones

De acuerdo con el PIT (2014), uno de los principales objetivos es el crecimiento de la comunidad universitaria para garantizar el desarrollo de capacidades que atiendan a las necesidades del estado de Jalisco. El incremento en la comunidad universitaria es directamente proporcional al incremento de la utilización de bienes y servicios y, por ende, un incremento en la huella de carbono. Con fines de mitigación de los efectos del cambio climático y en búsqueda de un esquema de certificación, las proyecciones futuras de crecimiento son de suma importancia en el planteamiento de objetivos. De acuerdo con los registros de las numeralias institucionales desde el año 2011 para todos los Centros Universitarios, se realizaron modelos lineales que describan la tendencia de incremento de la población particular para el año de 2030. Posteriormente, aplicando un factor conservador de incremento del 75% con respecto a la proyección estudiantil de los Centros Universitarios, se obtiene el número de alumnos que serán parte del sistema universitario. Los resultados se describen a continuación.

Con base en lo anterior expuesto, para CUCEA, la proyección indica que la numeralia institucional será de 18400 alumnos en el año de 2030 con un porcentaje de incremento de 10%, por lo tanto, las emisiones proyectadas para los próximos 15 años y tomando en consideración la tasa de captura del arbolado que se encuentra en CUCEA (43.1 tCO<sub>2</sub>e/año), las emisiones netas en el año de 2030 serán de 2481 tCO<sub>2</sub>e.

Tabla 14. Numeralia Institucional y Emisiones Futuras CUCEA

CU	Numeralia	Numeralia institucion	Proyección para el	Porcentaje de	Emisiones	Tasa de captura	Emisiones

	<b>institucio nal año 2011</b>	<b>al año 2015</b>	<b>año 2030 (alumnos adicionale s)</b>	<b>incremen to</b>	<b>esperada s 2030</b>		<b>netas 2030</b>
CUCEA	16360	16672	18400	0.1	2524.8	43.1	2481

### **3.2.4 Inventario de Emisiones de GEI del Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingeniería (CUCEI)**

#### *3.2.4.1 Descripción General*

De acuerdo con UdG (2016), Mediante el proceso de reestructuración en el año de 1989, surge la creación de los Centros Universitarios temáticos en la ZMG. En vista de la unificación de las diversas facultades para atender las demandas de educación del estado de Jalisco, CUCEI antecede al año de 1994 a partir de las antiguas facultades de Ciencias, Ciencias Químicas, Informática y Computación e Ingenierías; además de los Institutos de Madera, Celulosa y Papel; Astronomía y Meteorología (IAM) y la Dirección de Vinculación y Transferencia de Tecnología. La numeralia institucional asciende a un total de 13,449 alumnos de licenciatura y 382 alumnos de posgrado. Asimismo, UdG (2016) reporta un total de 1,801 personas de recursos humanos, dentro los que destacan académicos, administrativos y directivos.

La estimación del Inventario de Gases de Efecto Invernadero y subsecuente Plan de Trabajos propuesto del CUCEI corresponde a las instalaciones localizadas en Periférico Norte N° 799, Núcleo Universitario Los Belenes, en el municipio de Guadalajara, Jalisco. La macro ubicación de CUCEI se puede apreciar y una vista general de las instalaciones del CUCEI, en las figuras siguientes:

Figura 52. Ubicación geográfica de CUCEI, tomado de Google-Maps, 2016.



Figura 53. Instalaciones generales de CUCEI.



#### 3.2.4.2 *Recabación de Información en el Centro*

Con el objetivo de complementar la información recibida a partir de la presentación inicial del proyecto se realizó una visita y recorrido al CUCEI con el objetivo de obtener información directa de los procesos de generación de emisiones de GEI. La visita se realizó el 12 de septiembre de 2016. Durante el recorrido se documentó la información de primera mano para identificar los procesos de generación de GEI.

Equipos de Combustión Fija y Móvil.



En CUCEI se tienen identificados equipos de emisión directa de emisiones, dentro de los cuales destacan, estufas y equipos de aire acondicionado, principalmente. Por otro lado, las fuentes móviles de emisiones de contaminantes que se observan en CUCEI son podadoras de césped, sopladores, equipos en laboratorios y la flotilla vehicular.

Durante el recorrido también se pudo observar que la flotilla vehicular del personal de CUCEI y alumnado también contribuye a la generación de GEI, se observa una considerable afluencia vehicular y de motocicletas en el estacionamiento del Centro Universitario. A continuación se muestran imágenes de las áreas de estacionamiento.

Figura 54. Estacionamiento general de CUCEI sección de vehículos.



Figura 55. Estacionamiento general de CUCEI sección de motocicletas.



En su mayoría los equipos fijos y móviles utilizan diésel, gasolina y gas LP para su funcionamiento. La quema de combustibles contribuye a la emisión de GEI;  $\text{CO}_2$ , en su mayoría, y en menor proporción la presencia de  $\text{CH}_4$  y  $\text{N}_2\text{O}$ . La Figura 24 y la Figura 7 a continuación muestran algunos de los recipientes de almacenamiento de combustibles utilizados en el CU; Las figuras siguientes muestran imágenes de algunos de los equipos utilizados en el CU que generan emisiones directas de GEI.

Figura 56. Cafetería en horas de operación normal en CUCEI.



Figura 57. Laboratorios dentro de CUCEI.



Figura 58. Contenedores de almacenamiento de gasolina para uso en equipos de jardinería de CUCEI.



Figura 59. Instalaciones de almacenamiento de Gas LP en CUCEI.



Figura 60. Planta de emergencia de luz alimentada diésel en CUCEI.



Figura 61. Equipos de combustión móvil del departamento de mantenimiento en CUCEI.



Figura 62. Equipos de fuentes de emisión móvil. Lagartos del personal de mantenimiento.



### Equipos Asociados al Consumo Eléctrico

Por otro lado, se observa que la alimentación eléctrica se realiza por medio de la Comisión Federal de Electricidad y la distribución interna se encuentra conformada por transformadores de tipo húmedo para la alimentación de los equipos eléctricos. Los procesos de generación de energía eléctrica se encuentran relacionados a la quema de combustibles fósiles. Al igual que en el apartado anterior, la quema de combustibles contribuye a la emisión de GEI;  $\text{CO}_2$ , en su mayoría, y en menor proporción la presencia de  $\text{CH}_4$  y  $\text{N}_2\text{O}$ . Para la cuantificación de GEI asociados al consumo

eléctrico también debe de considerar la pérdida en las líneas de transmisión. Estos procesos corresponden a una fuente de emisiones indirectas. La figura continuación muestra una imagen de uno de los transformadores eléctricos utilizados en el CU.

Figura 63. Transformador eléctrico ubicado en CUCEI.



### Generación y Manejo de Residuos

Se observa que en CUCEI existe un programa de separación de residuos, sin embargo, el personal que guió la visita comenta que no se da seguimiento al mismo en la zona de disposición final dentro de las instalaciones. Se tiene registro de un programa de separación de residuos, principalmente de PET, cartón y vidrio, el cual es realizado por los encargados del sitio, sin embargo, no se cuenta con información que documente su manejo. La adecuada gestión de los residuos en el Centro Universitario, puede fomentar la reducción de emisiones de GEI a través de la recuperación de materiales y al reducir la generación de  $\text{CH}_4$  en los sitios de disposición final. Las figuras presentadas a continuación muestran el equipamiento e instalaciones utilizadas para el almacenamiento temporal de residuos sólidos

Figura 64. Equipamiento interno de manejo de residuos en CUCEI.



Figura 65. Zona de disposición de residuos sólidos en CUCEI.



### Arbolado y Áreas Verdes

Las especies arbóreas presentes en el CU se encuentran identificadas en el Programa de Ordenamiento de Arbolado. La conservación aumento de las existencias de biomasa en el arbolado aumenta la remoción de carbono de la atmósfera dentro de las instalaciones del Centro Universitario. La Figura 15 muestra a continuación una vista de parte del arbolado presente en CUCEI; de acuerdo al Programa de Ordenamiento, se reporta que en el CU se cuenta con 1,764

árboles de 73 especies distintas que tienen un diámetro del tronco (a la altura de pecho) de entre 1.60 cm a 663 cm.

Figura 66. Vista general de edificios y arbolado en CUCEI.



### 3.2.4.3 Definición de Datos de Actividad y Selección de Factores de Emisión para el CUCEI

De acuerdo a las categorías requeridas para obtener la certificación como carbono neutral a nivel Edificio los factores de emisiones necesarios para estimar las emisiones en el CUCEI son los siguientes.

#### Fuentes Fijas

El consumo de gas se determina en función de la cantidad consumida en cocinas, cafeterías, laboratorios y sistemas de calentamiento de agua, y, de acuerdo a las propiedades térmicas del gas LP, se toma como referencia el valor sugerido por EPA (2014) 1.715 kgCO<sub>2</sub>/l. El factor tomado como referencia incluye las emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O producto de la combustión. Posteriormente y con base en los consumos reportados, así como la numeralia institucional, se establece un valor por defecto aplicable de 3.13 kg kgCO<sub>2</sub>/persona-año. Por otro lado, el factor de emisión por emisiones fugitivas se obtiene a partir de información compartida por un experto en venta, instalación y servicio de equipos de aire acondicionado doméstico, industrial y automotriz. Con base en el inventario de equipos de aire acondicionado, la capacidad de los mismos expresada en toneladas



(esta es una medida de la capacidad del equipo) y utilización de HCFC-22 (R-22) como refrigerante, se supone la cantidad de 1kg R-22/ton de equipo y una pérdida del 10% anual de este gas de efecto invernadero. De acuerdo con el Potencial de Calentamiento Global (PCG) de 18 para ese tipo de gas se establece un factor de emisión de 1810 kgCO<sub>2</sub>e/kg R-22. Asimismo, con base en la numeralia institucional del CU, se establece un factor de emisión individual de 25.1 kgCO<sub>2</sub>e/persona-año.

### Consumo eléctrico

Las emisiones asociadas al consumo eléctrico en el CUCEI se determinan en función a la información compartida por el personal de Universidad Sustentable de la cantidad consumida de kW-h en el año de 2015. El factor de emisión propuesto por SEMARNAT (2015) de 0.454 kg kgCO<sub>2</sub>/kW-h. Este factor no incluye las emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O que se generan durante los procesos de combustión para la producción de energía, por lo tanto, se toma como referencia los valores propuestos por EPA (2014) de 0.0002139 kg kgCO<sub>2</sub>e/kWh y 0.003253 kg kgCO<sub>2</sub>e/kWh, respectivamente para CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O. El factor de emisión que engloba los anteriores es 0.457 kg kgCO<sub>2</sub>e/kWh. Por otro lado, el proceso de certificación como carbono neutral establece como requisito cuantificar la pérdida de energía por transmisión y distribución en la red nacional, por lo tanto, se considera el valor de 13% de acuerdo con el Informe Anual CFE (2014).

### Residuos

La estimación del factor de emisión característico para los residuos, se realiza a partir de la información propia de cada CU en función de la tasa de generación, composición y tipo de tratamiento, sin embargo, la información requerida es limitada por lo que se utiliza el factor de emisión propuesto por Guereca (2012) en su estudio de inventario de GEI del CI del Instituto de Ingeniería UNAM (II-UNAM) de 20.5 kg kgCO<sub>2</sub>/persona-año. Para mejorar la precisión del valor utilizado, se recomienda utilizar las metodologías propuestas por el IPCC (2006), la cual requiere información específica de la composición, cantidad, tipo de tratamiento final, recuperación de materiales, fracciones seca y húmeda de los materiales, entre otros para estimar el factor que sea adecuado a cada Centro Universitario.

La Tabla 3 presentada a continuación muestra un resumen de los factores de emisión utilizados para estimar el total de emisiones de GEI de los procesos y fuentes requeridos para lograr una certificación de neutralidad de carbono a nivel de Edificio.

Tabla 15. Resumen de factores de emisión correspondientes al alcance de certificación de neutralidad de carbono a nivel edificio en CUCEI.

Tipo	Factor de emisión	Unidades	Fuente de información
Consumo gas	3.1334	kgCO <sub>2</sub> /persona-año	IPCC (2006); EPA (2014); Cus
Consumo diésel	0.7488	kgCO <sub>2</sub> /persona-año	New Hampshire University (2016) *; IPCC (2006); Cus
Enfriamiento	25.1156889	kgCO <sub>2</sub> /persona-año	Expertise; CUs
Consumo eléctrico	0.45747	kgCO <sub>2</sub> /kw-h	SEMARNAT (2015); CFE (2014)

\* New Hampshire University (2016); Carbon campus calculator.

#### 3.2.4.4 Cálculo de Emisiones para el Alcance Seleccionado

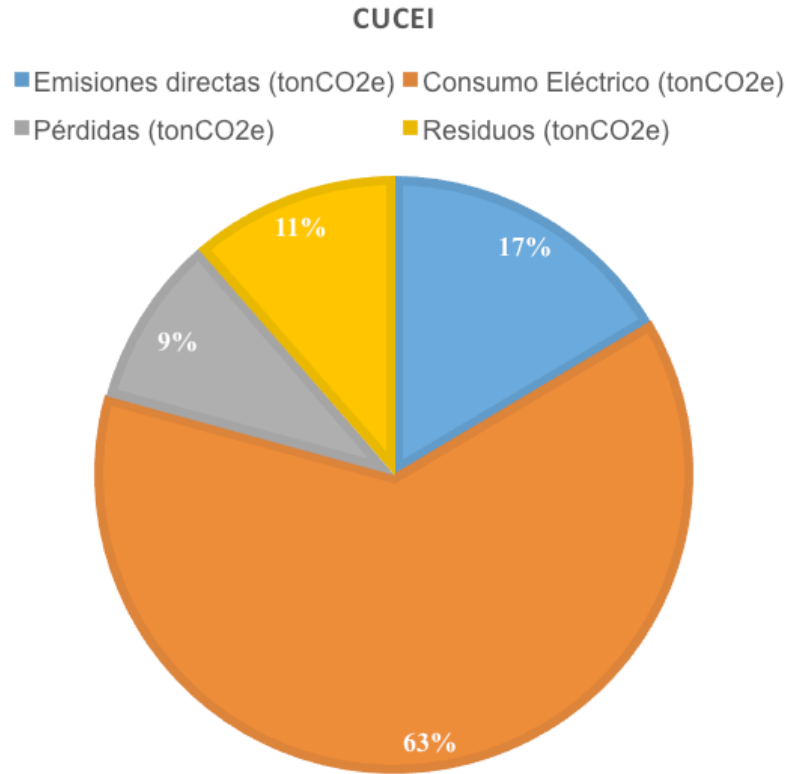
La tabla a continuación muestra el resumen de emisiones de GEI del CUCEI para el año 2015, correspondientes a los requerimientos de información para obtener una certificación como carbono neutral a nivel Edificio. Los resultados indican que al año se generan 2,527.6 tonCO<sub>2</sub>e. La Figura 67 muestra que la mayor fuente de emisiones en este alcance son las emisiones por uso de energía eléctrica seguidas de las emisiones por fuentes fijas y por manejo de residuos.

Tabla 16. Emisiones de GEI correspondientes al alcance de *Edificio* para la certificación como neutral en carbono en el CUCEI, 2015.

Alcance	Fuente		Edificio	Emisiones (tonCO <sub>2</sub> e/año)
1	Emisiones directas de fuentes estacionarias que son propiedad de/o son arrendadas por la organización que generan emisiones directas o fugitivas.		R	415.9
	Emisiones directas de fuentes móviles que son propiedad de/arrendadas por la organización			-
2	Emisiones por la generación de la electricidad utilizada por la organización		R	1,587.5
3	Adquisición de bienes y servicios	Agua	O	-
	Actividades relacionadas con emisiones del alcance 1 y 2	Emisiones asociadas a la producción de electricidad y combustibles (indirectas)	O	-
		Emisiones por distribución y transmisión de	R	237.2

Alcance	Fuente	Edificio	Emisiones (tonCO2e/año)	
	electricidad			
	Todas las demás emisiones asociadas a la producción de electricidad y combustibles		-	
	Transporte y distribución de materiales y materias primas utilizados	Paquetería y Mensajería	O	-
		Transporte y almacén de materiales y materias primas		-
		Transporte y almacén de productos elaborados por la organización		-
		Otras emisiones de transporte y distribución		-
	Residuos	Aguas residuales	O	-
		Otros residuos	R	287.0
	Viajes de Negocio	Emisiones transporte por aire, transporte público vehículos rentados y taxi		-
		Emisiones por servicios de hospedaje asociados a viajes de negocio		-
	Transporte de empleados y estudiantes			-
			<b>Total</b>	<b>2,527.6</b>

Figura 67. Distribución porcentual de las emisiones de GEI para las categorías incluidas en el alcance, para CUCEI, 2015.



#### 3.2.4.5 Almacenamiento y Captura de Carbono en Arbolado

La conservación de las especies arbóreas en los Centros Universitarios favorece la captura de CO<sub>2</sub>e, esta captura puede jugar un papel importante en el descuento de emisiones que se generan en otros procesos internos (p.e. fuentes fijas, consumo eléctrico, etc.). Tomando como base la información disponible en el estudio, se realiza la estimación de captura de carbono por el incremento del 1% anual de incremento en la biomasa hasta el año de 2030. El promedio anual de captura de carbono en el CUCEI se muestra en la Tabla 17 a continuación.

Tabla 17. Información relativa al almacenamiento y captura de carbono en el arbolado presente en el CUCEI.

Parámetro	CUCEI
Número de árboles	1,764
Número de especies	73
DAP min. (cm)	2
DAP max. (cm)	663
Carbono almacenado actual en CU (Ton CO <sub>2</sub> e)	3,050
Carbono almacenado, proyección 2030 (Ton CO <sub>2</sub> e)	3,507
Carbono Almacenado, Incremento al 2030 (Ton CO <sub>2</sub> e)	457

<b>Parámetro</b>	CUCEI
Promedio anual de Captura en CU (Ton CO <sub>2</sub> e/año)	30.5

### 3.2.4.6 Emisiones Netas y Proyección Futura de Emisiones.

De acuerdo con el PIT (2014), uno de los principales objetivos es el crecimiento de la comunidad universitaria para garantizar el desarrollo de capacidades que atiendan a las necesidades del estado de Jalisco. El incremento en la comunidad universitaria es directamente proporcional al incremento de la utilización de bienes y servicios y, por ende, un incremento en la huella de carbono. Con fines de mitigación de los efectos del cambio climático y en búsqueda de un esquema de certificación, las proyecciones futuras de crecimiento son de suma importancia en el planteamiento de objetivos. De acuerdo con los registros de las numeralias institucionales desde el año 2011 para todos los Centros Universitarios, se realizaron modelos lineales que describan la tendencia de incremento de la población particular para el año de 2030. Posteriormente, aplicando un factor conservador de incremento del 75% con respecto a la proyección estudiantil de los Centros Universitarios, se obtiene el número de alumnos que serán parte del sistema universitario. Los resultados se describen a continuación.

Con base en lo anterior expuesto, para CUCEI, la proyección indica que la numeralia institucional será de 16551 alumnos en el año de 2030 con un porcentaje de incremento de 29%, por lo tanto, las emisiones proyectadas para los próximos 15 años y tomando en consideración la tasa de captura del arbolado que se encuentra en CUCEI (30.3 tCO<sub>2</sub>e/año), las emisiones netas en el año de 2030 serán de 3231 tCO<sub>2</sub>e.

Tabla 18. Numeralia Institucional y Emisiones Futuras CUCEI

CU	Numeralia institucional al año 2011	Numeralia institucional al año 2015	Proyección para el año 2030 (alumnos adicionales)	Porcentaje de incremento	Emisiones esperadas 2030	Tasa de captura	Emisiones netas 2030
CUCEI	11785	12826	16551	0.29	3261.6	30.4	3231

### 3.2.5 Inventario de Emisiones de GEI del Centro Universitario de Ciencias de la Salud (CUCS)

#### 3.2.5.1 Descripción General

De acuerdo con UdG (2016), la facultad de ciencias médicas es una de las más antiguas y se tiene registro desde el año de 1772. Con el transcurso del tiempo, la facultad recibió diversas modificaciones e inclusión de diversas cátedras. Finalmente, en el año de 1994, y atendiendo el programa de reestructuración de la UdG, surge CUCS con una nueva etapa de formación de médicos del cual actualmente egresan en promedio 620 Médicos Cirujanos y Parteros y en menor proporción de otras carreras que se ofertan en materia de salud. La numeralia institucional para el año de 2015 asciende a un total de 13,120 alumnos de licenciatura y nivel técnico superior universitario, 1,831 alumnos de técnico medio superior, 114 alumnos de cursos pos básicos especializantes en enfermería y 2914 alumnos de posgrado.

La estimación del Inventario de Gases de Efecto Invernadero y subsecuente Plan de Trabajos propuesto del CUCS corresponde a las instalaciones localizadas en Sierra Mojada No. 950, Col. Independencia, en el municipio de Guadalajara, Jalisco. La macro ubicación de CUCS se puede apreciar en la siguiente figura, así como una vista general de las instalaciones del CUCS.

Figura 68. Ubicación geográfica de CUCS, tomado de Google-Maps, 2016.



Figura 69. Instalaciones generales de CUCS.



### 3.2.5.2 *Recabación de Información en el Centro*

Recabación de Información en el Centro.

Con el objetivo de complementar la información recibida a partir de la presentación inicial del proyecto se realizó una visita y recorrido al CUCS con el objetivo de obtener información directa de los procesos de generación de emisiones de GEI. La visita se realizó el 14 de septiembre de 2016. Durante el recorrido se documentó la información de primera mano para identificar los procesos de generación de GEI.

#### Equipos de Combustión Fija y Móvil.

En CUCS se tienen identificados equipos de emisión directa de emisiones, dentro de los cuales destacan, estufas, autoclaves y mecheros de los laboratorios, así como equipos de aire acondicionado, principalmente. Por otro lado, las fuentes móviles de emisiones de contaminantes que se observan en CUCS son podadoras de césped, sopladores y la flotilla vehicular.

Durante el recorrido también se pudo observar que la flota vehicular del personal de CUCS y alumnado también contribuye a la generación de GEI, se observa una considerable afluencia vehicular y de motocicletas en el estacionamiento del Centro Universitario, como se observa en las figuras a continuación.

Figura 70. Estacionamiento general de CUCS sección de vehículos.



Figura 71. Estacionamiento general de CUCS sección de motocicletas.



En su mayoría los equipos fijos y móviles utilizan diésel, gasolina y gas LP para su funcionamiento. La quema de combustibles contribuye a la emisión de GEI;  $\text{CO}_2$ , en su mayoría, y en menor proporción la presencia de  $\text{CH}_4$  y  $\text{N}_2\text{O}$ . La figura a continuación, muestra alguno de los recipientes de almacenamiento de combustibles utilizados en el CU; a continuación.



Figura 72. Cafetería en horas de operación normal en CUCS.



Figura 73. Laboratorios de especialidades odontológicas de CUCS.



Figura 74. Plantas de emergencia de CUCS.

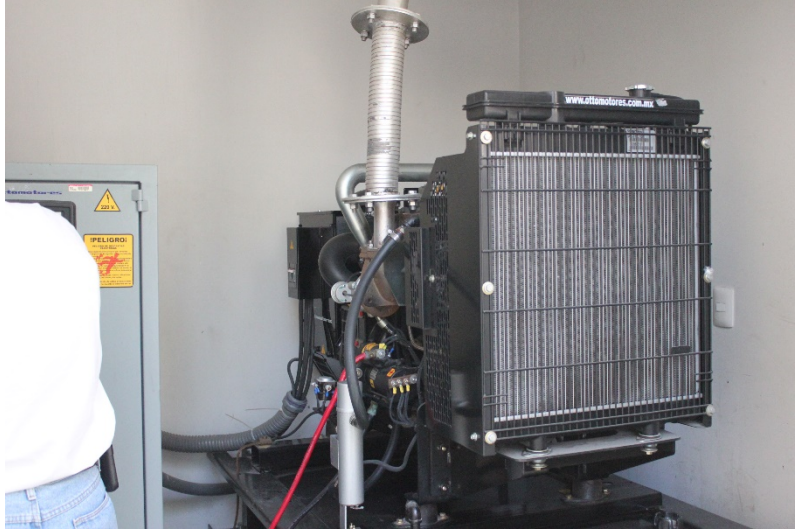


Figura 75. Equipos de combustión en laboratorios de CUCS.



Figura 76. Equipos de almacenamiento de combustibles en CUCS



### Equipos Asociados al Consumo Eléctrico

Por otro lado, se observa que la alimentación eléctrica se realiza por medio de la Comisión Federal de Electricidad y la distribución interna se encuentra conformada por transformadores de tipo húmedo para la alimentación de los equipos eléctricos. Los procesos de generación de energía eléctrica se encuentran relacionados a la quema de combustibles fósiles. Al igual que en el apartado anterior, la quema de combustibles contribuye a la emisión de GEI;  $\text{CO}_2$ , en su mayoría, y en menor proporción la presencia de  $\text{CH}_4$  y  $\text{N}_2\text{O}$ . Para la cuantificación de GEI asociados al consumo eléctrico también debe de considerar la pérdida en las líneas de transmisión. Estos procesos corresponden a una fuente de emisiones indirectas. La figura a continuación muestra una imagen de uno de los transformadores eléctricos utilizados en el CU.

Figura 77. Transformador eléctrico ubicado en CUCS.



### Generación y Manejo de Residuos

Se observa que en CUCS existe un programa de separación de residuos, sin embargo, el personal que guió la visita comenta que no se da seguimiento al mismo en la zona de disposición final dentro de las instalaciones. Se tiene registro de un programa de separación de residuos, principalmente de PET, cartón y vidrio, el cual es realizado por los encargados del sitio, sin embargo, no se cuenta con información que documente su manejo. La adecuada gestión de los residuos en el Centro Universitario, puede fomentar la reducción de emisiones de GEI a través de la recuperación de materiales y al reducir la generación de  $\text{CH}_4$  en los sitios de disposición final. Las figuras presentadas a continuación muestran el equipamiento e instalaciones utilizadas para el almacenamiento temporal de residuos sólidos.

Figura 78. Equipamiento interno de manejo de residuos en CUCS.



Figura 79. Zona de disposición de residuos sólidos en CUCS.



Figura 80. Zona de disposición de residuos sólidos en CUCS.



### Arbolado y Áreas Verdes

Las especies arbóreas presentes en el CU se encuentran identificadas en el Programa de Ordenamiento de Arbolado. La conservación aumento de las existencias de biomasa en el arbolado aumenta la remoción de carbono de la atmósfera dentro de las instalaciones del Centro Universitario. La Figura 15 muestra a continuación una vista de parte del arbolado presente en CUCS; de acuerdo al Programa de Ordenamiento, se reporta que en el CU se cuenta con 515 árboles de 47 especies distintas que tienen un diámetro del tronco (a la altura de pecho) de entre 3 cm a 155 cm.

Figura 81. Vista general de edificios y arbolado en CUCS.



### 3.2.5.3 *Definición de Datos de Actividad y Selección de Factores de Emisión para el CUCS*

De acuerdo a las categorías requeridas para obtener la certificación como carbono neutral a nivel Edificio los factores de emisiones necesarios para estimar las emisiones en el CUCS son los siguientes.

#### Fuentes Fijas

El consumo de gas se determina en función de la cantidad consumida en cocinas, cafeterías, laboratorios y sistemas de calentamiento de agua, y, de acuerdo a las propiedades térmicas del gas LP, se toma como referencia el valor sugerido por EPA (2014) 1.715 kgCO<sub>2</sub>/l. El factor tomado como referencia incluye las emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O producto de la combustión. Posteriormente y con base en los consumos reportados, así como la numeralia institucional, se establece un valor por defecto aplicable de 3.13 kg kgCO<sub>2</sub>/persona-año. Por otro lado, el factor de emisión por emisiones fugitivas se obtiene a partir de información compartida por un experto en venta, instalación y servicio de equipos de aire acondicionado doméstico, industrial y automotriz. Con base en el inventario de equipos de aire acondicionado, la capacidad de los mismos expresada en toneladas (esta es una medida de la capacidad del equipo) y utilización de HCFC-22 (R-22) como refrigerante, se supone la cantidad de 1kg R-22/ton de equipo y una pérdida del 10% anual de este gas de efecto invernadero. De acuerdo con el Potencial de Calentamiento Global (PCG) de 18 para ese tipo de gas se establece un factor de emisión de 1810 kgCO<sub>2</sub>e/kg R-22. Asimismo, con base en la numeralia institucional del CU, se establece un factor de emisión individual de 25.1 kg kgCO<sub>2</sub>e/persona-año.

#### Consumo eléctrico

Las emisiones asociadas al consumo eléctrico en el CUCS se determinan en función a la información compartida por el personal de Universidad Sustentable de la cantidad consumida de kW-h en el año de 2015. El factor de emisión propuesto por SEMARNAT (2015) de 0.454 kg kgCO<sub>2</sub>/kW-h. Este factor no incluye las emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O que se generan durante los procesos de combustión para la producción de energía, por lo tanto, se toma como referencia los valores propuestos por EPA (2014) de 0.0002139 kg kgCO<sub>2</sub>e/kWh y 0.003253 kg kgCO<sub>2</sub>e/kWh, respectivamente para CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O. El factor de emisión que engloba los anteriores es 0.457 kg kgCO<sub>2</sub>e/kWh. Por otro lado, el proceso de certificación como carbono neutral establece como

requisito cuantificar la pérdida de energía por transmisión y distribución en la red nacional, por lo tanto, se considera el valor de 13% de acuerdo con el Informe Anual CFE (2014).

### Residuos

La estimación del factor de emisión característico para los residuos, se realiza a partir de la información propia de cada CU en función de la tasa de generación, composición y tipo de tratamiento, sin embargo, la información requerida es limitada por lo que se utiliza el factor de emisión propuesto por Guereca (2012) en su estudio de inventario de GEI del CI del Instituto de Ingeniería UNAM (II-UNAM) de 20.5 kg kgCO<sub>2</sub>/persona-año. Para mejorar la precisión del valor utilizado, se recomienda utilizar las metodologías propuestas por el IPCC (2006), la cual requiere información específica de la composición, cantidad, tipo de tratamiento final, recuperación de materiales, fracciones seca y húmeda de los materiales, entre otros para estimar el factor que sea adecuado a cada Centro Universitario.

La Tabla 3 presentada a continuación muestra un resumen de los factores de emisión utilizados para estimar el total de emisiones de GEI de los procesos y fuentes requeridos para lograr una certificación de neutralidad de carbono a nivel de Edificio.

Tabla 19. Resumen de factores de emisión correspondientes al alcance de certificación de neutralidad de carbono a nivel edificio en CUCS.

<b>Tipo</b>	<b>Factor de emisión</b>	<b>Unidades</b>	<b>Fuente de información</b>
Consumo gas	3.1334	kgCO <sub>2</sub> /persona-año	IPCC (2006); EPA (2014) ; Cus
Consumo diésel	0.7488	kgCO <sub>2</sub> /persona-año	New Hampshire University (2016) *; IPCC (2006); Cus
Enfriamiento	25.1156889	kgCO <sub>2</sub> /persona-año	Expertise; CUs
Consumo eléctrico	0.45747	kgCO <sub>2</sub> /kw-h	SEMARNAT (2015); CFE (2014)

\* New Hampshire University (2016); Carbon campus calculator.

#### *3.2.5.4 Cálculo de Emisiones para el Alcance Seleccionado*

La tabla a continuación muestra el resumen de emisiones de GEI del CUCS para el año 2015, correspondientes a los requerimientos de información para obtener una certificación como carbono neutral a nivel Edificio. Los resultados indican que al año se generan 2,116.1 tonCO<sub>2</sub>e. La Figura 82

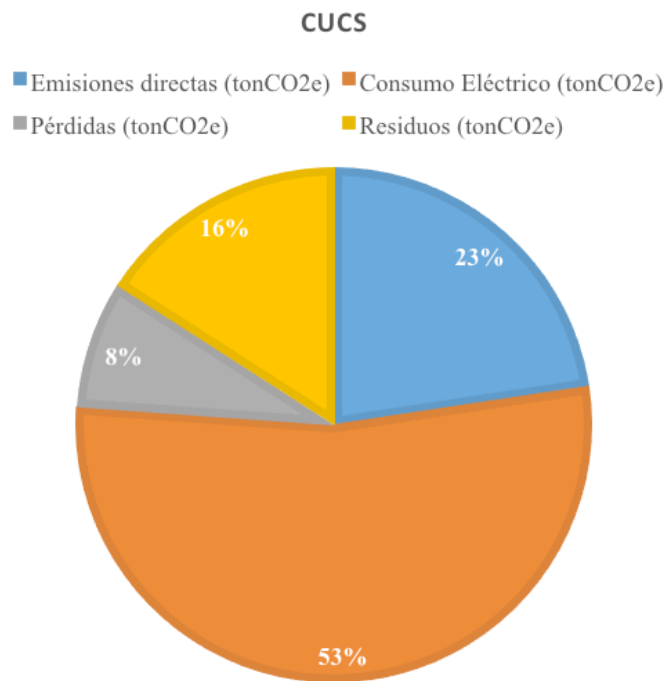


muestra que la mayor fuente de emisiones en este alcance son las emisiones por uso de energía eléctrica seguidas de las emisiones por fuentes fijas y por manejo de residuos.

Tabla 20. Emisiones de GEI correspondientes al alcance de *Edificio* para la certificación como neutral en carbono en el CUCS, 2015.

Alcance	Fuente	Edificio	Emisiones (tonCO2e/año)	
1	Emisiones directas de fuentes estacionarias que son propiedad de/o son arrendadas por la organización que generan emisiones directas o fugitivas.	R	478.6	
	Emisiones directas de fuentes móviles que son propiedad de/arrendadas por la organización		-	
2	Emisiones por la generación de la electricidad utilizada por la organización	R	1,132.1	
3	Adquisición de bienes y servicios	Agua	O	-
	Actividades relacionadas con emisiones del alcance 1 y 2	Emisiones asociadas a la producción de electricidad y combustibles (indirectas)	O	-
		Emisiones por distribución y transmisión de electricidad	R	169.2
		Todas las demás emisiones asociadas a la producción de electricidad y combustibles		-
	Transporte y distribución de materiales y materias primas utilizados	Paquetería y Mensajería	O	-
		Transporte y almacén de materiales y materias primas		-
		Transporte y almacén de productos elaborados por la organización		-
		Otras emisiones de transporte y distribución		-
	Residuos	Aguas residuales	O	-
		Otros residuos	R	336.2
	Viajes de Negocio	Emisiones transporte por aire, transporte público vehículos rentados y taxi		-
		Emisiones por servicios de hospedaje asociados a viajes de negocio		-
		Transporte de empleados y estudiantes		-
		<b>Total</b>	<b>2,116.1</b>	

Figura 82. Distribución porcentual de las emisiones de GEI para las categorías incluidas en el alcance, para CUCS, 2015.



### 3.2.5.5 Almacenamiento y Captura de Carbono en Arbolado

La conservación de las especies arbóreas en los Centros Universitarios favorece la captura de CO<sub>2</sub>e, esta captura puede jugar un papel importante en el descuento de emisiones que se generan en otros procesos internos (p.e. fuentes fijas, consumo eléctrico, etc.). Tomando como base la información disponible en el estudio, se realiza la estimación de captura de carbono por el incremento del 1% anual de incremento en la biomasa hasta el año de 2030. El promedio anual de captura de carbono en el CUCS se muestra en la Tabla 21 a continuación.

Tabla 21. Información relativa al almacenamiento y captura de carbono en el arbolado presente en el CUCS.

Parámetro	CUCS
Número de árboles	515
Número de especies	47
DAP min. (cm)	3
DAP max. (cm)	155
Carbono almacenado actual en CU (Ton CO <sub>2</sub> e)	915
Carbono almacenado, proyección 2030 (Ton CO <sub>2</sub> e)	1,052

Parámetro	CUCS
Carbono Almacenado, Incremento al 2030 (Ton CO <sub>2</sub> e)	137
Promedio anual de Captura en CU (Ton CO <sub>2</sub> e/año)	9.1

### 3.2.5.6 Emisiones Netas y Proyección Futura de Emisiones

De acuerdo con el PIT (2014), uno de los principales objetivos es el crecimiento de la comunidad universitaria para garantizar el desarrollo de capacidades que atiendan a las necesidades del estado de Jalisco. El incremento en la comunidad universitaria es directamente proporcional al incremento de la utilización de bienes y servicios y, por ende, un incremento en la huella de carbono. Con fines de mitigación de los efectos del cambio climático y en búsqueda de un esquema de certificación, las proyecciones futuras de crecimiento son de suma importancia en el planteamiento de objetivos. De acuerdo con los registros de las numeralias institucionales desde el año 2011 para todos los Centros Universitarios, se realizaron modelos lineales que describan la tendencia de incremento de la población particular para el año de 2030. Posteriormente, aplicando un factor conservador de incremento del 75% con respecto a la proyección estudiantil de los Centros Universitarios, se obtiene el número de alumnos que serán parte del sistema universitario. Los resultados se describen a continuación.

Con base en lo anterior expuesto, para CUCS, la proyección indica que la numeralia institucional será de 19784 alumnos en el año de 2030 con un porcentaje de incremento de 15%, por lo tanto, las emisiones proyectadas para los próximos 15 años y tomando en consideración la tasa de captura del arbolado que se encuentra en CUCS (9.0 tCO<sub>2</sub>e/año), las emisiones netas en el año de 2030 serán de 2418 tCO<sub>2</sub>e.

Tabla 22. Numeralia Institucional y Emisiones Futuras CUCS

CU	Numeralia institucional al año 2011	Numeralia institucional al año 2015	Proyección para el año 2030 (alumnos adicionales)	Porcentaje de incremento	Emisiones esperadas 2030	Tasa de captura	Emisiones netas 2030
CUCS		17244	19784	0.15	2427.7	9.1	2418

### **3.2.6 Inventario de Emisiones de GEI del Centro Universitario de Ciencias Sociales y Humanidades (CUCSH)**

#### *3.2.6.1 Descripción General*

Enfocada en las ciencias sociales, CUCSH es una de las escuelas más antiguas de la UdG. Surge en el año de 1994 a través del programa de reestructuración de la universidad, dando apertura a la reestructuración de los programas que se encargarían de formar especialistas en ciencias sociales, dentro de las que destacan, leyes, filosofía, letras, historia, trabajo social, entre otros. De acuerdo con la numeralia general UdG (2014), CUCSH registra un total de 10,253 alumnos de licenciatura y 882 alumnos de posgrado.

La estimación del Inventario de Gases de Efecto Invernadero y subsecuente Plan de Trabajos propuesto del CUCSH corresponde a las instalaciones localizadas en Guanajuato No. 1045, Col. Alcalde Barranquitas, en el municipio de Guadalajara, Jalisco. La macro ubicación de CUCSH y una vista general de las instalaciones del CUCSH, se observan en las figuras siguientes.

Figura 83. Ubicación geográfica de CUCSH, tomado de Google-Maps, 2016.

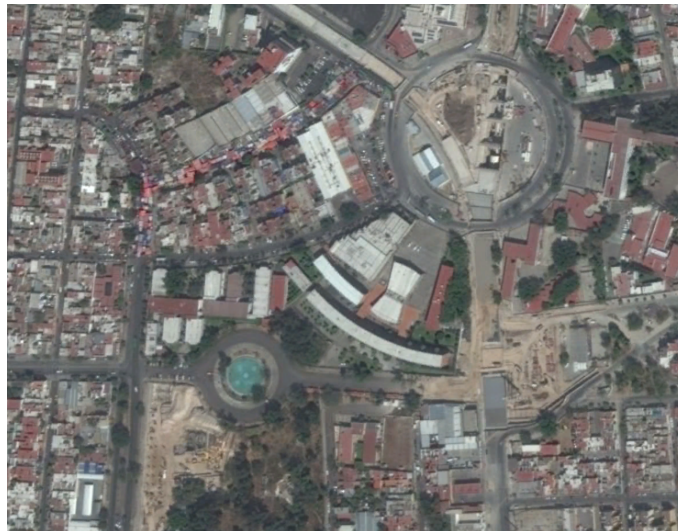


Figura 84. Instalaciones generales de CUCSH.



### *3.2.6.2 Recabación de Información en el Centro*

Con el objetivo de complementar la información recibida a partir de la presentación inicial del proyecto se realizó una visita y recorrido al CUCSH con el objetivo de obtener información directa de los procesos de generación de emisiones de GEI. La visita se realizó el 27 de septiembre de 2016. Durante el recorrido se documentó la información de primera mano para identificar los procesos de generación de GEI.

#### Equipos de Combustión Fija y Móvil.

En CUCSH se tienen identificados equipos de emisión directa de emisiones, dentro de los cuales destacan, estufas y equipos de aire acondicionado, principalmente. Por otro lado, las fuentes móviles de emisiones de contaminantes que se observan en CUCSH son podadoras de césped, sopladores y la flotilla vehicular.

Durante el recorrido también se pudo observar que la flotilla vehicular del personal de CUCSH y alumnado también contribuye a la generación de GEI, se observa una considerable afluencia vehicular y de motocicletas en el estacionamiento del Centro Universitario, tal y como se observa a continuación.

Figura 85. Estacionamiento general de CUCSH sección de vehículos.



En su mayoría los equipos fijos y móviles utilizan diésel, gasolina y gas LP para su funcionamiento. La quema de combustibles contribuye a la emisión de GEI;  $\text{CO}_2$ , en su mayoría, y en menor proporción la presencia de  $\text{CH}_4$  y  $\text{N}_2\text{O}$ . La Figura 24, a continuación, muestra uno de los recipientes de almacenamiento de combustibles utilizados en el CU; Las figuras siguientes muestran imágenes de algunos de los equipos utilizados en el CU que generan emisiones directas de GEI.

Figura 86. Cafetería en horas de operación normal en CUCSH.



Figura 87. Cafetería en horas de operación normal en CUCSH.



Figura 88. Contenedores de almacenamiento de Gas LP en CUCSH.

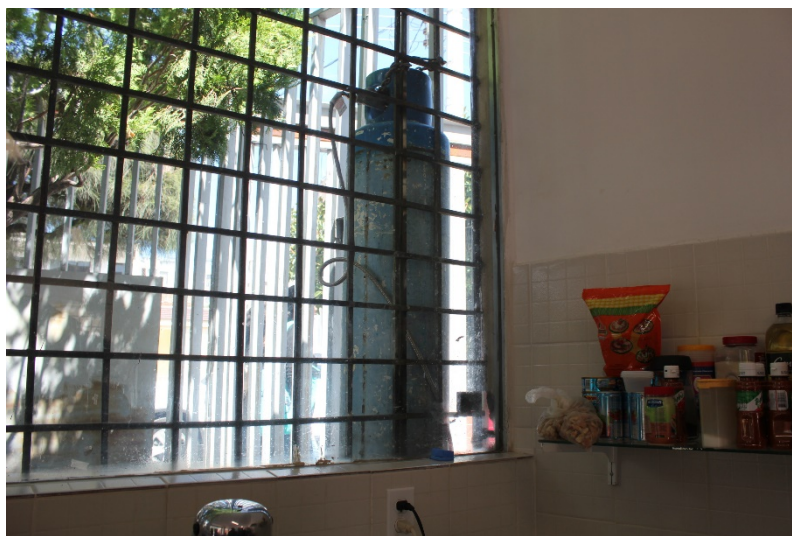


Figura 89. Tablero de control de planta de emergencia de luz alimentada diésel en CUCSH.



Figura 90. Equipos de combustión móvil del departamento de mantenimiento en CUCSH.





Figura 91. Equipos de fuentes de emisión fugitiva. Aires acondicionados en CUCSH.



#### Equipos Asociados al Consumo Eléctrico

Por otro lado, se observa que la alimentación eléctrica se realiza por medio de la Comisión Federal de Electricidad y la distribución interna se encuentra conformada por transformadores de tipo húmedo para la alimentación de los equipos eléctricos. Los procesos de generación de energía eléctrica se encuentran relacionados a la quema de combustibles fósiles. Al igual que en el apartado anterior, la quema de combustibles contribuye a la emisión de GEI;  $\text{CO}_2$ , en su mayoría, y en menor proporción la presencia de  $\text{CH}_4$  y  $\text{N}_2\text{O}$ . Para la cuantificación de GEI asociados al consumo eléctrico también debe de considerar la pérdida en las líneas de transmisión. Estos procesos corresponden a una fuente de emisiones indirectas. La figura a continuación muestra una imagen de uno de los transformadores eléctricos utilizados en el CU.

Figura 92. Transformador eléctrico ubicado en CUCSH.



Figura 93. Medidores de electricidad en CUCSH.



### Generación y Manejo de Residuos

Se observa que en CUCSH existe un programa de separación de residuos, sin embargo, el personal que guió la visita comenta que no se da seguimiento al mismo en la zona de disposición final dentro de las instalaciones. Se tiene registro de un programa de separación de residuos, principalmente de PET, cartón y vidrio, el cual es realizado por los encargados del sitio, sin embargo, no se cuenta con información que documente su manejo. La adecuada gestión de los residuos en el Centro Universitario, puede fomentar la reducción de emisiones de GEI a través de la recuperación de

materiales y al reducir la generación de CH<sub>4</sub> en los sitios de disposición final. Las figuras presentadas a continuación muestran el equipamiento e instalaciones utilizadas para el almacenamiento temporal de residuos sólidos.

Figura 94. Equipamiento interno de manejo de residuos en CUCSH.



Figura 95. Zona de disposición de residuos sólidos en CUCSH.



Figura 96. Zona de disposición de residuos sólidos en CUCSH.



### Arbolado y Áreas Verdes

Las especies arbóreas presentes en el CU se encuentran identificadas en el Programa de Ordenamiento de Arbolado. La conservación aumento de las existencias de biomasa en el arbolado aumenta la remoción de carbono de la atmósfera dentro de las instalaciones del Centro Universitario. La figura muestra a continuación una vista de parte del arbolado presente en CUCSH; de acuerdo al Programa de Ordenamiento, se reporta que en el CU se cuenta con 355 árboles de 29 especies distintas que tienen un diámetro del tronco (a la altura de pecho) de entre 3.80 cm a 172 cm.

Figura 97. Vista general de edificios y arbolado en CUCSH.



### *3.2.6.3 Definición de Datos de Actividad y Selección de Factores de Emisión para el CUCSH*

De acuerdo a las categorías requeridas para obtener la certificación como carbono neutral a nivel Edificio los factores de emisiones necesarios para estimar las emisiones en el CUCSH son los siguientes.

#### Fuentes Fijas

El consumo de gas se determina en función de la cantidad consumida en cocinas, cafeterías, laboratorios y sistemas de calentamiento de agua, y, de acuerdo a las propiedades térmicas del gas LP, se toma como referencia el valor sugerido por EPA (2014) 1.715 kgCO<sub>2</sub>/l. El factor tomado como referencia incluye las emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O producto de la combustión. Posteriormente y con base en los consumos reportados, así como la numeralía institucional, se establece un valor por defecto aplicable de 3.13 kg kgCO<sub>2</sub>/persona-año. Por otro lado, el factor de emisión por emisiones fugitivas se obtiene a partir de información compartida por un experto en venta, instalación y servicio de equipos de aire acondicionado doméstico, industrial y automotriz. Con base en el inventario de equipos de aire acondicionado, la capacidad de los mismos expresada en toneladas (esta es una medida de la capacidad del equipo) y utilización de HCFC-22 (R-22) como refrigerante, se supone la cantidad de 1kg R-22/ton de equipo y una pérdida del 10% anual de este gas de efecto invernadero. De acuerdo con el Potencial de Calentamiento Global (PCG) de 18 para ese tipo de gas se establece un factor de emisión de 1810 kgCO<sub>2</sub>e/kg R-22. Asimismo, con base en

la numeralia institucional del CU, se establece un factor de emisión individual de 25.1 kg kgCO<sub>2</sub>e/persona-año.

### Consumo eléctrico

Las emisiones asociadas al consumo eléctrico en el CUCSH se determinan en función a la información compartida por el personal de Universidad Sustentable de la cantidad consumida de kW-h en el año de 2015. El factor de emisión propuesto por SEMARNAT (2015) de 0.454 kg kgCO<sub>2</sub>/kW-h. Este factor no incluye las emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O que se generan durante los procesos de combustión para la producción de energía, por lo tanto, se toma como referencia los valores propuestos por EPA (2014) de 0.0002139 kg kgCO<sub>2</sub>e/kWh y 0.003253 kg kgCO<sub>2</sub>e/kWh, respectivamente para CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O. El factor de emisión que engloba los anteriores es 0.457 kg kgCO<sub>2</sub>e/kWh. Por otro lado, el proceso de certificación como carbono neutral establece como requisito cuantificar la pérdida de energía por transmisión y distribución en la red nacional, por lo tanto, se considera el valor de 13% de acuerdo con el Informe Anual CFE (2014).

### Residuos

La estimación del factor de emisión característico para los residuos, se realiza a partir de la información propia de cada CU en función de la tasa de generación, composición y tipo de tratamiento, sin embargo, la información requerida es limitada por lo que se utiliza el factor de emisión propuesto por Guereca (2012) en su estudio de inventario de GEI del CI del Instituto de Ingeniería UNAM (II-UNAM) de 20.5 kg kgCO<sub>2</sub>/persona-año. Para mejorar la precisión del valor utilizado, se recomienda utilizar las metodologías propuestas por el IPCC (2006), la cual requiere información específica de la composición, cantidad, tipo de tratamiento final, recuperación de materiales, fracciones seca y húmeda de los materiales, entre otros para estimar el factor que sea adecuado a cada Centro Universitario.

La Tabla 3 presentada a continuación muestra un resumen de los factores de emisión utilizados para estimar el total de emisiones de GEI de los procesos y fuentes requeridos para lograr una certificación de neutralidad de carbono a nivel de Edificio.

Tabla 23. Resumen de factores de emisión correspondientes al alcance de certificación de neutralidad de carbono a nivel edificio en CUCSH.

Tipo	Factor de emisión	Unidades	Fuente de información
Consumo gas	3.1334	kgCO2/persona-año	IPCC (2006); EPA (2014); Cus
Consumo diésel	0.7488	kgCO2/persona-año	New Hampshire University (2016) *; IPCC (2006); Cus
Enfriamiento	25.1156889	kgCO2/persona-año	Expertise; CUs
Consumo eléctrico	0.45747	kgCO2/kw-h	SEMARNAT (2015); CFE (2014)

\* New Hampshire University (2016); Carbon campus calculator.

### 3.2.6.4 Cálculo de Emisiones para el Alcance Seleccionado

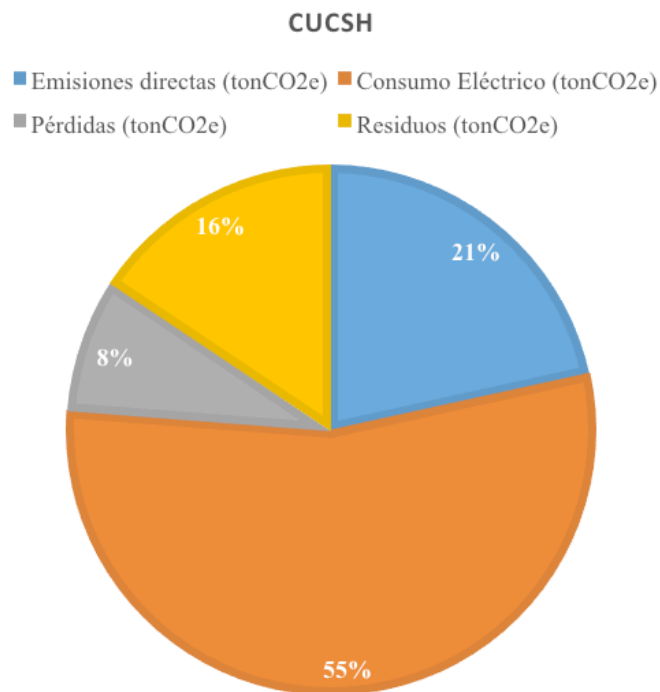
La tabla a continuación muestra el resumen de emisiones de GEI del CUCSH para el año 2015, correspondientes a los requerimientos de información para obtener una certificación como carbono neutral a nivel Edificio. Los resultados indican que al año se generan 1,546.2 tonCO<sub>2</sub>e. La Figura 98 muestra que la mayor fuente de emisiones en este alcance son las emisiones por uso de energía eléctrica seguidas de las emisiones por fuentes fijas y por manejo de residuos.

Tabla 24. Emisiones de GEI correspondientes al alcance de *Edificio* para la certificación como neutral en carbono en el CUCSH, 2015.

Alcance	Fuente	Edificio	Emisiones (tonCO <sub>2</sub> e/año)	
1	Emisiones directas de fuentes estacionarias que son propiedad de/o son arrendadas por la organización que generan emisiones directas o fugitivas.	R	333.3	
	Emisiones directas de fuentes móviles que son propiedad de/arrendadas por la organización		-	
2	Emisiones por la generación de la electricidad utilizada por la organización	R	844.7	
3	Adquisición de bienes y servicios	Agua	O	-
	Actividades relacionadas con emisiones del alcance 1 y 2	Emisiones asociadas a la producción de electricidad y combustibles (indirectas)	O	-
		Emisiones por distribución y transmisión de electricidad	R	126.2
		Todas las demás emisiones asociadas a la producción de electricidad y combustibles		-
	Transporte y distribución	Paquetería y Mensajería	O	-

Alcance	Fuente	Edificio	Emissiones (tonCO2e/año)	
	de materiales y materias primas utilizados	Transporte y almacén de materiales y materias primas	-	
		Transporte y almacén de productos elaborados por la organización	-	
		Otras emisiones de transporte y distribución	-	
	Residuos	Aguas residuales	O	-
		Otros residuos	R	241.9
	Viajes de Negocio	Emisiones transporte por aire, transporte público vehículos rentados y taxi		-
		Emisiones por servicios de hospedaje asociados a viajes de negocio		-
	Transporte de empleados y estudiantes			-
		<b>Total</b>	<b>1,546.2</b>	

Figura 98. Distribución porcentual de las emisiones de GEI para las categorías incluidas en el alcance, para CUCSH, 2015.





### 3.2.6.5 Almacenamiento y Captura de Carbono en Arbolado

La conservación de las especies arbóreas en los Centros Universitarios favorece la captura de CO<sub>2</sub>e, esta captura puede jugar un papel importante en el descuento de emisiones que se generan en otros procesos internos (p.e. fuentes fijas, consumo eléctrico, etc.). Tomando como base la información disponible en el estudio, se realiza la estimación de captura de carbono por el incremento del 1% anual de incremento en la biomasa hasta el año de 2030. El promedio anual de captura de carbono en el CUCSH se muestra en la Tabla 25 a continuación.

Tabla 25. Información relativa al almacenamiento y captura de carbono en el arbolado presente en el CUCSH.

Parámetro	CUCSH
Número de árboles	355
Número de especies	29
DAP min. (cm)	4
DAP max. (cm)	172
Carbono almacenado actual en CU (Ton CO <sub>2</sub> e)	339
Carbono almacenado, proyección 2030 (Ton CO <sub>2</sub> e)	390
Carbono Almacenado, Incremento al 2030 (Ton CO <sub>2</sub> e)	51
Promedio anual de Captura en CU (Ton CO <sub>2</sub> e/año)	3.4

### 3.2.6.6 Emisiones Netas y Proyección Futura de Emisiones.

De acuerdo con el PIT (2014), uno de los principales objetivos es el crecimiento de la comunidad universitaria para garantizar el desarrollo de capacidades que atiendan a las necesidades del estado de Jalisco. El incremento en la comunidad universitaria es directamente proporcional al incremento de la utilización de bienes y servicios y, por ende, un incremento en la huella de carbono. Con fines de mitigación de los efectos del cambio climático y en búsqueda de un esquema de certificación, las proyecciones futuras de crecimiento son de suma importancia en el planteamiento de objetivos. De acuerdo con los registros de las numeralias institucionales desde el año 2011 para todos los Centros Universitarios, se realizaron modelos lineales que describan la tendencia de incremento de la población particular para el año de 2030. Posteriormente, aplicando un factor conservador de incremento del 75% con respecto a la proyección estudiantil de los Centros Universitarios, se

obtiene el número de alumnos que serán parte del sistema universitario. Los resultados se describen a continuación.

Con base en lo anterior expuesto, para CUCSH, la proyección indica que la numeralia institucional será de 12046 alumnos en el año de 2030 con un porcentaje de incremento de 19%, por lo tanto, las emisiones proyectadas para los próximos 15 años y tomando en consideración la tasa de captura del arbolado que se encuentra en CUCSH (3.2 tCO<sub>2</sub>e/año), las emisiones netas en el año de 2030 serán de 1834 tCO<sub>2</sub>e.

Tabla 26. Numeralia Institucional y Emisiones Futuras CUCSH

<b>CU</b>	<b>Numeralia institucional al año 2011</b>	<b>Numeralia institucional al año 2015</b>	<b>Proyección para el año 2030 (alumnos adicionales)</b>	<b>Porcentaje de incremento</b>	<b>Emisiones esperadas 2030</b>	<b>Tasa de captura</b>	<b>Emisiones netas 2030</b>
CUCSH	9726	10136	12046	0.19	1837.4	3.3	1834

### 3.2.7 Resumen de emisiones para los CUs metropolitanos.

En las figuras siguientes, es posible observar las emisiones totales y distribución porcentual para la categoría de certificación a nivel ediciones en todos los Centros Universitarios Metropolitanos. Se observa que la categoría de consumo eléctrico es la más preponderante en la cuantificación, seguido de emisiones directas, residuos y pérdidas de electricidad en distribución y transmisión en último lugar. CUCEI es el de mayor consumo eléctrico, mientras que CUAAD es el que menor consumo eléctrico reporta, lo cual se refleja en las emisiones totales por Centro Universitario.

Figura 99. Emisiones totales por categoría para la certificación a nivel Edificios, todos los CUs metropolitanos, 2015.

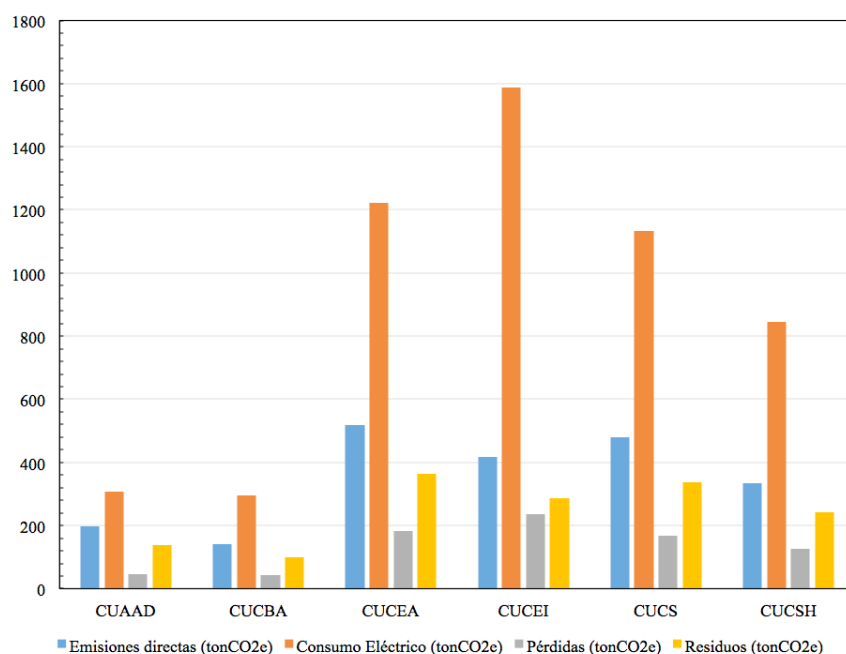
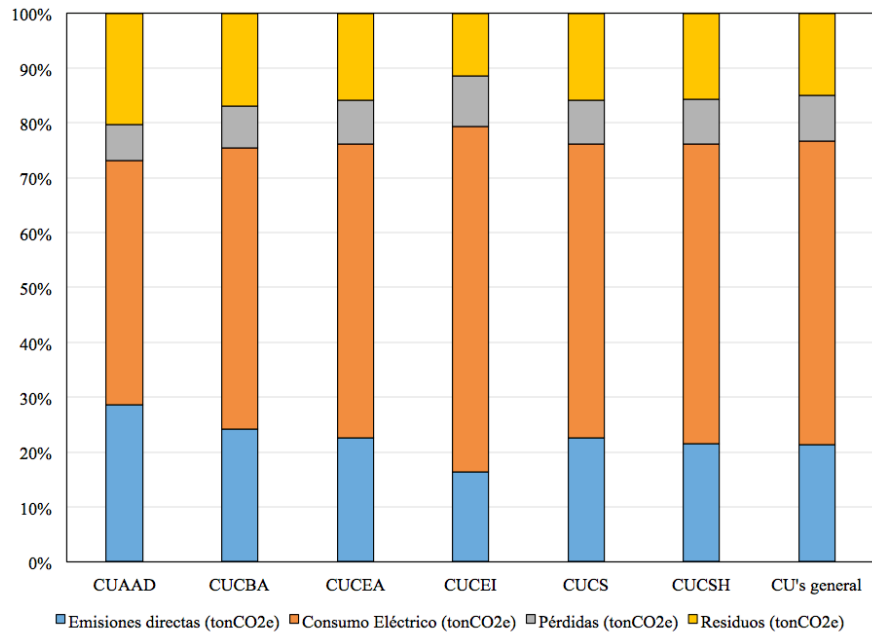


Figura 100. Distribución porcentual de las emisiones de GEI por las categorías incluidas para la certificación a nivel Edificios, todos los CUs metropolitanos, 2015.



### 3.3 Plan de Trabajo.

#### 3.3.1 Definición de Objetivo de Mitigación.

Los esfuerzos de mitigación del cambio climático, es decir el objetivo propuesto de reducción de emisiones a plantear en los diferentes CUs metropolitanos de la UdeG es consistente con los principales instrumentos de política climática internacional, nacional y regional. El requisito del estándar de certificación como carbono neutral indica que la organización debe asumir un objetivo oficial interno de reducción de emisiones, ya sea que se exprese en toneladas de GEI o como porcentaje, que reduzca las emisiones de GEI brutas totales reales en el periodo de análisis.

La Ley General de Cambio Climático publicada en 2012 indica que México asumía un objetivo voluntario de mitigación para reducir sus emisiones de GEI en un 30% para el año 2020 y un 50% para el año 2050 condicionado a la recepción de financiamiento de fuentes internacionales como parte de un acuerdo internacional (LGCC, 2012). Después de casi ocho años de negociación desde la reunión celebrada en Bali en 2007 en la versión número trece de la Conferencia de las Partes de la Convención Marco para el Cambio Climático (COP 13), los acuerdos de mitigación para el largo

plazo fueron acordados como parte de los planes de Acción del Acuerdo de París (COP 21) (UNFCCC, 2016). El Acuerdo de París asume como objetivo limitar el calentamiento del planeta a no más de 2C y la realización de actividades para lograr mantenerlo debajo de los 1.5 C. México ha actualizado su objetivo de reducción de emisiones al comunicar a la CMNUCC su Contribución Nacional Determinada (Intendend Nationally Determined Contribution, INDC por sus siglas en inglés) la cual actualiza el objetivo plasmado en la LGCC (SEMARNAT, 2015). En su INDC México establece como meta incondicional la reducción de un 25% de las emisiones de GEI para el año 2030 en relación al escenario de referencia (del año 2013); lo anterior implica una reducción de la intensidad de emisiones en un 40% por unidad del PIB. Sin embargo, de lograrse un acuerdo internacional con esquemas claros de financiamiento para la mitigación y adaptación a las consecuencias del cambio climático, México aumentaría su meta de reducción de emisiones al año 2030 de 25% al 40%; en relación a la intensidad energética, la reducción sería de un 70% para la misma fecha. El objetivo para el año 2050 se mantiene en un 50% tal como se establece en la LGCC.

La Ley para la Acción Ante el Cambio Climático del Estado de Jalisco indica como parte de sus objetivos de mitigación que se debe eliminar la pérdida de carbono y lograr que el estado sea neutro en carbono por medio de la reducción de emisiones y aumento de absorciones de carbono (LEACC, 2015). Considerando este marco normativo se propone que la reducción de emisiones de GEI en los CUs sea de un 40% en relación al escenario de referencia siempre y cuando, primero se promueva una reducción de las emisiones brutas en relación al año base (2015), y segundo se mantenga dentro de los niveles comprometidos en la legislación aplicable.

### **3.3.2 Identificación de Medidas de Mitigación en el CUAAD**

Para poder lograr la certificación como carbono neutral, es necesario que se establezca un plan de trabajo para reducir las emisiones de GEI de acuerdo a los resultados obtenidos de los diferentes aspectos evaluados en el CUAAD. La identificación de las medidas de mitigación surge en primer lugar a partir del conocimiento de los procesos que generan las emisiones. La escala a la cual se realizarán estas actividades será a aquella que se elija como parte de la política interna del CUAAD; como ya se describió, en este documento se propone el valor de 40% de reducción de emisiones en relación a la línea base.

### 3.3.2.1 *Fuentes Fijas de Emisión*

La generación de emisiones por esta categoría representa 29% de las emisiones del CUAAD. Las principales fuentes fijas de emisión que se encuentran en el CUAAD por un lado están ligadas a los consumos de Gas LP, en cafeterías, talleres y equipos de calentamiento de agua. Por otro lado, un segundo grupo de fuentes fijas corresponde a las emisiones fugitivas de gases refrigerantes en los sistemas de aire acondicionado en el CUAAD.

Dentro de las principales actividades de mitigación sugeridas para reducir las emisiones de GEI provenientes de fuentes fijas, destacan la sustitución de las estufas en cafeterías, talleres y laboratorios por sistemas de cocinas eléctricas y que sean alimentados por energía renovable. Asimismo, los sistemas de calentamiento de agua pueden ser sustituidos por calentadores solares, lo cual asegura que se realice una reducción del gasto en combustibles y emisión de contaminantes a la atmósfera al sustituir la quema de combustibles fósiles por energía limpia. Por otro lado, la principal causa de las emisiones fugitivas en los equipos de aire acondicionado es el desgaste de las piezas, por lo tanto, el adecuado mantenimiento asegura el funcionamiento de los sistemas y la recuperación adecuada de gases reducirían de manera considerable esta categoría.

### 3.3.2.2 *Residuos*

La generación de emisiones por esta categoría representa 20% de las emisiones del CUAAD. La generación y el manejo de residuos es otra de las categorías que puede dar apertura al desarrollo de proyectos que mitiguen la generación de emisiones de GEI. La adecuada disposición y recuperación de materiales es la actividad planteada, sin embargo, la información disponible que permita analizar el potencial de aprovechamiento de los residuos en CUAAD no se encuentra disponible. En una primera etapa se sugiere fortalecer los programas de separación ya existentes y así poder generar información del tipo de composición de residuos, cantidad, destino final, cultura institucional, entre otros que permitirán determinar el potencial de aprovechamiento y reducción de emisiones de GEI.

### 3.3.2.3 *Energía Eléctrica*

La generación de emisiones por esta categoría representa 51% de las emisiones del CUAAD (incluyendo las asociadas a la pérdida por transmisión y distribución). El consumo directo de energía eléctrica es la categoría con mayor peso en la cuantificación de GEI en el CUAAD, por lo

tanto, establecer estrategias de mitigación adecuadas es un punto clave en la reducción de emisiones de GEI. El principio de mitigación de GEI en esta categoría se puede centrar en primera instancia en el desarrollo de actividades tendientes a aumentar la eficiencia energética de los equipos y sistemas de iluminación. En un segundo momento las medidas de mitigación en este sector se pueden enfocar en la instalación de paneles solares que logren sustituir el sistema convencional de producción de energía por CFE y dar apertura a la inclusión de energía limpia y renovable para satisfacer las actividades y procesos dentro de CUAAD.

Para objeto de este proyecto, resulta importante mencionar que la información disponible del consumo eléctrico es la más precisa y cuantificable a largo plazo, por lo tanto, la estrategia de mitigación total se cuantifica con base en la instalación de paneles solares tomando en consideración los consumos eléctricos registrados para el año 2015. La metodología de cálculo de la propuesta de mitigación considera la instalación de paneles solares fotovoltaicos de 250 W (i.e. de marca Renesola) con una tasa de generación por panel de 1.3 kW-hr y una reducción de la eficiencia de 0.6% por equipo por año. La instalación propuesta para cumplir con el objetivo de mitigación planteado en CUAAD consta de 1,007 paneles, que, a lo largo de 15 años a partir de su instalación, habrán logrado reducir un acumulado de 3,260 tonCO<sub>2</sub>e; cabe mencionar que el tiempo de vida útil de los equipos sería de al menos diez años más. Asimismo, dentro de los beneficios adicionales se deberá estimar la reducción en el cobro del consumo eléctrico que en el año 2015 fue de \$958,216. La inversión estimada para este número de paneles es del orden de los \$11.05 millones de pesos. Es necesario realizar un estudio específico del impacto que tendrá la generación de la energía renovable en la facturación por energía (además de la demanda contratada), para determinar el costo de recuperación. A partir de la información disponible se puede determinar que el costo simple anual del proyecto de energía renovable considerando el total de su vida útil equivale solamente al 46% del gasto anual actual en electricidad. Esta indicación muestra que, aunque se requiere hacer un análisis financiero detallado, es altamente probable que la inversión en este equipo pueda recuperarse en el tiempo de vida útil, por lo que la reducción de emisiones de GEI podría considerarse como un beneficio adicional.

### **3.3.3 Identificación de Medidas de Mitigación en el CUCBA**

Para poder lograr la certificación como carbono neutral, es necesario que se establezca un plan de trabajo para reducir las emisiones de GEI de acuerdo a los resultados obtenidos de los diferentes aspectos evaluados en el CUCBA. Las identificaciones de las medidas de mitigación surgen en

primer lugar a partir del conocimiento de los procesos que generan las emisiones. La escala a la cual se realizarán estas actividades será a aquella que se elija como parte de la política interna del CUCBA; como ya se describió, en este documento se propone el valor de 40% de reducción de emisiones en relación a la línea base.

#### *3.3.3.1 Fuentes Fijas de Emisión*

La generación de emisiones por esta categoría representa 24% de las emisiones del CUCBA. Las principales fuentes fijas de emisión que se encuentran en el CUCBA por un lado están ligadas a los consumos de Gas LP, en cafeterías, talleres y equipos de calentamiento de agua. Por otro lado, un segundo grupo de fuentes fijas corresponde a las emisiones fugitivas de gases refrigerantes en los sistemas de aire acondicionado en el CUCBA.

Dentro de las principales actividades de mitigación sugeridas para reducir las emisiones de GEI provenientes de fuentes fijas, destacan la sustitución de las estufas en cafeterías, talleres y laboratorios por sistemas de cocinas eléctricas y que sean alimentados por energía renovable. Asimismo, los sistemas de calentamiento de agua pueden ser sustituidos por calentadores solares, lo cual asegura que se realice una reducción del gasto en combustibles y emisión de contaminantes a la atmósfera al sustituir la quema de combustibles fósiles por energía limpia. Por otro lado, la principal causa de las emisiones fugitivas en los equipos de aire acondicionado es el desgaste de las piezas, por lo tanto, el adecuado mantenimiento asegura el funcionamiento de los sistemas y la recuperación adecuada de gases reducirían de manera considerable esta categoría.

#### *3.3.3.2 Residuos*

La generación de emisiones por esta categoría representa 17% de las emisiones del CUCBA. La generación y el manejo de residuos es otra de las categorías que puede dar apertura al desarrollo de proyectos que mitiguen la generación de emisiones de GEI. La adecuada disposición y recuperación de materiales es la actividad planteada, sin embargo, la información disponible que permita analizar el potencial de aprovechamiento de los residuos en CUCBA no se encuentra disponible. En una primera etapa se sugiere fortalecer los programas de separación ya existentes y así poder generar información del tipo de composición de residuos, cantidad, destino final, cultura institucional, entre otros que permitirán determinar el potencial de aprovechamiento y reducción de emisiones de GEI.



### 3.3.3.3 *Energía Eléctrica*

La generación de emisiones por esta categoría representa 59% de las emisiones del CUCBA (incluyendo las asociadas a la pérdida por transmisión y distribución). El consumo directo de energía eléctrica es la categoría con mayor peso en la cuantificación de GEI en el CUCBA, por lo tanto, establecer estrategias de mitigación adecuadas es un punto clave en la reducción de emisiones de GEI. El principio de mitigación de GEI en esta categoría se puede centrar en primera instancia en el desarrollo de actividades tendientes a aumentar la eficiencia energética de los equipos y sistemas de iluminación. En un segundo momento las medidas de mitigación en este sector se pueden enfocar en la instalación de paneles solares que logren sustituir el sistema convencional de producción de energía por CFE y dar apertura a la inclusión de energía limpia y renovable para satisfacer las actividades y procesos dentro de CUCBA.

Para objeto de este proyecto, resulta importante mencionar que la información disponible del consumo eléctrico es la más precisa y cuantificable a largo plazo, por lo tanto, la estrategia de mitigación total se cuantifica con base en la instalación de paneles solares tomando en consideración los consumos eléctricos registrados para el año 2015. La metodología de cálculo de la propuesta de mitigación considera la instalación de paneles solares fotovoltaicos de 250 W (i.e. de marca Renesola) con una tasa de generación por panel de 1.3 kW-hr y una reducción de la eficiencia de 0.6% por equipo por año. La instalación propuesta para cumplir con el objetivo de mitigación planteado en CUCBA consta de 846 paneles, que, a lo largo de 15 años a partir de su instalación, habrán logrado reducir un acumulado de 2,743 tonCO<sub>2</sub>e; cabe mencionar que el tiempo de vida útil de los equipos sería de al menos diez años más. Asimismo, dentro de los beneficios adicionales se deberá estimar la reducción en el cobro del consumo eléctrico que en el año 2015 fue de \$808,521. La inversión estimada para este número de paneles es del orden de los \$9.27 millones de pesos. Es necesario realizar un estudio específico del impacto que tendrá la generación de la energía renovable en la facturación por energía (además de la demanda contratada), para determinar el costo de recuperación. A partir de la información disponible se puede determinar que el costo simple anual del proyecto de energía renovable considerando el total de su vida útil equivale solamente al 77% del gasto actual anual en electricidad. Esta indicación muestra que, aunque se requiere hacer un análisis financiero detallado, es altamente probable que la inversión en este equipo pueda recuperarse en el tiempo de vida útil, por lo que la reducción de emisiones de GEI podría considerarse como un beneficio adicional.

### **3.3.4 Identificación de Medidas de Mitigación en el CUCEA**

Para poder lograr la certificación como carbono neutral, es necesario que se establezca un plan de trabajo para reducir las emisiones de GEI de acuerdo a los resultados obtenidos de los diferentes aspectos evaluados en el CUCEA. Las identificaciones de las medidas de mitigación surgen en primer lugar a partir del conocimiento de los procesos que generan las emisiones. La escala a la cual se realizarán estas actividades será a aquella que se elija como parte de la política interna del CUCEA; como ya se describió, en este documento se propone el valor de 40% de reducción de emisiones en relación a la línea base.

#### *3.3.4.1 Fuentes Fijas de Emisión*

La generación de emisiones por esta categoría representa 23% de las emisiones del CUCEA. Las principales fuentes fijas de emisión que se encuentran en el CUCEA por un lado están ligadas a los consumos de Gas LP, en cafeterías, talleres y equipos de calentamiento de agua. Por otro lado, un segundo grupo de fuentes fijas corresponde a las emisiones fugitivas de gases refrigerantes en los sistemas de aire acondicionado en el CUCEA.

Dentro de las principales actividades de mitigación sugeridas para reducir las emisiones de GEI provenientes de fuentes fijas, destacan la sustitución de las estufas en cafeterías, talleres y laboratorios por sistemas de cocinas eléctricas y que sean alimentados por energía renovable. Asimismo, los sistemas de calentamiento de agua pueden ser sustituidos por calentadores solares, lo cual asegura que se realice una reducción del gasto en combustibles y emisión de contaminantes a la atmósfera al sustituir la quema de combustibles fósiles por energía limpia. Por otro lado, la principal causa de las emisiones fugitivas en los equipos de aire acondicionado es el desgaste de las piezas, por lo tanto, el adecuado mantenimiento asegura el funcionamiento de los sistemas y la recuperación adecuada de gases reducirían de manera considerable esta categoría.

#### *3.3.4.2 Residuos*

La generación de emisiones por esta categoría representa 26% de las emisiones del CUCEA. La generación y el manejo de residuos es otra de las categorías que puede dar apertura al desarrollo de proyectos que mitiguen la generación de emisiones de GEI. La adecuada disposición y recuperación de materiales es la actividad planteada, sin embargo, la información disponible que permita analizar

el potencial de aprovechamiento de los residuos en CUCEA no se encuentra disponible. En una primera etapa se sugiere fortalecer los programas de separación ya existentes y así poder generar información del tipo de composición de residuos, cantidad, destino final, cultura institucional, entre otros que permitirán determinar el potencial de aprovechamiento y reducción de emisiones de GEI.

#### *3.3.4.3 Energía Eléctrica*

La generación de emisiones por esta categoría representa 61% de las emisiones del CUCEA (incluyendo las asociadas a la pérdida por transmisión y distribución). El consumo directo de energía eléctrica es la categoría con mayor peso en la cuantificación de GEI en el CUCEA, por lo tanto, establecer estrategias de mitigación adecuadas es un punto clave en la reducción de emisiones de GEI. El principio de mitigación de GEI en esta categoría se puede centrar en primera instancia en el desarrollo de actividades tendientes a aumentar la eficiencia energética de los equipos y sistemas de iluminación. En un segundo momento las medidas de mitigación en este sector se pueden enfocar en la instalación de paneles solares que logren sustituir el sistema convencional de producción de energía por CFE y dar apertura a la inclusión de energía limpia y renovable para satisfacer las actividades y procesos dentro de CUCEA.

Para objeto de este proyecto, resulta importante mencionar que la información disponible del consumo eléctrico es la más precisa y cuantificable a largo plazo, por lo tanto, la estrategia de mitigación total se cuantifica con base en la instalación de paneles solares tomando en consideración los consumos eléctricos registrados para el año 2015. La metodología de cálculo de la propuesta de mitigación considera la instalación de paneles solares fotovoltaicos de 250 W (i.e. de marca Renesola) con una tasa de generación por panel de 1.3 kW-hr y una reducción de la eficiencia de 0.6% por equipo por año. La instalación propuesta para cumplir con el objetivo de mitigación planteado en CUCEA consta de 2,336 paneles, que, a lo largo de 15 años a partir de su instalación, habrán logrado reducir un acumulado de 7,574 tonCO<sub>2</sub>e; cabe mencionar que el tiempo de vida útil de los equipos sería de al menos diez años más. Asimismo, dentro de los beneficios adicionales se deberá estimar la reducción en el cobro del consumo eléctrico que en el año 2015 fue de \$4'056,876. La inversión estimada para este número de paneles es del orden de los \$25.6 millones de pesos. Es necesario realizar un estudio específico del impacto que tendrá la generación de la energía renovable en la facturación por energía (además de la demanda contratada), para determinar el costo de recuperación. A partir de la información disponible se puede determinar que el costo simple anual del proyecto de energía renovable considerando el total de su vida útil

equivale solamente al 42% del gasto anual actual en electricidad. Esta indicación muestra que, aunque se requiere hacer un análisis financiero detallado, es altamente probable que la inversión en este equipo pueda recuperarse en el tiempo de vida útil, por lo que la reducción de emisiones de GEI podría considerarse como un beneficio adicional.

### **3.3.5 Identificación de Medidas de Mitigación en el CUCEI**

Para poder lograr la certificación como carbono neutral, es necesario que se establezca un plan de trabajo para reducir las emisiones de GEI de acuerdo a los resultados obtenidos de los diferentes aspectos evaluados en el CUCEI. Las identificaciones de las medidas de mitigación surgen en primer lugar a partir del conocimiento de los procesos que generan las emisiones. La escala a la cual se realizarán estas actividades será a aquella que se elija como parte de la política interna del CUCEI; como ya se describió, en este documento se propone el valor de 40% de reducción de emisiones en relación a la línea base.

#### *3.3.5.1 Fuentes Fijas de Emisión*

La generación de emisiones por esta categoría representa 17% de las emisiones del CUCEI. Las principales fuentes fijas de emisión que se encuentran en el CUCEI por un lado están ligadas a los consumos de Gas LP, en cafeterías, talleres y equipos de calentamiento de agua. Por otro lado, un segundo grupo de fuentes fijas corresponde a las emisiones fugitivas de gases refrigerantes en los sistemas de aire acondicionado en el CUCEI.

Dentro de las principales actividades de mitigación sugeridas para reducir las emisiones de GEI provenientes de fuentes fijas, destacan la sustitución de las estufas en cafeterías, talleres y laboratorios por sistemas de cocinas eléctricas y que sean alimentados por energía renovable. Asimismo, los sistemas de calentamiento de agua pueden ser sustituidos por calentadores solares, lo cual asegura que se realice una reducción del gasto en combustibles y emisión de contaminantes a la atmósfera al sustituir la quema de combustibles fósiles por energía limpia. Por otro lado, la principal causa de las emisiones fugitivas en los equipos de aire acondicionado es el desgaste de las piezas, por lo tanto, el adecuado mantenimiento asegura el funcionamiento de los sistemas y la recuperación adecuada de gases reducirían de manera considerable esta categoría.

### 3.3.5.2 *Residuos*

La generación de emisiones por esta categoría representa 11% de las emisiones del CUCEI. La generación y el manejo de residuos es otra de las categorías que puede dar apertura al desarrollo de proyectos que mitiguen la generación de emisiones de GEI. La adecuada disposición y recuperación de materiales es la actividad planteada, sin embargo, la información disponible que permita analizar el potencial de aprovechamiento de los residuos en CUCEI no se encuentra disponible. En una primera etapa se sugiere fortalecer los programas de separación ya existentes y así poder generar información del tipo de composición de residuos, cantidad, destino final, cultura institucional, entre otros que permitirán determinar el potencial de aprovechamiento y reducción de emisiones de GEI.

### 3.3.5.3 *Energía Eléctrica*

La generación de emisiones por esta categoría representa 72% de las emisiones del CUCEI (incluyendo las asociadas a la pérdida por transmisión y distribución). El consumo directo de energía eléctrica es la categoría con mayor peso en la cuantificación de GEI en el CUCEI, por lo tanto, establecer estrategias de mitigación adecuadas es un punto clave en la reducción de emisiones de GEI. El principio de mitigación de GEI en esta categoría se puede centrar en primera instancia en el desarrollo de actividades tendientes a aumentar la eficiencia energética de los equipos y sistemas de iluminación. En un segundo momento las medidas de mitigación en este sector se pueden enfocar en la instalación de paneles solares que logren sustituir el sistema convencional de producción de energía por CFE y dar apertura a la inclusión de energía limpia y renovable para satisfacer las actividades y procesos dentro de CUCEI.

Para objeto de este proyecto, resulta importante mencionar que la información disponible del consumo eléctrico es la más precisa y cuantificable a largo plazo, por lo tanto, la estrategia de mitigación total se cuantifica con base en la instalación de paneles solares tomando en consideración los consumos eléctricos registrados para el año 2015. La metodología de cálculo de la propuesta de mitigación considera la instalación de paneles solares fotovoltaicos de 250 W (i.e. de marca Renesola) con una tasa de generación por panel de 1.3 kW-hr y una reducción de la eficiencia de 0.6% por equipo por año. La instalación propuesta para cumplir con el objetivo de mitigación planteado en CUCEI consta de 3,018 paneles, que, a lo largo de 15 años a partir de su instalación, habrán logrado reducir un acumulado de 9,785 tonCO<sub>2</sub>e; cabe mencionar que el tiempo de vida útil de los equipos sería de al menos diez años más. Asimismo, dentro de los beneficios

adicionales se deberá estimar la reducción en el cobro del consumo eléctrico que en el año 2015 fue de \$4'864,528. La inversión estimada para este número de paneles es del orden de los \$33.1 millones de pesos. Es necesario realizar un estudio específico del impacto que tendrá la generación de la energía renovable en la facturación por energía (además de la demanda contratada), para determinar el costo de recuperación. A partir de la información disponible se puede determinar que el costo simple anual del proyecto de energía renovable considerando el total de su vida útil equivale solamente al 45% del gasto anual actual en electricidad. Esta indicación muestra que, aunque se requiere hacer un análisis financiero detallado, es altamente probable que la inversión en este equipo pueda recuperarse en el tiempo de vida útil, por lo que la reducción de emisiones de GEI podría considerarse como un beneficio adicional.

### **3.3.6 Identificación de Medidas de Mitigación en el CUCS**

Para poder lograr la certificación como carbono neutral, es necesario que se establezca un plan de trabajo para reducir las emisiones de GEI de acuerdo a los resultados obtenidos de los diferentes aspectos evaluados en el CUCS. Las identificaciones de las medidas de mitigación surgen en primer lugar a partir del conocimiento de los procesos que generan las emisiones. La escala a la cual se realizarán estas actividades será a aquella que se elija como parte de la política interna del CUCS; como ya se describió, en este documento se propone el valor de 40% de reducción de emisiones en relación a la línea base.

#### *3.3.6.1 Fuentes Fijas de Emisión*

La generación de emisiones por esta categoría representa 23% de las emisiones del CUCS. Las principales fuentes fijas de emisión que se encuentran en el CUCS por un lado están ligadas a los consumos de Gas LP, en cafeterías, talleres y equipos de calentamiento de agua. Por otro lado, un segundo grupo de fuentes fijas corresponde a las emisiones fugitivas de gases refrigerantes en los sistemas de aire acondicionado en el CUCS.

Dentro de las principales actividades de mitigación sugeridas para reducir las emisiones de GEI provenientes de fuentes fijas, destacan la sustitución de las estufas en cafeterías, talleres y laboratorios por sistemas de cocinas eléctricas y que sean alimentados por energía renovable. Asimismo, los sistemas de calentamiento de agua pueden ser sustituidos por calentadores solares, lo

cual asegura que se realice una reducción del gasto en combustibles y emisión de contaminantes a la atmósfera al sustituir la quema de combustibles fósiles por energía limpia. Por otro lado, la principal causa de las emisiones fugitivas en los equipos de aire acondicionado es el desgaste de las piezas, por lo tanto, el adecuado mantenimiento asegura el funcionamiento de los sistemas y la recuperación adecuada de gases reducirían de manera considerable esta categoría.

### 3.3.6.2 *Residuos*

La generación de emisiones por esta categoría representa 16% de las emisiones del CUCS. La generación y el manejo de residuos es otra de las categorías que puede dar apertura al desarrollo de proyectos que mitiguen la generación de emisiones de GEI. La adecuada disposición y recuperación de materiales es la actividad planteada, sin embargo, la información disponible que permita analizar el potencial de aprovechamiento de los residuos en CUCS no se encuentra disponible. En una primera etapa se sugiere fortalecer los programas de separación ya existentes y así poder generar información del tipo de composición de residuos, cantidad, destino final, cultura institucional, entre otros que permitirán determinar el potencial de aprovechamiento y reducción de emisiones de GEI.

### 3.3.6.3 *Energía Eléctrica*

La generación de emisiones por esta categoría representa 61% de las emisiones del CUCS (incluyendo las asociadas a la pérdida por transmisión y distribución). El consumo directo de energía eléctrica es la categoría con mayor peso en la cuantificación de GEI en el CUCS, por lo tanto, establecer estrategias de mitigación adecuadas es un punto clave en la reducción de emisiones de GEI. El principio de mitigación de GEI en esta categoría se puede centrar en primera instancia en el desarrollo de actividades tendientes a aumentar la eficiencia energética de los equipos y sistemas de iluminación. En un segundo momento las medidas de mitigación en este sector se pueden enfocar en la instalación de paneles solares que logren sustituir el sistema convencional de producción de energía por CFE y dar apertura a la inclusión de energía limpia y renovable para satisfacer las actividades y procesos dentro de CUCS.

Para objeto de este proyecto, resulta importante mencionar que la información disponible del consumo eléctrico es la más precisa y cuantificable a largo plazo, por lo tanto, la estrategia de mitigación total se cuantifica con base en la instalación de paneles solares tomando en consideración los consumos eléctricos registrados para el año 2015. La metodología de cálculo de la

propuesta de mitigación considera la instalación de paneles solares fotovoltaicos de 250 W (i.e. de marca Renesola) con una tasa de generación por panel de 1.3 kW-hr y una reducción de la eficiencia de 0.6% por equipo por año. La instalación propuesta para cumplir con el objetivo de mitigación planteado en CUCS consta de 2,246 paneles, que, a lo largo de 15 años a partir de su instalación, habrán logrado reducir un acumulado de 7,283 tonCO<sub>2</sub>e; cabe mencionar que el tiempo de vida útil de los equipos sería de al menos diez años más. Asimismo, dentro de los beneficios adicionales se deberá estimar la reducción en el cobro del consumo eléctrico que en el año 2015 fue de \$3'266,686. La inversión estimada para este número de paneles es del orden de los \$24.6 millones de pesos. Es necesario realizar un estudio específico del impacto que tendrá la generación de la energía renovable en la facturación por energía (además de la demanda contratada), para determinar el costo de recuperación. A partir de la información disponible se puede determinar que el costo simple anual del proyecto de energía renovable considerando el total de su vida útil equivale solamente al 50% del gasto anual actual en electricidad. Esta indicación muestra que, aunque se requiere hacer un análisis financiero detallado, es altamente probable que la inversión en este equipo pueda recuperarse en el tiempo de vida útil, por lo que la reducción de emisiones de GEI podría considerarse como un beneficio adicional.

### **3.3.7 Identificación de Medidas de Mitigación en el CUCSH**

Para poder lograr la certificación como carbono neutral, es necesario que se establezca un plan de trabajo para reducir las emisiones de GEI de acuerdo a los resultados obtenidos de los diferentes aspectos evaluados en el CUCSH. Las identificaciones de las medidas de mitigación surgen en primer lugar a partir del conocimiento de los procesos que generan las emisiones. La escala a la cual se realizarán estas actividades será a aquella que se elija como parte de la política interna del CUCSH; como ya se describió, en este documento se propone el valor de 40% de reducción de emisiones en relación a la línea base.

#### *3.3.7.1 Fuentes Fijas de Emisión*

La generación de emisiones por esta categoría representa 21% de las emisiones del CUCSH. Las principales fuentes fijas de emisión que se encuentran en el CUCSH por un lado están ligadas a los consumos de Gas LP, en cafeterías, talleres y equipos de calentamiento de agua. Por otro lado, un segundo grupo de fuentes fijas corresponde a las emisiones fugitivas de gases refrigerantes en los sistemas de aire acondicionado en el CUCSH.



Dentro de las principales actividades de mitigación sugeridas para reducir las emisiones de GEI provenientes de fuentes fijas, destacan la sustitución de las estufas en cafeterías, talleres y laboratorios por sistemas de cocinas eléctricas y que sean alimentados por energía renovable. Asimismo, los sistemas de calentamiento de agua pueden ser sustituidos por calentadores solares, lo cual asegura que se realice una reducción del gasto en combustibles y emisión de contaminantes a la atmósfera al sustituir la quema de combustibles fósiles por energía limpia. Por otro lado, la principal causa de las emisiones fugitivas en los equipos de aire acondicionado es el desgaste de las piezas, por lo tanto, el adecuado mantenimiento asegura el funcionamiento de los sistemas y la recuperación adecuada de gases reducirían de manera considerable esta categoría.

#### *3.3.7.2 Residuos*

La generación de emisiones por esta categoría representa 16% de las emisiones del CUCSH. La generación y el manejo de residuos es otra de las categorías que puede dar apertura al desarrollo de proyectos que mitiguen la generación de emisiones de GEI. La adecuada disposición y recuperación de materiales es la actividad planteada, sin embargo, la información disponible que permita analizar el potencial de aprovechamiento de los residuos en CUCSH no se encuentra disponible. En una primera etapa se sugiere fortalecer los programas de separación ya existentes y así poder generar información del tipo de composición de residuos, cantidad, destino final, cultura institucional, entre otros que permitirán determinar el potencial de aprovechamiento y reducción de emisiones de GEI.

#### *3.3.7.3 Energía Eléctrica*

La generación de emisiones por esta categoría representa 63% de las emisiones del CUCSH (incluyendo las asociadas a la pérdida por transmisión y distribución). El consumo directo de energía eléctrica es la categoría con mayor peso en la cuantificación de GEI en el CUCSH, por lo tanto, establecer estrategias de mitigación adecuadas es un punto clave en la reducción de emisiones de GEI. El principio de mitigación de GEI en esta categoría se puede centrar en primera instancia en el desarrollo de actividades tendientes a aumentar la eficiencia energética de los equipos y sistemas de iluminación. En un segundo momento las medidas de mitigación en este sector se pueden enfocar en la instalación de paneles solares que logren sustituir el sistema convencional de producción de energía por CFE y dar apertura a la inclusión de energía limpia y renovable para satisfacer las actividades y procesos dentro de CUCSH.

Para objeto de este proyecto, resulta importante mencionar que la información disponible del consumo eléctrico es la más precisa y cuantificable a largo plazo, por lo tanto, la estrategia de mitigación total se cuantifica con base en la instalación de paneles solares tomando en consideración los consumos eléctricos registrados para el año 2015. La metodología de cálculo de la propuesta de mitigación considera la instalación de paneles solares fotovoltaicos de 250 W (i.e. de marca Renesola) con una tasa de generación por panel de 1.3 kW-hr y una reducción de la eficiencia de 0.6% por equipo por año. La instalación propuesta para cumplir con el objetivo de mitigación planteado en CUCSH consta de 1,700 paneles, que, a lo largo de 15 años a partir de su instalación, habrán logrado reducir un acumulado de 5,512 tonCO<sub>2</sub>e; cabe mencionar que el tiempo de vida útil de los equipos sería de al menos diez años más. Asimismo, dentro de los beneficios adicionales se deberá estimar la reducción en el cobro del consumo eléctrico que en el año 2015 fue de \$2'858,344. La inversión estimada para este número de paneles es del orden de los \$18.6 millones de pesos. Es necesario realizar un estudio específico del impacto que tendrá la generación de la energía renovable en la facturación por energía (además de la demanda contratada), para determinar el costo de recuperación. A partir de la información disponible se puede determinar que el costo simple anual del proyecto de energía renovable considerando el total de su vida útil equivale solamente al 43% del gasto anual actual en electricidad. Esta indicación muestra que, aunque se requiere hacer un análisis financiero detallado, es altamente probable que la inversión en este equipo pueda recuperarse en el tiempo de vida útil, por lo que la reducción de emisiones de GEI podría considerarse como un beneficio adicional.

### **3.3.8 Resumen de Medidas de Mitigación en CUs Metropolitanos**

Considerando la información de los seis CUs metropolitanos se propone como medida principal de mitigación la instalación de paneles solares fotovoltaicos para la reducción del 40% de las emisiones proyectadas para los próximos 15 años. Esto representa la reducción de un acumulado de 36,163 tonCO<sub>2</sub>e para lo cual sería necesario instalar 11,153 paneles de 250 W de potencia. La inversión estimada es de \$122.3 millones de pesos. Al considerar un tipo de cambio de \$21 pesos por dólar americano y el tiempo de vida útil de los equipos el costo equivalente de reducción de emisiones sería del orden de \$95 USD por tCO<sub>2</sub>e; sin embargo, el costo a largo plazo sería cero, o inclusive generaría beneficios monetarios a los CUs al considerar el ahorro en electricidad. Al considerar el tiempo de vida útil de los equipos de 25 años la inversión requerida equivale a un costo promedio anual (sin considerar intereses por financiamiento) de \$7.86 millones de pesos; esta

cantidad representa menos de la mitad -47%-, del gasto actual anual en electricidad el cual es de \$16.81 millones. Considerando que la tendencia actual es que el precio de la electricidad aumentará y que el costo de la tecnología de energías renovables es cada vez menor, esta medida de mitigación tiene el potencial de generar la reducción de emisiones de GEI y beneficios económicos. Por este motivo es recomendable realizar un estudio financiero a mayor detalle.

### **3.3.9 Identificación de Opciones de Neutralización.**

La neutralización de las emisiones de GEI que no sea posible reducir como parte de la implementación del plan de mitigación deberán cubrirse por medio de la compra de los llamados “bonos de carbono” de los mercados de carbono. Los bonos de carbono es el nombre común que reciben los diferentes certificados de reducción de emisiones o certificados de captura de carbono generados como parte del registro y desarrollo de proyectos de mitigación en los mercados de carbono de cumplimiento o los mercados voluntarios.

Los mercados internacionales de cumplimiento tienen su origen en los mecanismos de flexibilidad del Protocolo de Kioto el cual estableció un sistema de intercambio de derechos de emisión con tope de emisiones entre los países desarrollados listados en el Anexo B (*cap-and-trade*, corresponde al término en inglés). Al asumir el compromiso de reducción de emisiones los países desarrollados recibieron cada uno, una cantidad determinada de unidades permitidas de emisión de GEI las cuales fueron repartidas entre los diferentes entes regulados de sus países. Estos permisos son escasos lo que estimula a los entes regulados a reducir sus emisiones; la intención es que aquellos que puedan ser más eficientes en su reducción de emisiones, es decir que lo pueden lograr a menor costo, tendrán incentivos para vender sus permisos “excedentes” a otros entes que tengan mayores costos de abatimiento. De esta forma se busca reducir las emisiones de GEI al menor costo. Los mecanismos de flexibilidad permiten además generar derechos de emisión extra, a partir de la certificación de emisiones reducidas o aumento de los acervos de carbono, de proyectos ejecutados en países distintos a los listados en el Anexo I (países en desarrollo), como parte del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL).

A partir de este modelo de mercado de carbono, se han creado diferentes mecanismos como parte de la implementación de políticas climáticas en diferentes países. Además, se han creado otros estándares de cuantificación y certificación de reducción de emisiones y captura de carbono distintos a los del MDL con el objetivo de reducir ciertos costos de transacción e incluir actividades

que no habían sido consideradas como parte de los mercados de cumplimiento, de esta forma se han originado también mercados voluntarios de carbono.

Sin embargo, debido a las dificultades para lograr un acuerdo internacional de mitigación en 2009 en la COP 15, y de aumentar el nivel de los objetivos de reducción de emisiones para el segundo periodo de cumplimiento del Protocolo de Kioto, la demanda y precios de los bonos de carbono del mercado MDL se han reducido sustancialmente. En México en el año 2014, la miscelánea fiscal incluyó la creación de un impuesto a las emisiones de GEI por el uso y quema de combustibles fósiles equivalente a un nivel de \$3 USD por tCO<sub>2</sub>e. Con el objetivo de fomentar la demanda de los bonos de carbono de proyectos MDL se permitió la demostración del pago de dicho impuesto a través de la compra de certificados de reducción de emisiones de proyectos MDL desarrollados en México.

Por otra parte, los mercados de carbono se han mantenido y se espera que como parte de la implementación del Acuerdo de París resurja el rol de los mercados de carbono de cumplimiento –y eventualmente los voluntarios- en la implementación de medidas de mitigación. En el año 2015 los mercados voluntarios comercializaron el equivalente a 84 millones de tonCO<sub>2</sub>e con un valor de \$278 millones de dólares (Hamrick y Goldstein, 2016). Lo anterior indica que el precio promedio de los bonos de carbono se ubica alrededor de \$3.3 dólares por tonelada, sin embargo, el precio es variable y depende de la negociación entre los compradores y proveedores y del tipo de proyecto. Los costos de implementación (además de los de transacción y de oportunidad) de los diferentes tipos de proyecto son muy distintos entre sí, en el año pasado por ejemplo los proyectos que tuvieron mayores precios de referencia fueron proyectos como aquellos orientados a la destrucción de sustancias que afectan la capa de ozono (hasta \$11.4 dólares por tonelada) o proyectos agroforestales (\$9.9 dólares por tonelada). La Secretaría Ejecutiva de las Naciones Unidas estima que, para aprovechar el potencial de mitigación de las acciones basadas en el sector forestal, el nivel de los precios de carbono debería situarse a niveles de \$25 dólares por tonelada (UN, 2011). En México se han desarrollado desde hace más de veinte años proyectos de captura de carbono, por ejemplo, el proyecto Scolel'te que comercializa certificados en los mercados voluntarios a precios alrededor de \$10 dólares por tonelada de CO<sub>2</sub>e.

Un aspecto importante al considerar la compra de bonos de carbono de un proyecto específico es la valoración de los co-beneficios que puede generar esta intervención además de la reducción de emisiones. Usualmente las medidas de mitigación de menor costo se desarrollan en áreas de países

con menores niveles de desarrollo –lejanos de los compradores de los bonos-. Esto puede motivar a que las empresas o países en zonas más desarrolladas a comprar los certificados de dichos proyectos (para reducir su gasto). Sin embargo, además de reducir emisiones estos proyectos generan co-beneficios que son percibidos a nivel local y en el presente por la población de las zonas inmediatas donde se desarrollan estas actividades. Por este motivo existe una tendencia a implementar o apoyar iniciativas locales de mitigación –desde el punto de vista de la empresa o regulación que desea reducir sus emisiones- con el objetivo de maximizar los beneficios en su entorno.

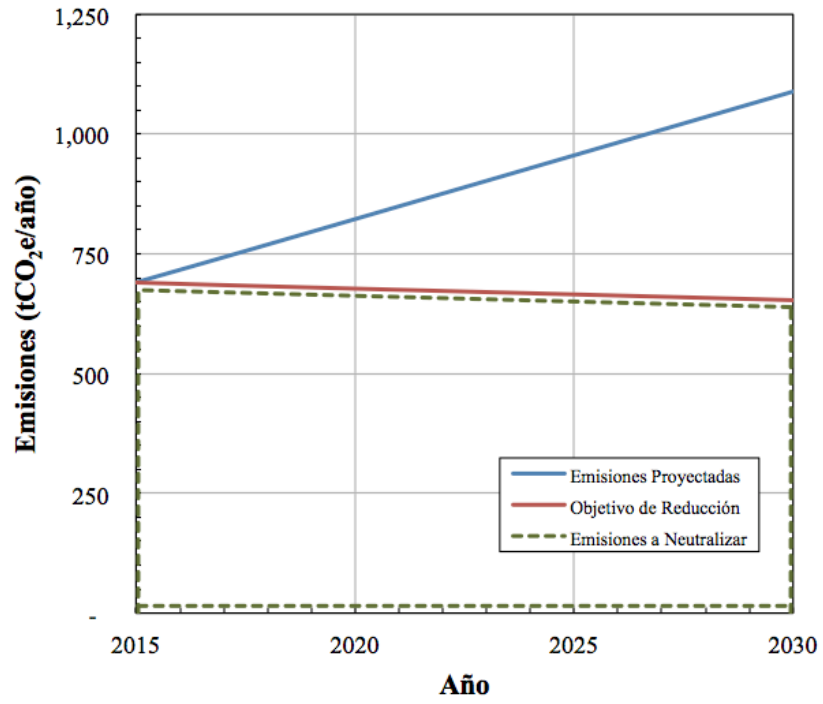
Tomando en cuenta la diversidad de opciones para la compra de bonos de carbono de diferentes proyectos y a diferentes costos, al considerar los requisitos para la compra de certificados de captura de carbono para neutralizar las emisiones no reducidas en los CUs se utilizan tres precios de referencia. Se utiliza un nivel mínimo de \$3 dólares por tonelada de CO<sub>2</sub>e el cual corresponde tanto al impuesto de carbono nacional como el precio promedio en los mercados nacionales; se considera un nivel máximo de \$20 dólares el cual responde a las necesidades de financiamiento para aumentar el rol del sector forestal en los esfuerzos de mitigación (finalmente es a través de la captura de carbono en sumideros que se removerá el exceso de CO<sub>2</sub> de la atmósfera); se toma además un valor promedio de \$10 dólares por tonelada, correspondiente a los niveles observados en el mercado voluntario de carbono nacional.

### **3.3.10 Definición de Objetivos de Reducción y Neutralización de Emisiones de GEI**

#### *3.3.10.1 Objetivos de Reducción y Neutralización de Emisiones de GEI para el CUAAD*

Con base en la información presentada en las secciones anteriores y generada como parte de este trabajo la Figura presentada a continuación muestra de una forma gráfica la información general del plan de mitigación y neutralización de emisiones de GEI en el CUAAD para alcanzar el nivel de certificación como carbono neutral a nivel Edificios. La gráfica muestra en la línea azul la tendencia esperada de aumento de emisiones de acuerdo al crecimiento de la matrícula en el CU. La línea roja muestra de manera consistente con los requisitos establecidos por el Protocolo de Neutralidad de Carbono y la legislación aplicable, la tendencia de reducción de emisiones asumiendo una reducción del 40% de las emisiones en relación al escenario de referencia. De acuerdo al plan de mitigación propuesto esta reducción de emisiones en el periodo de los próximos 15 años es de 3,266 tonCO<sub>2</sub>e. Finalmente el polígono delimitado por las líneas de color verde punteado definen el volumen total de emisiones de GEI que no serían reducidas dentro del CU y que por lo tanto deberían neutralizarse a través de la compra de bonos de carbono. Para el CUAAD sería necesario comprar 9,992 tonCO<sub>2</sub>e durante el periodo de análisis (666 tonCO<sub>2</sub>e/año), lo cual representaría un desembolso total de \$2.1 millones de pesos (\$0.6-\$4.2 millones), es decir cerca de \$141 mil pesos por año (\$42 – \$281 mil pesos anualmente). Los valores mínimos-máximos muestran los valores extremos obtenidos para el intervalo de precios de carbono considerados.

Figura 101. Plan general propuesto de reducción y neutralización de emisiones de GEI en CUAAD 2015-2030.

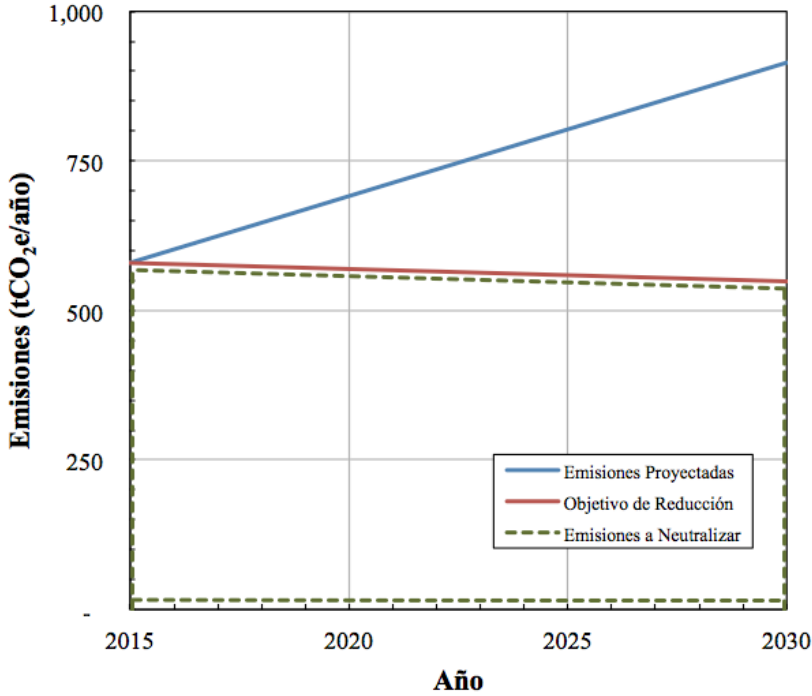


### 3.3.10.2 *Objetivos de Reducción y Neutralización de Emisiones de GEI para el CUCBA*

Con base en la información presentada en las secciones anteriores y generada como parte de este trabajo la Figura presentada a continuación muestra de una forma gráfica la información general del plan de mitigación y neutralización de emisiones de GEI en el CUCBA para alcanzar el nivel de certificación como carbono neutral a nivel Edificios. La gráfica muestra en la línea azul la tendencia esperada de aumento de emisiones de acuerdo al crecimiento de la matrícula en el CU. La línea roja muestra de manera consistente con los requisitos establecidos por el Protocolo de Neutralidad de Carbono y la legislación aplicable, la tendencia de reducción de emisiones asumiendo una reducción del 40% de las emisiones en relación al escenario de referencia. De acuerdo al plan de mitigación propuesto esta reducción de emisiones en el periodo de los próximos 15 años es de 2,743 tonCO<sub>2</sub>e. Finalmente el polígono delimitado por las líneas de color verde punteado definen el volumen total de emisiones de GEI que no serían reducidas dentro del CU y que por lo tanto deberían neutralizarse a través de la compra de bonos de carbono. Para el CUBA sería necesario comprar 8,230 tonCO<sub>2</sub>e durante el periodo de análisis (448 tonCO<sub>2</sub>e/año), lo cual representaría un desembolso total de \$1.7 millones de pesos (\$0.53-\$3.55 millones), es decir cerca de \$118 mil pesos por año (\$35 – \$236 mil pesos anualmente). Los valores mínimos-máximos muestran los valores extremos obtenidos para el intervalo de precios de carbono considerados.



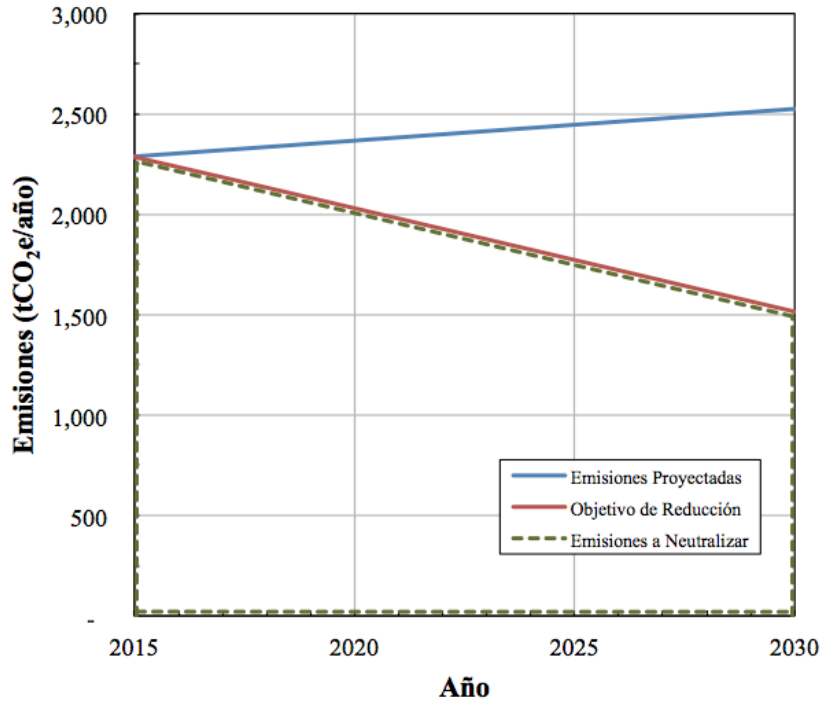
Figura 102. Plan general propuesto de reducción y neutralización de emisiones de GEI en CUCBA 2015-2030.



### 3.3.10.3 *Objetivos de Reducción y Neutralización de Emisiones de GEI para el CUCEA*

Con base en la información presentada en las secciones anteriores y generada como parte de este trabajo la Figura presentada a continuación muestra de una forma gráfica la información general del plan de mitigación y neutralización de emisiones de GEI en el CUCEA para alcanzar el nivel de certificación como carbono neutral a nivel Edificios. La gráfica muestra en la línea azul la tendencia esperada de aumento de emisiones de acuerdo al crecimiento de la matrícula en el CU. La línea roja muestra de manera consistente con los requisitos establecidos por el Protocolo de Neutralidad de Carbono y la legislación aplicable, la tendencia de reducción de emisiones asumiendo una reducción del 40% de las emisiones en relación al escenario de referencia. De acuerdo al plan de mitigación propuesto esta reducción de emisiones en el periodo de los próximos 15 años es de 7,574 tonCO<sub>2</sub>e. Finalmente el polígono delimitado por las líneas de color verde punteado definen el volumen total de emisiones de GEI que no serían reducidas dentro del CU y que por lo tanto deberían neutralizarse a través de la compra de bonos de carbono. Para el CUCEA sería necesario comprar 27,872 tonCO<sub>2</sub>e durante el periodo de análisis (1,858 tonCO<sub>2</sub>e/año), lo cual representaría un desembolso total de \$5.98 millones de pesos (\$1.79-\$11.97 millones), es decir cerca de \$399 mil pesos por año (\$119 – \$798 mil pesos anualmente). Los valores mínimos-máximos muestran los valores extremos obtenidos para el intervalo de precios de carbono considerados.

Figura 103. Plan general propuesto de reducción y neutralización de emisiones de GEI en CUCEA 2015-2030.

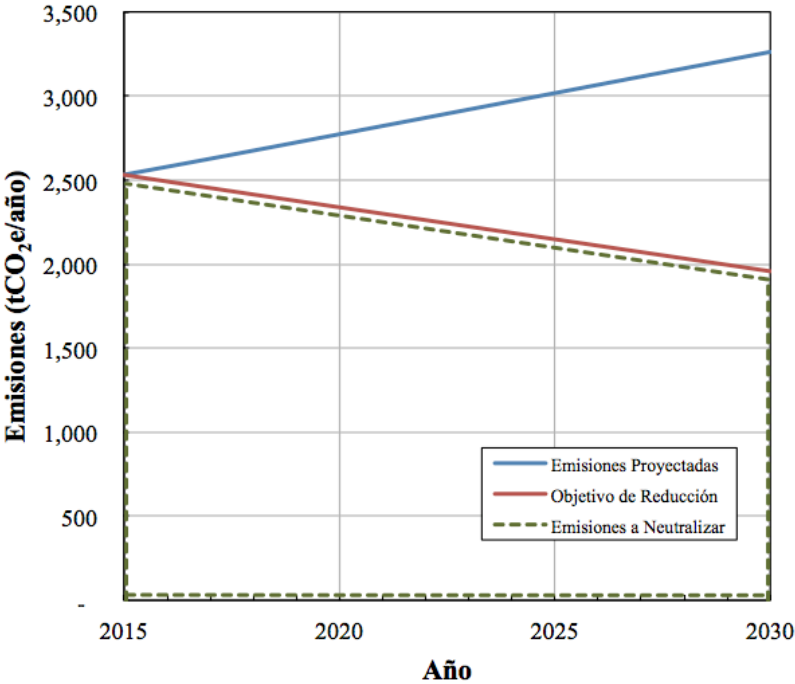


#### 3.3.10.4 Objetivos de Reducción y Neutralización de Emisiones de GEI para el CUCEI

Con base en la información presentada en las secciones anteriores y generada como parte de este trabajo la Figura presentada a continuación muestra de una forma gráfica la información general del plan de mitigación y neutralización de emisiones de GEI en el CUCEI para alcanzar el nivel de certificación como carbono neutral a nivel Edificios. La gráfica muestra en la línea azul la tendencia esperada de aumento de emisiones de acuerdo al crecimiento de la matrícula en el CU. La línea roja muestra de manera consistente con los requisitos establecidos por el Protocolo de Neutralidad de Carbono y la legislación aplicable, la tendencia de reducción de emisiones asumiendo una reducción del 40% de las emisiones en relación al escenario de referencia. De acuerdo al plan de mitigación propuesto esta reducción de emisiones en el periodo de los próximos 15 años es de 9,785 tonCO<sub>2</sub>e. Finalmente el polígono delimitado por las líneas de color verde punteado definen el volumen total de emisiones de GEI que no serían reducidas dentro del CU y que por lo tanto deberían neutralizarse a través de la compra de bonos de carbono. Para el CUCEI sería necesario comprar 33,178 tonCO<sub>2</sub>e durante el periodo de análisis (2,211 tonCO<sub>2</sub>e/año), lo cual representaría un desembolso total de \$7.1 millones de pesos (\$2.12-\$12.13 millones), es decir cerca de \$471 mil

pesos por año (\$141 – \$942 mil pesos anualmente). Los valores mínimos-máximos muestran los valores extremos obtenidos para el intervalo de precios de carbono considerados.

Figura 104. Plan general propuesto de reducción y neutralización de emisiones de GEI en CUCEI 2015-2030.

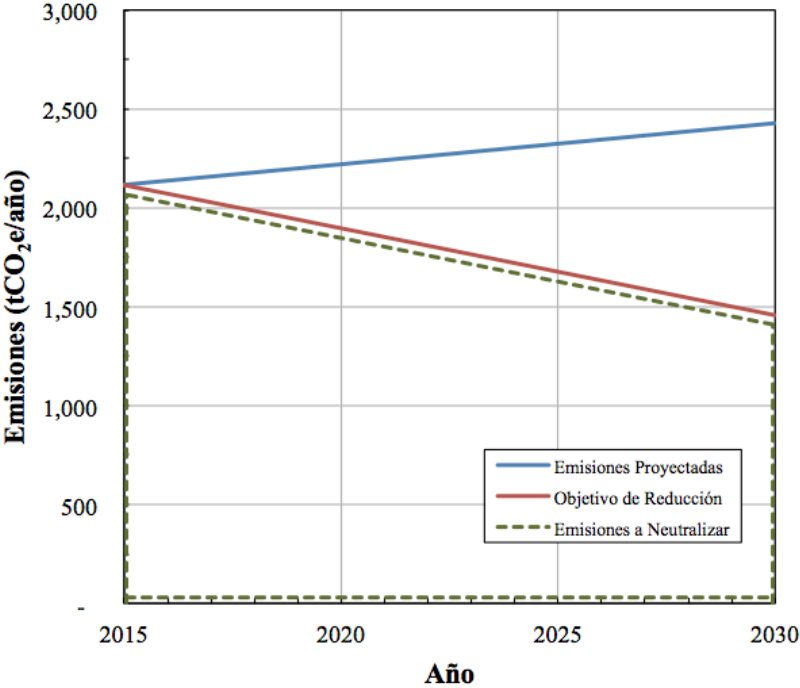


3.3.10.5 *Objetivos de Reducción y Neutralización de Emisiones de GEI para el CUCS*

Con base en la información presentada en las secciones anteriores y generada como parte de este trabajo la Figura presentada a continuación muestra de una forma gráfica la información general del plan de mitigación y neutralización de emisiones de GEI en el CUCS para alcanzar el nivel de certificación como carbono neutral a nivel Edificios. La gráfica muestra en la línea azul la tendencia esperada de aumento de emisiones de acuerdo al crecimiento de la matrícula en el CU. La línea roja muestra de manera consistente con los requisitos establecidos por el Protocolo de Neutralidad de Carbono y la legislación aplicable, la tendencia de reducción de emisiones asumiendo una reducción del 40% de las emisiones en relación al escenario de referencia. De acuerdo al plan de mitigación propuesto esta reducción de emisiones en el periodo de los próximos 15 años es de 7,283 tonCO<sub>2</sub>e. Finalmente el polígono delimitado por las líneas de color verde punteado definen el volumen total de emisiones de GEI que no serían reducidas dentro del CU y que por lo tanto deberían neutralizarse a través de la compra de bonos de carbono. Para el CUCS sería necesario

comprar 26,659 tonCO<sub>2</sub>e durante el periodo de análisis (1,777 tonCO<sub>2</sub>e/año), lo cual representaría un desembolso total de \$5.6 millones de pesos (\$1.7-\$11.3 millones), es decir cerca de \$375 mil pesos por año (\$113 – \$750 mil pesos anualmente). Los valores mínimos-máximos muestran los valores extremos obtenidos para el intervalo de precios de carbono considerados.

Figura 105. Plan general propuesto de reducción y neutralización de emisiones de GEI en CUCS 2015-2030.

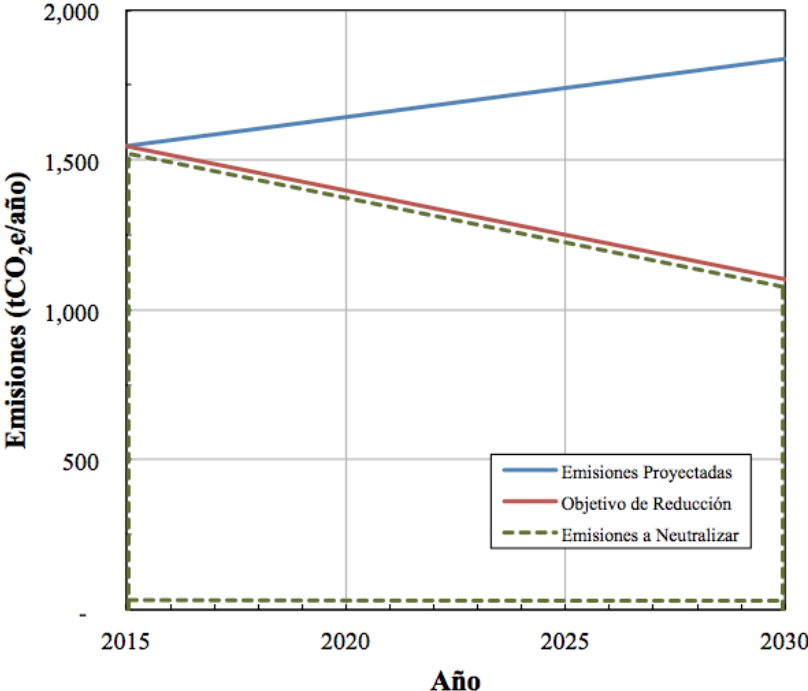


3.3.10.6 *Objetivos de Reducción y Neutralización de Emisiones de GEI para el CUCSH*

Con base en la información presentada en las secciones anteriores y generada como parte de este trabajo la Figura presentada a continuación muestra de una forma gráfica la información general del plan de mitigación y neutralización de emisiones de GEI en el CUCSH para alcanzar el nivel de certificación como carbono neutral a nivel Edificios. La gráfica muestra en la línea azul la tendencia esperada de aumento de emisiones de acuerdo al crecimiento de la matrícula en el CU. La línea roja muestra de manera consistente con los requisitos establecidos por el Protocolo de Neutralidad de Carbono y la legislación aplicable, la tendencia de reducción de emisiones asumiendo una reducción del 40% de las emisiones en relación al escenario de referencia. De acuerdo al plan de mitigación propuesto esta reducción de emisiones en el periodo de los próximos 15 años es de 5,512 tonCO<sub>2</sub>e. Finalmente el polígono delimitado por las líneas de color verde punteado definen el

volumen total de emisiones de GEI que no serían reducidas dentro del CU y que por lo tanto deberían neutralizarse a través de la compra de bonos de carbono. Para el CUCSH sería necesario comprar 19,814 tonCO<sub>2</sub>e durante el periodo de análisis (1,312 tonCO<sub>2</sub>e/año), lo cual representaría un desembolso total de \$4.2 millones de pesos (\$1.3- \$8.3 millones), es decir cerca de \$278 mil pesos por año (\$83 – \$556 mil pesos anualmente). Los valores mínimos-máximos muestran los valores extremos obtenidos para el intervalo de precios de carbono considerados.

Figura 106. Plan general propuesto de reducción y neutralización de emisiones de GEI en CUCSH 2015-2030.

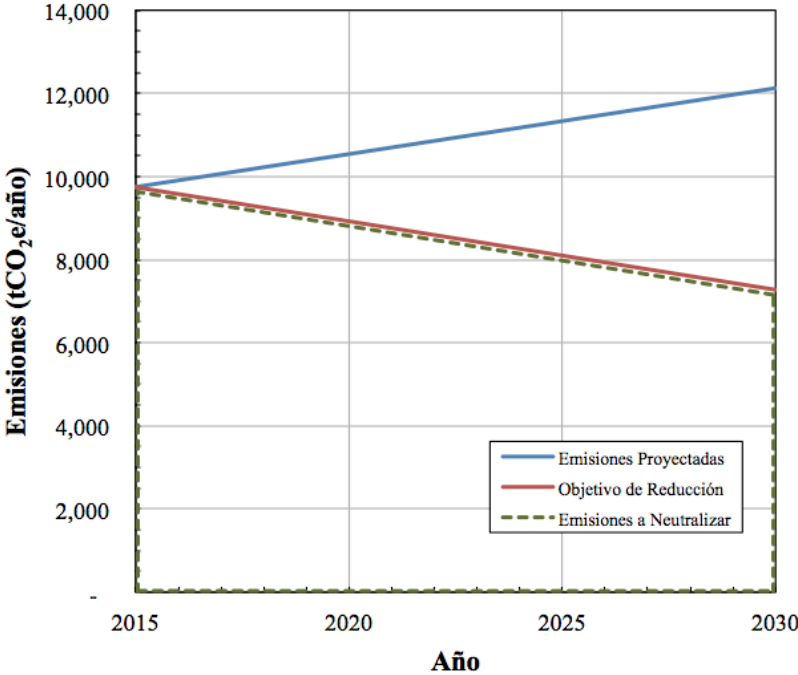


**3.3.11 Resumen de los Planes de Mitigación y Neutralización para los CUs Metropolitanos**

Con base en la información presentada en las secciones anteriores y generada como parte de este trabajo la Figura presentada a continuación muestra de una forma gráfica la información general del plan de mitigación y neutralización de emisiones de GEI en los seis CUs metropolitanos para alcanzar el nivel de certificación como carbono neutral a nivel Edificios. La gráfica muestra en la línea azul la tendencia esperada de aumento de emisiones de acuerdo al crecimiento de la matrícula en los CUs. La línea roja muestra de manera consistente con los requisitos establecidos por el Protocolo de Neutralidad de Carbono y la legislación aplicable, la tendencia de reducción de emisiones asumiendo una reducción del 40% de las emisiones en relación al escenario de

referencia. De acuerdo al plan de mitigación propuesto esta reducción de emisiones en el periodo de los próximos 15 años es de 36,163 tonCO<sub>2</sub>e. Finalmente el polígono delimitado por las líneas de color verde punteado definen el volumen total de emisiones de GEI que no serían reducidas dentro de los CUs y que por lo tanto deberían neutralizarse a través de la compra de bonos de carbono. Para los CUs metropolitanos sería necesario comprar 126,062 tonCO<sub>2</sub>e durante el periodo de análisis (8,404 tonCO<sub>2</sub>e/año), lo cual representaría un desembolso total de \$26.1 millones de pesos (\$8.0- \$53.6 millones), es decir cerca de \$1.8 millones de pesos por año (\$0.54 – \$3.57 millones de pesos anualmente). Los valores mínimos-máximos muestran los valores extremos obtenidos para el intervalo de precios de carbono considerados.

Figura 107. Plan general propuesto de reducción y neutralización de emisiones de GEI en los seis CUs Metropolitanos 2015-2030



En las tablas que se presentan a continuación describen los objetivos de Mitigación y Neutralización en los CUs Metropolitanos en el periodo considerado de (2015-2030), así como la inversión estimada en reducción de Emisiones Totales y el requerimiento de compra de Certificados de Carbono con valores mínimos y máximos.

Tabla 27. Resumen de Objetivos de Mitigación y Neutralización en los CUs Metropolitanos considerados (2015-2030) (en ton de CO2e)

CUs	Emisiones 2015 (tonCO2e/año)	Emisiones Esperadas 2030 (tonCO2e/año)	Captura de Carbono Esperada en CU (tonCO2e/año)	Meta de Reducción de Emisiones en 2030 (con Reducción) (Total) (tonCO2e)	Meta de Reducción de Emisiones (promedio anual) (tonCO2e/año)	Requerimiento de Compra de Certificados de Carbono (Total) (tonCO2e)	Requerimiento de Compra de Certificados de Carbono (Promedio Anual) (tonCO2e/año)
CUAAD	689.3	1,088.7	5.1	653.2	217.7	9,992.1	666.1
CUCBA	579.6	914.3	15.4	548.6	182.9	8,230.4	548.7
CUCEA	2,287.7	2,524.8	43.1	1,514.9	505.0	27,872.9	1,858.2
CUCEI	2,527.6	3,261.6	30.4	1,957.0	652.3	33,178.2	2,211.9
CUCS	2,116.1	2,427.7	9.1	1,456.6	485.5	26,659.1	1,777.3
CUCSH	1,546.1	1,837.5	3.3	1,102.5	367.5	19,814.9	1,321.0
Total	9,746.4	12,124.6	106.4	7,274.8	2,424.9	126,062.6	8,404.2

Tabla 28. Resumen de Objetivos de Mitigación y Neutralización en los CUs Metropolitanos considerados (2015-2030) (en millones de pesos)

CUs	Inversión Estimada en Reducción de Emisiones (Total) (\$)	Inversión Estimada en Reducción de Emisiones (Anual) (\$)	Requerimiento de Compra de Certificados de Carbono (Total) (\$) Promedio (Min. -Max.)	Requerimiento de Compra de Certificados de Carbono (Promedio Anual) (\$) Promedio (Min. -Max.)
CUAAD	11,048,686	736,579	2,114,471 (634,341 - 4,228,943)	140,965 (42,289 - 281,930)
CUCBA	9,279,408	618,627	1,776,903 (533,071 - 3,553,806)	118,460 (35,538 - 236,920)
CUCEA	25,622,398	1,708,160	5,989,076 (1,796,723 - 11,978,151)	399,272 (119,782 - 798,543)
CUCEI	33,102,081	2,206,805	7,063,192 (2,118,958 - 14,126,385)	470,879 (141,264 - 941,759)
CUCS	24,637,962	1,642,531	5,627,067 (1,688,120 - 11,254,134)	375,138 (112,541 - 750,276)
CUCSH	18,646,773	1,243,118	4,171,527 (1,251,458 - 8,343,054)	278,102 (83,431 - 556,204)
Total	122,337,308	8,155,821	26,808,366 (8,042,510 - 53,616,733)	1,787,224 (536,167 - 3,574,449)



## 4 Conclusiones

La información ambiental es una herramienta valiosa para crear conciencia y definir estrategias de acción ante los problemas ambientales y los impactos que se generan a partir de la dinámica operativa de las organizaciones. En este trabajo se ha descrito una propuesta metodológica de selección de un esquema de certificación carbono neutral para seis los Centros Universitarios de la Universidad de Guadalajara ubicados en la Zona Metropolitana de Guadalajara, la estimación del Inventario de Gases de Efecto Invernadero de acuerdo con los requisitos del esquema de certificación y la propuesta del plan de mitigación con base a las tendencias de crecimiento de emisiones y necesidades de reducción de emisiones y neutralización al año de 2030. Estas metas de reducción de emisiones son consistentes con la legislación vigente en materia de mitigación del cambio climático

El trabajo hace una descripción metodológica de los cálculos que los responsables de los diferentes CUs podrían hacer para generar una estimación detallada de las emisiones de GEI a un gran nivel de detalle para los diferentes procesos de generación de emisiones. Estos alcances incluyen emisiones directas e indirectas. Con el objetivo de sentar una base común para realizar un primer ejercicio de la estimación de las emisiones de GEI y los requisitos de la participación en un programa de neutralidad en carbono se eligió el esquema de certificación a nivel Edificio la cual requiere la estimación de emisiones de GEI por fuentes fijas, manejo de residuos y uso de energía eléctrica. La metodología aquí descrita puede ampliarse de forma incremental para incluir más procesos de generación de emisiones y niveles de certificación más ambiciosos.

Los resultados indican que en el año 2015 las emisiones estimadas para el alcance seleccionado en los seis CUs fueron del orden de 9,746 tonCO<sub>2</sub>e. Considerando un escenario inercial de crecimiento basado en el número probable de alumnos en los próximos quince años se estima que de no realizarse medidas de mitigación las emisiones podrían aumentar hasta 12,125 tonCO<sub>2</sub>e por año esto representa un crecimiento del 24%. El arbolado presente en los CUs metropolitanos cuenta con un almacén actual de 8,954 tonCO<sub>2</sub>e y considerando una capacidad de crecimiento del 1% anual implicaría el potencial para remover 106 tonCO<sub>2</sub>e/año, lo que equivaldría a 1,596 tonCO<sub>2</sub>e en el transcurso de los próximos 15 años, esto es el 1.1% tan solo del aumento esperado de emisiones en el escenario de referencia.

Una de las primeras actividades del proceso de certificación de neutralidad en carbono una vez que se han estimado las emisiones de GEI es el establecimiento de una meta de reducción de emisiones. Al adoptar un objetivo de mitigación del 40% en relación al escenario de referencia se cumple el objetivo de reducir las emisiones brutas en relación al año inicial; esto representa el establecimiento de una meta de reducción de 36,374 tonCO<sub>2</sub>e en los siguientes quince años. Derivado de lo anterior entonces los requerimientos de compra de certificados de reducción de emisiones o de bonos de carbono para alcanzar la neutralidad de carbono sería de 127,659 tonCO<sub>2</sub>e (8,511 tonCO<sub>2</sub>e anualmente). Con el objetivo de generar un estimado confiable de la reducción de emisiones se plantea que la estrategia principal de mitigación sea la instalación de paneles solares fotovoltaicos para cubrir parte de la necesidad energética de los CUs al tiempo que se reduzcan las emisiones. El plan propuesto de mitigación requiere la instalación de 11,153 paneles solares de 250 W, lo cual implicaría una inversión estimada de \$122 millones de pesos. Considerando el tiempo de vida útil de los equipos de 25 años representa un costo equivalente anual de \$7.87 millones de pesos lo cual representa el 47% del costo actual por concepto de energía eléctrica. Aunque es necesario realizar un análisis financiero para cada CU, esta medida de mitigación puede ser financieramente viable, es decir que a largo plazo resulte en ahorros netos en términos monetarios además promover la reducción de emisiones. El presupuesto requerido para la neutralización de emisiones de los seis centros sería de \$1.78 millones de pesos por año (\$0.53 a \$3.57 millones), lo que en el análisis a quince años representaría \$26.8 millones (\$8.0 a \$53.6 millones) dependiendo del costo de referencia de los certificados de reducción de emisiones o captura de carbono que se utilice. Es necesario mencionar también que se deberán cubrir costos administrativos y de transacción asociados al registro y certificación de los inventarios y acciones de mitigación y neutralización ante la oficina del Protocolo de Neutralidad en Carbono.

Es un gran reto generar la información necesaria para realizar la cuantificación del Inventario de Gases de Efecto Invernadero. Por una parte, el consumo de productos y servicios se encuentra en las bases de datos de los departamentos de adquisiciones, almacén, servicios generales, transparencia, etc. La información relacionada a los procesos internos difícilmente se encuentra documentada, por lo cual representa una dificultad generar los datos de actividad para cada Centro Universitario. Una primera tarea como parte de un sistema formal de certificación es el establecimiento y formalización de un sistema de gestión de información ambiental, y en un sentido más amplio, de un sistema de gestión ambiental.

La información generada como parte de este trabajo permite conocer la contribución al Cambio Climático por la demanda de productos y servicios que los Centros Universitarios requieren para cumplir con sus necesidades, procesos y servicios, así como la escala de los esfuerzos que deben realizarse para reducir su impacto en términos físicos y económicos.

La propuesta metodológica aquí descrita incluye todas las categorías y algoritmos matemáticos que las entidades de certificación y organismos estandarizados internacionales recomiendan para la elaboración de Inventarios de Gases de Efecto Invernadero. El trabajo fue desarrollado pensando en que es un primer acercamiento para conocer la contribución de los Centros Universitarios al Cambio Climático. Como parte de un proceso de implementación y mejora continua, este estudio será una referencia para la implementación de proyectos de eficiencia energética, consumo responsable y fomento a las capacidades locales, estatales y nacionales en materia de acción ante al Cambio Climático. Es necesario reconocer que la selección de un esquema de certificación, la presentación del Inventario de Gases de Efecto Invernadero y la definición de objetivos de mitigación acordes a los objetivos institucionales tienen el potencial de promover las transformaciones necesarias que permitan la implementación exitosa de las políticas Universitarias en materia de sustentabilidad y acción ante el Cambio Climático.

## **5 Agradecimientos**

Este trabajo fue desarrollado para el Programa Universidad Sustentable de la Universidad de Guadalajara. Los autores agradecen al Rector General Mtro. Itzcóatl Tonatiuh Bravo, los Rectores de los Centros Universitarios Mtro. Ernesto Flores Gallo (CUAAD), Dr. Carlos Beas Zárate (CUCBA), Dra. Ruth Padilla Muñoz (CUCEI), Mtro. José Alberto Castellanos Gutiérrez (CUCEA), Dr. Jaime Federico Andrade Villanueva (CUCS) y Dr. Héctor Raúl Solís Gadea (CUCSH) a la Dra. Carla Aceves del Programa Universidad Sustentable por el apoyo otorgado para la realización de este proyecto, la Lic. Silvia León y Lic. Karina Salazar del Programa Universidad Sustentable, los Coordinadores de Servicios Generales Arq. Carlos Francisco Contreras Guerrero (CUAAD), Ing. Rafael Román Munguía (CUCBA), Ing. Jorge Alberto Calvillo Vargas (CUCEI) Arq. Jorge Antonio Ruíz Hernández (CUCEA), Lic. José Martín Mercado Ramírez (CUCS) y a la Dra. Leonila Margarita Plascencia Gutiérrez (CUCSH), por sus atenciones y cordial apoyo para gestionar las visitas a los CUs y acceso a la información requerida para la realización satisfactoria de este proyecto.

## 6 Referencias

1. Brundtland, G.H. (1987). Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future. Disponible en Línea en: <http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf>
2. CCIZ (2016). Calculadora de emisiones. Camara de Comercio e Industrial de Zaragoza. Disponible en: [www.camarazaragoza.com/wp-content/.../10/calculoemisiones.xls](http://www.camarazaragoza.com/wp-content/.../10/calculoemisiones.xls)
3. EIA (2002). Energy Information Administration. Disponible en: <http://www.eia.gov/>
4. EPA (2014). United States Greenhouse Gas Inventories. Environmental Protection Agency.
5. Disponible en: <https://www3.epa.gov/climatechange/Downloads/ghgemissions/US-GHG-Inventory-2014-Main-Text.pdf>
6. ETS (2008). European Tissue Symposium. The European Tissue Association. Disponible en: <http://europeantissue.com/>
7. GHP (2014). Emission Factorr from cross sector tools. Greenhouse Gas Protocol. Disponible en: [www.ghgprotocol.org/.../Emission-Factors-from-Cross-Sector-Tools-\(April%202014\)](http://www.ghgprotocol.org/.../Emission-Factors-from-Cross-Sector-Tools-(April%202014))
8. Guereca, L. (2012). Carbon Footprint as a basis for a cleaner Research Center in Mexico. Instituto de Ingeniería UNAM. Consultado el 20 Mayo de 2016.
9. Houghton, J. T., Jenkins, G. J. and Ephraums, J. J. (eds.). 1990. Climate Change: The IPCC Scientific Assessment. Report prepared for the Intergovernmental Panel on Climate Change by Working Group I. Cambridge, UK, Cambridge University Press.
10. IPCC (2006c). Introducción a las directrices de 2006. Disponible en: [http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/1\\_Volume1/V1\\_1\\_Ch1\\_Introduction.pdf](http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/1_Volume1/V1_1_Ch1_Introduction.pdf)
11. IPCC (2015). Emission Factor Detail (ID: 621669). Disponible en: [http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/EFDB/ef\\_detail.php](http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/EFDB/ef_detail.php)

12. IPCC. (2006). Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme. Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (Eds). Published: IGES, Japan
13. IPCC. (2006c). IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Waste model. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme. Disponible en: [www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/5\\_Volume5/IPCC\\_Waste\\_Model.xls](http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/5_Volume5/IPCC_Waste_Model.xls)
14. LEACC (2015). Ley Estatal para la Accion del Cambio Climático. H. Congreso del Estado de Jalisco. Disponible en:
15. <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Estatal/Jalisco/wo105788.pdf>
16. LGCC (2012), Ley General de Cambio Climático. Instituto Nacional de Ecología. Disponible en: [http://www.inecc.gob.mx/descargas/2012\\_lgcc.pdf](http://www.inecc.gob.mx/descargas/2012_lgcc.pdf)
17. NCP (2016). Protocolo de la Neutralidad de Carbono. The global standard for carbon neutral programmes. Disponible en: [http://www.carbonneutral.com/images/uploads/others/The\\_CarbonNeutral\\_Protocol\\_Jan2016\\_Low\\_Res.pdf](http://www.carbonneutral.com/images/uploads/others/The_CarbonNeutral_Protocol_Jan2016_Low_Res.pdf)
18. NHU (2016). New Hampshire University Campus Carbon Calculator. Disponible en: <http://sustainableunh.unh.edu/calculator>
19. PDI (2014), Plan de Desarrollo Institucional de la Universidad de Guadalajara 2014-2030. Disponible en línea en: [http://www.udg.mx/sites/default/files/adjuntos/pdi-udg-2014-2030\\_v4.pdf](http://www.udg.mx/sites/default/files/adjuntos/pdi-udg-2014-2030_v4.pdf)
20. Penner, J. E. (1999). Aviation and Global Atmosphere. Disponible en: [https://books.google.com.mx/books/about/Aviation\\_and\\_the\\_Global\\_Atmosphere.html?id=JgphajrWfOsC&redir\\_esc=y](https://books.google.com.mx/books/about/Aviation_and_the_Global_Atmosphere.html?id=JgphajrWfOsC&redir_esc=y)
21. RENE (2015). Registro Nacional de Emisiones SEMARNAT. Disponible en: <http://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/registro-nacional-de-emisiones-rene>

22. SEMARNAT. (2014). Teoría y conceptos generales para elaborar inventarios verificables de emisiones de gases de efecto invernadero. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México D.F. Disponible en línea en:  
<http://www.semarnat.gob.mx/sites/default/files/documentos/fomento/documentos/2014/gui-a-inventarios-gei.pdf>
23. UdG. (2016). Portal en línea de la Universidad de Guadalajara. Disponible en:  
<http://www.udg.mx/es>
24. UNFCCC (1992). United Nations Framework Convention on Climate Change: Text (UNEP/WMO, Geneva).
25. UNFCCC (1998). Report of the conference of the parties on its third session, held at Kyoto from 1 to 11 December, 1997. Addendum. FCCC/CP/1997/7/Add.1. 25 March 1998
26. Hamrick, H. y Goldstein A. 2016. Raising Ambition. State of the Voluntary Carbon Markets, Ecosystem Marketplace.
27. Geosíntesis (2015). Programa de Ordenamiento de Arbolado en áreas verdes de los Centros Universitarios de la Zona Metropolitana de Guadalajara.
28. CUAAD (2011). Numeralia Institucional CUAAD 2011. Coordinación General de Desarrollo Institucional. Disponible en: <http://www.cuaad.udg.mx/?q=numeralia>
29. CUAAD (2015). Numeralia Institucional CUAAD 2011. Coordinación General de Desarrollo Institucional. Disponible en: <http://www.cuaad.udg.mx/?q=numeralia>
30. CUCBA (2011). Numeralia Institucional CUCBA 2011. Coordinación General de Desarrollo Institucional. Disponible en: <http://www.udg.mx/es/centros-universitarios/cucba>
31. CUCBA (2012). Numeralia Institucional CUCBA 2012. Coordinación General de Desarrollo Institucional. Disponible en: <http://www.udg.mx/es/centros-universitarios/cucba>
32. CUCBA (2013). Numeralia Institucional CUCBA 2013. Coordinación General de Desarrollo Institucional. Disponible en: <http://www.udg.mx/es/centros-universitarios/cucba>
33. CUCBA (2014). Numeralia Institucional CUCBA 2014. Coordinación General de Desarrollo Institucional. Disponible en: <http://www.udg.mx/es/centros-universitarios/cucba>

34. CUCBA (2015). Numeralia Institucional CUCBA 2015. Coordinación General de Desarrollo Institucional. Disponible en: <http://www.udg.mx/es/centros-universitarios/cucba>
35. CUCEA (2011). Numeralia Institucional CUCEA 2011. Coordinación General de Desarrollo Institucional. Disponible en: <http://www.cucea.udg.mx/es/acerca-de-cucea/numeralia>
36. CUCEA (2012). Numeralia Institucional CUCEA 2012. Coordinación General de Desarrollo Institucional. Disponible en: <http://www.cucea.udg.mx/es/acerca-de-cucea/numeralia>
37. CUCEA (2013). Numeralia Institucional CUCEA 2013. Coordinación General de Desarrollo Institucional. Disponible en: <http://www.cucea.udg.mx/es/acerca-de-cucea/numeralia>
38. CUCEA (2014). Numeralia Institucional CUCEA 2014. Coordinación General de Desarrollo Institucional. Disponible en: <http://www.cucea.udg.mx/es/acerca-de-cucea/numeralia>
39. CUCEA (2015). Numeralia Institucional CUCEA 2015. Coordinación General de Desarrollo Institucional. Disponible en: <http://www.cucea.udg.mx/es/acerca-de-cucea/numeralia>
40. CUCEI (2011). Numeralia Institucional CUCEA 2011. Coordinación General de Desarrollo Institucional. Disponible en: <http://www.cucei.udg.mx/es/acerca-de/numeralia>
41. CUCEI (2013). Numeralia Institucional CUCEA 2013. Coordinación General de Desarrollo Institucional. Disponible en: <http://www.cucei.udg.mx/es/acerca-de/numeralia>
42. CUCEI (2014). Numeralia Institucional CUCEA 2014. Coordinación General de Desarrollo Institucional. Disponible en: <http://www.cucei.udg.mx/es/acerca-de/numeralia>
43. CUCEI (2015). Numeralia Institucional CUCEA 2015. Coordinación General de Desarrollo Institucional. Disponible en: <http://www.cucei.udg.mx/es/acerca-de/numeralia>
44. CUCS (2014). Numeralia Institucional CUCEA 2011. Coordinación General de Desarrollo Institucional. Disponible en: <http://www.cucs.udg.mx/principal/noticias/archivo-de-destacados/numeralia-cucs>
45. CUCS (2015). Numeralia Institucional CUCEA 2011. Coordinación General de Desarrollo Institucional. Disponible en: <http://www.cucs.udg.mx/principal/noticias/archivo-de-destacados/numeralia-cucs>
46. CUCSH (2011). Numeralia Institucional CUCSH 2011. Coordinación General de Desarrollo Institucional. Disponible en: <http://www.udg.mx/es/centros-universitarios/cucsh>



47. CUCSH (2012). Numeralia Institucional CUCSH 2012. Coordinación General de Desarrollo Institucional. Disponible en: <http://www.udg.mx/es/centros-universitarios/cucsh>
48. CUCSH (2013). Numeralia Institucional CUCSH 2013. Coordinación General de Desarrollo Institucional. Disponible en: <http://www.udg.mx/es/centros-universitarios/cucsh>
49. CUCSH (2014). Numeralia Institucional CUCSH 2014. Coordinación General de Desarrollo Institucional. Disponible en: <http://www.udg.mx/es/centros-universitarios/cucsh>
50. CUCSH (2015). Numeralia Institucional CUCSH 2015. Coordinación General de Desarrollo Institucional. Disponible en: <http://www.udg.mx/es/centros-universitarios/cucsh>

## **7 Anexos**

### **7.1 Anexo 1. Especies arbóreas en los Centros Universitarios**

#### **7.1.1 Especies arbóreas en CUAAD**

	Especie
1	Casuarina equisetifolia
2	Eucalyptus camaldulensis
3	Ficus microcarpa
4	Jacaranda mimosifolia
5	Pithecellobium dulce
6	Psidium guajava
7	Fraxinus uhdei
8	Mangifera indica
9	Schefflera actinophylla
10	Ficus benjamina
11	Dyopsis lutescens
12	Pinus douglasiana
13	Araucaria heterophylla
14	Delonix regia
15	Pinus devoniana
16	Cnidoscolus aconitifolius
17	Persea americana
18	Schinus molle
19	Taxodium mucronatum
20	Acer aff. maximowiczianum
21	Acer negundo
22	Bauhinia variegata

23	<i>Callistemon viminalis</i>
24	<i>Ceiba speciosa</i>
25	<i>Citrus limon</i>
26	<i>Citrus reticulata</i>
27	<i>Cupressus lusitanica</i>
28	<i>Pseudobombax ellipticum</i>
29	<i>Citrus limetta</i>
30	<i>Lysiloma acapulcense</i>
31	<i>Musa paradisiaca</i>
32	<i>Pittosporum tobira</i>
33	<i>Prosopis laevigata</i>

#### **7.1.2 Especies arbóreas en CUCBA**

1	<i>Cupressus lusitanica</i>
2	<i>Casuarina equisetifolia</i>
3	<i>Citrus aurantium</i>
4	<i>Fraxinus uhdei</i>
5	<i>Thuja occidentalis</i>
6	<i>Eucalyptus citridora</i>
7	<i>Araucaria heterophylla</i>
8	<i>Pinus cembroides</i>
9	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>
10	<i>Pinus devoniana</i>
11	<i>Ficus benjamina</i>
12	<i>Pinus douglasiana</i>
13	<i>Roystonea oleracea</i>
14	<i>Bauhinia variegata</i>
15	<i>Grevillea robusta</i>
16	<i>Washingtonia robusta</i>
17	<i>Magnolia pugana</i>
18	<i>Nerium oleander</i>
19	<i>Carya sp.</i>

20	<i>Pittosporum tobira</i>
21	<i>Psidium cattleianum</i>
22	<i>Spathodea campanulata</i>
23	<i>Ceiba pentandra</i>
24	<i>Liquidambar styraciflua</i>
25	<i>Pinus maximartinezii</i>
26	<i>Cupressus macrocarpa</i>
27	<i>Cupressus sempervirens</i>
28	<i>Dyopsis lutescens</i>
29	<i>Ficus microcarpa</i>
30	<i>Pinus jaliscana</i>
31	<i>Punica granatum</i>
32	<i>Acacia pennatula</i>
33	<i>Arecastrum romanzoffianum</i>
34	<i>Brosimum allicastrum</i>
35	<i>Jacaranda mimosifolia</i>
36	<i>Araucaria araucana</i>
37	<i>Cedrela odorata</i>
38	<i>Citrus limon</i>
39	<i>Citrus reticulata</i>
40	<i>Dracaena fragrans</i>
41	<i>Eriobotrya japonica</i>
42	<i>Ficus glydicarpa</i>
43	<i>Juniperus deppeana</i>
44	<i>Juniperus flaccida</i>
45	<i>Juniperus martinezii</i>
46	<i>Leucaena esculenta</i>
47	<i>Lysiloma acapulcense</i>
48	<i>Phoenix dactylifera</i>
49	<i>Phoenix roebelenii</i>
50	<i>Pinus greggii</i>
51	<i>Pinus oocarpa</i>
52	<i>Prunus serotina</i>
53	<i>Pseudosmodium sp.</i>

54	<i>Quercus castanea</i>
55	S/I
56	<i>Tabebuia donnell-smithii</i>
57	<i>Taxodium mucronatum</i>
58	<i>Abies religiosa</i>
59	<i>Acrocarpus fraxinifolius</i>
60	<i>Aloe aff. africana</i>
61	<i>Alvaradoa amorphoides</i>
62	<i>Bocconia arborea</i>
63	<i>Bougainvillea spectabilis</i>
64	<i>Bursera bipinnata</i>
65	<i>Bursera copallifera</i>
66	<i>Bursera fagaroides</i>
67	<i>Bursera multijuga</i>
68	<i>Bursera pencillata</i>
69	<i>Bursera simaruba</i>
70	<i>Casimiroa edulis</i>
71	<i>Cassia fistula</i>
72	<i>Ceiba aesculifolia</i>
73	<i>Ceiba speciosa</i>
74	<i>Clethra hartwegii</i>
75	<i>Clusia salvinii</i>
76	<i>Cnidocolus tepiquensis</i>
77	<i>Cocos nucifera</i>
78	<i>Dasyllirion longissimum</i>
79	<i>Delonix regia</i>
80	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>
81	<i>Erythrina americana</i>
82	<i>Euphorbia cotinifolia</i>
83	<i>Euphorbia tirucalli</i>
84	<i>Ficus aff. macrophylla</i>
85	<i>Ficus carica</i>
86	<i>Ficus petiolatis</i>
87	<i>Guazuma ulmifolia</i>

88	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>
89	<i>Hibiscus tiliaceus</i>
90	<i>Hura polyandra</i>
91	<i>Kalanchoe beharensis</i>
92	<i>Koelreuteria elegans</i>
93	<i>Macadamia ternifolia</i>
94	<i>Magnolia grandiflora</i>
95	<i>Magnolia pacifica</i>
96	<i>Mangifera indica</i>
97	<i>Morus rubra</i>
98	<i>Musa paradisiaca</i>
99	<i>Persea americana</i>
100	<i>Pinus strobus</i> var. <i>chiapenses</i>
101	<i>Platycladus orientalis</i>
102	<i>Platymiscium trifoliolatum</i>
103	<i>Plumeria rubra</i>
104	<i>Podocarpus reichei</i>
105	<i>Prosopis laevigata</i>
106	<i>Prunus domestica</i>
107	<i>Prunus persica</i>
108	<i>Pseudobombax ellipticum</i>
109	<i>Psidium guajava</i>
110	<i>Schefflera actinophylla</i>
111	<i>Schinus terebinthifolius</i>
112	<i>Syzygium paniculatum</i>
113	<i>Thevetia ovata</i>
114	<i>Thevetia peruviana</i>
115	<i>Thevetia thevetioides</i>
116	<i>Vitex mollis</i>

### **7.1.3 Especies arbóreas en CUCEA**

1	<i>Casuarina cunninghamiana</i>
2	<i>Ficus benjamina</i>
3	<i>Ficus microcarpa</i>

4	<i>Fraxinus uhdei</i>
5	<i>Pinus devoniana</i>
6	<i>Jacaranda mimosifolia</i>
7	<i>Citrus aurantium</i>
8	<i>Azadirachta indica</i>
9	<i>Cupressus sempervirens</i>
10	<i>Schefflera actinophylla</i>
11	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>
12	<i>Ceiba speciosa</i>
13	<i>Taxodium mucronatum</i>
14	<i>Psidium guajava</i>
15	<i>Cassia fistula</i>
16	<i>Pithecellobium dulce</i>
17	<i>Arecastrum romanzoffianum</i>
18	<i>Washingtonia robusta</i>
19	<i>Casuarina equisetifolia</i>
20	<i>Bauhinia variegata</i>
21	<i>Magnolia grandiflora</i>
22	<i>Dyopsis lutescens</i>
23	<i>Ficus benjamina</i> cv. <i>variegata</i>
24	<i>Phoenix dactylifera</i>
25	<i>Delonix regia</i>
26	<i>Washingtonia filifera</i>
27	<i>Cupressus lusitanica</i>
28	<i>Feijoa sellowiana</i>
29	<i>Ceiba pentandra</i>
30	<i>Cyathea cooperi</i>
31	<i>Grevillea robusta</i>
32	<i>Schinus terebinthifolius</i>
33	<i>Melia azedarach</i>
34	<i>Musa paradisiaca</i>
35	<i>Yucca aloifolia</i>
36	<i>Araucaria heterophylla</i>
37	<i>Bucida spinosa</i>

38	<i>Citrus reticulata</i>
39	<i>Pinus maximartinezii</i>
40	<i>Tabebuia donnell-smithii</i>
41	<i>Koelreuteria elegans</i>
42	<i>Phoenix roebelenii</i>
43	<i>Sapindus saponaria</i>
44	<i>Thuja orientalis</i>
45	<i>Acer negundo</i>
46	<i>Annona muricata</i>
47	<i>Brahea dulcis</i>
48	<i>Carica papaya</i>
49	<i>Caryota urens</i>
50	<i>Citrus aurantifolia</i>
51	<i>Eriobotrya japonica</i>
52	<i>Eugenia paniculata</i>
53	<i>Eysenhardtia polystachya</i>
54	<i>Ligustrum lucidum</i>
55	<i>Lysiloma acapulcense</i>
56	<i>Mangifera indica</i>
57	<i>Pinus sp.</i>
58	<i>Salix humboldtiana</i>
59	<i>Schefflera elegantissima</i>
60	<i>Swietenia humilis</i>
61	<i>Bougainvillea spectabilis</i>
62	<i>Eucalyptus louseyana</i>

#### **7.1.4 Especies arbóreas en CUCEI**

1	<i>Casuarina equisetifolia</i>
2	<i>Ficus benjamina</i>
3	<i>Citrus aurantium</i>
4	<i>Jacaranda mimosifolia</i>
5	<i>Washingtonia robusta</i>



6	<i>Ficus microcarpa</i>
7	<i>Psidium guajava</i>
8	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>
9	<i>Fraxinus uhdei</i>
10	<i>Thuja orientalis</i>
11	<i>Washingtonia filifera</i>
12	<i>Cupressus sempervirens</i>
13	<i>Schefflera actinophylla</i>
14	<i>Cupressus lusitanica</i>
15	<i>Mangifera indica</i>
16	<i>Pinus douglasiana</i>
17	<i>Ligustrum lucidum</i>
18	<i>Azadirachta indica</i>
19	<i>Schinus molle</i>
20	<i>Eriobotrya japonica</i>
21	<i>Bauhinia variegata</i>
22	<i>Araucaria heterophylla</i>
23	<i>Cupressus macrocarpa</i>
24	<i>Musa paradisiaca</i>
25	<i>Persea americana</i>
26	<i>Phoenix canariensis</i>
27	<i>Yucca aloifolia</i>
28	<i>Cupressus leylandii</i>
29	<i>Ehretia tinifolia</i>
30	<i>Citrus reticulata</i>
31	<i>Delonix regia</i>
32	<i>Pithecellobium dulce</i>
33	<i>Ceiba speciosa</i>
34	<i>Citrus limon</i>
35	<i>Spathodea campanulata</i>
36	<i>Dyopsis lutescens</i>
37	<i>Eugenia paniculata</i>
38	<i>Euphorbia tirucalli</i>
39	<i>Prunus serotina</i>

40	<i>Ficus elastica</i>
41	<i>Lysiloma acapulcense</i>
42	<i>Manihot esculenta</i>
43	<i>Melia azedarach</i>
44	<i>Pittosporum tobira</i>
45	<i>Schefflera arboricola</i>
46	<i>Acacia farnesiana</i>
47	<i>Arecastrum romanzoffianum</i>
48	<i>Byrsonima crassifolia</i>
49	<i>Callistemon viminalis</i>
50	<i>Cedrela odorata</i>
51	<i>Citrus limetta</i>
52	<i>Dodonaea viscosa</i>
53	<i>Dracaena fragrans</i>
54	<i>Eucalyptus polyanthemos</i>
55	<i>Euphorbia cotinifolia</i>
56	<i>Feijoa sellowiana</i>
57	<i>Ficus benjamina</i> cv. <i>variegata</i>
58	<i>Ficus crocata</i>
59	<i>Leucaena esculenta</i>
60	<i>Magnolia grandiflora</i>
61	<i>Psidium cattleianum</i>
62	<i>Punica granatum</i>
63	<i>Roystonea oleracea</i>
64	<i>Salix humboldtiana</i>
65	<i>Tabebuia rosea</i>
66	<i>Tabebuia</i> sp.
67	<i>Talipariti tiliaceum</i>
68	<i>Acer negundo</i>
69	<i>Dracaena sanderiana</i>
70	<i>Erythrina americana</i>
71	<i>Phoenix dactylifera</i>
72	<i>Phoenix roebelenii</i>
73	<i>Taxodium mucronatum</i>

### 7.1.5 Especies arbóreas en CUCS

- 1 Casuarina equisetifolia
- 2 Eucalyptus camaldulensis
- 3 Washingtonia filifera
- 4 Fraxinus uhdei
- 5 Arecastrum romanzoffianum
- 6 Ceiba pentandra
- 7 Jacaranda mimosifolia
- 8 Mangifera indica
- 9 Phoenix dactylifera
- 10 Cupressus sempervirens
- 11 Delonix regia
- 12 Koelreuteria elegans
- 13 Enterolobium cyclocarpum
- 14 Ficus benjamina
- 15 Taxodium mucronatum
- 16 Washingtonia robusta
- 17 Annona muricata
- 18 Bauhinia variegata
- 19 Citrus aurantium
- 20 Ficus microcarpa
- 21 Melia azedarach
- 22 Persea americana
- 23 Psidium guajava
- 24 Washingtonia sp.
- 25 Araucaria heterophylla
- 26 Casimiroa edulis
- 27 Citrus limon

28	<i>Dyopsis lutescens</i>
29	<i>Ehretia tinifolia</i>
30	<i>Erythrina americana</i>
31	<i>Euphorbia cotinifolia</i>
32	<i>Euphorbia pulcherrima</i>
33	<i>Ficus lyrata</i>
34	<i>Guazuma ulmifolia</i>
35	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>
36	<i>Hibiscus tiliaceus</i>
37	<i>Phoenix canariensis</i>
38	<i>Pithecellobium dulce</i>
39	<i>Plumeria rubra</i>
40	<i>Psidium sartorianum</i>
41	<i>Roystonea oleracea</i>
42	<i>Schefflera actinophylla</i>
43	<i>Schefflera arboricola</i>
44	<i>Spathodea campanulata</i>
45	<i>Tabebuia rosea</i>
46	<i>Thuja orientalis</i>
4	<i>Yucca aloifolia</i>

#### **7.1.6 Especies arbóreas en CUCSH**

1	<i>Ficus benjamina</i>
2	<i>Casuarina equisetifolia</i>
3	<i>Thuja occidentalis</i>
4	<i>Fraxinus uhdei</i>
5	<i>Washingtonia robusta</i>
6	<i>Jacaranda mimosifolia</i>
7	<i>Arecastrum romanzoffianum</i>
8	<i>Delonix regia</i>
9	<i>Yucca elephantipes</i>
10	<i>Cupressus sempervirens</i>

11	<i>Erythrina americana</i>
12	<i>Phoenix dactylifera</i>
13	<i>Araucaria</i> sp.
14	<i>Cedrela odorata</i>
15	<i>Spathodea campanulata</i>
16	<i>Bursera fagaroides</i>
17	<i>Cupressus lusitanica</i>
18	<i>Ehretia tinifolia</i>
19	<i>Euphorbia tirucalli</i>
20	<i>Juniperus</i> sp.
21	<i>Lysiloma acapulense</i>
22	<i>Mangifera indica</i>
23	<i>Mangifera rudica</i>
24	<i>Melia azedarach</i>
25	<i>Pithecellobium dulce</i>
26	<i>Plumeria rubra</i>
27	<i>Psidium guajava</i>
28	<i>Schinus molle</i>
29	<i>Schinus terebinthifolius</i>

## **7.2 Anexo 2. Oficios de coordinación de primera visita a Centros Universitarios**

### **7.2.1 Coordinación de primera visita al CUAAD del Proyecto Diagnóstico de Emisiones de Efecto Invernadero (GEI)**

Respetable Arq. Carlos Francisco.

Coordinador de Servicios Generales

Espero que se encuentre bien. Por instrucción de la Dra. Carla Aceves, nos ponemos en contacto con usted para coordinar la primera visita al CUAAD en relación al proyecto de Diagnóstico de emisiones de GEI, el cual es conducido por el Programa Universidad Sustentable (UdG) y el Centro de Investigación y Proyectos en Ambiente y Desarrollo (CIPAD AC).

La primera visita tiene como objetivo la presentación del proyecto, la realización de un recorrido general en las instalaciones y toma de notas necesarias, el levantamiento de un registro fotográfico del CU, resolución de dudas sobre la información previamente solicitada y la coordinación para actividades posteriores.

Entre los días martes y miércoles de esta semana nos pondremos en contacto con usted para agendar esta primera visita al CU. De antemano agradezco su tiempo y disponibilidad para recibirnos y continuar con las actividades de este proyecto.

Sin nada más por el momento me despido de usted y le envío un cordial saludo.

Atentamente,

Sergio Garmendia Lemus

Ingeniero Ambiental de Proyectos

CIPAD AC. Centro de Investigación y Proyectos en Ambiente y Desarrollo

Tel: +52 33 1816 2054 / Cel: +52 (1) 333 8087731, Correo: [proyectos@cipad.mx](mailto:proyectos@cipad.mx)

### **7.2.2 Coordinación de primera visita al CUCBA del Proyecto Diagnóstico de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero**

Zapopan, Jalisco a 5 de septiembre 2016

Ing. Rafael Román Munguía.

Coordinador de Servicios Generales CUCBA.

Respetable Ing. Rafael Román.

Espero que se encuentre bien. Por instrucción de la Dra. Carla Aceves, nos ponemos en contacto con usted para coordinar la primera visita al CUCBA en relación al proyecto de Diagnóstico de emisiones de GEI, el cual es conducido por el Programa Universidad Sustentable (UdG) y el Centro de Investigación y Proyectos en Ambiente y Desarrollo (CIPAD AC).

La primera visita tiene como objetivo la presentación del proyecto, la realización de un recorrido general en las instalaciones y toma de notas necesarias, el levantamiento de un registro fotográfico del CU, resolución de dudas sobre la información previamente solicitada y la coordinación para actividades posteriores.

Entre los días martes y miércoles de esta semana nos pondremos en contacto con usted para agendar esta primera visita al CU. De antemano agradezco su tiempo y disponibilidad para recibirnos y continuar con las actividades de este proyecto.

Sin nada más por el momento me despido de usted y le envío un cordial saludo.

Atentamente,

Sergio Garmendia Lemus

Ingeniero Ambiental de Proyectos

CIPAD AC. Centro de Investigación y Proyectos en Ambiente y Desarrollo

Tel: +52 33 1816 2054 / Cel: +52 (1) 333 8087731, Correo: [proyectos@cipad.mx](mailto:proyectos@cipad.mx)

### **7.2.3 Coordinación de primera visita al CUCBA del Proyecto Diagnóstico de Emisiones de Efecto Invernadero (GEI).**

Zapopan, Jalisco a 5 de septiembre 2016

Arq. Jorge Antonio Ruíz Hernández

Coordinador de Servicios Generales CUCEA.

Respetable Ing. Jorge Antonio.

Espero que se encuentre bien. Por instrucción de la Dra. Carla Aceves, nos ponemos en contacto con usted para coordinar la primera visita al CUCEA en relación al proyecto de Diagnóstico de emisiones de GEI, el cual es conducido por el Programa Universidad Sustentable (UdG) y el Centro de Investigación y Proyectos en Ambiente y Desarrollo (CIPAD AC).

La primera visita tiene como objetivo la presentación del proyecto, la realización de un recorrido general en las instalaciones y toma de notas necesarias, el levantamiento de un registro fotográfico del CU, resolución de dudas sobre la información previamente solicitada y la coordinación para actividades posteriores.

Entre los días martes y miércoles de esta semana nos pondremos en contacto con usted para agendar esta primera visita al CU. De antemano agradezco su tiempo y disponibilidad para recibirnos y continuar con las actividades de este proyecto.

Sin nada más por el momento me despido de usted y le envío un cordial saludo.

Atentamente,

Sergio Garmendia Lemus

Ingeniero Ambiental de Proyectos

CIPAD AC. Centro de Investigación y Proyectos en Ambiente y Desarrollo

Tel: +52 33 1816 2054 / Cel: +52 (1) 333 8087731, Correo: [proyectos@cipad.mx](mailto:proyectos@cipad.mx)



#### **7.2.4 Coordinación de primera visita al CUCEI del Proyecto Diagnóstico de Emisiones de Efecto Invernadero (GEI).**

Zapopan, Jalisco a 5 de septiembre 2016

Ing. Jorge Alberto Calvillo Vargas.

Coordinador de Servicios Generales CUCEI.

Respetable Ing. Jorge Alberto.

Espero que se encuentre bien. Por instrucción de la Dra. Carla Aceves, nos ponemos en contacto con usted para coordinar la primera visita al CUCEI en relación al proyecto de Diagnóstico de emisiones de GEI, el cual es conducido por el Programa Universidad Sustentable (UdG) y el Centro de Investigación y Proyectos en Ambiente y Desarrollo (CIPAD AC).

La primera visita tiene como objetivo la presentación del proyecto, la realización de un recorrido general en las instalaciones y toma de notas necesarias, el levantamiento de un registro fotográfico del CU, resolución de dudas sobre la información previamente solicitada y la coordinación para actividades posteriores.

Entre los días martes y miércoles de esta semana nos pondremos en contacto con usted para agendar esta primera visita al CU. De antemano agradezco su tiempo y disponibilidad para recibirnos y continuar con las actividades de este proyecto.

Sin nada más por el momento me despido de usted y le envío un cordial saludo.

Atentamente,

Sergio Garmendia Lemus

Ingeniero Ambiental de Proyectos

CIPAD AC. Centro de Investigación y Proyectos en Ambiente y Desarrollo

Tel: +52 33 1816 2054 / Cel: +52 (1) 333 8087731, Correo: [proyectos@cipad.mx](mailto:proyectos@cipad.mx)

### **7.2.5 Coordinación de primera visita al CUCS del Proyecto Diagnóstico de Emisiones de Efecto Invernadero (GEI).**

Zapopan, Jalisco a 5 de septiembre 2016

Lic. José Martín Mercado Ramírez

Coordinador de Servicios Generales CUCS.

Respetable Lic. José Martín.

Espero que se encuentre bien. Por instrucción de la Dra. Carla Aceves, nos ponemos en contacto con usted para coordinar la primera visita al CUCS en relación al proyecto de Diagnóstico de emisiones de GEI, el cual es conducido por el Programa Universidad Sustentable (UdG) y el Centro de Investigación y Proyectos en Ambiente y Desarrollo (CIPAD AC).

La primera visita tiene como objetivo la presentación del proyecto, la realización de un recorrido general en las instalaciones y toma de notas necesarias, el levantamiento de un registro fotográfico del CU, resolución de dudas sobre la información previamente solicitada y la coordinación para actividades posteriores.

Entre los días martes y miércoles de esta semana nos pondremos en contacto con usted para agendar esta primera visita al CU. De antemano agradezco su tiempo y disponibilidad para recibirnos y continuar con las actividades de este proyecto.

Sin nada más por el momento me despido de usted y le envío un cordial saludo.

Atentamente,

Sergio Garmendia Lemus

Ingeniero Ambiental de Proyectos

CIPAD AC. Centro de Investigación y Proyectos en Ambiente y Desarrollo

Tel: +52 33 1816 2054 / Cel: +52 (1) 333 8087731, Correo: [proyectos@cipad.mx](mailto:proyectos@cipad.mx)

## **7.2.6 Coordinación de primera visita al CUCSH del Proyecto Diagnóstico de Emisiones de Efecto Invernadero (GEI).**

Zapopan, Jalisco a 5 de septiembre 2016

Lic. Leonila Margarita Plascencia Gutiérrez  
Coordinadora de Servicios Generales CUCSH.

Respetable Lic. Leonila Margarita.

Espero que se encuentre bien. Por instrucción de la Dra. Carla Aceves, nos ponemos en contacto con usted para coordinar la primera visita al CUCSH en relación al proyecto de Diagnóstico de emisiones de GEI, el cual es conducido por el Programa Universidad Sustentable (UdG) y el Centro de Investigación y Proyectos en Ambiente y Desarrollo (CIPAD AC).

La primera visita tiene como objetivo la presentación del proyecto, la realización de un recorrido general en las instalaciones y toma de notas necesarias, el levantamiento de un registro fotográfico del CU, resolución de dudas sobre la información previamente solicitada y la coordinación para actividades posteriores.

Entre los días martes y miércoles de esta semana nos pondremos en contacto con usted para agendar esta primera visita al CU. De antemano agradezco su tiempo y disponibilidad para recibirnos y continuar con las actividades de este proyecto.

Sin nada más por el momento me despido de usted y le envío un cordial saludo.

Atentamente,

Sergio Garmendia Lemus

Ingeniero Ambiental de Proyectos

CIPAD AC. Centro de Investigación y Proyectos en Ambiente y Desarrollo

Tel: +52 33 1816 2054 / Cel: +52 (1) 333 8087731, Correo: [proyectos@cipad.mx](mailto:proyectos@cipad.mx)

### **7.3 Anexo 3. Minutas de la Primer Visita en Centros Universitarios**

#### **7.3.1 Minuta de la Reunión de la Primera visita al CUAAD como parte del Proyecto: Diagnóstico de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI).**

##### **Participantes:**

Sergio Garmendia Lemus, Ingeniero Ambiental de Proyectos CIPAD.

Arq. Carlos Francisco Contreras Guerrero, Coordinador de Servicios Generales CUAAD.

**Lugar:** Oficinas de Servicios Generales CUAAD

**Hora:** 5:00pm a 8:00pm

**Fecha:** 22 de septiembre de 2016.

##### **Desarrollo:**

1. Los participantes se presentaron y hablaron del motivo de la visita y se comentaron brevemente las expectativas de la misma.

2. Sergio presentó el proyecto de Diagnóstico de Gases de Efecto Invernadero para CUAAD. La presentación del proyecto incluyó una breve introducción, alineación de los objetivos institucionales, objetivo del proyecto en general, propósito de las visitas y plan de trabajo posterior, información que se requiere para el desarrollo del mismo y sus generalidades.

3. Carlos Francisco hizo mención del proyecto relacionado “RESICUAAD”, el cual se encuentra en operación y es gestionado por un alumno del CU. Comenta que será fácil obtener la información de los residuos en CUAAD por la facilidad de contacto.

Sergio presentó la lista de verificación. Las respuestas fueron generadas por Carlos Francisco.

4. Durante la presentación del proyecto se hicieron un par de cuestionamientos acerca del periodo de solicitud de información y la naturaleza de la misma. La presentación inicial fue dinámica y dio apertura al diálogo y resolución de preguntas.

5. Sergio sugirió la metodología de solicitud de captura de información, a través de formatos pre elaborados. Carlos Francisco aceptó este método para compartir la información.

6. Carlos Francisco mostró archivos en donde se encuentra concentrada la información. El comenta que no será muy complicado recabar la información puesto que todo se encuentra capturado, sin embargo, se tiene que canalizar a los departamentos correspondientes.

7. Sergio acuerda comunicarse con Carlos Francisco un mes después de haber enviado los formatos de captura.

8. Carlos Francisco proporciona el recorrido a las instalaciones de CUAAD.

Termina recorrido y se realiza una sesión de cierre en donde se describe específicamente la información que será solicitada.

9. Carlos Francisco expresa su apoyo y colaboración para la realización con éxito del proyecto.

Ambos participantes intercambian datos de contacto para dar seguimiento.

**Acuerdos:**

1. Sergio compartirá los archivos de captura de información a Carlos Francisco en los días posteriores.

2. Carlos Francisco estima un aproximado de un mes a partir de la entrega de formatos de captura para compartir la información necesaria para el estudio.

2. Carlos Francisco solicitará información a los diferentes departamentos y recabará lo que se encuentra bajo su acceso.

3. Carlos Francisco requiere un mes para compartir la información disponible.

4. Los participantes acuerdan tener comunicación para aclarar dudas y verificar el estatus de la información.

**Elaboró:** SGL

Fecha 23 de septiembre 2016.

### **7.3.2 Minuta de la Reunión de la Primera visita al CUCBA: Diagnóstico de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI).**

#### **Participantes:**

Sergio Garmendia Lemus, Ingeniero Ambiental de Proyectos CIPAD

Rafael Román Munguía, Coordinador de Servicios Generales

Armando Toral, Protección Civil y Medio Ambiente CUCBA

**Lugar:** Oficinas de Servicios Generales CUCBA

**Hora:** 11:30 a 3:00 pm

**Fecha:** 13 de septiembre de 2016.

Desarrollo:

1. Los participantes se presentaron y hablaron del motivo de la visita y se comentaron brevemente las expectativas de la misma.
2. Sergio presentó el proyecto de Diagnóstico de Gases de Efecto Invernadero para CUCBA
3. Rafael Román y Armando hicieron comentarios acerca de los otros proyectos que se ejecutan y se encuentran alineados a los objetivos institucionales.
4. Rafael Román y Armando hicieron un par de cuestionamientos acerca del periodo de solicitud de información.
5. Sergio dio una explicación de la importancia de cada actividad en la contribución al cambio climático.
6. Sergio presentó la lista de verificación. Las respuestas fueron generadas por Rafael Román y Armando.
7. Sergio sugirió la metodología de solicitud de captura de información.
8. Sergio recibió información otorgada por el Sr. Fernando Rosado de transformadores, tanques estacionarios y cilindros de gas, relación de plantas de energía eléctrica, programa CUCBA sustentable, distribución de edificios CUCBA y plano general de instalaciones.
9. Sergio acuerda comunicarse con Rafael Román el día 14 de septiembre para coordinar las actividades posteriores.
10. Fernando Rosado proporciona el recorrido a las instalaciones de CUCBA
11. Termina recorrido y sesión.

**Acuerdos**

1. Sergio compartirá los archivos de captura de información a Rafael Román en los días posteriores.
2. Rafael Román solicitará información a los diferentes departamentos.
3. Jorge Alberto compartirá la información disponible en servicios generales en un lapso aproximado a mes y medio posterior a la reunión.
4. Los participantes acuerdan tener comunicación para aclarar dudas y verificar el estatus de la información.

**Elaboró:** SGL

**Fecha:** 13 de septiembre 2016.

### **7.3.3 Minuta de la Reunión de la Primera visita al CUCEA como parte del Proyecto: Diagnóstico de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI).**

#### **Participantes:**

Sergio Garmendia Lemus, Ingeniero Ambiental de Proyectos CIPAD

Jorge Antonio Ruíz González, Coordinador de Servicios Generales

Juan Luis Cornejo, Personal de Servicios Generales

**Lugar:** Oficina de Coordinación de Servicios Generales

**Hora:** 12:30 a 1:30 pm

**Fecha:** 15 de septiembre de 2016.

#### **Desarrollo:**

1. Los participantes se presentaron y hablaron del motivo de la visita y se comentaron brevemente las expectativas de la misma.
2. Sergio presentó de manera breve a Jorge Antonio el proyecto de Diagnóstico de Gases de Efecto Invernadero.
3. Jorge Antonio hizo comentarios acerca de la información que se encuentra en CUCEA y de la disponibilidad de la misma.
4. Jorge Antonio comenta que solicitará el apoyo para la búsqueda de información y pide apoyo a Juan Luis Cornejo para llevar a cabo el recorrido por CUCEA.
5. Comienza el recorrido de diagnóstico en CUCEA.
6. Finaliza el recorrido de diagnóstico en el CUCEA.
7. No se realiza reunión de cierre y Sergio acuerda realizar una llamada con Jorge Antonio el día lunes 19 de septiembre para coordinar las actividades posteriores.

#### **Acuerdos:**

1. Sergio compartirá los archivos de captura de información a Servicios Generales y Mantenimiento en los días posteriores.
2. Servicios Generales y Mantenimiento solicitarán información a los diferentes departamentos.



3. Se compartirá la información disponible en servicios generales en las próximas semanas posteriores a la recepción de los formatos de captura de información. Aproximadamente 1 mes.
4. Los participantes acuerdan tener comunicación para aclarar dudas y verificar el estatus de la información.

**Elaboró:** SGL

**Fecha:** 15 de septiembre de 2016

#### **7.3.4 Minuta de la Reunión de la Primera visita al CUCEI como parte del Proyecto: Diagnóstico de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI).**

##### **Participantes:**

Sergio Garmendia Lemus, Ingeniero Ambiental de Proyectos CIPAD

Jorge Alberto Calvillo Vargas, Coordinador de Servicios Generales CUCEI

**Lugar:** Oficinas de Servicios Generales CUCEI

**Hora:** 5:00 pm a 8:00 pm

**Fecha:** 13 de septiembre de 2016.

##### **Desarrollo:**

1. Los participantes se presentaron y hablaron del objetivo de la visita y comentaron brevemente las expectativas de la misma.
2. Sergio presentó el proyecto de Diagnóstico de Gases de Efecto Invernadero para CUCEI.
3. Jorge Alberto hizo preguntas y comentarios del alcance temporal, la dificultad para obtener cierta información y el medio de acceso a la información requerida mientras Sergio presentaba el proyecto.
- 4- Sergio revisó la lista de verificación de la información solicitada y Jorge Alberto solicitó ayuda de su equipo de trabajo para responder.
5. Sergio, acompañado de personal de protección civil y seguridad de CUCEI realizó el recorrido en las instalaciones para el registro fotográfico de aspectos importantes para el estudio.
6. Sergio y Jorge Alberto realizaron una reunión de cierre en donde se definieron acuerdos para dar seguimiento a las actividades posteriores y se tuvo un espacio para la aclaración de dudas.

##### **Acuerdos:**

1. Sergio compartirá los archivos de captura de información a Jorge Alberto en los días posteriores.
2. Jorge Alberto solicitará información a los departamentos de finanzas y adquisiciones.
3. Jorge Alberto compartirá la información disponible en servicios generales en un lapso aproximado a tres semanas posteriores a la entrega de formatos de captura de información.
4. Sergio y Jorge Alberto acuerdan tener comunicación para aclarar dudas y verificar el estatus de la información.

**Elaboró:** SGL

**Fecha:** 14 de septiembre 2016.

### **7.3.5 Minuta de la Reunión de la Primera visita al CUCS como parte del Proyecto: Diagnóstico de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI).**

#### **Participantes:**

Sergio Garmendia Lemus, Ingeniero Ambiental de Proyectos CIPAD

José Martín Mercado, Coordinador de Servicios Generales

Andrés González, Mantenimiento en Escuela Antigua

Gustavo Ramírez Ruíz, Personal de Mantenimiento y Servicios Generales

Raúl Toral, Personal de Mantenimiento y Servicios Generales

**Otros:** NAO Consultores, Protección Civil CUCS, Representantes del Depto. Bioseguridad.

Día 1:

**Lugar:** Sala de Juntas Rectoría CUCS

**Hora:** 10:43 a 2:22 pm

**Fecha:** 9 de septiembre de 2016.

#### **Desarrollo:**

Los participantes se presentaron y hablaron del motivo de la visita y se comentaron brevemente las expectativas de la misma.

Sergio presentó de manera breve a Jose Martín el proyecto de Diagnóstico de Gases de Efecto Invernadero.

Se presentó el proyecto de sistema de gestión ambiental, el cual ejecuta NAO consultores.

Entre todos los participantes se planeó la ruta a seguir para el recorrido de diagnóstico.

Comienza el recorrido de diagnóstico en el CU.

Finaliza el recorrido de diagnóstico en el CU. Se plantea culminar con el recorrido el día 14/09/16.

Reunión de cierre.

Sergio profundiza en los objetivos del proyecto y la importancia para el Centro Universitario con Andrés González, Gustavo Ramírez y Raúl Toral. Se suspende la reunión por atención a emergencia médica por uno de los anteriores y pospone a la semana del 14/09/16.

**Día 2:**

**Lugar:** Sala de Juntas Rectoría CUCS

**Hora:** 10:30 a 3:45 pm

**Fecha:** 14 de septiembre de 2016.

1. Los participantes comentan de los acuerdos planteados en el día 1 para continuar con el recorrido.
2. Comienza la segunda parte del recorrido, hasta recorrer por completo las áreas.
3. Se convoca a una reunión de cierre.
4. NAO consultores hace observaciones generales de lo observado en el CU.
5. Sergio convoca a una reunión en privado con José Martín, Andrés González y Raúl Toral
6. Sergio hace mención de la lista de verificación y es respondida por los presentes.
7. Sergio hace mención de la información específica a solicitar para el estudio.
8. Los participantes hacen observaciones de la información que es alcanzable y aquella que puede resultar difícil conseguir.
9. Cierre de la reunión y final de la visita.

**Acuerdos**

1. Sergio compartirá los archivos de captura de información a Servicios Generales y Mantenimiento en los días posteriores.
2. Servicios Generales y Mantenimiento solicitarán información a los diferentes departamentos.
3. Se compartirá la información disponible en servicios generales en una fecha cercana al 5/10/16.
4. Los participantes acuerdan tener comunicación para aclarar dudas y verificar el estatus de la información.

**Elaboró:** SGL

**Fecha:** 14 de septiembre 2016.

### **7.3.6 Minuta de la Reunión de la Primera visita al CUCSH como parte del Proyecto: Diagnóstico de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI).**

#### **Participantes:**

Sergio Garmendia Lemus, Ingeniero Ambiental de Proyectos CIPAD.

Dra. Leonila Margarita Plascencia Gutiérrez, Coordinadora de Servicios Generales CUCSH.

**Lugar:** Oficinas de Servicios Generales CUCSH

**Hora:** 11:00 am a 2:30 pm

**Fecha:** 27 de septiembre de 2016.

#### **Desarrollo:**

Los participantes se presentaron y hablaron del objetivo de la visita y comentaron brevemente las expectativas de la misma.

Leonila, comentó de la incertidumbre respecto a la información que se solicitó por medio del oficio del Programa Universidad Sustentable y comentó que no todas las categorías aplican al CUCSH.

Sergio resolvió las dudas particulares y comentó que la información compartida, efectivamente, puede que no aplique para el centro universitario.

Leonila hace mención a que el CUCSH (Normal) no es la única sede. El total del CU se encuentra compuesta por otras sedes adicionales.

Sergio presentó el proyecto de Diagnóstico de Gases de Efecto Invernadero para CUCEI.

3. Leonila hizo preguntas y comentarios del alcance temporal, la dificultad para obtener cierta información y el medio de acceso a la información requerida mientras Sergio presentaba el proyecto. Asimismo, Leonila comentó que cierta información no correspondía a Servicios Generales, sin embargo, se gestionaría desde el departamento para canalizar la información al departamento que corresponda.

4. Sergio revisó la lista de verificación de la información solicitada y Leonila solicitó ayuda de Abel Rentería para responder.

5. Sergio, acompañado de personal de Abel realizó el recorrido en las instalaciones para el registro fotográfico de aspectos importantes para el estudio.

6. Sergio y Leonila realizaron una reunión de cierre en donde se definieron acuerdos para dar seguimiento a las actividades posteriores y se tuvo un espacio para la aclaración de dudas.

#### **Acuerdos:**

1. Sergio compartirá los archivos de captura de información a Leonila en los días posteriores.

2. Leonila identificará la información disponible en Servicios Generales, y la información faltante será canalizada al departamento correspondiente.
3. Leonila solicitará información a los departamentos de finanzas y adquisiciones.
4. Leonila compartirá la información disponible en servicios generales en un lapso aproximado a 2 semanas posteriores a la entrega de formatos de captura de información. (tentativo)
5. Sergio y Leonila acuerdan tener comunicación para aclarar dudas y verificar el estatus de la información.

**Elaboró:** SGL

**Fecha:** 28 de septiembre 2016.

## 7.4 Anexo 4. Diapositivas de presentación de proyecto en Centros Universitarios

### CIPAD

Centro de  
Investigación y  
Proyectos en  
Ambiente y  
Desarrollo

Diagnóstico para la Certificación de Neutralidad de  
Emisiones de GEI en Centros Universitarios de la  
Universidad de Guadalajara



Ing. Sergio Garmendia Lemus  
Dr. Arturo Balderas Torres  
Septiembre de 2016

### CIPAD

Centro de  
Investigación y  
Proyectos en  
Ambiente y  
Desarrollo

## Introducción

Actuar ante el cambio climático es tarea colectiva.

La meta nacional de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) es del 50% para el 2050.

Es fundamental cuantificar, monitorear, reducir y neutralizar las emisiones de GEI.

Existen mecanismos de certificación para reconocer las acciones de mitigación ante del cambio climático.



## CIPAD

Centro de  
Investigación y  
Proyectos en  
Ambiente y  
Desarrollo

# Objetivos Institucionales

La disminución de la Huella de Carbono y las energías limpias y renovables son hilos conductores del trabajo institucional.

Los objetivos y estrategias de la Universidad, parten de visualizar a la institución como sustentable y socialmente responsable.

La responsabilidad ante el Cambio Climático es un compromiso de la Universidad con el desarrollo sustentable y las nuevas generaciones.



## CIPAD

Centro de  
Investigación y  
Proyectos en  
Ambiente y  
Desarrollo

# Objetivos y Alcance

Evaluar los requerimientos para alcanzar la certificación de "neutralidad de carbono" del Centro Universitario de la UdG.

- Selección de esquema de certificación.
- Contabilización de emisiones anuales de gases de GEI (i.e. tonCO<sub>2</sub>e).
- Propuesta de plan trabajo para alcanzar la certificación.





Se plantea realizar 3 visitas al Centro Universitario;

Visita inicial (Diagnóstico):

- \*Recorrido General.
- \*Revisión de formatos de verificación.
- \*Identificación de información requerida y solicitud.
- \*Evidencia fotográfica.
- \*Preguntas y aclaración de dudas.

Segunda visita (Seguimiento):

- \*Recepción de información en físico.
- \*Recabar y/o solicitar información pendiente de acuerdo a plan de trabajo.
- \*Aclaración de dudas y comentarios.
- \*Preguntas y aclaración de dudas.

Tercera visita:

- \*Comunicación de resultados.

## CIPAD

Centro de  
Investigación y  
Proyectos en  
Ambiente y  
Desarrollo

# Actividades

---

Segunda visita (Seguimiento):

- \*Recepción de información en físico.
- \*Recabar y/o solicitar información pendiente de acuerdo a plan de trabajo.
- \*Aclaración de dudas y comentarios.
- \*Preguntas y aclaración de dudas.

Tercera visita:

- \*Comunicación de resultados.

## CIPAD

Centro de  
Investigación y  
Proyectos en  
Ambiente y  
Desarrollo

# Información requerida

---

- Información General del CU:
- Número de personas que acuden al CU:
  - Personal administrativo
  - Mantenimiento
  - Alumnos, alumnos de posgrado
  - Académicos e investigadores, profesores de tiempo completo y variable
- Número de edificios
- Organigrama general del Centro Universitario
- Plano general de instalaciones.



## CIPAD

Centro de  
Investigación y  
Proyectos en  
Ambiente y  
Desarrollo

# Información requerida



- Consumo Anual de combustible (litros, kilos o m3) usados en vehículos oficiales/utilitarios, cafeterías, calderas, laboratorios, albercas, generadores de electricidad, bombas contra incendio y actividades de mantenimiento...:
  - Diésel
  - Gasolina
  - Combustóleo
  - Gas LP
  - Gas Natural
  - Oxiacetileno
- Inventario de vehículos propiedad de UdG.
- Recargas de gas en los sistemas de refrigeración en los CU.
- Consumo de energía eléctrica (CFE u otras) (kW-hr).
- Otros: consumo de cilindros de CO<sub>2</sub>.

## CIPAD

Centro de  
Investigación y  
Proyectos en  
Ambiente y  
Desarrollo

# Información requerida



- Viajes de negocios vía aérea y terrestre.
- Información general transporte de alumnos y personal al CU.
- Envíos de paquetería (envío, lugar de destino y compañía de paquetería).
- Generación de residuos sólidos y tipo, tratamiento que reciben y destino final.
- Consumo de agua (SIAPA o pozos).
- Volumen y calidad de agua residual tratada o incorporada a la red de drenaje.
- Consumo anual de papel (papel de oficina, copiadora y papel sanitario).
- Otros materiales: por ejemplo, consumo de hielo.

## CIPAD

Centro de  
Investigación y  
Proyectos en  
Ambiente y  
Desarrollo

# Información requerida



### Otra Información

- Tipo, marca, modelo de los vehículos registrados propiedad de UdG (incluyendo transporte de personal).
- Información de empresas de recolección de residuos y bitácoras de generación (en caso de estar disponibles) para cada CU.
- Programas de manejo y separación de residuos en los CU (si existen, tipo de residuo, frecuencia de generación, destino final).
- Información de Planta de Tratamiento de Agua (Si aplica: Capacidad de planta, calidad del influente, efluente y tipo de tratamiento, actividades en que se re-usa el agua).

## CIPAD

Centro de  
Investigación y  
Proyectos en  
Ambiente y  
Desarrollo

# Acuerdos



Presentación del Proyecto

Revisión de Información solicitada.

Preguntas.

Identificación de persona(s) de contacto.

Coordinación de actividades posteriores y entrega de información.

Recorrido en CU

Reunión de cierre.

## 7.5 Anexo 5. Formatos de captura de información

### 7.5.1 Información general

#### Formato de captura de información general del CU

##### 1.1 Personas en el Centro Universitario

**Fecha inicial de inventario** Enero de 2015

**Fecha final de inventario** Diciembre de 2015

**Centro Universitario**

**Fecha de captura**

**Capturó**

**E-mail**

**Teléfono**

# CIPAD

Centro de  
Investigación y  
Proyectos en  
Ambiente y  
Desarrollo

	Numeralia	Comentarios
1	Alumnos de Licenciatura	
2	Alumnos de Maestría	
3	Alumnos de Doctorado	
4	Profesores de tiempo fijo	
5	Profesores de tiempo variable	
6	Personal administrativo	
7	Personal de mantenimiento	
8	Otros no incluidos (especificar)	

**Nota:** Agregue las columnas que sean necesarias  
Comentarios en general y observaciones

--

Datos de contacto

Ing. Sergio Garmendia Lemus

[proyectos@cipad.mx](mailto:proyectos@cipad.mx)

## Formato de captura de información general del CU

### 1.2 Descripción de edificios

**Fecha inicial de inventario** Enero de 2015

**Fecha final de inventario** Diciembre de 2015

**Centro Universitario**

**Fecha de captura**

**Capturó**

**E-mail**

**Teléfono**

# CIPAD

Centro de  
Investigación y  
Proyectos en  
Ambiente y  
Desarrollo

	Edificio	Departament o que corresponde	Descripción*
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			

**Nota:** Agregue las columnas que sean necesarias

**Descripción:** Señalar las principales actividades que se realizan en el edificio señalado

**Comentarios en general y observaciones**

Datos de contacto

Ing. Sergio Garmendía Lemus

[proyectos@cipad.mx](mailto:proyectos@cipad.mx)

## 7.5.2 Calderas

### Formato de captura de información para inventario.

#### 2.1

#### Calderas

Fecha inicial de inventario Enero de 2015

Fecha final de inventario Diciembre de 2015

Centro Universitario

Fecha de captura

Capturó

E-mail

Teléfono

# CIPAD

Centro de  
Investigación y  
Proyectos en  
Ambiente y  
Desarrollo

	Edificio de localización	Depto. Responsable	Marca	Tipo	Capacidad	Horas de operación al año	Combustible utilizado	Combustible por año (l)	Es propiedad de la organización (Si/No)	Si no, ¿Quién es el dueño?	Comentarios
1											
2											
3											
4											
5											

Nota: Agregue las columnas que sean necesarias

Comentarios en general y observaciones

Datos de contacto

Ing. Sergio Garmendia Lemus

[proyectos@cipad.mx](mailto:proyectos@cipad.mx)

### 7.5.3 Generadores eléctricos

**Formato de captura de información para inventario.**

#### 2.2 Generadores Eléctricos

**Fecha inicial de inventario** Enero de 2015

**Fecha final de inventario** Diciembre de 2015

**Centro Universitario**

**Fecha de captura**

**Capturó**

**E-mail**

**Teléfono**

**CIPAD**

Centro de  
Investigación y  
Proyectos en  
Ambiente y  
Desarrollo

	Edificio de localización	Depto. Responsable	Marca	Tipo	Capacidad (hp)	Horas de operación al año	Combustible utilizado	Combustible por año (l)	Es propiedad de la organización (Si/No)	Si no, ¿Quién es el dueño?	Comentarios
1											
2											
3											
4											
5											

**Nota:** Agregue las columnas que sean necesarias

**Comentarios en general y observaciones**

Datos de contacto

Ing. Sergio Garmendía Lemus

[proyectos@cipad.mx](mailto:proyectos@cipad.mx)



## 7.5.4 Bombas contra incendio

### Formato de captura de información para inventario

#### 2.3 Bombas contra incendio

Fecha inicial de inventario Enero de 2015

Fecha final de inventario Diciembre de 2015

Centro Universitario

Fecha de captura

Capturó

E-mail

Teléfono

**CIPAD**

Centro de  
Investigación y  
Proyectos en  
Ambiente y  
Desarrollo

	Edificio de localización	Depto. Responsable	Marca	Tipo	Capacidad (hp)	Horas de operación al año	Combustible utilizado	Combustible por año (l)	Es propiedad de la organización (Sí/No)	Si no, ¿Quién es el dueño?	Comentarios
1											
2											
3											
4											
5											

Nota: Agregue las columnas que sean necesarias

Comentarios en general y observaciones

Datos de contacto

Ing. Sergio Garmendía Lemus

[proyectos@cipad.mx](mailto:proyectos@cipad.mx)

## 7.5.5 Estufas en cocinas

### Formato de captura de inventario

#### 2.4 Estufas en cocinas

**Fecha inicial de inventario** Enero de 2015  
**Fecha final de inventario** Diciembre de 2015  
**Centro Universitario**  
**Fecha de captura**  
**Capturó**  
**E-mail**  
**Teléfono**

**CIPAD**

Centro de  
Investigación y  
Proyectos en  
Ambiente y  
Desarrollo

	Edificio de localización	Depto. Responsable	Horas de operación al año	Combustible utilizado	Combustible por año (l)	Es propiedad de la organización (Sí/No)	Si no, ¿Quién es el dueño?	Datos de contacto	Comentarios
1									
2									
3									
4									
5									

**Nota: Agregue las columnas que sean necesarias**

\*Se incluyen todas las cafeterías del CU. Consecionadas o propias de la universidad

**Comentarios en general y observaciones**

Datos de contacto

Ing. Sergio Garmendía Lemus

[proyectos@cipad.mx](mailto:proyectos@cipad.mx)

## 7.5.6 Estufas y quemadores en laboratorios y talleres

### Formato de captura de inventario

#### 2.5 Estufas/quemadores en laboratorios y talleres

Fecha inicial de inventario Enero de 2015

Fecha final de inventario Diciembre de 2015

Centro Universitario

Fecha de captura

Capturó

E-mail

Teléfono

**CIPAD**

Centro de  
Investigación y  
Proyectos en  
Ambiente y  
Desarrollo

	Edificio de localización	Depto. Responsable	Marca	Tipo	Capacidad	Horas de operación al año	Combustible utilizado	Combustible por año (l)	Es propiedad de la organización (Si/No)	Si no, ¿Quién es el dueño?	Comentarios
1											
2											
3											
4											
5											

Nota: Agregue las columnas que sean necesarias

Comentarios en general y observaciones

Datos de contacto

Ing. Sergio Garmendía Lemus

[proyectos@cipad.mx](mailto:proyectos@cipad.mx)

## 7.5.7 Equipos de soldadura

### Formato de captura de inventario

#### 2.6 Equipos de Soldadura

Fecha inicial de inventario Enero de 2015

Fecha final de inventario Diciembre de 2015

Centro Universitario

Fecha de captura

Capturó

E-mail

Teléfono

# CIPAD

Centro de  
Investigación y  
Proyectos en  
Ambiente y  
Desarrollo

	Edificio de localización	Depto. Responsable	Marca	Tipo	Capacidad	Horas de operación al año	Combustible utilizado	Combustible por año (l)	Es propiedad de la organización (Si/No)	Si no, ¿Quién es el dueño?	Comentarios
1											
2											
3											
4											
5											

Nota: Inserte las columnas que sean necesarias

Comentarios en general y observaciones

Datos de contacto

Ing. Sergio Garmendía Lemus

[proyectos@cipad.mx](mailto:proyectos@cipad.mx)

## 7.5.8 Tanques estacionarios

### Formato de captura de información para inventario.

#### 2.7 Tanques estacionarios

Fecha inicial de inventario Enero de 2015

Fecha final de inventario Diciembre de 2015

Centro Universitario

Fecha de captura

Capturó

E-mail

Teléfono

# CIPAD

Centro de  
Investigación y  
Proyectos en  
Ambiente y  
Desarrollo

	Edificio de localización	Depto. Responsable	Tipo*	Capacidad (l de agua)	Es propiedad de la organización (Sí/No)	Si no, ¿Quién es el dueño?	Comentarios
1							
2							
3							
4							
5							

Nota: Agregue las columnas que sean necesarias

Tipo: Estacionario-cilindro

Comentarios en general y observaciones

Datos de contacto

Ing. Sergio Garmendia Lemus

[proyectos@cipad.mx](mailto:proyectos@cipad.mx)

## 7.5.9 Refrigeradores y congeladores

### Formato de captura inventario

**CIPAD**

Centro de  
Investigación y  
Proyectos en  
Ambiente y  
Desarrollo

#### 3.1 Refrigeradores/congeladores

**Fecha inicial de inventario** Enero de 2015

**Fecha final de inventario** Diciembre de 2015

**Centro Universitario**

**Fecha de captura**

**Capturó**

**E-mail**

**Teléfono**

	Departamento responsable	Localización	Ancho (cm)	Largo (cm)	Alto (cm)	Tipo*	Fuente de información	Comentarios
1								
2								
3								
4								
5								

**Nota:** Agregue las columnas que sean necesarias

**Tipo\*:** Doméstico o Industrial

**Comentarios en general y observaciones**

Datos de contacto

Ing. Sergio Garmendía Lemus

[proyectos@cipad.mx](mailto:proyectos@cipad.mx)

## 7.5.10 Aires acondicionados

### Formato de captura inventario

#### 3.2 Aire acondicionado

**Fecha inicial de inventario** Enero de 2015

**Fecha final de inventario** Diciembre de 2015

**Centro Universitario**

**Fecha de captura**

**Capturó**

**E-mail**

**Teléfono**

**CIPAD**

Centro de  
Investigación y  
Proyectos en  
Ambiente y  
Desarrollo

	Departamento responsable	Localización	Ancho (cm)	Largo (cm)	Alto (cm)	Capacidad (ton)	Marca	Tipo*	Fuente de información	Comentarios
1										
2										
3										
4										
5										

**Nota:** Agregue las columnas que sean necesarias

**Tipo\*:** Doméstico, industrial, chiller, etc.

**Comentarios en general y observaciones**

Datos de contacto

Ing. Sergio Garmendia Lemus

[proyectos@cipad.mx](mailto:proyectos@cipad.mx)

## 7.5.11 Cámaras de enfriamiento

### Formato de captura inventario

#### 3.3 Cámaras de enfriamiento

Fecha inicial de inventario Enero de 2015

Fecha final de inventario Diciembre de 2015

Centro Universitario

Fecha de captura

Capturó

E-mail

Teléfono

# CIPAD

Centro de  
Investigación y  
Proyectos en  
Ambiente y  
Desarrollo

	Departamento responsable	Localización	Ancho (m)	Largo (m)	Alto (m)	Fuente de información	Comentarios
1							
2							
3							
4							
5							

Nota: Agregue las columnas que sean necesarias

Comentarios en general y observaciones

Datos de contacto

Ing. Sergio Garmendia Lemus

[proyectos@cipad.mx](mailto:proyectos@cipad.mx)



## 7.5.12 Subestaciones eléctricas

### Formato de captura inventario

#### 3.4 Subestaciones

**Fecha inicial de inventario** Enero de 2015

**Fecha final de inventario** Diciembre de 2015

**Centro Universitario**

**Fecha de captura**

**Capturó**

**E-mail**

**Teléfono**

# CIPAD

Centro de  
Investigación y  
Proyectos en  
Ambiente y  
Desarrollo

	Edificio de localización	Depto. Responsable	Capacidad (kW)	Es propiedad de la organización (Sí/No)	Si no, ¿Quién es el dueño?	¿Tiene interruptores de Hexafloruro de Azufre (SF6)?	Comentarios
1							
2							
3							
4							
5							

**Nota:** Inserte las columnas que sean necesarias

**Comentarios en general y observaciones**

Datos de contacto

Ing. Sergio Garmendia Lemus

[proyectos@cipad.mx](mailto:proyectos@cipad.mx)

### 7.5.13 Transformadores

#### Formato de captura de inventario

#### 3.5 Transformadores

Fecha inicial de inventario Enero de 2015

Fecha final de inventario Diciembre de 2015

Centro Universitario

Fecha de captura

Capturó

E-mail

Teléfono

**CIPAD**

Centro de  
Investigación y  
Proyectos en  
Ambiente y  
Desarrollo

	Edificio de localización	Depto. Responsable	Marca	Tipo	Capacidad (kW)	Es propiedad de la organización (Sí/No)	Si no, ¿Quién es el dueño?	¿Tiene interruptores de Hexafloruro de Azufre (SF6)?	Comentarios
1									
2									
3									
4									
5									

**Nota: Inserte las columnas que sean necesarias**

**Comentarios en general y observaciones**

Datos de contacto

Ing. Sergio Garmendia Lemus

[proyectos@cipad.mx](mailto:proyectos@cipad.mx)

## 7.5.14 Refrigeradores y Congeladores

### Formato de captura inventario

#### 3.1 Refrigeradores/congeladores

Fecha inicial de inventario Enero de 2015

Fecha final de inventario Diciembre de 2015

Centro Universitario

Fecha de captura

Capturó

E-mail

Teléfono

# CIPAD

Centro de  
Investigación y  
Proyectos en  
Ambiente y  
Desarrollo

	Departamento responsable	Localización	Ancho (cm)	Largo (cm)	Alto (cm)	Tipo*	Fuente de información	Comentarios
1								
2								
3								
4								
5								

Nota: Agregue las columnas que sean necesarias

Tipo\*: Doméstico o Industrial

Comentarios en general y observaciones

Datos de contacto

Ing. Sergio Garmendia Lemus

[proyectos@cipad.mx](mailto:proyectos@cipad.mx)

## 7.5.15 Vehículos utilitarios del Centro Universitario

### Formato de captura de inventario

#### 4.1 Vehículos utilitarios Centro Universitario

Fecha inicial de inventario Enero de 2015

Fecha final de inventario Diciembre de 2015

Centro Universitario

Fecha de captura

Capturó

E-mail

Teléfono

# CIPAD

Centro de  
Investigación y  
Proyectos en  
Ambiente y  
Desarrollo

	Depto. Responsable	Marca	No. Placa	Tipo	Modelo	Cilindraje	Kilómetros recorridos	Combustibl e utilizado	Comentarios
1									
2									
3									
4									
5									

**Nota:** Inserte las columnas que sean necesarias

**Comentarios en general y observaciones**

Datos de contacto

Ing. Sergio Garmendía Lemus

[proyectos@cipad.mx](mailto:proyectos@cipad.mx)

## 7.5.16 Montacargas y otra maquinaria

### Formato de captura de inventario

#### 4.2 Montacargas y otra maquinaria

Fecha inicial de inventario Enero de 2015

Fecha final de inventario Diciembre de 2015

Centro Universitario

Fecha de captura

Capturó

E-mail

Teléfono

# CIPAD

Centro de  
Investigación y  
Proyectos en  
Ambiente y  
Desarrollo

	Depto. Responsable	Marca	Tipo	Modelo	Cilindraje	Kilómetros recorridos	Horas de uso	Combustible utilizado	Comentarios
1									
2									
3									
4									
5									

**Nota:** Inserte las columnas que sean necesarias

**Tipo\*:** Montacargas, escalera, equipo de elevación, etc.

**Comentarios en general y observaciones**

Datos de contacto

Ing. Sergio Garmendía Lemus

[proyectos@cipad.mx](mailto:proyectos@cipad.mx)

## 7.5.17 Jardinería

### Formato de captura de inventario

#### 4.3 Equipos de Jardinería

**Fecha inicial de inventario** Enero de 2015

**Fecha final de inventario** Diciembre de 2015

**Centro Universitario**

**Fecha de captura**

**Capturó**

**E-mail**

**Teléfono**

**CIPAD**

Centro de  
Investigación y  
Proyectos en  
Ambiente y  
Desarrollo

	Depto. Responsa ble	Marca	Tipo*	Modelo	Cilindraje	Horas de uso por semana	Combustib le utilizado	Comentarios
1								
2								
3								
4								
5								

**Nota:** Inserte las columnas que sean necesarias

**Tipo\*:** Se incluyen podadoras de césped, sopladores, desbrozadoras, etc.

**Comentarios en general y observaciones**

Datos de contacto

Ing. Sergio Garmendía Lemus

[proyectos@cipad.mx](mailto:proyectos@cipad.mx)

## 7.5.18 Transporte de personal

### Formato de captura de inventario

#### 4.4 Vehículo de transporte de personal

Fecha inicial de inventario Enero de 2015

Fecha final de inventario Diciembre de 2015

Centro Universitario

Fecha de captura

Capturó

E-mail

Teléfono

**CIPAD**

Centro de  
Investigación y  
Proyectos en  
Ambiente y  
Desarrollo

	Depto. Responsable	Marca	No. Placa	Tipo	Modelo	Cilindraje	Kilómetros recorridos	Combustible utilizado	¿Es propiedad de la universidad? (Si/No)	Si no, ¿Quién es el dueño?	Comentarios
1											
2											
3											
4											
5											

Nota: Inserte las columnas que sean necesarias

Comentarios en general y observaciones

Datos de contacto

Ing. Sergio Garmendía Lemus

[proyectos@cipad.mx](mailto:proyectos@cipad.mx)

Otros

## Formato de captura de inventario

### 4.5 Otros equipos de emisión

Fecha inicial de inventario Enero de 2015

Fecha final de inventario Diciembre de 2015

Centro Universitario

Fecha de captura

Capturó

E-mail

Teléfono

# CIPAD

Centro de  
Investigación y  
Proyectos en  
Ambiente y  
Desarrollo

	Depto. Responsable	Marca	Tipo	Modelo	Cilindraje	Kilómetros recorridos	Combustible utilizado	Comentarios
1								
2								
3								
4								
5								

**Nota:** Inserte las columnas que sean necesarias

**Comentarios en general y observaciones**

Datos de contacto

Ing. Sergio Garmendia Lemus

[proyectos@cipad.mx](mailto:proyectos@cipad.mx)



## 7.5.19 Medidores de electricidad

### Formato de captura de inventario

#### 5.1 Medidores de electricidad

**Fecha inicial de inventario** Enero de 2015  
**Fecha final de inventario** Diciembre de 2015  
**Centro Universitario**  
**Fecha de captura**  
**Capturó**  
**E-mail**  
**Teléfono**

**CIPAD**

Centro de  
Investigación y  
Proyectos en  
Ambiente y  
Desarrollo

	<b>Depto. Responsable</b>	<b>Localización en CU</b>	<b>Edificios que alimenta*</b>	<b>No de RPU</b>	<b>Comentario s</b>
1					
2					
3					
4					
5					

**Nota: Inserte las columnas que sean necesarias**

\*Edificios cuyo consumo se encuentran conectados a ese medidor

**Comentarios en general y observaciones**

Datos de contacto

Ing. Sergio Garmendía Lemus

[proyectos@cipad.mx](mailto:proyectos@cipad.mx)

## 7.5.20 Paneles fotovoltaicos

### Formato de captura de inventario

#### 5.2 Paneles fotovoltaicos

Fecha inicial de inventario Enero de 2015

Fecha final de inventario Diciembre de 2015

Centro Universitario

Fecha de captura

Capturó

E-mail

Teléfono

# CIPAD

Centro de  
Investigación y  
Proyectos en  
Ambiente y  
Desarrollo

	No de Paneles	Capacidad (W)	Depto. Responsable	Localización en CU	Edificios que alimenta*	¿Se encuentran en funcionamiento?	Comentarios
1							
2							
3							
4							
5							

**Nota:** Inserte las columnas que sean necesarias

**Comentarios en general y observaciones**

Datos de contacto

Ing. Sergio Garmendía Lemus

[proyectos@cipad.mx](mailto:proyectos@cipad.mx)

## 7.5.21 Luminarias de funcionamiento solar

### Formato de captura de inventario

#### 5.3 Luminarias de funcionamiento solar

Fecha inicial de inventario Enero de 2015

Fecha final de inventario Diciembre de 2015

Centro Universitario

Fecha de captura

Capturó

E-mail

Teléfono

# CIPAD

Centro de  
Investigación y  
Proyectos en  
Ambiente y  
Desarrollo

	No de luminarias	Capacidad del panel (W)	Depto. Responsable	Localización en CU	Edificios que alimenta*	¿Se encuentran en funcionamiento?	Comentarios
1							
2							
3							
4							
5							

**Nota: Inserte las columnas que sean necesarias**

**Comentarios en general y observaciones**

Datos de contacto

Ing. Sergio Garmendía Lemus

[proyectos@cipad.mx](mailto:proyectos@cipad.mx)

## 7.5.22 Pozos de extracción de agua

### Formato de captura de inventario

#### 6.1 Pozos de extracción de agua

Fecha inicial de inventario Enero de 2015

Fecha final de inventario Diciembre de 2015

Centro Universitario

Fecha de captura

Capturó

E-mail

Teléfono

**CIPAD**

Centro de  
Investigación y  
Proyectos en  
Ambiente y  
Desarrollo

	Capacidad de extracción (m3)	Depto. Responsable	Localización en CU	¿Se encuentra concesionado ?	¿Se encuentran en funcionamiento?	¿Se tiene registro de consumo en bitácora?	Consumo total anual (m3)	Comentarios
1								
2								
3								

Nota: Inserte las columnas que sean necesarias

Comentarios en general y observaciones

Datos de contacto

Ing. Sergio Garmendía Lemus

[proyectos@cipad.mx](mailto:proyectos@cipad.mx)

### 7.5.23 Tomas al sistema de agua municipal

#### Formato de captura de inventario

#### 6.2 Tomas del SIAPA

Fecha inicial de inventario Enero de 2015

Fecha final de inventario Diciembre de 2015

Centro Universitario

Fecha de captura

Capturó

E-mail

Teléfono

# CIPAD

Centro de  
Investigación y  
Proyectos en  
Ambiente y  
Desarrollo

	Depto. Responsable	Localización en CU	¿Se encuentran en funcionamiento?	¿Se tiene registro de consumo en bitácora?	Consumo total anual (m3)	Comentario s
1						
2						
3						
4						
5						

**Nota: Inserte las columnas que sean necesarias**

**Comentarios en general y observaciones**

Datos de contacto

Ing. Sergio Garmendía Lemus

[proyectos@cipad.mx](mailto:proyectos@cipad.mx)

## 7.5.24 Diésel



### Formato de captura consumos

#### 1.1 Diésel

**Fecha inicial de inventario** Enero de 2015

**Fecha final de inventario** Diciembre de 2015

**Centro Universitario**

**Fecha de captura**

**Capturó**

**E-mail**

**Teléfono**

# CIPAD

Centro de  
Investigación y  
Proyectos en  
Ambiente y  
Desarrollo

	Departamento o responsable	Número de Factura	Fecha de emisión de factura (d/m/a)	Consumo de Diésel (l)	Consumo de Diésel (pesos, opcional)	Fuente de información	Comentarios
1							
2							
3							
4							
5							
			<b>Total Anual</b>				

**Nota:** Agregue las columnas que sean necesarias

**Comentarios en general y observaciones**

Datos de contacto

Ing. Sergio Garmendia Lemus

[proyectos@cipad.mx](mailto:proyectos@cipad.mx)

## 7.5.25 Gas LP

### Formato de captura consumos

#### 1.3 Gas LP

**Fecha inicial de inventario** Enero de 2015  
**Fecha final de inventario** Diciembre de 2015  
**Centro Universitario**  
**Fecha de captura**  
**Capturó**  
**E-mail**  
**Teléfono**

# CIPAD

Centro de  
Investigación y  
Proyectos en  
Ambiente y  
Desarrollo

	Departamento responsable	Número de Factura	Fecha de emisión de factura/comprobante (d/m/a)	Consumo de Gas LP (l)	Consumo de Gas LP (pesos, opcional)	Fuente de información	Comentarios
1							
2							
3							
4							
5							
<b>Total Anual</b>							

**Nota:** Agregue las columnas que sean necesarias

**Comentarios en general y observaciones**

Datos de contacto

Ing. Sergio Garmendia Lemus

[proyectos@cipad.mx](mailto:proyectos@cipad.mx)

## 7.5.26 Gas Natural



### Formato de captura consumos

#### 1.2 Gas Natural

**Fecha inicial de inventario** Enero de 2015  
**Fecha final de inventario** Diciembre de 2015  
**Centro Universitario**  
**Fecha de captura**  
**Capturó**  
**E-mail**  
**Teléfono**

# CIPAD

Centro de  
Investigación y  
Proyectos en  
Ambiente y  
Desarrollo

	Departament o responsable	Número de Factura	Fecha de emisión de factura/comproban te (d/m/a)	Consumo de GN (l)	Consumo de GN (pesos, opcional)	Fuente de informació n	Comentari os
1							
2							
3							
4							
5							
			<b>Total Anual</b>				

**Nota:** Agregue las columnas que sean necesarias

**Comentarios en general y observaciones**

Datos de contacto  
Ing. Sergio Garmendia Lemus  
[proyectos@cipad.mx](mailto:proyectos@cipad.mx)



## 7.5.27 Gasolina



### Formato de captura consumos

# CIPAD

Centro de  
Investigación y  
Proyectos en  
Ambiente y  
Desarrollo

#### 1.4 Gasolina

**Fecha inicial de inventario** Enero de 2015

**Fecha final de inventario** Diciembre de 2015

**Centro Universitario**

**Fecha de captura**

**Capturó**

**E-mail**

**Teléfono**

	Departamento responsable	Número de Factura	Fecha de emisión de factura/comprobante (d/m/a)	Consumo de Gasolina (l)	Consumo de Gasolina (pesos, opcional)	Fuente de información	Comentarios
1							
2							
3							
4							
5							
<b>Total Anual</b>							

**Nota:** Agregue las columnas que sean necesarias

**Comentarios en general y observaciones**

Datos de contacto

Ing. Sergio Garmendia Lemus

[proyectos@cipad.mx](mailto:proyectos@cipad.mx)

## 7.5.28 Refrigerantes



### Formato de captura consumos

#### 1.5 Gases refrigerantes

**Fecha inicial de inventario** Enero de 2015

**Fecha final de inventario** Diciembre de 2015

**Centro Universitario**

**Fecha de captura**

**Capturó**

**E-mail**

**Teléfono**

# CIPAD

Centro de  
Investigación y  
Proyectos en  
Ambiente y  
Desarrollo

	Departamento responsable	Número de Factura/comprobante	Fecha de emisión de factura/comprobante (d/m/a)	Consumo de Refrigerantes (l)	Tipo de refrigerante	Fuente de información	Comentarios
1							
2							
3							
4							
5							
<b>Total Anual</b>							

**Nota:** Agregue las columnas que sean necesarias

**Tipo de refrigerante:** Se incluyen los gases CFC's, R20, R22, etc.

**Comentarios en general y observaciones**

Datos de contacto

Ing. Sergio Garmendía Lemus

[proyectos@cipad.mx](mailto:proyectos@cipad.mx)

## 7.5.29 Combustóleo



### Formato de captura consumos

# CIPAD

Centro de  
Investigación y  
Proyectos en  
Ambiente y  
Desarrollo

### 1.6 Combustóleo

**Fecha inicial de inventario** Enero de 2015

**Fecha final de inventario** Diciembre de 2015

**Centro Universitario**

**Fecha de captura**

**Capturó**

**E-mail**

**Teléfono**

	Departamento o responsable	Número de Factura	Fecha de emisión de factura/ comprobante (d/m/a)	Consumo de Combustóleo (l)	Consumo de Combustóleo (pesos, opcional)	Fuente de información	Comentarios
1							
2							
3							
4							
5							
			<b>Total Anual</b>				

**Nota:** Agregue las columnas que sean necesarias

**Comentarios en general y observaciones**

Datos de contacto

Ing. Sergio Garmendía Lemus

[proyectos@cipad.mx](mailto:proyectos@cipad.mx)

### 7.5.30 Acetilenos

#### Formato de captura consumos

##### 1.6 Acetileno / Oxiacetileno

**Fecha inicial de inventario** Enero de 2015  
**Fecha final de inventario** Diciembre de 2015  
**Centro Universitario**  
**Fecha de captura**  
**Capturó**  
**E-mail**  
**Teléfono**

## CIPAD

Centro de  
Investigación y  
Proyectos en  
Ambiente y  
Desarrollo

	Departament o responsable	Número de Factura	Fecha de emisión de factura/comproban te (d/m/a)	Consumo de Acetileno (l)	Consumo de Acetileno (pesos, opcional)	Fuente de informació n	Comentari os
1							
2							
3							
4							
5							
			<b>Total Anual</b>				

**Nota:** Agregue las columnas que sean necesarias

**Comentarios en general y observaciones**

Datos de contacto  
Ing. Sergio Garmendía Lemus  
[proyectos@cipad.mx](mailto:proyectos@cipad.mx)

### 7.5.31 Otros

#### Formato de captura consumos

# CIPAD

Centro de  
Investigación y  
Proyectos en  
Ambiente y  
Desarrollo

#### 1.7 Otros Combustibles

**Fecha inicial de inventario** Enero de 2015

**Fecha final de inventario** Diciembre de 2015

**Centro Universitario**

**Fecha de captura**

**Capturó**

**E-mail**

**Teléfono**

	Departament o responsable	Número de Factura	Fecha de emisión de factura/ comprobante (d/m/a)	Tipo de combustible	Consumo de Combustible (l o kg, especificar)	Consumo de Combustible o (pesos, opcional)	Fuente de información	Comentarios
1								
2								
3								
4								
5								
<b>Total Anual</b>								

**Nota:** Agregue las columnas que sean necesarias

Otros p.e. carbón, leña, etc.

**Comentarios en general y observaciones**

Datos de contacto

Ing. Sergio Garmendia Lemus

[proyectos@cipad.mx](mailto:proyectos@cipad.mx)

## 7.5.32 Energía utilizada



### Formato de captura consumos

**CIPAD**

Centro de  
Investigación y  
Proyectos en  
Ambiente y  
Desarrollo

#### 2.1 Energía Eléctrica

**Fecha inicial de inventario** Enero de 2015

**Fecha final de inventario** Diciembre de 2015

**Centro Universitario**

**Fecha de captura**

**Capturó**

**E-mail**

**Teléfono**

	Departamento o responsable	Número de RPU	Fecha de emisión de factura/ comprobante (d/m/a)	Consumo de electricidad en kW	Consumo de electricidad (pesos, opcional)	Fuente de información	Comentarios
1							
2							
3							
4							
5							
			<b>Total Anual</b>				

**Nota:** Agregue las columnas que sean necesarias

**Comentarios en general y observaciones**

--

Datos de contacto

Ing. Sergio Garmendía Lemus

[proyectos@cipad.mx](mailto:proyectos@cipad.mx)

### 7.5.33 Viajes aéreos

#### Formato de captura consumos

**CIPAD**

Centro de  
Investigación y  
Proyectos en  
Ambiente y  
Desarrollo

#### 3.1 Viajes aéreos

**Fecha inicial de inventario** Enero de 2015

**Fecha final de inventario** Diciembre de 2015

**Centro Universitario**

**Fecha de captura**

**Capturó**

**E-mail**

**Teléfono**

	Departamento responsable	Número de vuelo	Salida	Destino	Fecha de emisión de factura/comprobante (d/m/a)	Fuente de información	Comentarios
1							
2							
3							
4							
5							

**Nota:** Agregue las columnas que sean necesarias

**Comentarios en general y observaciones**

Datos de contacto

Ing. Sergio Garmendía Lemus

[proyectos@cipad.mx](mailto:proyectos@cipad.mx)

### 7.5.34 Viajes terrestres



#### Formato de captura consumos de viajes terrestres nacionales

**Fecha inicial de inventario** Enero de 2015  
**Fecha final de inventario** Diciembre de 2015  
**Centro Universitario**  
**Fecha de captura**  
**Capturó**  
**E-mail**  
**Teléfono**

# CIPAD

Centro de  
Investigación y  
Proyectos en  
Ambiente y  
Desarrollo

	Departament o responsable	Salida	Destino	Tipo de transporte	Fecha de emisión de factura/ comprobante (d/m/a)	Fuente de informació n	Comentario s
1							
2							
3							
4							
5							

**Nota: Agregue las columnas que sean necesarias**

Tipo de transporte (p.e. auto propio, autobús, sprinter, etc.)

**Comentarios en general y observaciones**

Datos de contacto

Ing. Sergio Garmendía Lemus

[proyectos@cipad.mx](mailto:proyectos@cipad.mx)



### 7.5.35 Viajes en vehículos



#### Formato de captura consumos en viajes de vehículos rentados

**Fecha inicial de inventario** Enero de 2015  
**Fecha final de inventario** Diciembre de 2015  
**Centro Universitario**  
**Fecha de captura**  
**Capturó**  
**E-mail**  
**Teléfono**

# CIPAD

Centro de  
Investigación y  
Proyectos en  
Ambiente y  
Desarrollo

	Departamento responsable	Salida	Destino	Tipo de transporte	Fecha de emisión de factura/comprobante (d/m/a)	Fuente de información	Comentarios
1							
2							
3							
4							
5							

**Nota:** Agregue las columnas que sean necesarias

Tipo de transporte (p.e. auto rentado, autobús, sprinter, etc.)

**Comentarios en general y observaciones**

Datos de contacto

Ing. Sergio Garmendía Lemus

[proyectos@cipad.mx](mailto:proyectos@cipad.mx)

## 7.5.36 Paquetería



### Formato de captura envíos de paquetería y mensajería

**Fecha inicial de inventario** Enero de 2015  
**Fecha final de inventario** Diciembre de 2015  
**Centro Universitario**  
**Fecha de captura**  
**Capturó**  
**E-mail**  
**Teléfono**

# CIPAD

Centro de  
Investigación y  
Proyectos en  
Ambiente y  
Desarrollo

	Departament o responsable	Salida	Destino	Peso promedio de paquete (kg)	Fecha de emisión de factura/ comprobante (d/m/a)	Fuente de informació n	Comentario s
1							
2							
3							
4							
5							

**Nota: Agregue las columnas que sean necesarias  
Comentarios en general y observaciones**

--

Datos de contacto  
Ing. Sergio Garmendía Lemus  
[proyectos@cipad.mx](mailto:proyectos@cipad.mx)

### 7.5.37 Papel de oficina virgen

#### Formato de captura consumos

# CIPAD

Centro de  
Investigación y  
Proyectos en  
Ambiente y  
Desarrollo

### 3.6 Papel de oficina virgen

**Fecha inicial de inventario** Enero de 2015

**Fecha final de inventario** Diciembre de 2015

**Centro Universitario**

**Fecha de captura**

**Capturó**

**E-mail**

**Teléfono**

	<b>Departamento responsable</b>	<b>Fecha de emisión de factura/comprobante (d/m/a)</b>	<b>Proveedor</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidades*</b>	<b>Fuente de información</b>	<b>Comentarios</b>
1							
2							
3							
4							
5							

**Nota: Agregue las columnas que sean necesarias**

Unidades\*: Paquete (500 hojas), rollo, rotafolios, etc.

**Comentarios en general y observaciones**

Datos de contacto

Ing. Sergio Garmendía Lemus

[proyectos@cipad.mx](mailto:proyectos@cipad.mx)

### 7.5.38 Papel de oficina reciclado

#### Formato de captura consumos

# CIPAD

Centro de  
Investigación y  
Proyectos en  
Ambiente y  
Desarrollo

### 3.7 Papel de oficina reciclado

**Fecha inicial de inventario** Enero de 2015

**Fecha final de inventario** Diciembre de 2015

**Centro Universitario**

**Fecha de captura**

**Capturó**

**E-mail**

**Teléfono**

	Departament o responsable	Fecha de emisión de factura/ comprobante (d/m/a)	Proveedor	Cantidad	Unidades*	Fuente de información	Comentarios
1							
2							
3							
4							
5							

**Nota: Agregue las columnas que sean necesarias**

Unidades\*: Paquete (500 hojas), rollo, rotafolios, etc.

**Comentarios en general y observaciones**

Datos de contacto

Ing. Sergio Garmendia Lemus

[proyectos@cipad.mx](mailto:proyectos@cipad.mx)

### 7.5.39 Papel sanitario



#### Formato de captura consumos

# CIPAD

Centro de  
Investigación y  
Proyectos en  
Ambiente y  
Desarrollo

### 3.8 Papel sanitario

**Fecha inicial de inventario** Enero de 2015

**Fecha final de inventario** Diciembre de 2015

**Centro Universitario**

**Fecha de captura**

**Capturó**

**E-mail**

**Teléfono**

	Departamento responsable	Fecha de emisión de factura/comprobante (d/m/a)	Proveedor	Cantidad	Unidades*	Fuente de información	Comentarios
1							
2							
3							
4							
5							

**Nota: Agregue las columnas que sean necesarias**

Unidades\*: Rollos u otro (especifique)

**Comentarios en general y observaciones**

Datos de contacto

Ing. Sergio Garmendía Lemus

[proyectos@cipad.mx](mailto:proyectos@cipad.mx)

#### 7.5.40 Papel seca manos



#### Formato de captura consumos

**CIPAD**

Centro de  
Investigación y  
Proyectos en  
Ambiente y  
Desarrollo

#### 3.9 Papel sanitario secamanos

**Fecha inicial de inventario** Enero de 2015

**Fecha final de inventario** Diciembre de 2015

**Centro Universitario**

**Fecha de captura**

**Capturó**

**E-mail**

**Teléfono**

	Departamento responsable	Fecha de emisión de factura/comprobante (d/m/a)	Proveedor	Cantidad	Unidades*	Fuente de información	Comentarios
1							
2							
3							
4							
5							

**Nota: Agregue las columnas que sean necesarias**

Unidades\*: Rollos, sanitas u otro (especifique)

**Comentarios en general y observaciones**

Datos de contacto

Ing. Sergio Garmendia Lemus

[proyectos@cipad.mx](mailto:proyectos@cipad.mx)

## 7.5.41 Agua utilizada



### Formato de captura consumos

# CIPAD

Centro de  
Investigación y  
Proyectos en  
Ambiente y  
Desarrollo

### 3.10 Agua utilizada

**Fecha inicial de inventario** Enero de 2015

**Fecha final de inventario** Diciembre de 2015

**Centro Universitario**

**Fecha de captura**

**Capturó**

**E-mail**

**Teléfono**

	Departamento responsable	Fecha de emisión de factura/comprobante (d/m/a)	Proveedor*	Cantidad (m3)	Fuente de información	Comentarios
1						
2						
3						
4						
5						
			<b>Total Anual</b>			

**Nota:** Agregue las columnas que sean necesarias

Proveedor: Organismo de Agua municipal, pipas, pozo de extracción, etc. (especifique)

**Comentarios en general y observaciones**

Datos de contacto

Ing. Sergio Garmendia Lemus

[proyectos@cipad.mx](mailto:proyectos@cipad.mx)

## 7.5.42 Agua residual



### Formato de captura consumos

# CIPAD

Centro de  
Investigación y  
Proyectos en  
Ambiente y  
Desarrollo

### 3.10 Agua residual

**Fecha inicial de inventario** Enero de 2015

**Fecha final de inventario** Diciembre de 2015

**Centro Universitario**

**Fecha de captura**

**Capturó**

**E-mail**

**Teléfono**

	Departamento responsable	Fecha de emisión de factura/ comprobante (d/m/a)	Cantidad (m3)	Tipo de tratamiento que recibe*	Fuente de información	Comentarios
1						
2						
3						
4						
5						
		<b>Total Anual</b>				

**Nota:** Agregue las columnas que sean necesarias

Tipo de tratamiento que recibe\*: Organismo de Agua municipal, biodigestores, fosas, pipas, etc. (especifique)

**Comentarios en general y observaciones**

Datos de contacto

Ing. Sergio Garmendía Lemus

[proyectos@cipad.mx](mailto:proyectos@cipad.mx)



### 7.5.43 Residuos sólidos



### Formato de captura consumos

# CIPAD

Centro de  
Investigación y  
Proyectos en  
Ambiente y  
Desarrollo

### 3.12 Residuos Sólidos

**Fecha inicial de inventario** Enero de 2015

**Fecha final de inventario** Diciembre de 2015

**Centro Universitario**

**Fecha de captura**

**Capturó**

**E-mail**

**Teléfono**

	Departament o responsable	Cantidad recolectad a (kg)	Empresa recolector a	Fecha de manifiesto de recolección (d/m/a)	Fuente de informació n	Comentario s
1						
2						
3						
4						

**Nota: Agregue las columnas que sean necesarias**

**Comentarios en general y observaciones**

Datos de contacto

Ing. Sergio Garmendia Lemus

[proyectos@cipad.mx](mailto:proyectos@cipad.mx)

#### 7.5.44 RPBI

#### Formato de captura consumos

# CIPAD

Centro de  
Investigación y  
Proyectos en  
Ambiente y  
Desarrollo

### 3.13 Residuos Peligrosos Biológico Infecciosos

**Fecha inicial de inventario** Enero de 2015

**Fecha final de inventario** Diciembre de 2015

**Centro Universitario**

**Fecha de captura**

**Capturó**

**E-mail**

**Teléfono**

	Departamento responsable	Cantidad recolectada (kg)	Empresa recolectora	Fecha de manifiesto de recolección (d/m/a)	Fuente de información	Comentarios
1						
2						
3						
4						
5						

**Nota:** Agregue las columnas que sean necesarias


**Comentarios en general y observaciones**

Datos de contacto

Ing. Sergio Garmendía Lemus

[proyectos@cipad.mx](mailto:proyectos@cipad.mx)

## 7.5.45 Plan de manejo de residuos

 **Formato de captura consumos**

### 3.14 Plan de Manejo de Residuos Sólidos

**Fecha inicial de inventario** Enero de 2015

**Fecha final de inventario** Diciembre de 2015

**Centro Universitario**

**Fecha de captura**

**Capturó**

**E-mail**

**Teléfono**

**CIPAD**

Centro de  
Investigación y  
Proyectos en  
Ambiente y  
Desarrollo

	Tipo de residuo	Cantidad recuperada (kg)	Empresa recolector a o lugar de venta	Fecha de manifiesto de recolección o nota de venta (d/m/a)	Tipo de tratamiento que recibe*	Lugar de venta o disposición final	Fuente de información	Comentarios
1	Residuos de jardín y podas							
2	Papel y cartón							
3	Aluminio							
4	Desperdicios de comida							
5	Vidrio							
6	Metales							
7	PET							
8	Otros							

**Nota:** Agregue las columnas que sean necesarias

**Comentarios en general y observaciones**

Datos de contacto

Ing. Sergio Garmendía Lemus

[proyectos@cipad.mx](mailto:proyectos@cipad.mx)

## 7.6 Anexo 6

### 7.6.1 Tablas de estimación de GEI por Consumo Eléctrico CUCEI

#### Formato de captura consumos

##### 2.1 Energía Eléctrica

Fecha inicial de inventario Enero de 2015

Fecha final de inventario Diciembre de 2015

Centro Universitario CUCEI

Fecha de captura 28/11/2016

Capturó Sergio Garmendia Lemus

E-mail [proyectos@cipad.mx](mailto:proyectos@cipad.mx)

**CIPAD**

Centro de  
Investigación y  
Proyectos en  
Ambiente y  
Desarrollo

	Departament o responsable	Fecha de emisión de factura/ comprobante*	Año	Consumo de electricidad en kW	Pérdidas por transmisión	Consumo total (kW)	Emisiones (TonCO2e)
1		Febrero	2015	281,608	36890.648	318,499	146
2		Marzo	2015	302,502	39627.762	342,130	157
3		Abril	2015	279,403	36601.793	316,005	145
4		Mayo	2015	351,322	46023.182	397,345	182
5		Junio	2015	298,668	39125.508	337,794	155
6		Julio	2015	267,088	34988.528	302,077	138
7		Agosto	2015	258,710	33891.01	292,601	134
8		Septiembre	2015	343,490	44997.19	388,487	178
9		Octubre	2015	339,226	44438.606	383,665	176
10		Noviembre	2015	320,393	41971.483	362,364	166
11		Diciembre	2015	230,918	30250.258	261,168	119
12		Enero	2016	253,460	33203.26	286,663	131
		<b>Total Anual</b>				<b>3,988,797</b>	<b>1,824.74</b>

\*Fuente: Cobro centralizado UdG

\*SEMARNAT (2015)

\*Energy Information Administration (2002)

## 7.6.2 Tablas de estimación de GEI por Consumo Eléctrico CUCEA

### Formato de captura consumos

#### 2.1 Energía Eléctrica

**Fecha inicial de inventario** Enero de 2015  
**Fecha final de inventario** Diciembre de 2015  
**Centro Universitario** CUCEA  
**Fecha de captura** 28/11/2016  
**Capturó** Sergio Garmendía Lemus  
**E-mail** [proyectos@cipad.mx](mailto:proyectos@cipad.mx)

**CIPAD**

Centro de  
 Investigación y  
 Proyectos en  
 Ambiente y  
 Desarrollo

	Departamento responsable	Fecha de emisión de factura/ comprobante (d/m/a)	Año	Consumo de electricidad en kW	Pérdidas por transmisión	Consumo total (kW)	Emisiones (TonCO <sub>2</sub> e)
1		Febrero	2015	218,328.0	28,601.0	246,929.0	113
2		Marzo	2015	227,352.0	29,783.1	257,135.1	118
3		Abril	2015	213,300.0	27,942.3	241,242.3	110
4		Mayo	2015	276,348.0	36,201.6	312,549.6	143
5		Junio	2015	218,232.0	28,588.4	246,820.4	113
6		Julio	2015	203,544.0	26,664.3	230,208.3	105
7		Agosto	2015	185,352.0	24,281.1	209,633.1	96
8		Septiembre	2015	277,044.0	36,292.8	313,336.8	143
9		Octubre	2015	274,032.0	35,898.2	309,930.2	142
10		Noviembre	2015	255,600.0	33,483.6	289,083.6	132
11		Diciembre	2015	177,648.0	23,271.9	200,919.9	92
12		Enero	2016	188,172.0	24,650.5	212,822.5	97
		<b>Total Anual</b>				<b>3,070,610.7</b>	<b>1,404.7</b>

### 7.6.3 Tablas de estimación de GEI por Consumo Eléctrico CUAAD

#### Formato de captura consumos

#### 2.1 Energía Eléctrica

**Fecha inicial de inventario** Enero de 2015  
**Fecha final de inventario** Diciembre de 2015  
**Centro Universitario** CUAAD  
**Fecha de captura** 28/11/2016  
**Capturó** Sergio Garmendia Lemus  
**E-mail** [proyectos@cipad.mx](mailto:proyectos@cipad.mx)

**CIPAD**

Centro de  
 Investigación y  
 Proyectos en  
 Ambiente y  
 Desarrollo

	Departament o responsable	Fecha de emisión de factura/ comprobante (d/m/a)	Año	Consumo de electricidad en kW	Pérdidas por transmisión	Consumo total (kW)	Emisiones (TonCO <sub>2</sub> e)
1		Febrero	2015	68538	8,978.5	77,516.5	35
2		Marzo	2015	60584	7,936.5	68,520.5	31
3		Abril	2015	47227	6,186.7	53,413.7	24
4		Mayo	2015	58414	7,652.2	66,066.2	30
5		Junio	2015	45661	5,981.6	51,642.6	24
6		Julio	2015	42766	5,602.3	48,368.3	22
7		Agosto	2015	43201	5,659.3	48,860.3	22
8		Septiembre	2015	61437	8,048.2	69,485.2	32
9		Octubre	2015	58973	7,725.5	66,698.5	31
10		Noviembre	2015	79177	10,372.2	89,549.2	41
11		Diciembre	2015	55993	7,335.1	63,328.1	29
12		Enero	2016	59754	7,827.8	67,581.8	31
		<b>Total Anual</b>				<b>771,031.0</b>	<b>352.7</b>

## 7.6.4 Tablas de estimación de GEI por Consumo Eléctrico CUCBA Formato de captura consumos

### 2.1 Energía Eléctrica

**Fecha inicial de inventario** Enero de 2015  
**Fecha final de inventario** Diciembre de 2015  
**Centro Universitario** CUCBA  
**Fecha de captura** 28/11/2016  
**Capturó** Sergio Garmendía Lemus  
**E-mail** [proyectos@cipad.mx](mailto:proyectos@cipad.mx)

	Departamento responsable	Fecha de emisión de factura/ comprobante (d/m/a)	Año	Consumo de electricidad en kW	Pérdidas por transmisión	Consumo total (kW)	Emisiones (TonCO <sub>2</sub> e)
1		Febrero	2015	48229	6,318.0	54,547.0	25
2		Marzo	2015	53120	6,958.7	60,078.7	27
3		Abril	2015	52804	6,917.3	59,721.3	27
4		Mayo	2015	63829	8,361.6	72,190.6	33
5		Junio	2015	50204	6,576.7	56,780.7	26
6		Julio	2015	53312	6,983.9	60,295.9	28
7		Agosto	2015	54755	7,172.9	61,927.9	28
8		Septiembre	2015	62577	8,197.6	70,774.6	32
9		Octubre	2015	62085	8,133.1	70,218.1	32
10		Noviembre	2015	54520	7,142.1	61,662.1	28
11		Diciembre	2015	50722	6,644.6	57,366.6	26
12		Enero	2016	52067	6,820.8	58,887.8	27
		<b>Total Anual</b>				744,451.3	<b>340.6</b>

## 7.6.5 Tablas de estimación de GEI por Consumo Eléctrico CUCS

### Formato de captura consumos

#### 2.1 Energía Eléctrica

Fecha inicial de inventario Enero de 2015

Fecha final de inventario Diciembre de 2015

Centro Universitario CUCS

Fecha de captura 28/11/2016

Capturó Sergio Garmendia Lemus

E-mail [proyectos@cipad.mx](mailto:proyectos@cipad.mx)

	Departamento responsable	Fecha de emisión de factura/ comprobante (d/m/a)	Año	Consumo de electricidad en kW	Pérdidas por transmisión	Consumo total (kW)	Emisiones (TonCO2e)
1		Febrero	2015	187700	24,588.7	212,288.7	97.1151332
2		Marzo	2015	204690	26,814.4	231,504.4	105.905683
3		Abril	2015	193387	25,333.7	218,720.7	100.057561
4		Mayo	2015	255180	33,428.6	288,608.6	132.028981
5		Junio	2015	222654	29,167.7	251,821.7	115.200175
6		Julio	2015	206102	26,999.4	233,101.4	106.636245
7		Agosto	2015	187997	24,627.6	212,624.6	97.2687996
8		Septiembre	2015	241072	31,580.4	272,652.4	124.729565
9		Octubre	2015	240750	31,538.3	272,288.3	124.562964
10		Noviembre	2015	223975	29,340.7	253,315.7	115.883655
11		Diciembre	2015	171980	22,529.4	194,509.4	88.9816761
12		Enero	2016	179601	23,527.7	203,128.7	92.9247471
		<b>Total Anual</b>				<b>2,844,564.5</b>	<b>1,301.3</b>



## 7.7 Anexo 7. Encuesta de movilidad en Centros Universitarios

Versión 2.0

9 de noviembre de 2016

La Universidad de Guadalajara, a través del Programa Universidad Sustentable, está realizando un estudio de las opciones de mitigación del cambio climático en los principales Centros Universitarios de la ZMG.

El objetivo de esta encuesta es conocer tus hábitos y modos de transporte hacia y desde la Universidad. Esta información nos permitirá diseñar estrategias para promover el desarrollo sustentable institucional, mitigar el cambio climático y mejorar la calidad del aire en la ciudad.

La encuesta tiene una duración de entre 5 a 10 minutos.

La información aquí otorgada es anónima y confidencial y solamente será utilizada para efectos del proyecto de investigación. Si tiene alguna pregunta o comentario por favor comuníquese a: [silvia.leon@redudg.udg.mx](mailto:silvia.leon@redudg.udg.mx)

Instrucciones: La encuesta se realiza en algunos CU regionales.

Por favor, indique el nombre del CU al que pertenece: \_\_\_\_\_

### Información General

Tus respuestas a las siguientes preguntas nos ayudarán a identificar diferencias entre los diferentes grupos que conforman la comunidad universitaria.

Eres:

Hombre

Mujer

Otro

Eres:

Estudiante

- Académico de Tiempo completo
- Académico de asignatura
- Personal Administrativo, Mantenimiento, etc.

Edad del entrevistado \_\_\_\_\_

Estudiante:

¿Qué programa educativo cursas? \_\_\_\_\_

¿Cuál semestre cursas actualmente? \_\_\_\_\_

¿En cuál municipio y colonia vives?

Municipio: \_\_\_\_\_

Colonia: \_\_\_\_\_

Código Postal: \_\_\_\_\_

Estado Civil:

Soltero(a)

Casado(a)

Otro

Si eres estudiante, ¿Además trabajas?

Sí

No

Antes de iniciar tus estudios o trabajar para el CU, ¿En dónde vivías?:

Municipio:

Estado:

Ahora te haremos preguntas sobre los medios de transporte que usas.

¿Cuáles son los principales medios de transporte que utilizas cuando te trasladas hacia el CU? Por favor indica el porcentaje aproximado de los viajes que realizas en cada modo de transporte:

- (%) Auto propio
- (%) En auto compartido de alguien más/ride
- (%) Camión o transporte colectivo minibús
- (%) Taxi
- (%) Bicicleta
- (%) Caminando

Nota: La suma de los porcentajes deberá ser igual a 100%.

Normalmente cuando te diriges al CU sales desde...:

- Tu casa
- Tu trabajo
- Otro

Al inicio de tu jornada y considerando el semestre actual, normalmente ¿A qué hora llegas al CU?

hora

¿Cuáles son los principales medios de transporte que utilizas cuando te trasladas desde el CU? Por favor indica el porcentaje aproximado de los viajes que realizas en cada modo de transporte:

- (%) Auto propio
- (%) En auto compartido de alguien más/ride
- (%) Camión o transporte colectivo minibús
- (%) Taxi
- (%) Bicicleta
- (%) Caminando

Normalmente al salir del CU te diriges a:

- Tu casa
- Tu trabajo
- Otro

Al final de tu jornada y considerando el semestre actual, normalmente ¿A qué hora sales del CU?

\_\_\_ hora

¿Cuántas veces a la semana vas al CU durante el periodo de clases?

\_\_\_ Veces

¿Cuántas veces a la semana vas al CU durante el periodo de vacaciones?

\_\_\_ Veces

Instrucción: Dependiendo de la respuesta a la pregunta de modos de transporte, favor de contestar solamente las que apliquen.

Vehículo Propio

Aplica \_\_\_\_\_

No aplica \_\_\_\_\_

Cuando vas en tu auto, ¿En promedio cuánto tiempo tardas en llegar al CU?

\_\_\_\_\_ horas y \_\_\_ minutos

Al salir del CU, ¿En promedio cuánto tiempo tardas en llegar a tu destino?

\_\_\_\_\_ horas y \_\_\_ minutos

¿Normalmente cuántas personas se trasladan contigo hacia el CU o al salir del CU?

\_\_\_ Ninguna

\_\_\_ Me acompaña 1 persona

\_\_\_ Me acompañan 2 personas

\_\_\_ Me acompañan 3 personas

\_\_\_ Me acompañan 4 o más personas

¿Qué tipo de combustible utiliza tu vehículo?

\_\_\_ Diésel

\_\_\_ Gasolina

\_\_\_ Eléctrico

¿Qué características tiene el motor de tu vehículo?

- \_\_\_ Vehículos pequeños motor de 1.0-1.5 L
- \_\_\_ Vehículos motor de 4 cilindros
- \_\_\_ Vehículos motor de 6 cilindros
- \_\_\_ SUV motor de 4 cilindros
- \_\_\_ SUV motor de 6 cilindros y pickup de 2.5-4.0L
- \_\_\_ Pick up motor de 6cil
- \_\_\_ Pick up- Van motor de 8 cilindros
- \_\_\_ Motocicleta
- \_\_\_ No sé

Si no sabes las características del motor de tu auto, ¿Cuál es la marca, tipo y modelo?

- \_\_\_ Marca
- \_\_\_ Tipo
- \_\_\_ Modelo (Año)

Auto Compartido/ride

Aplica \_\_\_\_\_

No aplica \_\_\_\_\_

Cuando vas en auto compartido de alguien más, ¿En promedio cuánto tiempo tardas en llegar al CU?

\_\_\_\_\_ horas y \_\_\_ minutos

Cuando sales del CU en un auto compartido de alguien más, ¿En promedio cuánto tiempo tardas en llegar a tu destino?

\_\_\_\_\_ horas y \_\_\_ minutos

Cuando compartes el auto de alguien más normalmente ¿Cuántas personas más van en el auto?

- \_\_\_ El(La) conductor(a) y tú
- \_\_\_ El(La) conductor(a), tú y 1 persona más
- \_\_\_ El(La) conductor(a), tú y 2 personas más
- \_\_\_ El(La) conductor(a), tú y 3 o más personas

Camión

Aplica \_\_\_\_\_

No aplica \_\_\_\_\_

Cuando vas en camión, ¿En promedio cuánto tiempo tardas en llegar al CU?

\_\_\_\_\_ horas y \_\_\_\_ minutos

Normalmente ¿Cuántos camiones debes tomar en tus traslados hacia CU?

\_\_\_\_\_ Camiones

Cuando al salir del CU vas en camión, ¿En promedio cuánto tiempo tardas en llegar a tu destino?

\_\_\_\_\_ horas y \_\_\_\_ minutos

Normalmente ¿Cuántos camiones debes tomar en tus traslados desde CU?

\_\_\_\_\_ Camiones

Taxi

Aplica \_\_\_\_\_

No aplica \_\_\_\_\_

Cuando vas en taxi, ¿En promedio cuánto tiempo tardas en llegar al CU?

\_\_\_\_\_ horas y \_\_\_\_ minutos

Cuando vas en taxi, ¿En promedio cuánto tiempo tardas en llegar a tu destino al salir del CU?

\_\_\_\_\_ horas y \_\_\_\_ minutos

Cuando vas en taxi ¿Normalmente cuántas personas más van en el auto?

\_\_\_ El(La) conductor(a) y tú

\_\_\_ El(La) conductor(a), tú y 1 persona más

\_\_\_ El(La) conductor(a), tú y 2 personas más

\_\_\_ El(La) conductor(a), tú y 3 o más personas

Bicicleta

Aplica \_\_\_\_\_

No aplica \_\_\_\_\_

Cuando vas en bicicleta, ¿En promedio cuánto tiempo tardas en llegar al CU?

\_\_\_\_\_ horas y \_\_\_\_ minutos

Cuando vas en bicicleta, ¿En promedio cuánto tiempo tardas en llegar a tu destino al salir del CU?

\_\_\_\_\_ horas y \_\_\_\_ minutos

Caminando

Aplica \_\_\_\_\_

No aplica \_\_\_\_\_

Cuando te trasladas caminando, ¿En promedio cuánto tiempo tardas en llegar al CU?

\_\_\_\_\_ horas y \_\_\_\_ minutos

Cuando te trasladas caminando, ¿En promedio cuánto tiempo tardas en llegar a tu destino al salir del CU?

\_\_\_\_\_ horas y \_\_\_\_ minutos

Finalmente, en tu opinión ¿Qué se necesitaría para que tú y otros miembros de la comunidad universitaria utilicen medios más sustentables de transporte (p.e. el transporte colectivo, bicicleta, caminar)?

Pregunta Abierta.

Agradecemos tu participación.