



Cálculo de la Huella de CO₂ de los elementos TIC en la escuela

II PREMIOS **ECO** 
FUNDACION **INNOVACION**
ENDESA **EDUCATIVA**

2017-2018

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1	DATOS DE IDENTIFICACIÓN	3
1.1	Titulo del proyecto:	3
1.2	Fecha de realización	3
1.3	Coordinador del Proyecto	3
1.4	Etapa educativa y alumnos participantes	3
2	JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	4
3	OBJETIVOS	5
4	ANTECEDENTES DEL PROYECTO A NIVEL NACIONAL E INTERNACIONAL	5
5	METODOLOGIA	6
5.1	Huella de CO2 de los elementos TIC en la escuela.....	6
5.1.1	Recolección de datos y elección del factor de emisión de CO2	7
5.1.2	Cálculo de la Huella de CO2 de los elementos TIC en la escuela	8
5.1.3	Reducción de la Huella de CO2 de los elementos TIC en la escuela	8
5.1.4	Neutralización de la Huella de CO2 de los elementos TIC en la escuela.....	8
5.2	Desarrollo de Aplicación para el Cálculo de la Huella de CO2 de los elementos TIC	10
5.2.1	Presentación Herramienta APP Inventor	10
5.2.2	Porque app inventor para este proyecto?	10
5.2.3	Entorno	11
5.3	Metodología pedagógica.....	15
6	RESULTADOS.....	16
6.1	Huella de CO2 de los elementos TIC en la escuela.....	16
6.1.1	Cálculo de la Huella de CO2 de los elementos TIC en la escuela	16
6.1.2	Reducción de la Huella de CO2 de los elementos TIC en la escuela	18
6.1.3	Neutralización de la Huella de CO2 de los elementos TIC en la escuela.....	19
6.2	Desarrollo de Aplicación para el Cálculo de la Huella de CO2 de los elementos TIC	21
6.2.1	Diagrama de flujo	21
6.2.2	Diseño de las pantallas	22
7	BIBLIOGRAFÍA	24

1 DATOS DE IDENTIFICACIÓN

1.1 Título del proyecto:

El título propuesto para el proyecto es: **Cálculo de la Huella de CO2 de los elementos TIC en la escuela”**

1.2 Fecha de realización

El proyecto se ha desarrollado durante el Curso 2017 y 2018, durante los meses de Enero, Febrero, Marzo y Abril en horas extra escolares y algunas horas lectivas del Modulo3 (Aplicaciones ofimáticas) de 1er curso del ciclo de Grado Medio de Sistemas Microinformáticos y Redes.

1.3 Coordinador del Proyecto

Maria Soler: Profesora de Grado Medio de Sistemas Microinformáticos y Redes.

Msole455@xtec.cat

Contacto centro: <http://www.inscampclar.cat/>

Tel.: 977 54 10 07

e3006125@xtec.cat

1.4 Etapa educativa y alumnos participantes

Los participantes son alumnos de 1er curso del ciclo de Grado Medio de Sistemas Microinformáticos y Redes del Instituto Campclar (Tarragona). Son alumnos entre 17-18 años:

- Eric Fructuoso
- Enrique Rodríguez
- Biel Gallego
- Erik Estiven Florez

2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La casi totalidad de la comunidad científica y un número creciente de grupos sociales, empresariales y políticos de los más diversos países están convencidos de que el cambio climático originado por las actividades humanas constituye uno de los mayores desafíos ambientales que se pudiera interponer en el camino hacia el desarrollo sustentable durante el presente siglo.

Las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) están provocando el cambio climático y sus impactos alrededor del mundo. Cada incremento de un grado en la temperatura producirá impactos cada vez más impredecibles y peligrosos para las personas y los ecosistemas. Como resultado, existe una necesidad urgente de acelerar los esfuerzos orientados a reducir las emisiones de GEI. Los gobiernos a nivel nacional, regional y ciudad están desarrollando e implementando varios tipos de metas de mitigación para el cambio climático bajos las líneas de actuación de los Acuerdos de París.

El sector de las Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TIC) no es en absoluto ajeno a la creciente preocupación mundial por el cambio climático. El consumo de energía por el uso de las TIC está avanzando de forma exponencial y el funcionamiento de los centros de datos digitales produce aproximadamente el 2% de las emisiones de gases de efecto de invernadero globales, comparable con el sector de la aviación. El empleo de las TIC para la reducción del consumo energético y de las emisiones de gases de efecto invernadero constituye una de las principales palancas de las que disponen Gobiernos, empresas y ciudadanos para alcanzar los objetivos de mitigación del cambio climático. Un uso más racional de las TIC es esencial para la protección del medio ambiente y para afrontar los retos derivados del cambio climático, ya que estas tecnologías juegan un papel esencial en la mejora de la eficiencia energética, en la gestión de los recursos naturales y en la protección de la biodiversidad de forma directa o a través de su influencia en otros sectores de actividad. El desarrollo y aplicación “inteligente” de las TIC en pos de la sostenibilidad constituye lo que se ha venido a denominar Green TIC, o TIC verdes, que permiten desarrollar nuevas aplicaciones que facilitan la reducción de las emisiones de gases contaminantes.

La creatividad de los jóvenes es invaluable en la búsqueda de soluciones innovadoras para el cambio climático. Además de ser innovadores natos, los jóvenes son consumidores (y presionan a los negocios a actuar de manera responsable) y también son votantes, con el poder de hacer que los políticos les presten atención. Conocido el gran interés y motivación de los jóvenes por el uso del teléfono móvil, sumado a su gran habilidad en su manejo y la fácil disponibilidad de esta tecnología, se cree oportuno trabajar este proyecto desarrollando una aplicación móvil (app) para teléfonos móviles en el aula. El *mobile learning* es un concepto bien conocido en el entorno científico, aunque su uso no es mayoritario y las últimas tendencias se vuelcan sobre el *collaborative mobile learning*.

En este contexto, el proyecto “Cálculo de la Huella de CO2 de los elementos TIC en la escuela” pretende que un grupo de jóvenes de un Instituto de Campclar (Tarragona) desarrollen una aplicación móvil (app) como una herramienta de conteo y reporte de GEI para que los centros educativos monitoreen la huella de carbono de sus elementos TIC (Tecnologías de la Información y de la Comunicación) y que aporte medidas para su uso eficiente, así como opciones sostenibles de neutralización de CO2 mediante el plantado de árboles y/o la compra de créditos de carbono. Así pues, la justificación del proyecto responde a la necesidad de despertar el interés por medidas para combatir el cambio climático entre los jóvenes sensibilizándolos en el uso eléctrico eficiente de las TIC.

3 OBJETIVOS

El objetivo principal del proyecto es desarrollar una aplicación móvil (app) para contabilizar las emisiones de CO2 de los elementos TIC en los diferentes departamentos de los centros educativos. El proyecto representa una solución creativa e innovadora desde el punto de vista técnico al problema del cambio climático. Los objetivos específicos del proyecto se enumeran a continuación:

- **Despertar el interés por el medioambiente y el cambio climático en los centros educativos.** La aplicación móvil (app) pretende provocar cambios en los comportamientos cotidianos de los alumnos concienciándolos en el uso de buenas prácticas en base a las metodologías de Green IT. Una actividad que impulsa valores ambientales, hábitos y habilidades (empatía, compromiso, solidaridad) susceptibles de.
- **Sensibilizar a los estudiantes sobre el uso eléctrico de las TIC aportando medidas para su uso eficiente.** La aplicación móvil (app) se considera una solución creativa e innovadora al problema del cambio climático que puede ser compartida con otros centros educativos de manera simple, mejorando su escalabilidad. La que puede ayudar a la sensibilización ecológica y medioambiental entre los jóvenes, fomentando actitudes de responsabilidad haciendo un uso más eficiente de los recursos informáticos de los centros educativos.
- **Aportar opciones sostenibles de neutralización de CO2 mediante el plantado de árboles y/o el uso de créditos de carbono.** Una vez reducidas, el proyecto permite la neutralización de aquellas emisiones de CO2 restantes calculadas por la aplicación mediante la plantación de árboles y la utilización de créditos de carbono, lo que supone contar con un departamento libre de emisiones de CO2 sin efectos para el cambio climático. Estas prácticas contribuyen al desarrollo sostenible, a la reducción del impacto ambiental y a la optimización de los recursos naturales.
- **Facilitar el acceso de los jóvenes a empresas que se dediquen al ámbito del cambio climático.** El desarrollo de la aplicación móvil (app) en el ámbito del cambio climático puede ser un punto de inicio para los jóvenes en el ámbito laboral ya que sus aplicaciones pueden ser muy útiles para la sociedad en un futuro próximo.

4 ANTECEDENTES DEL PROYECTO A NIVEL NACIONAL E INTERNACIONAL

Después de realizar una investigación sobre las aplicaciones para móvil (apps) para contabilizar las emisiones de CO2, se ha podido observar que la mayoría de las aplicaciones son genéricas pero no se ha encontrado ninguna que calcule los elementos TIC de manera exclusiva, sólo teniéndolas en cuenta dentro de alguna sección de los aplicativos. Tampoco se ha encontrado ninguna orientada al cálculo de la huella en el ámbito educativo. Las aplicaciones que se han encontrado para el cálculo de la Huella de CO2 las más representativas tanto de ámbito nacional como internacional serían las siguientes:

- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente: Ofrece dos herramientas para facilitar el cálculo de la huella de carbono de una organización (<http://www.mapama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/caluladoras.aspx>)

- Empresa ECOPETROL: Ofrece una aplicación online para el cálculo de la huella de Co2 de una persona en su vida diaria. Electricidad, comida, transporte (<https://www.ecopetrol.com.co/especiales/calculadoraAmbiental/co2.html>)
- CALCULADORA CO2: Esta es una herramienta que permite conocer cuánto Dióxido de Carbono emite una persona anualmente, a través del ingreso de tus hábitos, costumbres y otros datos de fácil acceso. <http://calcula.mihuella.cl/>
- Aplicación móvil en Google Play: Esta aplicación te ayuda a calcular tu Huella de Carbono Personal. Está especialmente diseñada para su uso en Argentina, ya que las fórmulas utilizadas consideran parámetros propios del país (<http://cambioclimatico.neotvlab.net/>)
- Carbon Track Es una aplicación móvil para calcular la huella de carbono en el **trabajo** a partir de muy distintas actividades. Está diseñada para iOS, su descarga es gratuita. <https://carbontrack.com.au/>
- Fundación MYCLIMATE: En su página web tiene incorporada una página dónde se puede calcular la Huella de carbono de varios ámbitos. <http://www.myclimate.org/>
- Organización ECOGICAL FOOTPRINT: Ofrece una calculadora online que se divide en cuatro categorías de consumo: carbono (uso de energía en el hogar y el transporte), alimentación, alojamiento, y bienes y servicios. http://myfootprint.org/es/cse/about_us/

Así pues, el desarrollo de una aplicación móvil (app) para contabilizar las emisiones de CO2 de los elementos TIC en el Departamento de Informática del Instituto Campclar es único en su clase, siendo el primer departamento nacional e internacional neutro en emisiones.

5 METODOLOGIA

En una primera etapa, se ha calcula la Huella de CO2 de los elementos TIC en la escuela aplicando la metodología del el Protocolo de Gases de Efecto Invernadero (GHG Protocol). Posteriormente, se ha desarrollado una aplicación móvil (app) para que pueda ser compartida con otros centros y así puedan aplicar la misma herramienta. La metodología utilizada por el proyecto se detalla a continuación.

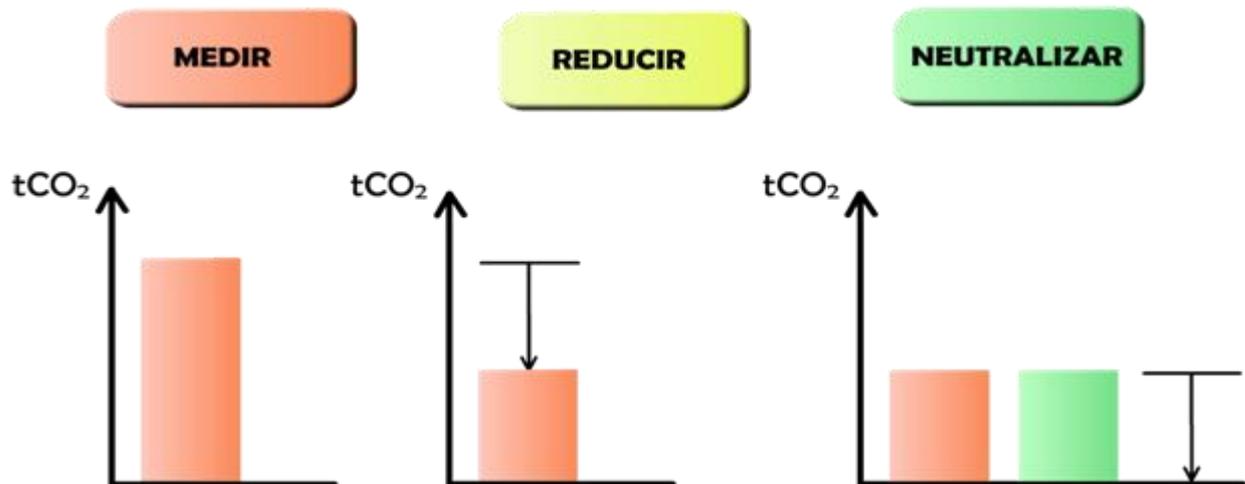
5.1 Huella de CO2 de los elementos TIC en la escuela

Con el fin de lograr la máxima calidad, credibilidad y exactitud en los cálculos de la huella de carbono, se han seguido los Principios de Contabilidad y Reporte establecidos por el Protocolo de Gases de Efecto Invernadero (GHG Protocol) para la contabilidad de la huella de carbono de los elementos TIC en la escuela.

El Protocolo de Gases de Efecto Invernadero (GHG Protocol) es la herramienta de contabilidad internacional más utilizada para que los gobiernos y los líderes empresariales comprendan, cuantifiquen y administren las emisiones de gases de efecto invernadero. Se trata de una asociación de 10 años de antigüedad, entre la World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) y la World Resources Institute (WRI). El protocolo de GEI está trabajando junto con empresas,

gobiernos y grupos ambientales de todo el mundo para construir una nueva generación de programas efectivos y creíbles de lucha contra el cambio climático. Desde la publicación de la primera edición de: “The Greenhouse Gas Protocol: A Corporate Accounting and Reporting Standard (Corporate Standard)”, más de 1.000 empresas y organizaciones en todo el mundo han desarrollado sus inventarios de gases de efecto invernadero utilizando el Protocolo de GHG.

La medición y posterior reducción de la huella de carbono, puede ser seguida de neutralización tal y como se muestra a continuación:



5.1.1 Recolección de datos y elección del factor de emisión de CO₂

Como primer paso, se deben identificar las fuentes de emisiones de CO₂ indirectas (alcance 2, según el GHG Protocol) derivadas del consumo de electricidad en los elementos TIC del centro educativo.

La aproximación utilizada para el cálculo de las emisiones indirectas derivadas del consumo de electricidad en los elementos TIC es mediante la aplicación de factores de emisión documentados. Estos factores son cocientes calculados que relacionan emisiones de GEI a una medida de actividad en una fuente de emisión.

Las emisiones de alcance 2 se calcularán primordialmente a partir del consumo estimado de electricidad de los elementos TIC y del factor de emisión publicado por la red eléctrica peninsular.

5.1.1.1 Consumo estimado de electricidad de los elementos TIC

Las fuentes de emisiones indirectas (alcance 2, según el GHG Protocol) derivadas del consumo de electricidad en los elementos TIC del centro educativo se han identificado mediante un inventario detallado de los equipos, que incluye, de manera genérica:

- Ordenadores CPU (Unidad Central de Procesamiento)
- Monitores
- SAI (Sistema Alimentación Ininterrumpida)
- Portátiles Servidores Tablets
- Notebooks

- iPads
- Cabinas de Almacenamiento de Datos
- Teléfonos IP
- Dispositivos móviles
- Impresoras
- Routers
- Switches
- Fax
- Repetidores

La energía consumida por los elementos TIC en la escuela se calcula multiplicando la potencia del aparato por el tiempo de funcionamiento.

5.1.1.2 Factor de emisión

El mix eléctrico es el valor que expresa las emisiones de CO2 asociadas a la generación de la electricidad que se consume, siendo así un indicador de las fuentes energéticas que utilizamos para producir la electricidad. Cuanto más bajo es el mix, mayor es la contribución de fuentes energéticas bajas en carbono. El factor de emisión del mix de la red eléctrica peninsular de 2017 se estima en 392 g CO2/kWh.

5.1.2 Cálculo de la Huella de CO2 de los elementos TIC en la escuela

Una vez calculada la energía consumida por los elementos TIC y obtenido el factor de emisión del mix de la red eléctrica peninsular, se obtiene la Huella de CO2 de los elementos TIC en la escuela multiplicando ambos valores.

5.1.3 Reducción de la Huella de CO2 de los elementos TIC en la escuela

Una vez calculada la Huella de CO2 de los elementos TIC en la escuela, se ha realizado una guía de buenas prácticas para que se reduzcan las emisiones de CO2 resultantes. Este método permite que se divulguen tales medidas de ahorro energético en todas las aulas del centro proponiendo una persona responsable que garantice su aplicación. Las principales emisiones de CO2 que pueden reducirse en los diferentes departamentos de los centros educativos son derivadas de los monitores y de los ordenadores, por los que se ha desarrollado una guía de buenas prácticas para cada uno de estos elementos.

5.1.4 Neutralización de la Huella de CO2 de los elementos TIC en la escuela

Una vez se ha llevado a cabo la medición de la Huella de Carbono de los elementos TIC con la aplicación para móvil y que se hayan reducido en lo posible sus emisiones, se ha optado por la posibilidad de convertir el Departamento de Informática del Instituto Campclar en el primer departamento nacional e internacional neutro en emisiones. Esto significa lograr un balance neto de

carbono igual a cero, es decir, que las emisiones restantes, luego de la reducción aplicando las medidas de Green IT, sean compensadas en su totalidad.

Esta actividad va en línea con el llamamiento de Naciones Unidas (ONU) a empresas e individuos a reducir sus huellas climáticas a través de la nueva iniciativa Climate Neutral Now (Neutralidad Climática Ahora). Actualmente, el mundo va camino de sobrepasar los dos grados centígrados de aumento de la temperatura media, el límite establecido para evitar un cambio climático catastrófico. Además de la acción de los gobiernos, se necesitan acciones voluntarias de empresas e individuos para asegurar que estamos en vías de evitar los peores efectos del cambio climático y de lograr una transición hacia la neutralidad climática en la segunda mitad del siglo XXI.

5.1.4.1 Plantación de árboles

Para neutralizar parte del CO2 de los elementos TIC en la escuela, se ha optado por el “Method for Calculating Carbon Sequestration by Trees in Urban and Suburban Settings” de la USEPA, un método simplificado para el cálculo de carbono absorbido por árboles plantados individualmente en entornos urbanos. Siguiendo este método, los árboles a plantar seguirán el siguiente “standard”:

- 2,5 cms. de diámetro aproximado cuando plantados;
- 1-1,5 metros de altura;

Además de ello, se deberán seguir criterios de sostenibilidad generales:

- Serán de especies autóctonas, no dañinas;
- Mantenedos de forma que sobrevivan el mayor número de años posible;
- Cuando su vida termine deberá tener en cuenta el aprovechamiento del carbono que han ido acumulando, de forma que cerremos el círculo natural de una forma sostenible y responsable.

5.1.4.2 Uso de créditos de carbono de proyectos avalados por Naciones Unidas

La iniciativa Climate Neutral Now insta a los individuos, las empresas y los gobiernos a medir su huella climática y a:

1. Reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero lo máximo posible.
2. Compensar lo que no puedan reducir usando las reducciones de emisiones certificadas por la ONU.
3. A través de un portal en línea, Climate Neutral Now proporciona un método simple y certificado por la ONU para actuar, así como maneras de apoyar la acción.

La iniciativa incluye una plataforma en línea que cualquiera puede usar y en la que se puede seleccionar rápidamente un abanico de reducción de emisiones verificadas por la ONU para llevar a cabo compensaciones. También pone en contacto a empresas con organizaciones que pueden proporcionarles una medición de su huella climática, consejos de reducción y apoyo. Todos los proyectos que aparecen en la plataforma y a través de los cuales se pueden compensar las emisiones

contribuyen al desarrollo sostenible en países en desarrollo a la vez que reducen las emisiones mundiales.

Compensar las emisiones es una manera positiva de reducir las emisiones mundiales a la vez que se ayuda a los países en desarrollo a llevar a cabo reducciones directas de emisiones. Climate Neutral Now ofrece reducciones certificadas de emisiones (CER, por sus siglas en inglés) procedentes del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) de la ONU.

La forma más común de neutralizar la huella de carbono de su empresa en el mercado internacional es la compra de créditos de carbono, que pueden ser adquiridos como cualquier otro valor. Los mercados de carbono y los instrumentos que los componen son un mecanismo excelente para que las administraciones públicas o empresas privadas puedan cumplir con los acuerdos internacionales y los objetivos de reducción fijados. Son la solución óptima para financiar la transición hacia una sociedad baja en carbono, a través de la venta de los créditos de carbono generados para que terceras partes puedan neutralizar su huella de carbono y cumplir con sus políticas de RSC.

5.2 Desarrollo de Aplicación para el Cálculo de la Huella de CO2 de los elementos TIC

5.2.1 Presentación Herramienta APP Inventor

App Inventor es un entorno de desarrollo de software creado por *Google Labs* para la elaboración de aplicaciones destinadas al sistema operativo Android. El usuario puede, de forma visual y a partir de un conjunto de herramientas básicas, ir enlazando una serie de bloques para crear la aplicación. El sistema es gratuito y se puede descargar fácilmente de la web. Las aplicaciones creadas con App Inventor están limitadas por su simplicidad, aunque permiten cubrir un gran número de necesidades básicas en un dispositivo móvil.

Con Google App Inventor, se espera un incremento importante en el número de aplicaciones para Android debido a dos grandes factores: la simplicidad de uso, que facilitará la aparición de un gran número de nuevas aplicaciones; y Google Play, el centro de distribución de aplicaciones para Android donde cualquier usuario puede distribuir sus creaciones libremente.

5.2.2 Porque app inventor para este proyecto?

Para desarrollar la aplicación se pensó en varias herramientas como Drupal, Javascript, iBuild App, pero finalmente se optó por App Inventor por las siguientes razones:

- **Es programación para dispositivos móviles:** Para los alumnos les resulta mucho más motivador hacer software para el móvil (su bien máspreciado) que para el ordenador. Los móviles son máquinas electrónicas con sensores (GPS, acelerómetro, giroscopio, micrófono, cámara, etc.) y actuadores, por lo que el software que hacemos para ellos tiene muchísimas aplicaciones en la programación para robótica y electrónica. Los teléfonos y las tabletas están marcando hoy en día buena parte del futuro de la informática y es atractivo para los alumnos poder enseñar en sus propios teléfonos el fruto de su trabajo.
- **Es visual e intuitiva:** De forma visual y a partir de un conjunto de herramientas básicas, el usuario puede ir enlazando una serie de bloques para crear la aplicación. Los alumnos de 1er curso aun no están familiarizados con la programación, así que al ser visual podrán iniciarse a la programación de una manera progresiva.

- **Es software libre:** Es gratuita y no es necesario la adquisición de licencias por parte del profesor y los alumnos.
- **Es multiplataforma:** requiere sólo de un navegador y la máquina virtual de Java instalada, con “java web start”.
- **Es una habilidad transferible:** Mediante la resolución de asuntos como un error sintáctico o lógico, los estudiantes pueden desarrollar habilidades que pueden enriquecer su propia educación tradicional. Los errores de sintaxis requieren una buena gramática, puntuación y deletreo. Los errores de lógica pueden ser oportunidades para aumentar la creatividad y las habilidades de solución de problemas. Lo mejor es que tus planes educativos relacionados con MIT App Inventor se pueden personalizar realmente para cualquier habilidad transferible que quieras alcanzar o se puede añadir a tu propio plan educativo.

5.2.3 Entorno

Para la utilización de App inventor no es necesario la instalación de ningún programa. Los únicos requisitos necesarios serán los siguientes:

1 ordenador tenga alguno de estos sistemas operativos:

- GNU/Linux: Ubuntu 8
- Macintosh (con procesador Intel)
- Windows: Windows XP, Windows Vista, Windows 7

Conexión a Internet (los programas y las aplicaciones se cargan siempre desde Internet) y uno de los siguientes navegadores web con estas versiones mínimas:

- Mozilla Firefox 3.6,
- Apple Safari 5.0
- Google Chrome 4.0
- Microsoft Internet Explorer 7

Finalmente se necesita una cuenta de correo electrónico de Gmail para poder acceder a la web donde se crearan los proyectos: <http://appinventor.mit.edu/explore/>.

El proyecto se desarrolla en el entorno online tanto la parte de programación cómo la de diseño. La aplicación aparece paso a paso de en la pantalla del teléfono a medida que se añaden elementos, así se puede ir trabajando y ver los resultados cuando se termina, se empaquetarla para poder distribuirla. Si no se dispone de un teléfono con Android se puede utilizar un emulador Android que lleva incorporado.

En el siguiente diagrama se muestra el entorno online dónde se trabaja los dos modos de visualización:

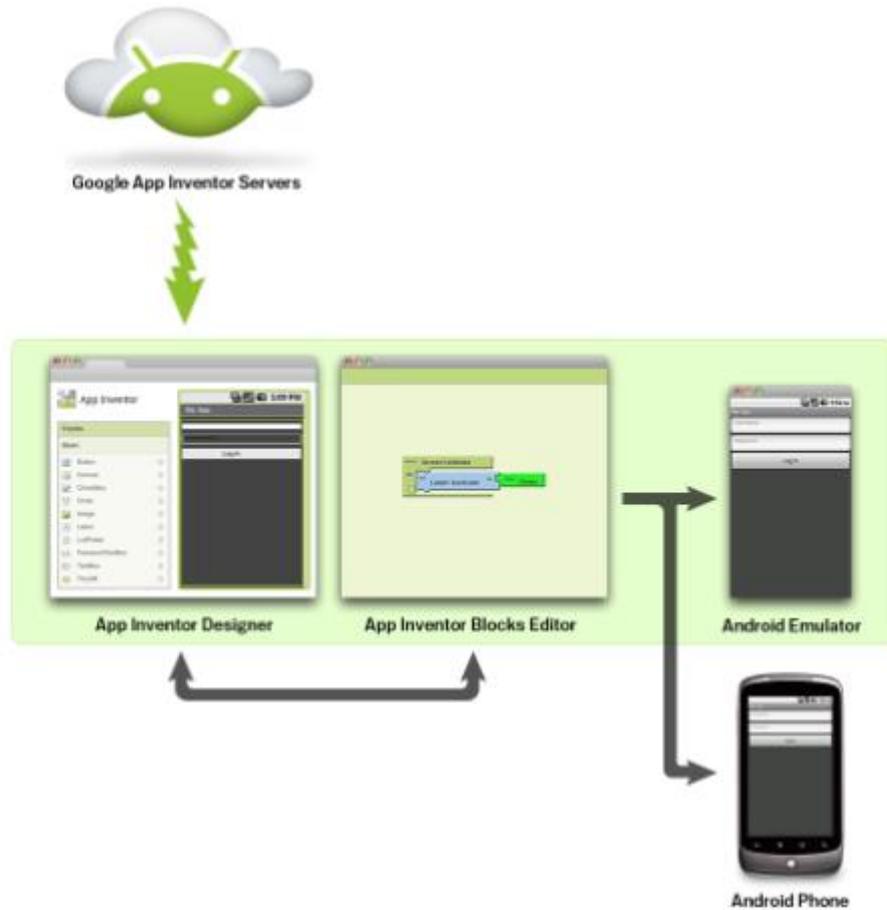


Figura 1 Diagrama de funcionamiento de App Inventor

App Inventor divide el desarrollo en dos fases, el Diseñador (App Inventor Designer) es la herramienta donde se eligen los componentes para la aplicación, las funcionalidades y características. Y, el Editor de Bloques (App Inventor Blocks Editor) que es dónde se define la forma en que los componentes que se han elegido previamente en el Diseñador se comportarán. Es la parte más compleja dónde entran los conceptos de programación de los eventos.

En la próxima sección se profundiza sobre App Inventor Designer y App Inventor Blocks Editor

5.2.3.1 Diseñador

La pantalla de Diseñador se organiza en cuatro paneles:

- **Palette.** En la paleta se pueden seleccionar los componentes que se incluyen en tu aplicación.
- **Viewer.** Simula la pantalla del móvil. En ella se sitúan los componentes arrastrándolos desde la paleta.
- **Components y Media.** Presenta la lista de componentes y medios incluidos en la aplicación.
- **Properties.** Presenta la lista de propiedades y sus valores actuales para el componente seleccionado en Viewer

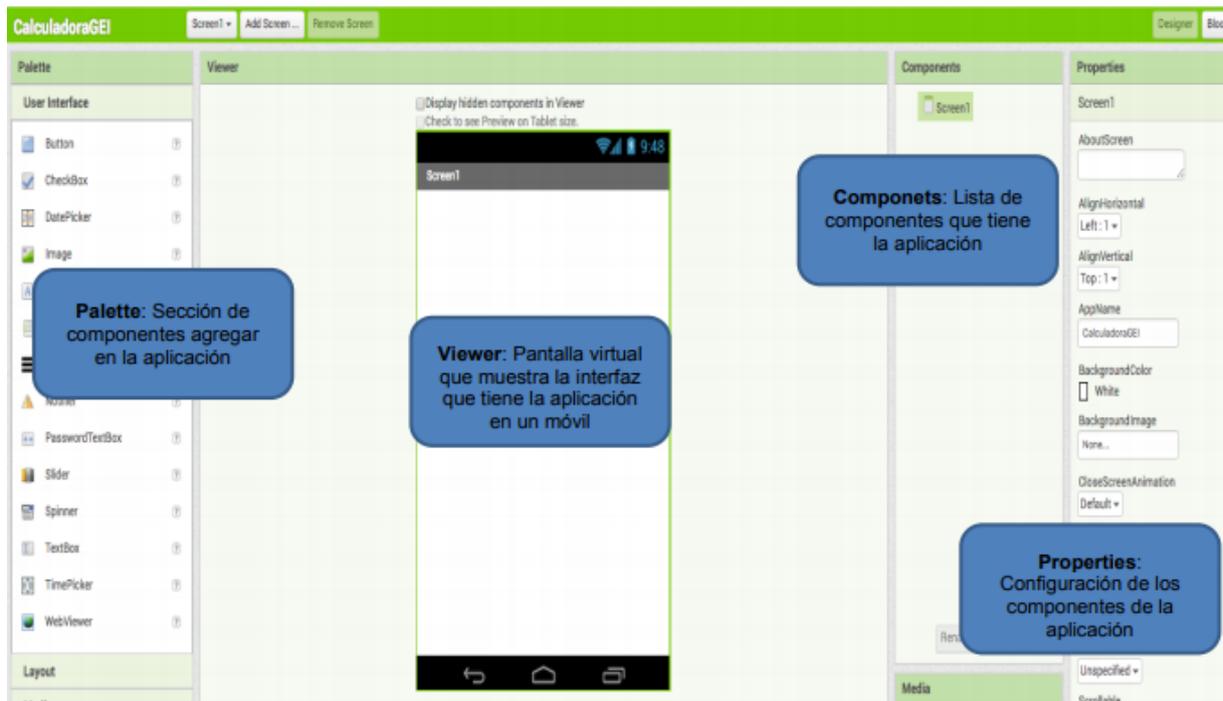


Figura 2. Interfaz de diseño de App Inventor (modificado del MIT, 2017).

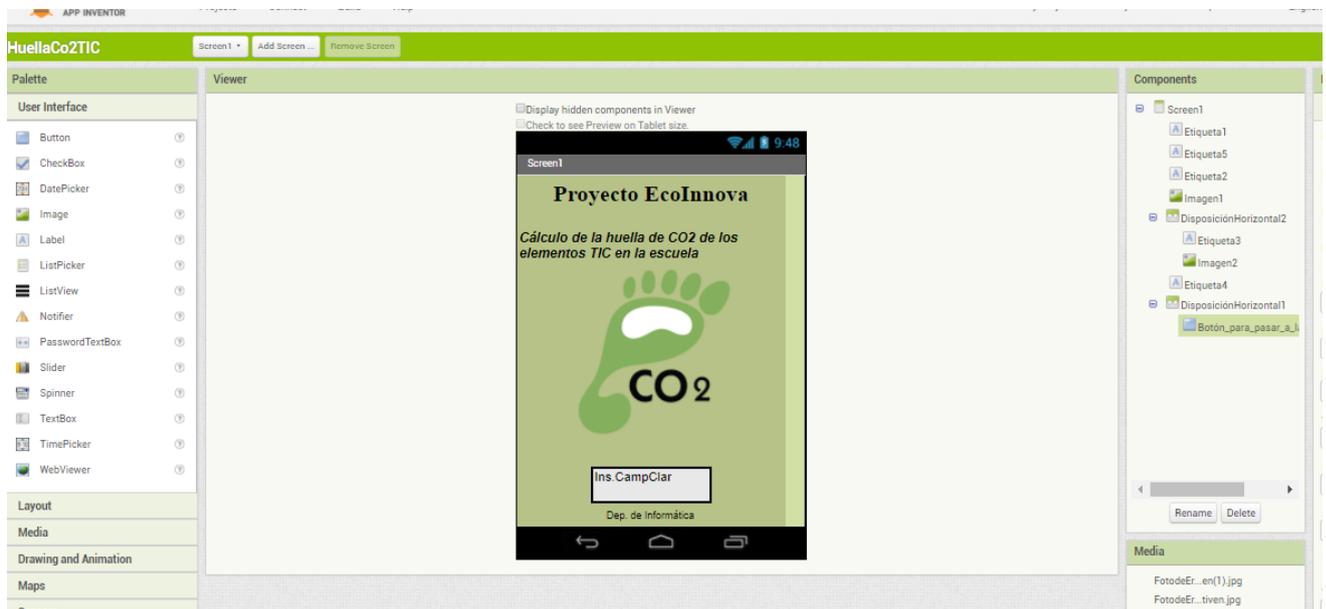


Figura 3. Ejemplo de la Interfaz de diseño del proyecto

5.2.3.2 Editor de bloques

Con el Editor de bloques se define como comportará la aplicación, se ejecuta en una ventana independiente. Al hacer clic en Abrir el editor de bloques de la ventana de diseño, el archivo del programa del Editor de bloques se descargará y a continuación se debe ejecutar.

El Editor de bloques tiene tres fichas en la esquina superior izquierda: Built-In (incorporados) y My Blocks (mis bloques). Los botones de debajo de cada ficha se amplían y se muestran los bloques cuando se hace clic. Los bloques Built-In son el conjunto estándar de bloques que están disponibles para cualquier aplicación que construyas. Los bloques My Blocks contienen bloques específicos que están vinculados al conjunto de componentes se ha elegido para la aplicación

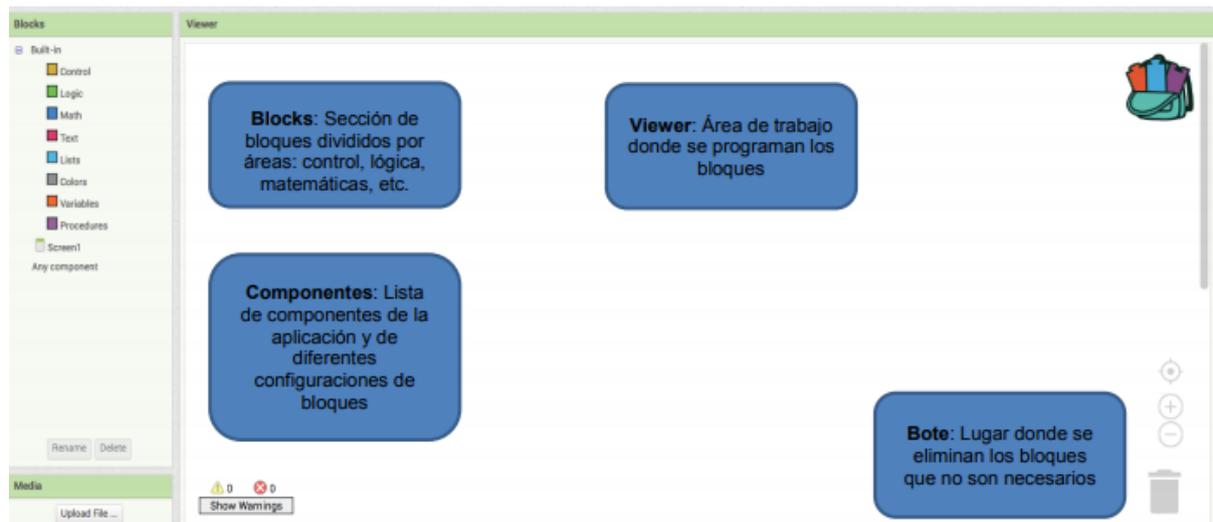


Figura 4 Área de programación (modificado del MIT, 2017)

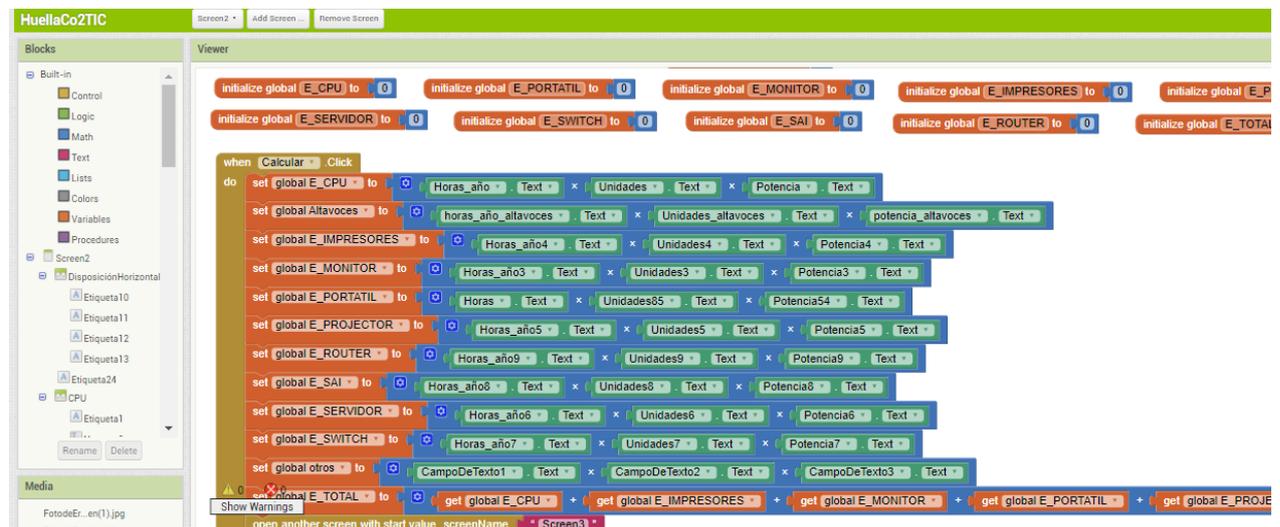


Figura 5. Ejemplo de la Área de programación del proyecto.

5.3 Metodología pedagógica

Se trabaja con el método Aprendizaje Basado en Proyectos es una metodología de aprendizaje en la que los estudiantes adquieren un rol activo y se favorece la motivación académica.

Con el objetivo de simular la realidad, aspecto que tiene grandes efectos positivos sobre los alumnos, ya que muchas veces estos dudan de la finalidad u objetivo de lo que hacen clase. Poder trabajar con un dispositivo móvil aumenta la motivación para del alumno el hecho de poder ver el resultado final instalado sobre su propio móvil.

El desarrollo del proyecto se ha dividido en varias sesiones, en cada sesión se ha establece un objetivo que los alumnos deben alcanzar. Así cada sesión se convierte en un pequeño proyecto y los estudiantes tienen el reto de conseguirlo. El coordinador en cada sesión introduce la práctica que deben realizar y se les facilita los recursos necesarios. La dinámica de las sesiones es abiertas y dinámicas.

Para fomentar la participación a cada miembro del grupo en cada sesion se le adjudica un rol diferente y complementario a los compañeros, y estos roles pasan por todos los miembros del grupo, para que todos pasen por todas las tareas.

Todos los alumnos disponen de ordenador y conexión internet en cada sesión para que puedan ser autónomos con su trabajo.



6 RESULTADOS

Los resultados del proyecto se exponen a continuación

6.1 Huella de CO2 de los elementos TIC en la escuela

6.1.1 Cálculo de la Huella de CO2 de los elementos TIC en la escuela

Siguiendo los Principios de Contabilidad y Reporte establecidos por el Protocolo de Gases de Efecto Invernadero (GHG Protocol) se han identificado las fuentes de emisiones indirectas (alcance 2, según el GHG Protocol) derivadas del consumo de electricidad en los elementos TIC de las aulas de informática del centro educativo mediante un inventario detallado de los equipos, especificando su modelo y potencia, según especificaciones técnicas. El inventario se muestra a continuación:

INVENTARIO DEPARTAMENTO INFORMÁTICA			
Aula 1º SMX - A			
Elemento TIC	Cantidad	Modelo	Potencia
Ordenador	16	3GO	500 W
Monitores	16	8 SONY 8 HPLEI901W	20 W
Altavoces	1	FUJITSU	8 W
Proyector	1	ACER	300 W
Aula 1º SMX - B			
Elemento TIC	Cantidad	Modelo	Potencia
Ordenador	15	3GO	500 W
Ordenador	1	HP ProDesk	450 W
Monitores	16	4 Sony/3 Dell/6 HP/1 Yuraku/2 AOC	20 W
Altavoces	1	Fujitse	8 W
Proyector	1	ACER	300 W
Aula 2º SMX			
Elemento TIC	Cantidad	Modelo	Potencia
Ordenadores	19	Ordenador HP ProDesk	450 W
Monitores	19	HP E221c	20 W
Altavoces	1	fujitsu	8 W
Ordenadors síntesi	12	Variat	450 W
Switch	3	CISCO	140 W
Proyector	1	ACER	300 W

Tabla 1. Inventario detallado de los equipos

La energía consumida por los elementos TIC en la escuela se ha calculado multiplicando la potencia del aparato por el tiempo de funcionamiento, tal y como se muestra a continuación:

Elemento TIC	Unidades	Potencia (W)	Uso (horas/año)	Energía (kWh)
Ordenador 3GO	31	500	990	15,345
Monitores	32	20	990	634
Proyectores	3	300	400	360
Altavoces	2	8	100	2
Ordenador de prácticas	12	500	20	120
Ordenador HP ProDesk	19	450	990	8,465
Switch	3	140	1,848	776
TOTAL	102	1,918	5,338	25,701

Una vez obtenida la energía consumida por los elementos TIC (25,701 kW para el año 2017) y aplicando el factor de emisión del mix de la red eléctrica peninsular (para 2017 es de 392 g CO2/kWh), se obtiene la Huella de CO2 de los elementos TIC en la escuela multiplicando ambos valores, con los siguientes resultados:

Elemento TIC	Huella CO2 (gr CO2)	Huella CO2 (Toneladas CO2)
Ordenador 3GO	6,015,240	6.02
Monitores	248,371	0.25
Proyectores	141,120	0.14
Altavoces	627	0.00
Ordenador de prácticas	47,040	0.05
Ordenador HP ProDesk	3,318,084	3.32
Switch	304,255	0.30
TOTAL	10,074,737	10

La Huella de Carbono de los elementos TIC en de las aulas de informática del centro educativo se ha estimado en un valor de 10 toneladas de CO2 para el año 2017.

6.1.2 Reducción de la Huella de CO2 de los elementos TIC en la escuela

Como puede observarse en el anterior punto, las principales emisiones de CO2 que pueden reducirse en los diferentes departamentos de los centros educativos son derivadas de los monitores y de los ordenadores, por lo que se han desarrollado una guía de buenas prácticas para estos elementos tal y como puede verse a continuación:

6.1.2.1 Medidas para la reducción de consumos en monitores

Las medidas implementadas para la reducción de consumos en monitores son las siguientes:

- ✓ **Disminuir el brillo de la pantalla del monitor.** Reducir la intensidad del brillo de la pantalla reduce el consumo de energía.
- ✓ **Apagar el monitor cuando no se esté utilizando.** Es recomendable apagar la pantalla del monitor al hacer paradas cortas, de más de 10/15 minutos. El consumo medio de un monitor LCD puede suponer 35 w en modo idle, 2 w en modo sleep y 1 w en modo off.
- ✓ **No poner Salvapantallas.** La instalación de salvapantallas activos no era una moda estética, sino una recomendación para los antiguos monitores de rayos catódicos (TRC), que podían quemarse.

6.1.2.2 Medidas para la reducción de consumos en ordenadores

Las medidas implementadas para la reducción de consumos en ordenadores son las siguientes:

- ✓ **Apagar el ordenador cuando no se vaya a utilizar durante más de 1 hora.** Se recomienda el apagado completo del ordenador para pausas de inactividad de más de 1 hora y en todo caso siempre al finalizar la jornada laboral o su uso.
- ✓ **Desenchufar la CPU o portátil una vez apagado.** El consumo fantasma de los ordenadores puede parecer insignificante al tratarse aproximadamente de entre 1 y 2 w hora. No obstante, si multiplicamos esto por una media de 16 horas al día y 365 días al año nos da unos 6kw/año. Este consumo se produce aun cuando el ordenador esté completamente apagado y en el caso de portátiles puede contribuir a una a descarga de la batería.
- ✓ **Utilizar regletas / enchufes inteligentes que corten el suministro eviten consumos fantasmas.** Para evitar consumos fantasmas, no sólo de los ordenadores, sino de todos los periféricos conectados (impresora, escáner, etc.) ya que normalmente se suelen conectar todos ellos a una misma regleta, es recomendable utilizar enchufes inteligentes que corten el suministro cuando no hay consumo.
- ✓ **No dejar los DVD introducidos en el lector aunque no se estén usando.** La unidad de DVD consume una gran cantidad de energía, lo que es especialmente preocupante en portátiles que estén haciendo uso de la batería y no conectados a la red.
- ✓ **No tener muchos programas abiertos a la vez, en modo multitarea.** Se recomienda muchos programas abiertos a la vez. No obstante, abrirlos y cerrarlos constantemente también es contraproducente, ya que el momento de abrir y cerrar es cuando se genera más consumo de energía.

- ✓ **Cerrar los programas una vez finalizado su uso.** Debemos ir cerrando los programas conforme dejamos de utilizarlos, ya que si los dejamos abiertos, el ordenador no pasará a modo de reposo o suspensión y continuará consumiendo energía, ya que el mismo no detecta inactividad. Por ejemplo, si tenemos conectada la radio por internet, escuchando música o tenemos programas que buscan actualizaciones, impediremos que se activen los modos de ahorro de energía cuando dejemos de trabajar o utilizar el ordenador en pausas cortas.
- ✓ **Desconectar los dispositivos externos del ordenador después de su uso.** Si están conectados consumen energía innecesariamente. JUSTIFICACIÓN: Los dispositivos externos (tarjetas de memoria, memorias USB, discos duros externos, etc.) deben desconectarse una vez que se han utilizado.
- ✓ **No recargar otros dispositivos conectados mediante USB al ordenador.** Algunos dispositivos permiten la carga de sus baterías al conectarlos mediante USB a un ordenador. Esta práctica debe limitarse a aquellos dispositivos que no tienen una fuente de alimentación externa propia (cargador), como por ejemplo reproductores MP3, MP4.

6.1.3 Neutralización de la Huella de CO2 de los elementos TIC en la escuela

6.1.3.1 Plantación de árboles

Aplicando el “Method for Calculating Carbon Sequestration by Trees in Urban and Suburban Settings” de la USEPA, se ha optado por la plantación en el centro de un pino piñonero (*pinus pinea*) de 2 años, un gran secuestrador de carbono que fijará casi 13 kgs. de CO2 al año.

Elemento TIC	Árboles
Ordenador 3GO	30
Monitores	1
Proyectores	1
Altavoces	0
Ordenador de prácticas	0
Ordenador HP ProDesk	17
Switch	2
TOTAL	50

6.1.3.2 Uso de créditos de carbono de proyectos avalados por Naciones Unidas

Se ha decidido realizar la neutralización de las 10 toneladas de CO2 equivalentes al consumo energético del Departamento de Informática del Instituto Campclar (Tarragona) con reducciones certificadas de emisiones (CER, por sus siglas en inglés) procedentes del “Proyecto de Extracción, Quema y Utilización de biogás en el Relleno Sanitario de Culiacán Norte” de Mexico, registrado bajo de Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) de la ONU. Con anterioridad a la ejecución del proyecto en el relleno sanitario Culiacán Norte, se liberaba a la atmósfera el biogás generado como resultado de la descomposición de la basura depositada. El proyecto MDL ha supuesto la inversión, construcción y operación del sistema de recolección y quema del biogás del relleno sanitario.

El propósito de la quema de biogás consiste en controlar la emisión a la atmósfera del metano contenido en el biogás para mitigar así su efecto en el cambio climático, controlando los malos

olores, los riesgos para la salud y los impactos ambientales adversos. Próximamente, se prevé la instalación de equipos de generación de energía eléctrica renovable a partir del biogás y será a partir de entonces, cuando el biogás se utilizará para generar electricidad con energía renovable y sólo enviar el exceso de biogás a la antorcha.



El proyecto proporciona al municipio de Culiacan (Mexico) una oportunidad para convertirse en una ciudad verde que combate el cambio climático con reconocimiento de Naciones Unidas. Además, facilita el desarrollo económico y las condiciones de vida locales avanzando en metas de desarrollo sustentable.

Los beneficios socio-económicos del proyecto son:

- Avances en metas de desarrollo sustentable local, estatal y federal en Mexico.
- Generación de ingresos adicionales para el gobierno local en forma de regalías y otros mecanismos.
- Al generar su propia energía, el gobierno local puede disminuir sus costos por pago de energía eléctrica.
- Facilita el desarrollo económico y mejora las condiciones de vida locales.

Los beneficios ambientales del proyecto son:

- Mejora en la calidad del aire y reducción de olores.
- Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.
- Se aprovecha un combustible valioso que puede llegar a ser una importante fuente de energía.
- Se reduce el riesgo de incendios en rellenos sanitarios, los cuales generan altos costos económicos, ambientales y políticos.

La gestión de la adquisición de las 10 reducciones certificadas de emisiones (CER, por sus siglas en inglés) procedentes del “Proyecto de Extracción, Quema y Utilización de biogás en el Relleno Sanitario de Culiacán Norte” de Mexico ha sido posible gracias a la empresa ClimaLoop, una firma independiente de consultoría ambiental que ofrece sus conocimientos técnicos y de gestión a

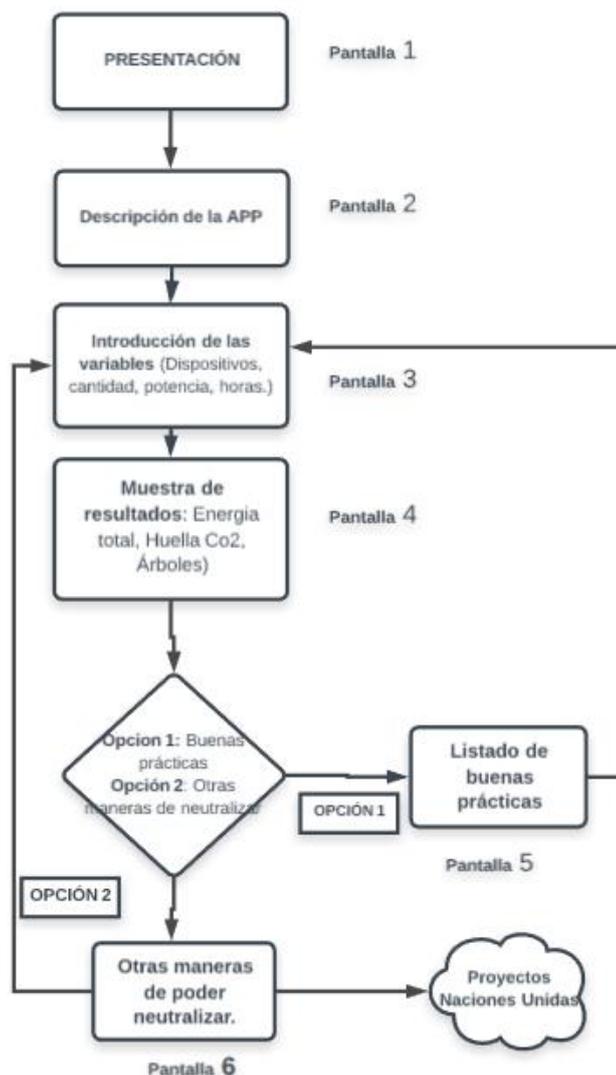
diferentes iniciativas para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. Los servicios de consultoría de ClimaLoop están diseñados para cubrir diferentes estrategias con el fondo común de luchar contra el cambio climático y la premisa de preservar la sostenibilidad social.

6.2 Desarrollo de Aplicación para el Cálculo de la Huella de CO2 de los elementos TIC

La aplicación móvil se compone de 6 pantallas: las dos primeras son de presentación, la tercera es donde el usuario introducirá los datos de los dispositivos TIC de la escuela, aula o departamento. La cuarta pantalla muestra los resultados: Energía (Kwh), Huella de CO2 (Toneladas Co2) y número de Árboles. Des de esta pantalla se podrá acceder a las pantalla 5 que nos informa de las buenas prácticas y la pantalla 6 que nos muestra cómo neutralizar mediante un enlace a la web de los proyectos de Naciones Unidas.

6.2.1 Diagrama de flujo

Para poder entender mejor el comportamiento de la aplicación móvil se muestra el siguiente diagrama de flujo:



6.2.2 Diseño de las pantallas

El diseño de la aplicación móvil se hizo mediante varias propuestas de los alumnos. Por parejas los alumnos tuvieron que presentar un esbozo del diseño (Paleta de colores, fotos, tipología de letra). Posteriormente se presentaron a la empresa Climaloop para que eligiera uno.

Así que el resultado del diseño de la aplicación móvil fue:

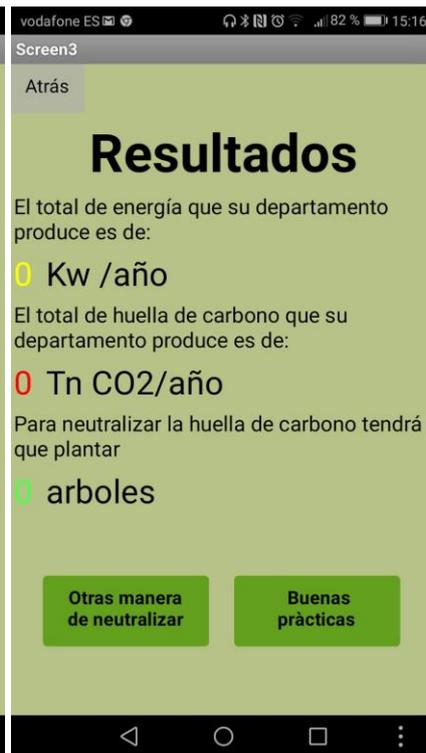


Pantalla 1 – Presentación

Pantalla 2 - Descripción



Pantalla 3 – Introducción de datos



Pantalla 4 – Muestra de resultados

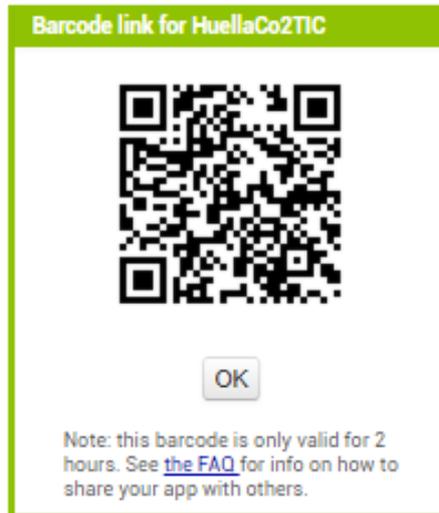


Pantalla 5 – Buenas prácticas



Pantalla 6 - Neutralización

La aplicación móvil se puede descargar leyendo el siguiente código con un lector de QR. Se instalará en el móvil automáticamente:



7 BIBLIOGRAFÍA

- Method for Calculating Carbon Sequestration by Trees in Urban and Suburban Settings, 1998 USEPA: <https://www3.epa.gov/climatechange/Downloads/method-calculating-carbon-sequestration-trees-urban-and-suburban-settings.pdf>
- *GHG Protocol Corporate Standard Revised (English)*, 3.51 <http://www.ghgprotocol.org/corporate-standard>
- Consultoría de cambio climático : <http://climaloop.com/>
- Página oficial App Inventor: <http://appinventor.mit.edu/explore/>
- Guía de iniciación de APP Inventor : <http://codeweek.eu/resources/spain/quia-iniciacion-app-inventor.pdf>