

Universidad de El Salvador
Facultad Multidisciplinaria Paracentral
Departamento de Informático
Ingeniería de Sistemas Informáticos



Proyecto Xplora
Dispositivo inteligente de exploración
y recolección de datos, fotos y videos.

Documento Propuesta de Ponencia en COMPDES 2014

Autores:

- ✓ Elías Alexis Salinas Clímaco
- ✓ José Rolando Muñoz Lovato
- ✓ Roberto Carlos Martínez Domínguez
- ✓ Tito Isaí Merino Aguilar

San Vicente, 19 de junio de 2014



Resumen

Xplora es un dispositivo capaz de realizar la **exploración** y obtención de las condiciones ambientales como: **Altura sobre el nivel del mar, presión barométrica, Humedad en el aire, nivel de luz, temperatura y los niveles de metano, propano y monóxido de carbono, video y fotos** de aquellos lugares donde no es posible realizar la exploración físicamente por parte de una persona ya sea porque es demasiado arriesgado el acceso, o porque es muy complicado debido al reducido espacio o simplemente porque se desea realizar una exploración de lugares poco conocidos.

En este proyecto se cuenta con dos placas de desarrollo muy conocidas en el área de robótica y domótica que son **Raspberry Pi y Arduino**, ambas se comunican por un protocolo UART a través de un **Logic Level Converter** por ser imperativo utilizar voltaje TTL para el funcionamiento y sincronización de los dispositivos, dicha comunicación permite que junto a una **Shield de Motores, un GPS y una brújula digital** (para realizar la navegación), una **Shield de Sensores y un Módulo para Cámara de Raspberry V1.2** , sea posible la determinación de los parámetros mencionados en el párrafo anterior así como las demás funcionalidades ya mencionadas.

El dispositivo funciona a través de un servidor instalado en la placa de desarrollo Raspberry Pi la cual está en constante monitoreo de los datos que lee segundo a segundo de la plataforma Arduino, presentando al usuario la información recopilada en un **Aplicativo Web** diseñado y programado por el equipo de desarrollo utilizando las siguiente tecnologías: **HTML5, PHP, JAVA, CSS3, PYTHON, AJAX, LIGHTTPD, JAVASCRIPT.**



Introducción

En el presente documento se expone una vista general del Proyecto Xplora, el cual fue desarrollado por 4 estudiantes de la carrera de Ingeniería de Sistemas Informáticos de la Universidad de El Salvador, Facultad Multidisciplinaria Paracentral en 2013-2014.

Se inicia con un pequeño marco teórico que resume la información y parámetros que como equipo desarrollador fue necesario conocer para solventar la problemática que fue encontrada a través de la **Investigación Aplicativa** que fue la Metodología de Trabajo seguida por el equipo. Luego de esto se inicia la descripción tanto de los materiales físicos como las herramientas software que se implementaron para construir el prototipo, la explicación de cómo se implementó y de las pruebas realizadas.

Para finalizar mencionar que adjunto a este documento, están videos y fotografías de las pruebas realizadas; pues el Proyecto Xplora no se planea dejar al nivel actual de desarrollo si no que está en constante actualización a fin que se complete la autonomía del dispositivo en comunicación y navegación.



Objetivos

General

Desarrollar un dispositivo que resuelva la problemática evaluada a través de la investigación aplicada realizada

Específicos

- ✓ Conocer los conocimientos teóricos sobre gases, motores, servidores y protocolos de comunicación
- ✓ Detallar los elementos físicos e intangibles utilizados en la propuesta de solución desarrollada
- ✓ Exponer el funcionamiento general del dispositivo
- ✓ Mostrar las pruebas realizadas y los resultados obtenidos



Marco Teórico

Filosofía “Open Hardware”¹

Hardware de Fuentes Abiertas (OSHW en inglés) es aquel hardware cuyo diseño se hace disponible públicamente para que cualquier persona lo pueda estudiar, modificar, distribuir, materializar y vender, tanto el original como otros objetos basados en ese diseño. Las fuentes del hardware (entendidas como los ficheros fuente) habrán de estar disponibles en un formato apropiado para poder realizar modificaciones sobre ellas. Idealmente, el hardware de fuentes abiertas utiliza componentes y materiales de alta disponibilidad, procesos estandarizados, infraestructuras abiertas, contenidos sin restricciones, y herramientas de fuentes abiertas de cara a maximizar la habilidad de los individuos para materializar y usar el hardware.

Existen diversidad de dispositivos desarrollado por gran cantidad de empresas bajo esta filosofía, sin embargo durante el proyecto Xplora se ha utilizado únicamente dos: Raspberry Pi y Arduino, a continuación se detalla en que consiste dichas plataformas:

Raspberry Pi²

Raspberry Pi, es un «es un ordenador de tamaño de tarjeta de crédito que se conecta a su televisor y un teclado que puede ser utilizado por muchas de las cosas que su PC de escritorio hace, como hojas de cálculo, procesadores de texto y juegos. También reproduce vídeo de alta definición», apuntan en la página web del producto.

Actualmente no existen los planos ni diagramas de la construcción de esta placa, a disposición del público en general como lo dicta la filosofía Open Hardware; los proyectos desarrollados usando esta plataforma, si son liberados al público para su correspondiente estudio o desarrollo.

Arduino³

- Arduino es una herramienta para hacer que los ordenadores puedan sentir y controlar el mundo físico a través de tu ordenador personal. Es una

¹ (Open Source Hardware Association, 2012)

² (Diario ABC, 2013)

³ (Arduino)



plataforma de desarrollo de computación física (physical computing) de código abierto, basada en una placa con un sencillo microcontrolador (ATMEGA168, ATMEGA328 y ATMEGA1280) y un entorno de desarrollo para crear software (programas) para la placa.

Toxicidad del Aire

¿Cómo medir los niveles de gases?

PPM⁴

Partes por millón (ppm) es la unidad de medida con la que se evalúa la concentración. Se refiere a la cantidad de unidades de la sustancia (agente, etc) que hay por cada millón de unidades del conjunto. Se abrevia como "ppm".

LEL⁵

Aplica a las concentraciones bajas de gases combustibles y significa Lower Explosive Limit (límite inferior de explosividad). Es la composición de volumen de un gas inflamable en el aire. Por debajo de este límite no se formará ninguna atmósfera explosiva. Los niveles de concentración con fines de detección de gases se expresan en % de LEL.

Relación PPM – LEL

Es un concepto análogo al de porcentaje, sólo que en este caso no es partes por ciento sino por millón (tanto por mil). De hecho, se podría tomar la siguiente equivalencia:

$$\mathbf{10.000\ ppm = 1\%}$$

Es decir que 10.000 ppm equivalen al uno por ciento.

Gas Propano⁶

⁴ (Wikipedia, 2014)

⁵ (MURCO Industrias)

⁶ (Sánchez)



Si la concentración del propano está por debajo de las mil partes por millón (ppm), no ocasiona ningún daño a la salud. Si el nivel es de 10 mil ppm, pero la exposición es breve, tampoco hay riesgo. En 100 mil ppm da origen a mareos leves, después de unos minutos de entrar en contacto con el gas. En los rangos superiores a ese límite el contacto con el gas se vuelve peligroso, aunque se dé por un corto lapso.

Metano⁷

Es más ligero que el aire, incoloro, inodoro e inflamable. Esto último solo sucede cuando existe una concentración superior al 5.0% en el aire, entonces es inminente una explosión

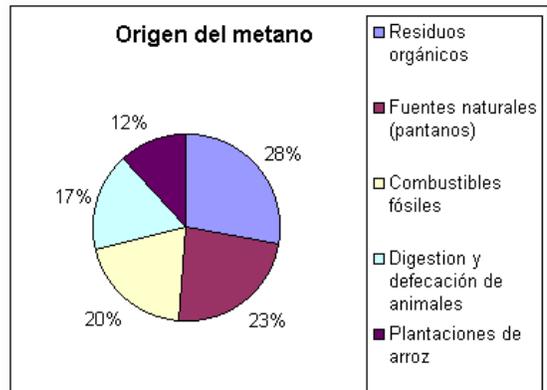


Ilustración 1: Origen del Metano

Monóxido de Carbono⁸

El Monóxido de Carbono (también conocido como CO) es un gas incoloro, inodoro e insípido. No irrita - no hace toser- pero es muy venenoso.

Cuando se usa combustibles (como la gasolina de tu automóvil), se produce CO. Puede ser que estés respirando altos niveles de CO en los alrededores de calles o intersecciones muy transitadas. Otras fuentes de CO incluyen casi cualquier objeto con motor, plantas eléctricas que utilizan carbón, gas o petróleo, e incineradores de basura, puede provenir del horno, aparato de calefacción, de una chimenea donde se quema leña o del humo de un cigarrillo.

| Concentración de CO | Síntomas |
|-----------------------------|--|
| < 35 ppm (humo de cigarros) | Ninguno, o moderado dolor cabeza |
| 0.005% (50ppm) | Ligero dolor de cabeza |
| 0.01% (100ppm) | Dolor de cabeza, fatiga con moderado esfuerzo. |
| 0.02% (200ppm) | Severo dolor de cabeza, irritabilidad fatiga, ofuscamiento de la visión. |
| 0.03-0.05% (300 -500ppm) | Dolor de cabeza, taquicardia, confusión, letargia, colapso. |
| .08-0.12% (800-1200ppm) | Coma, convulsiones |
| .19%- (1900 ppm) | Rápidamente fatal. |

Tabla 1: Niveles de Concentración de CO⁹

⁷ (Fernando)

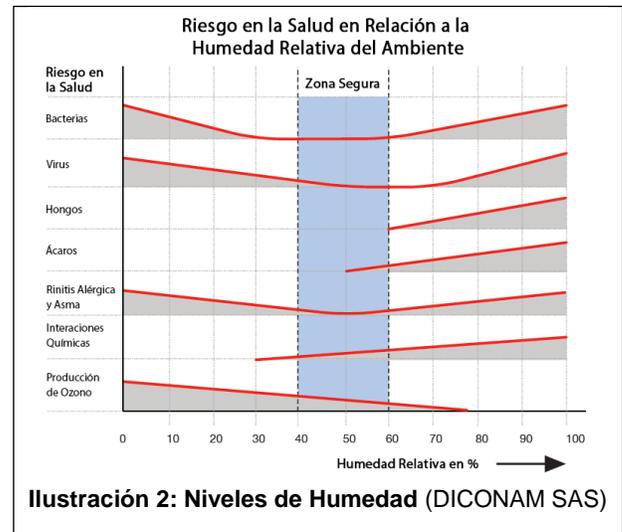
⁸ (Air Info Now)



Niveles de Humedad¹⁰

Un nivel normal de humedad en una casa se encuentra entre el 30 y el 50 por ciento. Los niveles más bajos y los más altos pueden causar varios problemas.

- La humedad tiende a caer por debajo del 30 por ciento en climas muy secos y pueden provocar que las personas tengan la piel, garganta y la nariz secas, esto último resulta en problemas respiratorios.
- La humedad de una casa se eleva al 50 por ciento en los climas húmedos, especialmente en temperaturas cálidas. Los altos niveles de humedad en una casa puede resultar en la formación de moho, los problemas con los ácaros del polvo causan reacciones alérgicas, infestación por otros insectos, escamas de pintura y papel pintado despegado.



Metodología de Trabajo

El tipo de metodología de trabajo utilizada, se eligió con base al tipo de investigación realizada, la cual es:

Investigación Aplicativa

En este tipo de investigación su objetivo central está en proveer tecnologías o esquemas de acción derivados de los conocimientos teóricos construidos. Mientras otros tipos de investigaciones (descriptiva, explicativas, contrastivas, etc.) el “Problema” es una pregunta formulada desde una actitud de ignorancia; en las investigaciones aplicativas el “Problema” es una cierta situación práctica formulada desde una actitud de expectativas de cambio, situación que resulta deficitaria, inconveniente o mejorable y que puede ser transformada o manejada mediante un cierto prototipo de control situacional.

⁹ (Guía de Intoxicaciones CITUC)

¹⁰ (La Humedad)



Las operaciones estandarizadas de las investigaciones aplicativas son las siguientes:

- Descripción de la situación deficitaria,
- Exposición del modelo que resulta aplicable a esa situación
- Construcción del prototipo
- Prueba del prototipo
- Determinación de las opciones de producción e implementación del prototipo.

Descripción de la Situación

El Salvador por ser parte del cinturón de fuego está constantemente experimentando tanto sismos y erupciones volcánicas, ambas situaciones comprometen la vida y economía de muchos. Durante este análisis se consideraron dichas situaciones que a continuación se amplían:

- Los terremotos provocan la pérdida de muchas vidas humanas, ya sea porque sean aplastados por algún objeto pesado o por quedar soterrados bajo capas de tierra y cemento, como fue el caso del desprendimiento telúrico suscitado en Las Colinas (Municipio de Santa Tecla, Departamento de La Libertad, El Salvador) en enero de 2001, luego de un terremoto de 6.0. Muchas personas quedaron atrapadas en sus hogares o en rincones de lo que aún quedaba en pie. En esa ocasión se realizaron labores de rescate en donde los cuerpos de socorro sacaban con palas y máquinas la tierra de lugares que creían habrían personas, lastimosamente gran parte de sus esfuerzos fue desperdiciado al darse cuenta que no habían personas con vida en dichos lugares, mientras en otros de esa misma colonia gente se quedaba sin oxígeno dentro de sus hogares. Para ese entonces y aun en la actualidad no hay método alguno que permita determinar la presencia de vida ante esas situaciones que repercute en la decisión de “dónde invertir esfuerzos”.
- El Salvador cuenta con 5 volcanes activos¹¹, actualmente ha entrado en gran actividad uno de ellos, el de Usulután o conocido como “Chaparrastique”, pero a lo largo de la historia contemporánea volcanes como el de Santa Ana

¹¹ (SNET)



e Izalco han causado muchas pérdidas tanto económicas como humanas. Gran parte de esto se debe a un pobre sistema de monitoreo instalado en los volcanes, y esto es debido a que no existe personal que explore o retome valores de los lugares más cercanos a los cráteres, ya sea porque no se tienen las capacidades o simplemente por deseo de no exponer su vida, Aunque las situaciones anteriores resumen parte de la problemática que se analizó, en general diremos que existe la necesidad por parte de El Salvador de dispositivos o métodos que permitan la obtención de información en situaciones donde la vida y salud de las personas involucradas no es posible asegurar.

Modelo aplicable

Debido a que las situaciones que conforman la problemática requieren una solución práctica y no teórica, se decidió crear un dispositivo que cumpla las siguientes características:

- ✓ Obtención de parámetros como presión, temperatura, calidad del aire, etc.
- ✓ Con capacidad de transitar terrenos pedregosos o difíciles de recorrer
- ✓ Capturar video o fotos para la determinación exacta de las situaciones reales
- ✓ Que actúen de forma autónoma o controlados por dispositivos
- ✓ Capaz de proveer la información en un formato fácil de entender
- ✓ Fácil de manipular y con la autonomía suficiente para completar las tareas necesarias.

Construcción del Prototipo

Físico

El dispositivo fue realizado con los siguientes recursos:

| Elemento | Costo | | |
|---------------------------|--------------|----------|----------|
| | Del elemento | De envió | Total |
| Chasis de Aluminio | \$150.00 | \$100.00 | \$250.00 |
| Raspberry Pi | \$40.00 | \$20.00 | \$60.00 |
| Arduino Uno | \$15.00 | \$10.00 | \$25.00 |
| Shield de Sensores | \$34.99 | \$10.00 | \$44.99 |



| | | | |
|---------------------------------|---------|---------|----------|
| Shield de Motores | \$10.00 | - | \$10.00 |
| Baterías de Litio | \$60.00 | \$80.00 | \$140.00 |
| Módulo de Cámara | \$40.00 | \$25.00 | \$65.00 |
| Sensores de Proximidad | \$5.00 | \$2.50 | \$7.50 |
| Servo Motores | \$7.80 | \$5.00 | \$12.80 |
| Módulo WIFI | \$15.00 | - | \$15.00 |
| Cable de 13 pines hembra | \$2.20 | \$1.50 | \$3.70 |
| Sensor de Metano | \$8.50 | | \$8.50 |
| Sensor de Propano | \$6.50 | - | \$6.50 |
| Sensor de CO | \$6.50 | - | \$6.50 |
| Modulo Bluetooth | \$15.50 | - | \$15.50 |
| GPS | \$20.00 | - | \$20.00 |
| Varios* | \$10.00 | - | \$10.00 |
| Total | | | \$700.99 |

Los planos de conexionado de estos elementos se anexan a este documento, en la carpeta llamada “Planos”.

Software

Para el desarrollo de la plataforma se eligió el desarrollo en ambiente web, desarrollado bajo el siguiente diagrama:

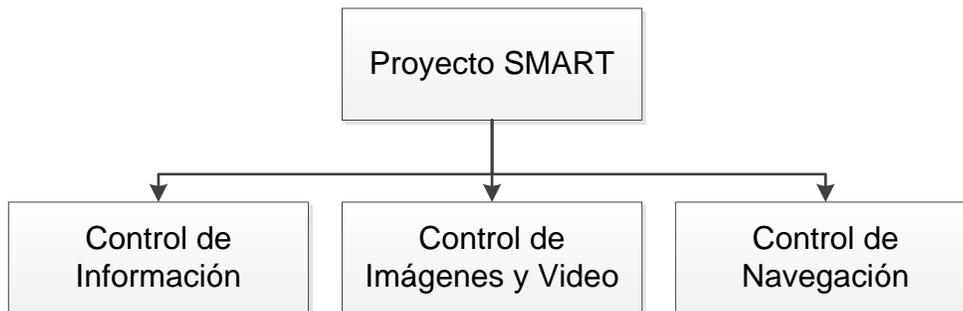


Ilustración 3: Diagrama TOP-DOWN

Dicha herramientas fue desarrollada con las siguientes tecnologías: **HTML5, PHP, JAVA, CSS3, PYTHON, AJAX, LIGHTTPD, JAVASCRIPT.**

Antes de cerrar este apartado cabe mencionar que el proyecto luego de las primeras pruebas, sufrió una serie de cambios que en la realización de este documento aun no son contemplados, tales como una herramienta más interactiva con el usuario, utilización de nuevas y mejores tecnologías que aceleran la comunicación de la información, entre otras.

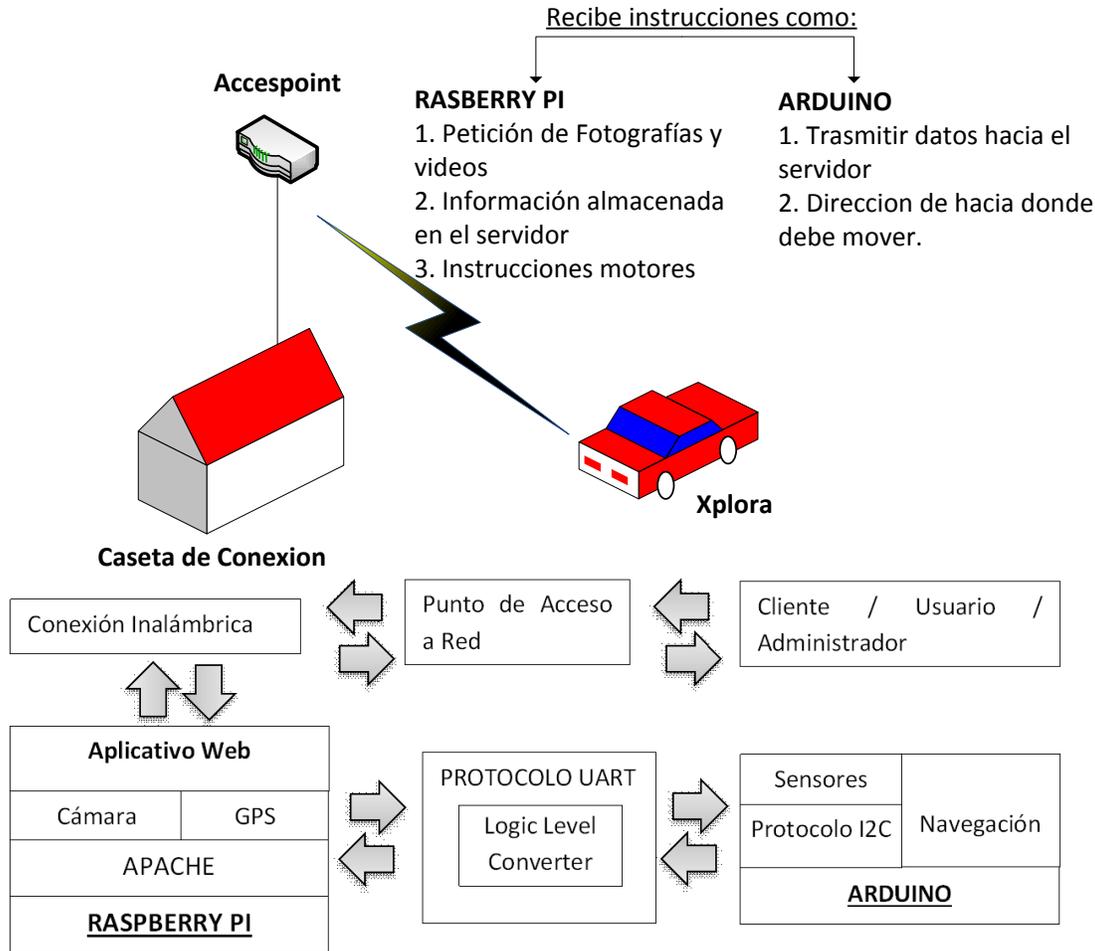


Ilustración 4: Diagrama de Funcionamiento

Pruebas y Resultados

Las pruebas fueron realizadas en mayo del 2014 en Cantón Los Merinitos, Apastepeque, San Vicente, El Salvador.

Durante las pruebas se encontró:

1. Debido a la gran cantidad de datos que se manipula, la Raspberry pierde velocidad al tener el servidor de datos y el aplicativo en ella.
2. Es necesario la implementación de sensores que ayuden al estado del carro para estimar las acciones necesarias para solventar problemas como atascamiento, volcado del dispositivo, daño en cables o insuficiencia de voltaje en la batería.
3. Se determinaron los siguientes parámetros:



| Parámetros | Valores Encontrados |
|---|----------------------------|
| Tiempo de Vida de la batería | 1 hora |
| Tiempo que tarda en conectar la Raspberry al AccesPoint | 25 segundos |
| Latencia (desde que se recibe una instrucción hasta su ejecución) | 5 segundos |
| Temperatura de Disipadores | 50° Centígrados |
| Tiempo de Retardo en la trasmisión de video | 5 segundos |
| Tiempo en tomar foto y cargarla al servidor | 15 segundos |

Debido a los resultados anteriores se hace necesaria la implementación en el proyecto de los siguientes elementos:

- Acelerómetro de 3 ejes
- Brújula Digital

Además es necesario el mejoramiento de la plataforma, de tal forma que no sea ya la Raspberry la que se encargue de procesar datos, más que solo de almacenarlo, para ello se ha decidido de migrar el aplicativo a un software desarrollado en JavaFx por el equipo desarrollador con el fin de poder liberar un poco de los procesos que ya posee internamente la Raspberry.



Conclusión

A través del desarrollo de este proyecto se llegaron a las siguientes conclusiones

1. Existe una fuerte necesidad que el área de ingeniería se complemente con las áreas investigativas de la ciencia, debido a que estas últimas necesitan de la primera para acelerar la producción de conocimientos. A lo largo de este proyecto se contactó con vulcanólogos, expertos en Redes y comunicaciones, diseñadores entre otros, que al funcionar todos sus conocimientos se logró completar con éxito el proceso de desarrollo. Esto es prueba que el trabajo de un Ingeniero es un trabajo multidisciplinario pues para la ejecución de proyectos o ideas es necesario el conjunto de otros conocimientos y disciplinas.
2. Si bien la Región Centroamericana no tiene la influencia sobre el área tecnológica mundial, pero al desarrollar este proyecto se comprueba que no es porque no exista las herramientas o conocimientos disponibles, sino que es porque no existe el apoyo por parte de universidades, empresa privada ni el Gobierno para el desarrollo de esta área, lo cual es un grave problema, pues debido a eso se da el fenómeno conocido como “la fuga de cerebros” que se constituye como la migración de personas del área tecnológica hacia otras naciones con el fin de obtener apoyo y desarrollarse, empobreciendo en conocimiento a la región Centroamerica.
3. Es prioridad que como futuros profesionales invirtamos esfuerzos y los conocimientos adquiridos para el desarrollo de herramientas que faciliten el trabajo en aquellas áreas donde el país sean débiles. La aplicación de dichos conocimiento no se limita a tener un título sino al deseo de querer solventar los problemas de la realidad.



Bibliografía

- ✓ Air Info Now. (s.f.). ¿Qué es Monóxido de Carbono (CO)? Recuperado el 06 de Junio de 2014, de Air Info Now: http://www.airinfonow.org/espanol/html/ed_co.html
- ✓ Arduino. (s.f.). Arduino. Recuperado el 5 de Junio de 2014, de Arduino: <http://arduino.cc/es/Guide/Introduction>
- ✓ Diario ABC. (21 de Julio de 2013). ABC. Recuperado el 5 de Junio de 2014, de Diario ABC: <http://www.abc.es/tecnologia/informatica-hardware/20130716/abci-raspberry-como-201307151936.html>
- ✓ Fernando, S. P. (s.f.). El metano - Usos y soluciones. Recuperado el 6 de Junio de 2014, de Monografias: <http://www.monografias.com/trabajos36/metano/metano2.shtml>
- ✓ Guía de Intoxicaciones CITUC. (s.f.). Monóxido de Carbono. Recuperado el 2014 de Junio de 06, de Guía de Intoxicaciones CITUC: <http://escuela.med.puc.cl/publ/guiaintoxicaciones/Monoxido.html>
- ✓ La Humedad. (s.f.). Nivel normal de humedad. Recuperado el 6 de Junio de 2014, de La Humedad: <http://lahumedad.info/nivel-normal-de-humedad>
- ✓ MURCO Industrias. (s.f.). ¿Qué concentración de gas se debe detectar? Recuperado el 6 de Junio de 2014, de MURCO Industrias: <http://www.murcogasdetection.com/es/faq/faq-7-what-gas-concentration-to-detect/>
- ✓ Open Source Hardware Association. (20 de Marzo de 2012). OSHWA. Recuperado el 5 de Junio de 2014, de Open Source Hardware Association: <http://www.oshwa.org/definition/spanish/>
- ✓ Sánchez, E. (s.f.). Los efectos de la exposición al propano. Recuperado el 6 de Junio de 2014, de eHow en Español: http://www.ehowenespanol.com/efectos-exposicion-propano-info_409092/
- ✓ SNET. (s.f.). VOLCANES ACTIVOS. Recuperado el 2013 de Noviembre de 8, de SNET: <http://www.snet.gob.sv/Geologia/Vulcanologia/paginas/activos.htm>
- ✓ Wikipedia. (28 de Mayo de 2014). Partes por millón. Recuperado el 06 de Junio de 2024, de Wikipedia: http://es.wikipedia.org/wiki/Partes_por_mill%C3%B3n