**INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE OCCIDENTE**

**Departamento de Electrónica, Sistemas e Informática**

**desarrollo tecnológico y generación de riqueza sustentable**

**PROYECTO DE APLICACIÓN PROFESIONAL (PAP)**

**Programa de ciudades inteligentes**



**4L05 - VIDA DIGITAL**

Redes de sensores inalámbricas; localización y configuración para establecer comunicación de una red de sensores en el campus ITESO y La Primavera.

**PRESENTAN**

Programas educativos y Estudiantes

I.E. Alexis Velasco Villeda

I.E. Quetzalli Ochoa Fierros

I.E. Ricardo Alexis Landazuri

Profesor PAP: Mtro. Luis Eduardo Pérez Bernal

Tlaquepaque, Jalisco, diciembre de 2017

**ÍNDICE**

Contenido

[**REPORTE PAP**](#_gjdgxs)2

[Presentación Institucional de los Proyectos de Aplicación Profesional](#_30j0zll) 2

[Resumen](#_1fob9te) 2

[1. Introducción](#_3znysh7) 3

[1.1. Objetivos](#_tq9jaucvndt8) 3

[1.2. Justificación](#_pf2szw5vhzqa) 3

[1.3 Antecedentes](#_ra7ok0sseoqy) 4

[1.4. Contexto](#_7abzsu13vpsb) 6

[2. Desarrollo](#_4d34og8) 8

[2.1. Sustento teórico y metodológico](#_jhh22dao2axo) 8

[2.2. Planeación y seguimiento del proyecto](#_40w0hzw06c2b) 12

[3. Resultados del trabajo profesional](#_7zmjyll3n8cq) 15

[4. Reflexiones de los alumnos sobre sus aprendizajes, las implicaciones éticas y los aportes sociales del proyecto](#_26in1rg) 17

[Aprendizajes profesionales](#_lqfafflzsm97) 17

[Aprendizajes sociales](#_gfgevim2k96z) 18

[Aprendizajes éticos](#_dlmt9veuklvx) 19

[Aprendizajes en lo personal](#_rzj4negk94lw) 20

[5. Conclusiones](#_35nkun2) 23

[6. Bibliografía](#_tkclj7whu5xn) 24

# REPORTE PAP

## Presentación Institucional de los Proyectos de Aplicación Profesional

*Los Proyectos de Aplicación Profesional (PAP) son una modalidad educativa del ITESO en la que el estudiante aplica sus saberes y competencias socio-profesionales para el desarrollo de un proyecto que plantea soluciones a problemas de entornos reales. Su espíritu está dirigido para que el estudiante ejerza su profesión mediante una perspectiva ética y socialmente responsable.*

*A través de las actividades realizadas en el PAP, se acreditan el servicio social y la opción terminal. Así, en este reporte se documentan las actividades que tuvieron lugar durante el desarrollo del proyecto, sus incidencias en el entorno, y las reflexiones y aprendizajes profesionales que el estudiante desarrolló en el transcurso de su labor.*

## Resumen

Este documento fue elaborado en el transcurso del periodo académico otoño 2017, guiado por el Profesor PAP designado, en dicho documento se espera demostrar los aprendizajes y experiencias obtenidos durante el proyecto de aplicación profesional, el cual nos brindó la oportunidad de aprender, diseñar y desarrollar aplicaciones que promuevan la vida digital en Ciudades Inteligentes, este proyecto debe de ser capaz de mejorar o ayudar a la comunidad del ITESO y el bosque la Primavera, aprendiendo sobre tecnología zigBee y waspmote, configuración de módulos, tramas, creación de una red de sensores y transmisión de información inalámbricamente.

## 1. Introducción

### 1.1. Objetivos

El objetivo principal del proyecto es poder obtener algunas características ambientales a través de sensores que estarán conectados a un módulo de zigbee que enviará dicha información de varios puntos estratégicos a un nodo central, este nodo central enviará la información a la nube para poder observarlos y hacer uso de la información obtenida según sea necesario posteriormente en las otras etapas del proyecto.

Otro objetivo en el que planeamos trabajar es lograr que dichos módulos sean autosustentables, esto quiere decir que la energía que necesitan para funcionar sea obtenida a través del uso de fotoceldas, la forma para realizarlo será usando baterías que serán cargadas por medio de paneles solares.

Nuestra principal estrategia es realizar la comunicación exitosa entre nodos a un nodo central que almacenará la información y se encargará de enviarla a los servidores después de lograr este objetivo se intentará realizar que sean autosuficientes; esto se llevará a cabo mediante diferentes pruebas para medir la conexión entre dichos módulos, pruebas de alcance, conexión, porcentaje de éxito en recepción de tramas, etc. con ello se pretende encontrar los puntos ideales para colocar los nodos y obtener distancia óptima entre ellos.

### 1.2. Justificación

En este proyecto de desarrollo e investigación se espera participar de manera activa en un grupo multidisciplinario en el desarrollo de estrategias que permitan impulsar la transformación de diversos entornos; siendo un caso en específico las instalaciones del ITESO, al colocar diversos módulos con diferentes sensores y conectados a un nodo principal para poder obtener información sustancial sobre el lugar, como la humedad y temperatura de las áreas verdes de la universidad y así posteriormente poder tomar ciertas medidas o decisiones con los datos adquiridos, para su cuidado y protección en conjunto con las etapas siguientes en las que el proyecto se subdivida. Siendo nuestra aportación entregar una red conectada desde sus sensores y nodos a un coordinador comunicado con la nube, haciéndole llegar así la información obtenida en óptimas condiciones, cuyos dispositivos conectados puedan funcionar sin permanecer conectado a la electricidad. Se requiere para esto, optimizar y diseñar un sistema autónomo, capaz no sólo de obtener información, sino también de funcionar sin estar conectado a una fuente de energía eléctrica externa.

Este proyecto debe de ser capaz de mejorar o ayudar a la comunidad del ITESO para mejorar el funcionamiento y calidad de sus áreas verdes al monitorearlas de esta forma, también ayuda disciplinariamente a los alumnos que incentivan este proyecto como PAP para poner en práctica sus conocimientos y habilidades que hayan obtenido en la carrera y con esto puedan mejorarlas.

### 1.3 Antecedentes

En vida digital, Se han desarrollado varias aplicaciones para dispositivos móviles y los servicios web que son necesarios para la información que consumen las aplicaciones móviles, en los diferentes años que han ido aplicando diferentes alumnos de varias carreras a este proyecto de aplicación profesional.

En semestres pasados, grupos multidisciplinarios de alumnos participaron en este proyecto agregando un valor o funcionalidad al prototipo, teniendo hasta ahora varios módulos Zigbee con diferentes tipos de sensores, localizados en diferentes partes del campus del ITESO; una red de nodos de sensores para el monitoreo de condiciones del medio ambiente en la zona metropolitana ubicados en diferentes lugares, así como en el bosque la primavera; se ha diseñado el sistema, implementado diversas tecnologías para la recolección de datos y usando el internet de las cosas, en particular con redes de sensores (WNS) en el contexto de un Living-Lab como lo es el ITESO para hacer esto posible.

### 

### 

### 1.4. Contexto

Se usará la tecnología ZigBee entre otras, como parte de la conexión entre nodos de sensores para la transmisión de datos puesto que dicho protocolo de comunicación es ideal para este tipo de aplicaciones de bajo consumo y es más fácil de implementar que otros.

Se trabajará principalmente tomando muestras con diferentes tipos de sensores dentro del área del ITESO, en donde haremos pruebas de transmisión con la tecnología previamente descrita, que ya ha sido establecida dentro de la institución para poder obtener el valor de las variables ambientales y tener estos datos a nuestra disposición.

Nuestro segundo punto es realizar la autosustentabilidad de dichos nodos para lograr un aspecto económico y lograr una conexión en la que no requiere que estemos físicamente ahí para hacer modificaciones, esto posiblemente mediante paneles solares o fotoceldas.

Se espera que se entregue todo esto funcionando para que forme parte del proyecto general y que futuras generaciones o personas puedan seguir mejorando o agregando nuevas funciones y que todo en conjunto, solucione una de las varias problemáticas, como en el caso de las áreas verdes del ITESO, que son las plagas y hongos ya sea por condiciones muy húmedas o cálidas.

Se cuenta con un espacio para desarrollar estas aplicaciones en el ITESO y con todo el equipo y las herramientas proporcionadas para facilitar la realización de este proyecto. Las funciones que realizaremos como estudiante de este PAP es trabajar con sensores y dispositivos que utilizan la tecnología ZigBee y con baterías cargadas por paneles solares.

Según la revista magis en el ITESO hay más de tres mil árboles y *22 hectáreas de pasto convierten el campus en un “jardín botánico ejemplar” y es la universidad con mayor diversidad biológica en el occidente del país* (magis, 2012). Por eso es importante dentro del iteso monitorear todas las variables ambientales que pudieran afectar a este ecosistema, poder ayudar y mejorar el cuidado y manejo de las diferentes especies exóticas y endémicas que coexisten dentro de la institución y por ende mejorar los espacios verdes de la universidad.

## 

## 2. Desarrollo

### 2.1. Sustento teórico y metodológico

Para llevar a cabo el proyecto planteado para el PAP, se tuvieron que seguir una serie de pasos y actividades para poder llegar a los entregables esperados. Inicialmente se necesitó investigar sobre la tecnología Zigbee, su conexión en redes de sensores, su funcionalidad y características, fue necesario entonces la familiarización del protocolo, los radios utilizados y la forma de transmitir a través de tramas y comandos.

Como apoyo para la realización de las actividades y lograr el objetivo, se nos fue proporcionada documentación con información enriquecida sobre la tecnología a utilizar, junto con los dispositivos de módulos ZigBee con los que hemos estado trabajando en la realización de pruebas y propuestas para la solución y entregables de este proyecto.

La primera actividad de esta etapa del proyecto fue, conocer, probar y utilizar la tecnología ZigBee para lograr tener la comunicación eficiente y correcta de la red de sensores conectados a un coordinador a través de uno o más replicadores o “routers” que permita así, la posibilidad de envío de datos del coordinador a un servidor.

Protocolos de comunicación: “El protocolo, se define como las reglas para la transmisión de la información entre dos puntos. Un protocolo de red de comunicación de datos es un conjunto de reglas que gobiernan el intercambio ordenado de datos dentro de la red.”

(Cedillo Méndez, J.L., Rafael Esteban, F., Salas Linares & L. O., 2010)

ZigBee:

ZigBee está basado en el estándar IEEE 802.15.4 de redes inalámbricas de área personal (wireless personal area Newark, WPAN) y tiene como objetivo las aplicaciones que requieren comunicaciones seguras con baja tasa de envío de datos y maximización de la vida útil de sus baterías.

El estándar ZigBee fue diseñado con las siguientes especificaciones:

* Ultra bajo consumo que permite usar equipos a batería
* Bajo costo de dispositivos y de instalación y mantenimiento de ellos.
* Alcance corto (típico menor a 50 metros).
* Optimizado para ciclo efectivo de transmisión menor a 0.1 %
* Velocidad de transmisión menor que 250 kbps. Típica: menor que 20 kbps

En ZigBee hay tres tipos de dispositivos:

· Coordinador

o Sólo puede existir uno por red

o Inicia la formación de la red

o Es el coordinador de PAN.

o Requiere memoria y capacidad de computación

· Router

o Se asocia con el coordinador de la red o con otro router ZigBee.

o Puede actuar como coordinador.

o Es el encargado del enrutamiento de saltos múltiples de los mensajes.

· End Device

o Elemento básico de la red

o No realiza tareas de enrutamiento.

o Puede estar dormido la mayor parte del tiempo aumentando la vida de la batería

(Dignani, J. P. , 2011)

Sensor: Un sensor es un dispositivo eléctrico y/o mecánico que convierte magnitudes físicas (luz, magnetismo, presión, etc.) en valores medibles de dicha magnitud. Esto se realiza en tres fases: - Un fenómeno físico a ser medido es captado por un sensor, y muestra en su salida una señal eléctrica dependiente del valor de la variable física. - La señal eléctrica es modificada por un sistema de acondicionamiento de señal, cuya salida es un voltaje. - El sensor dispone de una circuitería que transforma y/o amplifica la tensión de salida, la cual pasa a un conversor A/D, conectado a un PC. El convertidor A/D transforma la señal de tensión continúa en una señal discreta. (DE LA FUENTE, De Jesús, 2011).

Red de Sensores Inalámbricas: “Una gran cantidad de pequeños dispositivos, autónomos, distribuidos físicamente, llamados nodos de sensores, instalados alrededor de un fenómeno para ser monitoreado, con la capacidad de almacenar y comunicar datos en una red en forma inalámbrica.” (Tapia, F. O.)

Servidor: Los servidores son equipos informáticos que brindan un servicio en la red. Dan información a otros servidores y a los usuarios. Son equipos de mayores prestaciones y dimensiones que una PC de escritorio.

Existen distintos tipos de servidores, y pueden ser virtuales o físicos. Podemos clasificarlos según sus capacidades, fabricantes y servicios prestados.

A continuación, describiremos esta última categorización:

• Servidores de impresión: tienen conectadas varias impresoras de red y administran las colas de impresión según la petición de sus clientes.

• Servidores web: este tipo de servidores se encargan de almacenar sitios en la red interna (intranet). Pueden publicar cualquier aplicación web, brindarle la seguridad correspondiente y administrar por completo.

• Servidores de base de datos: lo más importante de estos servidores es la posibilidad de manejar grandes cantidades de datos y generar información. Para contener todo ese material generalmente se conectan a un storage. (Marchionni, Enzo Augusto, 2011).

La segunda actividad constó de la investigación del uso de celdas solares, diseño de un dispositivo de alimentación por energía solar, pruebas y mejoras del mismo e implementación en los módulos ZigBee y sensores, apoyados de algún regulador.

Celdas solares:

Las células o celdas solares son dispositivos que convierten energía solar en electricidad, ya sea directamente vía el efecto fotovoltaico, o indirectamente mediante la previa conversión de energía solar a calor o a energía química.

La forma más común de las celdas solares se basa en el efecto fotovoltaico, en el cual la luz que incide sobre un dispositivo semiconductor de dos capas produce una diferencia del foto-voltaje o del potencial entre las capas. Este voltaje es capaz de conducir una corriente a través de un circuito externo de modo de producir trabajo útil. (textoscientificos, 2005)

Regulador de voltaje:

Los reguladores de voltaje son sistemas que permiten mantener un voltaje fijo en la salida independiente de la corriente requerida por la carga. Estos pueden ser tipo paralelo o serie. Si se requiere mayor precisión, el regulador puede ser realimentado, con lo cual también se podría obtener reguladores ajustables (voltaje de salida variable). Para el diseño de reguladores se debe conocer el voltaje y la corriente máxima requerida, así como la ondulación de la entrada. (Huircán)

Baterías:

Se le denomina batería, batería eléctrica, acumulador eléctrico o simplemente acumulador, al dispositivo que almacena energía eléctrica, usando procedimientos electroquímicos y que posteriormente la devuelve casi en su totalidad; este ciclo puede repetirse por un determinado número de veces. Se trata de un generador eléctrico secundario; es decir, un generador que no puede funcionar sin que se le haya suministrado electricidad previamente mediante lo que se denomina proceso de carga. (regenbat, 2012)

Por otro lado, y de forma simultánea, para este proyecto se nos pidió entregar una documentación y una bitácora con todas las actividades, pasos y pruebas que hemos venido realizando, de forma que, esto permita reflejar tanto avances como los aciertos que hemos tenido en la investigación, diseño y desarrollo del prototipo del proyecto. Dentro de la documentación que nos pidieron venían formatos de descripción del proyecto, reportes técnicos o manual de especificación y bitácora.

### 2.2. Planeación y seguimiento del proyecto

* Descripción del proyecto

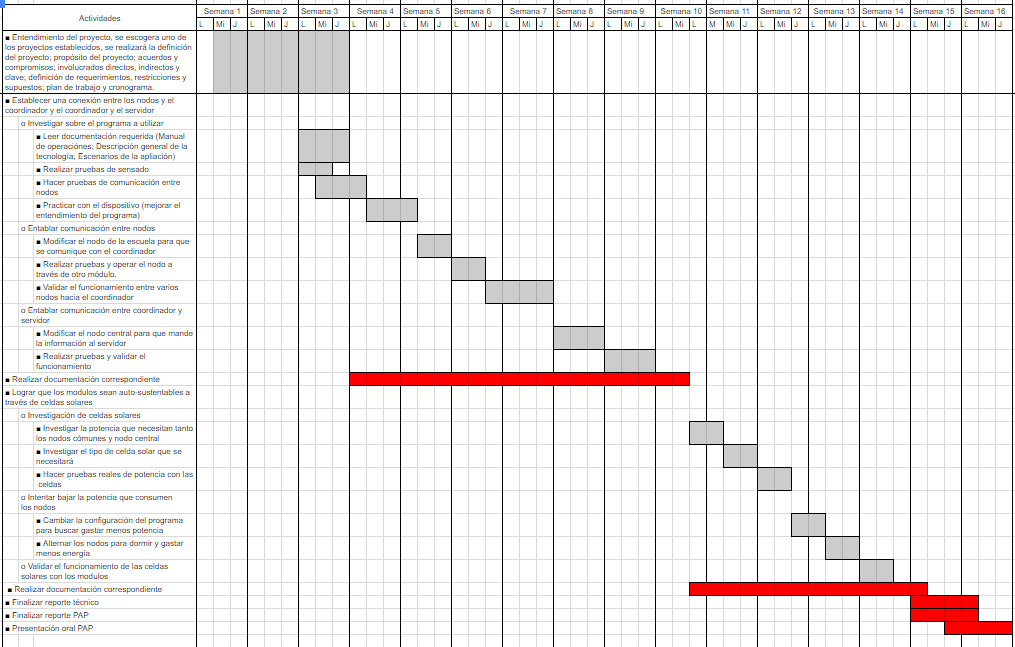
En este proyecto estaremos trabajando en dos problemáticas a resolver, previamente elegidas. En seguida se dará una especificación a detalle de cada una de ellas y su composición interna de actividades a realizar para su resolución óptima; dichas actividades comprenden desde la planeación, investigación, monitoreo, pruebas e implementación de algunas acciones técnicas y físicas para un desarrollo de prototipo y/o producto.

* Proyecto "A": El proyecto consiste en la planeación, investigación, realización, verificación y validación de un conjunto de actividades, el propósito del proyecto es trabajar con una red de sensores y sus conexiones mediante ZigBee con los equipos Xbee para realizar la comunicación entre ellos y sus sensores a un nodo central, comunicando la información que haya sido censada; a partir de ahí utilizar el nodo central para enviar la información a los servidores. Siendo el entregable final los sensores conectados a una red física de nodos y estos a su vez comunicados con un dispositivo central capaz de subir información de los datos censados a la nube.

Este trabajo incluye tiempo de introducirnos al medio, investigación sobre el protocolo, sobre el funcionamiento de los equipos a utilizar, búsqueda de soluciones, pruebas, implementación, depuración y modificación para el desarrollo del mismo.

* Proyecto "B": Alimentación autómata de dispositivos colocados en la intemperie, que para su funcionamiento constante no tengan que estar conectados a una línea de alimentación. Esto basado principalmente en la utilización de algún método sustentable y rentable, principalmente con el uso de celdas solares, en conjunto con baterías y un posible regulador para tratar de almacenar y ahorrar la mayor cantidad de energía. Para ello habrá que realizar una investigación exhaustiva de la tecnología de celdas solares, su uso, aplicación, condiciones, etc. Que nos permite poder diseñar y elaborar uno o más prototipos de prueba, para posteriormente intentar implementar la mejor solución.
* Plan de trabajo

Las 2 primeras semanas de este proyecto incluyeron la capacitación, es decir la introducción al proyecto y a lo que se espera entregar, fijar metas y objetivos. Posteriormente ya familiarizados con la tecnología y fijadas las metas, las siguientes semanas trabajamos en las pruebas con los sensores, todo esto está basado en el siguiente cronograma:



* Desarrollo de propuesta de mejora

Las pruebas que realizamos fueron hechas a través de un módulo xbee con antena de radio corta.

Las pruebas fueron realizadas desde el tercer piso de un edificio, estando en la parte exterior de dicho edificio para evitar en lo mayor posible la interferencia con la señal.

Todas las pruebas se realizaron con el enlace de un coordinador y un router.

Para realizar dichas pruebas fue necesario primeramente conectar un módulo xbee como coordinador alimentándose a través de una computadora portátil y un segundo módulo xbee pero este puesto como router.

Al módulo puesto como router le agregamos un potenciómetro como sensor para que, al estar enviando la información hacia el router, moveríamos dicho potenciómetro y pudiéramos ver los cambios que había y determinar que los datos estuvieran llegando correctamente.

Para realizar una prueba de rango, el programa XCTU tiene una opción de “Range test” que te permite enviar cierto número de paquetes ya formados por el test. Al mismo tiempo te permite comprobar la potencia con la que se están recibiendo los datos, los paquetes enviados con éxito, paquetes transmitidos con error o paquetes perdidos y un porcentaje de éxito del total de la prueba.

## 

## 

## 3. Resultados del trabajo profesional

A continuación, se pueden observar algunas tablas con los resultados de los parámetros sobre las pruebas de distancia que tuvimos estas dependiendo de las distancias en las que estaba el receptor del transmisor en la prueba.

Esta prueba se realizó con los módulos xbee y la antena corta.

La razón por la que primero se realizaron experimentos de distancia con un módulo xbee de antena corta fue para hacer pruebas e ir entendiendo el funcionamiento de la transmisión de datos inalámbricamente y conocer qué tipo de objetos podrían obstruir una buena comunicación entre módulos. Para posteriormente poder utilizar los módulos xbee de antena larga (con mayor alcance) para los casos reales en donde se harían las pruebas a distancias mucho más largas.

A continuación se muestra una tabla con los principales resultados de dichas pruebas, en los que se puede observar la distancia entre módulos (Metros), Potencia local y remota (esto es la potencia en dB con la que se envía y recibe la información en el aire), paquetes con tx error (paquetes que tuvieron error al transmitir), Paquetes perdidos (paquetes que fueron enviados exitosamente, pero nunca llegaron), Paquetes con éxito, paquetes que se enviaron y recibieron correctamente y el porcentaje de éxito (es el porcentaje de paquetes recibidos exitosamente entre el total de paquetes enviados)

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Parámetros principales del “Range Test” (prueba de 50 paquetes) | | | | | | | |
|  | Metros | Potencia local | Potencia remota | Paquetes con tx error | Paquetes perdidos | Paquetes con éxito | Porcentaje de éxito |
| Prueba 1 | 15 | -73dB | -74dB | 21 | 0 | 29 | 58% |
| Prueba 2 | 30 | -70dB | -69dB | 14 | 0 | 36 | 76% |
| Prueba 3 | 65 | -78dB | -78dB | 12 | 0 | 38 | 72% |
| Prueba 4 | 76 | -85dB | -84dB | 45 | 0 | 5 | 10% |

Para más información, basarse en el 1er reporte de distancia xbee

Para los módulos xbee con antena larga se realizaron otro tipo de pruebas, en este caso una mayor distancia en relación a la prueba anterior y obviamente al tener una mejor antena, los resultados obtenidos fueron mejores, así como se muestra en la siguiente tabla.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Parámetros principales del “Range Test” (prueba de 50 paquetes) | | | | | | | |
|  | Metros | Potencia local | Potencia remota | Paquetes con tx error | Paquetes perdidos | Paquetes con éxito | Porcentaje de éxito |
| Prueba 1 | 60 | -65dB | -64dB | 4 | 2 | 44 | 88% |
| Prueba 2 | 110 | -13dB | -80dB | 3 | 1 | 46 | 92% |
| Prueba 3 | 150 | -81dB | -80dB | 6 | 2 | 42 | 84% |
| Prueba 4 | 250 | -95dB | -92dB | 23 | 1 | 26 | 52.94% |

De igual forma en base a los resultados anteriores y por medio de varias pruebas, identificamos los puntos clave para colocar respectivamente los módulos ZigBee dentro de las instalaciones del ITESO, como se muestra en la siguiente imagen, donde el marcador Rojo es el coordinador en el edificio “T”, los azules son los nodos replicadores en los edificios “D” y en una lámpara por la zona de fumar por la cafetería central y verdes que serían los nodos sensores ubicados en el jardín lateral de la Biblioteca y sobre el edificio “B”.

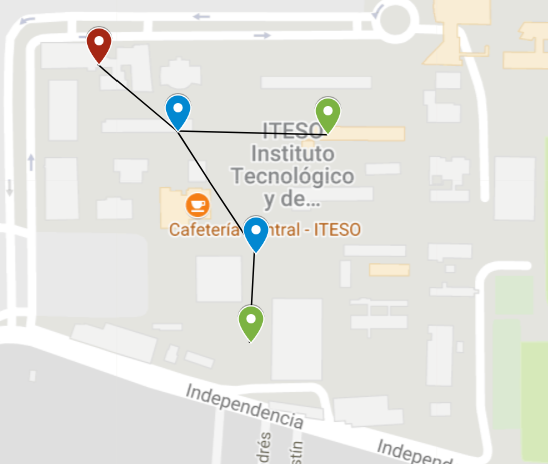


Imagen. representación sobre las posiciones de los diferentes módulos en el ITESO.

## 

## 

## 4. Reflexiones de los alumnos sobre sus aprendizajes, las implicaciones éticas y los aportes sociales del proyecto

### Aprendizajes profesionales

Durante el desarrollo de nuestro PAP fue adquirir diferentes competencias las cuales fuimos desarrollando gracias a las diferentes tareas que se nos presentaron en el proyecto, así como se mencionó en el capítulo 2 en Enunciado del proyecto y que creemos importante agregarlo como experiencia o saberes a nuestros respectivos curriculum Vitae.

Los saberes que se pusieron a prueba principalmente fueron; el trabajo en equipo, y el recordar lo que se vio en clases pasadas para aplicarlo en las actividades de este proyecto, una de las materias que más aportó hacía dichas actividades fue “redes” por la parte de transmisión de tramas inalámbricamente, casualmente en dicha clase habíamos visto algunos ejemplos sobre tramas xbee lo que nos facilitó un poco la teoría, pero fue muy diferente lo aprendido en clase que lo puesto en práctica dentro de un proyecto.

Lo mejor de la realización de este proyecto fue el saber que lo que se realizó tendrá una utilidad real en la vida y no simplemente quedará como una práctica que se calificará y será guardada, en este caso al saber que nuestra parte del proyecto podrá ayudar al bosque de la primavera a poder obtener información de los espacios que necesitan y saber si existe una mejoría a través de los diferentes mecanismos ambientales que realicen.

Lo que más nos quedó y la mayor enseñanza que tenemos es que para la realización de un proyecto no sólo basta el hacer un código y ya, si no que tenemos que tener en cuenta muchos factores, desde la instalación de los equipos donde intervienen variables físicas que podrían causar interferencias en el sistema de comunicación inalámbrico. Realización de pruebas para optimizar los recursos y encontrar la manera más eficiente entre varias posibilidades para realizar la misma actividad.

Análisis de áreas afectadas, condición de árboles, zanjas, contener humedad.

### Aprendizajes sociales

El impacto social en este proyecto está presente dentro de nuestra institución, ya que los alumnos podrán obtener información sobre la calidad de aire y humedad dentro del ambiente, de las plantas en el ITESO, teniendo así, una mejor ecología dentro de la universidad y se podría estar al pendiente de cualquier cambio en las variables que se están midiendo, garantizando así el buen estado de aquellas áreas que se están monitoreando.

Al pasar el proyecto para ser utilizado en la primavera existiría un mayor impacto social, ya que los resultados obtenidos servirían para un propósito más grande y sería interés para mayor parte de la población, con la obtención de los parámetros del sub-suelo podríamos entender mejor el comportamiento que tiene cada mecanismo ecológico realizado por los grupos ambientales.

Gracias a este proyecto pudimos tener una mejor relación en equipo y un mejor desempeño a la hora de hacer las tareas que nos propusimos, ya que, en esta ocasión, la decisión de lo que se haría no era solamente de uno, nosotros mismos teníamos que hacernos tiempo semanalmente y organizarnos para la realización de las actividades que fueron conformando dicho proyecto. Dentro del desarrollo del mismo nos pudimos dar cuenta de que somos más capaces para dirigir una propuesta o iniciativa hecha por nosotros y así tomar mejores decisiones para completar cada tarea.

El proyecto al ser llevado a la primavera será para beneficio de los habitantes de Guadalajara, ya que ayudará a entender mejor las circunstancias en las que se encuentra el suelo y la atmósfera de la primavera, y en un momento determinado tomar acciones para el buen mantenimiento de aquellos espacios.

Lo mejor que se podría hacer es darle seguimiento al proyecto con el propósito de que se expanda a diferentes lugares de la ciudad para poder tener una red de sensores más amplia y así podamos obtener información de diferentes lugares y tener conciencia del estado de contaminación de más sectores, dando la información para posteriormente tomar medidas en caso de ser necesario con el objetivo de obtener mejoras en el entorno, beneficiando a nuestra comunidad.

### Aprendizajes éticos

Las principales decisiones que tomamos en el desarrollo del PAP fue la de lograr de manera más eficiente la colocación de módulos y sensores dentro del espacio del iteso, esto para reducir el costo al poner estratégicamente los módulos y reducir la cantidad de sensores y transmisores xbee, y cubriendo la mayor distancia dentro del ITESO.

La experiencia que nos llevamos es que cada proyecto puede llegar a tener un fin de gran utilidad. Se pudo observar que habrá algunas problemáticas desde el punto de la electrónica en las que no será difícil solucionarlas, pero serán de gran utilidad para propósitos del proyecto.

Aún sentimos que hay muchas cosas que debemos aprender, así que por el momento nuestra meta es trabajar para una empresa para seguir obteniendo conocimientos y en un futuro más lejano poder utilizar dichos aprendizajes para sacar el mayor provecho de proyectos próximos.

Para ser honestos nuestra visión de la realidad cambió un poco, esto en el sentido que antes al realizar proyectos no le veíamos ningún sentido en la vida real, pero en este caso, el proyecto tenía un propósito y el día que fuimos a la primavera pudimos entender la extensión de este propósito y entendimos de una mejor manera las aplicaciones que puede tener la electrónica para el beneficio de la sociedad.

El compromiso adquirido con nosotros mismos, nuestros compañeros y profesores, con nuestra institución y con la sociedad por la aplicación y beneficios que nuestro trabajo puede generar en un futuro para todos nosotros, nos motivó e incentivó a respetar siempre el trabajo de los demás, sus tiempos, dar individualmente nuestro mayor esfuerzo y ser honestos con nuestros conocimientos, aptitudes, habilidades y debilidades, aprendiendo del otro y teniendo humildad, compartiendo con los demás aquello que hemos aprendido a lo largo de nuestra carrera y sobre todo entendiendo que siempre hay mucho más por aprender y por hacer desde nuestra área para servir o beneficiar a nuestra comunidad y a la sociedad, adquiriendo un compromiso de servicio.

### Aprendizajes en lo personal

Ricardo: Para iniciar mi conclusión, debo aclarar que separaré los principales aspectos que me llamaron la atención dentro del proyecto.

Lo primero y más importante que aprendí fue que al realizar cualquier actividad o proyecto se debe tener en cuenta en la utilidad e importancia que tendrá la actividad que se esté realizando, esto con el propósito de siempre tener la meta final en mente y así poder ir ajustando y mejorando el proyecto paso a paso en el que lo estemos realizando.

En segunda quiero agregar que durante el transcurso del semestre pude ir aprendiendo poco a poco el seguimiento que debe tener un proyecto y pude darme cuenta de que siempre habrá cosas que no se tomen en cuenta y se sumarán al proyecto, así que siempre debemos calcular tiempo suficiente para la realización de cada tarea.

Gracias a las tareas que fuimos realizando, fuimos construyendo poco a poco un proyecto y pudimos utilizar habilidades que fuimos adquiriendo en el transcurso de la carrera, empezando con transmisión inalámbrica, prueba de sensores, detección de tramas, código para la restructuración de tramas y la manera de poder enviarlo a un servidor a través del internet.

Por último, puedo decir que en el transcurso del PAP pudo mejorar mi capacidad para la toma de decisiones, me hizo madurar en el ámbito de equipo y siempre escuchar lo que todos piensan antes de tomar una decisión como equipo.

Alexis:   
Como aprendizaje puedo decir que el tener la oportunidad de aprender sobre la comunicación que implica una red de sensores y su instalación y todas las pruebas que implicas y con eso poder aterrizar conceptos de la carrera a cosas más prácticas y reales, es una gran fortaleza que los alumnos pueden adquirir, teniendo contacto con temas que día a día (nos demos cuenta o no) pueden ayudarnos a mejorar nuestras vidas.  
  
Vida Digital es importante para los alumnos de diferentes carreras el llevar este proyecto, pues de cualquier forma se pueden vincular con las actividades que implican Vida Digital; es cierto que por ser un proyecto de tecnologías de la información se requiera más alumnos de electrónica o sistemas, pero en mi opinión, puedo decir que es un PAP bueno para cualquier carrera no solo aprendiendo cosas de tu carrera o algo diferente, sino interactuar con otros, es decir tener que trabajar en equipo o por tu ciento, dependiendo lo que requiera la meta del proyecto.

Quetzali:

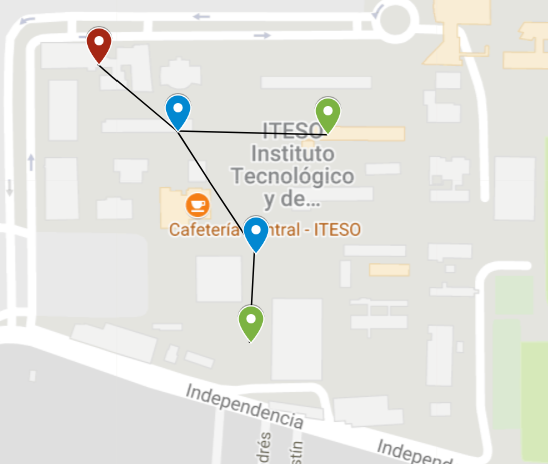
Son muchos y significativos los aprendizajes que puedo adjudicar a mi participación en este proyecto, aprendí a identificar fortalezas y debilidades personales y como equipo, a solucionar aquello en lo que no somos tan fuertes, a trabajar y colaborar como equipo, con diferentes formas de pensar y de actuar, aprendí a administrar tiempos de trabajo colaborativo e individual, aprendí a investigar y buscar información sobre lo que no se sabe, a comunicar mejor mis ideas. Esta experiencia también me sirvió para complementar y aplicar los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera, muchos de ellos en áreas que son de mucho interés para mí, sirvió para aprender lo que no me había quedado tan claro, para ver mi profesión aplicada en el servicio de la comunidad universitaria, me ayudó a ampliar mi perspectiva de posibles proyectos futuros.

Particularmente me dio bases para poder avanzar en un proyecto personal que está de cierta manera vinculado con todo lo aprendido en cuestiones técnicas y por supuesto, en la forma de plantear un proyecto, aprender presentar resultados, a probar y decidir por lo más conveniente y óptimo según la aplicación, proporciona herramientas tanto profesionales y personales para el desarrollo y crecimiento como próximo profesionista.

## 5. Conclusiones

Como podemos observar en los resultados en las diferentes pruebas entre los dispositivos en las ubicaciones anteriormente mencionadas, tuvimos éxito y pudimos mantener una buena comunicación entre los módulos en la totalidad de los puntos de prueba, por ello, confirmamos que la propuesta para establecer de manera fija aquellos dispositivos replicadores y el módulo coordinador que conformarán la red de sensores.

Cabe mencionar que, por cuestiones de distancias y líneas rectas, así como menos obstáculos a su paso, nosotros sugerimos como primera opción la propuesta número uno. Sin embargo, presentamos una segunda opción funcional.



Gracias al PAP pudimos entender que la mejor manera de utilizar nuestros conocimientos es en la realización de proyectos que tengan un propósito que nos satisfaga, ya que, al estar realizando, tiende a ser más fácil tener una perspectiva de lo que queremos o de lo que llegará a ser para motivarnos en el momento en que estamos haciendo el proyecto y nos puede dar ideas para mejorarlo en el transcurso de que se está creando.

## 6. Bibliografía

* Cedillo Méndez, J. L., Rafael Esteban, F., Salas Linares, L. O. (2010). Optimización de ancho de banda para sistemas gsm. (Tesis licenciatura). Departamento de ingeniería. Universidad Nacional Autónoma de México.
* DE LA FUENTE, Maria de Jesús. Sensores. [en línea] Valladolid, España. 24 p. [ref. 20 de enero 2011] Disponible en web: [http://www.isa.cie.uva.es/~ maria/sensores.pdf](http://www.isa.cie.uva.es/~)
* Dignani, J. P. (2011). Análisis del protocolo zigbee. (Tesis licenciatura) . Departamento de informática. Universidad Nacional de La Plata. Obtenido de <http://postgrado.info.unlp.edu.ar/Carreras/Especializaciones/Redes_y_Seguridad/Trabajos_Finales/Dignanni_Jorge_Pablo.pdf>
* Huircán, J. I. (s.f.). Reguladores de voltaje. Obtenido de Universidad de La Frontera Departamento de Ingeniería Eléctrica: <http://quidel.inele.ufro.cl/~jhuircan/PDF_CTOSII/reguieee.pdf>
* magis (2012) ITESO: el jardín botánico más importante del occidente. Obtenido de [http://www.magis.iteso.mx/content/iteso-el-jardín-botánico-más-importante-del-occidente-de-méxico](http://www.magis.iteso.mx/content/iteso-el-jard%C3%ADn-bot%C3%A1nico-m%C3%A1s-importante-del-occidente-de-m%C3%A9xico)
* Marchionni, Enzo Augusto Administrador de servidores. - 1a ed. - Buenos Aires: Fox Andina; Banfield - Lomas de Zamora: Gradi, 2011.
* regenbat. (2012). Obtenido de <http://www.regenbat.com/tipos-regenbat-regeneracion-baterias.php>
* Tapia, F. O. (s.f.). semanticscholar. Obtenido de <https://pdfs.semanticscholar.org/6f64/5f54541108feb43d18a9f606e22bdc8d888a.pdf>
* textoscientificos. (05 de Julio de 2005). Obtenido de <https://www.textoscientificos.com/energia/celulas>
* ZigBee Alliance Web Site – <http://www.zigbee.org>.

## 7. Anexos

* Definición del proyecto
* Cronograma
* Manual vida digital
* 1er Reporte de distancia
* 2do Reporte de distancia
* Reporte técnico la primavera
* Pruebas de ubicación de módulos
* Reporte de programas
  + Detección de tramas
  + Detección y generación de tramas
* Presentación PAP