

**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)**

**Vida Digital**



**ITESO**

Universidad Jesuita  
de Guadalajara

VD4L05 O2017 PAP Vida Digital

**Investigación y desarrollo de algoritmos y oportunidades en IoT**

**PRESENTAN**

Programas educativos y Estudiantes

Ingeniería en Sistemas Computacionales. Manuel Martínez Hughes

Profesor PAP: Mtro. Luis Eduardo Pérez Bernal

Tlaquepaque, Jalisco, diciembre de 2017

# ÍNDICE

## Contenido

REPORTE PAP .....	2
Presentación Institucional de los Proyectos de Aplicación Profesional .....	2
Resumen .....	2
1. Introducción .....	2
1.1. Objetivos .....	2
1.2. Justificación.....	3
1.3 Antecedentes .....	4
1.4. Contexto.....	6
2. Desarrollo .....	7
2.1. Sustento teórico y metodológico .....	7
2.2. Planeación y seguimiento del proyecto .....	9
3. Resultados del trabajo profesional.....	14
4. Reflexiones del alumno o alumnos sobre sus aprendizajes, las implicaciones éticas y los aportes sociales del proyecto.....	21
5. Conclusiones .....	23
6. Bibliografía.....	23
Anexos (en caso de ser necesarios).....	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

En este reporte se explican los elementos de algoritmos usados para el desarrollo de los diferentes elementos del proyecto de árboles ITESO, así como el procesamiento de imágenes para generar un orto foto y una investigación sobre las oportunidades para el uso de la nube a futuro.

## 1. Introducción

### 1.1. Objetivos

En este proyecto se busca que se obtenga la funcionalidad deseada de la aplicación Arboles ITESO, la cual en este momento tiene oportunidades de mejora en el servidor donde se hospeda la aplicación, de tal manera que se pueda observar una mejora en el funcionamiento de la generación de una ruta en el ITESO para llegar a un árbol en particular.

Para ello se comprobaba la funcionalidad del programa actual, de tal manera que se puedan identificar los detalles que pueda tener. Posteriormente se buscara optimizar o solucionar aquellos detalles que pudieran evitar que se genere un

funcionamiento óptimo. Finalmente se buscara confirmar que la implementación sea la correcta.

En el proyecto de procesamiento de imágenes, se buscara obtener una ortofoto, es decir, una foto que contiene la información de las otras, dándonos un amplio panorama del Bosque de la primavera.

Con el uso de un dron se pueden realizar análisis como el del NVDI, el cual nos permite observar los cambios en una vegetación en base a la escala de luz que refleja, la cual se puede sacar por medio de fotos aéreas. Con esto se busca organizar todas las fotos por medio de su ubicación geográfica y tener un panorama completo de lo que está sucediendo en el área que el ITESO tiene a su cuidado.

Para esto se instalaran los programas correspondientes para poder procesar las imagines, tanto el programa Mission Planner que nos sirve para georreferenciar las imágenes así como PhotoscanPro, para poder generar la ortofoto.

Con esto se busca que se preparen las fotos con su etiqueta de coordenadas, la cual se obtiene al asignar cada foto con la posición del dron el momento del viaje con la hora en la que se tomó la foto.

Después, con las fotos resultantes, se procesaran usando el programa PhotoScan Pro para obtener la imagen.

Una vez obtenida la foto, se investigaran los procesos usados en el software.

Con la investigación de las oportunidades de almacenamiento en IoT, se busca encontrar las mejores soluciones de almacenamiento en un futuro cercano, de tal manera que se tenga una opción ya evaluada.

Esto se realizara buscando y comparando los diferentes proveedores de soluciones que existen en el mercado, los cuales serán analizados para determinar qué tipo de servicio es conveniente.

## 1.2. Justificación

La aplicación Arboles ITESO fue hecha con el propósito de que la comunidad del ITESO, como lo son alumnos, profesores y empleados sean capaces de consultar la información de los árboles que se encuentran dentro del campus, así como una forma eficiente de llegar a su ubicación de manera rápida y eficiente.

En este semestre se busca optimizar el algoritmo para la generación de rutas, ya que este tiene oportunidades de mejora, por lo que un ajuste serviría incluso para proyectos a futuro.

El algoritmo A\* es uno de los algoritmos más usados en el trazo de rutas en diversos tipos de aplicaciones, principalmente porque es uno de los más eficientes en su búsqueda, ya que busca un peso de la ruta, en base a eso considera las rutas más cortas y eficientes.

Con esto se busca que la aplicación esté lista para ser distribuida, lo cual ayudaría a la comunidad del ITESO, ya que esta herramienta ayudaría al monitoreo remoto de los árboles, permitiendo que la información este siempre al alcance de los encargados de la salud de los árboles, así como alumnos que podrían tener algún trabajo de investigación.

El proyecto del procesamiento de imágenes tiene como objetivo tener una mejor información en lo que respecta a la salud del área del Bosque de la Primavera que se encuentra bajo cuidado del ITESO. Con este proyecto se pretende tener una mejor observación a través de imágenes obtenidas por un dron en comparación con las obtenidas por satélite. Por esto mismo, su procesamiento permitirá tener una visión completa del área en cuestión.

Esto permitiría que se tuviera un control más preciso sobre la salud de los árboles y el área en cuestión, ya que a través de los métodos de lectura de infrarrojo se puede tener una idea de que se debería hacer en base a los resultados obtenidos.

Por otro lado, se busca que el resultado de esta investigación empiece a sentar las bases para que el ITESO desarrolle una aplicación similar con las necesidades que específicas que pueda requerir, lo cual beneficiaría a semestres posteriores.

La investigación sobre almacenamiento en la nube para IoT nos permite acceder a más recursos, y nos amplía la posibilidad de un mayor número de dispositivos que los que actualmente se usan, ampliando así también la posibilidad de que el proyecto extienda otras áreas.

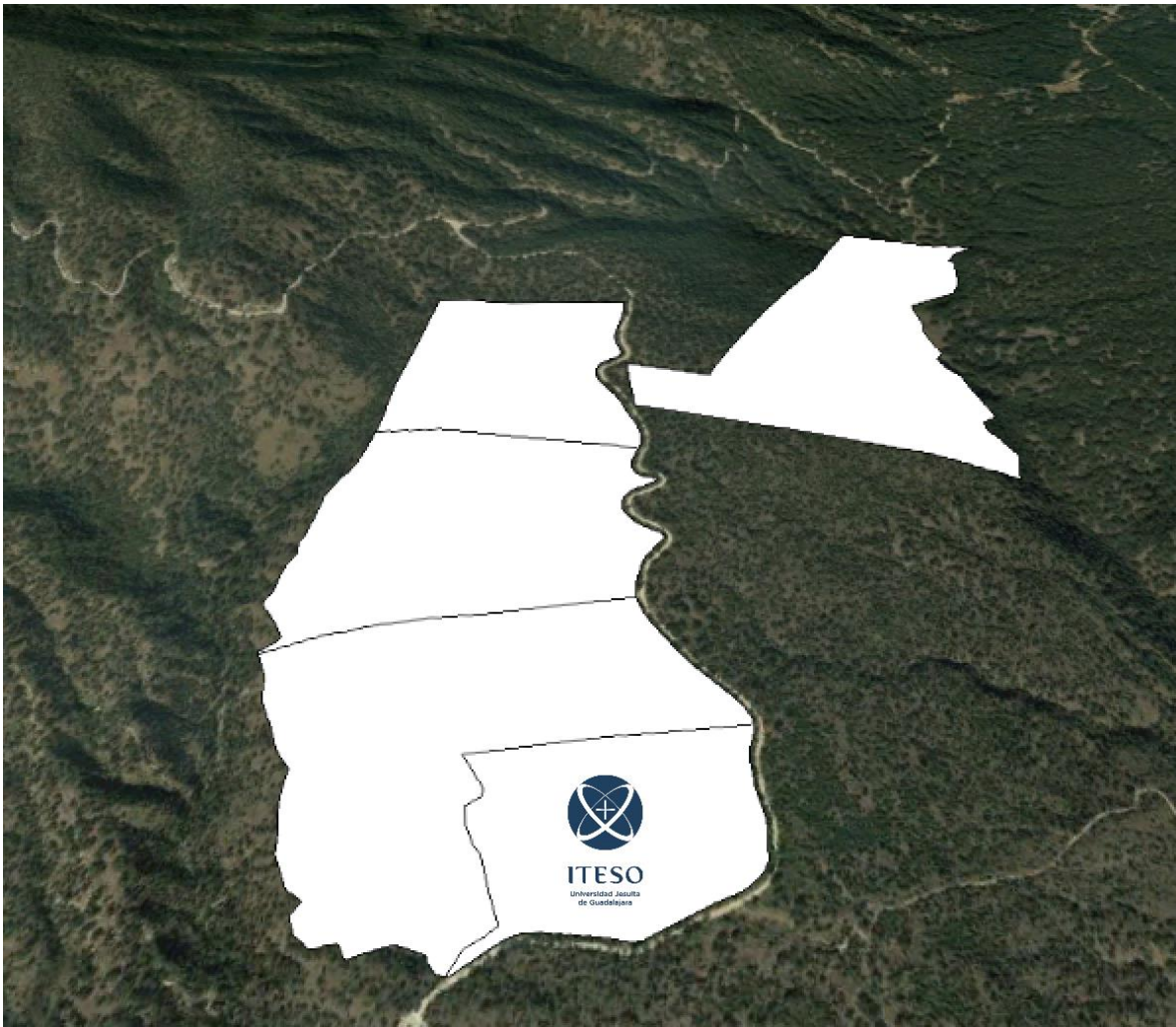
Esto beneficiaría a la infraestructura del PAP, así como todos los involucrados en el uso de los datos obtenidos por sensores, como son estudiantes y profesores encargados del PAP, puesto que se tendrían los datos seguros en la nube.

### 1.3 Antecedentes

El ITESO tiene 3766 árboles en sus instalaciones, los cuales comprenden 251 especies diferentes. Es necesario conocer la información correspondiente para poder darles el cuidado adecuado cuando lo necesiten.

Los arboles dentro del campus del ITESO ya se encuentran censados, de tal manera que se tiene un numero identificador y coordenadas geográficas, esto se aprovechó en la aplicación Arboles ITESO, de tal manera que se tiene una idea de cómo se puede acceder a los árboles en cualquier punto del ITESO.

Lo que busca este proyecto es mejorar aquella implementación ya existente de la aplicación arboles ITESO, de tal manera que pueda ser distribuida para su uso general, puesto que la aplicación solo necesita ser afinada.



[Terreno del ITESO en el Bosque de la Primavera]

El Bosque de la primavera es un área de extenso tamaño y la mejor forma de tomar una foto aérea actualmente son los drones, los cuales son dispositivos que actualmente nos dan la oportunidad de tomar fotos desde un ángulo perpendicular al suelo.

El ITESO actualmente cuida un terreno de 6.7 hectáreas del Bosque de la Primavera, el cual tuvo un incidente de incendio forestal, por lo cual el ITESO está llevando a cabo actividades de reforestación, por lo cual se genera el interés en usar tecnología para poder observar el estado de salud del área especificada. Una foto tomada por dron nos da una mejor definición que la que se puede obtener por medio de imágenes satelitales, lo cual sirve para revisar áreas grandes con más detalle.

El desarrollo de un software específico del ITESO para el procesamiento de las imágenes puede ser de mucha ayuda, ya que el software existente es de licencia, por lo que no se puede tener en más de una maquina sin haberlo comprado antes.

Por otra parte, conocer los algoritmos en los que está basado este software permitirá sentar las bases para que este software pudiera ser desarrollado en algún momento, con los requerimientos necesarios para este PAP.

Conforme la tecnología ha avanzado, se tienen mejores formas de acceder y almacenar información, la nube es una herramienta que nos permite tener esa información en línea, lo cual nos permite que esté disponible en casi cualquier lugar donde podamos acceder al internet, también es necesaria para poder mantener ciertos servicios en línea.

El manejo de dispositivos que almacenan información, sobre todo si estos se dedican a recopilar información y enviarla, necesita una forma eficiente de mandar esa información a un servidor el cual guarda esos datos para luego ser usados como se tenga planeado.

El aumento de la cantidad de nodos y su apropiada conexión a internet u otros medios, así como las propuestas de ampliar el uso de dichos nodos a diferentes áreas de la ciudad hace necesario que se analicen las posibilidades de usar medios en la nube para el almacenamiento de los datos, facilitando su recolección y análisis.

#### 1.4. Contexto

En el campus ITESO, se tienen muchos árboles ya censados, lo cual nos ayuda a saber de su posición, sin embargo, es difícil encontrar la forma más rápida de llegar a un árbol actualmente.

La aplicación de Arboles ITESO se desarrolló para resolver esa necesidad, sin embargo, el algoritmo de la aplicación sigue teniendo áreas de mejora, por lo cual se pueden hacer modificaciones para que esta funcione de una manera más óptima.

En el ITESO se pueden encontrar 3766 árboles, los cuales están registrados y numerados.

La necesidad de observar los datos de los árboles, como pueden ser humedad, temperatura, pH, etc. Con la facilidad de hacerlo en cualquier momento, y saber dónde se encuentra dicho árbol es lo que motiva el uso y mejora de la aplicación.

El ITESO se hace cargo de un terreno de 6.7 hectáreas en el bosque de la primavera, el cual tiene actividades de reforestación, lo cual hace muy importante



que se tenga un control de la salud de los árboles plantados, para asegurar un crecimiento adecuado.

El profesor Luis Eduardo Pérez Bernal cuenta con un dron con una cámara adaptada para poder tomar estas fotos, el cual tomara fotos del área en el bosque de la primavera, de tal manera que se pueda generar una ortofoto usando el software necesario. Este software usa una licencia, por lo que para que se pudiera usar más este tipo de herramientas por más personas, se considera que en el ITESO se desarrolle un programa capaz de hacer lo que el programa existente hace, pero sin la necesidad de comprar la licencia y con características que puedan ser relevantes.

En el ITESO y en el bosque de la primavera se tienen diversos dispositivos, los cuales mandan información a servidores, los cuales almacenan esos datos para luego ser utilizados como se necesite. Sin embargo, conforme se empiecen a usar más dispositivos, va a ser necesario que se tengan listas nuevas formas de almacenamiento que cumplan con los requisitos que necesite el ITESO, como pueden ser tamaño de almacenamiento, ya que las tramas de los nodos usan memoria y en dado caso que se empiece a ampliar el uso de nodos a lugares fuera del ITESO, como lo puede ser la zona metropolitana de Guadalajara, haría necesario que se usen elementos conectados a la red para recuperar y analizar esos datos de manera remota. Por lo que analizar las características que ofrecen servicios en la nube dedicados a estas actividades sería conveniente.

## 2. Desarrollo

### 2.1. Sustento teórico y metodológico

Para mejorar la aplicación de Arboles ITESO se manejan varios conceptos de programación y algoritmos usados para buscar las rutas más cortas en planos dados.

El algoritmo A\* es comúnmente usado con este propósito ya que es una algoritmo de búsqueda en grafos, inspirado en el algoritmo de Dijkstra para la búsqueda de la ruta más corta.

El algoritmo A\* se puede definir como  $f(n) = g(n) + h(n)$  donde  $g(n)$  es el camino desde el nodo inicial y  $h(n)$  es la heurística usada para determinar la ruta más con peso más bajo.



La heurística para este algoritmo consiste en que el nodo más próximo al destino es el que elige, constantemente corroborando el peso de cada salto que hace entre nodos para mantenerse buscando la ruta con menor peso.

“An efficient implementation on A\* needs a priority queue for storage of the candidate (or opened) nodes.” *Zeng, W. Church, R. L. (2009).*

El uso de la cola de prioridad nos permite trabajar con la heurística previamente definida, asegurándonos de que en efecto se busca la ruta más corta.

Una cola de prioridad es una estructura de datos que le asigna un valor o prioridad a un elemento, en este caso un nodo, y en base a eso toma sus decisiones considerando que prioridad tienen los elementos que la conforman.

Esta implementación se hará en lenguaje PHP para poder ser usado como un servicio web, el cual es llamado por la aplicación Arboles ITESO, lo que significa que no se tiene que modificar el código de dicha aplicación directamente.

En lo que respecta al procesamiento de imágenes obtenidas por medio de dron, se utilizan varios conceptos, iniciando con el producto conocido como Ortofoto.

La ortofoto consiste en una imagen generada por el uso de múltiples imágenes con vista aérea presentando una vista de la tierra a modo de plano.

Un dron es un aparato, usualmente volador, que son controlados remotamente o programados previamente con una ruta establecida.

Para la investigación sobre las oportunidades de almacenamiento en la nube, es relevante explicar el concepto de la nube.

La nube es considerada como un servicio de Tecnologías de la Información virtual, donde la infraestructura es accesible desde elementos separados dentro de una red.

Para el código del Sensiteso, se investigó el uso del tiempo Unix o Epoch, dependiendo de donde se esté investigando. Esta forma particular de tiempo cuenta los segundos transcurridos desde el 1 de enero de 1970 a las 00:00 horas.

Los nodos Sigfox que se usan en el ITESO envían el número como tal en vez de una fecha, por lo que una solución por parte del servidor fue necesaria.

Adicionalmente, esta problemática tenía adicionalmente el hecho de que el Tiempo Unix se encuentra en UTC, que es el Coordinated Universal Timezone, por lo que además se necesitaba ajustar a la zona horaria usada en Guadalajara.

## 2.2. Planeación y seguimiento del proyecto

### Descripción del proyecto

En la aplicación de Arboles ITESO se pretende alterar el servicio web en PHP que genera las rutas de tal manera que este haga una ruta más eficiente.

Para esto se pretende identificar los elementos que hacen que el algoritmo actual no sea tan óptimo en una forma de trabajar.

Se busca que la implementación del algoritmo A\* permita que las rutas sean las adecuadas, al hacer un análisis sobre si los nodos actuales son eficientes con el propósito de la aplicación.

En caso de ser necesario, se generara el código en PHP para poder hacer efectivo el servicio web en la aplicación.

Se busca obtener imágenes del bosque de la primavera por medio de un dron, con las cuales se procesaran primero para asignarles una coordenada geográfica.

Para georreferenciar las imágenes se usaran el software de Mission Planner, el cual nos permite asignar las coordenadas.

Posteriormente se procesaran las imágenes para obtener una ortofoto de toda el área por medio del software PhotoScan Pro.

Finalmente se realizara una investigación sobre los algoritmos usados por los programas para comprender su funcionamiento.

Para la sección de la investigación en almacenamiento en la nube se buscara la información ofrecida por los diversos proveedores de servicios en la nube, para lo cual se analizara cual es el más óptimo.

En Sensiteso se necesita alterar una condición “if” para agregar el uso de Nodos Sigfox que envían formatos Unix y otra en el caso de que el nodo no enviara información de fecha.

Se describe el siguiente desglose de actividades para completar los proyectos.

## Plan de trabajo

Actividades
Planeación del proyecto, introducción, definición del proyecto, desarrollo de cronograma, plan de trabajo.
1. Revisión de Arboles ITESO
1.1. Revisión del código
1.1.1. Análisis del funcionamiento del código.
1.1.2. Revisión del algoritmo.
1.2. Análisis del algoritmo A*
1.2.1. Investigación para implementación del algoritmo.
1.2.2. Implementación del algoritmo A*
1.2.3. Revisión del funcionamiento del software.
1.3. Revisión del software
1.3.1. Probar el software nuevo.
2. Procesamiento de imágenes por dron
2.1. Investigación del software a utilizar.
2.1.1. Chequeo de requerimientos de sistema
2.1.2. Instalación de versión de prueba.
2.1.3. Pruebas del software.
2.2. Obtención de imágenes
2.2.1. Recopilar imágenes provistas por el dron
2.2.2. Asociación de imágenes con coordenadas
2.3. Procesamiento de imágenes
2.3.1. Procesar imágenes a través del software.
2.3.2. Revisión de la ortofoto generada.
2.4. Realizar reporte
2.4.1. Realizar reporte sobre la foto generada y el software usado.
3. Investigación de oportunidades de almacenamiento en la nube
3.1. Investigación de necesidades
3.1.1. Analizar las necesidades u oportunidades de mejora
3.1.2. Analizar soluciones posibles
3.1.3. Analizar las soluciones viables
3.2. Investigación sobre soluciones
3.2.1. Investigar las soluciones viables

3.2.2. Comparar resultados de las soluciones
3.3. Reporte de investigación
3.3.1. Realización del reporte de investigación
3.3.2. Conclusión de la investigación
3.3.3. Entrega de reporte.

- Desarrollo de propuesta de mejora

## 1. Revisión de Arboles ITESO

### 1.1. Revisión del código

#### 1.1.1. Análisis del funcionamiento del código

Para esta parte se probó la aplicación arboles ITESO en un dispositivo Tablet con sistema operativo Android, con lo que identifiqué los detalles que tiene la aplicación como tal.

Se designaron ciertos números de árboles para probar la efectividad del algoritmo usando un punto de referencia determinado.

#### 1.1.2. Revisión del algoritmo.

Una vez detectados los detalles en el funcionamiento, se observará el código en PHP provisto por el profesor encargado. Lo cual permitirá identificar lo que este causando problemas para un funcionamiento adecuado.

Cualquier situación determinada con el algoritmo definirá el proceso a seguir con el proyecto.

### 1.2. Análisis del algoritmo A\*

#### 1.2.1. Investigación para implementación del algoritmo

En este punto se investigará como implementar el algoritmo A\* en lenguaje PHP, lo cual requiere el conocimiento de los requerimientos en programación orientada a objetos para lograr una implementación apropiada.

#### 1.2.2. Implementación del algoritmo A\*

Para este punto se implementará el algoritmo para tratar de generar el código en PHP. Tratando de adaptarse al formato que ya existe en PHP para asegurar que sea compatible con el sistema actual.

#### 1.2.3. Revisión del funcionamiento del software.

En esta etapa se busca realizar el “debug” tratando de encontrar cualquier problema que pueda tener el software nuevo de tal manera que se pueda implementar como parte de la aplicación.

### 1.3. Revisión del software

#### 1.3.1. Probar el software nuevo.

En esta etapa se buscara realizar las mismas pruebas que al inicio, tomando puntos de referencia específicos para comprobar el funcionamiento de la ruta.

## 2. Procesamiento de imágenes por dron

### 2.1. Investigación del software a utilizar.

#### 2.1.1. Chequeo de requerimientos de sistema

En esta etapa se asegurara que el equipo computacional a usar para esta parte del PAP sea el indicado para esta sección.

#### 2.1.2. Instalación de versión de prueba.

La versión de prueba de PhotoScan Pro se instalara, junto con el software Mission Planner, lo cual servirá para georreferenciar las imágenes pertinentes.

#### 2.1.3. Pruebas del software.

En esta etapa se asegurara que amos programas funcionen de manera efectiva y sin problemas dentro del equipo, en caso de que no, se buscara hacer todo desde el paso 2.1.1 en otro equipo.

### 2.2. Obtención de imágenes

#### 2.2.1. Recopilar imágenes provistas por el dron

En este momento se obtendrán las fotografías aéreas por medio de un dron en el bosque de la primavera, el cual es el área objetivo de la ortofoto.

#### 2.2.2. Asociación de imágenes con coordenadas

Para esta parte se usara el software Mission Planner para georreferenciar las fotografías con los datos de ruta del dron, asegurándonos que sea más fácil para el programa PhotoScan el análisis de la imagen.

### 2.3. Procesamiento de imágenes

En esta sección se usaran los elementos generados por el programa, generando así la ortofoto.

Como esta sección requiere mucho tiempo de espera por el uso de recursos computacionales dentro del equipo del estudiante, se hará una investigación con el propósito de comprender el funcionamiento de los algoritmos que funcionan en este caso.

## 2.4. Realizar reporte

### 2.4.1. Realizar reporte sobre la foto generada y el software usado.

En esta sección se realizara el manual técnico, el cual es un anexo, junto con la investigación sobre los algoritmos usados por el programa.

## 3. Investigación de oportunidades de almacenamiento en la nube

### 3.1. Investigación de necesidades

#### 3.1.1. Analizar las necesidades u oportunidades de mejora

Aquí se identificara en que se puede beneficiar el PAP con el uso de la nube, a consideración se decidirá qué tipo de servicio es el indicado así como empezar a identificar los posibles proveedores que pudieran ser usados.

#### 3.1.2. Analizar soluciones posibles

En esta parte se observara que proveedores existen, aquí se investigaran todos los relevantes al área, tipo de servicio así como se empezara a excluir los que no sean tan viables. En este punto se enviaron las solicitudes de información a aquellas empresas que así lo soliciten.

#### 3.1.3. Analizar las soluciones viables

Una vez identificados los proveedores de servicios, se empezara a sesgar que opciones son realmente pertinentes al proyecto así como descartar las que no sean tan convenientes.

### 3.2. Investigación sobre soluciones

#### 3.2.1. Investigar las soluciones viables

En esta parte se empezara a checar a fondo que es lo que ofrece cada solución de tal manera que se pueda designar que beneficio puede tener dicho proveedor.

#### 3.2.2. Comparar resultados de las soluciones

En esta parte se realizara una comparación con los productos del punto 3.2.1, así determinando que solución pudiera ser la más conveniente en este PAP.

### 3.3. Reporte de investigación

#### 3.3.1. Realización del reporte de investigación

En esta sección se designara la propuesta a los encargados del PAP, expresando porque se llegó a esa solución.

### 3.3.2. Conclusión de la investigación

En esta parte se presentara la propuesta.

### 3.3.3. Entrega de reporte.

Aquí se entregaran los documentos pertinentes al desarrollo de la propuesta.

## 3. Resultados del trabajo profesional

### Aplicación Arboles ITESO

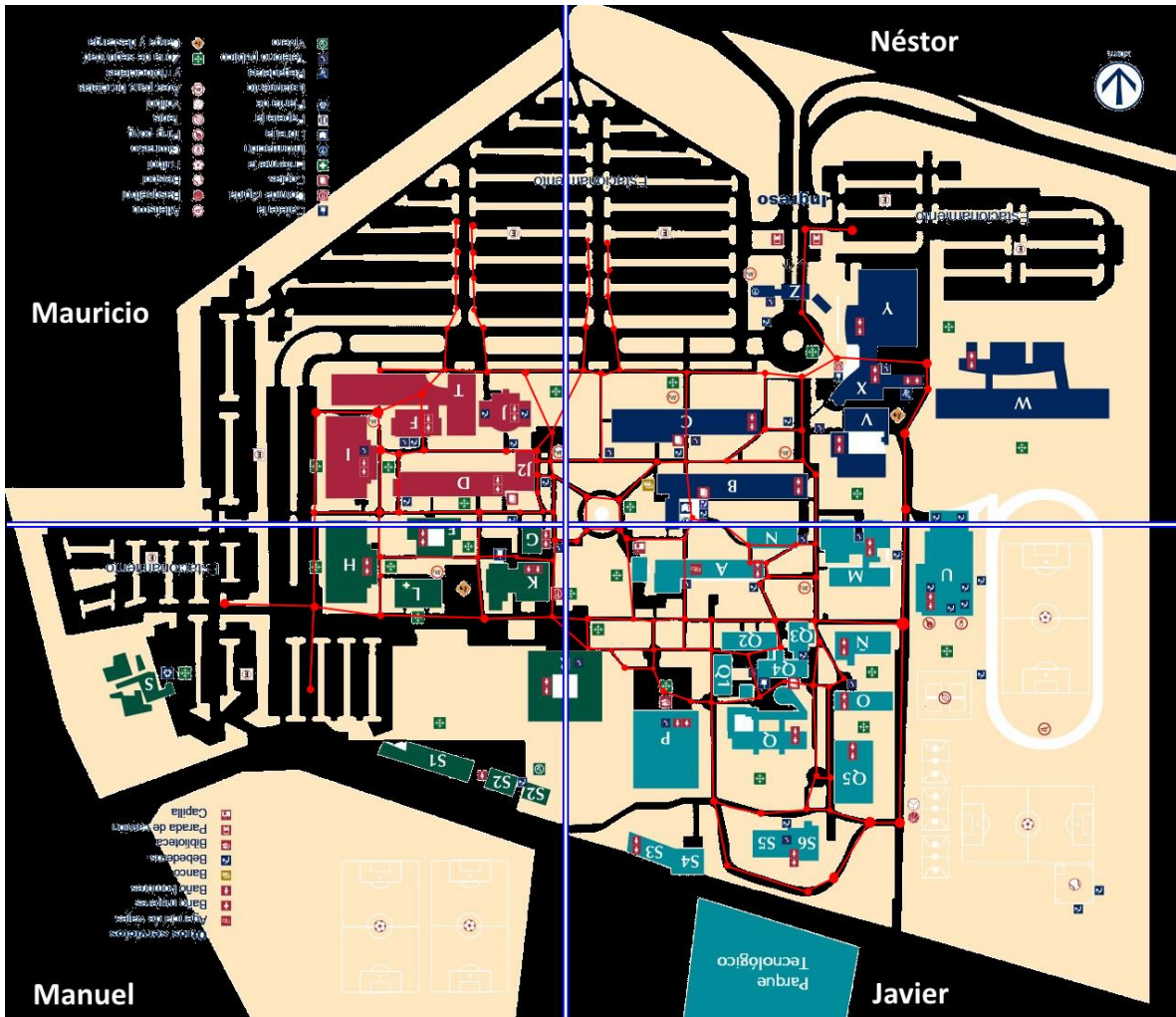
Para el desarrollo del algoritmo A\* para su uso en la aplicación Arboles ITESO, se analizó toda la documentación otorgada, así como desarrollo del mismo algoritmo en otros lenguajes para su transcripción al lenguaje PHP.

Lo que se hizo para comprobar los datos de la aplicación fue probar en un dispositivo dentro del ITESO, como es el ejemplo del Árbol 404, ubicado enfrente del edificio T, estas pruebas se efectuaron sistemáticamente en las mismas locaciones pero con diferentes árboles.



Sin embargo surgió la inconveniencia de que la base de datos que contiene los nodos a usar no es compatible con dicho algoritmo, por lo que se requiere un nuevo mapeo total de las instalaciones del ITESO.





[Representación del mapa usado por la aplicación Arboles ITESO. Otorgada en la documentación]

Para esto faltó tiempo, puesto que se intentó usar el mismo software de Mission Planner para conseguir un mejor mapeo del ITESO, sin embargo ese software, así como google maps y google earth resultan un poco inexactos como para lograr un mapa de nodos con distancias equitativas, de haber sido identificado más pronto como uno de los detalles que hacían que esta aplicación no fuera la más óptima hubiera sido tratado de solucionar con mayor prontitud.

Así mismo el algoritmo se desarrolló como practica en java para luego tomar una estructura similar en PHP, sin embargo, el sistema GET usado en el PHP resulto algo más complicado para adaptar, especialmente si la base de datos de nodos no es efectiva con dicho algoritmo.

Como resultado se encontró lo que hace que esta aplicación no tenga la funcionalidad esperada.

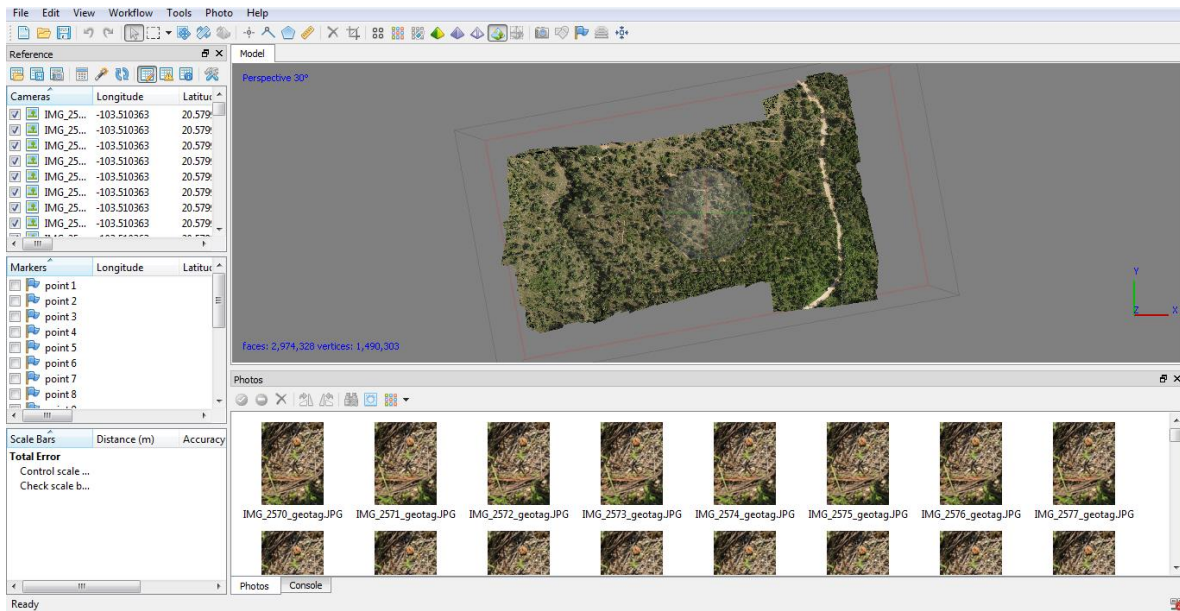
Procesamiento de imágenes por medio de Software:

Se generó una ortofoto para el trabajo del análisis de las imágenes obtenidas por medio de un dron. Parte de este proyecto fue ver los algoritmos usados en el procesamiento de la foto, si bien estos algoritmos son muchos en cada una sus etapas, es muy útil darse cuenta que existen.

Se realizó el georreferenciado de varias imágenes obtenidas por un dron, las cuales se guardaron en folders respectivos para su uso en el software de Photoscan.



[Dron usado para obtener las imágenes.]



[Imagen del Software PhotoScan ya después que se realizaron todos los análisis]

En Photoscan, se realizaron los procedimientos necesarios para que se generara la ortofoto requerida.

En los que se generaba la ortofoto se realizó una investigación sobre los algoritmos que usa PhotoScan para trabajar.

El software usado es el PhotoScanPro de Agisoft, el cual usa diversos algoritmos para poder funcionar y procesar imágenes.

Si bien la empresa no da con exactitud que algoritmos usa y como los usa, si confirma el tipo de algoritmo que se está usando.

Para el análisis se usa un algoritmo muy parecido al *SIFT* (scale-invariant feature transform por sus siglas en inglés)

Este algoritmo funciona de tal manera que se analizan las imágenes y se establecen puntos de referencia en base a distancia y profundidad, los cuales se van estableciendo en cada imagen y así se van armando las referencias.

Este algoritmo tiene varias etapas, por lo que usa diferentes ecuaciones con las cuales trabaja para realizar su trabajo.

Parte de la funcionalidad de georreferenciar las fotografías es que permita marcar los puntos similares en estas fotografías y así ir construyendo la ortofoto.

Para resolver el ajuste de la posición de la cámara, esto es, la ubicación de la foto con respecto al objeto, se usa un algoritmo conocido como *Bundle Adjustment*, el cual busca converger los rayos de luz en el punto focal de las cámaras.

Después, se usan algoritmos para hacer el cálculo de profundidad, los cuales están basados en estimaciones en base a las vistas múltiples. Este tipo de algoritmos son variados, pero tienen en común en que toman las coordenadas de los píxeles para hacer un estimado de su profundidad dada.

Todos estos algoritmos funcionan en base a teorías vectoriales y matrices, de tal manera que pueden generar datos de densidad.

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z_c \end{pmatrix} = C_{k_r} + \lambda_{k_r} R_{k_r}^{-1} K_{k_r}^{-1} p_{k_r}$$

[Ejemplo de una de las formulas usadas para uno de los algoritmos para calcular la profundidad.(1)]

Estos algoritmos funcionan de tal manera que pueden identificar las profundidades de los objetos a partir de árboles de vectores que generan por medio de un análisis.

Posteriormente simplemente mezcla las fotografías para generar una textura para el modelo generado por el programa.

El resultado final de esta aplicación consta de una ortofoto, la cual representa un área determinada del Bosque de la Primavera.





[Foto generada por medio del programa Photoscan]

#### Investigación en almacenamiento en la nube:

En la investigación para el almacenamiento de datos en la nube, se consideraron la capacidad de almacenamiento así como el precio ligado a ese almacenamiento. Si bien estos proveedores ofrecen los diferentes servicios, estos no fueron una gran parte de las consideraciones puesto que como es de esperarse, aumentan el precio de los servicios.

En lo que respecta a la investigación de IoT, los diferentes proveedores tienen sus ventajas y desventajas en precios, como por ejemplo google, que tiene unos precios relativamente bajos pero su cobro se hace en dólares, lo cual no da una seguridad en lo que respecta a un precio estable, por otra parte, los servicios de Azure crecen de una manera bastante amplia, pero su versión más básica tiene un precio relativamente accesible.

Lo que son los servicios de Mbed y IBM no respondieron, por lo que no se puede dar una respuesta objetiva de sus servicios con lo que se tiene en su sitio web, ya que no vienen datos de precios o servicios como los otros dos sitios.

Una desventaja de los servicios de Google es que los precios de sus servicios se encuentran en dólares, mientras que los de Azure Microsoft se encuentran en pesos mexicanos.

Existen otras páginas como Aruba que incluso ofrece precios en euros.

	DTU	ALMACENAMIENTO INCLUIDO	ALMACENAMIENTO MÁXIMO	PRECIO DE DTU Y ALMACENAMIENTO INCLUIDO
B	5	2 GB	2 GB	~MXN\$94,78/mes
Estándar				
	DTU	ALMACENAMIENTO INCLUIDO	ALMACENAMIENTO MÁXIMO <sup>1</sup>	PRECIO DE DTU Y ALMACENAMIENTO INCLUIDO <sup>2</sup>
S0	10	250 GB	250 GB	~MXN\$284,85/mes
S1	20	250 GB	250 GB	~MXN\$569,64/mes
S2	50	250 GB	250 GB	~MXN\$1,424,54/mes

[Página de precios de Azure]

En lo que respecta a precios y almacenamiento para SQL, Azure tiene el paquete más básico que incluye 2 Gigabytes de almacenamiento, considerando el DTU, que son los recursos que ofrece Microsoft para hacer los procesos de la base de datos.

Machine Type	Virtual CPUs	RAM (GB)	Maximum Storage Capacity	Price (\$/hour)	Sustained Use Price (\$/hour)
db-f1-micro	Shared	0.6	3,062 GB	\$0.0150	\$0.0105
db-g1-small	Shared	1.7	3,062 GB	\$0.0500	\$0.0350
db-n1-standard-1	1	3.75	10,230 GB	\$0.0965	\$0.0676
db-n1-standard-2	2	7.5	10,230 GB	\$0.1930	\$0.1351
db-n1-standard-4	4	15	10,230 GB	\$0.3860	\$0.2702
db-n1-standard-8	8	30	10,230 GB	\$0.7720	\$0.5404
db-n1-standard-16	16	60	10,230 GB	\$1.5445	\$1.0812

[Tabla de precio de Google Cloud Computing]

Por otro lado, google cloud computing ofrece precios basados por hora, y un poco más de almacenamiento base, este sin embargo, no tiene precios en pesos y sus tarifas de cobro son en base a horas, por lo que es un precio más variable.

Si analizamos un poco las ventajas de almacenamiento por costo, de cierta manera es más óptimo usar el servicio más básico de google ya que da un poco más de almacenamiento por parte de su nube, sin embargo el hecho de que cobre por horas usadas más que por una tarifa fija, y que sus precios no sean observables en pesos lo deja como una opción algo riesgosa considerando las fluctuaciones que tiene la moneda.

Anexo:

En el proyecto de sensiteso simplemente se hicieron las modificaciones necesarias para el buen uso del código.

Para esto se agregaron varias condiciones para definir qué pasa en cada situación donde se definieron como TS, TU o TN, donde cada uno representa una forma de enviar un formato de fecha, sin embargo en el caso de TN, se crea una fecha en el momento.

Entre las complicaciones que surgieron en esta parte, fue el hecho del manejo de las zonas horarias, ya que aunque php genera maneja de manera interna este tipo de datos, incluyendo horarios de verano, se debe configurar el objeto que contiene la fecha para este en esa zona horaria, independientemente de lo establecido por el servidor.

```

} elseif(isset($request["tu"])){
    /**
     * La variable Depoch se usa para guardar el dato Epoch.
     * den es una variable DateTime tomando la información del Epoch.
     * Despues se establece la zona horaria de México dado que Epoch trabaja en UTC, que es el Coordinated Universal Time y esta en la zona horaria
     * de Greenwich.
     * PHP maneja la zona horaria por si solo, por lo que no necesita ajustes de Horario de Verano.
     */
    $depoche = $request["tu"];
    $den = new DateTime("@".$depoche);
    $den->setTimezone(new DateTimeZone('America/Mexico_City'));
    if(!$den){
        echo "ID:". $request["id"].";RS;Incorrect;";
        return;
    }
}

```

[Extracto del código generado en este anexo]

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

### Aprendizajes profesionales

Este proyecto me dejo muchas enseñanzas muy importantes, como la importancia de que mantenerse en horario programado, ya que cuando uno no lo hace, los



trabajos se empiezan a acumular y al final es más complicado mantenerse con el programa.

También descubrí la importancia de mantenerse actualizado con los diversos tipos de lenguajes y métodos de programación, ya que aunque conocía PHP, nunca había trabajado con su forma de framework, la cual es más orientada a recibir todo de SQL, lo cual nunca había usado.

Por otra parte entendí la importancia de la comunicación, ya que en uno de los proyectos al inicio no salía correctamente porque entendí los requerimientos mal, hasta que me los explicaron en persona, por lo que después ya solo tuve que arreglar lo que estaba haciendo se completó.

Me parece que es una forma de darme cuenta que es muy diferente a la materias llevadas y que hay que tener una estructura y organización personal más estricta consigo mismo para poder llevar las cosas en orden.

#### **- Aprendizajes sociales**

Estos proyectos me ayudaron a entender cómo funcionan las funciones interdisciplinarias, de tal manera que puedo ver la relevancia y alcance de este proyecto, ya que interactúe con compañeros de otras carreras y de un modo u otro lo que se hizo estaba relacionado con lo que ellos hicieron.

Pienso que muchas cosas que se hacen ahora en el PAP pueden aplicarse a lugares más allá que solo el ITESO.

Pienso que estos proyectos tienen bastante oportunidad de evolución en diferentes ambientes no solo en el ITESO.

#### **- Aprendizajes éticos**

Lo que en este PAP se aprendió fue que es mejor pedir ayuda y asesoría a alguien que pueda orientar en vez de por orgullo no poder terminar con los resultados esperados. Pienso que hubo muchas oportunidades de mejora en lo personal en mi manera de actuar que pudieron haber sido mejores para el uso de mucho de estos proyectos.

#### **- Aprendizajes en lo personal**

En este proyecto comprendí muchas cosas sobre cómo funcionan el internet de las cosas, lo cual me ayuda a comprender diferentes áreas de oportunidad dentro de mi área de aprendizaje, también me ayudo a entender que tengo que

aprovechar mis fortalezas para poder sacar los mejores beneficios de los proyectos a futuro.

## 5. Conclusiones

El proyecto de la aplicación arboles ITESO tiene muchas áreas de mejora, ya que no solo es el algoritmo en si lo que podría optimizarse, sino que también influye el hecho que los nodos actuales no son óptimos para la implementación de un algoritmo  $A^*$ , ya que no están distribuidos de una manera uniforme, lo cual es un obstáculo para que esto resulte de una manera óptima.

En el caso de que decida por crear un software de procesamiento de imágenes, es necesario hacer notar que los algoritmos que se usan para procesar las imágenes son bastante avanzados, por lo que recomendaría un grupo de varias personas dedicados a ese solo proyecto, ya que son elementos que necesitan de la comprensión de las teorías vectoriales y de matrices que estos algoritmos usan.

Como parte de la investigación sobre almacenamiento en la nube, considero que es una buena idea pensar en la solución más básica de cualquiera de las soluciones accesibles, el hecho de que algunas empresas no hayan contestado los correos para da una información de precios da una idea de que buscan ser proveedores de proyectos a su discreción, por lo que deberían quedar a consideración de los encargados del PAP solo cuando sea necesario.

Como parte del anexo de solucionar en PHP un código que necesitaba una actualización para funcionar con diversos nodos, pienso que quedo bien la modificación y debería ser probado sin problemas.

## 6. Bibliografía

(1) Multi-View Video Coding, consultado el 22 de noviembre de 2017: sitio web:

<http://www.epixea.com/research/multi-view-coding-thesis15.html>

(2004)Method and apparatus for identifying scale invariant features in an image and use of same for locating an object in an image, consultado el 22 de noviembre de 2017: sitio web:

<https://www.google.com/patents/US6711293>

(2011) Algoritms used in Photoscan. consultado el 22 de noviembre de 2017: sitio web:

<http://www.agisoft.com/forum/index.php?topic=89.0>

(2017) ¿Qué es el servicio Azure SQL Database?, Microsoft. Consultado el 22 de noviembre de 2017: sitio web

<https://docs.microsoft.com/es-es/azure/sql-database/sql-database-technical-overview#understand-dtus>

(2011) Almacenamiento en la Nube. Consultado el 22 de noviembre de 2017: sitio web:

[https://es.wikipedia.org/wiki/Almacenamiento\\_en\\_nube](https://es.wikipedia.org/wiki/Almacenamiento_en_nube)

(2017) Cloud SQL Pricing Consultado el 22 de noviembre de 2017: sitio web:

<https://cloud.google.com/sql/pricing?hl=es#2nd-gen-storage-networking-prices>

García, A. (2012). *Inteligencia artificial: fundamentos, práctica y aplicaciones*. San Fernando de Henares, Madrid: RC Libros.

Zeng, W. Church, R. L. (2009). *International Journal of Geographical Information Science*

#### Anexos

- 1.- Reporte Técnico Sensiteso
- 2.- Reporte Técnico Ortofoto
- 3.- sensiteso.php
- 4.- PapFoto.png