



FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

ANÁLISIS DE LAS TECNOLOGÍAS APLICABLES PARA LA DETECCIÓN DE
INCENDIOS FORESTALES EN LOS PARQUES DE LA CIUDAD DE QUITO.

Trabajo de titulación presentado en conformidad con los requisitos establecidos
para optar por el título de Ingeniero en Electrónica y Redes de Información.

Profesor Guía

MSc. Jorge Wilson Granda Cantuña

Autor

Andrés Javier Cárdenas Rivera.

Año

2017

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el estudiante orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema elegido y cumpliendo con todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de titulación”

Jorge Wilson Granda Cantuña
MSc en Ingeniería Eléctrica
C.I.: 170859418-7

DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

“Declaro haber revisado este trabajo, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los trabajos de titulación”.

Juan Andrés Vásquez Peralvo
Máster en Sistemas de Comunicación Inalámbrica
C.I.: 171764758-8

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes”

Andrés Javier Cárdenas Rivera

C.I.: 172035807-4

AGRADECIMIENTO

Ante todo quiero agradecer a Dios, por haberme llevado por el camino correcto para culminar con una etapa más de mi vida; a mis padres Vicente Cárdenas y Jacqueline Rivera, que siempre me ha inculcado los valores más importantes: el respeto, la honestidad, la responsabilidad y la sinceridad, que me han servido en la vida.

También expreso mi agradecimiento al Ing. Jorge Granda mi director de tesis por brindarme todo el apoyo necesario para la culminación de este proyecto.

Andres Javier Cárdenas Rivera

DEDICATORIA

Quiero dedicar el presente proyecto a Dios por brindarme la sabiduría necesaria para culminar este proyecto, a mis padres y hermanos, que me han apoyado incondicionalmente durante todo el transcurso de mi vida; en los buenos y malos momentos, donde nunca me han dejado solo, siempre he podido contar con sus consejos.

Y también quiero dedicar a mis abuelitos que estuvieron conmigo desde pequeño inculcándome siempre el respeto y gracias a ello soy una persona de bien. Por eso este título va dedicado a ellos.

Andrés Javier Cárdenas Rivera.

RESUMEN

Los incendios forestales son uno de los grandes problemas que se tiene en la actualidad con un gran impacto en el medio ambiente afectando áreas protegidas y de biodiversidad. Varios países se enfrentan con este problema en la épocas con mayor sequía (verano); mediante el uso de la tecnología como cámaras térmicas, cámaras de humo o monitoreo a través de satélites, para la detección de los incendios forestales y la determinación de su impacto.

El Distrito Metropolitano de Quito actualmente no cuenta con alguna tecnología para la mitigación de este problema; el Cuerpo de Bomberos y el ECU911 son las entidades que han estado al frente con el monitoreo constante de los parques de la ciudad de Quito. El objetivo este proyecto de titulación es de investigar y proponer alguna tecnología que ayude a detectar y monitorizar los incendios forestales en tiempo real, reduciendo significativamente la propagación de los incendios.

En la investigación contará con 4 etapas, comenzando con el marco teórico, el origen de incendios forestales, causas, características, impacto económico y social, también cuales son los sistemas de monitoreo y detección con los que cuenta la ciudad de Quito en la actualidad.

Por otro lado, en el capítulo 2 se tiene el análisis comparativo donde se analiza los tipos de tecnología que existen a nivel mundial para detectar incendios forestales con sus respectivas características técnicas, dimensiones, tipos de transmisión, funcionamiento entre otras especificaciones. Después, se identificará los sistemas de detección de incendios forestales que utiliza actualmente en el Distrito Metropolitano de Quito.

En el tercer capítulo se tiene resultados y discusión, donde se entregan los resultados desarrollados en la investigación, mapas estadísticos, zonas de susceptibilidad, precipitación, humedad, resumen de los sistemas de incendios forestales etc. En el cuarto capítulo se menciona las conclusiones que se ha podido sacar durante la investigación y las recomendaciones sobre qué tipo de tecnología pueden ser implementadas en la ciudad de Quito.

ABSTRACT

Forest fires are one of the major problems, with a great impact on the environment affecting protected areas and biodiversity. Several countries are faced with this problem in times of great drought (summer); through the use of technology, such as, thermal cameras, smoke chambers or monitoring through satellites that can be detect forest fires and determine their impact.

Currently, The Metropolitan District of Quito doesn't count with some technologies for mitigation of this problem; the fire department and the ECU911 Are those who have been in charge of constantly monitoring parks in Quito. Because of that situation, this investigation in order to develop and use new technologies that monitor the forest fires in real time, reducing significantly the spread of fires.

This research will have 4 stages, starting with the theoretical framework in the first stage, origin of forest fires, causes, characteristics, economic and social impact, also the monitoring systems and detection systems used in the city of Quito in the present.

In the second step there are a comparative analysis where we will analyze types of technology that exist worldwide with their respective technical characteristics, dimensions, radio modules, operations, and others specifications. Afterwards, the forest fire systems currently occupied by the Metropolitan District of Quito will be identified, and the equipment that will be available for monitoring and detection.

In the third the results are delivered in the research, statistical maps, susceptibility zones, precipitation, humidity, number of fires of the last three years, summary of forest fire systems, etc. We will also mention the conclusions that have been drawn during the investigation and the recommendations on what type of technology can be implemented in the city of Quito.

ÍNDICE

Introducción.....	1
Alcance.....	2
Justificación.....	2
Objetivos.....	2
Objetivo general.....	2
Objetivos específicos.....	2
1. Capítulo I. Marco teórico.....	3
1.1 Definición.....	3
1.2 Causas de los incendios forestales.....	3
1.2.1 Provocados.....	4
1.2.2 Causas naturales.....	4
1.3 Características.....	7
1.4 Proceso de combustión de la madera.....	8
1.5 Clasificación de los incendio forestales.....	9
1.6 Efectos de los incendios forestales.....	10
1.7 Variables de comportamiento.....	11
1.8 Categorías para los incendios.....	12
1.9 Fases del incendio.....	12
1.10 Factores generales que inciden en el comportamiento de los incendios forestales.....	13
1.11 Capital humano en la lucha contra los incendios forestales	14
1.12 Evaluación de la situación de los incendios forestales.....	15

1.13 Factores en la evaluación de la situación.....	15
1.14 Impacto economico y social de los incendios forestales	16
1.15 Técnicas de investigación incendios forestales.....	18
1.16 Sistemas actuales de monitoreo y deteccion de incendios forestales.....	19
2. Capítulo II. Análisis Comparativo	23
2.1 Integra Open Space Fire.....	23
2.1.1 Componentes principales	25
2.1.2 Funcionamiento	26
2.1.3 Características	28
2.1.4 Aplicaciones.....	29
2.1.5 Especificaciones técnicas	29
2.1.6 Software.....	30
2.2 Fire Watch	32
2.2.1 Componentes principales	33
2.2.2 Características.....	34
2.2.3 Funcionamiento	35
2.2.4 Diferentes tecnologías: redes de sensores vs. Firewatch	37
2.2.5 Software.....	38
2.3 Libelium	39
2.3.1 Servicios.....	39
2.3.2 Waspmote Plug & Sense	40
2.3.3 Smart enviroment	41
2.3.4 Componentes principales.....	42
2.3.5 Especificaciones técnicas	45

2.3.6 Aplicaciones	46
2.3.7 Funcionamiento sondas de sensores	47
2.3.8 Modulos de radio	49
2.3.9 Programación aérea –OTA	500
2.3.9 OTA con 4G wifi por FTP	500
2.5 Cuadro de tecnologías.....	52
3. Capítulo III. Resultados y Discusión	54
3.1 Datos estadísticos	54
3.1.1 Efectos del cambio climático.....	54
3.1.2 Susceptibilidad a incendios forestales	55
3.1.3 Gestión de los incendios forestales	57
3.2 Especificaciones para el registro de datos	59
3.2.1 Instalación de las estaciones	59
3.2.2 Temperatura del aire.....	59
3.2.2 Humedad atmosférica.....	60
3.2.3 Precipitación atmosférica.....	61
3.2.4 Viento.....	61
3.3 Cuadro informativo de los incendios forestales.....	61
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	70
Conclusiones	70
Recomendaciones	72
REFERENCIAS.....	74
ANEXOS	78

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Causas de los incendios forestales.....	4
Figura 2. Mapa conceptual de los incendios forestales.....	6
Figura 3. Triángulo de fuego	7
Figura 4. Combustión de la madera.....	8
Figura 5. Incendios de superficie	9
Figura 6. Incendios de copa.....	9
Figura 7. Incendios subterráneos.....	10
Figura 8. Efectos de los incendios	10
Figura 9. Fases de los incendios forestales	12
Figura 10. Forma de combatir el fuego	16
Figura 11. Equipos IFEX.....	21
Figura 12. Cámara ISI3500.....	22
Figura 13. Integra Open Space Fire.....	23
Figura 14. Tecnología Open Space Fire (OSF)	24
Figura 15. Partes principales de OSF	25
Figura 16. Envío de haz electromagnético	26
Figura 17. Detección de humo	27
Figura 18. Envío de información al centro de control	28
Figura 19. Dimensiones del sistema OSF.....	30
Figura 20. Sistema Open Space Fire.....	31
Figura 21. Gestor de Dianas	31
Figura 22. Detecciones de humo Open Space Fire	32
Figura 23. FireWatch.....	32
Figura 24. Partes Principales de FireWatch.....	33
Figura 25. Sensor óptico.....	34

Figura 26. Torres de detección de incendios	35
Figura 27. Envío de información al centro de control	36
Figura 28. Centro de Control.....	36
Figura 29. Redes de sensores.	37
Figura 30. Localización de sensores.....	38
Figura 31. Envío de imágenes del incendio	38
Figura 32. Libelium.....	39
Figura 33 Waspote Plug & Sense	41
Figura 34 Smart Environment..	41
Figura 35 Smart Environment parte frontal y trasera	43
Figura 36 Smart Environment parte lateral	43
Figura 37 Parte lateral de la carcasa de la antena.....	44
Figura 38 Componentes de Waspote Plug & Sense	45
Figura 39 Dimensiones	46
Figura 40 Curva resistencia NTC y PTC.....	48
Figura 41 Tapas de protección para el sensor.....	48
Figura 42 Conectores de sonda de sensores.	49
Figura 43 OTA a través del protocolo FTP.....	51
Figura 44 OTA pasos por vía FTP	52
Figura 45 Cambios de temperatura 2012 a 2050.....	55
Figura 46 Mapa de susceptibilidad de incendios forestales	56
Figura 47 Incendios por mes y tipos del periodo 2015.....	59
Figura 48 Diagrama General para la detección de incendios.	65
Figura 49 Sensores Waspote.....	66
Figura 50 Meshlium Internet Gateway.	68
Figura 51 Conexión Meshlium Internet Gateway	69

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Velocidades de Propogación.....	11
Tabla 2. Cámaras del ECU 911 sur-norte plan fuego	20
Tabla 3. Parámetros de los sensores.....	42
Tabla 4. Aplicaciones de Smart Enviroment	46
Tabla 5 Módulos de Radio	49
Tabla 6 Resumen de tecnologías	53
Tabla 7 Situación anual de los incendios	58
Tabla 8 Datos estadísticos de los ultimos 3 años	63
Tabla 9 Módulos inalámbricos para la comunicación de radio	67

INTRODUCCIÓN

Los incendios forestales, se ha registrado en su mayoría mediados de junio hasta septiembre en la ciudad de Quito; en el 2015 por incendios forestales, las pérdidas fueron de \$9,5 millones, más de 2300 hectáreas de bosque quemadas superando el 31% que se registraron en el 2014. El 2012 también fue muy grave, debido a que 4800 hectáreas fueron quemadas y el impacto económico representó \$50 millones. (Cuerpo de Bomberos, 2015)

Según el Informe de Situación 38 – Incendios Forestales dice que: “Durante el año 2016, hasta la fecha, los incendios forestales (INF) mayores a 5 hectáreas han ocasionado la pérdida de 2.894,76 hectáreas de cobertura vegetal en 135 eventos registrados.” (Secretaría de Gestión de Riesgos, 2016).

En un incendio forestal, el fuego que puede propagarse independientemente por una zona de vegetación, ya sea parques o cultivos; estos pueden originarse por causas naturales o causas antrópicas.

Las causas naturales pueden ser comunes, debido a la caída de un rayo producido por tormentas eléctricas, por otra parte, también suele suceder a la actividad volcánica. Las causas antrópicas son las más comunes, ya que involucra la presencia del hombre en las zonas de vegetación, que van acompañados de materiales que pueden ocasionar un incendio.

Estos tipos de incidentes que ocurren, pueden ser manejados en tiempo real mediante el uso de tecnología de vanguardia que ayuden a detectar los incendios.

Dentro del mercado mundial existen diferentes tecnologías que pueden resolver estos problemas de los incendios forestales y unas de ellas es la utilización de redes sensoriales inalámbricas, detección de tecnología con infrarroja y cámaras ópticas, que tienen como objetivo una vigilancia de todo el territorio forestal.

ALCANCE

El alcance de esta investigación consiste en realizar un análisis comparativo de carácter técnico sobre las tecnologías aplicadas a la detección y monitoreo de incendios forestales adaptables a zonas vulnerables en la ciudad de Quito, en particular los parques metropolitanos.

JUSTIFICACIÓN

Debido a que se ha registrado gran cantidad de incendios forestales en la ciudad de Quito, este proyecto de investigación tiene como resultado una recopilación de información sobre las tecnologías para la detección de incendios forestales más óptimos, las cuales solucionarán de cierta manera el impacto: económico, social y ambiental.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Analizar qué tipo de tecnologías existen a nivel mundial con el sistema de prevención y vigilancia para incendios forestales.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar un estudio que permita identificar las zonas más afectadas por los incendios forestales en la ciudad de Quito, especialmente en los parques metropolitanos.
- Generar mapas de localización de incendios.
- Proponer una solución tecnológica para la detección y control de incendios forestales.
- Determinar costos de la solución propuesta.

1. CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO

1.1 DEFINICIÓN

Se puede mencionar que un incendio forestal es un fuego que se propaga en una zona o área de vegetación ya sea en parques o áreas agrícolas, que pueden ser provocados por el hombre o la naturaleza; el fuego se propagará rápidamente por factores como: el viento, la temperatura, la humedad entre otros. Para comprender mejor del tema de los incendios forestales se mencionará una definición tomada de un investigador que dice:

“El termino incendios forestales se refiere a los incendios (sean de origen natural o antrópicos) que ocurren en los ecosistemas terrestres y que se propagan por la vegetación, sean bosques o de cualquier otro tipo; es decir, también se los podría denominar incendios de montes o incendios de vegetación ya que los incendios forestales se extienden y se propagan por la vegetación sin ningún control humano dejando un grandes daños ecológicos ambientales.” (Pausas Juli, 2012)

1.2 CAUSAS DE LOS INCENDIOS FORESTALES

En las causas de los incendios forestales se tiene: por factores de la naturaleza o la más común que es por la provocación de los humanos; por causas naturales pueden ser por caídas de rayos o erupciones volcánicas, mientras que los incendios provocados por los humanos suele ser por: fogatas, fumadores, quema de basuras, quemas agropecuarias etc.

En la figura 1 se visualiza causas de los incendios, mismos que se detallan en los 1.2.1 y 1.2.2.



Figura 1. Causas de los Incendios forestales.

Tomado de Editor, 2014

1.2.1 PROVOCADOS

Los incendios forestales provocados suelen ser por personas irresponsables que no tienen los conocimientos necesarios sobre el tema, sin tener en cuenta el daño que pueden causar, dentro de las causas principales, se menciona los siguientes:

- Cuando se lanzan colillas de cigarrillo encendidos en la vegetación.
- Cuando no se apaga correctamente una fogata.
- Cuando se deja objetos de vidrio, este es un elemento refractario, en otras palabras con el calor y el contacto de la vegetación seca produce fuego.

1.2.2 CAUSAS NATURALES

Los incendios forestales por causas naturales son de muy poca frecuencia, debido a que son provocados por la naturaleza entre ellos se tiene los siguientes:

- Debido a causas naturales como por ejemplo la caída de rayos o erupciones volcánicas en zonas de vegetación.

- Habitualmente en épocas de verano alcanzan niveles muy altos de temperatura.
- Ausencia de lluvias en la vegetación pueden ocasionar sequías y está a la vez que el fuego se propague fácilmente.
- Debido a la existencia de vientos fuertes hacen que se extienda rápidamente.
- Por tres elementos que son: oxígeno, calor y combustible.

En la figura 2, se desarrolla un resumen del tema causas de incendios forestales las cuales son causas estructurales y causas inmediatas. Dentro de las causas estructurales existen: la explotación de especies vegetales, el abandono de combustible en la vegetación etc.

Para las Causas inmediatas hay naturales y humanas; naturales por ejemplo la caída de rayos, mientras que humanas existen dos formas: intencionados o accidentales.

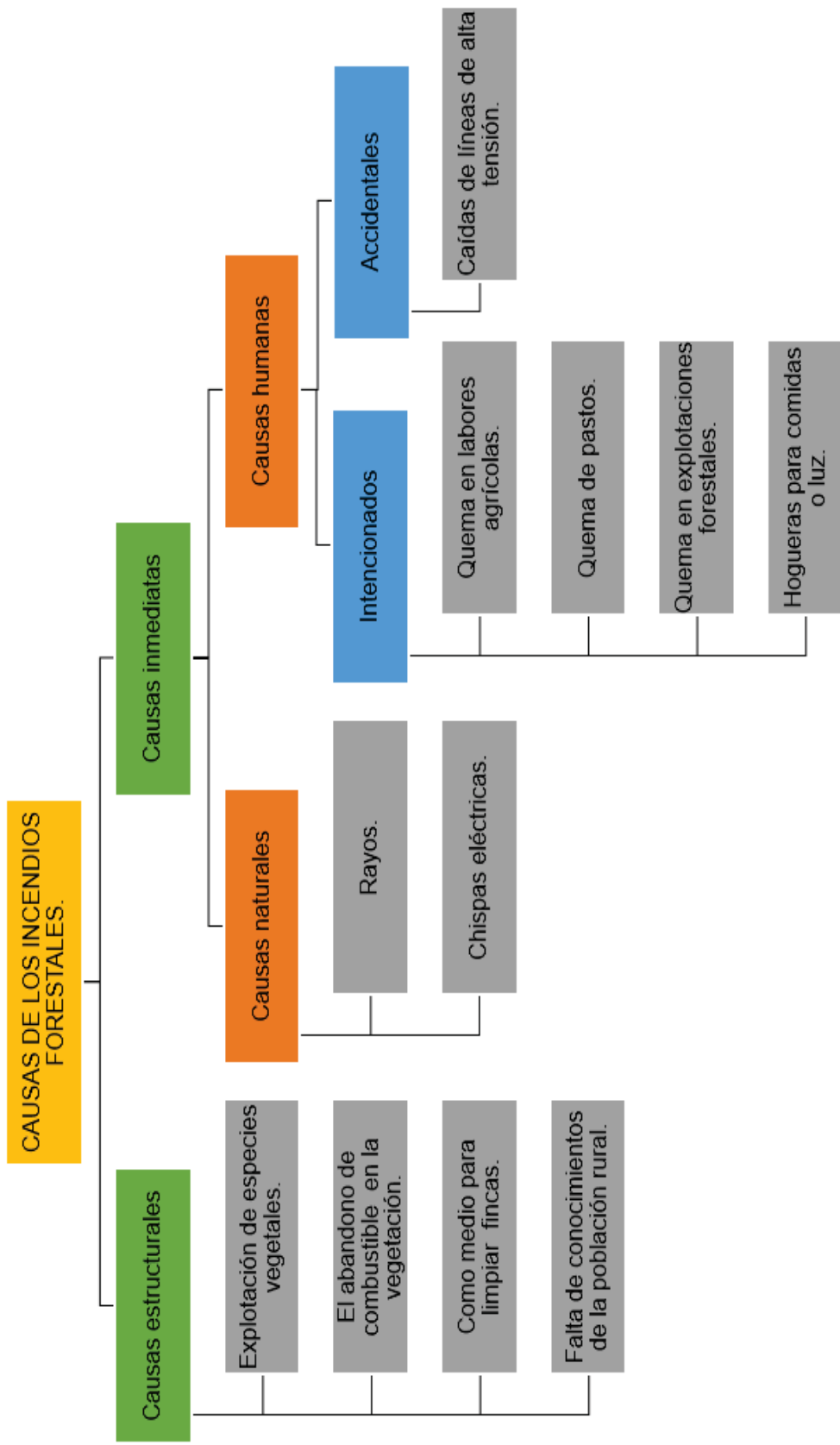


Figura 2. Mapa de causas de los incendios forestales

1.3 CARACTERÍSTICAS

Un incendio forestal puede suceder cuando se aplica una fuente de calor a un elemento inflamable. En este proceso es indispensable el oxígeno para que mezclado con los gases que desprenden combustible y el suficiente nivel de energía, provoque luz y calor.

En la figura 3 se tiene tres factores importantes que sirven para iniciar un incendio forestal estos son: calor inicial, combustible y aire. Con la combinación de los elementos mencionados; los incendios se propagan por todo el terreno forestal afectando a la vegetación.



Figura 3. Triángulo de fuego.

Tomado de Fogmaker, s.f.

Por lo general en los bosques se encuentran ciertos tipos de combustibles, según el tipo de combustible que encontremos, la reacción puede ser espontánea a la temperatura, entre ellos existen dos que son:

- Combustibles vivos: son plantas con contenido hídrico que necesitan de las lluvias o sequías.
- Combustibles muertos: estos se dividen en dos que son:
 - Ligeros: son inflamables y de fácil propagación.
 - Pesados: se secan lentamente, por ende se pueden prender fácilmente.

1.4 PROCESO DE COMBUSTIÓN DE LA MADERA

Dentro del proceso de combustión se encuentra una serie de fases, la cual comienza con la fase de precalentamiento que se caracteriza por el aumento de temperatura sobre la madera haciendo que expulse hasta 100 grados Celsius, todo el agua y a su vez va formando nubes de vapor de agua debido a la evaporación; mientras siga aumentando dicha temperatura las resinas que contenga serán expulsadas hasta lograr los 200 grados Celsius, por consiguiente el vapor aumentara poco a poco.

La siguiente fase es la de combustión de los gases y esta se mantiene de 300 – 400 grados Celsius; comienza con la mezcla de gases provenientes de la pirólisis de la madera, en otras palabras empezará la ignición de los gases combinados debido a que la madera está en su punto de inflamación.

Cuando comience el incendio de estos gases aparecerá el fuego o llama, en este punto la fuente de calor que daba energía a la combustión, va empezar generar más vapor de agua alcanzando los 600-1000 grados Celsius, en la parte de arriba comenzará una nube de vapor de agua, la combinación de gases no quemados y humos, comenzando a tomar un color azulada.

En la figura 4 se visualiza la última fase es conocida como combustión del carbón o también carbonización que se encarga de reducir todo a cenizas; esto empieza con la gran cantidad de humo y además la llama empezará a quemar alrededor del trozo de madera que se encuentra en esta fase.

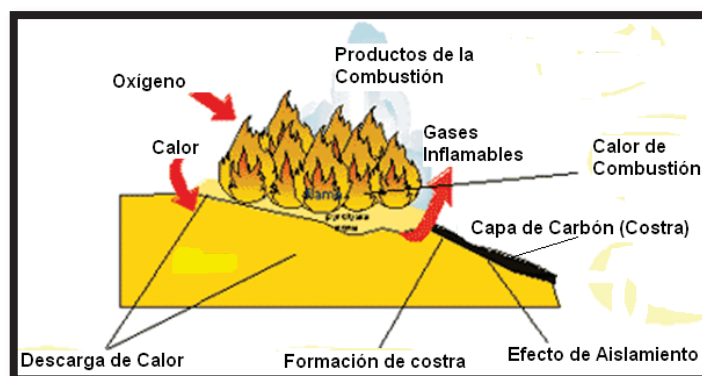


Figura 4. Combustión de la madera.

Tomado de Balarezo, 2015

1.5 CLASIFICACIÓN DE LOS INCENDIO FORESTALES

En los bosques se diferencian diversos tipos de incendios entre ellos están:

- Incendio superficial: se origina con la quema de hierbas, matorrales, pastos y restos vegetales que se encuentran en el suelo.



Figura 5. Incendios de superficie.

Tomado de Molina, 2015

- Incendio de Copas: se origina con la quema de copas de los árboles



Figura 6. Incendios de copa.

Tomado de Patzelt, 2009

- Incendio subterráneo: se origina con la quema de la capa de materia orgánica acumulada en el suelo incluido las raíces que se encuentran.



Figura 7. Incendios subterráneos.

Tomado de: 24 horas, 2014

1.6 EFECTOS DE LOS INCENDIOS FORESTALES

En el medio ambiente existen diferentes tipos de peligros, pero el más letal son los incendios forestales que van destruyendo grandes cantidades de vegetación forestal. Si un incendio quema todo el bosque como se observa la figura 8 en una zona específica, desgasta el contenido de materia orgánica del suelo y esto complica que éste absorba el agua. Con respecto a los humanos y animales no suelen escapar de este efecto, pues pueden terminar calcinados.



Figura 8. Efectos de los incendios.

Tomado de El ciudadano, 2014

No obstante los incendios forestales tienen su lado positivo, devuelven al suelo todos sus nutrientes después de la descomposición de la materia orgánica, además acaban con todas las plantas que contengan plagas. Por otra parte gracias a luz solar permitirá la germinación de las semillas y el comienzo de la vegetación.

1.7 VARIABLES DE COMPORTAMIENTO

Las siguientes variables hacen mención al desarrollo y a las formas que pueden presentar los diferentes incendios forestales, entre las principales existen:

- Velocidad de propagación: la velocidad se tomará en cuenta desde la cabeza o frente del incendio, generalmente se miden en metros/minutos o kilómetros/hora. Ante una falta de referencia la velocidad de propagación que se puede considerar es la siguiente tabla 1.

Tabla 1.

Velocidades de propagación

Lenta	Mediana	Alta	Muy alta	Externa
De 0 a 2 m/min.	De 2 a 10 m/min.	De 10 a 40 m/min.	De 40 a 70 m/min	Mayor 70 m/min.

Tomado de Bomberos mijas, 2010

- Calor por unidad de área: Es el calor producido por el fuego por unidad de superficie durante el tiempo que el incendio perjudica a la superficie. Esto se mide (Kcal/m²) en Kilocalorías por metro cuadrado.
- Longitud de llamas: con esta variable se utiliza para la intensidad del fuego, también se sabe medir en metros y puede variar según las circunstancias topográficas del suelo.

1.8 CATEGORÍAS PARA LOS INCENDIOS

Se dan de acuerdo a ciertos niveles y en diferentes fases que son:

- Nivel I Los incendios de pequeña dimensión.
- Nivel II Incendios de proporción mediana.
- Nivel III Incendios de gran magnitud. Cuando se requiere apoyo a nivel Nacional e Internacional.

(Comisión Nacional Forestal, pág. 21, 2010) (Gonzales, Rosero, pág.48, 2014)

1.9 FASES DEL INCENDIO

En la figura 9 se visualiza las tres fases de los incendios forestales que son la iniciación, propagación y extinción.

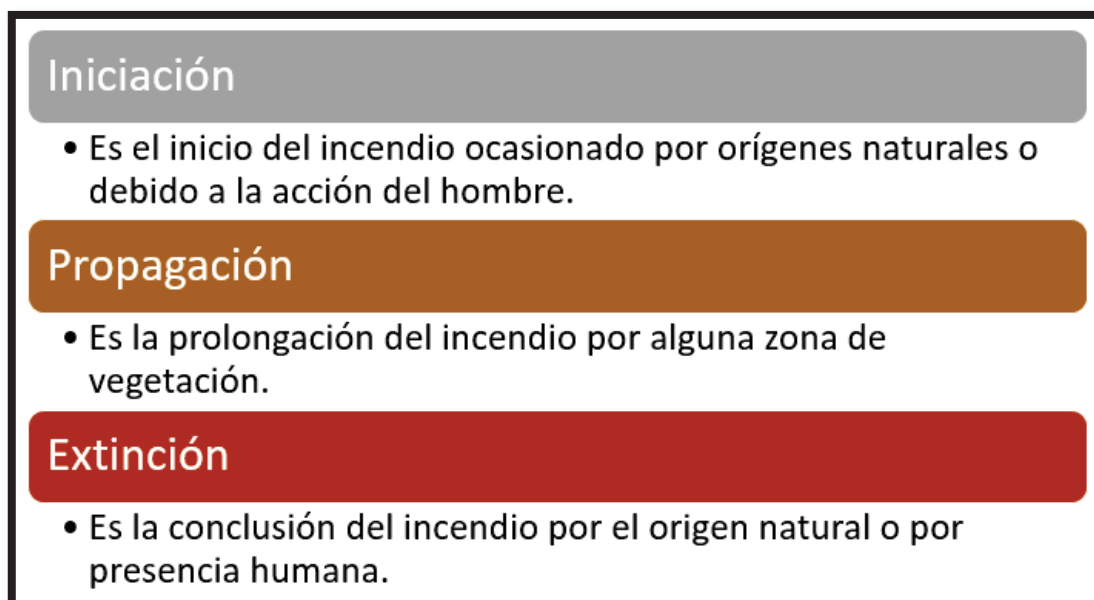


Figura 9. Fases de los incendios forestales.

La propagación del fuego va depender de las condiciones atmosféricas, de la topografía del sitio en que se origine y de la vegetación. Comúnmente se producen en climas que son secos, donde se puede observar que la vegetación sufre un estrés hídrico, incluso a vegetales como pinos que contienen resinas que favorece al incendio que se extienda mejor.

1.10 FACTORES GENERALES QUE INCIDEN EN EL COMPORTAMIENTO DE LOS INCENDIOS FORESTALES

Se tiene algunos factores que pueden incidir en los incendios forestales que son los siguientes:

- Características del tipo de combustible: estos dependen del tipo del árbol por ejemplo los pinos nuevos tienden a ser más extensa la propagación del fuego, mientras en los árboles abedules sucede todo lo contrario.
- Tamaño: con respecto a la dimensión, "Las ramas que tengan un diámetro de 0,5 cm, tienden a propagarse rápidamente, mientras que las ramas con un diámetro de 2 y 5 cm su propagación es menor." (Monti, 2014)
- Altura del combustible: tanto ramas como maderas suelen acumularse lo cual duplican la velocidad de propagación y la cabeza de llama.
- Humedad del combustible: de igual manera el autor dice que: "combustibles como finos o grandes tienden a una tasa inferior 5% lo cual la propagación será de igual manera, por otro lado si las tasas se mantienen de 5% a 10% los combustibles más finos se propagarían más rápido que los de gran tamaño." (Monti, 2014)
- Viento: es otro factor que como función tiene aumentar la propagación del fuego, por ejemplo si aumenta a una velocidad de 4 metros por segundo, la tasa de propagación se duplicaría si cuenta con el mismo tipo de combustible.
- La pendiente del terreno: "se duplica la tasa de propagación en pendientes que se encuentran a 30° por cada aumento de pendiente de 15°, desde los 30° el radio de duplicidad cae a 10°. Todo esto siempre y cuando sea el mismo tipo de combustible que hemos mencionado." (Monti, 2014)

1.11 CAPITAL HUMANO EN LA LUCHA CONTRA LOS INCENDIOS FORESTALES

Cuando exista una emergencia ante un incendio forestal intervienen todas las herramientas que estén disponibles, empezando con personal de reconocimiento, sin embargo esta infraestructura puede ser diferente en cada país, desde el cuerpo de bomberos, en la situación que se presente entre otros detalles, pero generalmente es una organización jerárquica la que está a cargo de la coordinación.

Todas las personas que forman parte de esta lucha contra los incendios, deberán poseer un conocimiento acerca del funcionamiento del sistema de control que se mencionan en el siguiente apartado:

- Conocer los recursos existentes en la organización, tales como necesidades (agua, combustible, etc.), asimismo las responsabilidades individuales.
- Entender como está formado la organización de emergencias para poder intercambiar la información y objetivos propuestos.
- La información de la situación debe ser de manera clara con el fin de tener una visión global, dicha información será compartida con todas las organizaciones encargadas de combatir incendios forestales.
- La comunicación es otro factor importante para las organizaciones, por lo que los estándares de sistemas de comunicaciones deben ser conocidos por coordenadas o mapas.

1.12 EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN DE LOS INCENDIOS FORESTALES

La habilidad o capacidad de predecir la conducta del incendio forestal son factores indispensables que tienen los bomberos para una actuación eficiente. Una vez que se identifique la situación que se tiene frente al fuego es importante tomar estrategias tácticas y pronosticar el comportamiento preciso del incendio.

La manera que se puede seguir esta en tres actos:

- Estado actual: se encarga de investigar, la evolución y el riesgo que puede generar, además contiene información de: la ubicación del fuego, el medio geográfico que se ejecuta y el clima.
- Posible evolución: analiza todas las zonas susceptibles que podrían quemarse a futuro.
- Análisis de riesgos: una vez que se tenga claro la posibilidad de evolución del fuego y el objetivo de la operación, se podrá investigar en que situación o identificación exista posibles riesgos.

1.13 FACTORES EN LA EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN

Los factores que se tiene para la evaluación de la situación son:

- La vegetación, clima y geografía.
- Lugar de los objetos que se deben de proteger, como las personas y los hogares.
- Lugar de zonas estratégicas como áreas de vegetación tanto de avance lento o rápido del fuego.
- La ubicación, dirección, velocidad del fuego.
- Lugar donde se encuentra unidades contra lucha del fuego.

Las personas que se enfrenten al fuego deben tener claro los métodos para combatir con dicho problema. En la figura 10 se observa que primero se ataca la cabeza del incendio o si es demasiado intenso, se podría empezar por la parte trasera construyendo una línea a lo largo de los dos flancos.



Figura 10. Forma de combatir el fuego.

Tomado de El ciudadano, 2014

En caso de que existan pocas unidades de extinción el cuerpo de bomberos puede actuar de una manera más rápida atacando desde una cierta distancia de la cabeza del incendio.

1.14 IMPACTO ECONOMICO Y SOCIAL DE LOS INCENDIOS FORESTALES

Sin duda los incendios forestales tienen varias repercusiones tanto económico, social y ecológico; los costos económicos son bastantes considerables ya que de la madera se obtiene derivados como el papel hasta combustible, además el ecosistema va perdiendo su lugar para ser el centro de visitas. Todo esto para volver a regenerar el ecosistema se plantea un gran desembolso económico.

Para la especialista en cambio climático, Ivone Yáñez menciona que los incendios forestales no permiten ser investigados aisladamente del calentamiento global, para esto se debe tomar en cuenta el aumento de radiación solar y de la carencia de lluvias; esto no solo ocurre en la ciudad de Quito, sino que también existe este comportamiento en diferentes países como Indonesia o en Brasil en la parte de la Amazonía.

Con respecto a los Bosques y Plantaciones se conoce que:

“El proceso de recuperación de la flora puede tardar años y que los incendios naturales o provocados causan un deterioro directo en las condiciones ambientales de Quito. Eso, porque los árboles son los pulmones de la ciudad y realizan una limpieza constante del aire.” (Natalia Bonilla, 2012).

Estas llamas dejan el suelo más sensible y erosionado, por ende cuando llueve es más propenso a que se produzcan deslaves y sean un riesgo para las comunidades aledañas. Por otra parte las partículas de humo que se quedan en la atmosfera pueden dañar la salud de las personas especialmente el sistema respiratorio. También se añade que al inhalar estas partículas: “El humo ingresa a los pulmones y puede generar células cancerígenas” (Juan Pablo Moncayo, 2012).

Por otra parte el gerente regional de Quito, Juan Pablo Moncayo indica que al ocasionar un incendio forestal se está eliminando el hábitat de los animales ya sean mamíferos o aves, por consiguiente obliga a las especies una migración obligatoria, asimismo las personas más propensas a este tipo de daño están los niños y las personas de tercera edad ya que son más sensibles, tanto el miedo como el estrés que puede ocasionar al presenciar o vivir en un incendio.

Gracias al cuerpo de Bomberos de Quito se puede manifestar que zonas incendiadas cuentan con bastantes árboles de eucalipto, un tipo de arbusto que se hidrata de 40 a 80 litros de agua al día. Con este tipo de conducta hace que el suelo sea erosionado debido a que en la ciudad de Quito no llueve constantemente a menos que sea en época de invierno, por eso el parque metropolitano o las faldas del Pichincha se puede observar suelos estériles, erosionado, por consiguiente existe mayor posibilidad de que el incendio se expanda por todo el terreno.

La comunidad y el Gobierno deben de trabajar juntos, pensar en proyectos que puedan reemplazar las áreas incendiadas por bosques nativos, tanto como las autoridades y los ciudadanos deben comprometerse a una relación permanente con la naturaleza.

1.15 TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN INCENDIOS FORESTALES

Dentro de los incendios forestales se tiene dos factores primordiales que se debe tener en cuenta: la extinción y la prevención a través de la búsqueda que provocan. La investigación por conocer el origen de un incendio es imprescindible, esto empieza desde que el usuario recibe la alarma de incendio y para ello se debe tener en cuenta algunas técnicas de investigación, que son las siguientes:

- **Recolección de datos:** ante un llamado de incendio forestal se debe tener en cuenta todos los datos históricos y meteorológicos de la zona de vegetación que ya ha sido afectada.
- **Especificación geométrica:** es indispensable obtener información del punto exacto del origen del incendio, es decir con la ayuda de los modelos geométricos de propagación vamos a poder determinar la geometría del mismo. Para ello se toma como referencia croquis con la forma geométrica de una manera sencilla para detectar el punto de origen.
- **Método de evidencias físicas:** se establece una zona extensa para poder ir reduciendo lo máximo posible para tener el área de inicio, de esta forma se podrá determinar la posible causa o el medio de ignición.
- **Lascamiento:** se obtiene en plantas especialmente con tallos de cortezas, que al momento de calentarse rebota en forma de lascas.
- **Tipos de carbonización:** son las huellas o marcas que sabe dejar el fuego, es decir la dirección del fuego propagado.
- **Escamado:** es la carbonización como resultado de un incendio forestal, la superficie suele ser de escamas negras.
- **Petrificación de ramas:** por el efecto del incendio las ramas de los arboles finos, pueden adoptar una forma peculiar, lo cual puede ser muy evidente cuando más rápido avance el fuego.
- **Manchas de Hollín:** son diminutas partículas carbonosas formadas de la combustión, siendo parte del humo que se propaga en la dirección del fuego.

- Tallos de gramíneas: cuando son afectados dichos tallos tienden a caer a un lado permitiéndonos determinar el estado del fuego y la dirección de propagación.
- Color de las cenizas: el color es importante ya que ayuda a determinar el tiempo que el fuego ha permanecido en una determinada zona de vegetación.

1.16 SISTEMAS ACTUALES DE MONITOREO Y DETECCION DE INCENDIOS FORESTALES

Uno de los sistemas que se encuentra para la monitorización y detección de los incendios forestales son las cámaras del Servicio Integrado de Seguridad (SIS) ECU 911. Quito tiene instalado alrededor de 341 cámaras activas para la monitorización de potenciales riesgos de incendios, que son producidos por la época de verano. Existen 15 cámaras que son panorámicas y se encuentran en zonas boscosas tanto como norte, sur y valle.

Desde el sector del Teleférico, el ECU911 cuenta con una vista panorámica del Parque Metropolitano, estas áreas fueron afectadas por incendios forestales en el año anterior en la época de verano lo cual aproximadamente 900 hectáreas fueron quemadas.

Por otro lado existe cámaras ubicadas en Itchimbía donde permite monitorear todo la zona occidental de Pichincha, del mismo modo se tiene otro dispositivo que permite video vigilar el eje oriental de la ciudad de Quito.

En la tabla 2 se indica las cámaras plan fuego Quito y las cámaras panorámicas de las cuales se encuentran activadas.

Tabla 2.

Cámaras del ECU 911 sur-norte plan fuego.

CÁMARAS PLAN FUEGO QUITO	
Dirección	Estado
Parque Metropolitano del Sur	Activa
Lomas de Puengasi	Activa
Antenas del Teleférico	Activa
Obispo Días de la Madrid	Activa
Iglesia Sector Reino de Quito	Activa
Entrada San Juan Vía Lumbisi	Activa
Autopista Simón Bolívar	Activa
Mirador P. Recuerdo Calderón	Caída
Cumbaya Desvío a Guápulo	Caída
Mirador Simón Bolívar Ilalo	Activa
Mirador de Guápulo	Activa
CÁMARAS PANORÁMICAS QUITO	
Panorámica Parque Itchimbía	Activa
Panorámica Tapi y J. Martín	Activa
Parque Tumbaco	Activa

Tomado de ECU 911, 2014

En la ciudad de Quito el Cuerpo de Bomberos cuenta con sus sistemas de detección y monitorización de los incendios forestales, se han diseñado cerca de 89 rutas de vigilancia motorizada; para el componente de monitoreo y alerta cuentan con: 27 brigadas forestales, 5 torres de observación, 60 guías forestales que se encuentran ubicados en zonas de vulnerabilidad, 31 tanqueros, 2 helicópteros en caso de que el fuego sea mayor, 22 estaciones de bomberos con 13 autobombas y 13 ambulancias, además de 2 camionetas 8x8 y 30 efectivos del grupo motorizado de la Institución. (Cuerpo de Bomberos, 2016)

Durante el periodo actual el Cuerpo de bomberos invirtió cerca de los \$ 150.000,000 USD en 10 equipos nuevos que son de IFEX (Impulse Fire Extinguishing Technology), para combatir con incendios como: estructurales, forestales y vehiculares. Estos equipos IFEX 3000 cuentan con una pistola de impulsos que posee la capacidad de disparo de 0.25 y 1 litro de agua presurizada a una dista máximo de 15 metros, también tiene un tanque de almacenamiento portátil de 12 litros que se encuentran asociados con el cilindro de aire que a su vez se conecta a un regulador con capacidad de producir 25 bares de presión para la expulsión del agua.



Figura 11. Equipos IFEX (Impulse Fire Extinguishing Technology)
Tomado de Cuerpo De Bomberos, 2016

Estos dispositivos se colocaron en las motocicletas de la institución ya que son portables, de fácil manejo y traslado, como se observa en la figura anterior; de esta manera se podrá disminuir los tiempos de respuesta. Por ejemplo si una camioneta acude al llamado de emergencia de norte a sur tardaría cerca de los 12 minutos, mientras que la moto le tomaría cerca de los 5 a 6 minutos.

En la página del comercio mencionan que “el 2015 atendieron 48023 emergencias de las cuales la mayoría fueron incendios forestales: 4648. Se registraron 3928 auxilios y 1331 fugas de gas.” (El Comercio, 2016)

Por otro lado el Cuerpo de Bomberos cuentan con cámaras térmicas para la detección de puntos calientes; el modelo de esta cámaras son ISI-3500, este

dispositivo ofrece una búsqueda LCD remoto único, posee una batería recargable de 4 horas y la temperatura de 3 colores diferentes. Este dispositivo está diseñado para las necesidades de los bomberos.

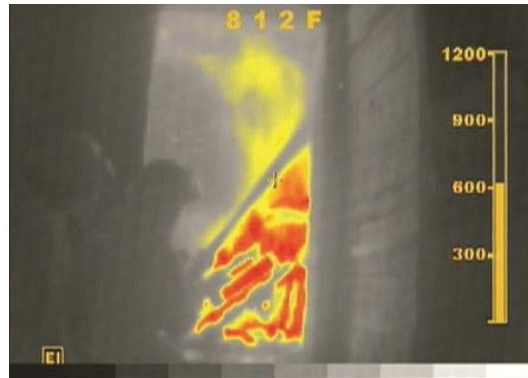


Figura 12. ISI3500

Tomado de FDC Rescue Products, s.f.

2. CAPÍTULO II. ANÁLISIS COMPARATIVO

En el presente capítulo se va indicar los sistemas de monitorización y detección de incendios forestales que se encuentran ya en producción a nivel internacional, entre los cuales hay varias marcas como por ejemplos: Open Space Fire, Global Forest Watch, Fire Watch, Wild Fire, Fire and Smoke y Proyecto Versi, que pueden ayudar a mitigar los problemas de los incendios forestales, unos más costosos que otros pero la función principal que ofrecen dichos sistemas es la detección de incendios forestales en tiempo real.

Estos sistemas han sido de gran ayuda para el monitoreo de los bosques, ya que en el momento que se detecte una cortina de humo, estas tecnologías mandaran sus informes al centro de control para su respectiva investigación.

En la actualidad la ciudad de Quito cuenta con cámaras panorámicas para el respectivo monitoreo de los parques de la ciudad, pero el inconveniente que se tiene es que al momento de un incendio la información no es en tiempo real, se toma su tiempo en verificar la zona afectada para que el Cuerpo de Bomberos actúen de una manera rápida.

Al no contar con un sistema de incendios forestales las zonas de vegetación se verán muy afectadas, por eso en este capítulo se dará a conocer tres tecnologías para la detección y monitorización más importantes.

2.1 INTEGRA OPEN SPACE FIRE

Para la figura 13 se indica el logo de la empresa INTEGRA con su tecnología Open Space Fire.



Figura 13. Integra Open Space Fire

Tomado de Integra, s.f.

El grupo INTEGRA cuenta con una nueva tecnología, la cual consiste en un sistema automático de detección precoz de incendios forestales; este sistema se puede emplear para detectar el humo de una forma temprana de incendios en grandes espacios abiertos, como bosques, parques nacionales e industrias así mismo funcionan de manera automática y autónoma.

Posee un alcance superior a los 3.5 km de radio, con una superficie total de 4.000 hectáreas, en régimen de disponibilidad las 24 horas del día por los 7 días de la semana; las alarmas detectadas por dicha tecnología se envían al instante en tiempo real al Centro de Control, en donde se tomaran las acciones más adecuadas para mitigar el problema.



Figura 14. Tecnología Open Space Fire (OSF)

Tomado de Integra, s.f.

La tecnología que se emplea es Extracción de Señal Óptica Pseudoaleatoria y Eliminación de Ruido (ESOPER), o también conocido como NeoLIDAR, y su función es el de percibir la radiación electromagnética dispersada por una columna de humo cuando se la ilumina con el Haz Electromagnético PseudoAleatorio Modulado (HEPAM) que el propio sistema genera. La tecnología ESOPER (o NeoLIDAR) es totalmente segura para los ojos, ya que no emplean un láser para propagar el HEPAM.

2.1.1 COMPONENTES PRINCIPALES

Los componentes del sistema Open Space Fire se visualizan en la siguiente figura15.

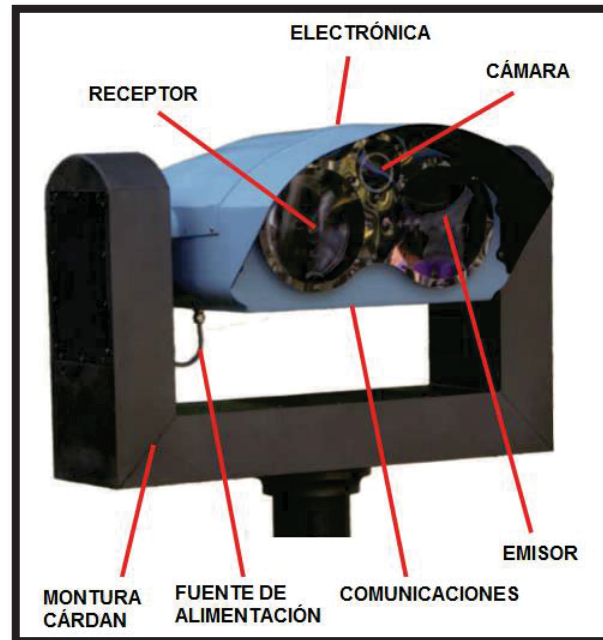


Figura 15. Partes principales de OSF

Tomado de Grupo Integra, s.f.

- Receptor: utiliza un sistema óptico que concentra la luz en un avanzado sensor electrónico. La sensibilidad que tiene I_{bs}/I_{solar} es superior a 10^{-9} .
- Electrónica: Cuenta con 5 microprocesadores, de los cuales son para cálculo matemático. Electrónica desarrollada expresamente para esta tecnología.
- Cámara: ayuda aportar imágenes o vídeos cortos de la situación que se encuentre para tomar las mejores decisiones.
- Emisor: Genera el Haz Electromagnético y lo envía sobre el horizonte, también la potencia de emisión es regulable y la fuente de luz no es láser.
- Comunicaciones: se comunica de forma estándar con WiFi o UMTS/3G. Hay la posibilidad de otros métodos de comunicaciones.

- Fuente de Alimentación: este sistema llega a consumir los 18W a 12Vcc, además cuenta con un pequeño panel solar.
- Montura: permite el libre movimiento tanto horizontal como vertical de la unidad para escanear.

2.1.2 FUNCIONAMIENTO

Dentro del funcionamiento de OSF se comienza desde la detección de la emisión del HEPAM (Haz Electromagnético PseudoAleatorio Modulado) es insensible a varias fuentes de rayos infrarrojos, luz solar, luz artificial, es una medida angular del incremento en el diámetro del haz con respecto a la distancia desde la apertura óptica o la apertura de la antena desde donde emerge el haz. A continuación, se explica el funcionamiento del sistema Integra.

- El dispositivo Open Space Fire primero envía el HEPAM por arriba del horizonte como se indica en la figura 16, realizando un barrido alrededor en un área de 360° . Lo más coherente es que el Haz Electromagnético se pierda en el infinito y que nunca llegue a su receptor de radiación ya que no contaría con humo en el horizonte. El tiempo que tardaría en girar toda el área es de 3 minutos, con esto pasará casi todo el tiempo.

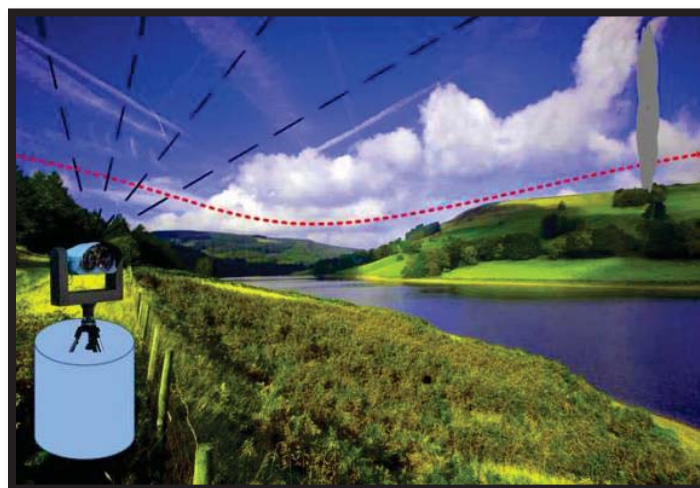


Figura 16. Envío de haz electromagnético

Tomado de García J, s.f.

- Por cada 3 minutos comenzará con un nuevo escaneo de 360° por toda el área, en caso de que si aparece un columna de humo en el horizonte que hace 3 minutos no estaba, éste comenzara a dispersar el HEPAM y una parte pequeña llegará al sistema OSF que en se encargará de detectar y analizar tal como se visualiza en la figura 17.

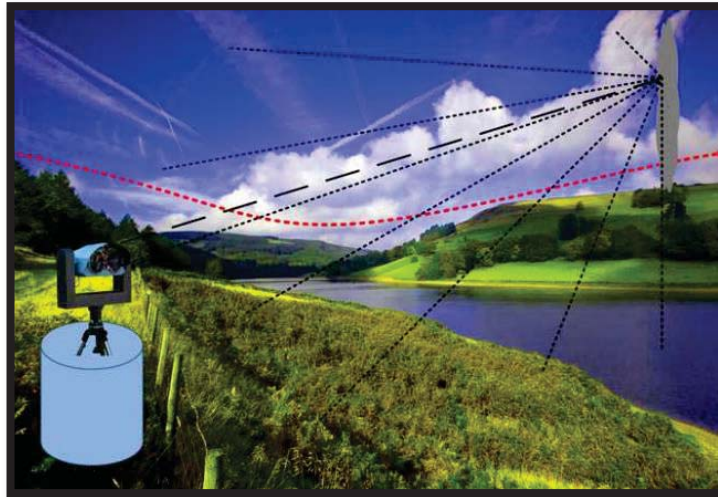


Figura 17. Detección de humo.

Tomado de García, s.f.

- En la figura 18 se observa que al tener una columna de humo el OSF comienza a procesar dicha información para verificar si no es una falsa alarma, existe un microprocesador dedicado a dicha tarea, sin embargo si la tarea es una alarma verdadera, el sistema tomará fotos del humo y enviará al Centro de Control, junto con las coordenadas geográficas, curvas de detección, la hora y la fecha.



Figura 18. Envío de información al centro de control

Tomado de García, s.f.

- El usuario tendrá las opciones de aceptar la alarma, cancelar, ignorar o poner como falsa alarma, por otro lado también se podrá tomar el control de forma manual del sistema para determinar mejor la situación que esté presente.
- Finalmente, cuando el usuario haya tomado la decisión del caso, el sistema regresa de nuevo a su estado normal, esto quiere decir que volverá con los barridos de 360°, cabe recalcar que todos los eventos que se presenten quedan registrados en la base de datos lo que permitirá más adelante su análisis con más profundidad.

2.1.3 CARACTERÍSTICAS

- Genera su propio Haz Electromagnético PseudoAleatorio Modulado (HEPAM), con propiedades muy peculiares.
- Puede detectar fracciones pequeñas del HEPAM dispersado gracias a la triple amplificación: óptica, algorítmica y electrónica, lo cual ayuda a detectar débiles copetes de humos.
- Localiza humos débiles a 3 km, y más densos a distancias mayores de 5 km.
- Tiene software para el constante monitoreo y reducción de falsas alarmas.

- Gracias a su cámara facilitará todas las fotos tomadas para poder elegir la mejor decisión.
- Funcionamiento permanente las 24 horas del día por los 7 días de la semana.
- No necesita de supervisión humana.
- El software se puede actualizar remotamente.
- Cuenta con control remoto desde el centro de mando.

2.1.4 APLICACIONES

- Para Incendios forestales o explotaciones agroforestales.
- Para Incendios en espacios abiertos como: parques industriales, áreas de almacenamiento.
- Para la detección de fugas tóxicas, químicas, contaminantes atmosféricos.
- Para emisiones industriales como: plantas de reciclaje o complejos industriales.
- Montado encima de vehículos para hacer vigilancia itinerante.
- Para nubes de polvo creadas ya sea por vehículos o movimiento de tropas.

2.1.5 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

En la siguiente figura 19 están las dimensiones del Open Space Fire en milímetros, como se indica en la imagen cuenta con una altura de 726 mm con un ancho de 780 mm, con respecto a su cámara es de 270,5 mm de alto y 535 mm de ancho.

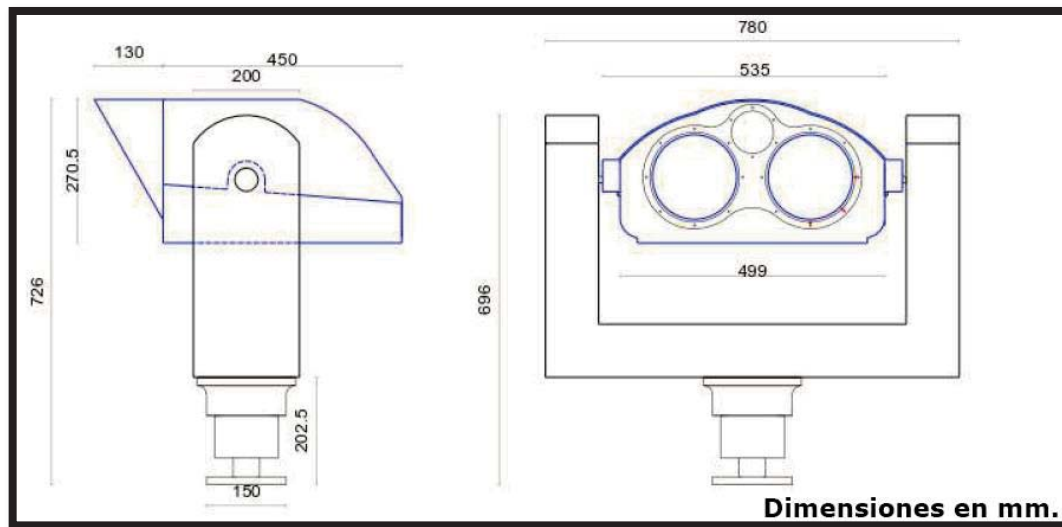


Figura 19. Dimensiones del sistema OSF

Tomado de Grupo Integra, s.f.

2.1.6 SOFTWARE

Con respecto al software de OSF, captura una imagen en el punto de donde proviene la señal y enviará dicha información al centro de control, para tomar control sobre el tema. El sistema cuenta con un algoritmo de gestión de Dianas. También cabe recalcar que se puede actualizar de manera remota, no es necesario visitar cada instalación para actualizar los sistemas. En las siguientes figuras se tiene el manejo del software Open Space Fire.

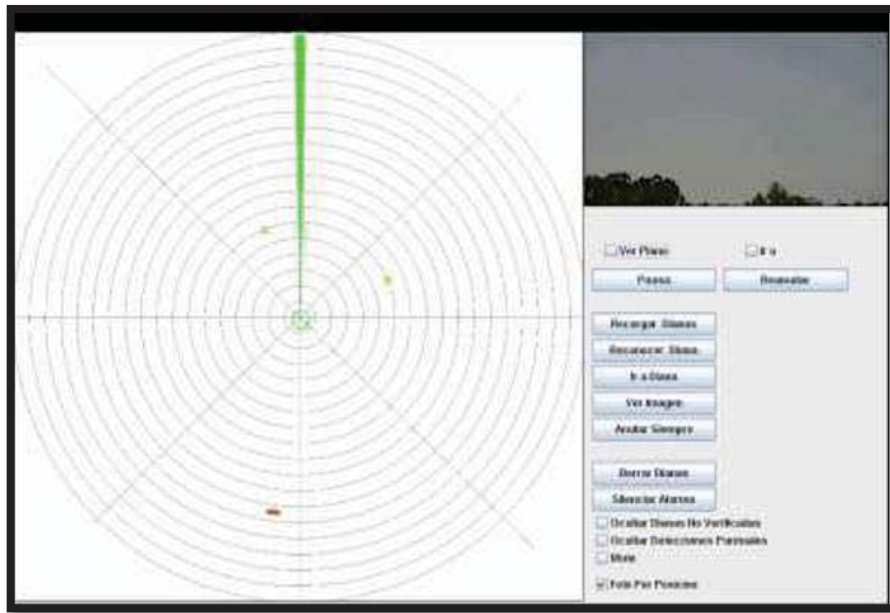


Figura 20. Sistema Open Space Fire
Tomado de Grupo Integra, s.f.

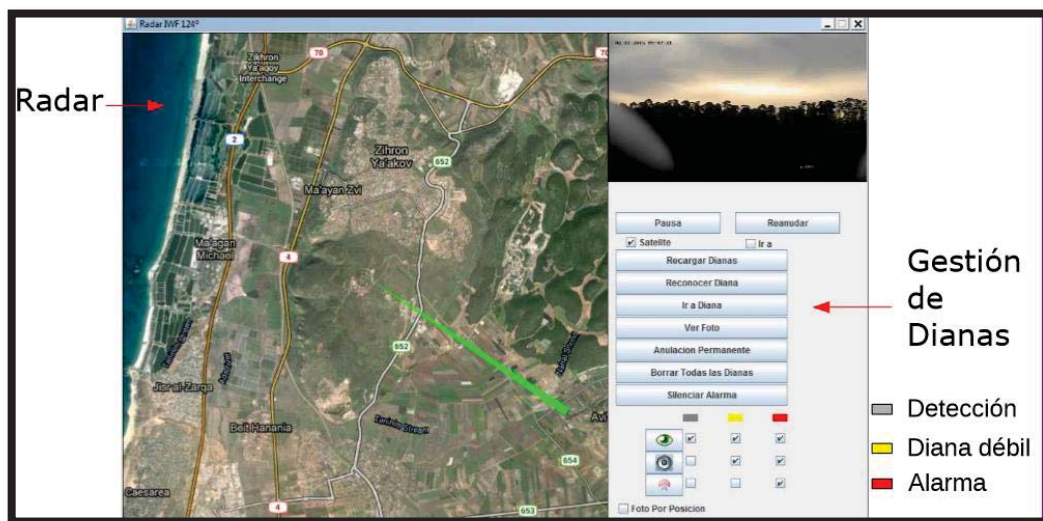


Figura 21. Gestor de Dianas.
Tomado de Grupo Integra, s.f.

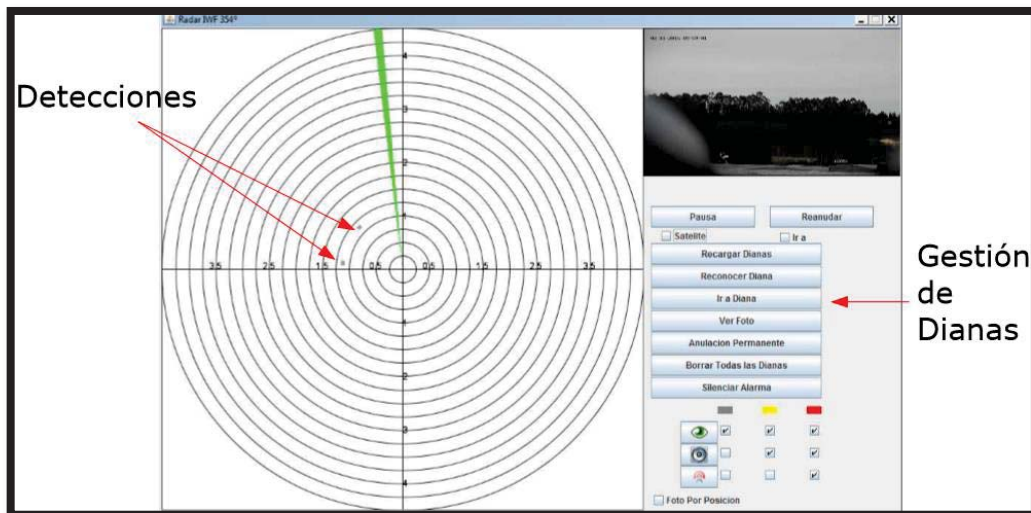


Figura 22. Detecciones de humo Open Space Fire
Tomado de Grupo Integra, s.f.

2.2 FIRE WATCH



Figura 23. FireWatch
Tomado de FireWatch, s.f.

La siguiente tecnología es Fire Watch detección automática y temprana de incendios tanto en el día y de noche, la empresa IQ Wireless es el creador de dicha tecnología, un sistema terrestre de vigilancia remota, con la capacidad de poder visualizar áreas forestales, con la finalidad de analizar y recolectar datos. Fire Watch cuenta con la función de clasificar los datos entrantes de diferentes

maneras, siempre y cuando estén conectados a una estación central, la cual se encargara de revisar detalladamente.

Por ejemplo en caso de que exista una detección de un foco de incendio, el sistema comenzará analizar dicho evento para proceder enviar una alarma al centro de mando. Este sistema fue instalado hace años atrás en el país de Alemania, en los estados de Brandenburg, Western Pomerania, Saxony-Anhalt.

2.2.1 COMPONENTES PRINCIPALES

En la figura 24 se presenta los componentes del Fire Watch tenemos los siguientes:

1. Barra de protección contra rayos.
2. Escudo de protección solar.
3. Sistema óptico para el modo nocturno.
4. Sistema óptico para el modo día.
5. Protección de lente.
6. Montaje.
7. Unidad de inclinación.

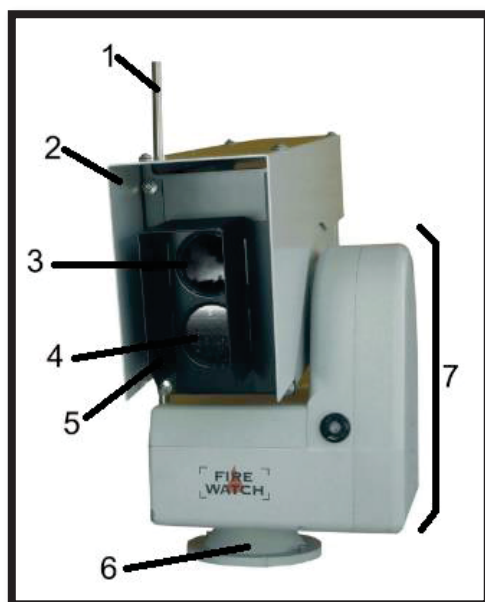


Figura 24. Partes Principales de FireWatch.

Tomado de FireWatch, s.f.

2.2.2 CARACTERÍSTICAS

Con respecto al sistema de sensor óptico (OSS) contamos con algunas características que se tiene en la figura 25:

- Cuenta con una alta resolución de 1,360 x 1,024 pixel total utilizada para la detección.
- Gira los 1360 grados con un tiempo de 4 a 10 minutos.
- Es Dinámica con 16.384 escalas de grises.
- Modo noche con gran aumento de sensibilidad.
- El aumento de contraste para la detección de humo.
- Los tiempos de respuesta son rápidos inclusive bajo la visión nocturna.
- Cuenta con la misma resolución tanto en el día como en la noche.



Figura 25. Sensor óptico.

Tomado de FireWatch, s.f.

2.2.3 FUNCIONAMIENTO

La tecnología de Fire Watch es un sistema automático, rápido y confiable que detecta columnas de humo a distancias de 15 km, de esta manera ayudamos garantizar el control de áreas de un tamaño de 700 km² por equipo. A mismo el sensor OSS cuenta con un barrido de 360 grados que se lo instala en torres de detección de incendios, de telefonía móvil o en edificios con una altura de por lo menos 10 metros.



Figura 26. Torres de detección de incendios.

Tomado de FireWatch, s.f.

Si el sensor descubre columnas de humo, la información se transmitirá por medio inalámbrico a la oficina central, el número de sensores determinará el tamaño y tipo del terreno. Cabe recalcar que cada oficina de control podrá procesar un máximo de 8 sensores.

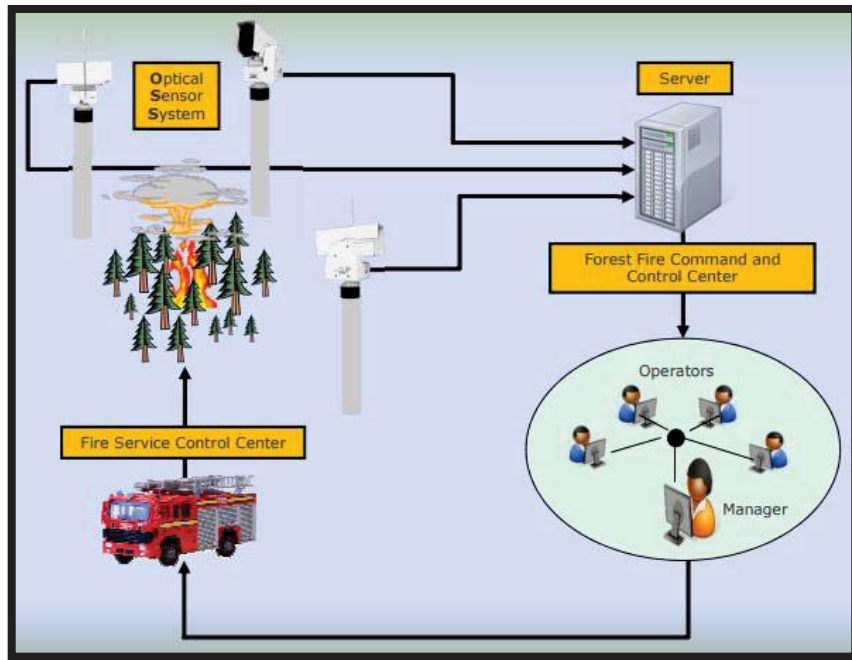


Figura 27. Envío de información al centro de control.

Tomado de FireWatch, s.f.

A través de imágenes tomadas por el sensor llegarán a la oficina central, el usuario que esté a cargo evaluará dicha información con un mapa electrónico, para tener mayor información del terreno, posteriormente se indicará si es o no una falsa alarma, y en caso de que fuera e tendrá que tomar la mejor decisión para mitigar el incendio.

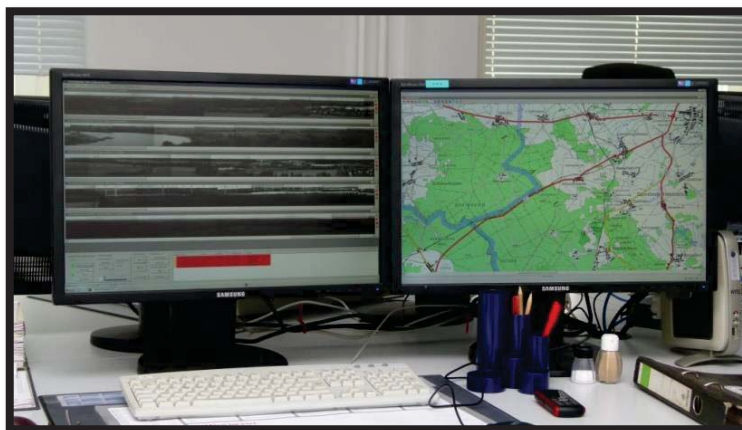


Figura 28. Centro de Control

Tomado de FireWatch, s.f.

2.2.4 DIFERENTES TECNOLOGÍAS: REDES DE SENSORES VS. FIREWATCH

Pocas universidades han experimentado con redes de sensores. Estos son de pequeño tamaño, de calor o sensores de humo que están distribuidos en zonas específicas para ser controlada. Estos sensores están interconectados entre sí de forma inalámbrica, de modo que obtiene toda una red distribuida.

Aunque cada sensor puede ser de bajo costo y su instalación sea fácil, tiene muchas otras deficiencias. En la figura 29 es evidente que el controlador no tiene contacto visual con el incendio originado. Por otra parte las redes de sensores pueden presentar una gran cantidad de falsas alarmas.

Mientras que una estación de cámara que cubre una gran área con un radio de hasta 10 a 14 km, un sensor cobertura sería más en el rango de unos 100 metros como máximo. Esto al final conducirá a altos costos de mantenimiento y servicio, ya que por lo menos una o dos veces al año cada sensor debería tener su mantenimiento.

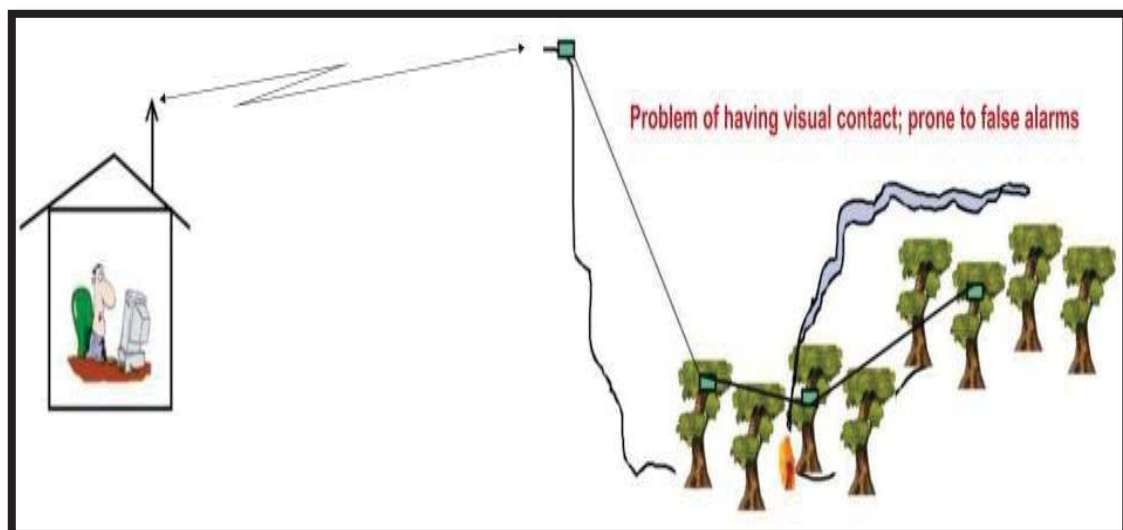


Figura 29. Redes de sensores.

Tomado de FireWatch, s.f.

2.2.5 SOFTWARE

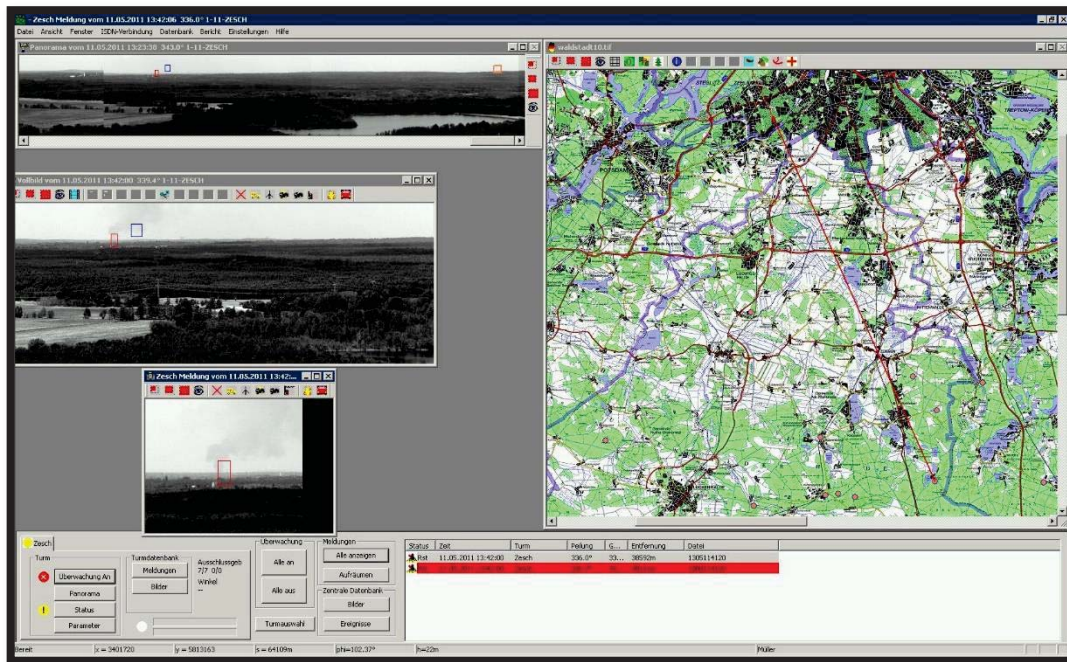


Figura 30. Localización de sensores.

Tomado de FireWatch, s.f.

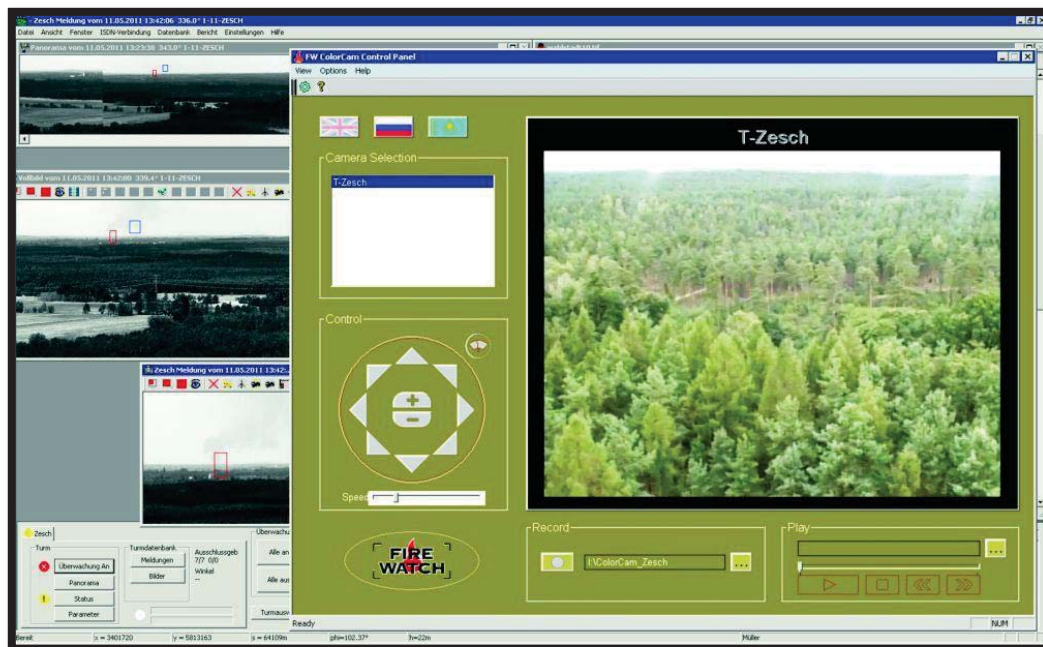


Figura 31. Envío de imágenes del incendio

Tomado de FireWatch, s.f.

2.3 LIBELIUM



Figura 32. Libelium.

Tomado de Libelium, s.f.

La empresa Libelium es una empresa aragonesa especializada en diseñar y fabricar tecnología hardware para redes sensoriales inalámbricas. Esta tecnología permite una integración fácil y flexible con plataformas y aplicaciones de empresas integradoras para resolver los problemas de los usuarios con una variedad de aplicaciones, por otro lado, este dispositivo es totalmente escalable.

2.3.1 SERVICIOS

Dentro de los servicios que ofrece Libelium tiene 2 en el mercado líneas de productos:

- WSN (Wireless Sensor Network): cuenta con dos Waspote y Meshlium. Waspote es un dispositivo sensorial de consumo bajo para redes sensoriales inalámbricas. Dentro de Waspote tenemos también: Waspote OEM y Waspote Plug&Sense. Continuando tenemos el Meshlium: un router multi-tecnología que se puede implementar en una máquina las siguientes tecnologías: Wifi, ZigBee, GPRS, GPS y Bluetooth.

- Cooking Hacks: es una tienda online de componentes electrónicos destinado a usuarios para el desarrollo de proyectos. Podemos encontrar las siguientes gamas de productos: Arduino, Raspberry Pi, Sensores, Actuadores, Wireless, Placas etc.

2.3.2 WASPMOTE PLUG & SENSE

Es una nueva tecnología de la empresa Libelium que se encarga de encapsular dispositivos de sensores inalámbricos que permitan a los integradores tener un sistema modular y escalable, también implementa redes de sensores inalámbricos y reducir el tiempo de instalación de días a horas.

Waspote Plug & Sense cuenta con seis conectores para que las sondas del sensor puedan conectarse directamente en pocos segundos. Los paneles solares pueden ser añadidos para el almacenamiento de energía y asegurar su funcionamiento; mientras que el envío de los datos de los sensores para la nube se realiza de manera automática con el router Meshlium, que está diseñado para conectar redes de sensores a internet Waspote mediante Ethernet, WiFi entre otras interfaces.

Dentro de los sensores de Waspote Plug & Sense encontramos una tecnología para detección y monitorización de los incendios forestales que es el Smart Environment

Las características que se tiene de este dispositivo son los siguientes:

- Cuenta con 8 modelos que integran más de 60 sensores.
- Con protección IP65, resistente al agua.
- Con energía solar opciones de panel interno y externo.
- Tecnologías inalámbricas disponibles: Zigbee, 802.15.4, 868 / 900MHz, WiFi y 3G / GPRS.
- Con programación gráfica e intuitiva.



Figura 33. Wasmote Plug & Sense.

Tomado de Libelium, 2014

2.3.3 SMART ENVIROMENT

Modelo de entorno inteligente está diseñado para monitorizar los parámetros ambientales como temperatura, humedad, presión atmosférica y algunos tipos de gases. Las principales aplicaciones de esta Wasmote Plug & Sense

La configuración de la ciudad son la medición de la contaminación, las emisiones procedentes de granjas y criaderos, control de procesos químicos e industriales, incendios forestales, etc.



Figura 34. Smart Environment.

Tomado de Libelium, 2014

Los conectores de los sensores se encuentran configurados como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 3.

Parámetros de los sensores.

Sensor Socket	Parámetros
A	Monóxido de Carbono - CO Amoníaco - NH ₃
B	Ozono: O ₃ Hidrocarbano - VOC
C	Temperatura, Humedad y presión Luminosidad Ultrasonido (medición de distancia)
D	Dióxido de nitrógeno – NO ₂
E	Dióxido de carbono: CO ₂ Oxígeno: O ₂
F	Metano: CH ₄ Gases licuado de petróleo: etanol, isobutano Contaminantes de aire 1: C ₄ H ₁₀ , CH ₃ CH ₂ OH, CO, CH ₄ Contaminantes de aire 2: C ₆ H ₅ CH ₃ , H ₂ S, CH ₃ CH ₂ OH Derivados de Alcohol: CH ₃ CH ₂ OH, H ₂ , C ₄ H ₁₀ CO, CH ₄

Tomado de Libelium, 2014

2.3.4 COMPONENTES PRINCIPALES

En la siguiente figura 35 se indica la parte de adelante y atrás del Waspote, adelante encontraremos el logo de la empresa Libelium, mientras que la parte de atrás vendrá con información como: modelo, versión, serial, tipo de batería, tipo de conexión y la información del sensor placa.



Figura 35. Smart Environment parte frontal y trasera.

Tomado de Libelium, 2014

Para la figura 36 se observa el WaspMote la parte lateral donde se encuentra el botón de ON/OFF, entrada de USB, entrada para el panel solar y el tapón de ventilación.

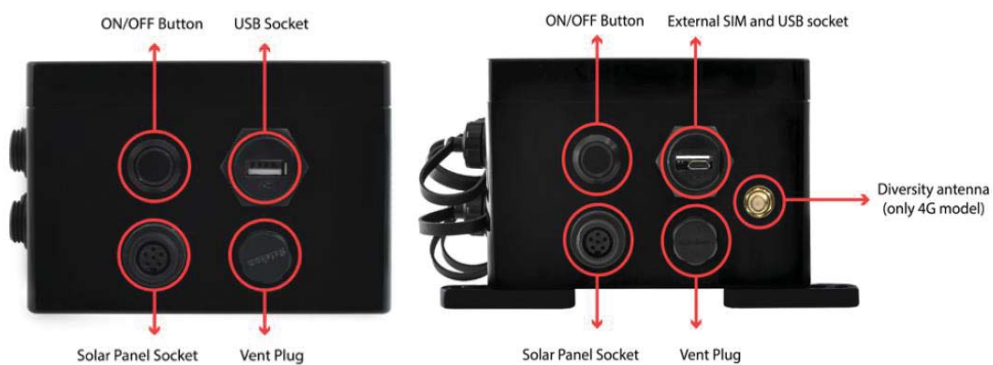


Figura 36. Smart Environment parte lateral.

Tomado de Libelium, 2014

Ya en la figura 37 se indica la parte lateral del waspmote de la antena, en estos se conectarán las sondas de sensor y las antenas.

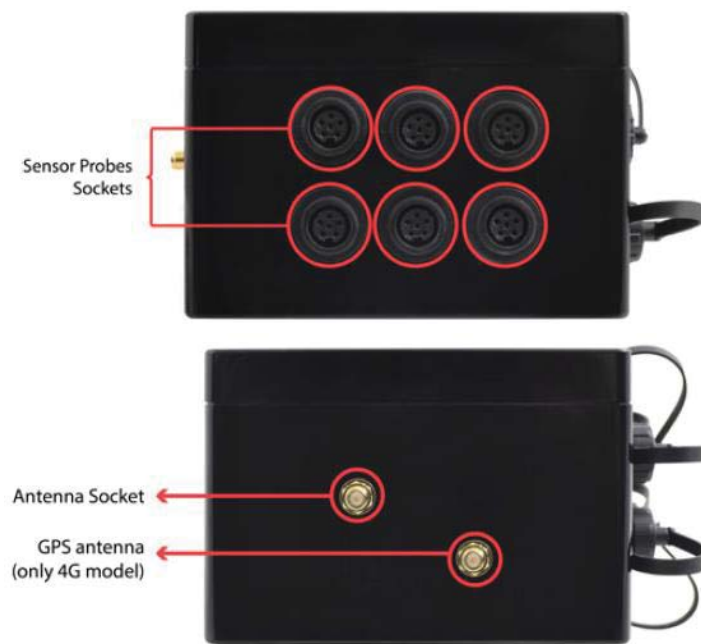


Figura 37. Smart Environment parte lateral de la carcasa de la antena.

Tomado de Libelium, 2014

En la siguiente imagen muestra el Waspote Plug & Sense con todos sus elementos, algunos de ellos son accesorios opcionales que pueden ser implementados.

1. Gabinete de Waspote
2. Sondas de sensor.
3. Panel solar externo.
4. Cable USB.
5. Antena.
6. Cable ties
7. Pies de montaje.
8. Cordón de extensión.
9. Cable de panel solar.
10. Tornillos y Tacos.



Figura 38. Componentes de Wasmote Plug & Sense.

Tomado de: (Libeliuim, 2014.)

2.3.5 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

En la siguiente figura se especifica las dimensiones del sistema Wasmote Plug & Sense, donde algunos elementos están dedicados al nodo de control, otros son designados para conexión del sensor y otras partes son sólo elementos de identificación.

La longitud estándar de una sonda de sensor es aproximadamente 160 mm, incluido su conector impermeable, pero pueden variar debido a que algunos sensores necesitan dimensiones especiales. El peso de una sonda es de 20g, pero hay algunos casos especiales que pueden subir.

Todas las capacidades de detección de Wasmote son proporcionadas por las sondas del sensor. Cada sonda tiene un sensor, algunos con protecciones contra condiciones ambientales al aire libre y un conector resistente al agua.

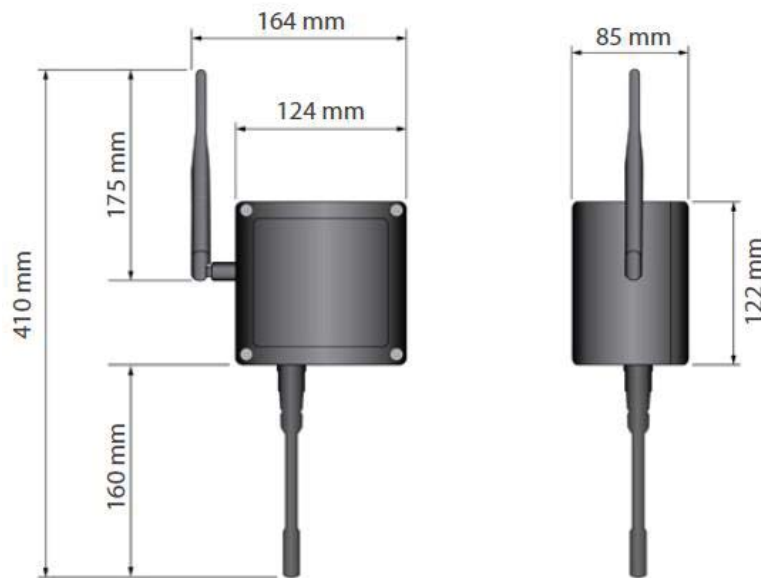


Figura 39. Dimensiones.

Tomado de Waspnote Plug & Sense Technical Guide, 2016

2.3.6 APLICACIONES

Este tipo de sensores ofrece una amplia variedad de sensores de gas. Por lo tanto es óptimo para aplicaciones ambientales o para cualquier escenario de seguridad o procesos industriales que involucran el monitoreo del aire.

Tabla 4.

Aplicaciones de Smart Enviroment.

Aplicaciones	Descripción	Sensor
Detección de incendios forestales	Monitoreo de gases de combustión y fuego preventivo, condiciones para definir las zonas de alerta.	CO CO ₂ Temperatura Humedad
Contaminación del aire	Control de las emisiones de CO ₂ , la contaminación de los automóviles y los gases tóxicos generados en fábricas o granjas.	CO CO ₂ NO ₂ SH ₂ CH ₄ Hidrocarburos

Calidad de aire interior	Monitoreo de gases tóxicos y los niveles de oxígeno dentro de las plantas químicas.	CO CO ₂ NO ₂ SH ₂ O ₃
La presencia de ozono	Control de la presencia de ozono en el proceso de secado de carne en las empresas alimenticias.	O ₃
Detección de incompatibilidad de almacenamiento	Advertencia de emisiones en el almacenamiento de contenedores de mercancías inflamables	O ₂ H ₂ CH ₄ Isobutano Etan

Tomado de Libelium, 2014

2.3.7 FUNCIONAMIENTO SONDAS DE SENSORES

Las sondas que utilizan Waspmote Plug&Sense son sensores de temperatura la mayor parte de estos dispositivos tienen materiales como conductores y semiconductores, capaces de variar la resistencia eléctrica en función de la temperatura.

Existen materiales semiconductores con tipos de coeficiente:

- Negativo: cuando aumenta la temperatura la resistencia disminuye (NTC).
- Positivo: cuando aumenta la temperatura la resistencia aumenta (PTC).

En la siguiente figura 40 se indica cada elemento se comporta de manera diferente a los cambios de temperatura.

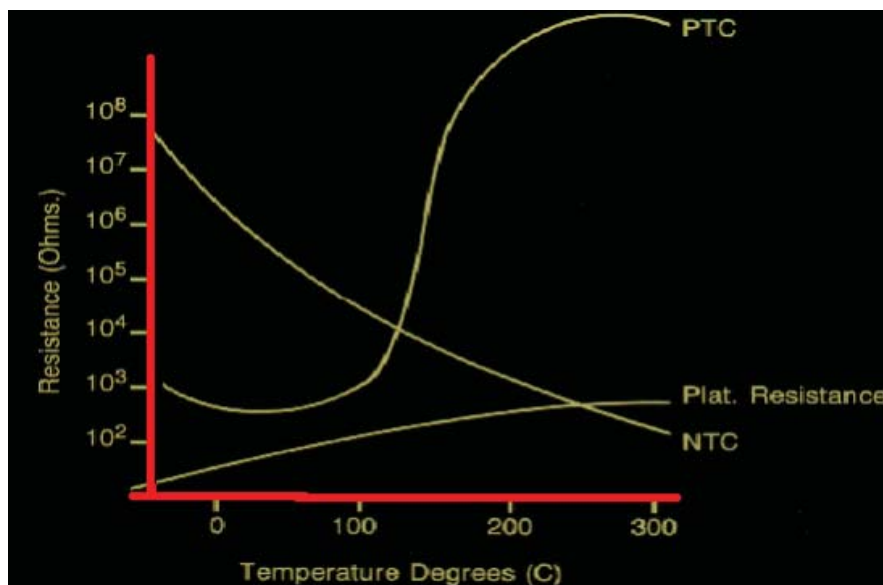


Figura 40. Curva resistencia NTC y PTC

Tomado de ETOOLS, 2016

Las sondas del sensor están diseñadas para utilizarse de forma vertical con el sensor mirando hacia el suelo, en esta posición la tapa de protección de cada sonda es eficaz contra las malas condiciones meteorológicas. Cada modelo tiene seis zócalos dedicados para la conexión de las sondas del sensor, se encuentran a lado del sensor como se indica la Figura 41.



Figura 41. Tapas de protección para el sensor.

Tomado de: (Waspnote Plug & Sense Technical Guide, 2016)

Cada sensor es identificado por una letra de la A la F como se indica la figura 42. El usuario debe comprender que cada sonda debe ir dedicada en el zócalo,

debido a que cada sensor tiene diferentes requisitos de corriente y voltaje, circuitos, etc. Nunca se debe conectar un sensor no proporcionado de Libelium a cualquiera de los conectores; la electrónica del dispositivo puede resultar dañada.

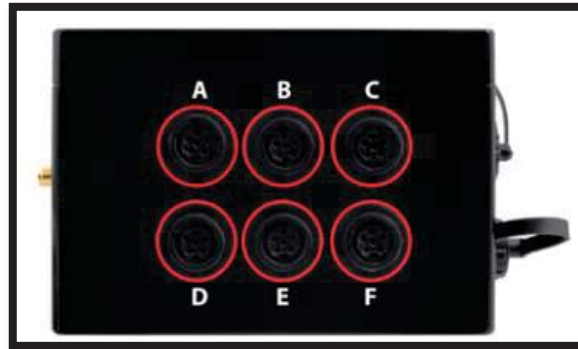


Figura 42. Tapas de protección para el sensor.

Tomada de: (Waspote Plug & Sense Technical Guide, 2016)

2.3.8 MODULOS DE RADIO

Waspote Plug & Sense puede integrar varios módulos de radio para la comunicación inalámbrica en la siguiente tabla 5 se indicará los módulos de radio que se puede utilizar, detallando su protocolo, banda de frecuencia, potencia, sensibilidad y el rango.

Tabla 5.

Módulos de Radio.

Radio	Protocolo	Bandas de Frecuencia	Potencia de Transmisión	Sensibilidad	Rango
XBee-PRO 802.15.4 EU	802.15.4	2.4 GHz	10 dBm	-100 dBm	750 m
XBee-PRO 802.15.4	802.15.4	2.4 GHz	18 dBm	-100 dBm	1600 m
XBee 868LP	RF	868 MHz	14 dBm	-106 dBm	8.4 Km
XBee 900HP US/BR/AU	RF	900 MHz	24 dBm	-110 dBm	15.5 Km
WiFi	WiFi, FTP, TCP, UDP	2.4 GHz	17 dBm	-94 dBm	500 m

4G EU/BR	4G/3G/2G (HTTP, FTP, TCP, UDP, GPS)	800, 850, 900, 1800, 2100, 2600 MHz	4G: class 3 (0.2 W, 23 dBm)	4G:-102 dBm	-km Rango típico de la estación base.
4G US	4G/3G/2G (HTTP, FTP, TCP, UDP, GPS)	700, 850, 1700, 1900 MHz	4G: class 3 (0.2 W, 23 dBm)	4G:-103 dBm	-km Rango típico de la estación base.
Sigfox EU	Sigfox	868 MHz	16 dBm	-126 dBm	-km Rango típico de la estación base.
Sigfox US	Sigfox	900 MHz	24 dBm	-127 dBm	-km Rango típico de la estación base.
LoRaWAN EU	LoRaWAN	868 MHz	14 dBm	-136 dBm	> 15 km
LoRaWAN US	LoRaWAN	900 MHz	18.5 dBm	-136 dBm	> 15 km

Tomado de Libelium, 2016

2.3.9 PROGRAMACIÓN AÉREA –OTA

El concepto de programación inalámbrica o comúnmente conocida Over the Air (OTA) ha sido utilizada en los últimos años en general para la reprogramación de los dispositivos móviles tales como teléfonos móviles. Sin embargo, con los nuevos conceptos de las redes de sensores inalámbricos y la Internet de las cosas donde las redes constan de cientos o miles de nodos OTA es trasladado a una nueva dirección. Libelium proporciona un método OTA basado en transmisiones FTP para ser usado con módulos 4G y WiFi.

2.3.9 OTA CON 4G WiFi POR FTP

Es posible actualizar el programa del Waspote mediante programación a través del aire y los siguientes módulos: módulo 4G o WiFi. En la figura 41 se tiene la reprogramación Waspote se realiza mediante un servidor FTP y un

cliente FTP que es Wasmote. El servidor FTP puede ser configurado por un router. De lo contrario, el usuario tendrá que configurar un servidor FTP.

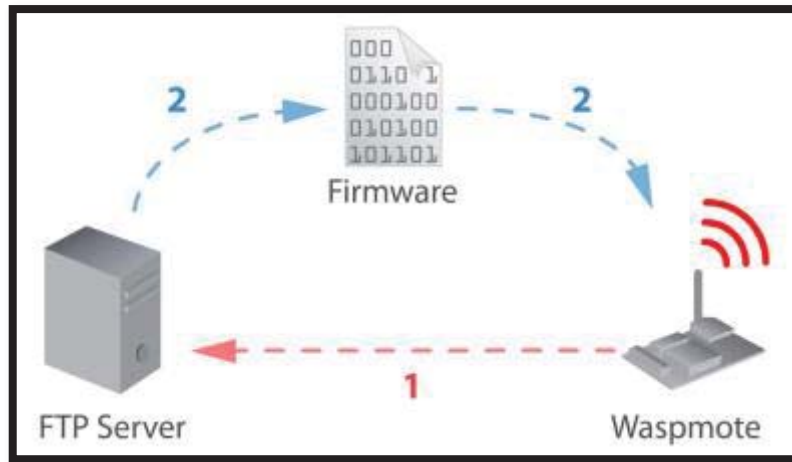


Figura 43. OTA a través del protocolo FTP

Tomado de Wasmote Plug & Sense Technical Guide, 2016)

Existen dos pasos básicos para la programación a través del aire que son:

- Paso 1: Wasmote solicita un archivo de texto especial que proporciona información acerca del programa de actualización: nombre del programa, versión, tamaño, etc.
- Paso 2: Si la información dada es correcta, Wasmote consulta el servidor FTP para un nuevo programa archivo binario y actualiza su memoria flash para ejecutar el nuevo programa como se indica en la siguiente figura 44.

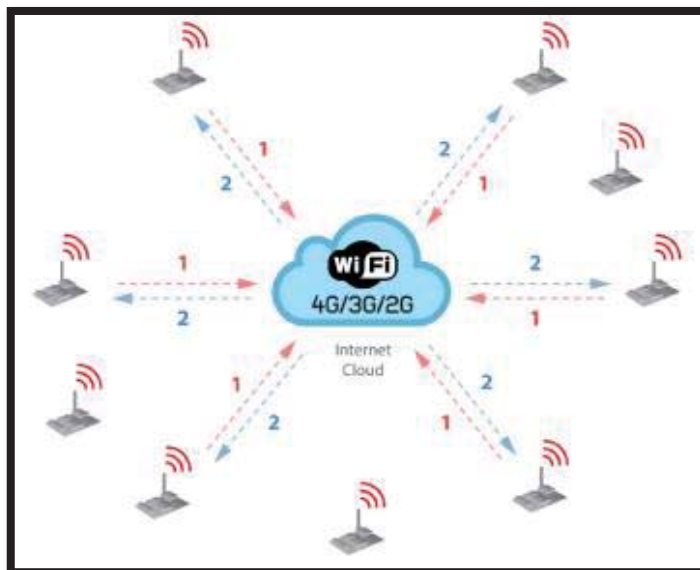


Figura 44. OTA pasos por vía FTP

Tomado de Waspote Plug & Sense Technical Guide, 2016

En la siguiente tabla 6 se presenta un resumen de las tecnologías mencionadas en este capítulo dos, teniendo en cuenta tres tipos de empresa: Integra, IQ Wireless y Libelium

2.5 CUADRO DE TECNOLOGÍAS

En la siguiente tabla 6 se indica un resumen de tecnologías contra incendios forestales utilizados en el mercado a nivel mundial, se escogieron tres tipos que son: Open Space Fire, FireWatch y Waspote Plug & Sense modelo Smart Enviroment.

Estos dispositivos tienen en común un solo objetivo que es el de la detección y monitorización de los incendio forestales en tiempo real, al detectar columnas de humo los sistemas procesarán dicha de información para ser enviada al centro de control y ser analizada por el personal.

Tabla 6.

Resumen de tecnologías.

Empresa	Tecnología	Características Generales	Aplicaciones	Comunicaciones	Rango	Aplicaciones en otros países	Costos
Integra	OSF (Open Space Fire)	<ul style="list-style-type: none"> - Utiliza un haz electromagnético para la detección de humos. - Triple amplificación: óptica, algorítmica y electrónica. - Funcionamiento las 24 horas del día por los 7 días de la semana. - Cuento con control remoto desde el centro de mando. - Software para el constate monitoreo y reducción de falsas alarmas. - Detección automática y temprana de incendios tanto en el día y de noche. - Resolución de 1,360 x 1,024 pixel total utilizada para la visión. - Gira los 360 grados con un tiempo de 4 a 10 minutos. - Detecta inclusive bajo la visión nocturna. - Cada oficina de control podrá procesar un máximo de 8 sensores. 	Para incendios forestales, explotaciones agroforestales, parques industriales, detección de fugas tóxicas.	WiFi, UMTS/3G, GPRS y Satelital.	Localiza humos débiles a 3 km, y más densos a distancias mayores de 5 km.	Países Europeos principalmente en Madrid en los bosques de Cataluña	Cerca de los \$ 2.000
IQ Wireless	FireWatch	<ul style="list-style-type: none"> - Monitoriza los parámetros como: temperatura, humedad y cuenta con seis conectores para que las sondas del sensor. - Con energía solar opciones de panel interno y externo. - Optimo para aplicaciones ambientales. - Software para el constate monitoreo y reducción de falsas alarmas. 	Para incendios forestales, explotaciones agroforestales, parques industriales, detección de fugas tóxicas.	LiMAX transmisión de radio probada y comprobada tecnología de punto a punto o de punto a multipunto.	Detecta columnas de humo a distancias de 15 km	<p>Instalaciones en Alemania: 175 Sistemas, 41 lugares de trabajo, 1.880.000 hectáreas.</p> <p>Instalaciones en Europa: 111 Sistemas, 33 lugares de trabajo y zona de vigilancia: 3.160.000 hectáreas.</p> <p>Instalaciones en America: 8 sistemas, 3 lugares de trabajo, y zona de vigilancia: 460.000</p>	Cerca de los \$3,000
			Para incendios forestales, contaminación del aire, calidad de aire interior, presencia de ozono.	WiFi, 4G, Xbee, Sigfox y LoRaWAN.	-	Países Europeos como España, Londres, Brisbane, Singapur.	Cerca de los 4,000 incluido Gateway

Tomado de Libelium, 2012

3. CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el siguiente capítulo se va a revisar todos los resultados obtenidos de la investigación entre ellos estará: mapas estadísticos donde se reflejará las zonas más susceptibles de los incendios forestales, mapa de temperatura de la provincia de Pichincha, donde se podrá observar que zonas son las que van aumentando por el temporada de verano, además se tendrá un resumen de las tecnologías mencionadas anteriormente, tablas con información de las áreas quemadas de los ultimo tres años.

3.1 DATOS ESTADÍSTICOS

3.1.1 EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Dentro de los últimos años el calentamiento global en la tierra ha ido aumentando considerablemente producto de la concentración de gases antropogénicos en nuestra atmósfera, debido a esta situación el Distrito Metropolitano de Quito (DMQ) realizó sus predicciones futuras de precipitación; varios de estos estudios determinaron que el aumento de temperatura para el año 2050 será de 2,5°C. Los días secos se están incrementando poco a poco indicando que los días de precipitación serán menos frecuentes, pero cuando llueva ésta puede ser más extrema. (Secretaría de Ambiente, 2014)

Por otro lado el DMQ ha registrado el aumento de incendios forestales, inundaciones y movimientos en masa. En la figura 45 se tiene el mapa del cambio de temperatura °C del 2012 a 2050 en los sectores de: Pintag, Pifo, Checa, Checa, Tababela, Puembo, Tumbaco, Guapulo, La Merced, Alangasí y Cumbaya. Dichos sectores aumentaran a +2.4 a 2.5°C. (Secretaría de Ambiente, 2014)

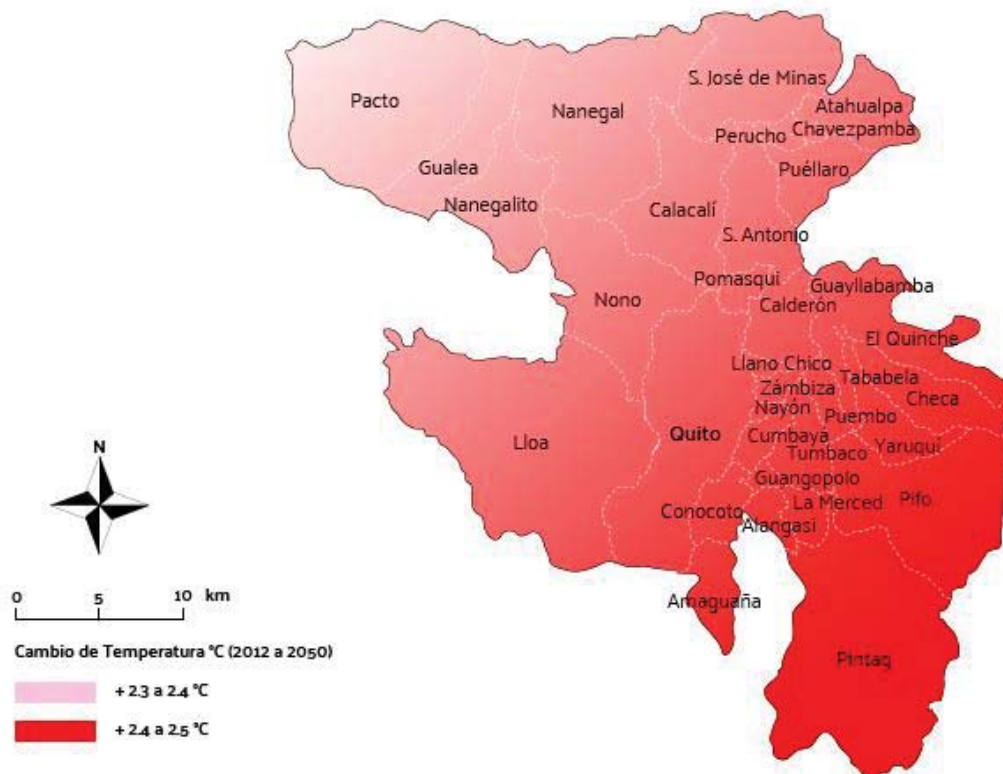


Figura 45. Cambios de temperatura 2012 a 2050

Tomado de Secretaría de Ambiente, 2014

3.1.2 SUSCEPTIBILIDAD A INCENDIOS FORESTALES

Los incendios forestales tienen la capacidad de eliminar todo tipo de vegetación o terminar con infraestructuras; estos son acontecimientos catastróficos para el ser humano, debido a esto, es necesario de tener claro cuáles son las áreas susceptibles a dichos incendios.

El Distrito Metropolitano de Quito (DMQ) realizó un estudio identificando un porcentaje significativo de áreas susceptibles a incendios forestales, tanto de Norte a Sur y en la parte Oriental. En la siguiente figura 46 se observa la representación por colores; las zonas con diferente grado de susceptibilidad de incendios forestales.

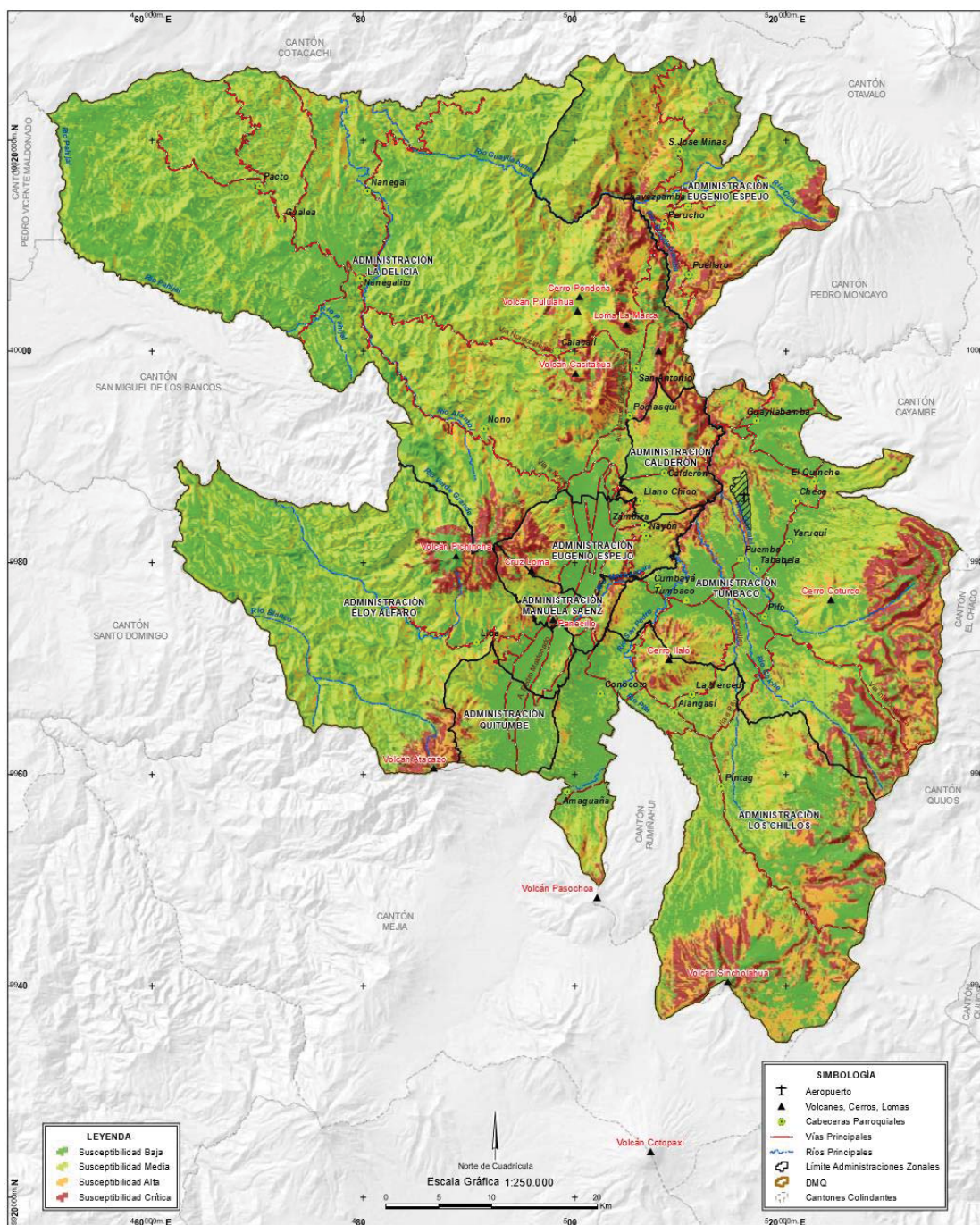


Figura 46. Mapa de susceptibilidad de incendios forestales

Tomado de Distrito Metropolitano de Quito, 2015

Para el periodo del 2016 se mencionó cerca de 70 zonas susceptibles de incendios forestales entre ellos son:

“Parque Metropolitano del Sur de Quitumbe; cerro Unguí, Lloa; La Mena la Argelia y Chilibulo en la administración Eloy Alfaro; Miraflores, San Salvador, San Juan, La Cantera, Libertad Alta, Colmena Alta, Auqui, Itchimbía, Guápulo, Monjas, Lomas de Puengasí estación Radar sur en la administración Manuela Sáenz; Parque Metropolitano Norte, Atahualpa, Chavezpamba, Nayón, Guayllabamba, Puéllaro, Perucho, San José de Minas, Zámiza, y Cruz Loma de la Administración Eugenio Espejo; Bellavista, Collas, Zabala, San José de Morán, Carapungo, San Juan de Calderón, Comunas, Llano Grande, el Carmen, Gualo, Cocotog de la administración Calderón; Nanegal, Nanegalito, Pacto, Calacalí, San Antonio, Pomasqui, Nono, Laderas del Pichincha , Ponciano, Carcelén de la administración la Delicia, Lumbisí, Tumbaco, Pifo, Puembo, Tababela, Yaruquí , Oyambarillo, Checa, el Quinche en la administración de Tumbaco el Tingo, Guápulo, Ilaló, Pasochoa de la zona Los Chillos.” (Metro ,2016)

3.1.3 GESTIÓN DE LOS INCENDIOS FORESTALES

Durante los últimos años la ciudad de Quito ha observado los impactos tanto el cambio climático como en el medio ambiente y el ser humano. Estos fenómenos pueden traer consecuencias muy graves y si no se toman las respectivas decisiones a tiempo dañarán el ecosistema de Quito.

Estas alteraciones han sido registradas por el Cuerpo de Bomberos y han manifestado que principalmente los meses de julio a septiembre es la época más seca del año. En el Informe de gestión 2015 de los Bomberos dicen que:” Durante los años 2014 y 2015 se registró un total de 1 270 y 3 330 eventos por incendios forestales, respectivamente; 633,56 hectáreas quemadas para el año 2014 y 3 287,52 para el año 2015” (Cuerpo de Bomberos del Distrito Metropolitano de Quito, 2015).

Tabla 7.

Situación anual de los incendios forestales.

Mes	2014			2015			2016		
	Nro. de eventos	Mtrs ²	ha	Nro. de eventos	Mtrs ²	ha	Nro. de eventos	Mtrs ²	ha
Jul	303	481340	48,13	562	794763	79,48	24	4497600	449,76
Ago	599	4346045	434,60	1361	8281635	828,16	109	42490000	4249
Sep	320	1318924	131,89	1162	23596799	2359,68	95	22792200	2279,22
Oct	48	189282	18,93	245	202001	20,20	102	16100000	1610

Tomado de Cuerpo de Bomberos de Quito, 2015

En la tabla 7 se evidencia que en los últimos años 2014, 2015 y 2016 en los meses de julio a octubre es la época más seca del año, es la estación de verano que se encuentra en la ciudad de Quito, en estos meses los incendios forestales son muy concurridos especialmente en el 2015 en el mes de septiembre el área quemada es de 2359,68 hectáreas.

Durante el año 2016 se puede observar que el número de eventos de los incendios forestales ha disminuido bastante en comparación a los años anteriores, esto se debe a que se ha invertido en más equipos, más control, más personal para la detección y monitoreo de los incendios forestales.

Durante el transcurso del 2015 se observa ver figura 47 en el diagrama de barras que muestra los tipos de incendios que existieron: estructural, forestal y por vehículos. Incendio estructural corresponde a los incendios en casas, edificios, locales, etc. Por lo general suelen ser siempre provocados por el hombre; en el año 2015 se tuvo 97 incendios estructurales.

Para incendios forestales hubo cerca de 95 incendios y por tipo vehicular 2; como se puede ver en la Figura 47 se tiene que a partir de los meses julio, agosto, septiembre y octubre es donde hay más incidencia de incendios y esto es debido a muchos factores que se indicará más adelante. Cabe recalcar que esta información fue tomada del Informe de Rendición de Cuentas 2015 del Cuerpo de Bomberos.

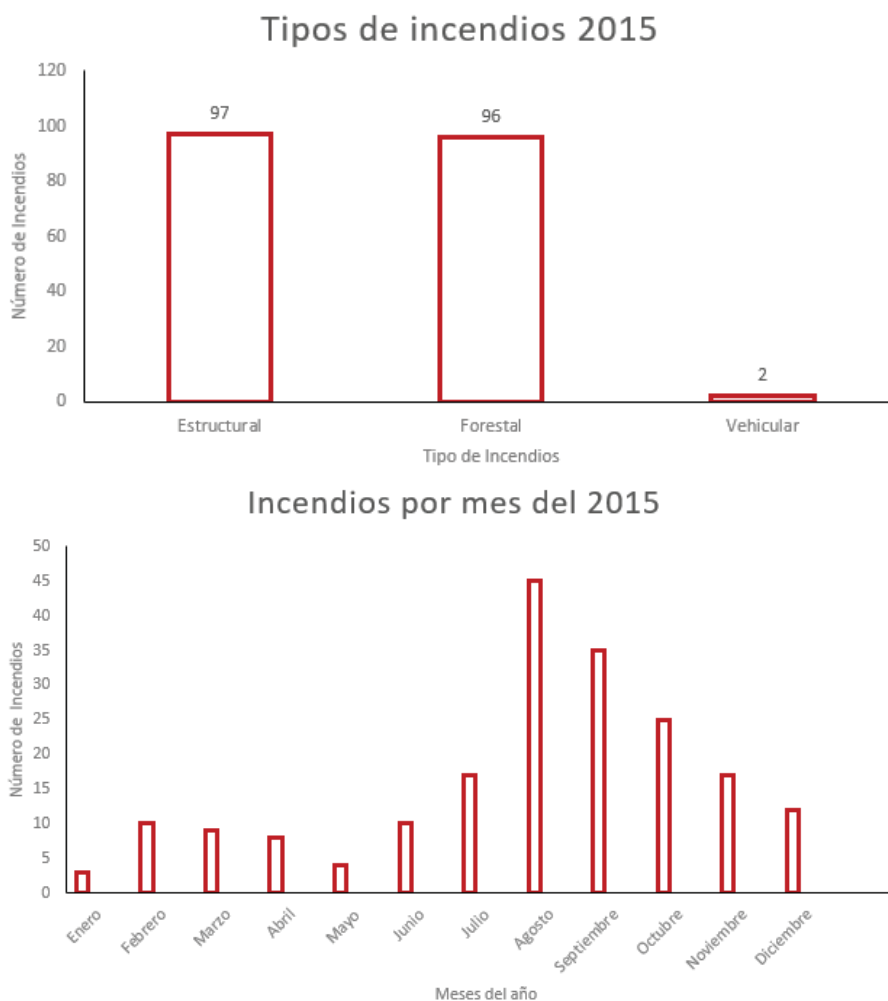


Figura 47. Incendios por mes y tipos del periodo 2015.

Tomado de Distrito Metropolitano de Quito, 2015

3.2 ESPECIFICACIONES PARA EL REGISTRO DE DATOS

3.2.1 INSTALACIÓN DE LAS ESTACIONES

Para el registro de los datos se realizaron de acuerdo a las normas internacionales por la Organización Meteorológica Mundial (OMM). A continuación varias definiciones con respecto a las variables meteorológicas.

3.2.2 TEMPERATURA DEL AIRE

La temperatura pertenece a un elemento meteorológico más importante para la delimitación de los tipos climáticos y se miden en Celsius. Por otro lado las

temperaturas extremas corresponden a valores máximos y mínimos que son vistos en el transcurso del año; para la medición de temperatura del aire se utiliza los siguientes dispositivos:

- Termómetro seco: este dispositivo funciona con la diferencia de dilatación del líquido y con su respectivo vidrio donde mide la temperatura del aire en grados Celsius.
- Termómetro de mínima: indicador de temperatura mínima entre un intervalo de tiempo.
- Termómetro de máxima: indicador de temperatura máxima entre un intervalo de tiempo.
- Termógrafo: su función principal de este instrumento es de registrar la temperatura de una forma gráfica en un determinado tiempo.

3.2.2 HUMEDAD ATMOSFÉRICA

La humedad es la cantidad de vapor de agua que se encuentra presente en el aire y los parámetros que están vinculados con ellos son la tensión de vapor, humedad relativa y temperatura del punto de rocío. Entre los dispositivos que se tiene para la medición de humedad del aire son los siguientes:

- Psicrómetro: este dispositivo tiene la finalidad de medir la humedad del aire, punto de rocío y tensión de vapor. Está conformado por dos termómetros; el uno se encuentra seco y el otro húmedo. Con estos valores se pueden hacer los cálculos de la tensión de vapor mediante la siguiente fórmula:

$$E = E_s - a (T_s - T_h) \quad (\text{Ecuación 1})$$

Donde las variables son:

E= Tensión de Vapor actual.

E_s = Tensión de vapor saturante.

a = constante psicrométrica.

p = presión media a nivel de estación.

Ts = Temperatura de bulbo seco.

Th = Temperatura de bulbo húmedo.

- Higrógrafo: es un instrumento para registrar la forma gráfica las diferentes cronológicas de la humedad relativa del aire durante un intervalo de tiempo.

3.2.3 PRECIPITACIÓN ATMOSFÉRICA

La precipitación es un fenómeno que consiste en la caída de lluvia, nieve, granizo, llovizna que no cuentan con la presencia de neblina ni rocío. La medición se lo realiza en mm y un mm de precipitación es la altura que se obtiene por la caída de un litro de agua sobre la superficie de un metro cuadrado. Los dispositivos que se utilizan para la medición de las precipitaciones atmosféricas son:

- Pluviómetro: es un instrumento para la medición de las alturas de agua de las precipitaciones.
- Pluviógrafo: es un instrumento para el registro de forma gráfica las alturas de las precipitaciones, entre un periodo determinado.

3.2.4 VIENTO

Es el movimiento que produce el aire en la atmósfera de una forma horizontal y para la medición se tiene los siguientes dispositivos:

- Anemocinemógrafo: es un instrumento para el registro de forma gráfica la dirección, fuerza y recorrido del viento.
- Aspa de Wild: equipo para la observación del viento para la determinación de la velocidad o fuerza, la escala que se mide es en m/s.
- Anemómetro totalizador: este instrumento mide el recorrido del aire y se calcula la velocidad media del viento en escala de km/h.

3.3 CUADRO INFORMATIVO DE LOS INCENDIOS FORESTALES

En la ciudad de Quito el Cuerpo de Bomberos informan que la gran causa de incendios forestales en los parques son más provocados por los humanos, debido a los factores que se ha mencionado anteriormente, no toman conciencia del daño que están provocando al ecosistema. Por otro lado por causas naturales no existe mucho riesgo pero por lo general saben ser por erupciones volcánicas, desprendimiento de lava alrededor de las faldas del volcán.

Al revisar las especificaciones del registro de datos se puede dar paso a la siguiente tabla de datos estadísticos de los últimos tres años, donde se visualiza la temporada de verano que tiene la ciudad de Quito. Durante el transcurso de estos meses existe mayor susceptibilidad de incendios forestales debido a muchos factores como: temperatura, humedad, precipitaciones, dirección y velocidad del viento.

Según el Cuerpo de Bomberos, en el periodo actual 2016 se ha podido controlar los incendios forestales gracias a las brigadas que se encuentran en constante monitoreo y esto consta en la tabla 8 verificando el número de eventos que sucedió en este año. Por otro lado el lado en el 2015 es donde más hectáreas se perdieron debido a los incendios.

Tabla 8.

Datos estadísticos de los últimos tres años.

Meses	2014			2015			2016				
	Jul	Ago	Sep	Jul	Ago	Sep	Jul	Ago	Sep	Oct	
Temperatura (°C)	13 a 25	15a 24	14 a 24	12 a 23	19 a 26	20 a 27	19 a 25	14 a 24	15 a 23	17 a 24	17 a 24
Precipitaciones (mm)	20	24	67	117	19	22	50	18	20	40	58
Velocidad del viento Km/h	22	38	40	45	10	10	10	36	36	36	8
Dirección del viento	NalS	NalS	NalS	NalS	NalE	NalE	NalE	EalO	EalO	EalO	EalO
Humedad relativa %	50 al 90	50 al 90	50 al 90	60 al 90	50 al 90	50 al 90	50 al 90	50 al 90	50 al 90	60 al 90	60 al 72
Nro Incendios Forestales	303	599	320	48	562	1361	1162	24	109	95	102
Nro Hectáreas Quemadas	48,13	434,6	131,89	18,93	79,48	828,16	2359,68	449,76	424,9	2279,22	1610

Tomado de INAMHI, 2016

Para el Distrito Metropolitano de Quito el acabar con este problema de los incendios forestales es fundamental para evitar más pérdidas del ecosistema de Quito. Uno de los beneficios que aportaría al comprar dichos equipos para la mitigación del caso es bajar el impacto tanto económico como ambiental, reducir gastos de reforestación y evitar dañar la biodiversidad de Quito.

Uno de las mejores tecnologías es de la empresa Libelium con sus sensores Waspmote Plug & Sense modelo Smart Environment o el Smart Environment Pro, los dos cuentan con las mismas funcionalidades pero la diferencia de ellos son características extras como la detección de otros tipos de gases.

Esta tecnología puede ser adaptada fácilmente en los bosques de la ciudad de Quito, para un mayor control por parte del Cuerpo de Bomberos, es de fácil instalación y su detección es inmediata, así mismo el envío de información puede ser por diferentes módulos de radio.

Esta tecnología fue implementada en el norte de España teniendo bastante éxito a la detección y monitorización de los bosques. El área de cobertura es de alrededor de 210 hectáreas que comprende las comunidades de Asturias y Galicia. El objetivo principal que tiene es de proporcionar una infraestructura de vigilancia, con capacidad para gestionar las alertas y alarmas de advertencia temprana.

Para la solución se señalan tres partes principales en el sistema:

- Red de sensores inalámbricos.
- Red de comunicaciones.
- Centro de recepción.

A continuación se observa un diagrama general del sistema.

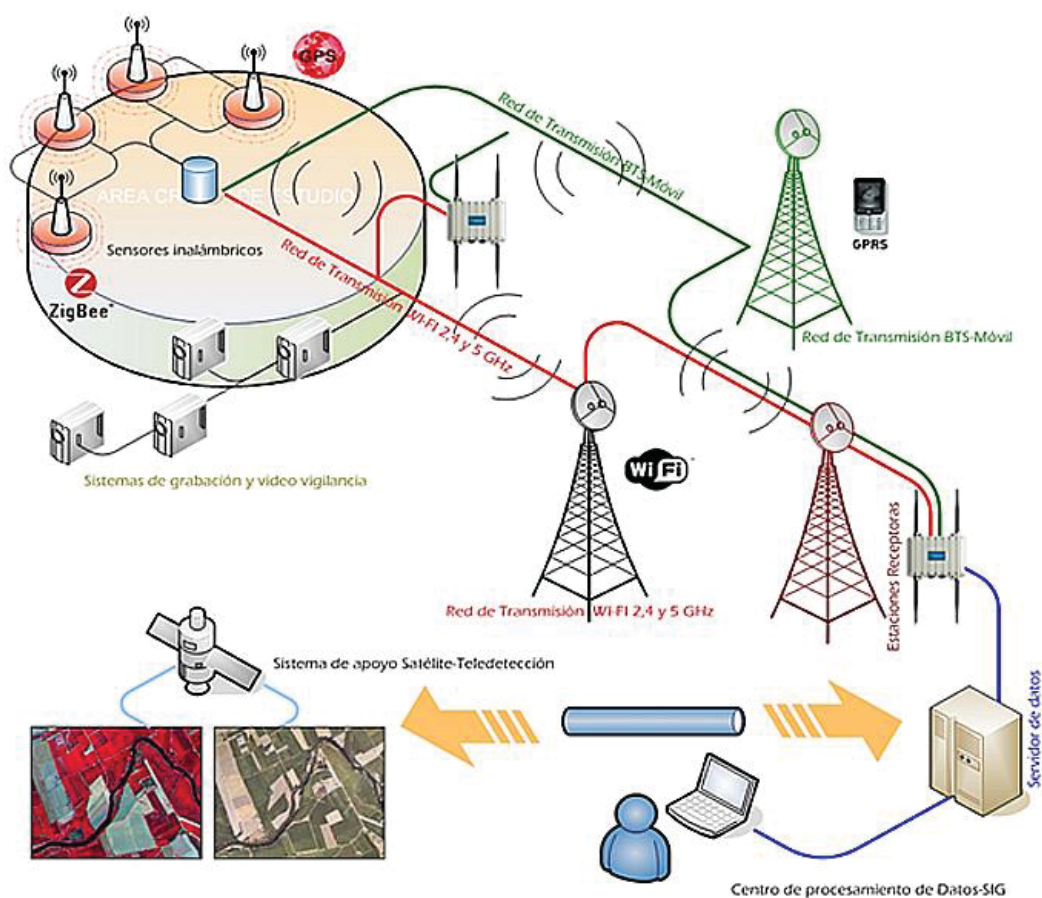


Figura 48. Diagrama General para la detección de incendios.

Tomado de Libelium, 2015

Estos sistemas Waspote pueden ser desplegados en lugares con mayor susceptibilidad de incendios forestales; son 4 parámetros que van midiendo cada 5 minutos que son: la temperatura, humedad relativa, monóxido de carbono y dióxido de carbono. Estos 4 sensores están conectados a waspote a través de gases, que contiene la electrónica necesaria para implementar una fácil integración de hardware de un montón de diferentes sensores de gas.



Figura 49. Diagrama General para la detección de incendios.

Tomado de Libelium, 2015

En la etapa de amplificación de cada sensor puede ser configurable para permitir una mejor integración del sensor específico. Sin embargo, esta característica permite enfocar la exactitud de Waspote en una región de interés. Por otra parte, es posible controlar la potencia de cada sensor, así mismo sus líneas de suministro de energía son independientes y pueden ser controlados por Waspote en tiempo real.

La mayoría de los sensores están afectados por 3 parámetros que son: la humedad relativa, la presión atmosférica y la temperatura, debido a esto la empresa Libelium ofrece varios sensores Gases Board, para minimizar el error y obtener lecturas más precisas.

Si estos parámetros son medidos y superan el umbral configurado, el sistema analiza la información y enviará una señal de alarma. En ese instante el Cuerpo de Bomberos tendrá conocimiento sobre el incendio con información en tiempo real y de dónde está con exactitud, ya que cada Waspote contiene un GPS, lo cual proporciona una precisa información de la posición y tiempo del dispositivo.

Una de las principales características de Wasmote es su bajo consumo de energía: modo encendido cerca de los 9 mA, modo suspensión 62 μ A y modo hibernación 0,7 μ A.

La mayor parte del tiempo los Wasmote pasan en modo suspensión o hibernación con la finalidad de ahorrar batería. Después de un intervalo de tiempo programado; estos dispositivos se despiertan realizan una lectura de sus sensores, implementan comunicación inalámbrica y regresan a su modo de reposo. Las baterías cuentan con baterías recargables y paneles solares, haciendo que el sistema sea autónomo.

Por otro parte Libelium ofrece varios tipos de conexión inalámbrica para la comunicación por radio que son los siguientes que en la tabla:

Tabla 9.

Módulos inalámbricos para la comunicación de radio.

Modelo	Protocolo	Frecuencia	TX power	Sensibilidad	Rango
XBee-802.15.4	802.15.4	2.4 GHz	1 mW	-92 dB	500 m
XBee-802.15.4-Pro	802.15.4	2.4 GHz	63 mW	-100 dBm	7000 m
XBee-ZigBee	Zigbee-Pro	2.4 GHz	2 mW	-96 dBm	500 m
XBee-ZigBee-Pro	Zigbee-Pro	2.4 GHz	50 mW	-102 dBm	7000 m
XBee-868	RF	868 MHz	315 mW	-112 dBm	40 km
XBee-900	RF	900 MHz	50 mW	-100 dBm	10 km
XBee-XSC	RF	900 MHz	100 mW	-106 dBm	24 km

Tomado de Libelium, 2010

Puede alcanzar hasta los 40 km con línea de vista (LOS) utilizando el módulo de 868 MHz. Estos dispositivos realizan lecturas exactas por lo cual la transmisión es altamente fiable y flexible; para la colocación de estos dispositivos son con una separación media de 1,5 km.

También se puede transmitir los datos por GPRS, como un módulo de radio secundario para una mejor disponibilidad y redundancia; el GPRS cuatribanda es compatible con cualquier proveedor de conexión celular, por lo que tranquilamente se puede trabajar en todo el mundo.

Por otra parte se puede transmitir los datos con un router denominado Meshlium, este dispositivo es multiprotocolo de conexión sencilla capaz de interconectar hasta 6 tecnologías:

- WiFi: 2,4 GHz o 5 GHz con potencia alta o baja.
- WSN: 802.15.4 / ZigBee
- GPRS: cuatribanda.
- Ethernet.
- GPS
- Bluetooth.

Es más recomendable para redes exteriores, ya que se encuentra en una carcasa resistente, impermeable que protege de las condiciones más duras. Este dispositivo puede recibir, analizar y almacenar en su base de datos local.



Figura 50. Meshlium Internet Gateway.

Tomado de Libelium, 2015

La topología clásica de red que se puede emplear es una topología en estrella; los nodos establecen conexiones punto a punto con el nodo más cercano mediante el uso de parámetros tales como la dirección de red o dirección MAC.

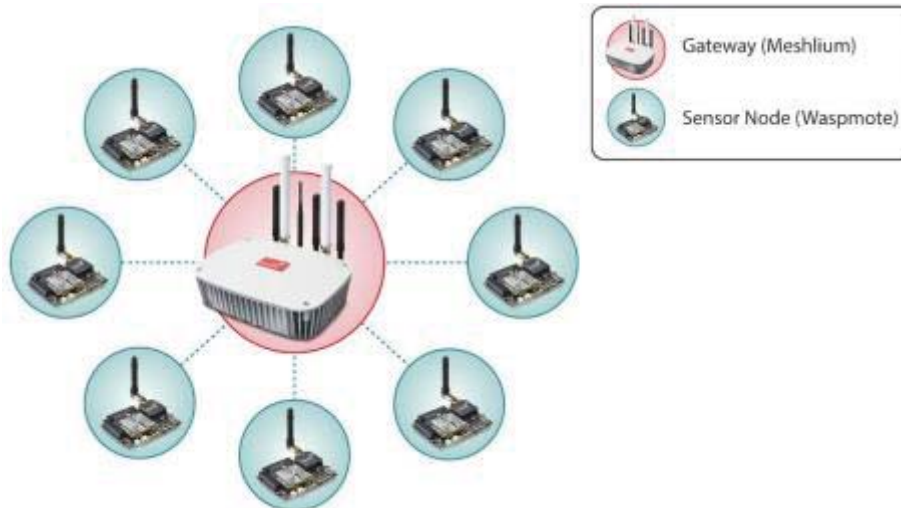


Figura 51. Conexión Meshlium Internet Gateway.

Tomado de Libelium, 2015

Cuando las tramas llegan al dispositivo los analiza dividiendo todos los datos en pequeños trozos o variables que son almacenados en una base de datos My SQL Server. Una vez que los datos se encuentran guardados, se puede gestionar esta información de la manera en que se necesite. SISVIA tiene un panel de control para visualizar la información con una interfaz gráfica. Esta solución puede ser integrada con el GIS (Geographic Information System), permitiendo colocar los datos en mapas 2D y 3D.

Por otro lado Meshlium está protegido con un IP65 que le permite trabajar en condiciones al aire libre, mientras que la alimentación puede ser conectada a un panel solar de modo que no tenga problemas en trabajar en los bosques.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

Los incendios forestales afectan al Distrito Metropolitano de Quito constantemente, no obstante en épocas de verano es más propicio a suceder estos desastres, sin embargo gracias a los avances tecnológicos es posible prevenir y utilizar mecanismos que disminuyen los daños que puedan causar.

Gran parte de los incendios forestales suelen ser provocados por las personas debido a lanzamiento de colillas, fogatas prendidas, quema de basuras, quemas de agropecuarias etc. Todos estos factores influyen mucho al momento de la propagación del fuego por las zonas de vegetación.

Existe un bajo porcentaje en los incendios forestales por causas naturales, este fenómeno es poco concurrente en la ciudad de Quito, pero no hay que descartar que en épocas de verano se alcanza niveles muy altos de temperatura, ausencia de lluvias, y vientos fuertes, en consecuencia de esto el fuego se propagaría fácilmente.

Para que se empiece un incendio forestal es necesario de tres factores que son: calor inicial, combustible y aire. Estos elementos forman el triángulo de fuego, por ende la combinación de estos factores harán que el incendio se propague por toda la zona de vegetación.

Para que un incendio se lo considere fuera de control se tiene que tener claro los siguientes datos: + 30° centígrados, -30% de humedad relativa y más 30 km/h velocidad de viento, todos estos factores son de considerar al momento de un incendio.

Es importante de contar con el conocimiento necesario para diferenciar el tipo de incendio que esté ocurriendo, ya sea superficial, de copa o subterráneo. Con esta información se puede emplear el mejor método para la mitigación del incendio.

Para una mejor identificación de los incendios forestales es necesario poder clasificarlos en diferentes fases del Nivel 1 al 3, donde 1 se considera incendios de pequeña dimensión, 2 incendios de una proporción mediana, y el nivel 3 son de gran magnitud ya requiere de más apoyo a nivel nacional.

Gracias a los datos estadísticos que se obtuvo de la INAMHI y del Cuerpo de Bomberos de Quito se pudo elaborar una tabla de los últimos tres años especialmente en verano, con varios factores que influyen en un incendio forestal que son: la temperatura, precipitaciones, velocidad de viento, número de incendios forestales, etc.

Con la tabla de situación anual de los incendios forestales, la época del año más crítico para Quito es verano, en especial los meses de julio a octubre; durante los últimos tres años se refleja considerablemente el aumento de número de incendios. Estos meses son de más importancia para el personal de los Bomberos.

Con el análisis comparativo de las tecnologías se puede recalcar que todos estos sistemas tienen como función principal el de la detección y monitorización de los incendios en tiempo real, para que la información sea procesada de manera rápida por el personal del centro de control.

RECOMENDACIONES

En Quito con el pasar de los años, los incendios forestales han sido en aumento, según las estadísticas del Cuerpo de Bomberos en los últimos tres años existe un aproximado de 4930 número de incendios, debido a varios factores como el calentamiento global, pirómanos, pocas precipitaciones, entre otros. Con este proyecto se pretende disminuir y aportar a que disminuyan las fatales consecuencias que esto conlleva.

A vísperas de época de verano el personal del Cuerpo de Bomberos debería impartir charlas sobre cómo cuidar nuestro medio ambiente, donde se explique las consecuencias que tiene al dejar prendido algún objeto inflamable en el bosque.

Si un incendio forestal es detectado ya sea por provocación del ser humano o por causa natural, lo más recomendable es tratar de comunicarse con las brigadas del Cuerpo de Bomberos para que determinen una solución de una manera inmediata ante la incidencia.

En caso de enfrentarse al fuego lo ideal es primero atacar desde la cabeza del incendio o si es demasiado intenso, se podría empezar por la parte trasera construyendo una línea a lo largo de los dos flancos.

Con la tecnología que se mencionó en esta investigación se debe verificar siempre las alarmas que indiquen los sistemas, ya que puede indicarnos o un incendio a punto de propagarse o una falsa alarma como puede ser el humo de los carros, por ende el personal que esté a cargo tendrá el deber de siempre revisar antes de llamar.

Se debe considerar en la elaboración de un cuadro estadístico donde tenga factores como: número de incendios, número de hectáreas quemadas, temperatura, precipitaciones, humedad, velocidad y dirección del viento. Para poder identificar qué meses son más propensos de que ocurra un incendio forestal.

Tener un plan de contingencia en caso de que el incendio sea mayor y no pueda ser solventado por el Cuerpo de Bomberos, en casos como este, se puede prestar ayuda de entidades como policías o militares.

Es bueno tener identificado que zonas de la ciudad de Quito son susceptibles a incendios forestales, para poder estar en constante monitoreo y estar alerta a cualquier llamada de emergencia, ya sea por parte de la comunidad, ECU 911 o Cuerpo de Bomberos.

Tanto el Gobierno como la comunidad pueden trabajar juntos, en proyectos que puedan reemplazar todas las zonas incendiadas como la reforestación, la colocación de nuevos árboles, plantas, nueva vegetación para de esta forma ayudar al ecosistema. Eso sí tanto las autoridades y ciudadanos deberán de comprometerse con la naturaleza.

REFERENCIAS

- Avon-ISI. (s.f). *ISI 3500 TIC from Avon-ISI*. Recuperado el 16 de noviembre de 2016 de <http://www.fireequipmentassociates.com/images/isi.pdf>
- Bomberos Mijas. (2010). Incendios forestales tipos y métodos de actuación del servicio de extinción de incendios. Recuperado el 19 de septiembre de 2016 de http://www.bomberosmijas.com/archivos/fuego/fuego_07.pdf
- Balarezo, M. (2015). Retardantes de Llama. Recuperado el 19 de septiembre de 2016 de http://www.epsica.com/Publicaciones/Retardantes_Llama_Mauro_Balarezo_1.pdf
- Cármén L. (2008). Incendios Forestales. Recuperado el 19 de septiembre de 2016 de <http://gama.am.ub.es/edrinacas/riscos/incendis/caracteristiques.htm>
- Cuerpo de Bomberos de Quito. (2014). Rendición de Informe de Gestión 2014. Recuperado el 2 de noviembre de <https://www.bomberosquito.gob.ec/images/pdf/cuentas/cbq13.pdf>
- Cuerpo de Bomberos de Quito. (2015). Rendición de Informe de Gestión 2014. Recuperado el 2 de noviembre de <https://www.bomberosquito.gob.ec/images/pdf/cuentas/fase1rrc15.pdf>
- Diseños Y Montajes Mecánicos. (s.f). Triángulo del Fuego. Recuperado el 19 de septiembre de 2016 de <http://www.montajesmecanicos.com/fogmaker/>
- Editor. (2014). Incendios Forestales. Recuperado el 19 de septiembre de 2016 de <http://panoramaagrario.com/2014/03/incendios-forestales/>

- El Ciudadano. (2014). Documental “Cenizas” expone causas y efectos de los incendios forestales. Recuperado el 19 de septiembre de 2016 de <http://www.elciudadano.cl/2014/01/08/101521/documental-cenizas-expone-causas-y-efectos-de-los-incendios-forestales/>
- ECU 911. (2014). El SIS ECU 911 Quito tiene 15 cámaras instaladas para monitorear y responder en caso de incendios forestales. Recuperado el 19 de septiembre de 2016 de <http://www.ecu911.gob.ec/el-sis-ecu-911-quito-tiene-15-camaras-instaladas-para-monitorear-y-responder-en-caso-de-incendios-forestales-en-el-dmq/>
- El Comercio. (2012). Incendios dejan secuelas en la salud y en el aire. Recuperado el 19 de septiembre de 2016 de <http://www.elcomercio.com/actualidad/quito/incendios-dejan-secuelas-salud-y.html>
- Educarm. (s.f.). Bloque: Incendios Forestales. Recuperado el 25 de octubre de 2016 de <http://servicios.educarm.es/templates/portal/ficheros/websDinamicas/20/tema1incendios.pdf>
- FireWatch. (s.f.). Beneficios Fire Watch. Recuperado el 25 de octubre de 2016 de <http://www.fire-watch.de/key-benefits>
- Libelium. (2016). *Waspnote Plug & Sense! Technical Guide*. Recuperado el 27 de octubre de 2016 de http://www.libelium.com/downloads/documentation/waspnote_plug_and_sense_technical_guide.pdf
- Molina, O. (2015). Incendios forestales durante 2015 superan los registros de 2014. Recuperado el 19 de septiembre de 2016 de <http://www.lacronica.com/EdicionEnLinea/Notas/Noticias/20082015/1000508-Incendios-forestales-durante-2015-superan-los-registros-de-2014.html>

- Montilla, C. (2004). Incendios Forestales. Recuperado el 19 de septiembre de 2016 de http://www.ecoportal.net/Temas-Especiales/Suelos/Incendios_Forestales
- Monti. (2014). Los incendios forestales: clasificación del comportamiento. <http://evitaelfuego.es/los-incendios-forestales-clasificacion-del-comportamiento/>
- Metro. (2016). Incendios Forestales áreas susceptibles. Recuperado el 18 de noviembre de 2016 de <https://www.metroecuador.com.ec/ec/noticias/2016/07/11/bomberos-quito-controlo-incendio-forestal-cerro-atacazo.html>
- Monti. (2014). Los incendios forestales-Técnicas de Investigación. Recuperado el 25 de octubre de 2016 de <http://evitaelfuego.es/incendios-forestales-tecnicas-de-investigacion/>
- Patzelt, C. (2009). Incendios forestales. Recuperado el 19 de septiembre de 2016 de <http://www.feuerwehrmagazin.de/nachrichten/news/kalifornien-todesstrafe-fur-brandstifter-1697>
- Pausas, J. (2012). Incendios Forestales, una introducción a la ecología del fuego. Recuperado el 19 de septiembre de 2016 de <http://www.uv.es/jgpausas/incendios.html>
- Prensa. (2015). Prevención contra incendios forestales. Recuperado el 19 de septiembre de 2016 de http://noticiasquito.gob.ec/Noticias/news_user_view/prevencion_cont_ ra_incendios_forestales--15551
- Solobera, J. (2010). *Detecting Forest Fires using Wireless Sensor Networks*. Recuperado el 27 de octubre de 2016 de http://www.libelium.com/wireless_sensor_networks_to_detec_forest_fires/

Selamat, P. (s.f.). *ISI 3500 TIC*. Recuperado el 2 de noviembre de <http://www.pandusafety.com/solutions/product/safety-a-protection/infra-red-detector/293-isi-3500-tic>

Secretaria de Ambiente. (2014). Efectos del cambio climático. Recuperado el 2 de noviembre de 2016 de <http://www.quitoambiente.gob.ec/ambiente/index.php/cambio-climatico/diagnostico>

Solobera, J. (2010). *Detecting Forest Fires using Wireless Sensor Networks*. Recuperado el 20 de noviembre de 2016 de http://www.libelium.com/wireless_sensor_networks_to_detec_forest_fires

Wladimir, A. (2012). Incendios Forestales en el Distrito Metropolitano de Quito. Recuperado el 25 de octubre de 2016 de <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/7351/1/AC-IS-ESPE-047519.pdf>

24 Horas. (2014). Descifran misterio de incendios subterráneos en Nuevo León. Recuperado el 19 de septiembre de 2016 de <http://www.24-horas.mx/descifran-misterio-de-incendios-subterraneos-en-nuevo-leon/#>

ANEXOS

ANEXO 1. Carta de Autorización al Cuerpo de Bomberos.

Quito, 21 de octubre de 2016

Coronel, Éber Arroyo
Comandante del Cuerpo de Bomberos
Presente.

Por este medio solicito a usted con su autorización para que el estudiante de la carrera de Ingeniería en Electrónica y Redes de la Información Sr. Andres Javier Cardenas Rivera con el número de cédula: 1720358074, coordine la visita al Cuerpo de Bomberos de Quito en la dirección Veintimilla E5-66 y Reina Victoria (La Mariscal). Para la recopilación de información acerca de los incendios forestales en los parques de la ciudad de Quito, debido a que el estudiante se encuentra en la elaboración de su tesis.

Queda a su disposición la fecha de la visita.

Estoy seguro de que conocer el trabajo que se desarrolla en esta Institución será determinante en la investigación de su proyecto.

Atentamente,

Ángel Jaramillo

Director Ing. Electrónica y Redes
Universidad de Las Américas - Ecuador
Sede Quito, José Quiro y Av. Granados
Bloque 4, Planta Alta,
Quito, Ecuador
Teléf: +593 (2) 3981000 Ext. 172
Directo: + 593 (2) 3970061
Móvil: + 593 (9) 98372323

	CUERPO DE BOMBEROS DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO RECEPCION DE DOCUMENTOS
Fecha:	21/10/2016
Hora:	15:12
Nombre:	Juan Saavedra

ANEXO 2. Datasheet ISI 3500.

Technology That Saves Time™

ISI 3500 TIC from Avon-ISI



The small, lightweight ISI 3500 thermal imaging camera is designed to incorporate the needs and concerns of the everyday firefighter. The ISI 3500 is operational within three seconds, provides the first truly diagnostic charging system, offers a unique Remote LCD search option, has a four hour rechargeable battery, and three-color temperature colorization.

PERFORMANCE

The ISI 3500 utilizes the latest technology advancements in thermal imaging sensors from L-3 Infrared Products. The new sensor provides greater thermal sensitivity, a higher detector saturation point, a wider operating temperature range, an improved image update rate, and temperature colorization. The sensor with automatic contrast control, highly integrated DSP-based signal processing electronics, and enhanced image processing, uses an Electronic Integration (EI) Mode to optimize image quality in high thermal energy scenes.

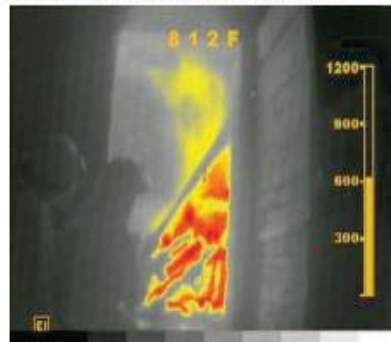
SIMPLICITY

With its one button operation, lightweight binocular style design, and slide-on external battery, the ISI 3500 is user friendly and simple to operate. The ISI 500 comes

standard with the first truly diagnostic charging system. Both the external and internal charging systems inform the user if the charger is operational, the battery can be charged, and if the battery has been depleted to the point that it will take longer than the nominal two hour charging time to bring the battery to full capacity. And the four hour rechargeable battery eliminates the need to change batteries while at the fire scene. The ISI 3500 also comes standard with a choice of a neckstrap, short lanyard, or a retractable lanyard. Choose between ACCUTEMP direct digital temperature readout, temperature scale or temperature colorization, or have all three as part of the standard package. All ISI 3500 thermal imagers come with two NiMH rechargeable batteries.

RELIABILITY

Taking into consideration the extremely harsh environment, the ISI 3500 is designed to withstand a 10 foot drop and remain operational without any cosmetic damage. Along with being IP67 waterproof (with or without a battery in place), the ISI 3500 is vibration and RFI tested to assure peak performance. Flame retardant straps, bumpers, outer shells, and battery housings pass flame testing similar to that required by SCBA.



The Trusted Force In
Frontline Protection, Worldwide.

AVON

Avon-ISI
922 Hurricane Shoals Road
Lawrenceville, GA 30043
888-474-7233
www.avon-isi.com

Technology That Saves Time™

ISI 3500 TIC from Avon-ISI

OPTIONS

The ISI 3500 offers a remote LCD with telescoping pole that allows you to search hard-to-reach areas such as attics, basements, and confined spaces, without putting yourself directly into the hazardous environment. An external multi-channel transmitter is available to send images from within a fire scene to the command center. An ergonomically designed handle can be utilized for easier one-handed operation.

TECHNICAL INFORMATION

GENERAL DESCRIPTION

Dimensions	H=5.25"; W=6.25"; L= 8"
Weight	3.8 lbs with battery
	2.7 lbs without battery
Impact Resistance	10 Feet
Water Resistance	IP67
Start-up Time	3 Seconds
Temperature Tolerance	200° F for 46 minutes
	300° F for 26 minutes
	500° F for 8 minutes

MATERIALS DESCRIPTION

Casing Shell	Ultem® Thermoplastic
Bumpers & Visor	Silicone
Sidestraps	Kevlar®

OPTICS

Thermal Lens

Type	Germanium
Size	8.5mm
Field of View	50° x 35°
Speed	f / 1.0

ELECTRONICS DESCRIPTION

SENSOR/DETECTOR

Technology	Microbolometer
Sensor Array	160 x 120
Sensor Material	Amorphous Silicone
Spectral Response	8 – 14 µm
Thermal Sensitivity	50 mK
Operating Temperature	-40°C to 85°C
Update Rate	30 Hz
Saturation Temperature	1000° F
Temperature Measurement	Digital °F or °C

POWER SYSTEM

Source	NiMH Rechargeable
Battery:	
Output	7.2 Volts
Capacity	4.5 Ah
Duration	4+ hours on full charge
Recharge Time	2 hours nominal
Indicator	LED System
Charging Systems	110V AC or 12V DC

DISPLAY

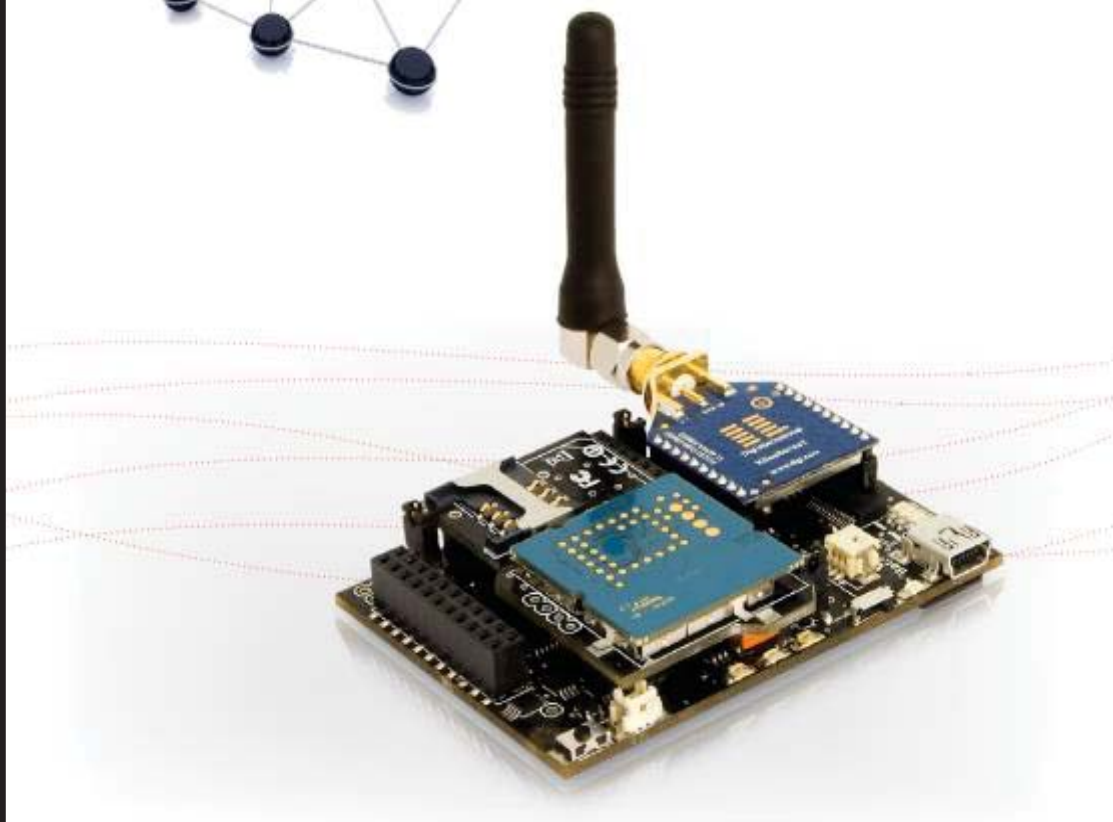
Type	Liquid Crystal Display
Size	3.5" Diagonal



Data Sheet 095-08

ANEXO 3. Datasheet Wasp mote

Wasp mote Datasheet



Waspote

General data:

Microcontroller:	ATmega1281
Frequency:	8MHz
SRAM:	8KB
EEPROM:	4KB
FLASH:	128KB
SD Card:	2GB
Weight:	20gr
Dimensions:	73.5 x 51 x 13 mm
Temperature Range:	[-20°C, +65°C]
Clock:	RTC (32KHz)



Consumption:

ON:	9mA
Sleep:	62µA
Deep Sleep:	62µA
Hibernate:	0.7µA

Operation without recharging: 1 year *

** Time obtained using the Hibernate mode as the energy saving mode*

Inputs/Outputs:

7 Analog (I), 8 Digital (I/O), 1 PWM, 2 UART, 1 I2C, 1USB

Electrical data:

Battery voltage:	3.3 V - 4.2V
USB charging:	5 V - 100mA
Solar panel charging:	6 - 12 V - 280mA
Auxiliary battery voltage:	3V

Built-in sensors on the board:

Temperature (+/-): -40°C, +85°C. Accuracy: 0.25°C
Accelerometer: ±2g (1024 LSB/g) / ±6g (340LSb/g)
 40Hz/160Hz/640Hz/2560Hz

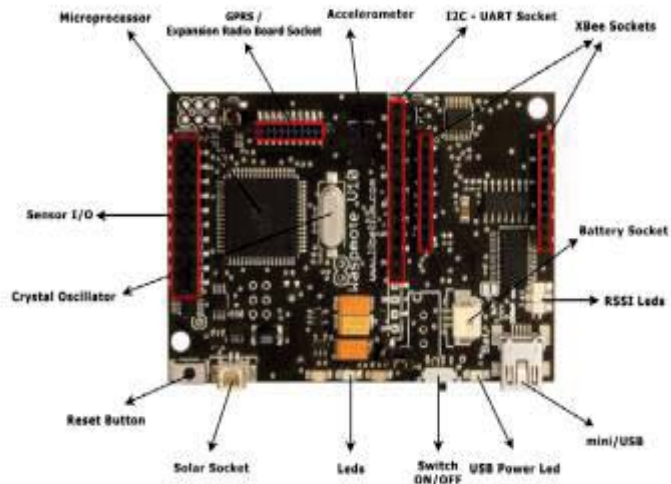


Figure 1: Waspote Board Top

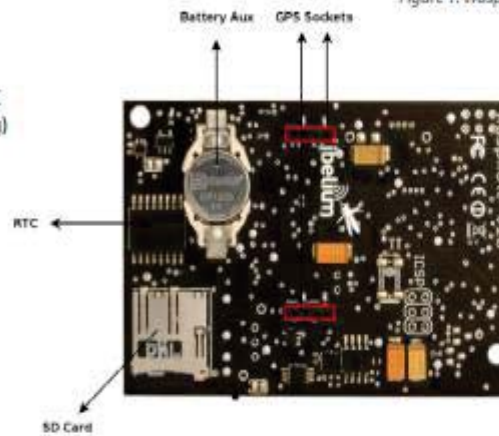


Figure 2: Waspote Board Bottom

802.15.4/ZigBee

Model	Protocol	Frequency	txPower	Sensitivity	Range *
XBee-802.15.4	802.15.4	2.4GHz	1mW	-92dB	500m
XBee-802.15.4-Pro	802.15.4	2.4GHz	100mW	-100dBm	7000m
XBee-ZB	ZigBee-Pro	2.4GHz	2mW	-96dBm	500m
XBee-ZB-Pro	ZigBee-Pro	2.4GHz	50mW	-102dBm	7000m
XBee-868	RF	868MHz	315mW	-112dBm	12km
XBee-900	RF	900MHz	50mW	-100dBm	10km
XBee-XSC	RF	900MHz	100mW	-106dBm	12km

* Line of sight and 5dBi dipole antenna

Antennas: 2.4GHz: 2dBi / 5dBi
868/900MHz: 0dBi / 4.5dBi

Connector: RPSMA

Encryption: AES 128b

Control Signal: RSSI

Standards: XBee-802.15.4 - 802.15.4 Compliant / XBee-ZB - ZigBee-Pro v2007 Compliant

Topologies: star, tree, mesh



Figure 3: XBee

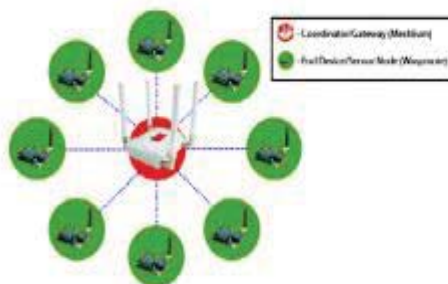


Figure 4: Star

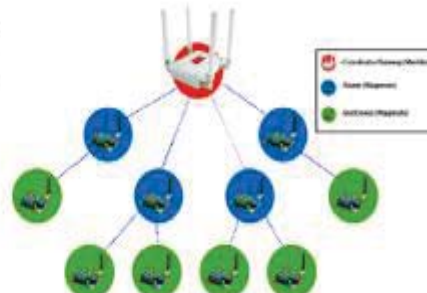


Figure 5: Tree

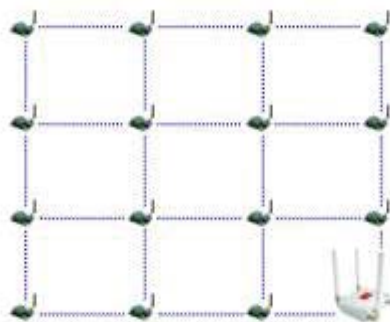


Figure 6: Mesh

Over the Air Programming (OTA)

Benefits:

- Enables the upgrade or change of firmware versions without physical access
- Enables to recover to any sensor node which gets stuck
- Discover nodes in the area just sending a broadcast discovery query
- Upload new firmware in just a couple of minutes
- No interferences: OTA is performed using a change of channel between the programmer and the desired node so no interferences are generated to the rest of the nodes

Over The Air Programming with 802.15.4 / ZigBee



Topologies:

- Direct access: when the nodes are accessed in just one hop (no forwarding of the packets is needed).
- Multihop: when the nodes are accessed in two or more hops. In this mode some nodes have to forward the packets sent by the Gateway in order to reach the destination.

Modes:

- Unicast: Reprogram an specific node
- Multicast: Reprogram several nodes at the same time sending the program just once
- Broadcast: Reprogram the entire network sending the program just once

Wifi

Protocols: 802.11b/g - 2.4GHz

TX Power: 0dBm - 12dBm (variable by software)

RX Sensitivity: -83dBm

Antenna connector: RPSMA

Antenna: 2dBi/5dBi antenna options

Security: WEP, WPA, WPA2

Topologies: AP and Adhoc

802.11 roaming capabilities

Actions:

- TCP/IP - UDP/IP socket connections
- HTTP and HTTPS (secure) web connections
- FTP and FTPS (secure) file transfers
- Direct connections with iPhone and Android
- Connects with any standard Wifi router
- DHCP for automatic IP assignation
- DNS resolution enabled



Figure 7: Wifi Module

Bluetooth

Bluetooth Chip: eUnistone 31308/2

Version: Bluetooth 2.0 + EDR (Configurable BT 1.2)

TX Power: 2.5dBm

RX Sensitivity: -86dBm

Antenna: 2dBi / 5dBi

Antenna Connector: RPSMA

Outdoor Range: 250m

Indoor Range: 30m

Actions:

- Scanning of new devices
- Security - PIN mode
- Adaptive Frequency Hopping (AFH)
- Serial Port Profile (SPP)
- Trusted nodes management



Figure 8: Bluetooth Module

GSM/GPRS

Model: SIM900 (SIMCom)

Quadband: 850MHz/900MHz/1800MHz/1900MHz

TX Power: 2W(Class 4) 850MHz/900MHz, 1W(Class 1) 1800MHz/1900MHz

Sensitivity: -109dBm

Antenna connector: UFL

External Antenna: 0dBi

Consumption in power down mode: 30 μ A

Actions:

- Making/Receiving calls
- Making 'x' tone missed calls
- Sending/Receiving SMS
- Single connection and multiple connections TCP/IP and UDP/IP clients
- TCP/IP server
- HTTP Service
- FTP Service (downloading and uploading files)



Figure 9: GSM/GPRS

Bluetooth module for device discovery

Protocol: Bluetooth 2.1 + EDR, Class 2

TX Power: 3dBm

Antenna: 2dBi

Max Scan: Up to 250 unique devices in each inquiry

Power levels: 7 [-27dBm, +3dBm]

Application

- Vehicular and pedestrian traffic monitoring

Features:

- Received Strength Signal Indicator (RSSI) for each scanned device
- Scan devices with maximum inquiry time
- Scan devices with maximum number of nodes
- Scan devices looking for a certain user by MAC address
- Class of Device (CoD) for each scanned device



Figure 10: Bluetooth module for device discovery

RFID/NFC

13.56MHz

- **Compatibility:** Reader/writer mode supporting ISO 14443A / MIFARE / FeliCa™ / NFCIP-1
- **Distance:** 5cm
- **Max capacity:** 4KB
- **Tags:** cards, keyrings, stickers

Applications

- Located based services (LBS)
- Logistics (assets tracking, supply chain)
- Access management
- Electronic prepaid metering (vending machines, public transport)
- Smartphone interaction (NFCIP-1 protocol)



Figure 11: 13.56MHz RFID/NFC module

125KHz

- **Compatibility:** Reader/writer mode supporting ISO cards - T5557 / EM4102
- **Distance:** 5cm
- **Max capacity:** 20B
- **Tags available:** cards, keyrings

Applications

- Located based services (LBS)
- Logistics (assets tracking, supply chain)
- Product management
- Animal farming identification

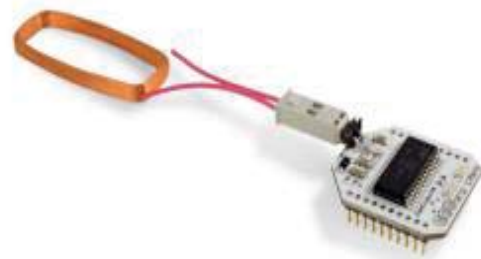


Figure 12: 125KHz RFID module



Figure 13: RFID cards



Figure 14: RFID keyrings



Figure 15: RFID sticker

Expansion Radio Board

The Expansion Radio Board allows to connect two radios at the same time. This means a lot of different combinations are now possible using any of the six radios available for Waspote: 802.15.4, ZigBee, Bluetooth, RFID, Wifi, 3G/GPRS, 868 and 900.

Some of the possible combinations are:

- ZigBee - Bluetooth
- ZigBee - RFID
- ZigBee - Wifi
- ZigBee - 3G/GPRS
- Bluetooth - RFID
- RFID - 3G/GPRS
- etc.

Remark: the 3G/GPRS module does not need the Expansion Board to be connected to Waspote. It can be plugged directly in the 3G/GPRS socket.



Figure 16: Expansion Radio Board

Applications:

- Multifrequency Sensor Networks: (2.4GHz - 868/900MHz)
- Bluetooth - ZigBee hybrid networks
- NFC (RFID) applications with 3G/GPRS
- ZigBee - Wifi hybrid networks

GPS

Model: A1084 (Vincotech)

Movement sensitivity: -159dBm

Acquisition sensitivity: -142dBm

Hot Start Time: <1s

Warm Start Time: <32s

Cold Start Time: <35s

Antenna connector: UFL

External antenna: 26dBi

Available information: latitude, longitude, height, speed, direction, date/time and ephemerids management.


Programmable interruptions:


- **Asynchronous**
 - Sensors (programmable threshold)
 - Low Battery (programmable threshold)
 - Accelerometer: Free-fall, impact (programmable threshold)
 - Arrival of SMS, calls and data
- **Synchronous:**
 - Watchdog: programmable alarms: from 32ms to 8s
 - RTC: programmable alarms: from 1s to days



Figure 17: GPS

Sensor Boards

GASES	APPLICATIONS	SENSORS
 <p>Figure 18: Gases Board</p>	<ul style="list-style-type: none"> • City pollution CO, CO₂, NO₂, O₃ • Emissions from farms and hatcheries CH₄, H₂S, NH₃ • Control of chemical and industrial processes C₄H₁₀, H₂, VOC • Forest fires CO, CO₂ 	<ul style="list-style-type: none"> • Carbon Monoxide – CO • Carbon Dioxide – CO₂ • Oxygen – O₂ • Methane – CH₄ • Hydrogen – H₂ • Ammonia – NH₃ • Isobutane – C₄H₁₀ • Ethanol – CH₃CH₂OH • Toluene – C₆H₅CH₃ • Hydrogen Sulfide – H₂S • Nitrogen Dioxide – NO₂ • Ozone – O₃ • Hydrocarbons – VOC • Temperature • Humidity • Pressure atmospheric

EVENTS	APPLICATIONS	SENSORS
 <p>Figure 19: Events Board</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Security Vibration, hall effect (doors and windows), person detection PIR • Emergencies Presence detection and water level sensors, temperature • Control of goods in logistics Vibration and impact sensors 	<ul style="list-style-type: none"> • Pressure/Weight • Bend • Vibration • Impact • Hall Effect • Tilt • Temperature (+/-) • Liquid Presence • Liquid Level • Luminosity • Presence (PIR) • Stretch

SMART CITIES	APPLICATIONS	SENSORS
--------------	--------------	---------



Figure 20: Smart Cities Board

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Noise maps
Monitor in real time the acoustic levels in the streets of a city • Structural health monitoring
Crack detection and propagation • Air quality
Detect the level of particulates and dust in the air • Waste management
Measure the garbage levels in bins to optimize the trash collection routes | <ul style="list-style-type: none"> • Microphone (dB SPL) • Crack detection gauge • Crack propagation gauge • Linear displacement • Dust - PM-10 • Ultrasound (distance measurement) • Temperature • Humidity • Luminosity |
|---|--|

SMART PARKING	APPLICATIONS	SENSORS
---------------	--------------	---------



Figure 21: Smart Parking Board

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Car detection for available parking information • Detection of free parking lots outdoors • Parallel and perpendicular parking slots control | <ul style="list-style-type: none"> • Magnetic Field |
|--|--|

AGRICULTURE	APPLICATIONS	SENSORS
-------------	--------------	---------



Figure 22: Agriculture Board

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Precision Agriculture
Leaf temperature, fruit diameter • Irrigation Systems
Soil moisture, leaf wetness • Greenhouses
Solar radiation, humidity, temperature • Weather Stations
Anemometer, wind vane, pluviometer | <ul style="list-style-type: none"> • Air Temperature / Humidity • Soil Temperature / Moisture • Leaf Wetness • Atmospheric Pressure • Solar Radiation - PAR • Ultraviolet Radiation - UV • Trunk Diameter • Stem Diameter • Fruit Diameter • Anemometer • Wind Vane • Pluviometer • Luminosity |
|---|---|

RADIATION
APPLICATIONS
SENSORS


- Monitor the radiation levels wirelessly without comprising the life of the security forces
 - Create prevention and control radiation networks in the surroundings of a nuclear plant
 - Measure the amount of Beta and Gamma radiation in specific areas autonomously
- Geiger tube [β , γ] (Beta and Gamma)

Figure 23: Radiation Board

SMART METERING
APPLICATIONS
SENSORS


- Energy measurement
 - Water consumption
 - Pipe leakage detection
 - Liquid storage management
 - Tanks and silos level control
 - Supplies control in manufacturing
 - Industrial Automation
 - Agricultural Irrigation
- Current
 - Water flow
 - Liquid level
 - Load cell
 - Ultrasound
 - Distance Foil
 - Temperature
 - Humidity
 - Luminosity

Figure 24: Smart Metering Board

PROTOTYPING SENSOR
APPLICATIONS
SENSORS


- Prepared for the **integration of any kind of sensor.**
- Pad Area
 - Integrated Circuit Area
 - Analog-to-Digital Converter (16b)

Figure 25: Prototyping Sensor Board

Power supplies

- 1150mA/2300mA/6600mA Li-Ion rechargeable // 13000mAH **non - rechargeable**
- Solar Panel: rigid (7V – 500mA) and flexible (7.2V – 100mA)
- USB (220V-USB, car lighter USB)

USB-PC interface

Model: Waspote Gateway *

Communication: 802.15.4/ZigBee - USB PC

Programmable buttons and leds

*Included in the developers Kit

Compiler:

- IDE-Waspote (open source)
- Language: C++
- Versions Windows, Linux and Mac-OS



Figure 26: Waspote Gateway

Smart Environment

Smart Environment model is designed to monitor environmental parameters such as temperature, humidity, atmospheric pressure and some types of gases. The main applications for this Waspote Plug & Sense! configuration are city pollution measurement, emissions from farms and hatcheries, control of chemical and industrial processes, forest fires, etc. Go to the application section in the [Libelium website](#) for a complete list of services.



Figure 36: Smart Environment Waspote Plug & Sense! model

Sensor sockets are configured as shown in the figure below.

Sensor Socket	Sensor probes allowed for each sensor socket	
	Parameter	Reference
A	Temperature	9203
	Carbon monoxide - CO	9229
	Methane - CH ₄	9232
	Ammonia - NH ₃	9233
	Liquid Petroleum Gases: H ₂ , CH ₄ , ethanol, isobutene.	9234
	Air pollutants 1: C ₄ H ₁₀ , CH ₃ CH ₂ OH, H ₂ , CO, CH ₄	9235
	Air pollutants 2: C ₆ H ₅ CH ₃ , H ₂ S, CH ₃ CH ₂ OH, NH ₃ , H ₂	9236
	Alcohol derivates: CH ₃ CH ₂ OH, H ₂ , C ₄ H ₁₀ , CO, CH ₄	9237
B	Humidity	9204
	Atmospheric pressure	9250
C	Carbon dioxide - CO ₂	9230
D	Nitrogen dioxide - NO ₂	9238
E	Ozone - O ₃	9258
	Hydrocarbons - VOC	9201
	Oxygen - O ₂	9231
F	Carbon monoxide - CO	9229
	Methane - CH ₄	9232
	Ammonia - NH ₃	9233
	Liquid Petroleum Gases: H ₂ , CH ₄ , ethanol, isobutene.	9234
	Air pollutants 1: C ₄ H ₁₀ , CH ₃ CH ₂ OH, H ₂ , CO, CH ₄	9235
	Air pollutants 2: C ₆ H ₅ CH ₃ , H ₂ S, CH ₃ CH ₂ OH, NH ₃ , H ₂	9236
	Alcohol derivates: CH ₃ CH ₂ OH, H ₂ , C ₄ H ₁₀ , CO, CH ₄	9237

Figure 37: Sensor sockets configuration for Smart Environment model

Note: For more technical information about each sensor probe go to the [Support section](#) in Libelium website.

Certifications

- CE (Europe)
- FCC (USA)
- IC (Canada)



ANEXO 4. Datasheet Meshlium Xtreme

Meshlium Xtreme

Datasheet



The image shows a white, rectangular wireless router with four external antennas. A red label is visible on the top surface. The device is set against a dark, gradient background.



libelium



A row of five icons representing various wireless technologies: WiFi, a mobile phone, Zigbee, Bluetooth, and a globe.

Specifications



Processor	500MHz (x86)	
RAM memory	256MB (DDR)	
Disk memory	8GB	
Power	5W (18V)	
Power Source	POE (Power Over Ethernet)	
Normal Current Consumption	270mA	
High Current Consumption	450mA	
Max Supply Current	1'5A	
Enclosure	Material	Aluminium
	Dimensions	210x175x50mm
	Weight	1,2Kg
	External protection	IP65
Temperature Range	-20°C / 50°C	
Response Time to ethernet ping	60s	
Time to have all the services running	90s	
Types of power supply* for POE	AC-220V	
	Battery – solar panel (DC-12V)	
	Car lighter (DC-12V)	
System	Linux, Debian. OLSR Mesh communication protocol. MadWiFi Drivers.	
Management software	Meshlium Manager System (open source)	
Security	Authentication WEP, WPA-PSK, HTTPS and SSH access.	

(* Only with the accessories supplied by Libelium

WiFi AP - 2.4GHz Radio



WiFi RADIO	
Chipset	Atheros AR5213A - IEEE 802.11b/g
Tx-Power	100mW - 20 dBm
Distance	500m *

() Depending on antenna and line of sight*

ANTENNA	
Type	Omnidirectional
Gain	5dBi
Dimensions	224 x 22 mm

WiFi Mesh Dual Band 2.4 GHz / 5GHz Radio



WiFi RADIO	
Chipset	Atheros AR5213A - IEEE 802.11a/b/g
Tx-Power	20dB - 802.11b/g / 18dB - 802.11a
Distance	2-50km *

() Depending on antenna and line of sight*

ANTENNA	
Type	Omnidirectional
Gain	5dBi - 2.4GHz / 8dBi - 5GHz
Dimensions	224 x 22 mm

XBee Radio



Model	XBee - PRO - 802.15.4
Frequency	2.4GHz
Tx-Power	100mW
Rx Sensitivity	-100dBm
Antenna	5dBi Dipole
Distance	7km *

Model	XBee - PRO - ZigBee
Frequency	2,4GHz
Tx-Power	50mW
Rx Sensitivity	-102dBm
Antenna	5dBi Dipole
Distance	7km *

Model	XBee - PRO - 868
Frequency	868MHz
Tx-Power	315mW
Rx Sensitivity	-112dBm
Antenna	5dBi Dipole
Distance	12km *

Model	XBee - PRO - 900
Frequency	900MHz
Tx-Power	50mW
Rx Sensitivity	-100dBm
Antenna	5dBi Dipole
Distance	10km *

(*) Depending on antenna and line of sight

XBee Radio (continuation)



Model	XBee - PRO - Digimesh
Frequency	2.4GHz
Tx-Power	100mW
Rx Sensitivity	-100dBm
Antenna	5dBi Dipole
Distance	7km *

(*) Depending on antenna and line of sight

LoRa Radio



Model	Semtech SX1272
Frequency	868 and 915 MHz
Tx-Power	14 dBm
Rx Sensitivity	-137 dBm
Antenna	4.5dBi Dipole
Distance	21+km *

(*) Depending on antenna and line of sight

WiFi Scanner



Chipset	Atheros AR5213A - IEEE 802.11b/g
Distance	50-200m *
Antenna	5dBi Dipole

(*) Depending on antenna and line of sight

Bluetooth Scanner



Protocol	Bluetooth 2.1 + EDR, Class 2
Tx-Power	3dBm
Antenna	5dBi
Power	3dBm
Distance	20-30m *

(*) Depending on antenna and line of sight

3G/GPRS Module



Protocols	3G*, WCDMA, HSPA, UMTS, GPRS, GSM
Tri Band	900MHz/1900MHz/2100MHZ or 850MHz/1900MHz/2100MHZ
Output power:	UMTS 850/900/1900/2100: 0.25W GSM850/GSM900: 2W DCS1800/PCS1900: 1W
Rx Rate	7.2Mb/s
Tx Rate	5.5Mb/s
Antenna	3dBi
SIM card	Access via the External SIM socket

() Note for US users: We have tested the new 3G shield with the AT&T network which supports natively the GSM and 3G protocols. With other carriers may also work although we haven't tried and thus we can not ensure it. For this reason we recommend to use AT&T SIM cards.*

GPS Module



Modes	Assisted GPS (A-GPS), Standalone mode (NMEA frames)
Server	Server enabled to perform even indoor location ins A-GPS and S-GPS modes
Antenna	26dBi (+/-4.5dBi) - 3m cable. Magnetic

Wireless Sensor Networks with Wasmote and Meshlium

Two Libelium technologies:

Wasmote is a sensor device specially oriented to developers. It works with different protocols (ZigBee, Bluetooth, GPRS) and frequencies (2.4GHz, 868MHz, 900MHz) being capable of getting links up to 22km. It counts with an hibernate mode of 0.7uA which allows to save battery when it is not transmitting. More than 50 sensors already available and a complete open source IDE (API libraries + compiler) made really easy to start working with the platform.

More info: <http://www.libelium.com/wasmote>



Meshlium is a Linux router which works as the Gateway of the Wasmote Sensor Networks. It can contain 5 different radio interfaces: WiFi 2.4GHz, WiFi 5GHz, 3G/GPRS, Bluetooth and XBee/LoRa. As well as this, Meshlium can also integrate a GPS module for mobile and vehicular applications and be solar and battery powered. These features a long with an **aluminium IP-65 enclosure** allows Meshlium to be placed anywhere outdoor. Meshlium comes with the Manager System, a web application which allows to control quickly and easily the WiFi, XBee, LoRa, Bluetooth and 3G/GPRS configurations a long with the storage options of the sensor data received.

The new Meshlium Xtreme allows to detect iPhone and Android devices and in general any device which works with WiFi or Bluetooth interfaces. The idea is to be able to measure the amount of people and cars which are present in a certain point at a specific time, allowing the study of the evolution of the traffic congestion of pedestrians and vehicles.

More info: <http://www.libelium.com/meshlium>



How do they work together?

Meshlium receives the sensor data sent by Wasmote using the one wireless radio. The **Sensor Parser** is a software system which is able to do the following tasks in an easy and transparent way:

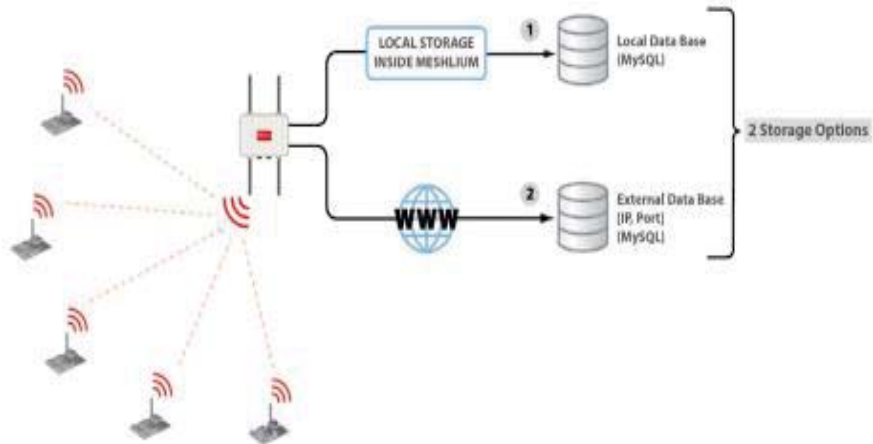
- receive frames from XBee and LoRa (with the Data Frame format)
- receive frames from 3G/GPRS, WiFi and Ethernet via HTTP protocol (Manager System version 3.1.4 and above)
- parse these frames
- store the data in local Database
- synchronize the local Database with an external Database

Besides, the user can add his own sensors.

Then 4 possible actions can be performed:

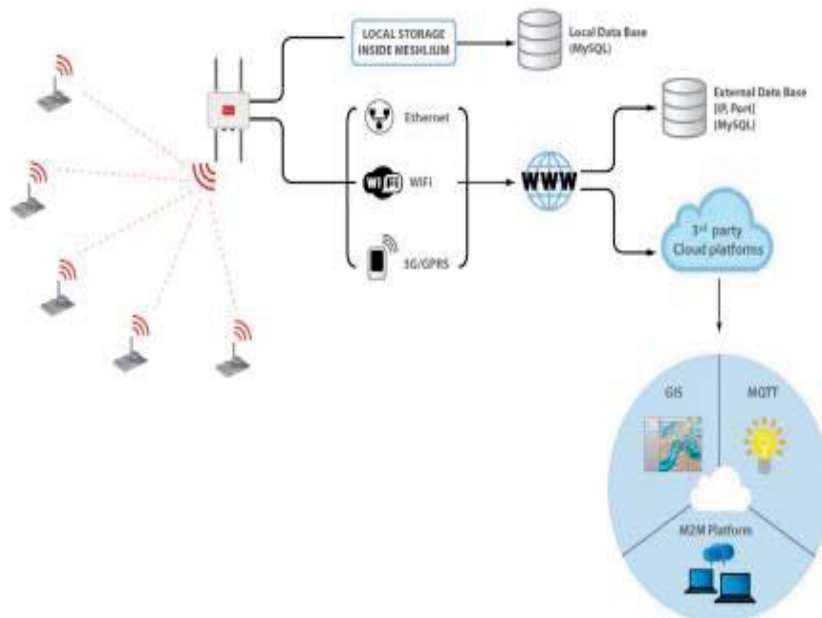
1. Store the sensor data in the Meshlium Local Data Base (MySQL)
2. Store the sensor data in an External Data Base (MySQL)
3. Send the information to the Internet using the Ethernet or WiFi connection
4. Send the information to the Internet using the 3G/GPRS connection

Meshlium Storage Options



- Local Data Base
- External Data Base

Meshlium Connection Options



- XBee / LoRa / GPRS / 3G / WiFi → Ethernet
- XBee / LoRa / GPRS / 3G / WiFi → WiFi
- XBee / LoRa / GPRS / 3G / WiFi → 3G/GPRS

ANEXO 5. Datasheet Open Space Fire

HOJA TÉCNICA - NeoLIDAR



SISTEMA AUTOMÁTICO DE DETECCIÓN PRECOZ DE INCENDIOS EN ESPACIOS ABIERTOS



@osf® es la solución avanzada ofrecida por el Grupo @integra en el ámbito de la detección de incendios en espacios abiertos tanto en el campo industrial como en el forestal. La tecnología utilizada, única en este campo y patentada, para detectar columnas de humo cuando los incendios que las originan están en su fase más incipiente, permite detectar incendios en un área circular de más de 3 km. de radio, siempre que dicha columna de humo asome sobre la línea del horizonte.

@osf® utiliza diferentes parámetros para optimizar la detección relacionados directamente con el Sistema: sensibilidad, amplificación, número de repeticiones, parámetros de detección... Todas estas variables son configurables y se pueden cambiar de acuerdo con las condiciones existentes.

@osf® escanea toda el área bajo su supervisión en menos de 3 minutos. Puede configurar diferentes parámetros de detección en relación con el tiempo y el espacio, y debido a ello, el procedimiento de detección se optimiza para cada área a controlar que puede ser mayor de 4.000 hectáreas.

@osf® envía las alarmas al Centro de Control, en donde se reciben y registran las incidencias detectadas. El Sistema permite tomar control manual para una mayor verificación de la seriedad de la situación y establecer la estrategia de extinción más adecuada en función de las circunstancias.



DETECTA HUMO EN FASES INCIPIENTES DE INCENDIOS

@osf® detecta humo. No es sensible a la temperatura del incendio, ya que no es un sistema térmico. El humo se produce durante la fase de comienzo del fuego, de ahí que sea un sistema muy precoz.

TOTALMENTE AUTÓNOMO Y AUTOMÁTICO

@osf® no necesita supervisión humana. Los operarios sólo necesitan atender la alarma cuando se produce.

EXTREMADAMENTE SENSITIVO

@osf® es capaz de detectar fracciones minúsculas del haz de luz dispersado debido a una triple amplificación (óptica, electrónica y algorítmica), lo que hace posible detectar penachos de humo muy débiles en su fase incipiente.

SÓLO REACCIONA A SU PROPIA LUZ

@osf® sólo reacciona a su propia luz emitida, además es extremadamente sensible a dicha luz (<10⁻⁹).

BAJO RATIO DE FALSAS ALARMAS

@osf® dispone de un procedimiento de validación que ayuda a reducir falsas alarmas. Dicho procedimiento está en continuo desarrollo y evolución. Opcionalmente, @osf® puede dotarse de otros componentes que contribuyen a identificar falsas alarmas (cámaras termales, espectrómetros, polarímetros,...).

APOYO A TOMA DE DECISIONES CON EVIDENCIAS

@osf® ayuda en la toma de decisiones enviando fotografías o videos de los incidentes detectados, lo que permitirá analizar la gravedad de los mismos.

FUNCIONA CONTINUAMENTE

@osf® opera en régimen 24x7, mientras disponga de alimentación.

EL SISTEMA FUNCIONA MEJOR DURANTE LA NOCHE

Debido a la ausencia de luz diurna (principal fuente de luz de entrada), @osf® funciona mejor de noche. El Sistema funciona más efectivamente cuando existe menos supervisión humana.

CONEXIONES WI-FI Y UMTS/3G

@osf® puede conectar con el Centro de Control vía WIFI (solución industrial preferida) o UMTS/3G (solución forestal preferida). Para ubicaciones remotas es posible hacerlo vía satélite.

CONSUMO MUY BAJO

El consumo es tan bajo que @osf® puede alimentarse con paneles solares o con micro-aerogenerados.

ROBUSTO, RESISTENTE A METEOROLOGÍA ADVERSA

@osf® puede soportar condiciones meteorológicas muy duras, incluyendo temperaturas extrema y lluvias torrenciales.

CONTROL MANUAL REMOTO

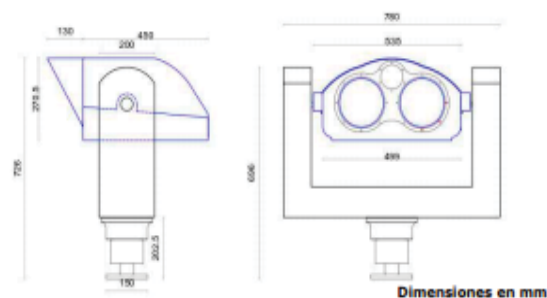
@osf® se puede controlar manualmente desde el Centro de Control.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS



SISTEMA AUTOMÁTICO DE DETECCIÓN PRECOZ DE INCENDIOS EN ESPACIOS ABIERTOS

Modelo	Especificaciones	Óptica	Cámara estándar
@osf-6	Modelo base del Sistema, con montura cardán azimut/cénit, comunicación WIFI, UMTS/3G, alimentación de 12 Vcc.	Radiación emitida: Infrarrojo 950 nm	Sensor de imagen: 1/4" CMOS progresivo
Características técnicas		Rango de Potencia: 0.001 - 3 W continuo 0.001 - 4.5 W pico	Minima Iluminación: Color: 0.2 lux @ f1.2 B/N: 0.02 lux @ f1.2
Rango de detección:	0-3 km (mínimo)	Intensidad emitida: 105 - 3650 W/sr	Obturador Electrónico: 1/25 s - 1/100,000 s
Comunicaciones:	Standard: WIFI, UMTS/3G Opcional: GPRS, satélite	Rechazo radiación de fondo: Hasta 120 dB	Auto Iris: DC Drive
Alimentación Eléctrica:	12 Vcc	Óptica de emisor: Dióptico Acrílico	Día y Noche: Filtro de Corte IR con detector automático
Potencia:	Media 15W @12 Vcc, máximo 24W	Óptica de receptor: Dióptico Acrílico	Vídeo compresión: H.264 / MJPEG
Salida Digital:	2 contactos libres de tensión: Fuego y alarma (conectados a central de incendios).	Velocidad de Transmisión: 32 kbps - 8 mbps	
Entrada Digital:	2 contactos libres de tensión: Reset y fallo de alimentación.	Óptica: varifocal 5-50 mm	
Mecánica		Zoom óptico: 1 a 5	
Tipo de montura:	Montura Cardán- Azimut y cénit	Tamaño imagen: 640x480 pixeles	
Rango del Azimut:	0 - 360°	Tamaño típico de archivo de imagen: 20 kbyte	
Rango del Cénit:	+/- 40° (cualquier valor del intervalo).	Velocidad de imágenes: 25 ips (640X480)	
Repetibilidad Azimut:	15'	Tamaño de almacenamiento: 2 Gbytes/16000 imágenes (aprox.).	
Repetibilidad Cénit:	15'	Alarma Inteligente: Detector de movimiento, Pérdida de vídeo, Desconexión de Red, Conflicto dirección IP...	
Max. Veloc. Azimut:	90°/s	Condiciones Ambientales	
Max. Veloc. Cénit:	90°/s	Protección: IP-66	
Montaje de Montura:	Brida Standard EN 1092-2 DN40	Peso: 34 kg (con Montura Cardán).	
Máxima Carga:	40 kg.	Rango de temperatura: -20, +60°C	
		Rango de humedad: 0 - 100 %	



Integraciones Técnicas de Seguridad S.A.

Integra Telecomunicación, Seguridad y Control, S.A.

Pol. Ind. Espíritu Santo - C/ Nóbél 15

15660 - Cambre - A Coruña - España

integra@integraciones.com www.integraciones.com

Tel. +34 981 639608 Fax +34 981 637981



ANEXO 6. Datasheet FireWatch



FireWatch - Technical System Parameters



System deployment

- Tower-based sensor installation for wide-area application

Operation mode

- Automatic detection of smoke clouds
- 24 h operation by day and night

Sensor technology

- Optical Sensor System (OSS)
- Two special optical sensors for day and night

Detection range

- Distances up to 15 km
- Surveillance areas up to 70'000 ha (700 km²) per sensor

Detection accuracy

- Smoke clouds measuring 15 m x 15 m detectable at a distance of 15 km

Detection time

- Typically 3 min. by day and 6 min. by night

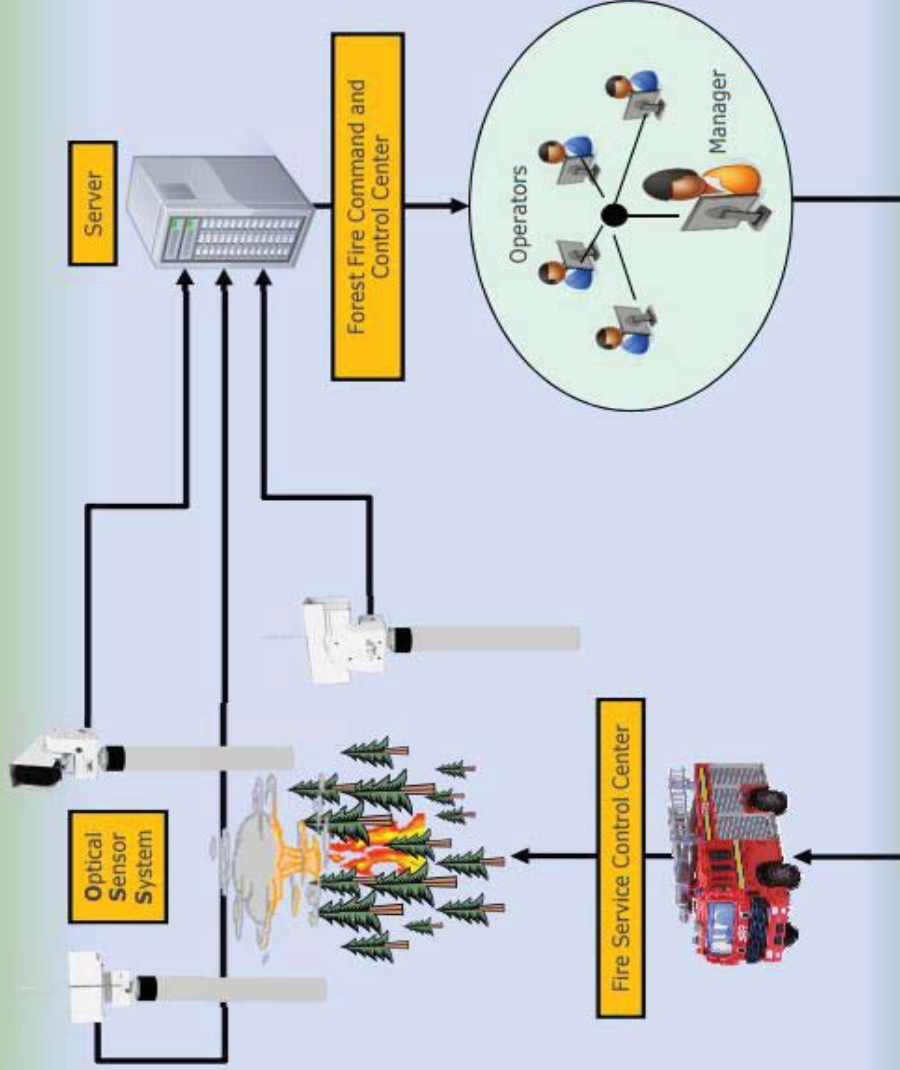






Made
in
Germany

From Detection to Extinguishing – the Workflow

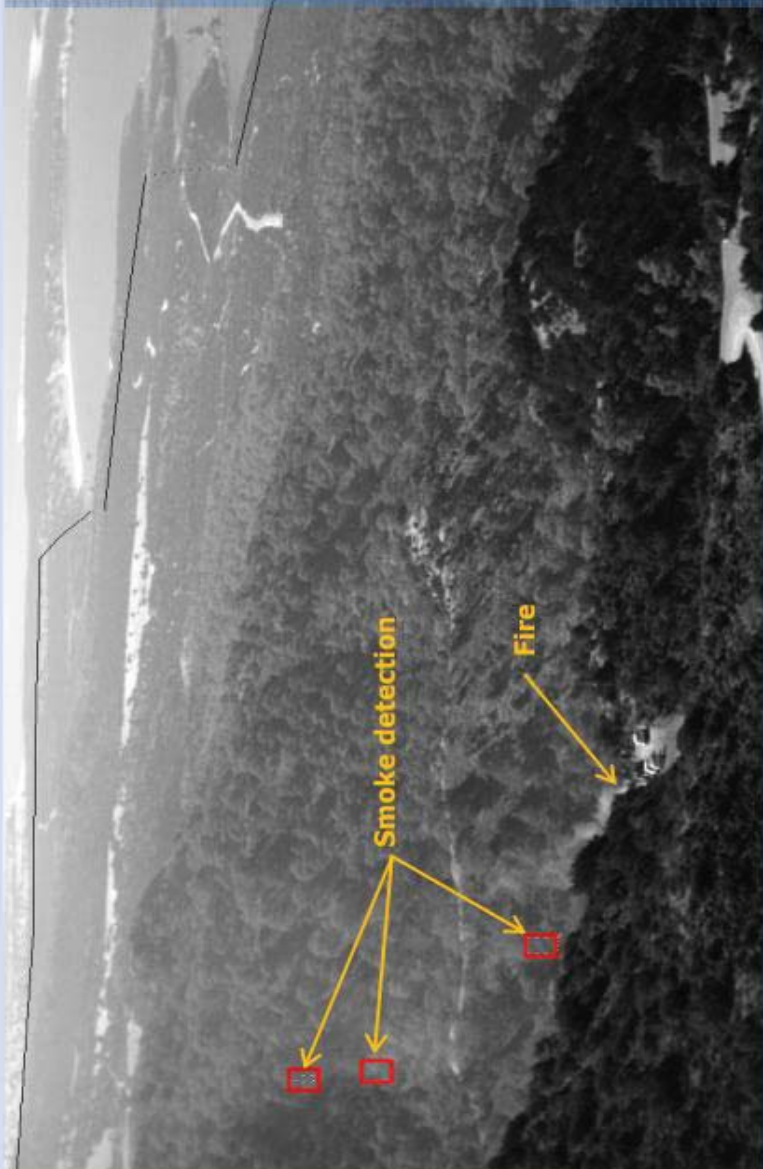


OSS
Each OSS continuously rotates 360 degrees, evaluates incoming sensor data to detect smoke and generates an alert in case of smoke cloud detection.

Data transfer
The tower computer transmits relevant data via an IP connection to the server in the Forest Fire Command and Control Center.

Command and Control Center
The operators evaluate the incoming alerts and their manager coordinates all further actions.

Operational Procedure



1) Alert

2) Verification

3) Localization

4) Emergency call





Operator Workplace Projector

Manager Workplace

Split screen



The most important factor in the system: **human beings**



Graphic User Interface



Operator Workplace



Geographic Information System

Integrated Color Camera



Installed in Cyprus

Additional Color Camera



Installed in Kazakhstan



Made in Germany

Special Purpose Observation Functions

- Independent or integrated HD720p color camera
- Controlled by the FireWatch Office application
- The control software can be operated either in manual mode or in automatic mode
- In manual mode, the camera is controlled by an operator and a built-in video recorder with playback function is available
- In automatic mode, panorama pictures are shown

Operator Assisted Monitoring Mode



GUI of the control software

Panorama Live View



Operator workplace with panorama option



Radio Transmission Equipment



LiMAX wireless communication equipment can be used in FireWatch networks for data communication between the Optical Sensor Sites (OSS) and the Central Control Office (CCO).

LiMAX is a tried and tested radio transmission technology for point-to-point or point-to-multipoint applications. It is used for reliable and cost-efficient transmission of broadband data volumes over long distances. Data rates, data symmetry and radio frequency bands can be adapted to suit local requirements.



"On behalf of the **Space Foundation**, congratulations on IQ Wireless' innovative efforts, which resulted in the selection of **FireWatch** for induction into the 2012 **Space Technology Hall of Fame**.

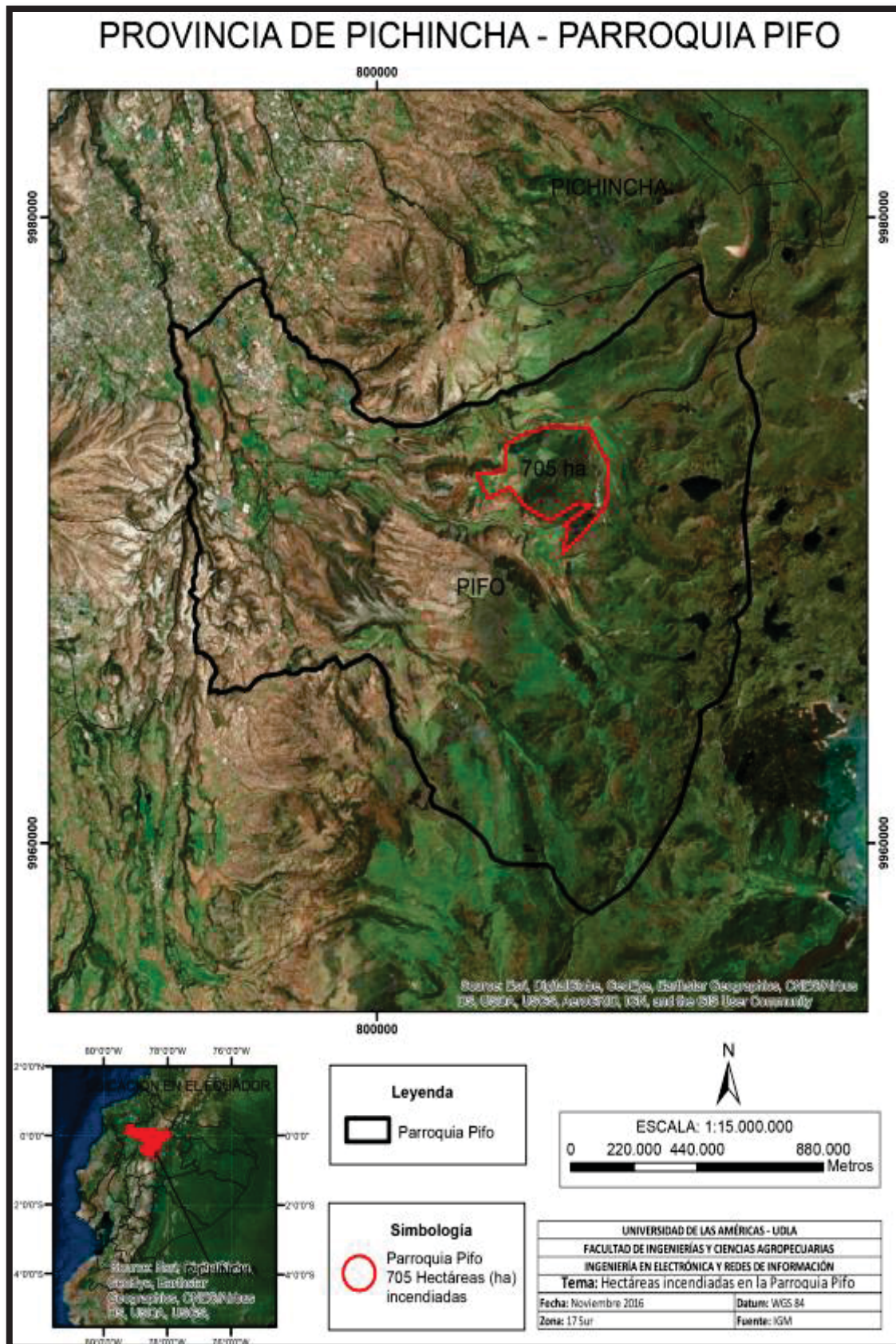
IQ Wireless' role in the successful development of this technology is recognized as an outstanding example of applying space technology for the betterment of life on Earth. IQ Wireless will be inducted as an Innovating Organization into the Space Technology Hall of Fame. We look forward to having you join us to personally receive this award.

The Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt's (DLR) will also be inducted as an Innovating Organization for this technology."

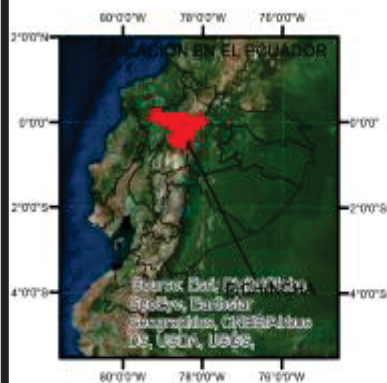
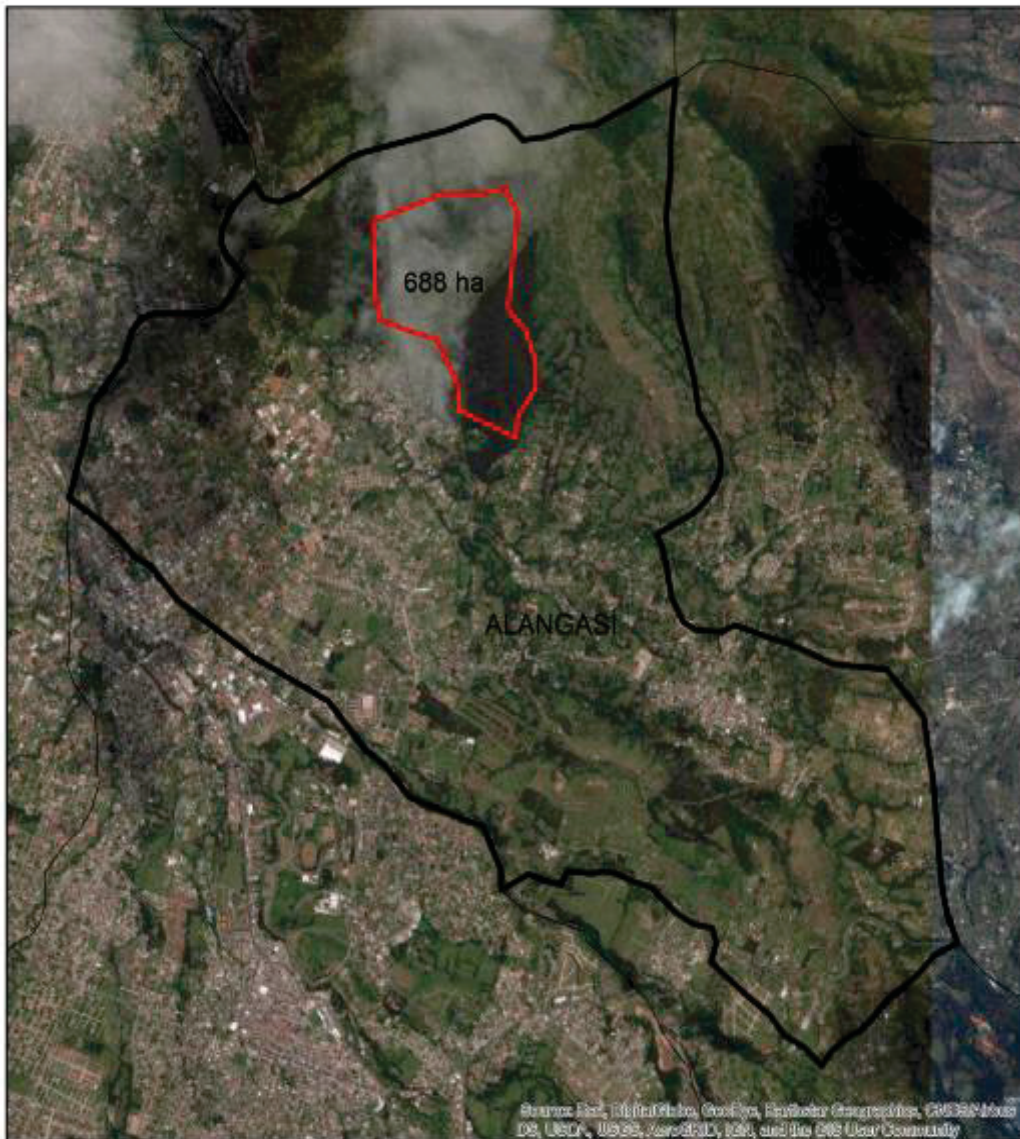
Kevin C. Cook
Director - Space Awareness Programs



ANEXO 7. Mapas Estadísticos de los Incendios Forestales.



PROVINCIA DE PICHINCHA - PARROQUIA ALANGASÍ



Leyenda

▭ Parroquia Alangasi

Simbología

○ Parroquia Alangasi
688 Hectáreas (ha)
incendiadas

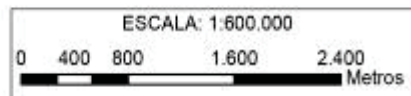
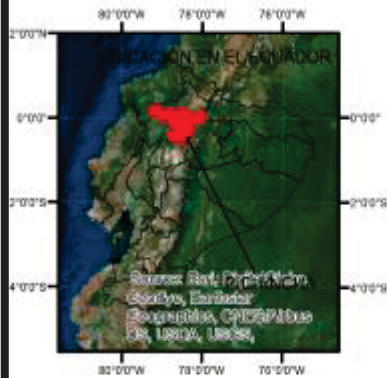
N

ESCALA: 1:44.000

0 425 850 1.700 2.550 Metros

UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS - UDLA	
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS AGROPECUARIAS	
INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y REDES DE INFORMACIÓN	
Tema: Hectáreas incendiadas en la Parroquia Alangasi	
Fecha: Noviembre 2016	Datum: WGS 84
Zona: 17 Sur	Fuente: IGM

PROVINCIA DE PICHINCHA - PARQUE METROPOLITANO DE QUITO



Simbología

○ Parroquia Pifo
1000 Hectáreas (ha),
incendiadas

UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS - UDLA	
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS AGROPECUARIAS	
INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y REDES DE INFORMACIÓN	
Tema: Hectáreas incendiadas en el Parque Metropolitano de Quito	
Fecha: Noviembre 2016	Datam: UTM84
Zona: 17 Sur	Fuente: IGM

