

Implementación de una red telemática que facilite el anillamiento de la hembra de urogallo.

Rafael Llanas Villanueva

Ingeniería Técnica de Telecomunicaciones.
Especialidad Telemática

Consultor:

Miquel Font Roselló.

Querría dedicar este trabajo especialmente a mis dos hijos, pero también a Amparo, a mi familia y al pueblo donde vivo, Beranui, que tanto me han ayudado.

RESUMEN.

El conocimiento necesita datos, datos que avalen unos resultados, datos que nos ayuden en la elaboración de unas conclusiones, datos que confirmen unas respuestas. Por ello en todos los campos de la ciencia es tan importante la obtención de valores que sean capaces de proporcionarnos una orientación fehaciente sobre los elementos en que se basa nuestro estudio.

Estos datos nos serán necesarios en todos los ámbitos en que estemos trabajando, ya sea la elaboración de una estadística para hallar la altura media de los alumnos de una escuela o para conocer la propagación de un determinado tipo de antena.

También, y éste será el área en que se centrará el presente trabajo, nos harán falta datos para conocer el desarrollo o la evolución de una determinada especie animal.

En el presente estudio se van a buscar soluciones a un problema real, la dificultad a la hora de anillar a una hembra de urogallo (*Tetrao Urogallus*), y para ello se va a tener en cuenta la siguiente problemática:

- El anillamiento deberá hacerse antes de que transcurran 24 -30 horas de la eclosión de los huevos en el nido.
- Deberán de enviarse imágenes cada cierto tiempo para poder llevar a cabo esa supervisión. Si es posible, las imágenes se enviarán a Internet mediante una red inalámbrica que utilice el protocolo 802.11. En su defecto se enviarían a un teléfono móvil desde el que se puede llevar ese control.
- Todos los equipos instalados deberán estar preparados para trabajar en intemperie.

El anillamiento de esta especie nos permitirá conocer datos acerca de cuáles son sus hábitos, dónde se encuentra en cada momento, e incluso podremos proporcionarle una mayor protección, pero este posterior seguimiento se tratará de manera somera, aunque serán estos datos los valores que una vez procesados y tratados adecuadamente nos permitirán poder llegar a obtener unas conclusiones acerca de cómo es la vida de una hembra de urogallo. Unos resultados que estarán basados en el conocimiento.

ABSTRACT.

Knowledge needs data, data to support results, data that help us drawing some conclusions, data that confirm some answers. So in all fields of science is so important to obtain values that are able to provide reliable guidance on the elements underlying our study.

These data will be needed in all areas where we are working, whether the development of statistics to find the average height of students in a school or to learn the spread of a particular type of antenna.

Also, and this is the area in which the focus of this work, we will need data to understand the development or progression of a particular animal species.

In the present study are to find solutions to real problems, the difficulty of banding to a female capercaillie (*Tetrao urogallus*), and for that we will consider the following issues:

- The banding should be made not later than 24 -30 hours of hatching eggs in the nest.
- Images must be sent from time to time to carry out such monitoring. If possible, images are sent to the Internet via a wireless network that uses the 802.11 protocol. Failing would be sent to a mobile phone from which you can take that control.
- All equipment installed must be prepared to work outdoors.

The banding of this species will provide us information about what their habits, where you are at all times, we can provide even greater protection, but subsequent monitoring will be treated briefly, although these data are the values that once processed and treated properly will allow us to get to get some conclusions about what life is like a female grouse. Results that are based on knowledge.

PALABRAS CLAVE.

ANILLAMIENTO, CCD, CONÍFERAS, CÓRVIDOS, ED50, ETRS89, FTP, IK10, INTRANET, IP, IP66, GPRS, GSM, LAN, MMS, MPEG4, NIDÍFUGOS, PHASIANIDAE, PASSERIFORMES, PIR, PROTOCOLO DE COMUNICACIONES 802.11, RAW, RED INALÁMBRICA, ROUTER, SAI, SCRIPTS, SD, SMS, TCP.

ÍNDICE.

RESUMEN.....	3
ABSTRACT.....	3
PALABRAS CLAVE.....	3
ÍNDICE.....	4
ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS.....	6
CAPÍTULO PRIMERO.....	8
1.1 INTRODUCCIÓN.....	8
1.2 OBJETIVOS DEL TRABAJO FINAL DE CARRERA.....	8
1.3 OBJETIVOS DEL PRESENTE T.F.C.....	9
1.4 ENFOQUE Y MÉTODO A SEGUIR.....	9
1.5 PLANIFICACIÓN DE LOS TRABAJOS A REALIZAR.....	9
1.6 BREVE DESCRIPCIÓN DEL RESTO DE CAPÍTULOS.....	11
1.6.1 CAPÍTULO SEGUNDO: Breves conocimientos acerca del Urogallo.....	11
1.6.2 CAPÍTULO TERCERO: Diferentes modos de obtener imágenes de animales en libertad.....	11
1.6.3 CAPÍTULO CUARTO: Métodos inalámbricos de transmisión de datos.....	11
1.6.4 CAPÍTULO QUINTO: Alimentación eléctrica de los equipos.....	11
1.6.5 CAPÍTULO SEXTO: Análisis de un posible escenario de uso.....	12
1.6.6 CAPÍTULO SÉPTIMO: Conclusiones.....	12
CAPÍTULO SEGUNDO.....	13
2.1 EL UROGALLO.....	13
2.2 HÁBITAT DEL UROGALLO.....	14
2.3 REPRODUCCIÓN DEL UROGALLO.....	14
2.4 POBLACIÓN Y TENDENCIA EN ESPAÑA.....	15
2.5 AMENAZAS Y CONSERVACIÓN DEL UROGALLO.....	15
2.6 MEDIDAS DE CONSERVACIÓN DEL UROGALLO.....	16
CAPÍTULO TERCERO.....	17
3.1 MÉTODOS DE FOTOGRAFÍA DE ANIMALES EN LIBERTAD.....	17
3.2 MONITORIZACIÓN DEL NIDO.....	18
3.2.1 SENSORES DE TEMPERATURA.....	19
3.2.2 SENSORES DE HUMEDAD.....	19
3.3 CÁMARAS.....	21
3.3.1 CÁMARAS IP.....	21
3.3.2 CÁMARAS CON SENSORES DE MOVIMIENTO.....	23
3.3.3 CÁMARAS QUE ENVÍAN MMS.....	25
3.4 CÁMARAS INALÁMBRICAS.....	26
3.4.1 CÁMARAS NORMALES CONVERTIBLES EN INALÁMBRICAS.....	26
3.4.2 CÁMARAS NORMALES CON TARJETAS SD INALÁMBRICAS.....	26
CAPÍTULO CUARTO.....	28
4.1 MÉTODOS DE TRANSMISIÓN DE DATOS DE FORMA INALÁMBRICA.....	28
4.2 ANTENAS.....	28
4.2.1 ANTENA DIRECTIVA.....	29
4.2.2 ANTENA OMNIDIRECCIONAL.....	30
4.3 PUNTO DE ACCESO.....	31
CAPÍTULO QUINTO.....	34
5.1 ALIMENTACIÓN ELECTRICA DE LOS DISPOSITIVOS.....	34
5.2 CAJA ESTANCA.....	34
5.3 TIPO DE CABLES A UTILIZAR.....	35
5.4 BATERÍA.....	35

5.5 ESTIMACIÓN DE LOS CONSUMOS.....	37
5.6 INYECTOR PoE.	37
CAPÍTULO SEXTO.	39
6.1 ANÁLISIS DE UN POSIBLE ESCENARIO DE USO.	39
6.2 INSTALACIÓN EN EL REPETIDOR.	39
6.2.1 ROUTER	39
6.2.2 CABLEADO EN EL REPETIDOR.....	40
6.3 INSTALACIÓN EN EL NIDO.	40
6.3.1 CABLEADO EN EL NIDO.....	41
6.4 ESTUDIO DE LA COBERTURA.	41
6.4.1 CONFIGURACIÓN RADIOMOBILE.....	43
6.4.2 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS.	46
6.4.3 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS CON RADIO LINK:	46
6.4.4 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS CON RADIO PATH.	50
6.5 ESTUDIO ECONÓMICO.	50
CAPÍTULO SÉPTIMO.....	52
7.1 CONCLUSIONES.	52
CAPÍTULO OCTAVO.	53
8.1 GLOSARIO.	53
CAPÍTULO NOVENO.	56
9.1 BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA.....	56
9.2 DOCUMENTOS.....	56
9.3 ENLACES RELACIONADOS.....	56
9.4 SOFTWARE.	60

ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS.

TABLA 1. TABLA CON LA PLANIFICACIÓN DE LAS TAREAS.....	11
FIGURA 2. UROGALLO MACHO.	13
FIGURA 3. UROGALLO HEMBRA.....	13
TABLA 4. CLASIFICACIÓN CIENTÍFICA.	14
FIGURA 5: DIFERENTES INSTALACIONES DE CÁMARAS CAMUFLADAS.	18
FIGURA 6: DIFERENTES TIPOS DE DISPARADORES FOTOGRÁFICOS.	18
FIGURA 7: SENSOR DE HUMEDAD Y TEMPERATURA.	20
FIGURA 8: GRÁFICAS EN EXCEL DE HUMEDAD Y TEMPERATURA.....	20
TABLA 9: CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL MEDIDOR DE HUMEDAD RELATIVA PCE 313S.....	21
FIGURA 10: IMAGEN DE LA CÁMARA ANXIN HC420SIR.	22
TABLA 11: CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA CÁMARA ANXIN HC420SIR.	23
TABLA 12: CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA CÁMARA AUDUBON BIRDCAM.....	24
TABLA 13: CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA CÁMARA TIMELAPSE PLANTCAM.	24
TABLA 14: COMPARATIVA ENTRE LAS DOS CÁMARAS.	25
TABLA 15: CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA CÁMARA.	25
FIGURA 16: IMAGEN DE LA CÁMARA CANON DIGITAL IXUS WIRELESS.....	26
TABLA 17: CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LAS TARJETAS EYE-FI.	27
TABLA 18: PRINCIPALES PARÁMETROS DE UNA ANTENA.	29
TABLA 19: PATRÓN DE RADIACIÓN DE UNA ANTENA TIPO YAGI.....	29
FIGURA 20: IMAGEN DE LA ANTENA YAGI ELEGIDA.	30
TABLA 21: CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA ANTENA YAGI.	30
TABLA 22: PATRÓN DE RADIACIÓN DE UNA ANTENA TIPO YAGI.....	30
FIGURA 23: IMAGEN DE LA ANTENA OMNIDIRECCIONAL ELEGIDA.....	31
TABLA 24: CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA ANTENA OMNIDIRECCIONAL.....	31
FIGURA 25: IMAGEN DEL PUNTO DE ACCESO TRENDNET TEW-455APBO.	32
FIGURA 26: IMAGEN DE LOS CONECTORES DEL PUNTO DE ACCESO TRENDNET TEW-455APBO.	32
TABLA 27: CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL PUNTO DE ACCESO TEW-455APBO.	33
TABLA 28: CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA CAJA ESTANCA MODELO NB141207-01.	34
FIGURA 29: IMAGEN DE LA CAJA ESTANCA MODELO HIMEL CRN 68/300.	35
FIGURA 30: TIPOS DE BATERÍAS.	36
TABLA 31: CARACTERÍSTICAS DE LA BATERÍA ELEGIDA.	36
FIGURA 32: IMAGEN DE LA BATERÍA.	36
FIGURA 33: IMAGEN DE LA CONEXIÓN DEL INYECTOR POE.	38
FIGURA 34: IMAGEN DEL INYECTOR POE TRENDNET MODELO TPE-101I.....	38
TABLA 35: CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL INYECTOR POE TRENDNET MODELO TPE-101I.....	38
FIGURA 36: EJEMPLO DE DIRECCIONAMIENTO DE PUERTOS EN UN ROUTER.	39
TABLA 37: DIRECCIONAMIENTO DE LOS DIFERENTES PUNTOS DE ACCESO.	40
FIGURA 38: ESQUEMA DE CABLEADO EN EL REPETIDOR.	40
FIGURA 39: ESQUEMA DE CABLEADO EN EL NIDO.	41
FIGURA 40: MAPA DE LA ZONA DEL ESCENARIO DE USO.....	41
FIGURA 41: MAPA DE LAS LOCALIZACIONES DE LOS NIDOS.	42
TABLA 42: LOCALIZACIONES DE LOS NIDOS.	42
FIGURA 43: DETALLE DE LA LOCALIZACIÓN DEL REPETIDOR.	42
FIGURA 44: CAPTURA DE PANTALLA CON LAS PROPIEDADES DE LA RED.	43
FIGURA 45: CAPTURA DE PANTALLA CON LAS PROPIEDADES DE LAS UNIDADES.	43
FIGURA 46: CAPTURA DE PANTALLA CON LA CONFIGURACIÓN DE LOS MIEMBROS.	44
FIGURA 47: CAPTURA DE PANTALLA CON LAS PROPIEDADES DE SISTEMA REPETIDOR.	44
FIGURA 48: CAPTURA DE PANTALLA CON LAS PROPIEDADES DE SISTEMA EQUIPO NIDO.	45
FIGURA 49: CAPTURA DE PANTALLA CON LOS RESULTADOS DEL ANÁLISIS.	45
FIGURA 50: CAPTURA DE PANTALLA CON INFORME DE RESULTADOS.	46
FIGURA 51: CAPTURA DE PANTALLA CON LOS RESULTADOS DEL ENLACE OLP-SERRAT DE LA CONILLA.	47
FIGURA 52: CAPTURA DE PANTALLA CON LOS RESULTADOS DEL ENLACE OLP-SERRAT DE LA CONILLA.	47

FIGURA 53: CAPTURA DE PANTALLA CON LOS RESULTADOS DEL ENLACE SERRAT DE LA CONILLA – OLP.	48
FIGURA 54: CAPTURA DE PANTALLA CON LA REPRESENTACIÓN DE LA VISTA OLP - SERRAT DE LA CONILLA. ..	48
FIGURA 55: CAPTURAS DE PANTALLA CON LOS RESULTADOS DE LOS DIFERENTES ENLACES.....	49
FIGURA 56: CAPTURA DE PANTALLA CON LAS RESULTADOS DEL ENLACE OLP - COSTA NEGRA.	49
FIGURA 57: CAPTURA DE PANTALLA CON LOS RESULTADOS DEL ENLACE OLP-SERRAT DE LA CONILLA EN RADIO PATH.	50
TABLA 58: ESTIMACIONES DE COSTES.....	51
TABLA 59: PRECIOS DE LOS EQUIPOS MENCIONADOS.	51

CAPÍTULO PRIMERO.

1.1 INTRODUCCIÓN.

Ahmed Djoghlaif, secretario ejecutivo de la Convención para la Diversidad Biológica de la ONU declaró el día 22 de mayo de 2007 “Estamos experimentando la mayor ola de extinciones después de la desaparición de los dinosaurios. Cada hora, tres especies desaparecen. Cada día, más de 150 especies se pierden. Cada año, entre 18.000 y 55.000 especies se convierten en extintas” [1]

La Lista Roja de la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza) sobre especies amenazadas de 2006, la última elaborada hasta el momento, determina que de las 40.177 especies evaluadas en el mundo, 16.119 se consideran en alguna de las cuatro fases de peligro. Ello supone que están amenazadas el 12% de las especies de aves, el 23% de mamíferos, el 52% de insectos, el 32% de anfibios, el 51% de reptiles, el 25% de coníferas y el 20% de tiburones y rayas. [1]

Éstos serían sólo dos ejemplos de la ya denominada “sexta extinción” [2] sobre la cual Stuart Pimm, biólogo especializado en conservación alerta de que un 50% de la flora y de la fauna del mundo podría estar en vías de extinción dentro de 100 años. Según sus cálculos un 11 % de las aves, o lo que es lo mismo, 1.100 especies de las 10.000 que hay en el mundo se encuentra al borde de la extinción.

Como se señala en la Wikipedia [3] “El valor esencial y fundamental de la biodiversidad reside en que es resultado de un proceso histórico natural de gran antigüedad. Por esta sola razón, la diversidad biológica tiene el inalienable derecho de continuar su existencia. El hombre y su cultura, como producto y parte de esta diversidad, debe velar por protegerla y respetarla”

Por ello, tal como se nos indica, debemos dedicar todos nuestros esfuerzos para intentar proteger una especie amenazada como se trata del Tetrao Urogallus, más conocido como urogallo, pues tenemos que tener en cuenta que este ave es una especie vulnerable según el Libro Rojo de los Vertebrados de España [4] y está incluido en la misma categoría en el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas [5]

1.2 OBJETIVOS DEL TRABAJO FINAL DE CARRERA.

Este documento tiene el objetivo de definir una correcta planificación y estructuración del Trabajo de Final de Carrera (TFC a partir de ahora), por ello en él se harán constar de forma específica todas las tareas a desarrollar, así como su distribución temporal.

En aras de una correcta planificación y adecuación a la estructura propuesta, se dividirá en los siguientes apartados que a continuación se detallan:

- **Objetivos:** En éste apartado se definirán brevemente los objetivos buscados, tanto a nivel general de lo que representaría la obtención de imágenes mediante cámaras IP, como los referentes a los sistemas de alimentación y transmisión de señales de forma inalámbrica, que en este trabajo en particular se definirán.
- **Planificación:** Se indicarán las diferentes tareas a realizar reflejando su previsión de desarrollo, adaptando éstas a los requisitos establecidos por las diferentes entregas a realizar. Con el objetivo de mostrar de manera gráfica el tiempo que se dedicará a cada tarea a lo largo de un tiempo total, así como para poder visualizar las diferentes relaciones entre ellas, se ha realizado una tabla en la que se mostrarán las citadas previsiones.
- **Glosario:** En él se explicará de manera clara cada palabra técnica que se utilice, de forma que este documento pueda ser accesible e inteligible a cualquier persona.
- **Bibliografía:** Se mencionarán en él todas las referencias bibliográficas utilizadas para la elaboración de este documento.

1.3 OBJETIVOS DEL PRESENTE T.F.C.

Los objetivos propuestos en la realización del TFC, se podrían concretar en los siguientes puntos:

- Analizaremos los diferentes tipos de cámaras IP, sistemas de alimentación de intemperie y métodos de transmisión de imágenes que se encuentran actualmente en el mercado.
- Planificaremos y estructuraremos el desarrollo de la instalación que permita mantener un control continuo de un nido de urogallo en un entorno boscoso.
- Sintetizaremos una solución viable y realista al problema propuesto.
- Se elaborará una valoración económica acorde con el proyecto desarrollado.
- Elaboraremos una memoria del proyecto según la estructura prefijada, la cual incluirá todos los apartados y requerimientos de la asignatura.
- Se elaborará también una presentación del desarrollo y de los resultados finales del proyecto, consistiendo ésta en un documento de presentación en el que se sintetizará de forma clara y concisa el trabajo realizado a lo largo del semestre y los resultados obtenidos.

1.4 ENFOQUE Y MÉTODO A SEGUIR.

Para desarrollar los puntos definidos en el apartado anterior, y tal como se indicaba, en primer lugar se elaborará un somero análisis de los principales tipos de cámaras IP existentes actualmente en el mercado, haciendo especial hincapié en los diferentes tipos de datos que nos pueden proveer. Todas ellas deberán de ser aptas para poder instalarse a la intemperie.

También se establecerá un sistema de comunicaciones capaz de poder transmitir los datos, obtenidos por la cámara IP, para poder enviarlos a distancia mediante una red inalámbrica que utilice el protocolo de comunicaciones 802.11. La opción principal será la que nos permita introducir estos datos en Internet de forma que se pueda llevar un control de la incubación de manera constante y por varias personas al mismo tiempo. En el caso que esto no fuese posible, principalmente por la imposibilidad de crear una red WI-FI, la solución adoptada pasaría por el envío de imágenes cada cierto tiempo a un teléfono móvil desde el que se pudiese llevar este control.

Asimismo, se buscará y se propondrá el más adecuado sistema de alimentación eléctrica, mediante un sistema de alimentación por baterías, que sea capaz de cumplir los requerimientos de los diferentes equipos instalados, pues supondremos que no existe otro suministro de alimentación posible.

1.5 PLANIFICACIÓN DE LOS TRABAJOS A REALIZAR.

Fechas comienzo.	Tareas a realizar.	Precedentes.
	1.- Tareas previas al inicio del proyecto.	
21/09/2010	1.1 Introducción a la asignatura: Descarga e impresión de los documentos que nos ayudarán a la elección del área de trabajo, y a la definición de éste. [6]	
23/09/2010	1.2 Presentación en el foro de la asignatura.	
28/09/2010	1.3 Propuesta de área y tema del TFC al consultor	1.1
29/09/2010	1.4 Lectura y búsqueda de documentación: Una vez definido el área y el tema al que se dedicará el TFC nos dedicaremos a la búsqueda genérica de documentación que verse sobre este tema, así como a la lectura de los materiales aportados por el consultor.	1.1, 1.2
	2.- Elaboración del Plan de trabajo.	
30/09/2010	2.1 Búsqueda de materiales: Se buscará, tanto en Internet como en librerías especializadas, material que nos pueda servir de base a la realización del TFC.	2.1

30/09/2010	2.2 Búsqueda de documentación acerca de cómo realizar un TFC: En este punto, nos dedicaremos a la búsqueda de documentación que nos pueda ayudar a la hora de realizar un TFC correcto de acuerdo con los aspectos formales de la comunicación escrita.	2.2
01/03/2010	2.3 Elaboración del Plan de Trabajo: Descripción de los puntos de que constará el TFC	2.1, 2.2
03/10/2010	2.4 Entrega del borrador, para su corrección por el consultor.	2.3
04/10/2010	2.5 Corrección de los errores detectados por el consultor.	2.4
05/10/2010	2.6 Entrega del Plan de Trabajo.	2.5
3.- Elaboración de la PAC2.		
06/10/2010	3.1 Elaboración de una pequeña introducción: Estará referida a los hábitos del Urogallo, de forma que nos permita hacer un mejor planteamiento del escenario en que se implantará el sistema.	
10/10/2010	3.2 Análisis de las diferentes cámaras IP: Analizaremos las diferentes cámaras de intemperie permitiéndonos éstas la obtención de fotografías de manera temporizada y su posterior envío.	
16/10/2010	3.3 Análisis de las diferentes posibilidades de transmisión de datos: Prioritariamente se deberá utilizar el protocolo 802.11 y, en el caso de que no fuese posible, se deberían buscar posibilidades de transmisión que posibilitasen el seguimiento.	
26/10/2010	3.4 Análisis de las diferentes posibilidades de alimentación eléctrica: Buscaremos el mejor sistema de alimentación eléctrica que se adecue a nuestras necesidades.	
10/11/2010	3.5 Redacción de las conclusiones obtenidas en los puntos anteriores.	3.1, 3.2, 3.3, 3.4
16/11/2010	3.6 Entrega del borrador, para su corrección por el consultor.	3.5
17/11/2010	3.7 Corrección de los errores detectados por el consultor.	3.6
20/11/2010	3.8 Entrega de la PAC2.	3.7
4.- Elaboración de la PAC3.		
21/11/2010	4.1 Elaboración en profundidad del proyecto a presentar una vez estudiadas las diferentes posibilidades obtenidas en la PAC2.	
28/11/2010	4.2 Realización de un análisis económico de la solución planteada.	4.1
01/12/2010	4.3 Definición de un escenario de uso.	
05/12/2010	4.4 Representación de la solución adoptada en el escenario elegido.	4.1, 4.3
10/05/2010	4.5 Obtención teórica de resultados.	4.4
18/05/2010	4.6 Entrega del borrador, para su corrección por el consultor.	4.1, 4.2, 4.3 4.4, 4.5
19/10/2010	4.7 Corrección de los errores detectados por el consultor.	4.6
22/12/2010	4.8 Entrega de la PAC3.	4.7
5.- Redacción de la memoria y elaboración de la presentación virtual.		
23/12/2010	5.1 Recopilación de los diferentes apartados anteriores.	2.5, 3.6, 4.8
25/12/2010	5.2 Elaboración de las conclusiones de TFC.	5.1

30/12/2010	5.3 Corrección de la memoria.	5.2
02/01/2011	5.4 Elaboración de la presentación virtual.	5.3
05/06/2010	5.5 Corrección de la presentación virtual.	5.4
06/01/2011	5.6 Entrega del borrador de la memoria para su corrección por el consultor.	5.3, 5.5
07/01/2011	5.7 Corrección de los errores detectados por el consultor.	
12/01/2011	5.8 Entrega de la memoria.	5.6
16/06/2010	5.8 Entrega de la presentación virtual para su corrección por el consultor.	5.7
17/01/2011	5.7 Corrección de los errores detectados por el consultor.	
19/01/2011	5.8 Entrega de la presentación virtual.	

Tabla 1. Tabla con la planificación de las tareas.

1.6 BREVE DESCRIPCIÓN DEL RESTO DE CAPÍTULOS.

En los siguientes capítulos de que se compone esta memoria se tratarán los siguientes temas:

1.6.1 CAPÍTULO SEGUNDO: Breves conocimientos acerca del Urogallo.

Para poder realizar el trabajo que deseamos son imprescindibles unos conocimientos mínimos que nos indiquen qué premisas y condicionantes deberemos tener en cuenta. Debemos, por ejemplo, conocer dónde se construye el nido, en qué tipo de bosques, cuáles son sus hábitos de reproducción, etc. Por ello, creemos de vital importancia una breve introducción al ave objeto del estudio para que nos permita situarnos de forma correcta ante el problema que debemos afrontar.

1.6.2 CAPÍTULO TERCERO: Diferentes modos de obtener imágenes de animales en libertad.

En este capítulo procederemos a realizar un exhaustivo análisis de los diferentes tipos de cámaras existentes en el mercado, prestando especial atención en las que reúnan nuestras necesidades, como puede ser, por ejemplo, toma de fotografías nocturnas, sensores de movimiento, instalación a la intemperie, etc.

1.6.3 CAPÍTULO CUARTO: Métodos inalámbricos de transmisión de datos.

En este capítulo intentaremos buscar la solución más adecuada para poder garantizar un envío temporizado de imágenes del nido ya sea enviando éstas a Internet o, si no fuera posible, a un teléfono móvil desde el que se pudiese garantizar su seguimiento y control.

1.6.4 CAPÍTULO QUINTO: Alimentación eléctrica de los equipos.

Este capítulo estará dedicado a las diferentes posibilidades con que podamos atender a los requerimientos de energía eléctrica, teniendo en cuenta las diferentes premisas a las que nos debemos atener como pueden ser: instalación de intemperie, suministro eléctrico de larga duración, integración en el entorno, etc.

1.6.5 CAPÍTULO SEXTO: Análisis de un posible escenario de uso.

Una vez elegidos todos los elementos necesarios en los capítulos anteriores necesitaremos realizar su ensamblaje e instalación en el entorno boscoso en el cual se reproduce el urogallo. En este capítulo se tratará de la instalación de todo el conjunto de equipos planteándolo en un supuesto escenario de uso. También, basados en ese supuesto, se realizará un estudio de la cobertura en una zona concreta de nidificación, utilizando un software específico para ello.

1.6.6 CAPÍTULO SÉPTIMO: Conclusiones.

Este capítulo será el dedicado a realizar un análisis de los diferentes equipos escogidos en los capítulos anteriores, centrándonos en el escenario de uso elegido en el capítulo sexto y obtener unas conclusiones basadas en el estudio teórico de la instalación. En él se hará especial hincapié en los diferentes problemas que nos podamos encontrar a la hora de llevar la instalación a la práctica.

CAPÍTULO SEGUNDO.

2.1 EL UROGALLO.

El urogallo es una especie de ave galliforme de la familia Phasianidae de distribución paleártica, por tanto, desde el Suroeste de Europa hasta el Este de Siberia, con importantes poblaciones en los bosques boreales o sea, de la zona Norte. Existen divergencias en cuanto al número de subespecies existentes pues algunos autores reconocen un número de nueve [7], mientras otros dan por válido un número de doce subespecies [8]. Algunos de ellos, como Cramps & Simmons (1979) [9] no reconocen la subespecie Cantábrica (*cantabricus*).

En España se encontrarían dos de ellas, la *cantabricus*, hallada en el Asturias, Castilla y León y Cantabria, y la *aquitanicus*, situada en Navarra, Aragón y Cataluña.

En este trabajo nos centraremos especialmente en la subespecie de urogallo que habita en los Pirineos (Tetrao Urogallus Aquitanicus) y por ello, a partir de ahora nos referiremos específicamente a ella puesto que el escenario de uso se basará en esa cordillera, entendiendo que todo este trabajo podría ser fácilmente adaptable a la subespecie *cantabricus*.

La longitud del macho de urogallo oscila entre 55 y 90 centímetros, mientras que su envergadura lo haría entre los 70 y 125 centímetros pudiendo alcanzar los 6 kilogramos de peso, siendo las hembras aproximadamente un 40% más pequeñas de tamaño.

El macho tiene un plumaje oscuro, se podría decir que gris negruzco, mientras sus alas son pardas y el pecho de color verde metálico. Su cola es ancha y presenta unos tubérculos rojos alrededor del ojo. Debajo de su blanco pico tiene plumas en forma de barba. Es curioso destacar que los machos de la subespecie *aquitanicus* son más oscuros que los de la *cantabricus*.

La hembra es de colores pardos, abigarrados, con cola en abanico y franja terminal oscura

En las siguientes fotografías se puede apreciar el evidente dimorfismo sexual existente en la especie.



Figura 2. Urogallo macho.



Figura 3. Urogallo hembra.

La dieta del urogallo es básicamente vegetariana y está basada en la vegetación herbácea, bayas y agua. En verano predomina el arándano en su dieta y durante el invierno, que lo pasa en lo alto de los árboles, se alimenta de diverso material leñoso. En cuanto comienza el deshielo, baja a tierra y busca tallos y brotes de plantas combinados con frambuesas, escaramujo, fresas salvajes, etc.

Para el urogallo, el invierno es una etapa crítica pues en dicha estación debe enfrentarse a grandes ventiscas y nevadas desde lo alto del árbol que le da cobijo. Debido a lo pobre de su dieta no puede permitirse un desgaste energético elevado por lo que cualquier situación que le exija salir volando podría poner en peligro su subsistencia por la merma de resistencia que le produciría.

La clasificación científica del urogallo es la siguiente:

UROGALLO.	
Reino:	Animalia
Filo:	Chordata
Clase:	Aves
Orden:	Galliformes
Familia:	Phasianidae
Subfamilia:	Tetraoninae
Género:	Tetrao
Especie:	Tetrao Urogallus

Tabla 4. Clasificación científica.

2.2 HÁBITAT DEL UROGALLO.

Por lo que respecta a Cataluña, la subespecie *aquitanicus* se distribuye por todas las comarcas de ámbito axial (Valle de Aran, Alta Ribagorça, Pallars Sobirà, Alt Urgell, Cerdanya y Ripollés) así como por ciertos bosques de carácter montañoso y sub-alpino del pre-Pirineo de las comarcas del Pallars Jussà, Solsonès y Berguedà. El territorio que ocupa es de unos 5.700 km².

El hábitat del urogallo es diferente dependiendo de la subespecie que se trate, pues mientras el hábitat del urogallo *cantabricus*, donde apenas hay bosques de coníferas, se asocia a hayedos y robledales y en algún caso a bosques de abedules, en el caso del urogallo *aquitanicus* se encuentra en bosques de coníferas, preferentemente de pino negro y abetos, aunque también se le puede encontrar en algún bosque de hayedos siempre que exista algún pinar. El resto de especies del centro y norte de Europa se encuentran tanto en terrenos montañosos como en terrenos llanos, pero siempre asociados a bosques de coníferas. Quizás el nexo en común que tienen todas las zonas donde habita el urogallo es que deben ser bosques extensos con variedad de portes arbóreos y de baja densidad de arbustos que permita el paso de la luz para favorecer un sotobosque rico de herbáceas y arándanos.

2.3 REPRODUCCIÓN DEL UROGALLO.

La época de celo del urogallo comienza en marzo y alcanzaría hasta los primeros días del mes de mayo. En ese periodo los machos intentan ganarse el interés de las hembras cantando constantemente, pavoneándose con la cola en alto y las alas caídas ante ellas, en un radio de unos 50 a 100 metros y haciendo diferentes posturas para intentar ser elegido por alguna de ellas, pudiendo copular con varias el mismo día.

Las hembras ponen, en abril o mayo, de 5 a 12 huevos en un hoyo en el suelo. La hembra, sola, los incubará de 26 a 29 días, hasta que salgan del huevo, bajo su única atención. Ésta conducirá a los polluelos hacia zonas claras del bosque donde éstos puedan alimentarse fácilmente de saltamontes, orugas, hormigas, presas imprescindibles para que los polluelos engorden, y sobre los 15 ó 20 días comenzarán a dar sus primeros vuelos.

Al nidificar en el suelo se trata de una presa fácil para sus depredadores como pueden ser el jabalí, los perros, ciervos o comadrejas. Además, se ha de añadir que la mortalidad de los polluelos es muy elevada en las primeras semanas de vida por lo cual la tendencia se considera muy negativa. Los expertos estiman que menos del 20 % de los polluelos alcanzarán su primer año de vida. [10]

2.4 POBLACIÓN Y TENDENCIA EN ESPAÑA.

Se podría decir que el urogallo *aquitanicus* en los años 80 era principalmente conocido en ambientes cinegéticos más que científicos, pues estaba permitida la caza deportiva de la especie durante la época de celo lo cual tuvo consecuencias muy negativas en muchas zonas.

En el año 1986 se inició una veda general de la especie y comenzaron estudios con el objetivo de determinar la población existente en los Pirineos.

Desde el año 2000, el Ministerio de Medio Ambiente realiza la monitorización de la población de urogallos mediante censos en los cantaderos. Los cantaderos son los lugares donde se reúnen los machos en la época de celo, lo cual facilita mucho el conteo. El periodo de cortejo coincide normalmente en el mes de mayo.

Desde el año 2002 se realizan en verano los censos de hembras con polluelos en el Parque Posets-Maladeta, mientras que entre los años 2000 y 2004 se localizaron un total de 65 cantaderos en los cuales los años 2005-2006 se han estado censando sus poblaciones además de ampliar el número de cantaderos con nuevas localizaciones.

Los resultados de todos estos estudios indicarían que mientras su distribución espacial no ha variado de forma sustancial, en lo que se refiere al número de machos contabilizados se ha reducido a la mitad el número de éstos. El estudio de las tasas reproductivas nos indicaría que éstas están por debajo de las que se requerirían para poder asegurar una población estable [11].

2.5 AMENAZAS Y CONSERVACIÓN DEL UROGALLO.

Aunque la subespecie *cantabricus* está más amenazada que la *aquitanicus* debido a que sus poblaciones comienzan a estar aisladas entre sí, dificultando así su renovación genética, lo cual lleva a cuestionar sus posibilidades de existencia a medio plazo, en lo que respecta a la subespecie *aquitanicus* existen núcleos importantes en los que la tendencia es estable aunque también existen núcleos en los que la población de urogallos está disminuyendo rápidamente, como por ejemplo en Irati (Navarra), donde se extinguió recientemente.

Sus principales amenazas se deben a los siguientes factores:

- **Degradación del hábitat:** Principalmente provocada por la silvicultura comercial y el aumento de frecuentación humana, debido principalmente a la apertura de nuevos accesos a los bosques en explotación.

- **Pequeño tamaño poblacional:** De acuerdo con la estimación inferior a 1.500 ejemplares maduros, estando el 99,5 % concentrado en una subpoblación (Pirineo centro oriental) de la que no se conocen vínculos con las poblaciones francesas.

- **Depredación:** Sus principales depredadores son los zorros, martas, jabalíes y córvidos, siendo la depredación de nidos uno de los factores más importantes para explicar el declive de los urogallos.

- **Interferencia humana:** Debidas al aumento del turismo de montaña, principalmente pistas de esquí alpino o de esquí nórdico, pues además de la destrucción de las áreas donde habitualmente hiberna, éstas se llenan de cables, tanto eléctricos como de los remotes, que aumentan los riesgos de colisión con ellos. No olvidemos que el urogallo tiene un vuelo corto y a baja altura. Además, cabe señalar, que el gran aumento en el número de accesos a la montaña a facilitado el acercamiento a esta a un turismo que perturba las zonas tranquilas donde habitualmente se desarrolla la vida del urogallo.

- **Caza:** Aunque el urogallo está protegido desde el año 1986 en todo el territorio español, la caza furtiva sigue provocando la muerte de ejemplares en el conjunto de los Pirineos. Asimismo es importante destacar que las zonas habitadas por el urogallo son zonas de caza de otros animales, principalmente jabalíes, lo cual comportaría un factor de perturbación importante, que indirectamente puede favorecer su declive.

2.6 MEDIDAS DE CONSERVACIÓN DEL UROGALLO.

La conservación de la biodiversidad nos obliga a intentar por todos los medios evitar la desaparición de las diferentes especies que la integran, por ello se han de llevar a cabo medidas orientadas a la protección de las especies que más lo necesitan, las especies en peligro de extinción, de la cual, como ya sabemos, el urogallo es una de ellas.

Entre las diferentes propuestas estimadas, éstas serían las más importantes:

- **Seguimiento de la población:** Realización de censos que permitan conocer la distribución, evolución, tendencias y reproducción,
- **Actuaciones silvícolas:** Establecer una serie de indemnizaciones destinadas proteger las áreas vitales para el urogallo.
- **Cría en cautividad:** El año 1971 el antiguo ICONA creó un centro de cría en cautividad, desde donde se han ido poniendo en libertad varios cientos de ejemplares [12] con bastante éxito en la reintroducción, aunque la acumulación de parásitos en el suelo después de 30 años de uso, y el poco interés de las administraciones llevó a su cierre en 1998.
Prueba de la dificultad de la cría de urogallo en cautividad es la muerte de todos los pollos de urogallo del centro de cría en cautividad de Redes acaecida en el mes de julio de 2010 [13]
- **Sensibilización:** Es importante la colocación de carteles informativos en las estaciones de esquí de fondo indicando recomendaciones para evitar causar molestias a las aves.

CAPÍTULO TERCERO.

3.1 MÉTODOS DE FOTOGRAFÍA DE ANIMALES EN LIBERTAD.

Hasta el momento, los sistemas de control de hembras de urogallos se realizan mediante batidas efectuadas en el mes de abril en las que, se buscan los nidos, siendo la única manera de poder asegurar que se trata de un nido de urogallo el caso de que se localice en él a la hembra o en su defecto los huevos por ella puestos.

Una vez localizados, se procede a la instalación de los sensores de temperatura y de humedad y a determinar su posición, de forma que nos sea fácil volver a encontrar el nido.

Posteriormente se debe instalar el sistema de transmisión de vídeo inalámbrico. Con una cámara de vídeo colocada muy cerca del nido se toman los datos y mediante una conexión por cable se conecta a un equipo de transmisión de vídeo inalámbrico que posee una antena por donde envía los datos hasta un receptor. Este equipo tiene un interruptor inalámbrico que permite ser activado y desactivado a voluntad, de manera que mientras no se esté recibiendo la información que manda la cámara de vídeo permita su apagado para así, de esta manera, dejar de consumir corriente eléctrica y poder prolongar la duración de las baterías de forma que se alarguen los periodos de reposición de éstas.

Este sistema tiene como principal inconveniente que la señal que envía la cámara se debe recibir relativamente cerca del lugar de incubación (unos 20-30 metros), no evitando así los desplazamientos hasta las proximidades del nido. Estas observaciones se vienen haciendo con una frecuencia de dos veces al día, por lo que las ventajas de poder disponer de imágenes del nido en tiempo real y desde cualquier ordenador conectado a Internet, o incluso recibirlas en el móvil, son evidentes. La elevada frecuencia de desplazamientos para la observación del nido se debe a que se debe realizar el anillamiento antes de que transcurran entre 24 y 30 horas desde la eclosión de los huevos, puesto que la el urogallo es un animal nidífugo y una vez abandonado el nido sería muy difícil su localización. Una vez localizada en el nido, y antes del nacimiento de los polluelos, no es factible su anillamiento, puesto que éste le crearía un nivel de estrés que podría llevarle a abandonar el nido.

Por otra parte, como se comentaba en la introducción, el conocimiento está basado en los datos, y a veces, la consecución de éstos no es sencilla. No es fácil conseguir fotografías de animales en libertad, normalmente éstos evitan el contacto humano, y antes de poderlos ver, ellos ya nos han localizado y están huyendo de nosotros. El poder instalar una cámara escondida en un lugar de paso de animales y regresar al cabo de unos días para recoger la cámara o para cambiar la memoria de ésta o incluso para recargar las baterías, y poder analizar las fotografías tomadas, nos posibilitará el acceso a unas imágenes que de otra manera nos costaría mucha dedicación obtener.

El tipo de cámaras con sensores nos aportarán muchos datos, como pueden ser [14]:

- Seguimiento de ejemplares concretos.
- Seguimiento de celos.
- Localización de otras especies de fauna.
- Etc.

Existen dos libros que son las principales referencias en la obtención de fotografías de animales en libertad, son éstos:

- Camera Traps in Animal Ecology [15]
- Uso de cámaras automáticas para la recogida de información faunística. [16]



Figura 5: Diferentes instalaciones de cámaras camufladas.

Existen diferentes tipos de disparadores que serán los que accionarán las cámaras fotográficas, siendo los principales:



Figura 6: Diferentes tipos de disparadores fotográficos.

3.2 MONITORIZACIÓN DEL NIDO.

La subsistencia del urogallo pasa por la asunción de actuaciones inmediatas orientadas a conseguir un número de especies que, junto con unos hábitats adecuados, puedan asegurar su existencia. En base a ello se actúa principalmente teniendo en consideración dos puntos de actuación primordiales:

- El primero estaría orientado a la adecuación del hábitat en el que se desarrolla el urogallo, aumentando la masa forestal y haciendo plantaciones de arándanos, pues es una planta básica en su alimentación. Se trata ésta de una actuación a largo plazo, pues para que una masa forestal aumentada artificialmente tenga entidad propia deberán de pasar al menos 20 años.
- El segundo punto de actuación sería la cría en cautividad del urogallo. Se ha creado un centro de cría en el Parque Natural de Redes (Asturias) [17]

En lo referente a la cría en cautividad, siendo el objetivo de este Trabajo Final de Carrera facilitar esta tarea, uno de los principales problemas consiste en el anillaje de las hembras, pues tal como comentaba en la Agencia de Noticias para la Difusión de la Ciencia y la Tecnología (DiCYT) el día 19 de febrero de 2.009 el biólogo zamorano Luis Robles *“Ahora, de momento, no hay urogallos en cautividad, los que están, están en el monte, son difíciles de capturar. No podemos capturar uno silvestre y llevarlo a la jaula, porque se muere. Ese cambio no lo admitiría, estaría tan estresado que no criaría. Lo que vamos a hacer es capturar hembras, que están ya radiomarcadas, y se les va a retirar la puesta. Esos pollitos que nacen, ya estarán en cautividad. Serán los reproductores y esa segunda generación será la que ya esté lista para ser introducida otra vez”* [18]. Debemos tener en cuenta que la madurez sexual del urogallo se sitúa en torno a los dos años.

Por otra parte, según informaba en tuatera.com, el día 8 de junio de 2.010 en el centro de cría del urogallo cantábrico de Sobrescobio entre los días 10 de mayo y 4 de junio una hembra puso 10 huevos con los cuales se formaron dos grupos de cinco huevos cada uno. El primero se retiró a la hembra y se guardaron en un sustrato inerte, a una temperatura entre 13 y 18 grados y humedad ambiental, para pasar a la incubación a 37,5 grados transcurridos 11 días. De la segunda puesta se incubaron artificialmente dos huevos y los tres restantes se dejaron a la hembra para que los incubase de forma natural. Se ha de comentar que bastantes expertos naturalistas dudan de la eficacia de la cría en cautividad. [19]

La monitorización del nido nos permitirá obtener unos datos que serán primordiales a la hora de poder simular en cautividad las condiciones reales de un nido. Principalmente, deberemos tener en cuenta dos factores primordiales como son la temperatura y la humedad.

3.2.1 SENSORES DE TEMPERATURA.

El sensor de temperatura nos servirá para poder llevar un control de la temperatura existente en el nido. Hasta el momento era la única manera que se disponía para poder controlar las salidas de la hembra de urogallo del nido para buscar su comida, pues mediante las variaciones de temperatura reflejadas en la gráfica podíamos ver en qué momento exacto ésta lo había abandonado.

Aunque existen sensores de temperatura que únicamente realizan esta función, en nuestro caso se ha optado por un equipo que es capaz de registrar también las variaciones de humedad que se produzcan. El equipo elegido se explica más detalladamente en el siguiente punto.

3.2.2 SENSORES DE HUMEDAD.

El sensor de humedad nos servirá para poder llevar un control de la humedad existente en el nido.

Al igual que en el caso de los sensores de temperatura, este tipo de sensores recogen toda la información y la van almacenando en una tarjeta de memoria tipo SD de forma que cuando la hembra de urogallo abandona el nido se recoge y mediante un PC podemos obtener toda la información que tiene almacenada.

El equipo aconsejado para realizar la monitorización del nido es el “Medidor de humedad relativa PCE 313S” [20] fabricado por la empresa PCE Ibérica S.L, pues gracias a la utilización de este equipo podremos realizar las mediciones de temperatura y humedad con un único equipo reduciendo así el número de equipos a instalar.

Este equipo está concebido para el uso profesional y es capaz de realizar mediciones de humedad relativa y temperatura y, gracias a la memoria interna que posee podrá ir almacenando los valores en una tarjeta de tipo SD de forma que posteriormente los podamos traspasar al ordenador para su posterior análisis. El fichero generado es del tipo “xls” pudiéndose tratar los datos mediante el programa de Microsoft Office Excel [21]

El equipo en cuestión sería el siguiente:



Figura 7: Sensor de humedad y temperatura.

En la imagen siguiente podemos ver una captura de pantalla de los datos obtenidos:

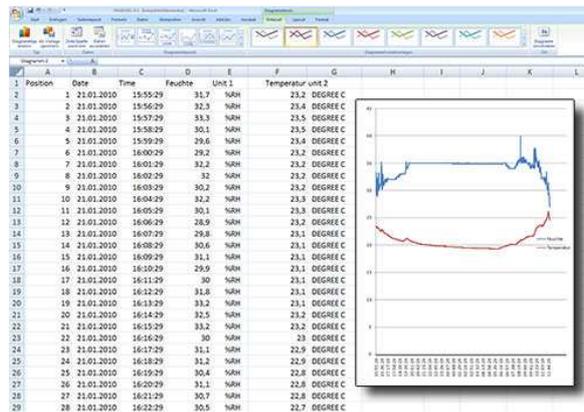


Figura 8: Gráficas en Excel de humedad y temperatura.

Sus principales características técnicas son:

Medidor de humedad relativa PCE 313S	
Rango de la humedad relativa:	5... 95 % Humedad relativa.
Rango de temperaturas:	0 ... +50 °C
Resolución Humedad relativa:	0,1 %
Resolución temperaturas:	0,1 °C
Precisión humedad relativa:	≥70 % H.r.±3 % del valor de medido. + 1 %
Precisión temperaturas:	±0,8 °C
Memoria	tarjeta SD (1 ... 16 GB)
Cuota de medición	ajustable, 1 ... 3600 segundos
Pantalla	LCD de 52 x 38 mm, iluminación de fondo
Interfaz	RS-232

Condiciones ambientales	0 ... +50 °C y < 85 % Humedad relativa
Alimentación	baterías de 6 x 1,5 V /adaptador de red de 9 V
Dimensiones	177 x 68 x 45 mm
Peso	Aproximadamente 490 gramos

Tabla 9: Características técnicas del medidor de humedad relativa PCE 313S.

3.3 CÁMARAS.

En este punto se van a definir los diferentes tipos de cámaras que se utilizarán en la instalación. Para ello se establecerán varios supuestos, pues debemos prever diferentes casuísticas que dependerán del lugar donde esté situado el nido. Por ello, básicamente se pueden establecer tres escenarios diferentes:

- En un lugar en el que podamos disponer de cobertura mediante la instalación de antenas WI-FI y además exista cobertura móvil GSM de alguna operadora.
- En un lugar que no se pueda proveer de cobertura inalámbrica pero que si disponga de cobertura móvil GSM.
- En un lugar en el que no se disponga de cobertura inalámbrica ni de cobertura móvil GSM.

No se contemplará, dadas las características de incubación de los urogallos, la posibilidad de que el nido esté situado en una zona en la que exista cobertura WI-FI.

Por ello deberemos de contemplar la instalación de diferentes tipos de cámaras, pues dependerá de los diferentes escenarios que encontremos la posibilidad de instalar unas u otras, pudiéndose darse la circunstancia, como luego se verá, de que se alternen diferentes tipos de cámaras con el objetivo de poder, además de tener una visión del nido, llevar un seguimiento de los posibles depredadores que la acechen.

Con el objetivo de poder solucionar las diferentes posibilidades que existen, en este punto se analizarán los diferentes tipos de cámaras que se deberán conocer, indicando en cada tipo de ellas sus características técnicas principales, requerimientos necesarios y, por último, escogiendo la que se considera más apropiada para cada tipo de instalación.

3.3.1 CÁMARAS IP.

Se conoce como cámaras IP al tipo de cámaras que son capaces de emitir imágenes de vídeo directamente a Internet o a una Intranet, sin que se precise de un ordenador para ello.

Con este tipo de cámaras podemos ver vídeo en tiempo real desde cualquier punto en que tengamos acceso a Internet, siempre y cuando ésta esté conectada a Internet. Esta capacidad que poseen las cámaras IP es la que utilizaremos para poder capturar las imágenes del nido de urogallo y poder, mediante una conexión establecida inalámbricamente, enviarlas a Internet, de manera que mediante un navegador web, podamos tener una supervisión continuada de los diferentes nidos en que se instale para poder controlar en todo momento, desde distintos lugares y realizado por diferentes personas, el nido con el objetivo principal de conocer exactamente el momento de eclosión de los huevos para así poder planificar en el momento más adecuado el anillado de la hembra de urogallo.

Principalmente, este tipo de cámaras consta de:

- Una cámara de vídeo de alta calidad que servirá para capturar las imágenes.
- Un ordenador que será el encargado de la conexión a Internet.
- Un chip cuya función será la de comprimir las imágenes capturadas por la cámara y prepararlas para ser emitidas por Internet.

Las principales características de una cámara IP son:

- Cada cámara IP tendrá su dirección IP y se conectará a la red que se cree. Ésta llevará incorporado el servidor web que será el que utilicemos. También acostumbran a tener capacidad para ejecutar pequeños scripts, utilidad que podemos utilizar para configurar la cámara de forma que podamos optimizar su funcionamiento conjugándolo con una economía energética que nos permita una optimización de las baterías para alargar así su uso.
- Poseen habitualmente entradas y salidas de relé de forma que si se activa alguna alarma, por cierre de un circuito, por activación de un sensor, etc. la cámara se puede poner en funcionamiento y además activarse una alarma.
- La principal diferencia de una cámara IP con una cámara web consiste en que para su uso no es necesario que la primera esté conectada con un ordenador.
- Actualmente se están incorporando al mercado cámaras IP que poseen un filtro de infrarrojos automático, de forma que éste se coloca delante del CCD sólo cuando las condiciones ambientales de luz son las adecuadas, por lo que recibiremos imágenes en color. En cambio, cuando la luminosidad disminuya por debajo de un límite éste se desplazará y la cámara comenzará a emitir en blanco y negro de forma que podremos tener más luminosidad, y en el caso de iluminar la escena con la luz infrarroja para poder ver en condiciones de ausencia de luz.
- La compresión utilizada habitualmente para poder conseguir una transferencia de datos más eficiente es MPEG4.

Para el caso que nos ocupa, la elección por la que se ha optado es el modelo ANXIN HC420SIR distribuido por la casa Wimaxcom. [22]



Figura 10: Imagen de la cámara ANXIN HC420SIR.

Básicamente se trata de una cámara IP a color, con una carcasa que la protege de la lluvia y un cristal antiniebla. Tiene un sistema de infrarrojos que le provee un alcance de hasta 30 metros y utiliza un método de compresión de vídeo H.264 de alta calidad, con lo que se consiguen transmisiones más fluidas y nítidas. Incorpora un servidor web que nos facilitará la gestión y monitorización remota de la cámara para poder realizar el control de video vigilancia remota que necesitamos a través de un navegador web.

Sus especificaciones técnicas son:

ANXIN HC420SIR	
Sensor de imagen:	420 líneas, 0.5LUX, 1/3 SONY CCD
Sensibilidad:	- Color:0.3LUX - Blanco y negro: 0.01LUX - Infrarrojos: 0 LUX
Compresión de vídeo:	Perfil base H.264 de nivel 2.2
Definición de vídeo:	PAL->352x288(CIF), 704x288(2CIF), 704x576(D1) NTSC->352x240(CIF), 704x240(2CIF),

	704x480(D1)
Párametros de vídeo:	Brillo, matiz, contraste, saturación y calidad de imagen.
Formato de streaming:	Streaming de video, y streaming de audio y video compuesto (ambos opcionales)
Tasa de frames de vídeo:	- PAL->1-25f/s - NTSC->1-30f/s
Bitrate de compresión de vídeo:	de 16Kbps hasta 4Mbps
Entrada de audio:	1 canal, entrada lineal
Compresión de audio:	G.726
Salida de audio:	1 canal, interfaz RCA, salida lineal
Audio talk-back:	Micro integrado
Número de leds infrarrojos:	45
Longitud de onda de los infrarrojos:	900mm
Protocolos soportados:	TCP, UDP, IP, HTTP, FTP, SMTP, DHCP, DNS, ARP, ICMP, POP3, NTP, IPsec, UPNP, RTP, RTCP
Interfaces del sistema:	1x RJ45 10/100M auto adaptable -1x puerto RS485 (soporta protocolos transparentes)
Entrada de Alarmas:	1 canal de entrada on/off, soportando las opciones de NO(normalmente abierto) o NC(normalmente cerrado)
Salida de Alarmas:	1 canal de salida on/off. 120VAC/1A, 24VDC/1A
Consumo máximo:	Menos de 6W
Alimentación:	12VDC/1A
Rango de temperaturas en funcionamiento:	de -10°C a +55°C
Rango de humedades en funcionamiento:	de 10% a 85%

Tabla 11: Características técnicas de la cámara ANXIN HC420SIR.

3.3.2 CÁMARAS CON SENSORES DE MOVIMIENTO.

Como se había comentado en el capítulo segundo, en el punto referente a las amenazas y conservación del urogallo, “*los principales depredadores son los zorros, martas, jabalíes y córvidos, siendo la depredación de nidos uno de los factores más importantes para explicar el declive de los urogallos*”, por ello es muy importante poder obtener datos, en el caso de que se depredase el nido, qué tipo de animal lo había hecho.

Por ello, en cada instalación deberá contemplarse la posibilidad de instalar una cámara con sensor de movimiento, de forma que si ésta detectase la presencia de algún animal se pudiesen obtener imágenes de éste para poder ser identificado a posteriori.

En nuestro escenario de uso, la obtención de este tipo de imágenes nos permitiría poder determinar con una cierta seguridad el tipo de animal que había depredado el nido, aunque sería conveniente que en el momento de instalación de la cámara y los sensores, se instalase en la proximidad una cámara con un sensor de movimiento y que dispusiera de la posibilidad de obtener imágenes nocturnas, para poder asegurar la identificación del animal.

Este tipo de cámaras son las que habitualmente se emplean en la fotografía de animales en libertad, pues su configuración es muy sencilla y sólo deberemos instalarla en algún puesto de paso de animales (cerca de un riachuelo, en algún camino, etc.) preocupándonos posteriormente en ir a recogerla y extraer o cambiar la tarjeta de memoria SD para poder visualizar las imágenes obtenidas en un ordenador. Debemos de tener en cuenta que las baterías tienen una duración de 4 semanas.

De los diferentes tipos de cámaras existentes en el mercado que existen para la fotografía de animales en libertad, hemos elegido por sus características estos dos modelos de la casa Wingscapes [23].

	AUDUBON BIRDCAM	
	Velocidad del disparador:	1/8 a 1/400
	Resolución de la cámara:	5 Megapixels el modelo WSCA03 8 Megapixels el modelo WSCA02
	Memoria interna:	32 Mb
	Memoria opcional:	SD mayor de 4 Gb.
	Formatos:	JPEG en fotografía, AVI en vídeo
	Salida de imagen:	USB, TV y SD
	Amplitud de campo:	22 grados
	Alimentación eléctrica:	4 baterías tipo D.
	Foco:	De 50 centímetros a infinito.
	Máxima distancia de detección:	De 20 centímetros para los pájaros a 80 centímetros para las personas.
	Múltiples disparos:	De 1 a 10.

Tabla 12: Características técnicas de la cámara AUDUBON BIRDCAM.

	TIMELAPSE PLANTCAM	
	Modos de funcionamiento:	AUTO – Disparos temporizados. SETUP – Configuración personalizada. LASER – Disparo activado por laser. PLAYBACK – Grabación de vídeo.
	Vídeo:	(640 x 480) 10 segundo de vídeo AVI
	Resolución de las fotografías:	Bajo (640 x 480) - Medio(2048 x 1536) - Alto (2560 x 1920)
	Memoria interna:	16MB
	Formato:	JPEG – Fotografía. AVI – Vídeos.
	Salida de imagen:	TV OUT, USB OUT, Tarjeta SD
	Alimentación:	4 baterías AA, normales o recargables.
	Memoria SD externa:	Hasta 16 GB.
	Número de temporizaciones:	11 diferentes, desde 30 segundos a 1 día.

Tabla 13: Características técnicas de la cámara TIMELAPSE PLANTCAM.

A modo orientativo, pues la capacidad podría variar en función de las propiedades de las imágenes, se incluye a continuación una tabla en la que se puede apreciar la relación existente entre el número de fotografías que se pueden almacenar en varias opciones de almacenamiento.

AUDUBON BIRDCAM (Modelo WSCA03)				
Resolución	Memoria Interna, 32 Mb	Tarjeta SD, 2 Gb	Tarjeta SD, 4 Gb	Tarjeta SD, 8 Gb
Fotografía Baja 640 x 480	242	10.000	20.000	40.000
Fotografía Media 1328 x 996	61	3.789	7.578	15.156
Fotografía Alta 2048 x 1536	24	1.480	2.960	5.920
Vídeo (10 segundos) 640 x 480	7	430	860	1.720

BIRDCAM (MODELO WSCA02)				
Resolución	Memoria Interna, 32 Mb	Tarjeta SD, 2 Gb	Tarjeta SD, 4 Gb	Tarjeta SD, 8 Gb
Fotografía Baja 640 x 480	100	6.750	13.500	27.000
Fotografía Media 1328 x 996	30	1.800	3.600	7.200
Fotografía Alta 2048 x 1536	15	750	1.500	3.000
Vídeo (10 segundos) 640 x 480	7	430	860	1.720

Tabla 14: Comparativa entre las dos cámaras.

3.3.3 CÁMARAS QUE ENVÍAN MMS.

En el supuesto en que la zona de puesta del nido no dispusiese de cobertura inalámbrica, o que esta opción quedase descartada por su coste, o incluso contemplándose la posibilidad de realizar un seguimiento en profundidad mediante las opciones que se están planteando y poder efectuar un mayor número de seguimientos de manera más simple, más rápida en lo referente a la instalación y de forma no tan costosa, existe la posibilidad de colocar cámaras que realizan fotografías y posteriormente las envían mediante un MMS a un número de teléfono móvil previamente configurado. También es posible configurar una cuenta de correo para que las fotografías tomadas sean enviadas en forma de correo electrónico a la dirección que se le indique. También disponen de la opción de realizar una captura “ordenada” por medio de un SMS de forma que se en el momento que deseemos conocer el estado de un nido, enviando un SMS a la cámara fotográfica del nido por el que nos interese, ésta al recibirlo realizará una captura de la imagen y la enviará por el método el cual tengamos configurado, ya sea MMS o correo electrónico.

Otra de las posibilidades disponibles es la de utilizar el sensor de movimiento PIR, gracias al cual la cámara realizaría un número configurable de fotografías si detectase movimiento.

Un ejemplo de este tipo de cámaras sería la siguiente [24]:

	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.	
	Formato de imagen:	JPEG
	Resolución de la imagen:	480x320 ó 320x240
	Iluminación mínima necesaria:	1 Lux
	Iluminación:	24 LED blanco para la noche los disparos
	Distancia recomendado a los objetos:	1-12M (de visión nocturna de hasta 6M)
	Ángulo del campo de visión:	60 grados horizontal / vertical de 60 grados
	Rango de Temperatura de funcionamiento:	-10 ~ 50 ° C
	Dimensiones:	116mm x 55mm x 60mm
	Batería:	1200mAh Li-Ion recargable
Controles remotos:	2	

Tabla 15: Características técnicas de la cámara.

3.4 CÁMARAS INALÁMBRICAS.

En el supuesto que encontremos un nido en un lugar en el que no se disponga de cobertura inalámbrica ni cobertura móvil GSM, una posible solución sería la instalación de cámaras inalámbricas. Este tipo de cámaras nos permitiría el obtener imágenes del nido sin que para ello tuviésemos que acceder directamente a la cámara pues establecen un área de cobertura inalámbrica en el cual deberíamos entrar para, desde allí, conectarnos a ésta y poder descargarnos así las imágenes obtenidas, efectuar fotografías o cambiar los ajustes de la cámara.

Mediante el uso de este tipo de cámaras no lograremos evitar el principal inconveniente al cual nos enfrentábamos que era la necesidad de acceder diariamente dos veces a la zona donde estaba el nido, aunque por el contrario para conocer el estado de los huevos no deberemos acercarnos a una distancia que pudiese poner en peligro la incubación de los huevos por parte de la hembra de urogallo, sino que podremos mantener una distancia de aproximadamente unos 100 metros, aunque ésta dependerá de la orografía del terreno en que se instale.

3.4.1 CÁMARAS NORMALES CONVERTIBLES EN INALÁMBRICAS.

El año 2005, Canon sacó al mercado su nueva cámara Digital IXUS WIRELESS [25], ésta era la primera cámara compacta digital sin cables al ser compatible con Wi-Fi (IEEE 802.11b).

Una de las funciones de que dispone esta cámara es la posibilidad de efectuar fotos a distancia sin necesidad de cables, controlando las funciones de disparo de la cámara desde un PC. Esta posibilidad nos podría permitir la realización de fotos a voluntad pudiendo servir como soporte de mayor calidad a la hora de efectuar fotos con las que poder obtener un mayor detalle de un momento en concreto, eclosión de los huevos, salidas del nido, etc.



Figura 16: Imagen de la cámara Canon Digital Ixus Wireless.

3.4.2 CÁMARAS NORMALES CON TARJETAS SD INALÁMBRICAS.

En algunas situaciones podría ser de nuestro interés el poder dejar instalada una cámara obteniendo imágenes o vídeo y poder descargar estos archivos sin tener que acercarnos a ésta. Una posibilidad puede ser la instalación de una tarjeta SD con conexión inalámbrica de forma que podamos conectarnos a ella a una cierta distancia de manera que, como se comentaba anteriormente, no alteremos así la incubación de los huevos por parte de la hembra de urogallo.

Una de las diferentes posibilidades existentes en el mercado, y siendo ésta la opción que recomendamos se trata de las diferentes tarjetas SD que fabrica Eye-Fi [26].

El fabricante ofrece diferentes versiones de este tipo de tarjeta, siendo sus características principales las siguientes:

	CONNECT X2	GEO X2	EXPLORE X2	PRO X2
Capacidad:	4 Gb	4 Gb	8 Gb	8 Gb
RAW:	No	No	No	Si
Punto de Acceso:	No	No	Si	Si
Transferencia Ad-hoc:	No	No	No	Si
Geotagging:	No	Si	Si	Si

Tabla 17: Características técnicas de las tarjetas Eye-Fi.

Los cuatro tipos de tarjetas SD de las cuales se acaban de mostrar las características principales son capaces de trabajar con los protocolos 802.11 b/g/n, almacenar fotografía y vídeo, compartir archivos y son de clase 6ª lo que les asegura una velocidad de transferencia mínima de 6 MB/s. La clase viene definida por la Asociación de Tarjetas SD (SD Card Association).[27]

Es importante antes de adquirir una tarjeta SD inalámbrica el poder asegurar la compatibilidad de ésta con la cámara que disponemos, para ello es básico consultar la página del fabricante. [28]

CAPÍTULO CUARTO.

4.1 MÉTODOS DE TRANSMISIÓN DE DATOS DE FORMA INALÁMBRICA.

En la instalación que estamos definiendo, para poder obtener las imágenes captadas por las diferentes cámaras y transmitir las a Internet de forma que puedan ser vistas desde cualquier lugar del mundo en el que exista la posibilidad de conectarse a la Red, deberemos asumir que no existe otra opción de conexión que no sea la unión que se establece entre dos antenas. En la estructura que definiremos se opta por un sistema formado por una antena omnidireccional en el que se instalará la conexión a Internet y las diferentes antenas direccionales situadas en los diferentes nidos de los cuales nos interesa obtener las imágenes.

Para ello, en este punto se darán unas pautas básicas de lo que es una antena y sus características más importantes, para a continuación centrarnos en los dos tipos que se utilizarán, concretando en cada uno de ellos las características de las dos antenas elegidas para su utilización. A continuación se explicará en qué consiste un punto de acceso para posteriormente explicar las características técnicas del equipo escogido para su uso.

4.2 ANTENAS.

Tal como se define en la Wikipedia [29] “Una antena es un dispositivo diseñado con el objetivo de emitir o recibir ondas electromagnéticas hacia el espacio libre”. En nuestro caso, necesitaremos dos antenas para establecer el canal de transmisión con el que efectuaremos la unión entre el nido donde esté situada la cámara web y el punto donde establezcamos el denominado “Repetidor” que será el lugar donde tengamos acceso a Internet y podamos introducir la señal recibida por la antena a la red.

Por las características del montaje que debemos efectuar y dada la disposición de los elementos de los cuales no conocemos con anterioridad su localización, la instalación deberá hacerse estableciendo en primer lugar donde se ubicará el repetidor. Para la su ubicación deberán de tenerse en cuenta diversos factores:

- Se realizará un estudio de las localizaciones donde históricamente se han colocado nidos. Para ello deberán evaluarse las ubicaciones de las anteriores nidificaciones, sirviéndonos para delimitar la zona que se estudiará.
- El lugar deberá tener acceso a Internet y la posibilidad de instalar equipos pudiéndose estos conectar a la corriente eléctrica de una manera continua.
- Deberá escogerse un lugar situado en altitud para que así la zona de cobertura que pueda proveer la antena omnidireccional sea la mayor posible.
- Como se apreciará en el escenario de uso que se ha utilizado, una posible opción es la de ubicar el repetidor en la parte opuesta de la zona que se desea estudiar pues dadas las características geomorfológicas de las zonas de nidificación del urogallo es posible que se trate de un valle en el que podamos encontrar otra ribera que nos permita la localización del repetidor con el que tenga una visión directa el nido.

Las principales características de una antena vendrán definidas por sus parámetros principales que son:

<u>Diagrama o patrón de radiación.</u>	Representación gráfica, en función de la dirección (coordenadas en azimut y elevación), de las características de radiación de una antena.
<u>Ancho de banda.</u>	Define el margen de frecuencias en el cual los parámetros de una antena cumplirán unas determinadas características.
<u>Ganancia.</u>	Nos indicará la ganancia de potencia en la dirección de máxima radiación.
<u>Directividad.</u>	Relación entre la intensidad de radiación de una antena en la dirección de su máximo y la intensidad de radiación de una antena isotrópica que radia con la misma potencia total.
<u>Impedancia de entrada.</u>	Es la impedancia de la antena en sus terminales.

<u>Anchura de haz.</u>	Es el intervalo angular, en la dirección principal de radiación, en el que la densidad de potencia radiada es igual a la mitad de la potencia máxima.
<u>Eficiencia.</u>	Define la relación entre la potencia radiada y la potencia entregada a la antena.
<u>Polarización.</u>	Se conoce como polarización a la figura geométrica que traza el extremo del vector campo eléctrico a una cierta distancia de la antena, al variar el tiempo. La polarización puede ser lineal, circular y elíptica.
<u>Relación delante/atrás.</u>	Es la relación existente entre la máxima potencia radiada en una dirección geométrica y la potencia radiada en la dirección opuesta a esta.
<u>Resistencia de radiación.</u>	Indicada por la relación de la potencia radiada por la antena al cuadrado de la corriente en su punto de alimentación.

Tabla 18: Principales parámetros de una antena.

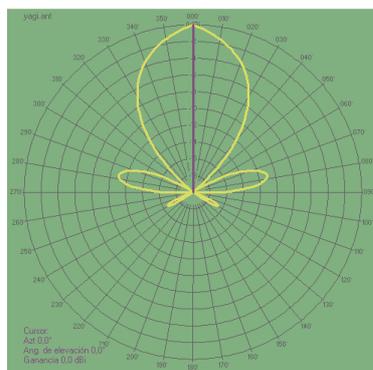
En la instalación que se propone, los dos tipos de antenas escogidos para la instalación en el repetidor y en las diferentes ubicaciones en los nidos, serán respectivamente omnidireccionales y directivas, pero dependiendo de la localización de los nidos, si se da el caso antes planteado en el que los nidos están situados en la otra parte de un valle, podría valorarse la posibilidad de elegir una antena sectorial cuya apertura horizontal se encuentra entre los 90° y los 180°, apertura que podría ser suficiente para dar cobertura a la zona que queremos abarcar.

4.2.1 ANTENA DIRECTIVA.

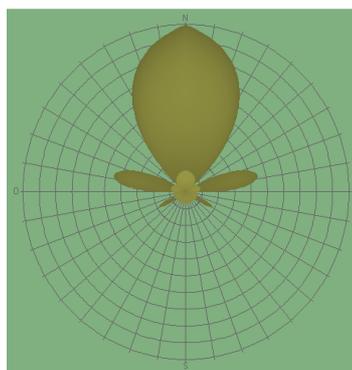
Se conoce como una antena directiva a la que orienta la señal en una dirección determinada obteniendo un haz estrecho, pero de largo alcance. Las antenas direccionales enviarán las ondas a una cierta zona de cobertura, con un ángulo determinado por lo cual su alcance es mayor, sin embargo tienen como inconveniente que fuera de la zona de cobertura no podremos recibir la señal enviada.

Este tipo de antena también es conocido por el nombre de antenas unidireccionales o direccionales.

En la siguiente captura de pantalla podemos observar el patrón de radiación de una antena direccional de tipo Yagi.



Gráfica en 2 dimensiones.



Gráfica en 3 dimensiones.

Tabla 19: Patrón de radiación de una antena tipo Yagi

En nuestro caso la antena direccional elegida será una de tipo Yagi. Este tipo de antenas direccionales toman su nombre de su inventor, el Doctor Hidetsugu Yagi [30] que en 1926 logró construir una antena con una estructura simple de dipolo, combinando elementos parásitos, denominados reflectores y directores obteniendo como resultado una antena de muy alto rendimiento.

De la multitud de variantes de este tipo de antena, la opción elegida es la Antena Yagi 17dbi distribuida por Compra Wifi [31]



Figura 20: Imagen de la antena Yagi elegida.

Sus principales características técnicas son:

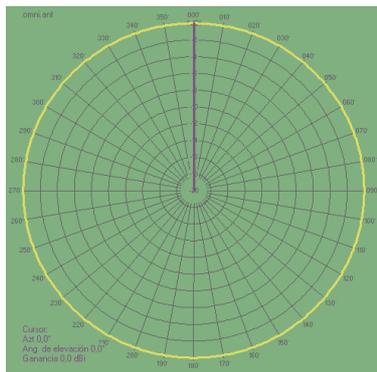
Antena Yagi 17dbi	
Margen de frecuencia:	2400 MHz
Ganancia:	17dBi
Apertura del Haz Horizontal:	30°.
Apertura del Haz Vertical:	30°.
VSWR:	≤ 1.5
Polarización:	Vertical
Potencia máxima:	100 vatios
Impedancia nominal:	50 ohmios.
Conector:	RSMA
Dimensiones:	57,2 x 7,5 x 3,6 cm

Tabla 21: Características técnicas de la antena Yagi.

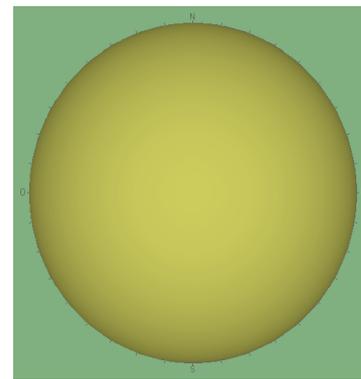
4.2.2 ANTENA OMNIDIRECCIONAL.

Una antena omnidireccional es la que orienta la señal en todas las direcciones teniendo un diagrama o patrón de radiación de 360° lo cual hace que sean capaces de establecer comunicación independientemente del ángulo en el que se encuentre la otra antena. La contrapartida que tiene este tipo de antenas es que su alcance es menor que en el caso de las antenas direccionales.

En la siguiente captura de pantalla del programa RadioMobile [32] podemos apreciar el patrón de radiación de una antena omnidireccional:



Gráfica en 2 dimensiones.



Gráfica en 3 dimensiones.

Tabla 22: Patrón de radiación de una antena tipo Yagi

En nuestro caso la elección propuesta es la antena Wi-Fi Base omnidireccional 10dBi TDV-2400/10 disponible en la web del distribuidor Antonio Tomás Telecomunicación S.L. [33]



Figura 23: Imagen de la antena omnidireccional elegida.

ANTENA WIFI BASE OMNIDIRECCIONAL 10 dBi TDV-2400/10	
Frecuencia de trabajo:	2300-2500 MHz
Potencia:	100 W
Ganancia:	8dB (10,15dBi)
Polarización:	Vertical
Impedancia:	50 Ohm
R.O.E - S.W.R:	1,1:1
Tipo de conector:	Tipo N
Peso:	950 gramos.
Longitud:	1.020 milímetros
Resistencia al viento:	12 N aprox. a 150 Km/h.
Color:	Blanco
Rango de temperaturas de funcionamiento:	De - 40° a +55°

Tabla 24: Características técnicas de la antena omnidireccional.

4.3 PUNTO DE ACCESO.

En lo que se refiere al punto de acceso que deberemos utilizar debemos tener en cuenta la normativa existente para no sobrepasar la normativa pues tal como se define en el CNAF (Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias) en las notas UN-85 referentes a las frecuencias que utilizaremos (2.400 MHz - 2.483,5 MHz) correspondientes al servicio Wi-Fi señala “*Estos dispositivos pueden funcionar con una potencia isotrópica radiada equivalente (p.i.r.e.) máxima de 100 mW conforme a la Decisión de la Comisión 2009/381/CE y la Recomendación CEPT ERC/REC 70-03, Anexo 3*”. [34]

En primer lugar deberemos calcular la potencia máxima a la que configurar el punto de acceso, de forma que una vez conectada la antena el

EIRP (Effective Isotropic Radiated Power) = PIRE (Potencia Irradiada Isotrópica Efectiva) lo que sería la máxima potencia irradiada, por tanto ésta será la relación entre la potencia de salida del transmisor, la ganancia que tenga la antena que le acoplemos y las pérdidas que se produzcan debidas a conectores y cables, definidos por la siguiente ecuación:

PIRE (dBm) = Potencia Transmisor (dBm) – Pérdidas en cables y conectores (dB) + Ganancia de Antena (dBi).

En nuestro caso no debemos, como indica la nota UN-85, superar los 100 mW. lo cual nos llevará a realizar los siguientes cálculos:

100 mW. → 20 dBm

Suponemos unas pérdidas por cables y conectores de 3 dB.

Recordemos que la ganancia de la antena direccional utilizada en las estaciones situadas en los nidos es de 17 dBi. Mientras que la omnidireccional que se utiliza en el repetidor es de 10,15 dBi.

Si la potencia de salida del transmisor fuese 100 mW tendríamos:

$20 + (-3) + 17 = 34$ dB lo que correspondería a un PIRE de 2.511,886 muy por encima de la legislación vigente.

Despejando de la ecuación anterior para que el resultado sea 20 dB obtenemos que la potencia de salida debiera ser de 6 dB lo que corresponde a 3,981 mW.

Realizando los mismos cálculos para la antena del repetidor obtenemos:

$X + (-3) + 10,15 = 20$ obteniendo un valor de la potencia de salida igual a 12,85 dB que se correspondería con 19,275 mW.

Estos serán los valores con los que deberemos configurar RadioMobile, el software que utilizaremos para realizar un escenario de uso.

Para facilitar el cálculo de los diferentes valores existen diferentes páginas webs. Una pequeña muestra de ellas serían las siguientes:

<http://zytrax.com/tech/wireless/calc.htm>

http://www.wifiextreme.com.au/index.php?main_page=page_5

http://www.mikrotik.com/test_link.php

El punto de acceso escogido es el modelo TEW – 455APBO del fabricante Trendnet [35]. Los motivos de su elección se basan principalmente en que se trata de un punto de acceso con alimentación PoE diseñado para su uso en exteriores, y tal como se comenta en su página web [36], con una “carcasa resistente a cualquier condición climatológica” como puede ser el caso en que nos encontremos. La carcasa también posee de un tratamiento contra los rayos ultravioletas y ofrece una protección IP66 a prueba de agua.



Figura 25: Imagen del punto de acceso Trendnet TEW-455APBO.

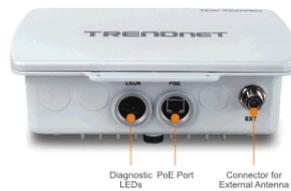


Figura 26: Imagen de los conectores del punto de acceso Trendnet TEW-455APBO.

Siendo sus características técnicas las siguientes:

PUNTO DE ACCESO INALÁMBRICO TEW-455APBO	
Estándares	Cableado : IEEE 802.3 (10Base-T), y IEEE 802.3u (100Base-TX) Inalámbrica : IEEE 802.11b/g, IEEE 802.11f IAPP, IEEE 802.11i, IEEE 802.11h, IEEE 802.11d
Antena:	Antena Patch de 14dBi integrada, Polarización Vertical, V30° H30°
Dimensiones:	250 x 260 x 80 mm (9.8 x 10 x 3.1 pulgadas)
Peso:	1.6 kg (3.5 lbs)
Consumo eléctrico:	6 vatios (máximo.)
Soporta vientos de hasta:	210km/hora.
Rangos de temperatura:	Almacenamiento: -30°C ~ 85°C (-22F ~ 185F) En funcionamiento: -30°C ~ 60°C (-22°F ~ 140°F)
Humedad:	100% (sin condensación)
Alimentación eléctrica:	Salida DC para inyector de alimentación PoE: 48VDC, 0.4A
Frecuencias de trabajo:	2.400 to 2.4835GHz (Banda médica científica industrial)
Velocidades de datos:	802.11b: Hasta 11Mbps 802.11g: Hasta 108Mbps
Sensibilidad en recepción:	802.11b: -89dBm (típica) a 11mpbs 802.11g: -74dBm (típica) a 54Mbps
Número de canales:	1~11 canales (FCC), 1~13 canales (ETSI)
Indicadores:	Power, LAN, WLAN (wireless activity)

Tabla 27: Características técnicas del punto de acceso TEW-455APBO.

CAPÍTULO QUINTO.

5.1 ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA DE LOS DISPOSITIVOS.

Para la alimentación eléctrica de los diferentes dispositivos deberemos tener en cuenta las siguientes premisas:

- Los equipos deberían tener una autonomía de unos 26-29 días, pues ese es el periodo de tiempo que transcurre entre la puesta de los huevos y la eclosión de éstos, de forma que se prevea que el nido puede ser localizado el mismo día de la puesta.
- En el caso de que no se pudiese garantizar la autonomía de los equipos durante los 26-29 días se debería de establecer una rutina de sustitución o carga de los equipos que faciliten el suministro constante. Para ello, deberemos tener en cuenta que para que la gallina no pueda sufrir un estrés que la lleve a abandonar el nido con los huevos por ello, el límite de la distancia a la que nos debemos acercar sería de 10 metros.
- La opción de alimentar los equipos mediante placas solares debería descartarse pues éstas atraerían a posibles depredadores por los brillos que pudiesen producir.
- Debido a que la puesta de los huevos se efectuará en abril y en zonas de alta montaña se deberán tener en cuenta los posibles factores climáticos de las posibles zonas a estudiar obteniendo un registro histórico de las temperaturas máximas y mínimas de esas localizaciones.

Una vez valoradas las circunstancias anteriores, y debido a que se puede asegurar que el nido se encontrará situado en una zona boscosa de difícil acceso y alejada de toda construcción humana, por lo cual no será factible la utilización de un tipo de alimentación eléctrica convencional (suministro por parte de una compañía eléctrica) deberemos optar por alimentar los equipos por medio de baterías.

5.2 CAJA ESTANCA.

Para la instalación de las baterías y del alimentador del punto de acceso, se deberá prever la adquisición de un armario estanco que pueda dejarse a la intemperie durante todo el tiempo que dure la incubación de los huevos, periodo que no debería exceder de un mes.

Una de las diversas posibilidades existentes en el mercado es la que nos ofrece el fabricante Himel [37] con su modelo ARMARIO HIMEL CRN 68/300, el cual distribuye la empresa TecnoStock [38]. Se trata de una caja construida con una única lámina de acero y una estructura de doble pliegue. El armario presenta un sistema de cierre de tres puntos y permite su instalación tanto en vertical como en horizontal, lo cual nos puede ser de gran utilidad si es que se opta por la instalación en el tronco de un árbol en lugar de en el suelo.

Sus principales características técnicas son:

ARMARIO MODELO HIMEL CRN 68/300	
Material de la caja:	Chapa de acero.
Pintura:	Pintura interior y exterior de resina de poliéster epoxi gris.
Peso:	26 kilogramos.
Medidas:	60 x 80 x 30 centímetros.
Resistencia a impactos:	IK 10.
Grado de protección:	IP66 para armarios de una puerta.

Tabla 28: Características técnicas de la caja estanca modelo NB141207-01.

El modelo escogido está representado en la siguiente imagen:



Figura 29: Imagen de la caja estanca modelo HIMEL CRN 68/300.

La instalación de la caja estanca en el interior de la cual se han instalado las baterías deberá estar colocada a una distancia de aproximadamente 10 metros de forma que podamos acceder a ella para un eventual cambio de baterías si es necesario, sin perturbar la tranquilidad de la hembra de urogallo, y a una distancia en la que nos sea relativamente sencillo el poder esconder el cable con el que se suministrará la alimentación a la cámara para intentar de esta manera minimizar los riesgos de atraer la atención de depredadores que pudiesen seguir un cable visible para ir a encontrar, al final de una de las dos partes, un nido con sus huevos.

Si se decidiese por la utilización de alguno de los modelos citados anteriormente se deberían pintar las cajas estancas que se utilizasen con colores oscuros, de acuerdo con las tonalidades que se encuentran habitualmente en los biotopos donde se instalarán, de forma que sea más difícil, tanto para las personas como para los posibles depredadores su localización fortuita.

5.3 TIPO DE CABLES A UTILIZAR.

El cable deberá ser de un color oscuro y de intemperie, de manera que visualmente proporcione un cierto camuflaje y pueda soportar sin degradarse las inclemencias de la exposición en el exterior.

Una posibilidad a valorar es el cable [39] específicamente fabricado para su utilización en exteriores fabricado por Cable Universe Ltd. [40] Permite velocidades de hasta 100 Mbit/s indicándose en su página web que está especialmente construido para la conexión de equipos WI-FI situados en el exterior.

Sus principales especificaciones son:

- Tipo de cable: FTP CAT5e.
- Color negro.
- Venta por metros, siendo la longitud máxima 305 metros.
- Conductores: AWG24 (American Wire Gauge, calibre de alambre estadounidense), de 0,5106 milímetros de grosor.

5.4 BATERÍA.

Se puede definir una batería como el dispositivo electroquímico que almacena la energía eléctrica que recibe convirtiéndola en energía química y que nuevamente se puede volver a convertir en eléctrica según su demanda.

Dependiendo de su uso podemos encontrar diferentes tipos de baterías que se amoldarán, más o menos, a nuestras necesidades. En base a ello encontramos tres grupos principales [41]:

Tipos de baterías según su uso.	
Baterías de arranque:	Entregan una cantidad muy grande de energía en un breve periodo de tiempo. Se utilizan principalmente para arrancar motores.
Baterías de servicio:	No pueden suministrar tanta energía instantánea como las de arranque pero son capaces de aguantar descargas de mucha más duración. Las baterías de descarga continua están sujetas a una descarga constante y relativamente pequeña durante largos periodos de tiempo.
Baterías estacionarias:	Son baterías que se cargan constantemente y se ha de evitar que se sequen. Se utilizan principalmente como fuentes de alimentación de emergencia o SAI.

Figura 30: Tipos de baterías.

Por tanto, el tipo de batería que nos interesará será el de servicio, pues será este tipo el diseñado específicamente para descargas prolongadas. Nuestra elección es la batería Batería VARTA Silver Dynamic 12V 100Ah 830A - H3 [42] principalmente por varias de sus características descritas a continuación, pero cabe destacar que pueda ser instalable en cualquier posición y resista los impactos, pues debe ser instalada en un entorno sensible en términos medioambientales. También es de destacar que la batería no tenga mantenimiento, puesto que al tratarse de instalaciones en localizaciones externas éste sería mucho más complejo.

El peso de la batería es de 22,6 kilogramos mientras que las dimensiones, en milímetros, son las siguientes: largo 353, ancho 175 y 190 de alto, por lo que no tendremos problemas para instalarlas en el armario estanco escogido anteriormente.

Batería VARTA Silver Dynamic 12V 100Ah 830A - H3	
Tecnología AGM (“Absorbent Glass Mat”) tecnología que impide la estratificación del ácido.	No hay pérdida de material activo por ajuste del electrolito.
Una mayor vida útil.	La tecnología AGM retrasa el “envejecimiento” de la batería.
Potencia de arranque en condiciones atmosféricas extremas.	Puesto que tiene un mayor número de electrodos al no ser necesaria una reserva de electrolito
Libre de derrames y a prueba de vuelco.	Por tanto, instalable en prácticamente cualquier posición e incluso en caso de impactos no supondría ningún riesgo medioambiental.
100% libre de mantenimiento.	Sin consumo de agua, recombinación interna de gases, capacidad de almacenaje de 15 meses
Extrema resistencia cíclica.	Mayor autonomía y suministro energético.

Tabla 31: Características de la batería elegida.



Figura 32: Imagen de la batería.

5.5 ESTIMACIÓN DE LOS CONSUMOS.

Tanto la cámara IP como el punto de acceso tienen, según su fabricante, un consumo máximo de 6 vatios, por tanto tenemos:

- En el caso de la cámara IP, la cual debemos alimentar con una tensión continua de 12 voltios, su consumo será de 0,5 Amperios por lo cual una batería de 100 Amperios Hora (Ah) nos duraría $t = \frac{100 \text{ Ah}}{0,5 \text{ A}} = 200$ horas, lo que se correspondería aproximadamente a unos 8 días.
- En el caso del punto de acceso, éste lo deberemos de alimentar con una tensión continua de 48 voltios, por lo que su consumo será de 0,125 Amperios, por lo cual una batería de 100 Ah nos duraría $t = \frac{100 \text{ Ah}}{0,125 \text{ A}} = 800$ horas, lo que se correspondería aproximadamente a unos 33 días.

Al objeto de ampliar la duración de utilización de la instalación en el nido, y teniendo en cuenta que ésta vendrá limitada por el tiempo de descarga de la batería que alimenta la cámara IP y además su alimentación es de 12 voltios, es aconsejable la instalación de dos baterías en serie, de forma que ampliásemos el tiempo al doble, pudiendo contar que se habrán de cambiar esas dos baterías por otras cargadas cada quince días.

En este sentido, también se ha de mencionar el efecto que ejerce la temperatura en las baterías de ácido-plomo, por ejemplo a 10 grados centígrados las baterías tendrán un 75% de su capacidad nominal mientras que a -18 grados centígrados su capacidad descendería hasta un 50%. [43]. En principio, durante los meses de mayo y junio cuando se prevé la instalación, las temperaturas no deberían de descender de 2,1 °C en mayo o 5,4°C en junio como temperaturas mínimas medias registradas, tal como se indica en la base de datos del Servicio Público de Meteorología de Catalunya, más conocido como “Meteocat”, en lo referente al año 2009 [44] por tanto deberemos prever una menor duración.

Asimismo otros factores también influirán en la duración de la batería, como podría ser el número de ciclos de carga-descarga de la batería o la corriente a la que se descargue la batería, por tanto la mejor manera de asegurar siempre su sustitución con una cierta anterioridad a las fechas teóricas calculadas.

Por lo que respecta a los equipos instalados en el repetidor, no deberemos preocuparnos por sus consumos pues éstos estarán directamente conectados a la instalación eléctrica del edificio donde esté instalado.

5.6 INYECTOR PoE.

En el caso que nos ocupa se hace aconsejable utilizar la tecnología conocida como PoE (Power over Ethernet) al objeto de poder alimentar el punto de acceso con el mismo cable de red que utilizamos para transferir los datos. Este tipo de alimentación está regulado por la norma IEEE 802.3af que está diseñada para que su implementación no haga disminuir el rendimiento ni el alcance de las comunicaciones de la red. De esta manera conseguiremos alimentar el punto de acceso sin necesidad de llevar otro cable desde éste hasta el armario estanco donde estén ubicadas las baterías y el inyector PoE.

En la siguiente imagen podemos ver exactamente en qué consiste un inyector PoE pudiendo apreciarse que la unión entre el inyector y el punto de acceso en nuestro caso, se realiza con un único cable en el que se transportan por él la alimentación y los datos.



Figura 33: Imagen de la conexión del inyector PoE.

En nuestro caso se ha optado, para evitar posibles problemas de incompatibilidades, por la elección de un inyector PoE del mismo fabricante que el punto de acceso Trendnet, siendo el modelo TPE-1011 [45].

El inyector escogido está representado en la imagen siguiente:



Figura 34: Imagen del inyector PoE Trendnet modelo TPE-1011.

Siendo sus características más importantes las que se muestran en la siguiente tabla:

Inyector PoE Trendnet modelo TPE-1011	
Potencia:	Entrada: Alimentación eléctrica: CA 100~240V, 50~60Hz, 0.3A Salida: Clase 0, 48V DC @ 15, vatios ; Clase 1, 48V DC @ 4 vatios; Clase 2, 48V DC @ 7 vatios ; Clase 3, 48V DC @ 15,4 vatios
Estándar:	IEEE 802.3 10Base-T IEEE 802.3u 100Base-TX IEEE 802.3af Power over Ethernet
Temperatura:	Funcionamiento: 0°C~45°C Almacenamiento: -40°C~70°C
Líneas de datos:	Corte 1: Pin 1, 2 Corte 2: Pin 3, 6
Puertos:	1 puerto DATA-IN Port (sólo para datos) 1 puerto PoE-OUT (Datos + alimentación)
Dimensiones (Largo x Ancho x Alto):	115 x 57 x 35mm
Consumo eléctrico:	15.5 vatios máximo.

Tabla 35: Características técnicas del Inyector PoE Trendnet modelo TPE-1011.

CAPÍTULO SEXTO.

6.1 ANÁLISIS DE UN POSIBLE ESCENARIO DE USO.

Para la elección de la ubicación del repetidor deberemos de tener en cuenta que, como se mencionaba anteriormente, la puesta de los huevos por parte de la hembra de urogallo se realiza entre abril y mayo, meses durante los cuales se deberán realizar las batidas para la localización de los nidos. Una vez localizados, y sin que exista dilación en el tiempo, deberemos decidir la localización del puesto más adecuado para la instalación del repetidor, de forma que éste pueda dar cobertura a la mayoría de nidos que hayamos descubierto. En los siguientes puntos de este capítulo se realizará un estudio exhaustivo de cómo se deberán llevar a cabo las diferentes instalaciones, tanto en lo concerniente al repetidor como en los diferentes nidos, además de hacer una simulación en la que se supone la presencia de diferentes nidos en la zona de la Torreta del Orri de forma que supondremos la instalación de un repetidor en Olp y se estudiará la cobertura en los diferentes nidos encontrados.

6.2 INSTALACIÓN EN EL REPETIDOR.

El equipo a instalar en el repetidor es el siguiente:

- Antena omnidireccional
- Punto de acceso.
- Router con conexión a Internet.

6.2.1 ROUTER

En lo que respecta al router, en principio cualquier modelo que tenga conexión a Internet nos servirá. Debemos tener presente que para que desde el exterior podamos acceder a las diferentes cámaras, deberemos direccionar los puertos del router para que podamos escoger la cámara instalada en el nido que nos interese indicando la dirección pública del router y el número de puerto. Éste direccionará a la IP privada que posea la cámara situada en el nido que deseemos visualizar. Cada router tendrá diferentes maneras de realizar el direccionamiento, siendo quizás la más cómoda por medio de su navegador web, por lo que éste será un punto que deberemos estudiar una vez facilitado el router por el proveedor de acceso a Internet.

Un ejemplo de direccionamiento en un router TELSEY CPVA 2V se puede ver en la siguiente captura de pantalla, en la cual se aprecian, además de las direcciones IP pública y privadas del router, los direccionamientos existentes en las direcciones de la LAN 192.168.0.3 de los puertos 22 a 25 y la dirección 192.168.0.4 a la que se dirigirán los puertos 34 y 35.

The screenshot shows the 'GESTIÓN DE SU EQUIPO' page of a router. It contains the following sections:

- DATOS DEL EPE:** A table with fields for host name, model, external IP, and internal IP. Red boxes highlight the external IP (212.145.119.205) and internal IP (192.168.0.1) fields, with arrows pointing to labels 'IP PÚBLICA DEL ROUTER' and 'IP LAN DEL ROUTER' respectively.
- RESTRICCIONES:** A table with fields for the maximum number of redirections (0) and unavailable ports (68,161,1720,8063,1024-1048,9000-9050).
- DIRECCIONAMIENTOS EXISTENTES:** A table with columns for No., IP externa, IP interna, lim. inf. rango, and lim. sup. rango. Red boxes highlight two rows: row 1 (IP externa: 212.145.119.205, IP interna: 192.168.0.3, lim. inf.: 22, lim. sup.: 25) and row 2 (IP externa: 212.145.119.205, IP interna: 192.168.0.4, lim. inf.: 34, lim. sup.: 35).

Figura 36: Ejemplo de direccionamiento de puertos en un router.

Una posible configuración a utilizar para el mapeo de los puertos sería la siguiente:

Estación:	Nombre asignado:	Dirección IP:	Puerto:
REPETIDOR:	OLP	192.168.1.10/24	40
NIDO 1:	SERRAT DE LA CONILLA	192.168.1.20/24	41
NIDO 2:	SERRAT DEL VINAGRE	192.168.1.30/24	42
NIDO 3:	BOSC REAL	192.168.1.40/24	43
NIDO 4:	COSTA NEGRA	192.168.1.50/24	44
NIDO 5:	BARRANC DEL SERRAT XIC	192.168.1.60/24	45
NIDO 6:	BORDES DE ENVINY	192.168.1.70/24	46

Tabla 37: Direccionamiento de los diferentes puntos de acceso.

Con el objeto de que pueda ser una herramienta útil, deberemos limitar los accesos a través de Internet a las personas que tienen ese cometido, pues si se instala una conexión ADSL convencional, el caudal que se ofrece de subida es relativamente bajo, puesto que se prioriza el caudal de bajada, por lo que si se diese el caso de que en un mismo instante se produjesen varios accesos, el resultado sería que ninguno de ellos podría ver la cámara a la que intenta acceder o, en el caso de que la viese, ésta fuese con muchas deficiencias.

6.2.2 CABLEADO EN EL REPETIDOR

Respecto a la instalación que se efectuará en el repetidor, ésta será bastante más sencilla que la que deberemos realizar en el nido, pues aprovecharemos la posibilidad de conectar todos los equipos con sus respectivos alimentadores a la corriente alterna, por tanto deberemos conectar a ésta tanto el router como el punto de acceso.

El cableado sería el siguiente:

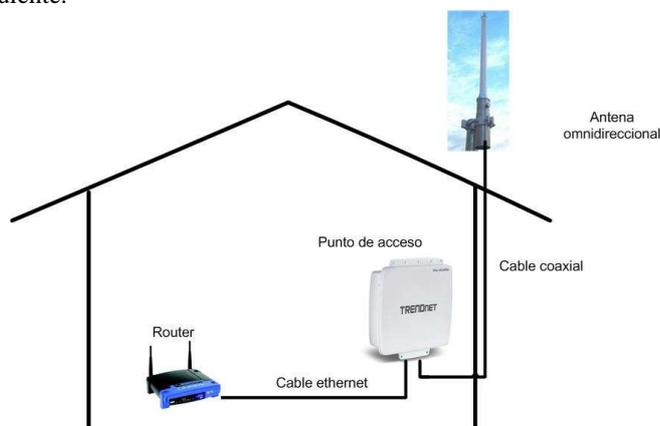


Figura 38: Esquema de cableado en el repetidor.

6.3 INSTALACIÓN EN EL NIDO.

Una vez localizado el nido, el mismo día se debería de proceder a la instalación de los sensores de humedad y temperatura, y también a las diferentes cámaras a instalar. Una vez llegados a este punto deberemos, en primer lugar, analizar las diferentes posibilidades de instalación que podemos realizar. En un primer punto de análisis dispondremos de los mapas de cobertura, de forma que podemos tener una ciertas referencias para poder valorar si en la zona vamos a tener cobertura inalámbrica del repetidor que tenemos instalado, para ello nos será muy importante el poder conocer si tenemos alcance visual con éste. En el caso de que estimemos

como posible la instalación de una cámara IP procederemos a ello. También deberemos valorar en ese momento la posibilidad de instalar también una cámara más alejada de forma que enfoque al nido y cuente con un detector de movimiento, del tipo de cámaras anteriormente mencionadas, mediante la cual podamos detectar los posibles depredadores que pudiesen acechar el nido.

6.3.1 CABLEADO EN EL NIDO.

Respecto al cableado, tanto de las instalaciones en los nidos como en el repetidor, deberemos tener en cuenta los siguientes esquemas de cableado.

Por lo que respecta al equipo que se instalará en el nido deberemos tener presente que coexisten dos alimentaciones diferentes pues mientras la cámara se alimenta con una tensión de 12 voltios de corriente continua, el punto de acceso necesitará de 48 voltios también de corriente continua. Una posible solución pasa por extraer las dos tensiones del mismo grupo de baterías, aunque lo más lógico sería dedicar una batería exclusivamente para alimentar eléctricamente la cámara, tal como se representa en el esquema siguiente.

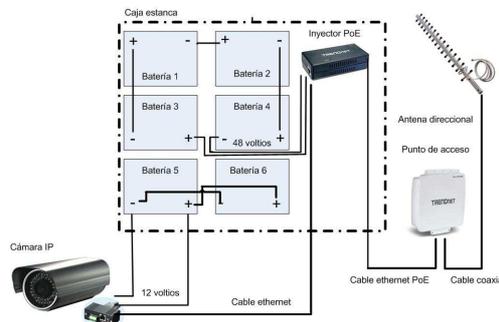


Figura 39: Esquema de cableado en el nido.

6.4 ESTUDIO DE LA COBERTURA.

En nuestro supuesto se ha optado por considerar la instalación de un repetidor en el pueblo de Olp situado en las coordenadas E 344833.5 N 4699391.5 (ED50 UTM31N) correspondientes a una Latitud de 42° 25' 46.11"y una Longitud: 1° 6' 45.23" siendo la altitud en que está situado de 1.119,7 metros, de forma que podamos obtener un área de cobertura en el otro lado del valle bastante amplia que nos cubra zonas donde habitualmente se han localizado nidos.

Una imagen de la cartografía de la zona elegida sería la siguiente:



Figura 40: Mapa de la zona del escenario de uso.

En el siguiente mapa se indican los supuestos emplazamientos de cinco de los seis nidos con los que se va a desarrollar el presente escenario de uso. El nido situado en el Serrat del Vinagre no se ha indicado pues estaba fuera de los límites del plano y su ampliación ocasionaría una pérdida en el detalle en la orografía del terreno en que están situados.



Figura 41: Mapa de las localizaciones de los nidos.

ESTACIÓN	NOMBRE ASIGNADO	COORDENADAS ED50 UTM 31N	COORDENADAS GPS	ALTITUD metros
REPETIDOR:	OLP	E 344833.5 N 4699391.5	Longitud: 1° 6' 45.23" Latitud: 42° 25' 46.11"	1.119,7
NIDO 1:	SERRAT DE LA CONILLA	E 348949.5 N 4700397.5	Longitud: 1° 9' 44.32" Latitud: 42° 26' 21.63"	1.368,3
NIDO 2:	SERRAT DEL VINAGRE	E 346620.5 N 4693439.5	Longitud: 1° 8' 9.115" Latitud: 42° 22' 34.52"	1.214,9
NIDO 3:	BOSC REAL	E 349284.5 N 4694851.5	Longitud: 1° 10' 4.215" Latitud: 42° 23' 22.15"	1.489,6
NIDO 4:	COSTA NEGRA	E 352146.5 N 4697909.5	Longitud: 1° 12' 6.498" Latitud: 42° 25' 3.232"	2.239,6
NIDO 5:	BARRANC DEL SERRAT XIC	E 350621.5 N 4696419.5	Longitud: 1° 11' 1.196" Latitud: 42° 24' 13.89"	1.792,2
NIDO 6:	BORDES DE ENVINY	E 343042.5 N 4697470.5	Longitud: 1° 5' 28.78" Latitud: 42° 24' 42.56"	1.555,4

Tabla 42: Localizaciones de los nidos.

En la siguiente imagen podemos apreciar con más detalle el lugar donde se instalará la estación repetidora encargada de dar cobertura a las diferentes cámaras IP que se instalarían.



Figura 43: Detalle de la localización del repetidor.

6.4.1 CONFIGURACIÓN RADIOMOBILE.

Para la simulación de un escenario de uso y el estudio de sus zonas de cobertura se utilizará el programa RadioMobile [32]. Éste es un software de libre distribución útil para el cálculo de radio enlaces de larga distancia en terrenos irregulares.

El programa utiliza los mapas que descarga de servidores FTP gratuitos para combinar los perfiles orográficos obtenidos con las diferentes características de los equipos que le asociemos (potencia, sensibilidad, tipos de antenas, etc.) realizando predicciones del comportamiento de sistemas de radio, simulaciones de radioenlaces, representaciones de las zonas de cobertura de una red de radiocomunicaciones, etc. Para ello utiliza el modelo de propagación ITM (Irregular Terrain Model) también conocido como modelo Longley-Rice, tratándose éste de un modelo de predicción troposférica para transmisiones de radio en terrenos irregulares de largo y medio alcance.

PROPIEDADES DE LA RED.



Figura 44: Captura de pantalla con las propiedades de la red.

PROPIEDADES DE LAS UNIDADES.

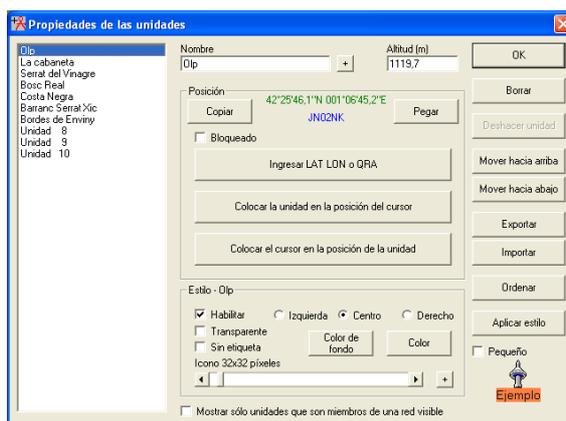


Figura 45: Captura de pantalla con las propiedades de las unidades.

CONFIGURACIÓN DE LOS MIEMBROS.

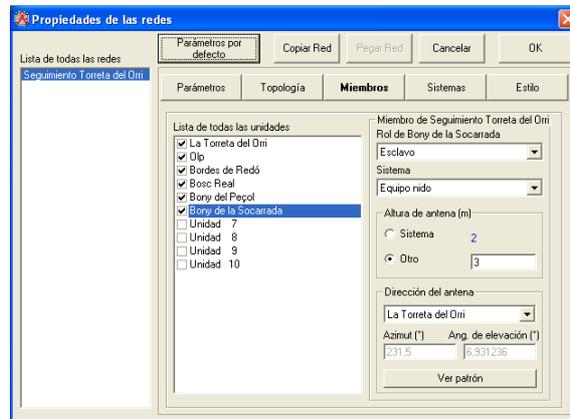


Figura 46: Captura de pantalla con la configuración de los miembros.

CONFIGURACIÓN DE LOS SISTEMAS.

En nuestro escenario de uso se definirán dos sistemas diferentes. Uno será el referido a la unidad que se situará en el pueblo de Olp, definido como se ilustra en la siguiente figura:

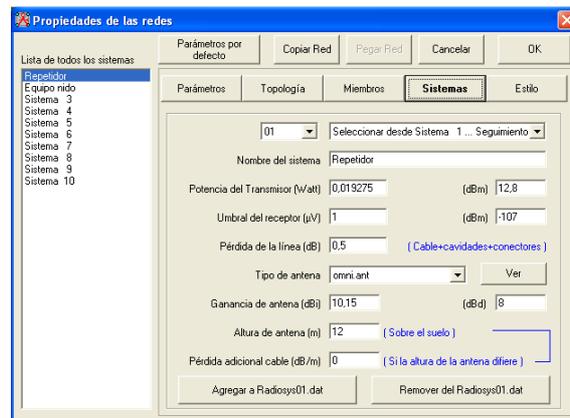


Figura 47: Captura de pantalla con las propiedades de sistema Repetidor.

El otro sistema creado será el que definirá las estaciones que se situarán en los diferentes nidos encontrados. En nuestro caso, la configuración que se aplicará será ésta:

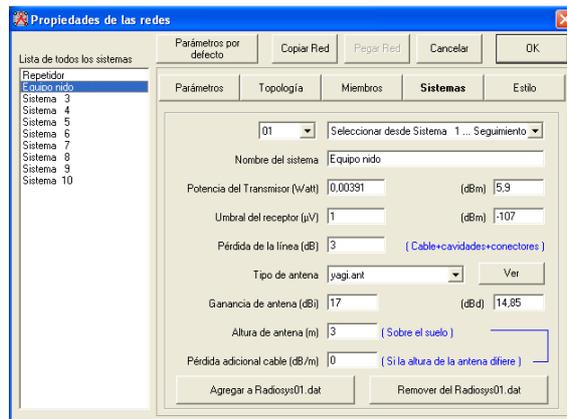


Figura 48: Captura de pantalla con las propiedades de sistema Equipo nido.

La red creada será la siguiente:

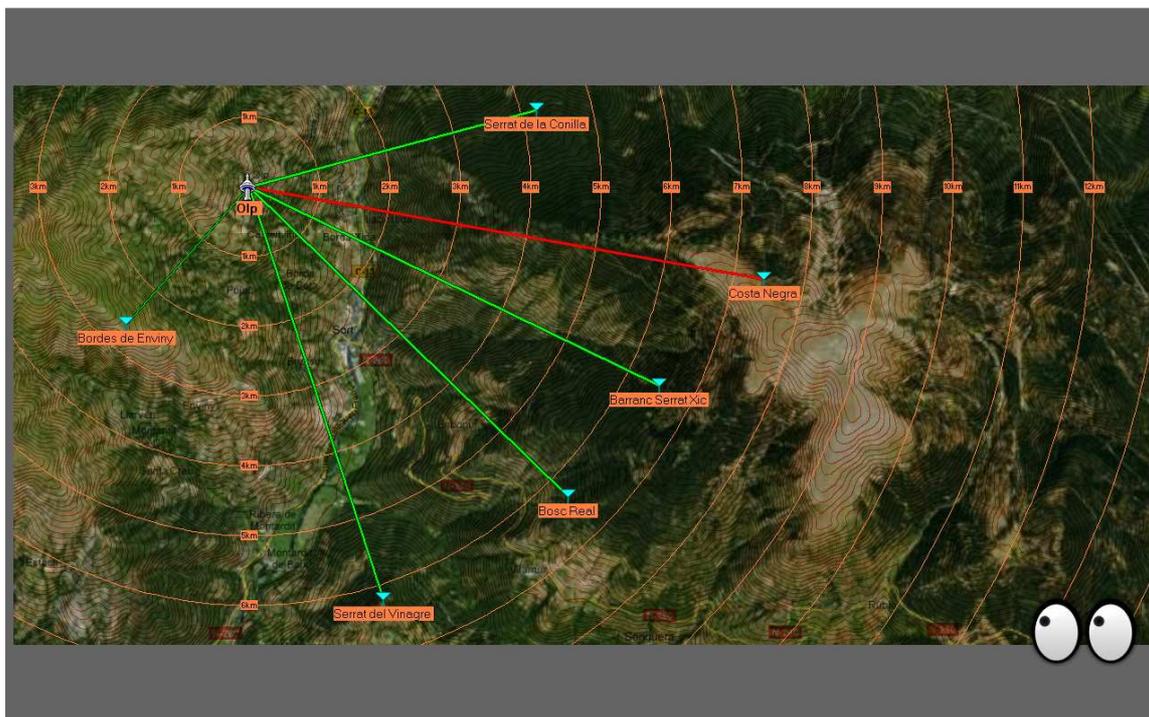


Figura 49: Captura de pantalla con los resultados del análisis.

6.4.2 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS.

El programa generará un informe con los resultados obtenidos, en nuestro escenario de uso sería el siguiente:

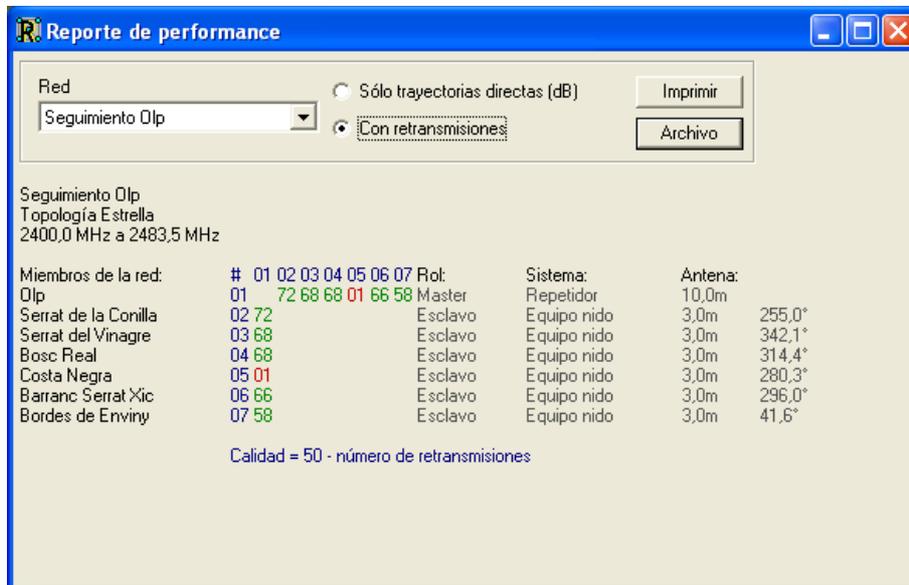


Figura 50: Captura de pantalla con informe de resultados.

En él podemos apreciar el margen relativo de recepción al que, tal como se indica deberemos restarle 50, por ejemplo, para el caso del enlace entre Olp y Bosc Real tendremos $68-50=18$ dB.

6.4.3 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS CON RADIO LINK:

A continuación se presentan los resultados obtenidos para los diferentes enlaces. En la parte superior de la captura de pantalla podemos observar el azimut con el que se debe orientar la antena situada en el Serrat de la Conilla, el ángulo de elevación, la distancia existente, el peor ángulo de Fresnel para ese enlace, en nuestro caso 4,1F1, etc. El dato más interesante que se ofrece es el de la Rx relativo, en nuestro caso 29,2 dB, este dato nos permitirá conocer el valor del margen con respecto de la sensibilidad del receptor con la que llega la potencia de la señal recibida.

ENLACE OLP – SERRAT DE LA CONILLA.

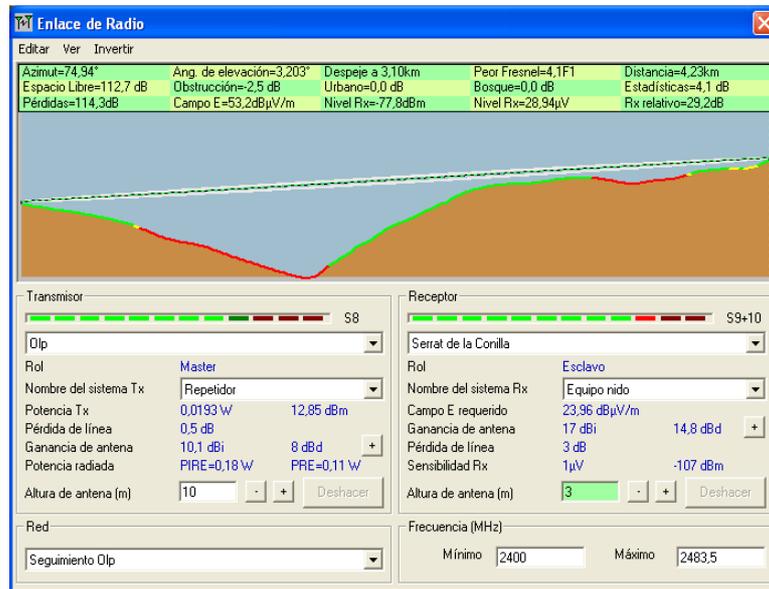


Figura 51: Captura de pantalla con los resultados del enlace Olp-Serrat de la Conilla.

Utilizando la opción Ver→Distribución, podremos observar las estadísticas de la señal en el trayecto, tal como se muestra en la siguiente captura de pantalla.

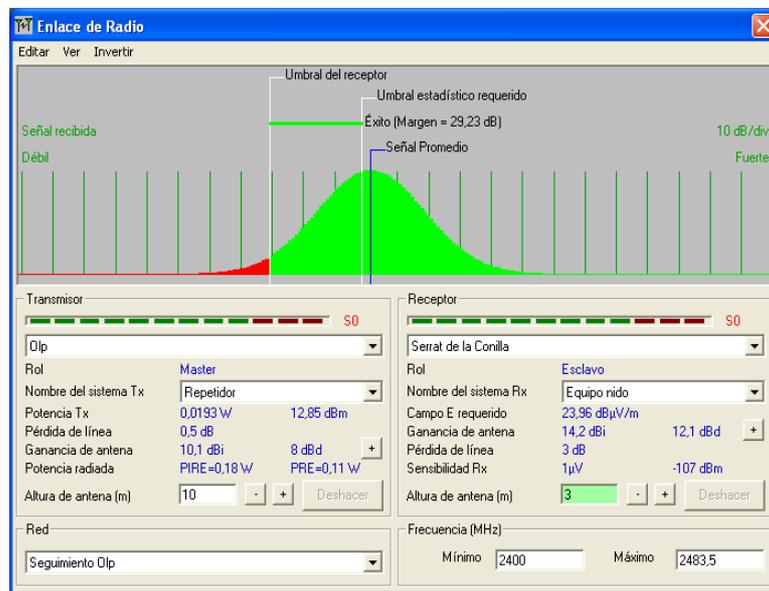


Figura 52: Captura de pantalla con los resultados del enlace Olp-Serrat de la Conilla.

Si utilizamos la opción Invertir, podremos visualizar el enlace en el sentido de transmisión inverso. En nuestro caso obtendríamos:

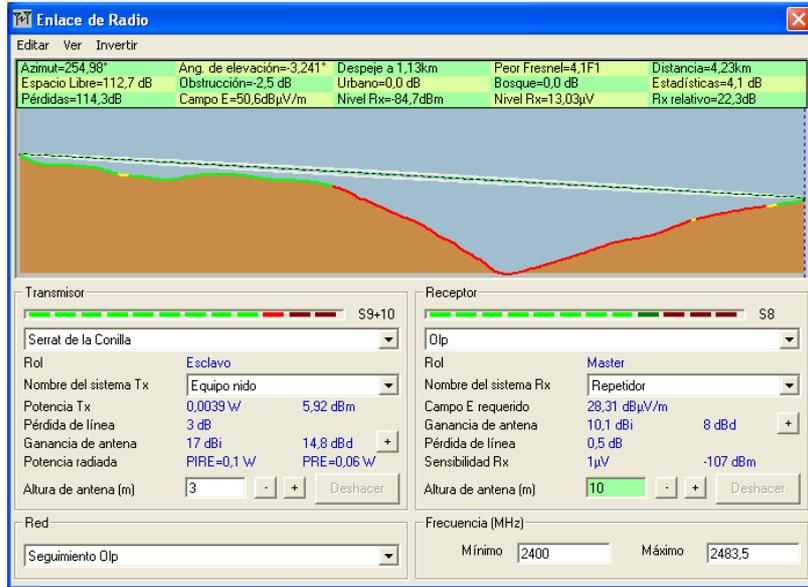


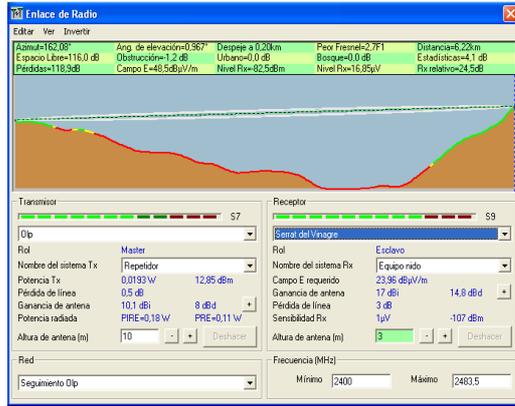
Figura 53: Captura de pantalla con los resultados del enlace Serrat de la Conilla – Olp.

Y si utilizamos la opción Ver→Observar→80° el programa representará una aproximación de la vista que nos encontraríamos si estuviésemos situados, en nuestro caso en Olp, mirando hacia el Serrat de la Conilla. Sería ésta:

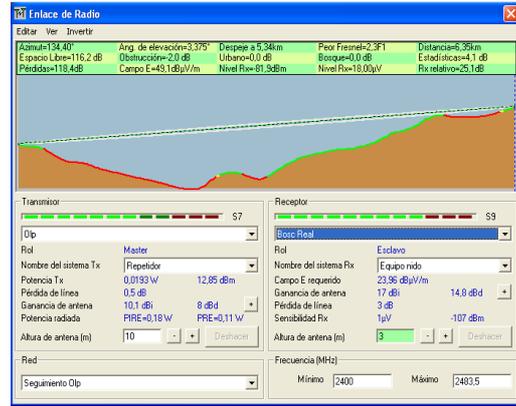


Figura 54: Captura de pantalla con la representación de la vista Olp - Serrat de la Conilla.

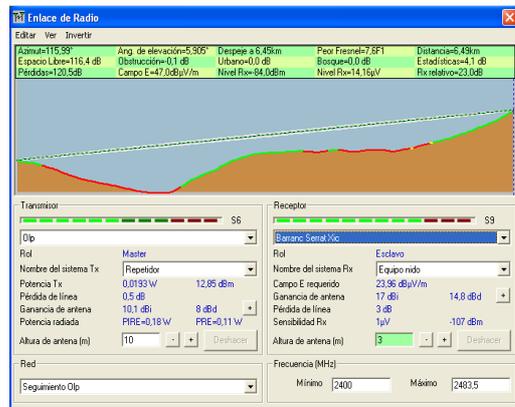
A continuación, en las siguientes capturas de pantalla, únicamente se mostrarán las pantallas principales de los diferentes enlaces examinados.



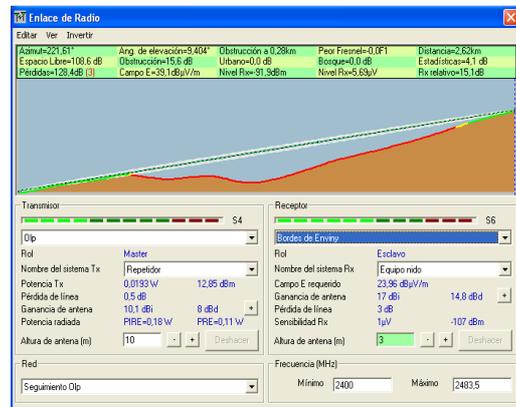
ENLACE OLP – SERRAT DEL VINAGRE.



ENLACE OLP – BOSCO REAL.



ENLACE OLP – SERRAT XIC.



ENLACE OLP – BORDES DE ENVINY.

Figura 55: Capturas de pantalla con los resultados de los diferentes enlaces.

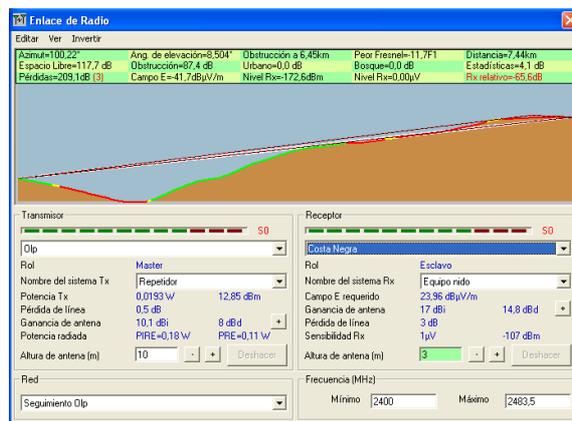


Figura 56: Captura de pantalla con los resultados del enlace OLP - Costa Negra.

Por el resultado obtenido podemos apreciar que el enlace de Olp con el nido situado en la Costa Negra no se podrá efectuar.

6.4.4 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS CON RADIO PATH.

Otra manera de representar los datos obtenidos sería mediante un ejecutable que podemos obtener desde la misma página de RadioMobile [32] denominado “rmpathspa.exe”. Los resultados obtenidos en el enlace del repetidor de Olp con el Serrat de la Conilla serían los siguientes:

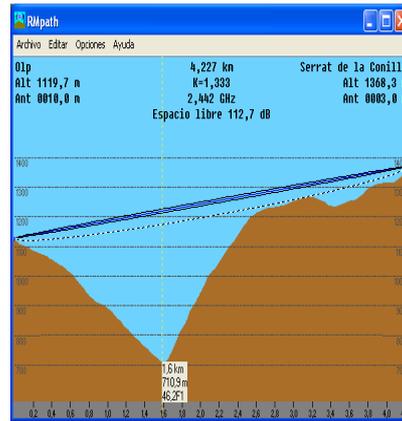


Figura 57: Captura de pantalla con los resultados del enlace Olp-Serrat de la Conilla en Radio Path.

6.5 ESTUDIO ECONÓMICO.

Para la realización de este estudio económico se tendrá en cuenta una instalación que conste de los siguientes equipamientos:

- Instalación completa en un repetidor con acceso a Internet.
- Instalación de cuatro equipos completos de cámaras IP con capacidad para enviar las señales al repetidor.
- Instalación de una cámara por nido con sensores de movimiento que se utilizará para la posible identificación de depredadores.

Es necesario puntualizar que en este estudio no se contemplan los gastos de instalación de los equipos, desplazamiento, materiales menores (bridas, tornillería, pinturas, etc.) ni los diferentes cables que se puedan utilizar. Además se considerará que el router lo suministrará el proveedor de Internet, gastos que tampoco están cuantificados en la siguiente relación.

También se ha de mencionar que todos los precios han sido extraídos de las páginas web de sus distribuidores en las fechas que se mencionan en el punto 9.1, precios que podrían sufrir variaciones a principios de año. Todos los precios indicados son con IVA incluido, pero sin gastos de envío.

<u>EQUIPO REPETIDOR</u>			
EQUIPO:	CANTIDAD:	PRECIO UNIDAD:	PRECIO TOTAL:
Antena Wi-Fi omnidireccional 10 dBi	1	94,40 €	94,40 €
Punto de acceso inalámbrico PoE para exterior	1	329,95 €	329,95 €
TOTAL:			424,35 €

EQUIPO NIDO			
EQUIPO:	CANTIDAD:	PRECIO UNIDAD:	PRECIO TOTAL:
Antena Yagi 17dbi.	1	19,95 €	19,95 €
Punto de acceso inalámbrico PoE para exterior.	1	329,95 €	329,95 €
Medidor de humedad relativa PCE 313S.	1	225 €	225 €
Inyector PoE.	1	29,95 €	29,95 €
Armario estanco HIMEL CRN 68/300.	1	297,07 €	297,07 €
Baterías.	6	188,19 €	1.129,14 €
Cámara ANXIN HC420SIR.	1	436,54 €	436,54 €
Cámara AUDUBON BIRDCAM.	1	143,62 €	143,62 €
		TOTAL:	2.611,22 €

COSTE INSTALACIÓN			
EQUIPO:	CANTIDAD:	PRECIO UNIDAD:	PRECIO TOTAL:
Coste instalación equipo repetidor:	1	424,35 €	424,35 €
Coste instalación equipo nido:	3	2.611,22 €	7.833,66 €
		TOTAL:	8.258,01 €

Tabla 58: Estimaciones de costes.

El precio de los equipos que no componen el que podríamos llamar “equipamiento básico”, pero se han mencionado en este estudio son los siguientes:

EQUIPO:	PRECIO:
Medidor de humedad relativa PCE 313S	225 €
Cámara Timelapse Plantcam	79,95 \$
Cámara que envía MMS	399,00 €
Cámara Canon Digital Ixus Wireless	179,00 €
Tarjeta SD inalámbricas CONNECT X2	49,99 £
Tarjeta SD inalámbricas GEO X2	69,99 £
Tarjeta SD inalámbricas PRO X2	99,99 £
Tarjeta SD inalámbricas EXPLORE X2	119,99 £

Tabla 59: Precios de los equipos mencionados.

CAPÍTULO SÉPTIMO.

7.1 CONCLUSIONES.

Al comienzo del presente trabajo, en la introducción se exponía que nos enfrentábamos a un problema real, la necesidad de proteger de manera más efectiva a uno de los animales más curiosos que habitan en los bosques de Cataluña, el urogallo. Esta necesidad de mejorar los sistemas de protección debe ser urgente dada la situación de peligro de extinción en que se encuentra, y para ello el camino que nos debe llevar a esa mayor efectividad en su protección pasará por un mayor conocimiento. Éste vendrá dado por las posibilidades de control que nos facilitará el anillamiento de las hembras de forma que podamos conocer de manera más fehaciente sus costumbres, sus hábitos, los hábitats en los que transcurre su existencia, pero para poder anillar a las hembras de manera efectiva y sin perturbar las crías, este anillamiento deberá producirse durante el periodo de incubación, justamente en el momento en que los huevos de su camada ya han eclosionado pero aun no ha abandonado el nido. Para ello deberemos llevar un control exhaustivo del nido, de forma que podamos proceder al anillado antes de que transcurran entre 24 y 30 horas de la salida de los polluelos del huevo.

Este trabajo pretende poder facilitar ese seguimiento de manera que éste sea más efectivo, pues se podrá obtener una mayor información que la que se obtenía con los métodos hasta ahora utilizados. También nos permitirá el control y la monitorización de un mayor número de nidos, con lo cual podremos “controlar” un mayor número de polluelos de urogallo con el objetivo de disminuir el alto nivel de mortalidad que se da en los primeros meses de vida. Y también nos servirá para hacer más cómodo el seguimiento de estos nidos, de forma que los accesos a ellos sólo se deban de realizar para cambiar baterías, reparar averías, o quizás, para volver a enfocar una cámara que ha movido el viento.

Es preciso mencionar que al tratarse de instalaciones que se realizarán en un ambiente boscoso, del cual no podemos prever de antemano la situación en la que nos encontraremos, es obvio que serán muchos más los problemas con que nos tendremos que enfrentar al realizar las instalaciones de los que se han podido identificar.

Ante ello sólo queda aceptar que a éstos nos deberemos enfrentar.

CAPÍTULO OCTAVO.

8.1 GLOSARIO.

ANILLAMIENTO: El anillamiento consiste en la colocación de un pequeño anillo, de metal o de plástico, numerado en las patas, de forma que se procede a un “fichaje” que nos permitirá conocer ciertos aspectos de la vida del ave tales como la migración, longevidad, mortalidad, estudios de población, comportamientos alimenticios, etc.

CCD: Es el acrónimo en inglés de “Charge-coupled device” o sea Dispositivo de carga acoplada, tratándose de un circuito integrado que contiene un número determinado de condensadores enlazados o acoplados. En el ámbito de la fotografía se refiere al sensor con diminutas células fotoeléctricas que se encargan de registrar la imagen.

CONÍFERAS: Las coníferas son un grupo botánico de plantas superiores que englobaría a los árboles y arbustos vivos más antiguos de nuestro planeta. Su característica principal es la de desarrollar conos o estróbilos, que son primitivas estructuras de reproducción. Generalmente se trata de plantas de hoja perenne, las cuales no tienen forma plana, si no que su forma es de aguja o escama.

CÓRVIDOS: Los córvidos son una familia de aves del orden Passeriformes. Estas aves son polípagas, o sea que tienen excesivo deseo de comer lo cual se presenta en algunos estados patológicos, y con frecuencia son carroñeras.

ED50: Se trata del acrónimo de European Datum 1950 y se refiere a un antiguo sistema de referencia geodésico utilizado en Europa. En España ha sido el sistema oficial hasta que en el año 2008 se cambió al ETRS89.

ETRS89: Tal como se indica en la Wikipedia [46] se trata del acrónimo en inglés de European Terrestrial Reference System 1989, y se trata de un sistema de referencia geodésico ligado a la parte estable de la placa continental europea.

FTP: Acrónimo en inglés de File Transfer Protocol, o Protocolo de Transferencia de Ficheros. Se trata de un protocolo de red utilizado para la transferencia de archivos entre sistemas conectados a una red TCP basada en una arquitectura cliente-servidor.

GPRS: Acrónimo de General Packet Radio Service. Se refiere a un servicio de transmisión de datos móviles orientado a paquetes. Permite transferencias de datos a velocidades que oscilan entre 56 y 114 kbps.

GSM: Siglas de Global System for Mobile Communication, o sea Sistema Global para las Comunicaciones Móviles, siendo éste el sistema digital de telefonía móvil que se utiliza en Europa y otras partes del mundo. Es el estándar de telefonía inalámbrica en Europa.

IK10: El código IK es una clasificación internacional numérica del grado de protección de las carcasas de equipos eléctricos contra impactos mecánicos externos. Se compone de las letras IK seguidas por dígitos y especifica la capacidad de una carcasa para proteger su contenido contra los impactos externos. IK10 indicaría una energía de impacto de 20 julios, que a modo orientativo, podría indicar que resiste un impacto de un objeto de 5 kg que cayese desde una altura de 40 cm.

INTRANET: Tal como se define en la Wikipedia [47] una Intranet consiste en una red de ordenadores privados que, dentro de una organización, comparten parte de sus sistemas de información y de sus sistemas operacionales.

I.P: Acrónimo en inglés de Internet Protocol, es el protocolo de nivel 3 que contiene información de dirección y control para el encaminamiento de los paquetes a través de la red.

IP66: Las siglas IP se refieren al Índice o grado de Protección definido en un estándar internacional de la Comisión Electrotécnica Internacional 60529 en el que se clasifica el nivel de protección que tiene un equipo eléctrico en lo referente a objetos sólidos, polvo, contactos accidentales o agua.

En nuestro caso en concreto, la primera cifra, el seis, indicaría que, con respecto al polvo fino estaría completamente protegido contra “ninguna penetración de polvo; protección completa de los contactos” mientras que el segundo seis indicaría que “El agua de mar/oleaje o disparada potentemente hacia la protección del equipo desde cualquier dirección no tendrá grandes efectos de daño cuantitativo”. [48]

LAN: Acrónimo de Local Area Network (Red de Área Local) se refiere a la red que interconecta a alta velocidad terminales informáticos relativamente cercanos permitiéndoles compartir recursos.

MMS: Acrónimo de Multimedia Messaging System o sistema de mensajería multimedia. Se trata de un estándar de mensajería que permite a los teléfonos móviles enviar y recibir contenidos multimedia, incorporando sonido, video, fotos o cualquier otro contenido disponible en el futuro.

MPEG4: Según se indica en la Wikipedia [49] se trata de un grupo de estándares de codificación de audio y vídeo cuya tecnología está normalizada por el grupo MPEG (Moving Picture Experts Group). El uso principal del estándar son los flujos de medios audiovisuales, la transmisión bidireccional, etc.

NIDÍFUGOS: Se dice de las aves cuyas crías abandonan el nido poco después de nacer.

PASSERIFORMES: El orden de las passeriformes abarca más de la mitad de especies de aves pues cuenta con alrededor de 5.400 especies. Está dividido en dos subórdenes principales, Passeri y Tyranni. Las passeriformes se denominan a veces aves de percha o pájaros cantores.

PHASIANIDAE: Los faisánidos (Phasianidae) son una familia de aves del orden Galliformes, entre las que se cuentan los gallos, faisanes, los pavos, las perdices y otras aves terrestres. Son aves robustas, de alas cortas y por tanto, no son aptas para el vuelo de largas distancias. Hay 177 especies en 46 géneros.

PIR: El sensor PIR (Passive Infra Red) consiste en un dispositivo piroeléctrico que es capaz de medir los cambios en los niveles de radiación infrarroja que emiten los objetos a su alrededor. Tiene un alcance máximo de 6 metros y se trata de un tipo de sensor de reducido tamaño y bajo coste.

PROTOCOLO DE COMUNICACIONES 802.11: El estándar IEEE 802.11 [50] será el encargado de definir la capa física y la de enlace de datos en la arquitectura OSI para el correcto funcionamiento de una WLAN (Wireless Local Area Network), siendo ésta un sistema de comunicación de datos inalámbrico.

RAW: Formato de archivo digital que se caracteriza por contener la totalidad de los datos de la imagen tal como los capta el sensor digital de la cámara fotográfica. Normalmente se aplica un sistema de compresión que no ocasiona pérdidas de información.

RED INALÁMBRICA: En inglés Wireless (sin cables). Se conoce por red inalámbrica a la conexión de diferentes nodos sin que sea necesario ningún tipo de conexión física, realizándose ésta por medio de ondas electromagnéticas.

ROUTER: Es el equipo encargado de encaminar el tráfico de la red hacia los nodos de destino siguiendo las rutas más adecuadas.

SAI: En inglés UPS (Uninterrupted Power System), es un sistema compuesto por baterías que se encarga de mantener el suministro eléctrico de los diferentes equipos que tenga conectado, durante un cierto tiempo. Indirectamente mejora la calidad de la señal eléctrica pues filtran subidas y bajadas de tensión.

SCRIPTS: Normalmente se trata de un programa de no mucha complejidad que se guarda en un archivo de texto plano, siendo interpretado normalmente por la Shell, interfaz usada para interactuar con el núcleo de un sistema operativo. Se usan habitualmente para realizar diversas tareas como combinar componentes, interactuar con el sistema operativo o con el usuario.

SD: Siglas de Secure Digital. Se trata de un formato de tarjeta de memoria ideado por Panasonic utilizado como soporte de almacenamiento por dispositivos móviles como cámaras digitales, consolas de juegos, etc.

SENSOR: Dispositivo que detecta una determinada acción externa, temperatura, presencia, peso, presión, etc. y la transforma en señales eléctricas de modo que pueden ser cuantificadas.

SMS: El servicio de mensajes cortos o SMS (Short Message Service) es un servicio disponible en los teléfonos móviles que permite el envío de mensajes de texto con un máximo de 160 caracteres.

TCP: Siglas de Transmission Control Protocol, Protocolo para el Control de la Transmisión. Se trata de un protocolo orientado a crear conexiones entre equipos de forma que se pueda enviar un flujo de datos garantizando que los datos serán entregados sin errores y en el mismo orden que se transmiten.

CAPÍTULO NOVENO.

9.1 BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA.

[2] Revista National Geographic
National Geographic Volumen 4, número 2
Febrero 1999

http://www.nationalgeographic.com.es/1999/02/01/variedad_vida-inventario_vida_salvaje-la_sexta_extincion-restaurar_madagascar.html

[11] Seguimiento de Aves 10
El Urogallo en España, Andorra y Pirineos franceses
Seo BirdLife

http://www.encyclopedia delasaves.es/originales/Docs/PDF/F062/Urogallo_comUn-Monografia.pdf

[15] Libro “Camera Traps in Animal Ecology”.

<http://www.springer.com/life+sciences/animal+sciences/book/978-4-431-99494-7>

[Consulta 22/12/2010]

[16] Uso de cámaras automáticas para la recogida de información faunística. J. Naves, A. Fernández, J.F. Gaona y C. Nores. Doñana, Acta Vertebrata, 23 (2), 1.996-189-199

<http://www.indurot.uniovi.es/Biblioteca/Publicaciones/PublicacionesRevistas/Lists/Revistas/DispForm.aspx?ID=11&Source=http%3A%2F%2Fwww.indurot.uniovi.es%2FBiblioteca%2FPublicaciones%2FPublicacionesRevistas%2Fpaginas%2Fdefault.aspx>

[Consulta 22/12/2010]

[41] Revista Barcelona World Race Duo
Volumen 2, número 4
Noviembre 2010

<http://issuu.com/barcelonaworldrace/docs/bwr004p001a100baixa100>

9.2 DOCUMENTOS.

[6] Plan docente del TFC de la UOC, en el ámbito de la “Integración de Redes Telemáticas” (Código 19.040).

http://cv.uoc.edu/tren/trenacc/web/GAT_EXP.PLANDOCENTE?any_academico=20102&cod_asignatura=19_040&idioma=CAT&pagina=PD_PREV_SECRE&cache=S

[Consulta 10/01/2011]

9.3 ENLACES RELACIONADOS.

[1] Página web de la IEEE acerca del protocolo 802.11

http://www.elpais.com/articulo/sociedad/ONU/alerta/150/especies/extinguen/dia/culpa/hombre/elpepusoc/20070522elpepusoc_6/Tes

[Consulta 23/10/2010]

[3] Página web de la Wikipedia acerca de la Biodiversidad.

<http://es.wikipedia.org/wiki/Biodiversidad>

[Consulta 23/10/2010]

[4] Página web del Ministerio de Medio Ambiente, con la referencia del Libro Rojo de Invertebrados en España.

http://www.mma.es/secciones/biodiversidad/especies_amenazadas/vertebrados/libro_rojo_vert/pdf/Urogallo.pdf

[Consulta 23/10/2010]

- [5] Página web del Boletín Agrario.
<http://www.boletinagrario.com/ap-30.catalogo-nacional-especies-amenazadas-listado-taxones-por-categoria-amenaza,49,71.html>
[Consulta 23/10/2010]
- [7] Página web de la "Zoonomen Nomenclatural data" creada en 2002 por Alan P. Peterson.
<http://www.zoonomen.net/avtax/frame.html>
[Consulta 15/11/2010]
- [8] Página web donde es posible consultar la lista que elaboró James Clements (1927-2005) un ornitólogo estadounidense que elaboró un catálogo mundial de las especies actuales de aves distribuidas en órdenes y familias.
<http://www.birds.cornell.edu/clementschecklist/downloadable-clements-checklist>
[Consulta 15/11/2010]
- [9] Página web del Ministerio de Medio Ambiente.
http://www.mma.es/secciones/biodiversidad/inventarios/inb/atlas_aves_reproductoras/pdf/urogallo_comun.pdf
[Consulta 15/11/2010]
- [10] Página web de Seo/BirdLife.
http://www.seo.org/programa_seccion_ficha.cfm?idPrograma=16&idArticulo=1046
[Consulta 23/10/2010]
- [12] Página web de Seo/BirdLife.
http://www.encyclopediadelasaves.es/originales/Docs/PDF/F062/Urogallo_comUn-Libro_Rojo.pdf
[Consulta 23/10/2010]
- [13] Página web de La Nueva España.
<http://www.lne.es/nalon/2010/07/27/segunda-hornada-urogallos-redes/947452.html>
[Consulta 23/10/2010]
- [14] Boletín de FAPAS monográfico sobre los 10 años de seguimiento fotográfico.
<http://www.fapas.es/boletines/impreso/boletin79nov07.pdf>
[Consulta 22/12/2010]
- [17] Página web del Parque Natural de Redes.
<http://www.parquederedes.com/dblog/>
[Consulta 17/11/2010]
- [18] Página web de la Agencia de Noticias para la Difusión de la Ciencia y la Tecnología (DiCYT).
<http://www.dicyt.com/noticias/la-repoblacion-de-especies-como-el-arandano-y-la-cria-en-cautividad-claves-para-recuperar-el-urogallo>
[Consulta 17/11/2010]
- [19] Página web de tuatera.com donde se informa del centro de cría urogallo cantábrico situado en Sobrescobio.
<http://tuatera.com/foro/index.php?topic=5605.0>
[Consulta 17/11/2010]
- [20] Página web del suministrador del sensor de humedad y temperatura.
http://www.pce-group-europe.com/espanol/product_info.php/info/p1570_Medidor-de-humedad-relativa-PCE-313-S.html
[Consulta 17/11/2010]

- [22] Página web de Wimaxcom que distribuye la cámara IP ANXIN HC420SIR.
<http://www.wimaxcom.com/tienda/anxin-hc420sir-c%C3%83%C2%A1mara-h264-para-interiores-exteriores-infrarojos-protecci%C3%83%C2%B3n-anti-lluvia-niebla-p-847.html>
[Consulta 10/01/2011]
- [23] Página web de Wingscapes.
<http://www.wingscapes.com/>
[Consulta 15/11/2010]
- [24] Página web de hotfrog.
<http://www.hotfrog.es/Empresas/espia007/C%C3%81MARA-GSM-DETECTOR-DE-MOVIMIENTO-Y-ALARMA-ENV%C3%8DO-DE-MMS-44822>
[Consulta 16/11/2010]
- [25] Página web de Canon.
http://www.canon.es/For_Home/Product_Finder/Cameras/Digital_Camera/IXUS/IXUS_Wireless/index.asp
[Consulta 02/11/2010]
- [26] Página web de Eye-Fi.
<http://uk.eye.fi/>
[Consulta 02/11/2010]
- [27] Página web de la SD Card Association.
<http://www.sdcard.org>
[Consulta 17/11/2010]
- [28] Página web de Eye-Fi donde se puede comprobar la compatibilidad de sus tarjetas con diferentes marcas de cámaras fotográficas.
<http://support.eye.fi/product-info/camera-compatibility/compatibility/is-the-eye-fi-card-compatible-with-my-camera/>
[Consulta 16/11/2010]
- [29] Página web de la Wikipedia en la que se hace referencia al término antena.
<http://es.wikipedia.org/wiki/Antena>
[Consulta 22/12/2010]
- [30] Página web de la Wikipedia con la biografía de Hidetsugu Yagi.
http://es.wikipedia.org/wiki/Hidetsugu_Yagi
[Consulta 22/12/2010]
- [31] Página web del suministrador de la antena directiva, comprawifi.
http://www.comprawifi.com/antenas-cables/2-4-ghz/yagis/antena-yagi-17dbi-1-5-metros-sma/prod_2244.html
[Consulta 17/11/2010]
- [33] Página web del suministrador de la antena omnidireccional, Antoniotomas.com.
http://antoniomas.com/tienda/product_info.php?products_id=911
[Consulta 17/11/2010]
- [34] Página web del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.
<http://www.mityc.es/telecomunicaciones/Espectro/CNAF/notasUN2010.pdf>
[Consulta 17/11/2010]
- [35] Página web de Trendnet España.
<http://www.trendnet.com/langsp/default.asp>
[Consulta 20/11/2010]

- [36] Página web del suministrador del punto de acceso.
<http://www.lhst.es/tew-455apbo-punto-de-acceso-inalambrico-poe-para-exterior.html>
[Consulta 10/01/2011]
- [37] Página web del fabricante de armarios estancos Himel.
<http://www.schneiderelectric.es/sites/spain/es/productos-servicios/marcas-antteriores/himel.page>
[Consulta 10/01/2011]
- [38] Página web de TecnoStock, distribuidores del armario estanco que se aconseja utilizar.
<http://tecnostock.opentiemendas.com/tienda/armarios-electricos/armarios-electricos-himel/-armarios-metalicos-estancos-himel-crn-crng/armario-himel-crn-68-300>
[Consulta 10/01/2011]
- [39] Página web del cable UTP aconsejado para su uso en exteriores.
<http://www.cableuniverse.co.uk/cat5e-exterior-ftp-solid-ethernet-cable-per-metre.html>
[Consulta 15/11/2010]
- [40] Página web de la Cable Universe Ltd.
<http://www.cableuniverse.co.uk/>
[Consulta 15/11/2010]
- [42] Página web de TiendaRecambios, donde se puede encontrar la batería aconsejada.
<http://www.tiendarecambios.es/varta-silver-dynamic-12v-100ah-830a-h3-p-48791.html>
[Consulta 10/01/2011]
- [43] Página web de Sensstech.
<http://colombia.sensstech.com/tag/baterias-selladas/>
[Consulta 30/12/2010]
- [44] Página web de Meteocat.
http://www20.gencat.cat/docs/meteocat/Continguts/Climatologia/Anuaris/Estacions%20meteorologiques/static_files/EMAtaules2009.pdf
[Consulta 30/12/2010]
- [45] Página web del fabricante del inyector PoE, Trendnet.
http://trendnet.com/langsp/products/proddetail.asp?prod=125_TPE-111GI&cat=58
[Consulta 20/11/2010]
- [46] Página web de la Wikipedia en la que se hace referencia al término ETRS89.
<http://es.wikipedia.org/wiki/ETRS89>
[Consulta 15/11/2010]
- [47] Página web de la Wikipedia en la que se hace referencia al término Intranet.
<http://es.wikipedia.org/wiki/Intranet>
[Consulta 15/11/2010]
- [48] Página web de Wikipedia en que se comenta el término Índice de Protección.
http://es.wikipedia.org/wiki/%C3%8Dndice_de_protecci%C3%B3n
[Consulta 10/01/2011]
- [49] Página web de la Wikipedia en la que se hace referencia al término MPEG4.
<http://es.wikipedia.org/wiki/Mpeg4>
[Consulta 15/11/2010]

[50] Página web de la IEEE acerca del protocolo 802.11

<http://www.ieee802.org/11/>

[Consulta 05/10/2010]

9.4 SOFTWARE.

[21] Página web donde es posible conseguir el programa Excel.

<http://office.microsoft.com/es-hn/excel/>

[Consulta 18/11/2010]

[32] Página web donde es posible descargar el software RadioMobile.

<http://www.cplus.org/rmw/download/download.php?S=1>

[Consulta 17/11/2010]