

Proyecto Fin de Carrera

Ingeniería de Telecomunicación

Diseño de red Wi-Fi en Hotel Montecastillo Golf de Jerez

Autor: Alejandro González Pino

Tutor: Juan Manuel Vozmediano Torres

Dep. de Telemática
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla

Sevilla, 2016



Proyecto Fin de Carrera
Ingeniería de Telecomunicación

Diseño de red Wi-Fi en Hotel Montecastillo Golf de Jerez

Autor:
Alejandro González Pino

Tutor:
Juan Manuel Vozmediano Torres
Profesor titular

Dep. de Telemática
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla
Sevilla, 2016

Proyecto Fin de Carrera: Diseño de red Wi-Fi en Hotel Montecastillo Golf de Jerez

Autor: Alejandro González Pino

Tutor: Juan Manuel Vozmediano Torres

El tribunal nombrado para juzgar el Proyecto arriba indicado, compuesto por los siguientes miembros:

Presidente:

Vocales:

Secretario:

Acuerdan otorgarle la calificación de:

Sevilla, 2016

El Secretario del Tribunal

A mi padre

Agradecimientos

En seis meses he podido compartir con mucha gente nuevos conocimientos y experiencias de las que hay que estar enormemente orgulloso y agradecido. Por lo tanto, estoy en la obligación de agradecer a *AOIFE Solutions* la oportunidad que me dieron para realizar las prácticas en la empresa. También, y en especial por el proyecto que estamos presentando, tengo que agradecer el trato, la amabilidad y la siempre disponible presencia de los trabajadores del Hotel Montecastillo Golf de Jerez, que me ayudaron a conocer más en profundidad las necesidades de un técnico instalador. Por último, me gustaría agradecer a Juan Manuel García Pegado su colaboración. Y no sólo por los conocimientos que me ha aportado durante mucho tiempo, sino por la constante ayuda como compañero y su enorme amistad en estos últimos años de carrera, compaginada con el mundo laboral.

Sevilla, 2016

Resumen

El presente documento trata sobre el planteamiento, instalación y mejoras realizadas en la red Wi-Fi del hotel *Montecastillo Golf de Jerez*, de la cadena *Barceló Hoteles*. Se tratan varios aspectos como la situación en la que se encuentra la red inicialmente, el diseño para un mejor aprovechamiento del ancho de banda contratado por el hotel, el estudio del mercado para encontrar los equipos necesarios ajustándose al presupuesto, las mejoras en la localización de los puntos de acceso para obtener un mayor nivel de señal en los dispositivos, y finalmente, la implementación de 3 VLANs para diferenciar el tráfico que fluye por la red y la configuración de todos los equipos instalados.

Para una mejor comprensión del proyecto, lo desarrollaremos en varios apartados, cada uno explicando un paso distinto en nuestro camino hacia la meta del proyecto.

Agradecimientos	ix
Resumen	xi
Índice	xiii
Índice de Tablas	xv
Índice de Figuras	xvii
Notación	xx
1 Introducción	1
2 Especificación de requisitos	5
2.1 <i>Requisitos del cliente</i>	5
2.2 <i>Estado inicial de la infraestructura de red</i>	6
3 Diseño	11
3.1 <i>Dorsal y estructura de red</i>	11
3.2 <i>Estudio de cada zona</i>	13
3.3 <i>Plan de Numeración</i>	17
4 Requisitos de los equipos. Presupuesto.	19
4.1 <i>El punto de acceso Ecowifi</i>	19
4.1.1 <i>CHT Manager, el software SNMP de AOIFES.</i>	22
4.2 <i>Conmutadores del bastidor principal</i>	24
4.3 <i>El Mini-PC del portal cautivo</i>	26
4.4 <i>Conmutadores para los Atrios</i>	28
4.5 <i>Conmutadores de 8 ó 5 puertos como mínimo</i>	28
4.6 <i>Antenas para radioenlaces</i>	30
4.7 <i>Conmutador de unión red pública – red corporativa</i>	31
4.8 <i>Módems para las villas</i>	32
4.9 <i>Cableado</i>	33
4.10 <i>Presupuesto</i>	35
5 Ejecución	37
5.1 <i>Configuración de los equipos</i>	37
5.1.1 <i>Servidor Lenovo.</i>	37
5.1.2 <i>Conmutadores del bastidor principal.</i>	40
5.1.3 <i>Conmutadores del Atrio y zona 4 estrellas.</i>	43
5.1.4 <i>Conmutador del SPA.</i>	46
5.1.5 <i>Conmutadores del Castillo.</i>	47
5.1.6 <i>Configuración de las antenas del radioenlace.</i>	47
5.1.7 <i>Configuración de los modems de las villas.</i>	48
5.1.8 <i>Los puntos de acceso.</i>	48
6 Conclusiones	59
7 ANEXOS	61
Referencias	70

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 . Resumen de APs y conmutadores necesarios.	17
Tabla 2. Direcciones IP para Hotel 5 estrellas.	17
Tabla 3. Direcciones IP para Hotel 4 estrellas.	18
Tabla 4. Direcciones IP para zonas especiales.	18
Tabla 5. Cálculo de metros estimados de cable.	33
Tabla 6. Partida inicial del proyecto.	35
Tabla 7. Planimetría del Hotel 5 estrellas.	54
Tabla 8. Planimetría del Hotel 4 estrellas.	55
Tabla 9. Planimetría para zonas especiales.	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1. Vista aérea del hotel, edificios 5 estrellas.	1
Ilustración 2. Vista aérea del hotel, edificios 4 estrellas.	2
Ilustración 3. Disposición antigua de antena para red Wi-Fi.	8
Ilustración 4. Esquema de red del hotel 5 estrellas previo al proyecto.	9
Ilustración 5. Esquema de red del hotel 4 estrellas previo al proyecto.	10
Ilustración 6. Esquema de red, hotel 5 estrellas.	12
Ilustración 7. Esquema de red, hotel 4 estrellas.	13
Ilustración 8. Vista aérea de la zona 4 estrellas.	15
Ilustración 9. Ecowifi de interior, más carcasa.	20
Ilustración 10. Ecowifi de exterior, sin carcasa.	20
Ilustración 11. Ecowifi de exterior, con carcasa.	21
Ilustración 12. Interfaz web del Ecowifi, pantalla de inicio.	21
Ilustración 13. Interfaz web del Ecowifi. Pantalla de configuración de las radios.	22
Ilustración 14. Ejemplo de AP.	23
Ilustración 15. Lista de varios APs controlados.	23
Ilustración 16. Aviso de AP caído.	23
Ilustración 17. Frontal y trasera del servidor.	24
Ilustración 18. Switch HP 1920.	25
Ilustración 19. DSLAM de Sino Telecom.	25
Ilustración 20. Mini-PC instalado.	26
Ilustración 21. Portal Cautivo.	27
Ilustración 22. Sesión iniciada en Portal Cautivo.	27
Ilustración 23. Ubiquiti TOUGHSwitch PoE PRO, de 8 puertos.	29
Ilustración 24. Ubiquiti TOUGHSwitch PoE, de 5 puertos.	29
Ilustración 25. Mikrotik RouterBOARD 750GL.	30
Ilustración 26. MikroTik RouterBOARD SXT 5HPnD.	30
Ilustración 27. <i>HP 1810-8 J9800A</i> .	31
Ilustración 28. Conversor optoelectrico.	32
Ilustración 29. Mueble protector de módem ADSL.	33
Ilustración 30. Equipos externos de Telefónica.	38
Ilustración 31. Sección del interfaz de <i>pfSense</i> para configurar el servidor DHCP.	38
Ilustración 32. Pantalla que muestra un resumen de las características de red de nuestro equipo servidor.	39
Ilustración 33. Pantalla con gráfica sobre estadísticas semanales.	39
Ilustración 34. Esquema de puertos del <i>HP 1810</i> .	40

Ilustración 35. Pantalla del interfaz mostrando resumen del equipo y los puertos ocupados.	41
Ilustración 36. Pantalla con la definición de cada puerto para la VLAN pública.	41
Ilustración 37. Pantalla para crear VLANs.	42
Ilustración 38. Pantalla que muestra las VLANs que están asignadas a cada puerto.	42
Ilustración 39. Pantalla inicial del interfaz web del D-Link DES 3018.	43
Ilustración 40. Interfaz para configurar las 3 VLANs.	44
Ilustración 41. Configuración de puertos para VLAN 1.	44
Ilustración 42. Configuración de puertos para VLAN 20.	45
Ilustración 43. Configuración de puertos para VLAN 30.	45
Ilustración 44. Configuración de los puertos para cada VLAN.	46
Ilustración 45. Interfaz Winbox de las antenas de radioenlace.	47
Ilustración 46. Pantalla inicial del interfaz web del DSLAM del rack principal.	48
Ilustración 47. Procedimiento para cambiar IP del punto de acceso.	48
Ilustración 48. Pantalla con la configuración IP del Ecowifi.	49
Ilustración 49. Sección <i>Networks</i> , pestaña <i>Ports</i> .	49
Ilustración 50. Definición de la nueva VLAN.	50
Ilustración 51. Detalles VLAN para portal cautivo.	51
Ilustración 52. Detalles para VLAN corporativa.	51
Ilustración 53. Pantalla para configurar puerto CHT y aplicaciones <i>Smart</i> .	52
Ilustración 54. Configuración del ancho de banda del canal y la frecuencia de uso para el caso de 5 GHz.	53
Ilustración 55. Configuración del ancho de banda del canal y la frecuencia de uso para el caso de 2.4 GHz.	53
Ilustración 56. Analizador de espectro.	54

Notación

AP	Punto de acceso
SNR	Relación Señal a Ruido
PoE	Power over Ethernet
HP	Hewlett-Packard
ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line
GSM	Global System for Mobile communications
TPVs	Terminal Punto de Venta
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol
SNMP	Simple Network Management Protocol
DSLAM	Digital Subscriber Line Access Multiplexer
SFP	Small Form-Factor Puggable
VLAN	Virtual Local Access Network

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

Nuestro proyecto consiste en el diseño e instalación de una red Wi-Fi en el hotel Montecastillo Golf de Jerez. Para ello, tendremos que conocer a fondo las instalaciones, pues se trata de un complejo hotelero bastante amplio y de grandes dimensiones.

Para comprender el contexto en el que se desarrolla el proyecto, debemos describir en profundidad a la empresa *AOIFE Solutions*, a qué se dedica y por qué es tan importante este proyecto. Asimismo, haremos una visita descriptiva al hotel *Montecastillo*, para entender la magnitud del proyecto y los retos que conlleva aceptar el diseño de una red Wi-Fi para este cliente.

AOIFE Solutions (*AOIFES* a partir de ahora) es una empresa dedicada al desarrollo software de la tecnología CHT “*Cognitive Hotspot Technology*”, mediante la cual se dota a un punto de acceso Wi-Fi de inteligencia. Este software, de momento, sólo está implementado en los puntos de acceso (APs para agilizar el lenguaje) *Ecowifi*¹®, que la propia empresa diseña, junto con un proveedor hardware. Por lo tanto, es vital para *AOIFES* difundir estos APs y suministrarlos a hoteles, medios de transportes o emplazamientos públicos para dar a conocer el verdadero producto de la empresa, el software CHT.

La idea de diseñar una red Wi-Fi para el hotel *Montecastillo* parte de ahí, de mostrar a una de las mayores cadenas de hoteles de nuestro país, y otros clientes potenciales, el beneficio del software instalado en los APs que darán servicio a la red.

El hotel *Montecastillo Golf de Jerez* se sitúa a las afueras de Jerez, anexo al circuito de velocidad de la ciudad gaditana. Ocupa una superficie de 1400 metros cuadrados y se divide en varias zonas:



Ilustración 1. Vista aérea del hotel, edificios 5 estrellas.

¹ <https://www.youtube.com/watch?v=yNBCGfhi04>



Ilustración 2. Vista aérea del hotel, edificios 4 estrellas.

En primer lugar, tenemos un edificio de 4 plantas catalogado como hotel 5 estrellas. A su lado están las Villas 5 estrellas, pequeños apartamentos con terraza, cocina y salón propio.

Al otro lado, está el castillo. Es un centro para convenciones y eventos compuesto por dos plantas. Junto al castillo, tenemos la zona del SPA y *tee* de prácticas para golfistas. Y a unos 500 metros y separado del hotel por un campo extenso de golf, se encuentra el campo de fútbol, con caseta de vestuarios construida en sus inmediaciones para equipos de fútbol profesionales.

El otro centro de reuniones, zona Atrios, está alejado de este edificio, se sitúa junto al complejo de 4 estrellas. Esta parte del hotel está compuesta por dos bloques de 3 y 4 plantas cada uno. Por otro lado, también tiene apartamentos de tipo “Villas”, pero de menor categoría.

Como se puede observar, tiene una extraña disposición sobre el terreno, debido a la fusión de dos complejos hoteleros diferentes y a posteriores mejoras de las instalaciones. En próximos capítulos veremos cómo se salvan estos obstáculos y cómo conseguimos tener una única red en todo el hotel *Montecastillo*.

En este documento nos ceñiremos a los objetivos cumplidos y a las soluciones que dieron resultado, puesto que incidir en soluciones que fueron desechadas o que no fueron necesarias para el desarrollo del proyecto es perder por el camino y no centramos en lo que verdaderamente nos importa, el cómo se cumplió el objetivo proyectado. Tampoco vamos a hacer más referencias de las estrictamente necesarias a los problemas que tuvieron los técnicos instaladores durante el proyecto, ni a la búsqueda durante semanas de documentación del hotel que nos facilitara el manejo de los equipos ya instalados en la red, como conmutadores corporativos, cableado en los falsos techos, antenas instaladas, etc.

En el siguiente punto, mostraremos cómo hemos estructurado el presente documento para una mejor comprensión del lector.

1.2 Estructura de la memoria.

Una estructuración de la memoria nos ayudará a explicar mejor los pasos realizados durante el desarrollo del proyecto y facilitará al lector la comprensión de los objetivos a cumplir desde el inicio, donde estudiaremos cómo está el hotel a nivel de infraestructura de red, hasta el final, donde una vez instalados todos los equipos necesarios para la implementación de una red Wi-Fi a la altura de las expectativas, trabajaremos para optimizar

el tráfico de datos y controlar, mediante el SNMP, todos los APs del hotel.

1.2.1 Especificación de requisitos

1.2.1.1 Requisitos del cliente

Se especificarán los requisitos que el cliente solicita a *AOIFES* para la red Wi-Fi. Se mostrará el plazo propuesto para la instalación y otro tipo de acuerdos firmados con *Barceló Hoteles*.

1.2.1.2 Estado inicial de la infraestructura de red.

En este apartado, describiremos cómo se encontraba el hotel antes de mi llegada a la empresa, a principios de julio. Se explicará la primera instalación realizada: una instalación básica en la que se mejore el aspecto “visible” para el cliente. También se hará un primer saneamiento de la red y cableado en las oficinas del hotel.

1.2.2 Diseño

1.2.2.1 Diseño de la red.

En esta sección, determinaremos qué equipos serán necesarios, cuántos puntos de acceso tendremos que instalar en los diferentes pasillos del hotel, qué elementos de la red habría que cambiar para un mejor funcionamiento y otros muchos aspectos a nivel de instalación. La configuración de los equipos la dejaremos para otro punto más adelante.

1.2.2.2 Búsqueda de equipos. Presupuesto.

Abordaremos aquí el por qué de los equipos que finalmente se compraron para la implementación de la red, así como la reutilización de equipos que ya estaban instalados en el hotel. Haremos un estudio de mercado de los diferentes elementos de la red, centrándonos en los dispositivos más próximos a nuestras necesidades.

1.2.2.2.1 EcoWifi, el punto de acceso de AOIFES.

Presentamos el punto de acceso que la empresa instalará en los hoteles contratados con *Barceló* y su funcionamiento, del que seremos responsables, junto con el mantenimiento de la red Wi-Fi.

1.2.2.2.2 Software SNMP de la empresa, CHT Manager.

Este punto es necesario puesto que debemos explicar cómo funciona este software y cómo va a afectarnos en la configuración de los puntos de acceso, ya que debe tener control absoluto de todos y cada uno de ellos. También explicaremos cuáles son las deficiencias del software, puesto que se encuentra en actual desarrollo y algunas herramientas no están del todo disponibles.

1.2.3 Ejecución

1.2.3.1 Instalación y configuración de equipos.

En este apartado describiremos los pasos realizados en la configuración de los equipos que tendremos en los distintos bastidores del hotel, desde el propio servidor de la empresa, hasta cada uno de los conmutadores instalados. Explicaremos cómo han sido conectados a la red y cómo dan servicio a los clientes. También haremos referencia a la planimetría, en la que determinaremos qué canal deberá utilizar cada punto de acceso y qué IP tienen.

1.2.4 Conclusiones

Se finalizará el presente documento con un análisis de los conocimientos adquiridos durante el desarrollo del proyecto y de las prácticas en la empresa. Se explicará la resolución de los problemas encontrados durante el mismo, que ayudaron enormemente a profundizar en el aprendizaje en el diseño de redes.

2 ESPECIFICACIÓN DE REQUISITOS

En este capítulo vamos a exponer la situación en la que se encontraba el hotel cuando *AOIFES* adquiere un compromiso con *Barceló Hoteles* para la mejora y puesta a punto de la red Wi-Fi. Recapitularemos, por tanto, los requisitos y peticiones del cliente. También hablaremos de la primera instalación básica que se hace y cómo se llega al punto en el que empezamos verdaderamente el proyecto: las mejoras y optimización de la red.

2.1 Requisitos del cliente

La principal meta que se tenía que cumplir en la instalación era que el nivel de señal mínimo que le llegara a un cliente de la red, en cualquier punto del hotel, fuera de -65 dBm. Con la instalación que había era un reto importante, puesto que eran numerosos los puntos negros de cobertura en el hotel, por la disposición y escasez de los puntos de acceso. Por lo tanto, era necesario ampliar el número de éstos y saberlos emplazar.

El cliente solicita también diferenciar tres tipos de subredes, según el tipo de usuario suscrito a la red. Esto, traducido al lenguaje ingenieril, se convierte en la creación de 3 VLANs que diferencien el tráfico que fluye por la red. Definamos un poco más sus especificaciones:

- Se pide una red corporativa, cuyo SSID sea *H131* y a la que sólo puedan acceder los trabajadores del hotel mediante contraseña. No tendrá limitación de ancho de banda y, a diferencia de la red corporativa anterior, deberá ser accesible desde cualquier punto del hotel. El servidor DHCP será el mismo que tenían antes en las oficinas administrativas, por lo que no será responsabilidad de *AOIFES*. El cliente quería que la red corporativa se dejara tal y como estaba, controlada sólo por ellos y fuera del contrato con *AOIFES*. Por ello, se dejarán sus equipos y sólo utilizaremos la fibra óptica, que la compartiremos para la red Wi-Fi pública.
- Se tendrá una red pública, con SSID *Montecastillo*, para los clientes alojados en el hotel. Será una red abierta, sin contraseña, que también deberá ser accesible desde cualquier punto del hotel. Es la que empleará nuestro software SNMP, el *CHT Manager*, para controlar la red y los APs instalados.
- Por último, se solicita una red con un portal cautivo, donde el usuario tendrá que registrarse y dar un correo electrónico y una contraseña para conectarse a internet. Esta red se empleará para los clientes alojados durante eventos o congresos y puede variar su SSID en función de las exigencias del cliente que contrató la convención. El servidor DHCP será también el instalado en nuestro servidor central, aunque dará un rango de IP distinto, para mayor claridad entre VLANs. Los usuarios de esta red tendrán limitado su ancho de banda a 5 Mb/s.

En cuanto a plazos de instalación, *AOIFES* y *Barceló Hoteles* determinan un plazo de 13.5 jornadas laborales. Pero se tendrá en cuenta que no serán jornadas seguidas, sino en función de la posibilidad de hospedaje de los técnicos en el hotel y la continuidad de sus trabajos.

Además, es preciso indicar, que *AOIFES*, junto con *Barceló Hoteles*, también estaba procediendo a la instalación de una red similar en el *Hotel Spa Resort Sancti Petri*, en Chiclana de la Frontera, con los mismos instaladores.

Estos pequeños inconvenientes no interfieren en el aspecto de diseño de red. No es un problema que haga cambiar el proyecto, pero sí varían los plazos de instalación y las fechas de entrega del mismo.

Por otra parte, para no afectar demasiado a la conectividad de los clientes, no se deben cortar las comunicaciones durante periodos demasiado extensos, puesto que puede acarrear quejas por parte de los usuarios al hotel.

Todas estas negociaciones son ajenas al diseño y planteamiento del proyecto, pero se pone como requisito por parte de la empresa que se tengan seleccionados y comprados todos los equipos necesarios en menos de una semana (concretamente 3 jornadas laborales), ya que hay que tener en cuenta que todos estos equipos hay que recibirlos por mensajería de paquetes.

El objetivo en este hotel es completar la red en la última semana de agosto, cuando se procederá a las medidas y confirmaciones por parte del cliente para cerrar el contrato y cobrar la parte adeudada por *Barceló Hoteles*. Es decir, se deben tener todos los puntos de acceso, conmutadores y demás componentes, en pleno funcionamiento y total normalidad antes de septiembre.

2.2 Estado inicial de la infraestructura de red

En un principio, el hotel no tiene nada de cableado estructurado, sólo encontramos televisión y línea telefónica para cada habitación. Es decir, cables de pares desde el hotel principal –la zona del edificio 5 estrellas- hasta cada una de las habitaciones, incluidas las zonas más alejadas. Aparte, el hotel contaba con varias líneas de teléfono para la centralita y una línea de fibra óptica de *Movistar*, de 8 Mbps, para la red corporativa de administración.

Los datáfonos, TPVs o móviles de los trabajadores, empleaban la red móvil GSM/3G o un parcheo a la centralita telefónica.

Para los días, o semanas, en los que había eventos especiales como pretemporadas de equipos de fútbol profesionales o entrenamientos y competiciones del circuito de motos, conectaban varias líneas ADSL a las habitaciones o villas en las que el cliente estuviera alojado.

En cuanto a la red Wi-Fi y el acceso a internet, una empresa local de Jerez, de tipo WISP (*Wireless Internet Service Provider*), les daba servicio mediante un radioenlace que llegaba hasta una antena en el castillo. Desde aquí y mediante otros radioenlaces, se repartía en estrella la red Wi-Fi por todo el hotel.

Esta empresa distribuyó algunos puntos de acceso por el hotel, de forma completamente aleatoria y sin sentido, llegando a conectar unos equipos con otros, provocando constantes bucles y atascos, debido a tormentas de difusión o inestabilidad en los enlaces. En los salones de congresos instalaron un par de tomas de red. Toda esta instalación se hizo sin observar ningún criterio de calidad del cableado, ni comprobando que los switches no sufrieran cuellos de botella. Se podían observar cerca de 30 redes Wi-Fi con distintos SSID, que hacían imposible la movilidad de los clientes. Y, por supuesto, redes sin contraseña o seguridad alguna, puesto que ya era bastante complicado y tedioso tener que conectarse a cada una de las redes por las que el usuario iba pasando.

Los conmutadores y puntos de acceso eran todos de una calidad mínima, rondando los 20 ó 30 euros de precio cada AP, y conectando, como hemos dicho anteriormente, unos a otros. A veces, incluso se empalmaban pares trenzados con cinta aislante. La gestión de la cobertura Wi-Fi parecía haberse resuelto mediante emisión de potencias ilegales en España, de entre 1 y 3 vatios radiados.

Con esta descripción previa, se pretende mostrar la situación tan crítica en la que se encontraba la red y que se parte de la casi inexistencia de una arquitectura de red o un cableado estructurado.

2.2.1 Instalación básica de red².

La primera instalación consistió básicamente en diseñar una red de cableado estructurado en la que cada punto de acceso Wi-Fi tuviera un cable directo desde su toma hasta el puerto del conmutador al que dirigiera el tráfico. Conmutador que estaría situado en el bastidor principal de cada edificio. Se asegura que unos equipos no “cuelguen” de otros y se evita, en la medida de lo posible, saltos innecesarios.

Se buscaba, por otro lado, una centralización de la red desde el registro principal de comunicaciones, situado en los sótanos del hotel de 5 estrellas.

Se mantuvieron las tomas en las zonas de congresos y se aprovecharon las canalizaciones disponibles en el hotel, desplegando nuevas canalizaciones donde fuera necesario. Las infraestructuras de fibra que utilizaba la red corporativa fueron aprovechadas para eliminar en lo posible el uso de radioenlaces.

Los materiales se eligieron para cumplir la normativa de ICT, tales como aterrado de mástiles para las antenas o cables libres de halógenos y con retardante de llama. Toda la electrónica utilizada era de gama empresarial y para permitir topologías lógicas en la red (VLAN, QoS...), también para monitorizar los equipos.

Por último, se amplió el acceso a internet de fibra óptica contratado para conseguir una conexión más estable y con mayor ancho de banda.

El resultado de esta primera ampliación fue una red estable con el hotel en plena ocupación, que necesitaba modificaciones para corregir puntos negros de cobertura, tras mover de sitio a la mayoría de los puntos de acceso, y garantizar las prestaciones que el cliente exigía en el contrato.

Esta instalación tuvo que ser realizada de forma rápida antes de llegar a la temporada de alta ocupación, tras la cual, se acometería la última ampliación y más importante, cuyo diseño es del que me ocupo al llegar a la empresa.

Para un mayor detalle de cómo queda la red inicialmente, tras los primeros “retoques” de nuestra empresa, describimos por zonas cómo están los APs situados y cómo están conectados al conmutador principal.

- Zona 5 estrellas:
 - Habitaciones:
 - Recordamos que este edificio tiene 4 plantas, con un ascensor en el centro de cada planta. A cada lado, a la salida del ascensor, tenemos un pasillo. En la primera instalación, se movieron los puntos de acceso al centro de cada pasillo y en las plantas en las que no hubiera instalado ningún AP previamente, se instaló un Ecowifi de nuestra empresa.
 - Hay una zona de restauración y piscinas que aún no tienen puntos de acceso instalados, por lo que la cobertura es deficiente.
 - En las dos salas de reuniones, llamadas Sala *Barros* y Sala *Arenas*, hay dos tomas de pared, que no se modifican.
 - Villas:
 - Las villas no se vieron afectadas en esta primera instalación. Seguían conectadas a la red mediante unas antenas dispuestas en el aparcamiento situado a los pies de estos apartamentos. Se observa en la fotografía cómo estaban instaladas. En algunos casos, también se tenía el módem ADSL. Disponemos de planos que se pueden leer en el ANEXO B.

² Diseño realizado por Juan Manuel García Pegado, compañero de AOIFES.

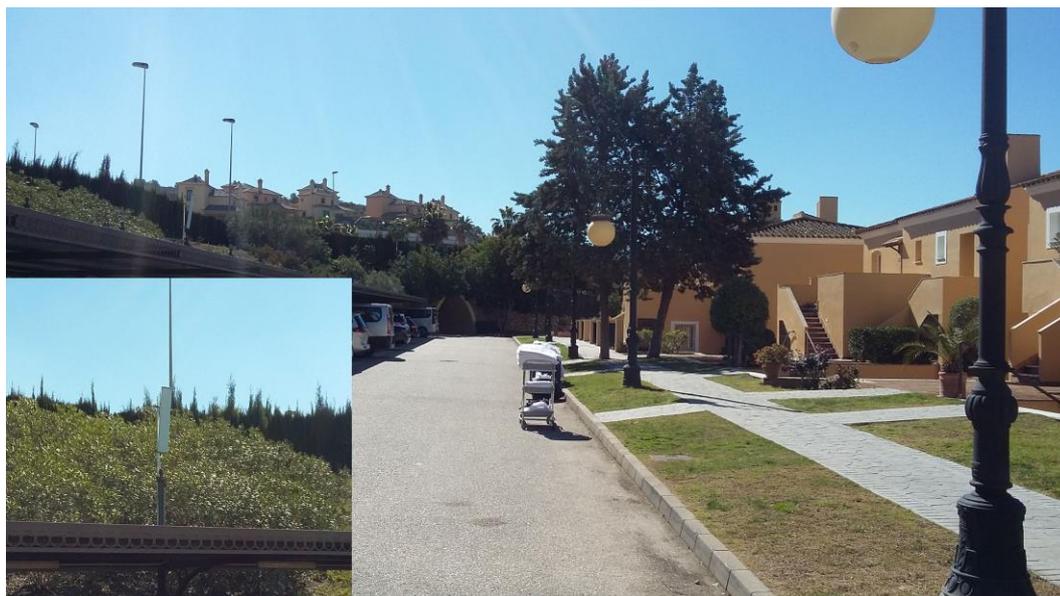


Ilustración 3. Disposición antigua de antena para red Wi-Fi.

Todos estos puntos de acceso estaban conectados al conmutador del bastidor principal, situado en el sótano del edificio 5 estrellas. Donde también llegaban los cables de pares de las villas y las habitaciones.

- Zona de Administración:

En las oficinas administrativas del hotel vamos a tener un armario con un pequeño conmutador, que trabaja con la red pública y con la red corporativa, para poder transmitir el tráfico de datos a través de la fibra óptica a otras zonas del hotel. En este mismo armario, hay varios paneles de parcheo, que los trabajadores de esta oficina emplean para conectar sus equipos a la red. También hay un puerto en el panel de parcheo que conecta al bastidor principal, para conectar con los puntos de acceso del edificio de 5 estrellas.

- Zona 4 estrellas:

- Habitaciones:

- Como describimos al principio, este edificio tiene dos partes: una a la izquierda de recepción, que consta de 3 plantas, y otra a la derecha, que consta de 4 plantas. Ver planos en el ANEXO A. Para cubrir este edificio, se resituaron los puntos de acceso que ya había instalados y se colocaron algunos *Ecowifi* de la misma manera que se procedió en el hotel 5 estrellas.

- Villas:

- Estas villas, a diferencia de las catalogadas como 5 estrellas, no tenían antenas cercanas, ni APs instalados que facilitaran el acceso a la red Wi-Fi. En este caso, sólo disponían del cable de pares, por lo que el cliente, si quería tener internet en su apartamento, tendría que contratar el servicio para que le instalaran un módem ADSL durante su estancia.

- Atrios:
 - Es la principal zona de congresos. Se mantuvieron las 2 tomas de pared y no se hicieron modificaciones.

Los APs del edificio 4 estrellas iban conectados a un conmutador que se localizaba en el bastidor instalado encima de los atrios, bastidor que podríamos determinar como el principal de esta zona, pero secundario en la red completa del hotel. La red llegaba a este armario de comunicaciones mediante fibra óptica, la utilizada por la red corporativa y que ahora sería también para el público en general.

- Spa, tee de prácticas, castillo y campo de fútbol:
 - El castillo estaba conectado a la red mediante un radioenlace que partía de la terraza del hotel 5 estrellas. La señal recibida desde el hotel se enviaba de nuevo al vestuario del campo de fútbol y al tee de prácticas. En el castillo sólo se tenía un punto de acceso para eventos esporádicos que pudieran planearse allí.
 - El SPA estaba conectado mediante fibra óptica a la red, por lo que tenía un pequeño armario y un conmutador para el único punto de acceso que había instalado. Al igual que en la zona de 4 estrellas, esta fibra era para dominio corporativo, pero desde ahora también se emplearía para la Wi-Fi pública.

Con los esquemas que presentamos a continuación quizás sea más clara la presentación de la red:

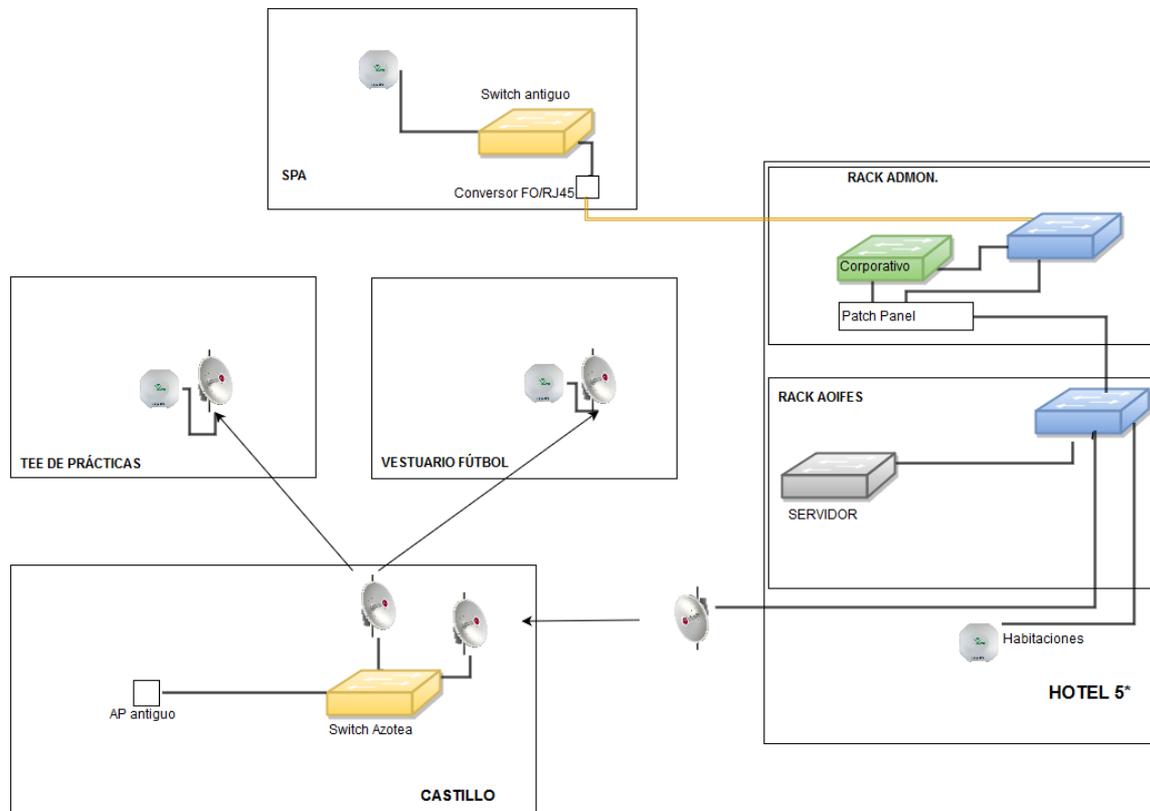


Ilustración 4. Esquema de red del hotel 5 estrellas previa al proyecto.

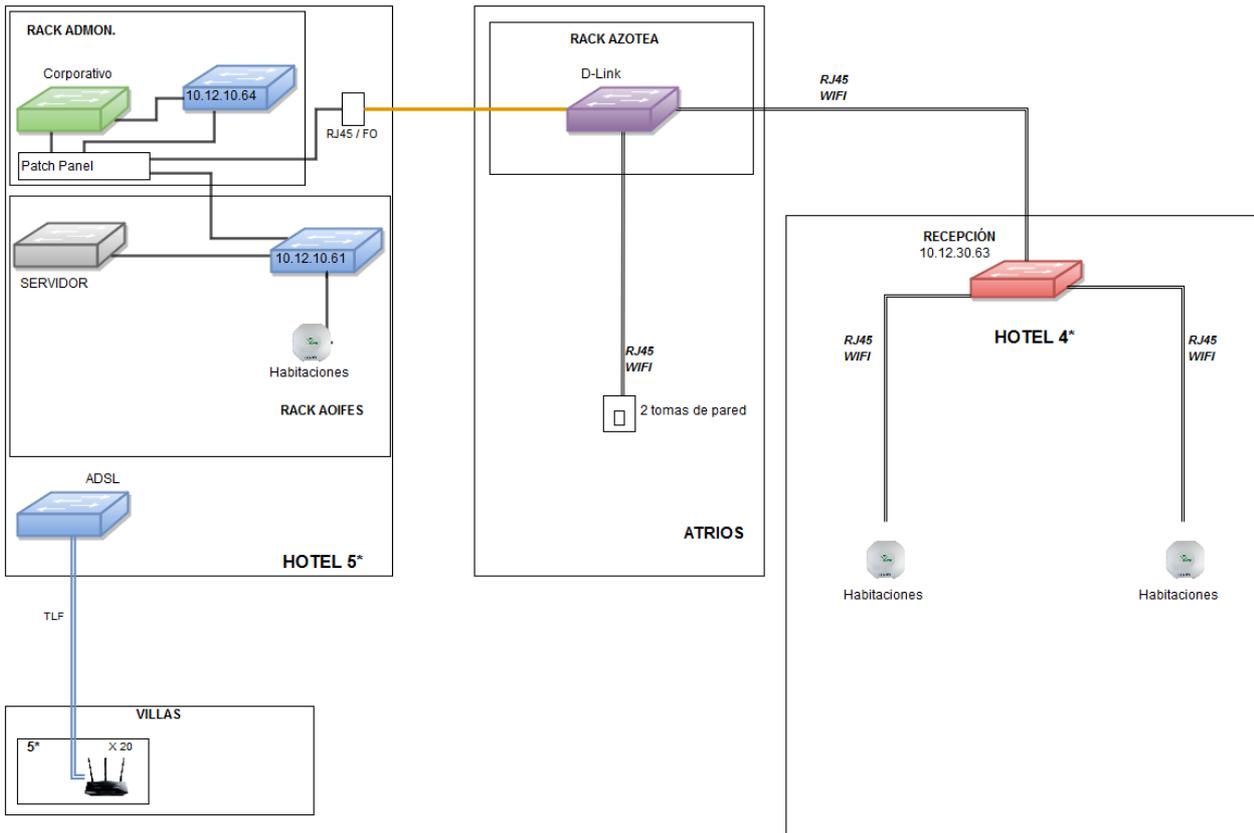


Ilustración 5. Esquema de red del hotel 4 estrellas previo al proyecto.

Todas estas modificaciones se hicieron antes de la temporada alta como medida provisional, cuyo diseño corresponde a Juan Manuel García Pegado, quien me asesoró en gran parte del diseño posterior, que tendría que hacerse para cumplir los objetivos y cláusulas acordadas entre *AOIFES* y *Barceló Hoteles*.

3 DISEÑO

A continuación, se describe zona por zona del hotel qué será necesario instalar para cumplir los requisitos del cliente. Se parte de la dorsal, o estructura principal de red, definiendo los equipos necesarios, y se avanza hasta el último punto de la red, el punto de acceso al que el cliente se conectará. Se hará un estudio del mercado y se buscarán los mejores equipos para nuestra red. Mejor dicho, se buscarán los equipos que mejor se adapten a las necesidades de la red. Puede que en algunos casos no sea necesario comprar ningún equipo, porque los que se tengan ya sean válidos para el cometido que tienen en la arquitectura. Primeramente, se definen los requisitos que deben reunir los distintos equipos para, posteriormente, buscar en un catálogo de nuestros proveedores habituales.

3.1 Dorsal y estructura de red

El diseño de nuestra red consistirá en mantener la configuración en estrella implementada en la primera instalación. El bastidor principal se tendrá en el hotel 5 estrellas y desde aquí se difundirá toda la red Wi-Fi. Por lo que en este bastidor será donde se tendrá el servidor y la salida a internet.

Se conectará una antena a este bastidor que esté instalada en la azotea del mismo edificio. Esta antena apuntará hacia el castillo, donde se tendrá otra antena receptora. Se mantendrá, por tanto, la configuración del radioenlace. Desde el castillo, apuntando hacia el campo de fútbol y el *tee* de prácticas, se tendrá otra antena de radioenlace.

En los pasillos del hotel 5 estrellas será necesario ampliar el número de puntos de acceso, puesto que se necesita que los clientes reciban una señal de -65 dBm como mínimo en cualquier habitación.

En el bastidor principal, colocaremos un conmutador que inicialmente estaba instalado en el armario de comunicaciones de administración, pero que ahora servirá para unir el equipo que suministra el portal cautivo y el resto de la red. Más adelante, en la configuración de los equipos, se explicará esto con más puntualización.

El castillo pasará a ser el centro de convenciones más importante, puesto que dispone de varios salones y comodidades que los atrios no tienen. Será necesario estudiar este edificio para situar nuevos puntos de acceso y comprobar que las conexiones con la antena de la azotea son correctas y funcionan.

En las salas de congresos y convenciones: se mejorarán los servicios de internet en las salas *Barros* y *Arenas*, que están en el edificio 5 estrellas, y se tendrá internet también mediante acceso inalámbrico. El atrio seguirá siendo un lugar importante de congresos, puesto que por aforo, en algunos casos, primará sobre los servicios del Castillo. Habrá que adaptar la red a esta condición de aforamiento.

El SPA y la zona de 4 estrellas utilizarán la fibra óptica ya instalada que los une con el hotel 5 estrellas. En el SPA será necesario comprobar si hace falta instalar más APs para cumplir los niveles de señal.

En la zona de 4 estrellas es evidente que serán necesarios nuevos puntos de acceso, pero se tienen que instalar

previamente nuevos conmutadores. Vamos a necesitar que del conmutador instalado en el bastidor de la azotea de los atrios tengamos dos salidas a otros dos conmutadores; uno que bajará hasta la zona de congresos del atrio y otro que llegará a la recepción del complejo de 4 estrellas. Una vez aquí, se vuelve a dividir la red en dos partes, una para cada lado del edificio. En el esquema de la ilustración se puede observar dicha configuración.

Todas las villas del hotel, sean de 4 ó 5 estrellas, deberán tener conexión a internet y con las mismas exigencias en cuanto al nivel de señal. Las villas van a conectarse a la red mediante ADSL, por lo que en cada apartamento se procederá a instalar un módem que utilizará la toma del cable de pares situada en el salón. Por tanto será necesario tener en el bastidor principal, donde llegaban todos los cables de pares, un DSLAM, que multiplexe todos los datos de las villas. Esta configuración se tendrá tanto para las villas 5 estrellas como para las de 4 estrellas.

La red corporativa tendrá que compartir con la red pública las infraestructuras de fibra óptica y todos los conmutadores del hotel. Los trabajadores de administración seguirán manteniendo sus equipos conectados a sus conmutadores y paneles de parcheo, a los que no se tiene acceso ni se controlan, pero que se conectarán a los nuestros con un cable desde el bastidor de administración a nuestro bastidor principal.

Aparte de toda la instalación, se aconseja a *Barceló Hoteles* incrementar el ancho de banda disponible, para poder albergar toda la cantidad de usuarios que el hotel puede llegar a tener en épocas de máxima ocupación. Por ello, se contrata el paquete de 20 Mb/s que *Telefónica* facilita a sus clientes³. Pero no se dará de baja la línea MPLS de 8 Mb/s que ya había contratada, puesto que se empleará para la conexión remota entre nuestras oficinas y el servidor del hotel.

En el esquema siguiente se puede ver cómo queda la estructura de red:

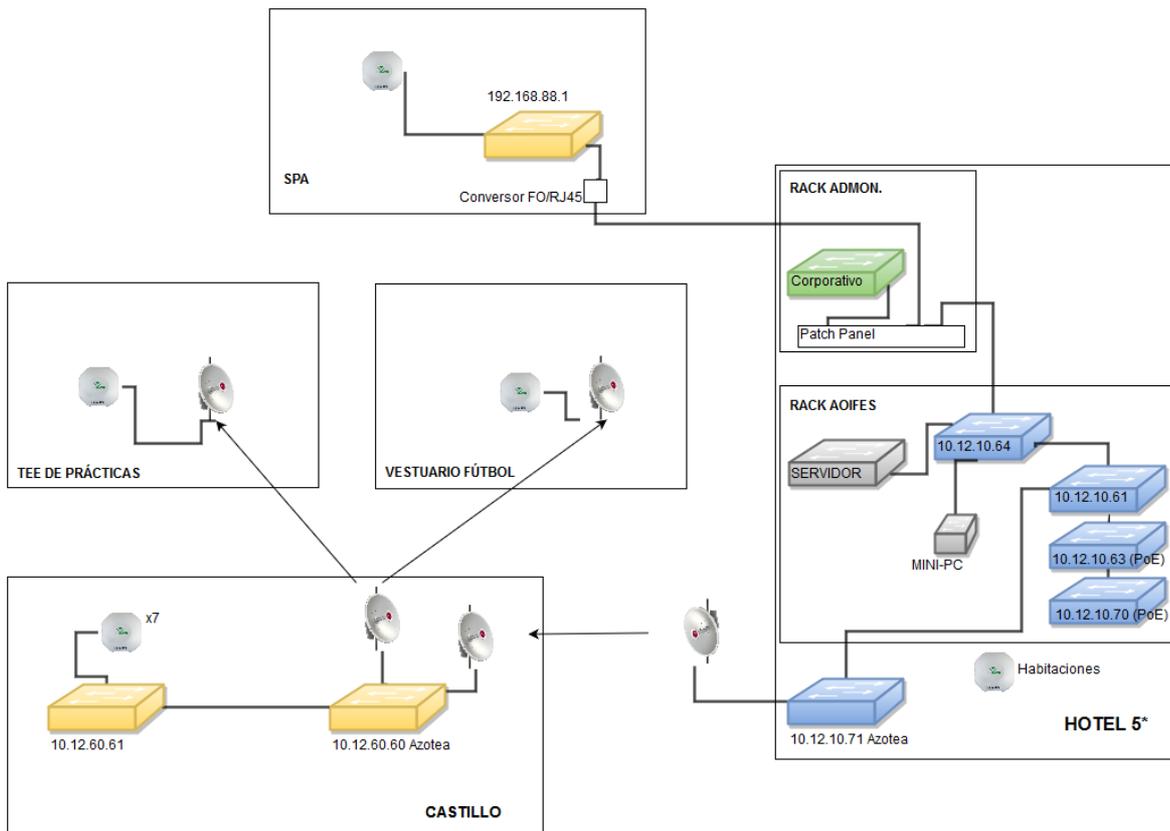


Ilustración 6. Esquema de red, hotel 5 estrellas.

³ En el futuro se aconseja una nueva ampliación del ancho de banda, como ya hicieron en otros hoteles que también tenían instalaciones de AOIFES realizadas.

Las direcciones IP que se muestran en el esquema son indicadas en secciones posteriores, pero ya se puede observar cómo en función de la situación tienen un rango distinto.

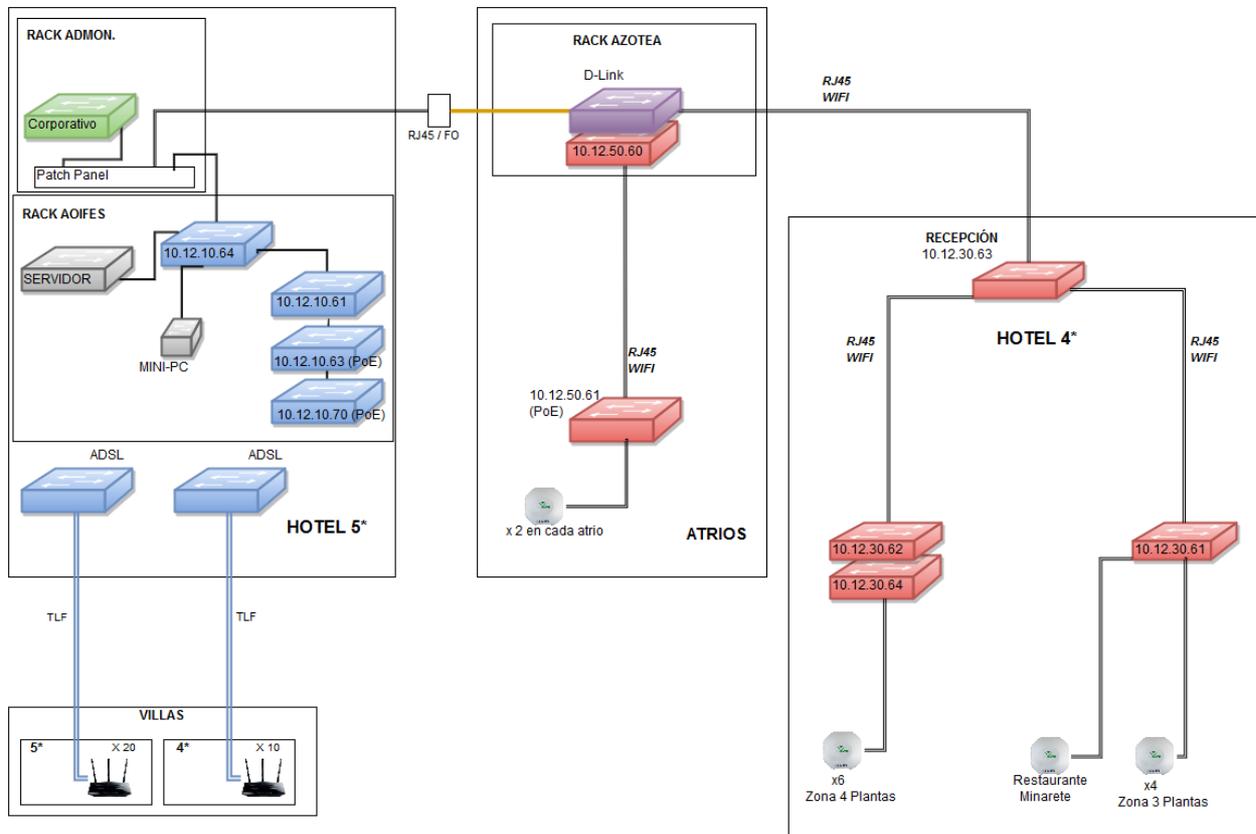


Ilustración 7. Esquema de red, hotel 4 estrellas.

El conmutador de recepción del hotel 4 estrellas era el que inicialmente soportaba el tráfico de los puntos de acceso dispuestos al principio de la instalación. El *DLink* es un equipo que ya estaba en el rack antes de nuestra llegada al hotel, pero, como se verá en próximos puntos, se decidirá mantener para ahorrar costes del proyecto.

Todos estos equipos, con sus direcciones IP, serán descritos y configurados más adelante. El esquema nos debe servir para hacernos una idea de la disposición de la red en el hotel.

3.2 Estudio de cada zona

A continuación, se detalla zona por zona del hotel, viendo cuántos puntos de acceso serán necesarios en cada una de ellas. También se tendrá que comprobar cuántos conmutadores se van a necesitar, puesto que si la idea era conectar directamente el AP al conmutador, se tendrá que calcular cuántos puertos se necesitan.

3.2.1 Hotel 5 estrellas.

Como se dijo en la introducción de este documento, el edificio de 5 estrellas está compuesto por cuatro plantas. Cada una de ellas tiene el ascensor en el centro y está dividida en dos partes, dos pasillos que dan

acceso a las habitaciones, 32 en cada planta (16 a cada lado), haciendo un total de 128 habitaciones. Los pasillos no son simétricos, ni miden lo mismo. El pasillo de la izquierda mide aproximadamente 35 metros. Y el de la derecha 40 m. No se dispone de planos para poder detallar este punto.

Con el único punto de acceso que se tenía instalado por pasillo no será suficiente, como es lógico, para cubrir todas las zonas de la planta.

Por lo tanto, se procede a instalar 3 APs en cada pasillo, más un cuarto AP en el pasillo más largo, equidistantes y repartidos para asegurar que no hay zonas oscuras ni se reciben menos de los -65 dBm contratados por *Barceló Hoteles*. Luego, los puntos de acceso estarán distanciados 8 metros entre sí, aproximadamente.

Se tendrán 7 APs por planta, así que serán 28 APs en total.

Por otro lado, ahora se va a dar cobertura a zonas comunes. Son restaurantes y salas en las que antes de nuestro proyecto no tenían suficiente cobertura Wi-Fi y se sitúan en la zona de 5 estrellas.

Se trata del restaurante “*El Lagar*”, con una terraza a la piscina, el bar “*Ricardos*”, las salas “*Arenas*” y “*Barros*”, la recepción y el sótano de mantenimiento.

Para “*El Lagar*”, se va a instalar un AP en el interior y otro en la terraza (uno de exterior). Es un espacio amplio, con capacidad para 200 personas aproximadamente, lo que podrían ser alrededor de 250 ó 300 clientes potenciales conectados a la red.

En el bar “*Ricardos*”, algo más pequeño, bastará con instalar 1 punto de acceso, al igual que en las salas “*Arenas*” y “*Barros*”, ya que la ocupación máxima no llega a las 80 personas, unos 100 clientes estimados en la red.

En la recepción, al igual que en el sótano de mantenimiento, sólo será necesario un AP, puesto que no será un punto demasiado ocupado del hotel.

Y, por último, para la época de verano que suele coincidir con la de máxima ocupación, se tendrán 3 puntos de acceso exteriores en la piscina, colocados en la terraza del edificio de 5 estrellas.

En definitiva, se tendrá que instalar 34 *Ecowifis* de interior más 4 de exterior en esta zona del hotel. Todos ellos van a ir directamente conectados al conmutador, o conmutadores, del bastidor principal, por lo que, de momento, se necesitan 38 puertos de acceso a la red, más el dedicado a la antena de la azotea.

Aparte de todos estos puntos de acceso que se tendrán en cuenta, hay que aclarar que hay un bastidor, en la parte de administración del hotel, del que ya hablamos previamente, donde se conectará la red corporativa a la red Wi-Fi, para poder acceder desde cualquier punto del hotel a dicha red. Para ello, emplearemos un conmutador de 8 puertos donde se hará la conexión explicada. Este equipo lo bajaremos al armario de comunicaciones principal y lo emplearemos para instalar el hardware que contiene nuestro sistema de portal cautivo.

3.2.2 Hotel 4 estrellas

Se trabajará en esta zona como si fueran dos partes, puesto que la disposición y la arquitectura de este edificio hacen que sea más fácil considerarlos como edificios separados.

Por un lado, se tiene el edificio de tres plantas y, por otro lado, el edificio de cuatro plantas. Podemos volver a consultar en los anexos el plano de estas plantas.

Por la situación en la que se tiene el bastidor en esta zona, sobre el atrio (ver vista aérea), no se van a conectar los puntos de acceso directamente con los equipos de éste, sino que habrá un conmutador más pequeño en la recepción 4 estrellas y otro en cada lado del edificio. Es decir, los APs de cada pasillo irán a un conmutador intermedio, previo al conmutador instalado en el bastidor del atrio, a una distancia menor de 100 metros.

Los pasillos de esta zona de habitaciones son un poco más pequeños que los de la zona de 5 estrellas, de 25 y 30 metros. Se tienen 50 habitaciones en total.

Antes de este proyecto, estos pasillos no tenían APs en su interior, sino que recibían la señal desde un punto de acceso situado en lo alto de la terraza del atrio. Evidentemente, los niveles de señal dentro de las habitaciones eran muy deficientes.

Se instalarán 3 APs en cada pasillo, separados una distancia de 8 metros, para el edificio de 4 plantas. Y se instalarán 2 APs en cada pasillo del edificio de 3 plantas, separados a una distancia aproximada también de 8 metros. Luego, en total, se necesitarán 18 APs en esta zona.

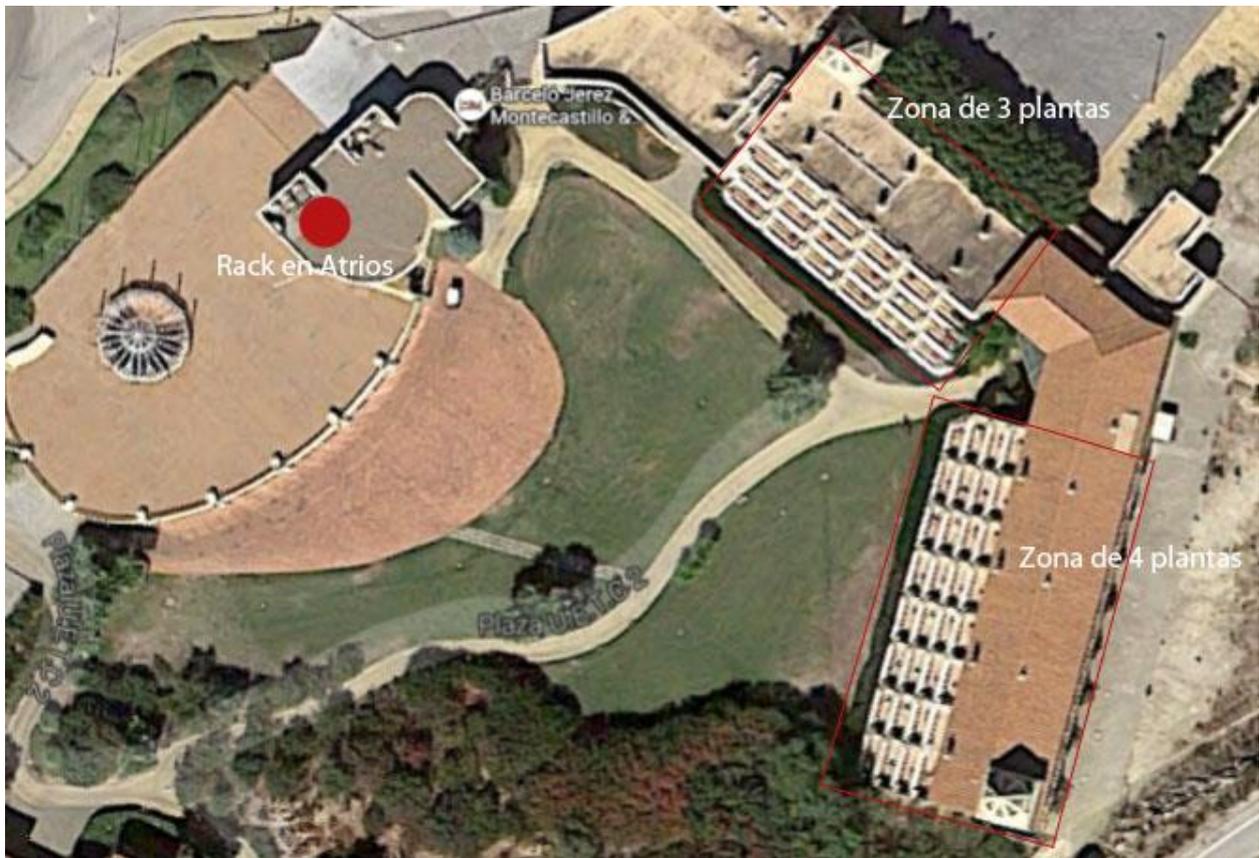


Ilustración 8. Vista aérea de la zona 4 estrellas.

Además, hay un pequeño restaurante, con capacidad para 80 personas aproximadamente, en el que se colocará 1 AP.

Y para dar cobertura a las terrazas de las habitaciones, quizás un poco alejadas de los puntos de acceso de los pasillos, y a las zonas comunes de paso, se van a tener 3 APs de exterior situados en lo alto de la azotea de los atrios. Aunque estos irán conectados al conmutador del bastidor principal de los atrios, ya que están en el mismo edificio.

Por tanto, para la zona de 4 estrellas, se emplearán 19 puntos de acceso de interior y 3 de exterior.

3.2.3 Atrio y Castillo

Estas secciones del hotel son las dedicadas a concentrar un gran número de personas durante eventos puntuales, congresos o convenciones.

Con aforo para 390 personas, el atrio se puede dividir en tres sub-atríos, en los que por la cantidad de clientes que puede llegar a tener la red, se necesitará instalar dos APs en cada uno, teniendo en total 6 APs en la zona *Atrium*, como es llamada en el hotel. Para trabajar con estos puntos de acceso, se tendrá un conmutador al que van conectados, que no será tampoco el del bastidor principal de esta zona, sino otro conmutador previo, como

se vio en el esquema de red. Los puntos de acceso se instalarán por parejas en cada subdivisión de los atrios. Separadas entre sí unos cinco metros, cada pareja. De este modo, se radia de manera más eficiente, en función de la posición del cliente.

En el castillo se tienen varias salas y salones:

- Primeramente existe un patio interior con capacidad para 140 asistentes. Un AP puede ser suficiente, puesto que su situación, cercana al *hall* de la entrada, facilitaría la carga balanceada de datos con el AP instalado en dicho *hall*.
- Una sala de televisión, para 40 personas. Con 1 AP será suficiente.
- Un pequeño bar para 80 personas. Bastará con 1 AP para cubrir esta zona.
- Un salón en la planta superior que puede albergar un evento para 150 personas. Aquí sí será necesaria la instalación de 2 APs, puesto que el salón se encuentra próximo a la sala de televisión y pueden existir conflictos en la red por masificación.
- Una última sala para congregarse aproximadamente 50 personas, que empleará 1 AP más.

Por todo ello, en el castillo se necesitarán 7 APs conectados a un conmutador que se conecta a la red a través de la antena receptora en la azotea del castillo. Por lo tanto, ese es otro dato a tener en cuenta: será necesario un puerto en el conmutador para completar dicha conexión. La antena de la azotea irá conectada a un conmutador de 5 puertos, donde también se conecta la otra antena del radioenlace hacia el *tee* de prácticas y el campo de fútbol. Y un tercer puerto de este pequeño conmutador será el que se utilice para conectar con el equipo descrito anteriormente con los 7 APs de las salas.

3.2.4 SPA, tee de prácticas y campo de fútbol

En el campo de fútbol hay una pequeña caseta de vestuarios donde se situará 1 AP para dar cobertura a los usuarios allí desplazados. Nos aseguran por parte del hotel que es una zona muy poco habitual y que no suele haber demasiado tránsito de público. Será un AP de exterior para que los niveles de señal se alcancen en un perímetro extenso, sin obstáculos ni interferencias. El *Ecowifi* se conectará a una pequeña antena que esté conectada en el radioenlace con la antena del castillo.

En el *tee* de prácticas, aunque mucho más frecuentado, no es común la necesidad de utilizar internet, pero por si algún usuario lo pidiera, instalamos 1 AP como en el campo de fútbol, conectado a una antena de radioenlace con el castillo.

En el SPA será necesario más de un punto de acceso como había previamente, puesto que es un edificio construido hacia abajo; es decir, se tiene un gimnasio, un baño termal y varias salas de masajes bajando a una planta subterránea. Aparte, se tiene una pequeña piscina en el exterior, justo a la entrada de este edificio.

La idea es localizar un AP de exterior en esta piscina, que tiene un aforo pequeño. Otro AP en el gimnasio, que tiene capacidad para 30 personas. Y un AP más en la recepción del SPA. Se supone que el cliente en la zona de masajes y en el baño termal no va a emplear dispositivos móviles con los que conectarse a internet.

A esta zona del hotel recordamos que la red llegaba mediante fibra óptica, por lo que se necesitará un pequeño armario donde se tendrá un conversor optoelectrónico, que dará la señal al conmutador de esta sección.

3.2.5 Resumen

Para tener más claras las necesidades de equipos que se van a instalar, se resume en una tabla los recursos necesarios de cada zona del hotel:

Tabla 1 . Resumen de APs y conmutadores necesarios.

	Puntos de Acceso		Conmutadores
	Exteriores	Interiores	
Hotel 5 estrellas	4	34	? (38 puertos mínimo)
Hotel 4 estrellas	3	19	3 (8 puertos mínimo)
Atrios	0	6	1 (8 puertos mínimo)
Castillo	0	7	1 (8 puertos) + 1 (5 puertos)
SPA	1	2	1 (5 puertos mínimo)
Campo de fútbol	1	0	Antena Radioenlace
Tee de prácticas	1	0	Antena Radioenlace

3.3 Plan de Numeración

Para una mejor comprensión en el SNMP y poder tener localizado de manera rápida y eficaz al punto de acceso, las IPs que se les den a los puntos de acceso van ser en función de la situación donde se encuentren instalados. De este modo, se asigna un rango de direcciones a las distintas zonas del hotel. En la siguiente tabla podemos ver dichos rangos:

Tabla 2. Direcciones IP para Hotel 5 estrellas.

<u>Hotel 5 estrellas</u>	<u>Rango</u>
Planta Baja	10.12.10.0X /24
Planta Primera	10.12.10.1X /24
Planta Segunda	10.12.10.2X /24
Planta Tercera	10.12.10.3X /24
Planta Cuarta	10.12.10.4X /24

Tabla 3. Direcciones IP para Hotel 4 estrellas.

<u>Hotel 4 estrellas</u>	<u>Rango</u>
Planta Baja y Terraza	10.12.30.0X /24
Planta Primera	10.12.30.1X /24
Planta Segunda	10.12.30.2X /24
Planta Tercera	10.12.30.3X /24

Tabla 4. Direcciones IP para zonas especiales.

	<u>Rango</u>
ADSL de Villas	10.12.40.XX /24
Atrio	10.12.50.XX /24
Castillo	10.12.60.XX /24
SPA	10.12.70.XX /24
Fútbol y <i>tee</i> de golf	10.12.80.XX /24
Antenas de radioenlace	192.168.88.XX

Como se observa, el hotel 5 estrellas tiene el rango *10.12.10.XX /24* y el hotel 4 estrellas tiene el rango *10.12.30.XX /24*. Además, los puntos de acceso de cada planta tienen un sub-rango para facilitar aún más la localización de éstos.

Con esto no se pretenden tener varias sub-redes en el hotel, sino que numeramos a los puntos de acceso según su localización, por simple comodidad a la hora de resolver cualquier problema físico con el punto de acceso.

4 REQUISITOS DE LOS EQUIPOS. PRESUPUESTO.

En este capítulo se presenta el punto de acceso *Ecowifi*, sus características y modo de instalación. También se explica el funcionamiento del software SNMP de *AOIFES*, el *CHT Manager*. Por otro lado, se mostrarán los requisitos de los equipos que son necesarios en nuestra red, para hacer posteriormente un estudio de mercado y selección del dispositivo que más se acerque a dichos requisitos, además del cableado que se va a emplear. Finalmente, se presentará un presupuesto aproximado del coste de toda la instalación.

4.1 El punto de acceso Ecowifi

Hay dos tipos de puntos de acceso *Ecowifi*: de interior y de exterior.

El de la figura siguiente es un punto de acceso de interior y, como se puede observar, el AP está compuesto por 4 antenas dispuestas de manera piramidal o trapezoidal. Dos serán antenas de 5 GHz y dos serán de 2.4 GHz, ambos modelos enfrentados dos a dos para evitar interferencias entre ellas.

Esta estructura de antenas está superpuesta a la placa circuital, donde hay una pequeña memoria de 16 MB en la que será instalado el software CHT de la empresa. En dicha placa también se tendrán varios *jumper*s que determinarán si el AP va a ser alimentado por PoE o por alimentación externa.

Por la forma en la que están instaladas las antenas, en el medio donde se vayan a colocar, los puntos de acceso deberán apuntar hacia abajo, para así abarcar 360° de cobertura y no perder una de las direcciones apuntadas, como podría suceder si se pusieran en una pared lateral, caso en el que se desperdiciarían las antenas que apuntan al techo o al suelo.



Ilustración 9. Ecowifi de interior, más carcasa.

Tiene un puerto LAN y otro WAN, por donde podrán ser conectados cables RJ45. El puerto LAN será útil si se quiere poner varios APs en cascada y el puerto WAN será el que vaya conectado al conmutador. Por ambos puertos podrá recibir alimentación PoE.

En el caso de los APs de exterior, las antenas son unas finas planchas laterales dispuestas también una en frente de la otra, para evitar interferencias, y rodeando la zona de circuito. De igual modo, también se incluye la memoria de 16 MB en la placa. Estos APs tienen mayor protección y por eso serán utilizados en zonas donde pueden sufrir las inclemencias meteorológicas. En este caso, sólo podrán recibir alimentación por PoE. También tienen dos interfaces RJ45, WAN y LAN, para el mismo propósito que los APs de interior.

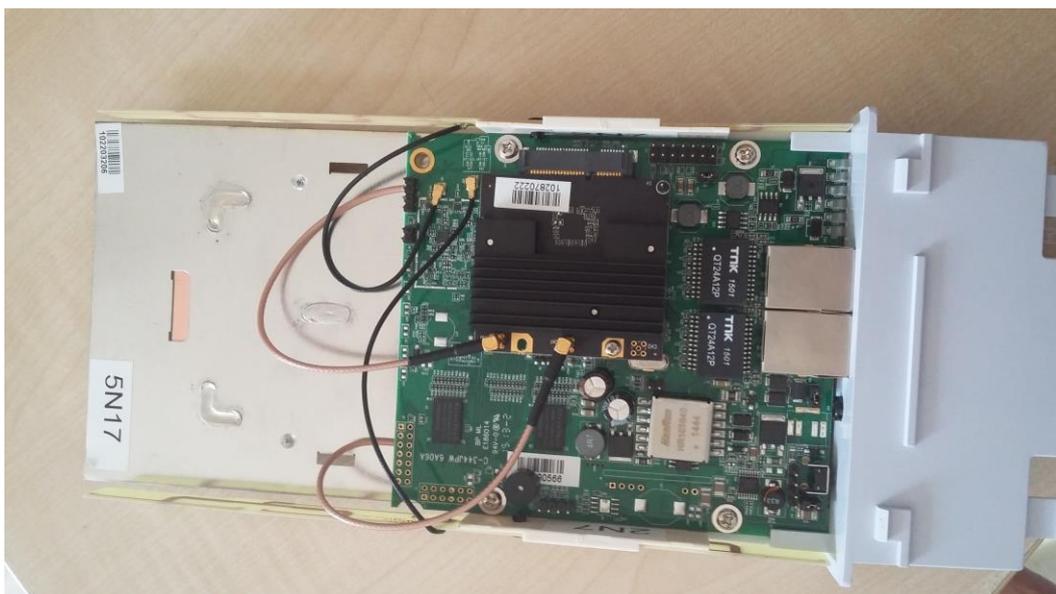


Ilustración 10. Ecowifi de exterior, sin carcasa.



Ilustración 11. Ecowifi de exterior, con carcasa.

El software tiene una interfaz web donde se pueden configurar diferentes especificaciones sobre el tráfico que manejan: como por ejemplo trabajar con VLANs, modificar el SSID de las redes que emite, variar la potencia de señal, activar o desactivar la carga balanceada (o *load balancing*), exigir un mínimo de potencia para conectarse a un cliente, facilitar el *roaming* para que el cliente pueda pasar de un AP a otro de la misma red sin sufrir caída, etc. En las ilustraciones se pueden ver varias pantallas de la interfaz, a la que se accede mediante usuario y contraseña, en la dirección IP del punto de acceso. Esa dirección IP es introducida por trabajadores de la empresa manualmente, mediante un *flasheo* del dispositivo en la primera instalación software.

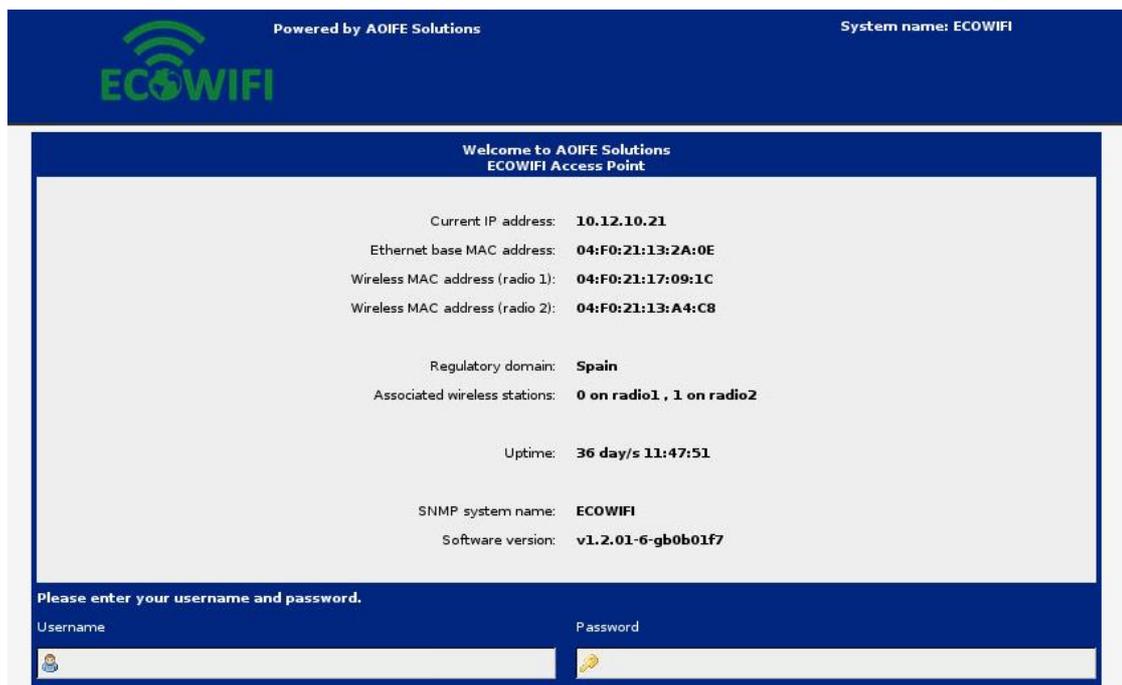


Ilustración 12. Interfaz web del Ecowifi, pantalla de inicio.

Ilustración 13. Interfaz web del Ecowifi. Pantalla de configuración de las radios.

4.1.1 CHT Manager, el software SNMP de AOIFES.

CHT Manager es el nombre que la empresa *AOIFES* puso a su controlador de red. Controlador que cumple casi todas las funciones que un software SNMP realiza. Recordemos que SNMP es un protocolo de la capa de aplicación del modelo OSI, encargado de administrar información sobre la red a los distintos dispositivos que la componen: puntos de acceso, conmutadores, enrutadores...

En nuestro caso, el *CHT Manager* no fue diseñado para el mantenimiento o control de una red tan amplia como la necesaria en nuestro proyecto, sino que se programó para medios de transportes como aviones, trenes o barcos; lo que implica que el número de puntos de acceso a controlar es bastante menor en comparación a un complejo hotelero como el de *Montecastillo*.

El software reconoce a los APs que tiene en la red, si éstos tienen definido un puerto. Se denomina "*CHT Port*", y es una característica que se tiene que definir en la configuración inicial del punto de acceso. Para una mejor localización, se van a determinar los puertos CHT según la zona del hotel en el que se encuentre el AP. En la interfaz web del *CHT Manager* (arrancado por máquina virtual en el equipo del servidor), se tendrá que añadir los puertos que hayan sido definidos; y automáticamente encontrará los APs que tienen suscritos.

Existe un pequeño defecto del software, ya que aún sigue en desarrollo, que consiste en que no detecta errores ni estadísticas de más de una VLAN de forma fiable, sino solamente en la VLAN por defecto de los *Ecowifi*. Es decir, este inconveniente obliga a que la VLAN por defecto sea la red pública, para poder tener un mayor control de la red que interesa controlar y para acceder a todos los APs del hotel sin excepción.

Para cada zona y cada AP, se mostrarán las "*radios*" que están emitiendo, es decir, las SSID y los canales que están emitiendo en las diferentes frecuencias de emisión.



Ilustración 14. Ejemplo de AP.

Como se observa en la ilustración, se muestra si está activo o “running”, su dirección IP y el tráfico que está fluyendo por las distintas SSIDs. También se puede ver una gráfica, en la que se representa el tráfico de datos en función del tiempo, a tiempo real.

El *CHT Manager* monitoriza la red y detecta en cuestión de segundos cuándo un punto de acceso ha caído, aunque no determina la razón. En esta otra pantalla que se muestra a continuación, se observan varios APs de la lista completa de dispositivos controlados:

Current ECOWIFI AP Alias								
ID	IP	Port	SSIDs	CHT Status	Alias	Remove AP	Reboot AP	
554698044	10.12.10.32	40010	3	Up	none		Reboot	✎
554698312	10.12.10.43	40000	3	Up	none		Reboot	✎
554698340	10.12.10.31	40010	3	Up	none		Reboot	✎
554698364	10.12.10.41	40000	3	Up	none		Reboot	✎
554698384	10.12.10.23	40020	3	Up	none		Reboot	✎
554833789	10.12.70.5	40180	3	Up	none		Reboot	✎
554891906	10.12.10.44	40000	3	Up	none		Reboot	✎
554891910	10.12.50.11	40170	3	Up	none		Reboot	✎

Ilustración 15. Lista de varios APs controlados.

Cuando un AP cae de la red, el software *CHT Manager* avisa de la caída señalizando con color rojo la línea donde se mostraba en la lista anterior:

555278293	10.12.30.9	40160	3	Up	none		Reboot	✎
555278305	10.12.10.10	40070	3	Up	none		Reboot	✎
555278309	10.12.10.9	40070	0	Down	none	Remove		
555278313	10.12.30.8	40160	3	Up	none		Reboot	✎
555278493	10.12.10.26	40020	3	Up	none		Reboot	✎
555278529	10.12.30.25	40140	3	Up	none		Reboot	✎
555278545	10.12.30.34	40110	3	Up	none		Reboot	✎

Ilustración 16. Aviso de AP caído.

Ya es trabajo del ingeniero o del personal de mantenimiento averiguar qué ocurrió con ese punto de acceso, si es por el propio dispositivo o por cuestiones ajenas a la red (cortes de luz, desconexión de cableado...).

Con este software, se pueden detectar problemas en la red o en los puntos de acceso antes de que cualquier cliente pueda sufrir los efectos. El control remoto de la red desde nuestra oficina evita que tengamos que desplazarnos cada vez que hubiese un problema y con el *CHT Manager* se puede dar aviso al personal de mantenimiento de cualquier fallo en la red.

4.2 Conmutadores del bastidor principal

Para empezar, el servidor que se utilizará es el mismo que se instaló en la primera modificación de la red. Es un servidor *Lenovo ThinkServer RS140*⁴, con capacidad para albergar el software que se empleará en el control de la red. Tiene un procesador *Intel® Xeon™ E3-1200 v3*, más 32 GB de memoria, tres interfaces Ethernet (uno de salida LAN y dos de entrada), que se necesitará como más adelante se explica. Y se le instalará *Linux* como sistema operativo. Este equipo ya está instalado en la red, sólo habrá que configurarlo cuando proceda, puesto que es el servidor DHCP y donde estará instalado el software SNMP de los puntos de acceso.



Ilustración 17. Frontal y trasera del servidor⁵.

Por otro lado, se necesitarán 38 puertos libres en un conmutador para conectar los APs de este edificio, como ya se comentó en la sección anterior. Se podría comprar un conmutador de 48 puertos, pero se considera que para evitar cuellos de botella y de cara a poder incorporar nuevos APs a la red, se van a instalar 3 conmutadores de 24 puertos cada uno. El primero ya está disponible de la instalación anterior y será el que vaya conectado a la salida a internet y a nuestro servidor *Lenovo*. Los nuevos conmutadores que se comprarán será necesario que puedan alimentar a los APs mediante PoE (*Power over Ethernet*) y así se evita tener que conectarlos a la red eléctrica.

Como se ha dicho también en secciones anteriores, esta instalación se realiza a la vez que otra en Chiclana de la Frontera, por lo que a la hora de seleccionar equipos se intenta homogeneizar lo más posible. De esta manera, se encuentra la necesidad también en el otro hotel de unos equipos con similares características que los que nos ocupan. Se visitan las webs de nuestros proveedores de confianza (*Techdata* y *Landashop*) y se buscan equipos con estos requisitos. También se visita la web de *Amazon*.

Se opta por conmutadores *HP* de 24 puertos, todos *RJ45*, sin acceso a fibra óptica (puertos SFP), similar al que

⁴ Aquí se pueden ver sus características: <http://shop.lenovo.com/es/es/systems/servers/racks/rs140/#tab-caracter%C3%ADsticas>

⁵ Fotografía tomada de la web oficial de Lenovo España

ya se tiene instalado. El modelo exacto es el *HP 1920-24G-PoE+ Gigabit Ethernet JG926A*⁶. Tiene un precio de alrededor de 188 euros.

Por cuestiones de accesibilidad, con una interfaz web bastante cómoda y fácil de manejar, mezclado con un precio bastante competitivo, se elige este producto.



Ilustración 18. Switch HP 1920⁷.

También en el bastidor principal, se va a necesitar un DSLAM para los ADSL de las villas. En este caso, se opta por mantener el equipo que había instalado, para así ahorrar costes, pero añadir un DSLAM *ADSL2+* de 24 puertos de la misma marca. La búsqueda se basó en este caso en el precio y en intentar no tener varias marcas ni modelos para una misma función, por lo que se recurre a *Sino Telecom*⁸.



Ilustración 19. DSLAM de Sino Telecom⁹.

Hay dispositivos mucho más sofisticados, pero se prefiere darle importancia económica a los conmutadores descritos en los párrafos anteriores que a los multiplexadores ADSL, puesto que estos, además, necesitarán la inversión en módems ADSL que se instalarán en las villas. Más adelante se especificarán.

Por último, también para este bastidor, se instalan varios paneles de parcheo, donde se conectarán los cables de los puntos de acceso que no vienen juntos en el bajante del edificio, sino sueltos de puntos de acceso cercanos o salas próximas al bastidor. Por ejemplo: los restaurantes, el de mantenimiento o el de recepción. Además, se dejarán algunos puertos vacíos para posibles usos en el futuro.

⁶ Aquí podrán ver sus características en la web de HP: <http://www8.hp.com/us/en/products/networking-switches/product-detail.html?oid=6783450>

⁷ Imagen tomada de la web de HP.

⁸ Producto en su web: <http://sinotelecom.gmc.globalmarket.com/products/details/sino-telecom-24-port-adsl2-dslam-dslam5024-2413260.html>

⁹ Fotografía obtenida en la web sino-telecom.en.alibaba.com

4.3 El Mini-PC del portal cautivo

La idea inicial era implementar el software que suministrara el portal cautivo en nuestro servidor *Lenovo*, pero si recordamos del punto anterior, este servidor sólo tenía dos interfaces de entrada de red y uno de salida LAN, que se conectaba al conmutador *HP 1920 sin PoE*. Por lo tanto, se necesita otro equipo.

Después de volver a recorrer webs de proveedores y tiendas de electrónica, se llega a la conclusión de que lo más económico es comprar un mini-pc, de un fabricante chino alojado en “*AliXpress*”, que se adapta perfectamente a nuestras necesidades y, mediante comunicaciones por *Skype*, se concreta un modelo con 500 GB de disco duro, 32 GB de memoria RAM, 2 interfaces de red, 2 puertos USB, conector para pantalla VGA y carcasa metálica aislante.



Ilustración 20. Mini-PC instalado.

Una vez recibido (a los 20 días de su pedido), el software desarrollado por un departamento de *AOIFES* se instala en la máquina, a la que se le instala también el sistema operativo *Linux*. Para comprobar su funcionamiento, antes de instalarlo en el hotel, se pasa un test de pruebas, como si un usuario de la red estuviera utilizándolo, para comprobar que se aplican las configuraciones deseadas.



Ilustración 21. Portal Cautivo.

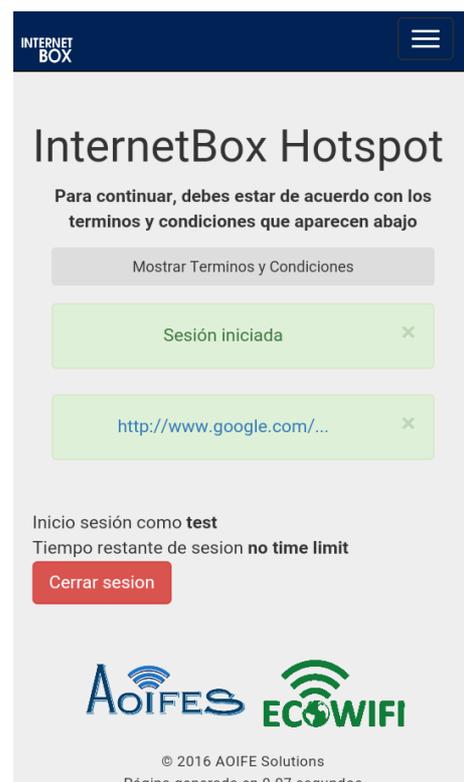


Ilustración 22. Sesión iniciada en Portal Cautivo.

4.4 Conmutadores para los Atrios

Tras analizar los equipos ya instalados, se comprueba que hay un conmutador que utiliza la red corporativa en el bastidor situado encima de los atrios, por donde llega la señal de fibra óptica que parte del armario de comunicaciones de administración. En vez de sustituir este equipo y configurar uno nuevo, se analiza si es posible emplearlo para adaptarlo a la nueva red.

Se trata de un *D-Link 3018*, de cierta antigüedad, descatalogado, con 16 puertos RJ45 y 2 puertos de fibra. En la configuración anterior, una toma de pared en la recepción del hotel 4 estrellas tiene acceso directo a este conmutador, que conectaba a un *HP 1810*, donde se conectaban equipos corporativos y que durante un tiempo utilizamos para activar APs temporalmente. Los APs conectados en la terraza apuntando al resto del edificio están conectados a varios de los puertos del *D-Link 3018*.

Por tanto, la idea es reutilizar este equipo y configurarlo para que sea útil y se pueda rebajar un poco el precio de la instalación, al igual que con el equipo en la recepción de este edificio.

Para los salones de los atrios, se empleará uno de los conmutadores de 8 puertos que se explican en el punto siguiente.

4.5 Conmutadores de 8 ó 5 puertos como mínimo

Hay una serie de conmutadores que van a ser instalados en zonas poco habilitadas para equipos de comunicación; tendrán que ser emplazados en falsos techos, anclados con bridas sobre ciertos soportes o metidos en cajas estancas para preservar, en la medida de lo posible, la integridad del equipo. Por ello, se opta por dispositivos que necesiten poca ventilación, de pequeño tamaño y pocos puertos. No se sugiere la instalación de un armario o bastidor porque supondría un incremento importante en el presupuesto. Además, se necesita que los equipos sean gestionables, es decir, que exista la posibilidad de cambiar configuraciones del conmutador manualmente.

También se requiere que puedan suministrar 48 voltios por puerto, para la alimentación PoE de los APs.

En este caso, *Ubiquiti* ofrece una gama de productos que no son los más económicos (de 150 a 200 euros), pero son los idóneos para estos requerimientos: carcasa metálica, peso ligero, con soporte de goma y tacos de adaptación al soporte. Su interfaz web es bastante cómoda y la configuración de redes VLANs es muy sencilla. Es un conmutador capaz de suministrar 24 ó 48 voltios (hay que configurarlo mediante su interfaz web).

Tan competitivo es el precio y la relación con su calidad, que se decide comprar varios más de estos equipos para trabajar con ellos en la oficina en otros proyectos.

Como se puede ver, en este caso, no prima lo económico, sino el hecho de adaptarse a unas condiciones determinadas en la instalación.

Estos conmutadores serán los utilizados en las habitaciones del edificio 4 estrellas, el bastidor del atrio, la azotea del 5 estrellas (que contendrá la conexión con la antena de la terraza) y en el castillo, para conectar los 7 APs.



Ilustración 23. Ubiquiti TOUGHSwitch PoE PRO¹⁰, de 8 puertos.

Aparte de estos conmutadores de 8 puertos, hay dos que se necesita que sean de 5 puertos. El del Castillo, al que van conectadas las antenas de radioenlace, y el del SPA.

En el caso del Castillo, se reutilizará un *Ubiquiti* que está en perfecto estado y que se instaló en la primera modificación de la red.



Ilustración 24. Ubiquiti TOUGHSwitch PoE, de 5 puertos¹¹.

El otro conmutador de 5 puertos será el que se utilice en el SPA. En este caso, se empleará un *Mikrotik* que ya posee la empresa y con el que se ha trabajado varias veces en otros proyectos. No necesita tener demasiadas prestaciones, sin embargo, el modelo *MikroTik RouterBOARD 750GL*¹² de 5 puertos es uno de los mejores en cuanto a características y es el más barato en relación con las marcas que aquí ya se han citado previamente, *HP* o *Ubiquiti*; además de ser un conmutador gestionable, característica fundamental como se puede observar.

Es un equipo que ya se tiene comprado en la oficina y que no hay que encargar, puesto que se dispone de él de inmediato. De todos modos, como se hizo una búsqueda comparativa de equipos, se encargaron dos conmutadores de este modelo para trabajar en nuestra oficina, a través de *Amazon*. Y se pudo ofertar el equipo a un coste más barato de lo que realmente costó, puesto que no era un conmutador “a estrenar”.

¹⁰ Imagen descargada de la web de componentes electrónicos e-wirelesslan.com

¹¹ Imagen también descargada de la web de componentes electrónicos e-wirelesslan.com

¹² Enlace en *Amazon* donde fue comprado: <http://www.amazon.es/MikroTik-RouterBOARD-750GL-Gigabit-Ethernet-licencia/dp/B00FWO2O6C>



Ilustración 25. Microtik RouterBOARD 750GL.¹³

4.6 Antenas para radioenlaces

En este caso, igual que con el conmutador de 5 puertos, se acude a la web de *Amazon* y se compara con los precios en *Landashop*. El dispositivo elegido fue un *MikroTik RouterBOARD SXT 5HPnD*¹⁴.

Es una antena de pequeñas dimensiones, fácil de instalar y de peso ligero. Emite con una potencia máxima de 1.25 vatios y a una frecuencia de 5 GHz. Ya existen dos de estas antenas instaladas previamente, por lo que también facilita la homogeneidad de los dispositivos.

Este equipo también se utilizará en Chiclana de la Frontera en la otra instalación, por lo que se comprarán varios de estos.

Ya se ha empleado esta marca, como se ha dicho en el punto anterior, con conmutadores de pocos puertos y, aunque sus dispositivos no son fáciles de configurar, la interfaz que ofrece mediante la herramienta *WinBox* es conocida por los trabajadores de nuestra empresa, lo que hace que sea preferida. El precio también influye mucho en la decisión, puesto que para ser una antena tan potente y de una marca tan fiable, es bastante asequible. Otra marca que se tuvo en cuenta fue *Ubiquiti*, pero siempre tenían precios superiores para este tipo de equipos y su equivalente en *Mikrotik*.



Ilustración 26. MikroTik RouterBOARD SXT 5HPnD.

¹³ Fotografía del modelo obtenida de la web digitallink-eg.com

¹⁴ Enlace en Amazon.es donde lo encontramos al mejor precio: <http://www.amazon.es/MikroTik-RouterBOARD-SXT-5HPnD-5GHz/dp/B00FVTC4BI>

Estas antenas se compararán para el radioenlace con el *tee* de pácticas y el vestuario de fútbol, aunque también son las mismas que enlazan el castillo con el hotel 5 estrellas, la *MikroTik RouterBOARD SXT 5HPnD*, pero que fueron instaladas en la primera modificación de la red.

En el caso de las antenas del castillo, se tenía funcionando una antena *Engenius* con el radioenlace del hotel 5 estrellas. Esta antena es capaz de mantener una conexión en modo “*bridge*”, o puente, y encaminar los datos recibidos del hotel 5 estrellas, a su conmutador de 5 puertos. No se considera que sea necesaria su sustitución, puesto que su funcionamiento es correcto, incluso cuando se tratan diferentes VLANs (recordemos que funciona en modo puente y no diferencia el tipo de tráfico), por lo que una nueva antena supondría un gasto innecesario.

4.7 Conmutador de unión red pública – red corporativa

Ya se ha citado que hay un punto en el que la red corporativa tiene que “unirse” o “conectarse” a nuestros equipos para compartir nuestras infraestructuras. Este punto está en el bastidor de administración. Es un bastidor en el que sólo se encuentran varios panales de parcheo, mediante los cuales se accede a las tomas de pared de los trabajadores de administración. Aparte, hay un conmutador de 8 puertos, instalado antes de nuestra configuración, que se va a emplear ahora como punto de unión entre ambas redes, la pública y la corporativa, además de la inclusión del mini-pc con el portal cautivo.

El conmutador del que se trata es un *HP 1810-8 J9800A*¹⁵, de 8 puertos Fast Ethernet. Su interfaz es bastante cómoda, al igual que otros productos *HP* ya comentados aquí, y es posible configurar redes VLANs, como se vio anteriormente que iba a ser necesario.



Ilustración 27. *HP 1810-8 J9800A*.

Los conversores optoeléctricos serán los dispositivos que recibirán la señal mediante fibra óptica y la transformarán para enviarla por cable RJ45 a los diferentes conmutadores a los que llega. Será el caso del *Mikrotik* del SPA y el *HP 1810* de 8 puertos antes descrito. Recordemos que a los atrios llegaba la fibra óptica también, pero allí teníamos un conmutador con dos puertos SFP. Estos conversores ya estaban en la instalación previa, por lo que no tienen que ser sustituidos si se comprueba un correcto funcionamiento por parte de éstos.

En la ilustración se puede ver en funcionamiento. Hay dos puertos de fibra para recepción y transmisión y un puerto RJ45 para salida de tráfico a conmutadores o equipos sin puertos SFP. Los leds indican un funcionamiento correcto avisando con su iluminación si se envía o recibe información.

¹⁵ Características completas del modelo en su web oficial: <http://www8.hp.com/es/es/products/networking-switches/product-detail.html?oid=5304935>



Ilustración 28. Conversor optoelectrónico.

4.8 Módems para las villas

La idea para estos equipos es invertir lo menos posible del presupuesto, ya que se trata de una parte de la red que no se va a controlar directamente. *AOIFES* se encargará de la red Wi-Fi a través de los APs.

La marca elegida para su instalación en las villas fue *TP-Link*. Su modelo *TD-W8980* es uno de los que presenta nuestro proveedor habitual y a muy buen precio. Es cierto que existen otras marcas, pero como se dijo antes, se priorizaba el precio. Es decir, se procura que la inversión fuera lo menor posible, pero que los equipos presentaran un nivel decente de señal y funcionamiento.

Este equipo ofrece *Dual Band* a 300 Mb/s y puertos Gigabit Ethernet. Cubrirían perfectamente toda la superficie del apartamento y no existirían problemas de cobertura en el interior de las habitaciones. Tiene un precio de 67'85 euros.

Además del dispositivo electrónico, se propuso al hotel, para evitar robos y desperfectos de los módems, que fabricaran un mueble o soporte donde sea ocultado el equipo, con pequeños orificios para conectar los cables, pero al que se pueda acceder en caso de avería. Al hotel le pareció buena idea y mandó fabricar el modelo de la fotografía, diseñado por los trabajadores de mantenimiento del hotel:



Ilustración 29. Mueble protector de módem ADSL.

4.9 Cableado

Para realizar el cálculo de cable necesario, se crea una tabla en la que se introducen los metros de cable que se necesitan para cada punto de acceso instalado:

Tabla 5. Cálculo de metros estimados de cable.

ZONA	PLANTA	SALTO	1	2	3	4
5 Estrellas	3	20	43	59	75	40
	2	16	43	59	75	40
	1	8	43	59	75	40
	0	4	43	59	75	40
	Especiales	0	40	60	70	80
4 Estrellas	3	16	10	20	30	0
	2	8	20	40	55	0
	1	4	20	40	55	0
	0	0	20	40	55	0
	Especiales	30				

Atrios	Sala	10x6	(+15)
	Terraza	10x3	
Castillo	(10+20+20+30+30+30+50)+(50)		
Radioenlaces	(1,5+1,5)	5x3	
SPA	Gimnasio	Recepción	Piscina
	30	10	5

Los cables se unirán y descenderán siempre que sea posible por el bajante de los diferentes edificios. Para cada salto entre planta y planta se calculan 4 metros de cable, tanto para el hotel 5 estrellas como para el hotel 4 estrellas.

En el edificio 5 estrellas, para los APs más lejanos al bajante, situado en el centro de cada planta, junto al ascensor, se estima una distancia de 35 metros, más 2.5 m de seguridad, por lo que para los dos puntos de acceso de cada planta a esa distancia se necesitarán 75 metros de cable. Mediante la misma estimación y cálculo, se completan las dos primeras cuadrículas de la tabla.

En el caso de la línea “Especiales”, se determinan los metros hasta los puntos de acceso de las salas y los restaurantes de la planta baja. No se indica salto puesto que están al mismo nivel que el bastidor.

Para el hotel 4 estrellas se utilizarán unos bajantes existentes al principio de cada pasillo, en las diferentes plantas. Y el procedimiento para estimar los metros de cable será de la misma forma que en el párrafo anterior.

En los atrios, se tiene el cableado necesario para los 6 APs del salón de congresos y los 15 metros necesarios para llegar desde el conmutador previo (el *Ubiquiti* de 8 puertos) al conmutador del armario de comunicaciones principal de esta zona (el *D-Link 3018*). Aparte, se suman los cables para conectar los puntos de acceso de exterior situados en la terraza.

Para el castillo, cada punto de acceso toma un camino distinto hasta el conmutador, dependiendo de la situación en las diferentes salas. En la tabla se estima una distancia aproximada. Además, se incluye la tirada de cable desde el conmutador que contiene los 7 APs, hasta el conmutador de la planta superior, donde están las conexiones con las antenas de radioenlace.

En el caso de los radioenlaces, se estiman distancias cortas en las antenas del *tee* de prácticas y del vestuario del campo de fútbol. Para las antenas situadas en las terrazas, se calculan unos 5 metros de cable para cada una (antena en hotel 5 estrellas y antenas en el Castillo).

Por último, en la sección del SPA, se tiene un cable directo a la toma de pared de la recepción, un cable al exterior, muy cerca del bastidor, y el cable para el punto de acceso del gimnasio, un poco más lejano.

Todas estas medidas son aproximadas y siempre se ha tenido en cuenta cierta holgura para poder trabajar con estos cables con comodidad y evitar conexiones demasiado tensas, que puedan romper la protección y el plástico envolvente por su tirantez.

Serán cables Categoría 6, homologados, con retardante de llama y para conexiones *Gigabit Ethernet*. Los técnicos instaladores conocen mejor este producto, por lo que serán ellos los que decidan la marca y el proveedor de las bobinas de cable que vayan a utilizarse.

4.10 Presupuesto

El presupuesto que *AOIFES* presenta al cliente es una información a la que no puedo tener acceso, pero la búsqueda de los equipos y los pedidos realizados durante este proceso pueden ayudarme a hacer una estimación del coste del proyecto.

Tabla 6. Partida inicial del proyecto.

Equipo, Marca y Modelo.	Uds	Precio Ud	Total EUR
HP 1920-24G-PoE+ Gigabit Ethernet JG926A	2	188,58	377,16
DSLAM Sinotelecom	1	679,88	679,88
Ubiquiti TOUGHSwitch PoE PRO 8	6	134,57	807,42
MikroTik RouterBOARD 750GL	1	35,2	35,2
MikroTik RouterBOARD SXT 5HPnD	2	81,84	163,68
TP-Link TD-W8980	30	67,85	2035,5
Interior. APs WiFi Dual Band 11ac (HW+ SW + licencia)	70	300	21000
Exterior. APs WiFi Dual Band 11ac (HW+ SW + licencia)	12	350	4200
Panel parcheo 24p cat6	2	115,8	231,6
Material cableado y racks	1	1440	1440
Total proyectado.			30970,44

Como se observa, se compran, con permiso del cliente, algunos puntos de acceso de repuesto para posibles inconvenientes o desperfectos durante la instalación.

5 EJECUCIÓN

En esta sección se explica cómo se configurarán e instalarán los equipos que se van a incorporar a la red del hotel. No sólo se explicará el conexionado de los conmutadores con los diferentes puntos de acceso instalados, sino también las configuraciones realizadas dentro de estos equipos, puesto que el servidor habrá que adaptarlo a las exigencias de la red, y habrá conmutadores que necesitarán trabajar con VLANs, se modificarán los conmutadores que se han mantenido de la configuración de red anterior, etc.

5.1 Configuración de los equipos

5.1.1 Servidor *Lenovo*.

Antes de adentrarnos en la configuración del servidor, se debe describir cómo se recibe la línea del exterior: La línea se recibe por fibra óptica. Mediante un conversor optoeléctrico se lleva a un equipo de la marca *CISCO*, que se puede ver en la fotografía de más abajo. De este equipo, parte un cable que desciende a un nuevo conmutador. Estos equipos no son propiedad del hotel, ni de *AOIFES*, son de *Telefónica*, que lo instala y concede su préstamo mientras se tenga contratada su línea. El control y la configuración de estos equipos dependen sólo y exclusivamente de la operadora, por lo que para cualquier modificación necesaria, se deberá poner en contacto con la central de telecomunicaciones de *Barceló Hoteles*.

El último conmutador del que hablábamos tiene sólo unos cuantos puertos abiertos, por lo que se deben conocer para poder acceder a internet desde el servidor. En este caso, se tienen los dos primeros para poder recibir la línea de 20 Mb/s por un lado, y la línea MPLS de 8 Mb/s para control remoto, por el otro cable.

Estos dos cables se conectan a los interfaces del servidor. El cable que recibe la señal DIBA de 20 Mb/s se conecta al puerto designado en el servidor como WAN. El cable para el control remoto se conecta al puerto designado en el servidor como “puerto de servicio”.



Ilustración 30. Equipos externos de Telefónica.

El software *pfSense*¹⁶ es un programa *open source* de seguridad para redes. Suministra *firewall*, servidor DHCP con posibilidad de varios rangos de direcciones IP, y facilita el control de datos mediante gráficas y tablas muy intuitivas. Es fácil y cómodo de manejar a través de su interfaz web, accesible mediante contraseña y usuario en su dirección IP configurada.

Este es el software que se utilizará para la red en nuestro servidor [1]. Se tendrá que configurar la dirección WAN que se emplee y los rangos de direcciones IP para los clientes, tanto el rango para la red pública, como la red de eventos, ya que el servidor DHCP va a ser el encargado de suministrar IPs para ambas VLANs. Se tendrá en cuenta, claro está, el sobredimensionamiento planteado en el diseño de nuestra red.

Services: DHCP server



WAN LAN

Enable DHCP server on LAN interface

Deny unknown clients
If this is checked, only the clients defined below will get DHCP leases from this server.

Subnet	192.168.0.0
Subnet mask	255.255.0.0
Available range	192.168.0.1 - 192.168.255.254
Range	<input type="text" value="192.168.0.100"/> to <input type="text" value="192.168.190.245"/>

Additional Pools
If you need additional pools of addresses inside of this subnet outside the above Range, they may be specified here.

Pool Start	Pool End	Description
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Ilustración 31. Sección del interfaz de *pfSense* para configurar el servidor DHCP.

¹⁶ <https://www.pfsense.org/>

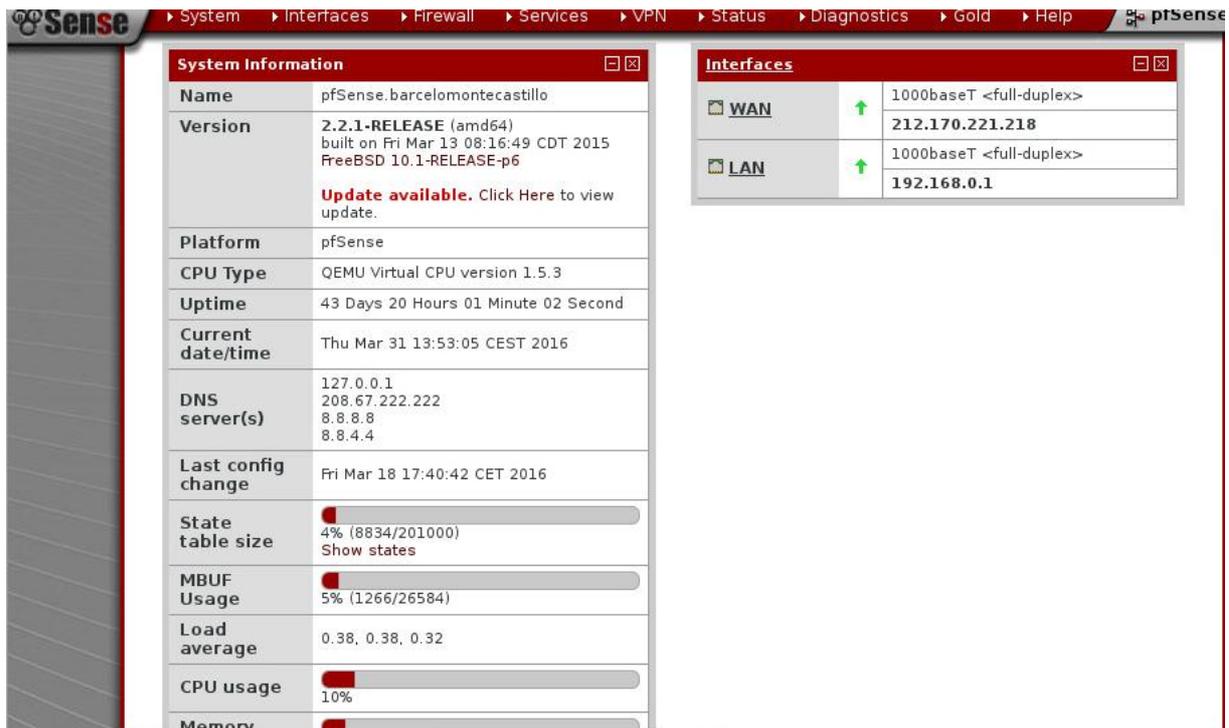


Ilustración 32. Pantalla que muestra un resumen de las características de red de nuestro equipo servidor.

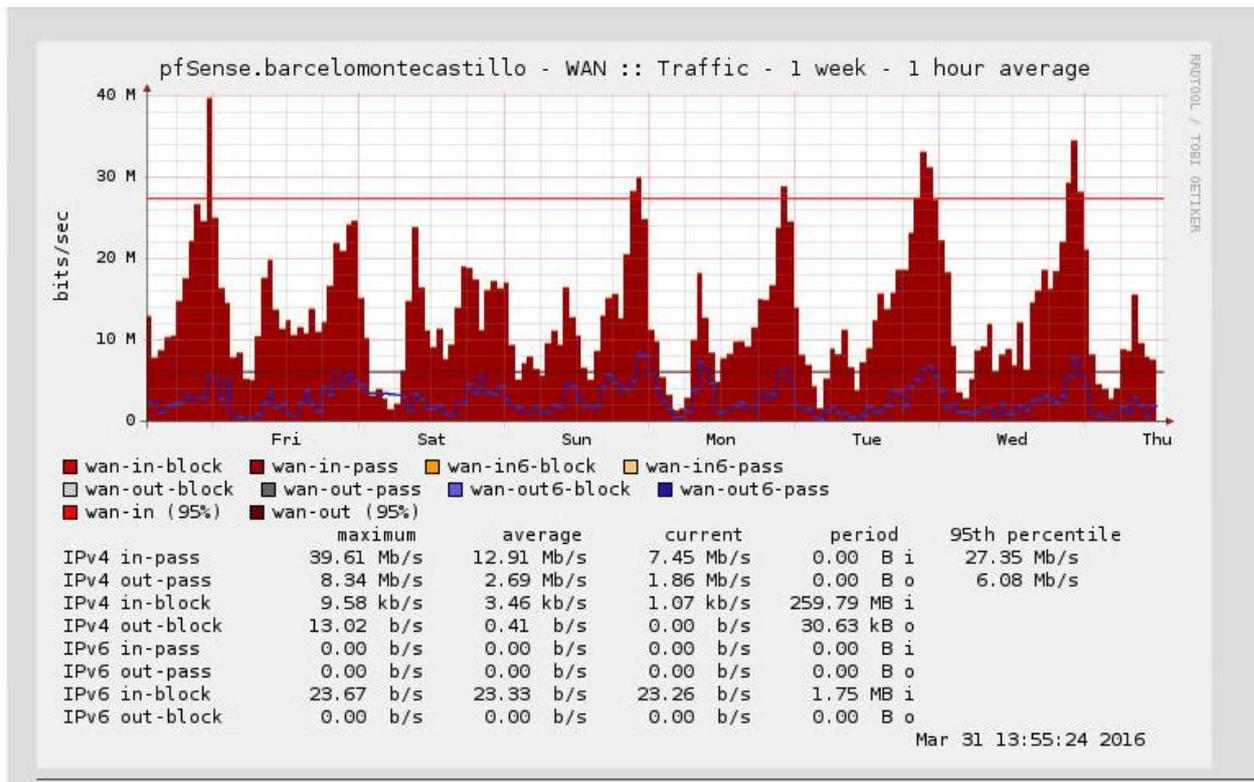


Ilustración 33. Pantalla con gráfica sobre estadísticas semanales.

Las interfaces WAN y LAN en el servidor están en modo *bridge*, para que tanto el sistema operativo nativo del servidor, como el *pfSense*, que corre en máquina virtual, puedan utilizar dichas interfaces.

Para el acceso a internet, se configura la IP estática del WAN en el *pfSense*. Lo único que se hace desde el sistema operativo nativo es configurar la IP estática del puerto de servicio, para que todas las funcionalidades

de control remoto tengan salida a internet.

Aparte de la red pública administrada por el *pfSense*, se tiene que configurar en la máquina un *vnc server* o, lo que es lo mismo, un servidor VNC (*Virtual Networking Computing*), para poder acceder en remoto desde nuestra oficina.

Para ello, se deberá introducir una serie de comandos por terminal e instalar una aplicación *Linux* que permita la conexión remota. De todo ello se encarga uno de mis compañeros¹⁷, más experimentado en el sistema operativo *CentOs*, de *Linux*, que es el instalado en nuestro servidor.

Una vez hecho esto, ya se tiene el servidor preparado para acceder a internet y dar servicio a nuestra red Wi-Fi. Además, se podrá acceder al ordenador a través de cualquier software que permita conexiones cliente-servidor VNC.

5.1.2 Conmutadores del bastidor principal.

Hay un punto que es crucial en la red y en el que hay que prestar especial atención a su configuración. Se trata del *HP 1810* [2] que se bajó de administración para unir la red pública, la red corporativa y la red de eventos (este último a través del mini-pc que facilita el portal cautivo).

Se va a tener el siguiente esquema de conexionado en este conmutador:

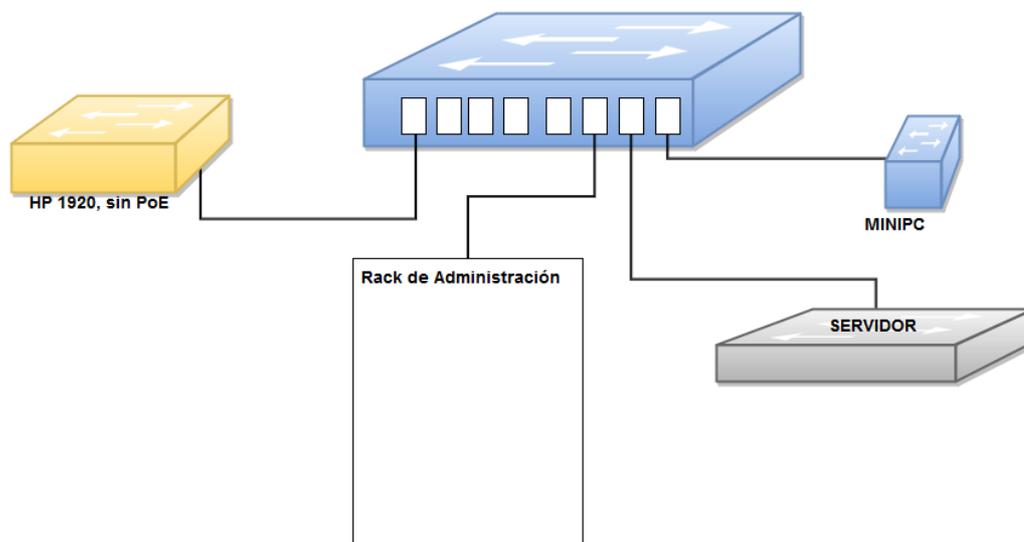


Ilustración 34. Esquema de puertos del *HP 1810*.

Como se observa, se tiene en un puerto el acceso al servidor, que dará DHCP y acceso a internet. Por otro puerto, se tiene conexión al mini-pc, donde estará el portal cautivo. En un tercer puerto, se tiene conectada la cascada de conmutadores *HP* del bastidor. Y, por último, el cable que conecta al armario de comunicaciones de administración, donde están los paneles de parcheo que llevan a las zonas conectadas con fibra óptica y a los equipos de la red corporativa.

Se definirán dos VLANs para diferenciar el tráfico que fluye por el conmutador. Una será *WIFI_PUBLIC*, con *VID10*, y otra será *ACCESO_MPLS*, con *VID60*. La VLAN pública será “*untagged*” en los cuatro primeros puertos, donde se tendrá conectada la cascada de conmutadores *HP*, y “*excluded*” en el resto de los puertos. Estos otros cuatro puertos serán “*untagged*” para la VLAN *VID 60* y “*excluded*” en los cuatro primeros.

¹⁷ Se trata de David Bravo, del que también aprendí bastante sobre Linux y Network Unix.

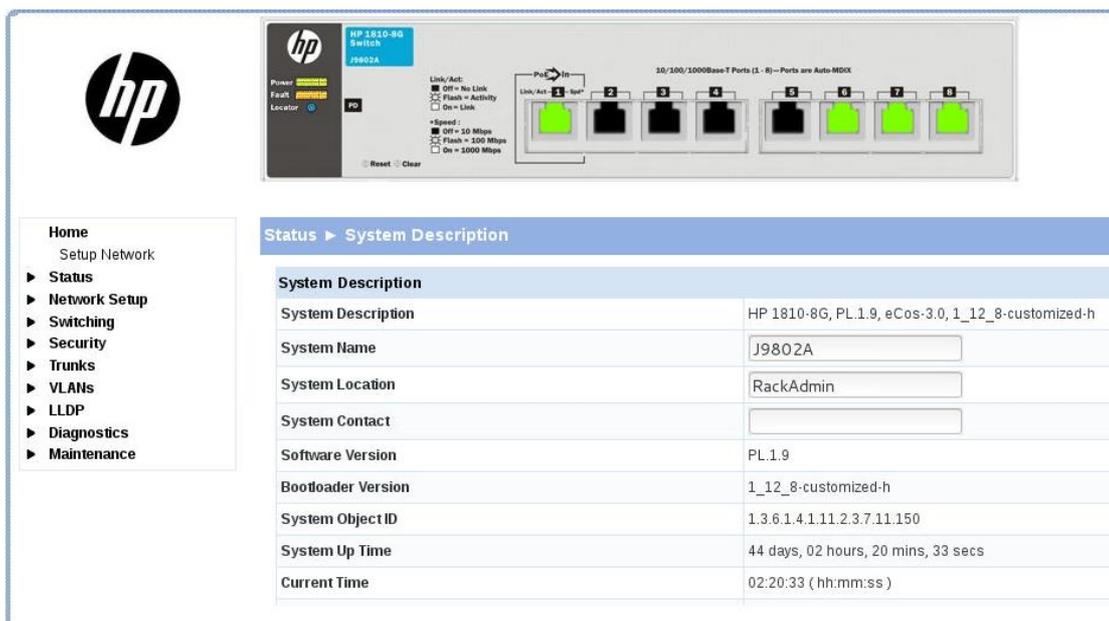


Ilustración 35. Pantalla del interfaz mostrando resumen del equipo y los puertos ocupados.

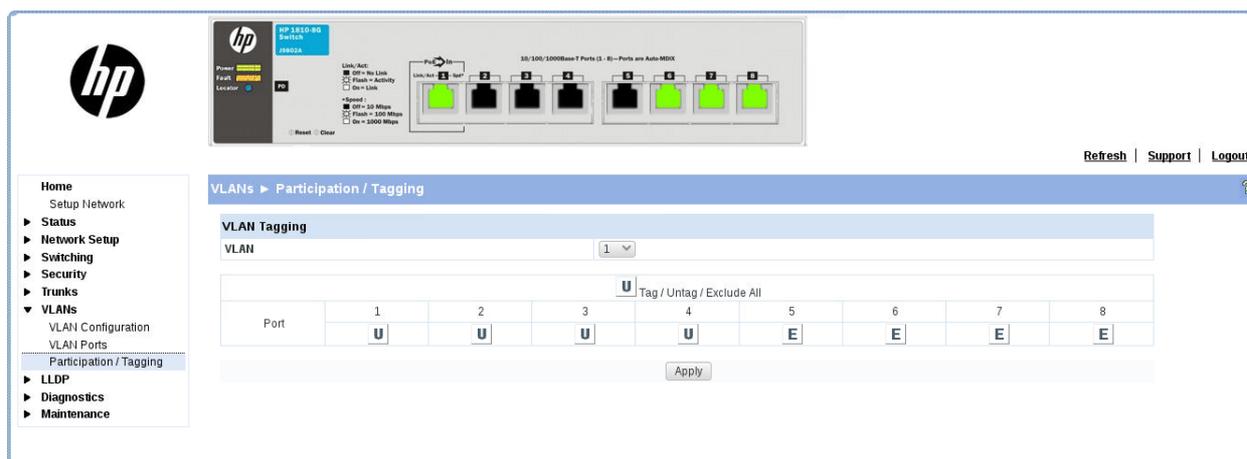


Ilustración 36. Pantalla con la definición de cada puerto para la VLAN pública.

Una vez resuelto este punto, pasamos a trabajar con la cascada de switches *HP 1920* [3]. El primer equipo al que se conecta el conmutador del párrafo anterior es el *HP 1920* sin PoE. En este conmutador sólo se utilizarán los primeros puertos:

- Un puerto se va a conectar para un enlace con el *HP 1810* descrito anteriormente, que lleva al SPA y a la zona de 4 estrellas, además de conectar con el portal cautivo. De este modo, también podrá la red corporativa acceder a las tomas de las salas de reuniones conectadas a estos conmutadores.
- Otro puerto para un enlace descendente a otro conmutador *HP 1920*, pero este con PoE, donde se tendrán más puntos de acceso conectados.
- Varios puertos más para conectarlos al panel de parcheo, donde llegan las tomas de pared de las salas *Barros* y *Arenas* o el conmutador instalado en la azotea, para la antena del radioenlace con el castillo y los puntos de acceso de exterior. También hay que contar con el AP de recepción y el instalado en el pasillo de mantenimiento, anexo al bastidor que se describe.
- Se instalarán paneles de parcheo en el bastidor para una localización más sencilla del cableado y para conectar con puntos de acceso cercanos o tomas de pared, como las de las salas comentadas en el punto anterior.

Se trabajará ahora con su interfaz web y se configurarán las tres VLANs con las que se va a tratar en la red.

En primer lugar, se crearán y se denominarán WIFI_HOTEL, WIFI_CAUTIVO y WIFI_CORPORATIVO. Con los VID10, VID20 y VID30 respectivamente. Se hará esto con los tres conmutadores del bastidor, puesto que los tres van a tener que trabajar con estas VLANs. La dirección IP que se le dará a este primer equipo será: 10.12.10.61/24.

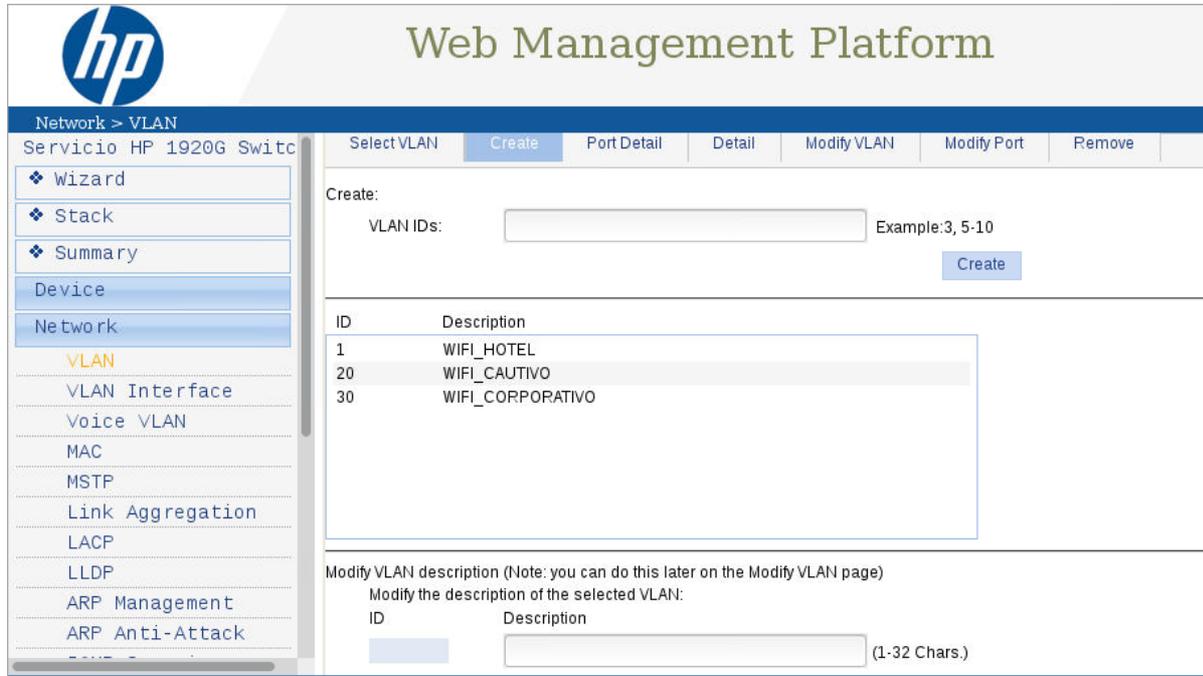


Ilustración 37. Pantalla para crear VLANs.

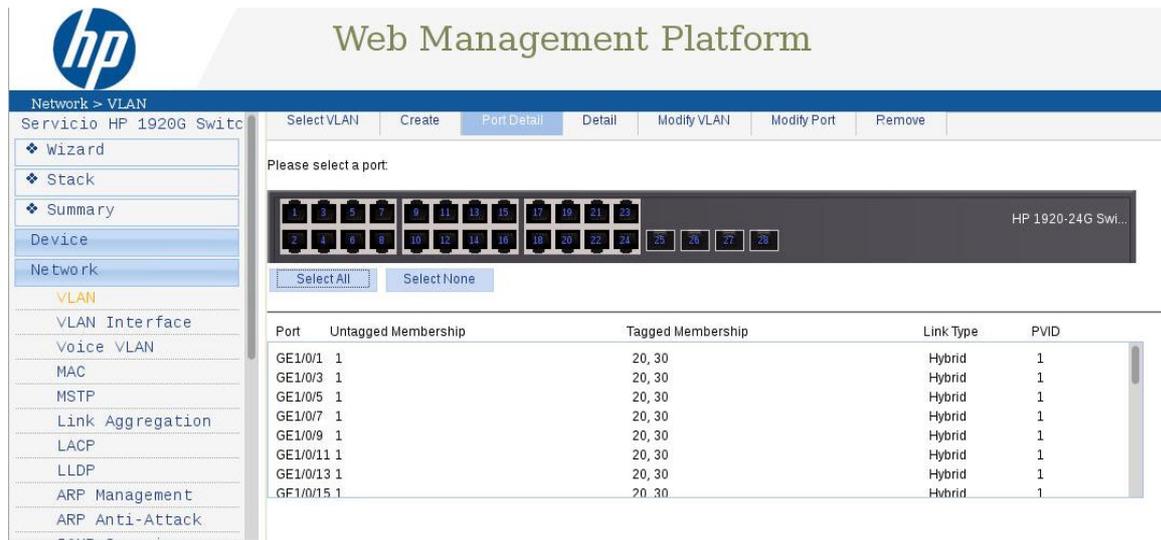


Ilustración 38. Pantalla que muestra las VLANs que están asignadas a cada puerto.

El segundo equipo en la cascada es un HP 1920 con PoE. Se van a ocupar todos sus puertos con puntos de acceso instalados en los pasillos, además del conocido ya enlace ascendente al primer conmutador y otro enlace descendente al tercer conmutador del bastidor, el otro HP 1920 con PoE. La dirección IP que se le da a

este segundo equipo será: 10.12.10.63/24.

El tercer conmutador sólo tiene enlace ascendente y cuenta con un menor número de puntos de acceso conectados, también procedente de los pasillos de las habitaciones. La dirección IP que se le da a este equipo será: 10.12.10.70/24.

Como se dijo anteriormente, al primer conmutador tenemos conectado el *Ubiquiti* de la azotea. Este conmutador *Ubiquiti* de 8 puertos sólo tiene conectados 3 puntos de acceso de exterior (a los que se les da PoE desde el propio conmutador) y la antena del radioenlace, que apunta al castillo. Más adelante se explicará cómo se configuran tres redes VLAN en este dispositivo. La dirección IP que se le da a este equipo será: 10.12.10.71/24.

5.1.3 Conmutadores del Atrio y zona 4 estrellas.

Al conmutador *D-Link 3018* [4] se conecta la red mediante fibra óptica, ya que este equipo cuenta con dos puertos de fibra SFP, como ya se ha comentado en secciones anteriores.

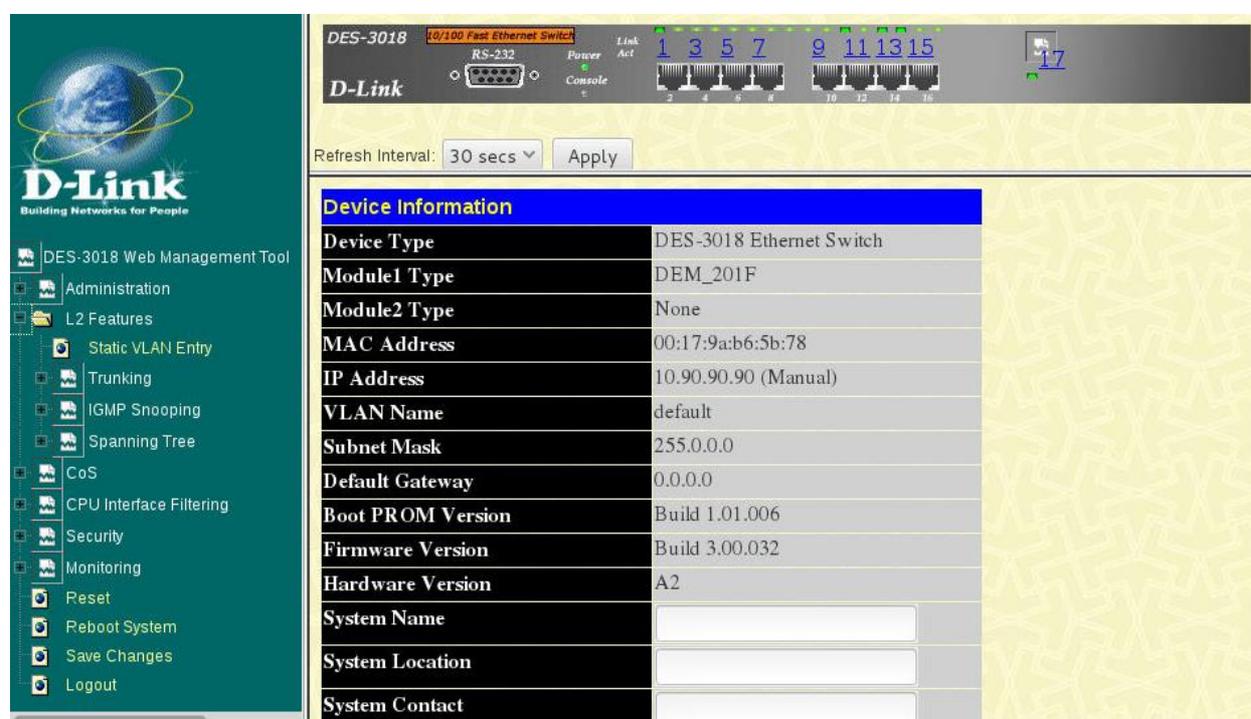


Ilustración 39. Pantalla inicial del interfaz web del D-Link DES 3018.

La dirección IP¹⁸ que tendrá este *D-Link* será: 10.12.50.62/24.

En las ilustraciones siguientes se puede ver cómo hay que proceder para definir tres VLANs nuevas:

¹⁸ Necesitamos entrar por puerto serie al terminal del equipo, ya que la IP era desconocida. En la ilustración anterior se podía ver la 10.90.90.90, la IP que viene por defecto en el equipo.



Ilustración 40. Interfaz para configurar las 3 VLANs.

Se selecciona “Egress” en el caso en el que se quiera que la VLAN sea difundida por ese puerto. “None” en caso contrario. Y se pulsa sobre la casilla “tag” si la VLAN está etiquetada. Por ello, como se puede observar, todos los puertos emitirán las 3 VLANs, salvo la pública abierta, que no tendrá difusión a través de los puertos que se definen en la configuración como corporativos, los 8 primeros. Por otro lado, la VLAN 20 estará etiquetada en todos los puertos y la VLAN 30 lo estará en los 8 últimos, ya que los primeros 8 puertos no van a puntos de acceso, sino a equipos conectados directamente al conmutador u otros dispositivos que AOFES no controla. Los puertos 17 y 18 son los puertos de fibra.

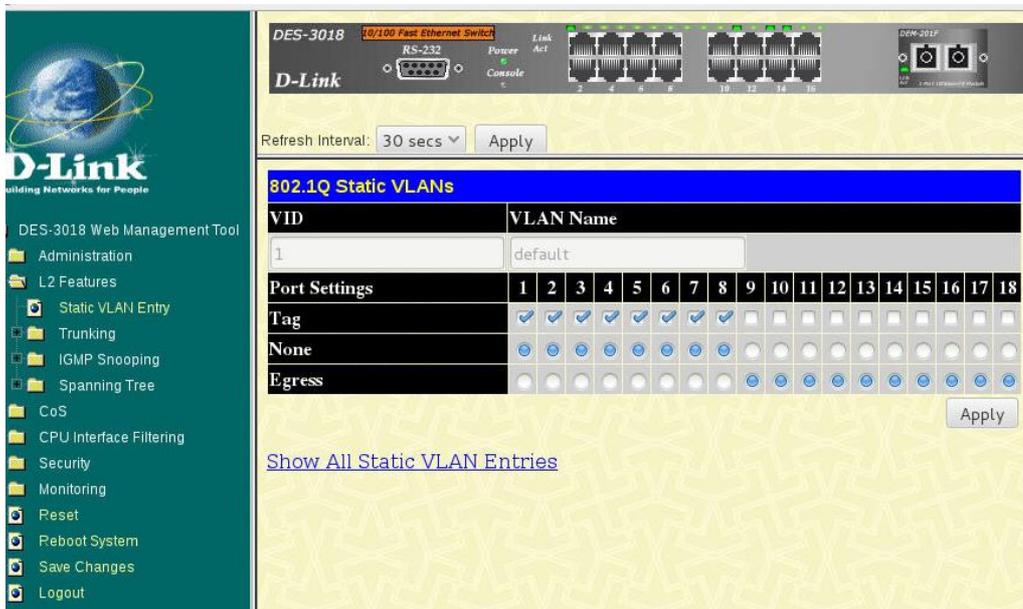


Ilustración 41. Configuración de puertos para VLAN 1.

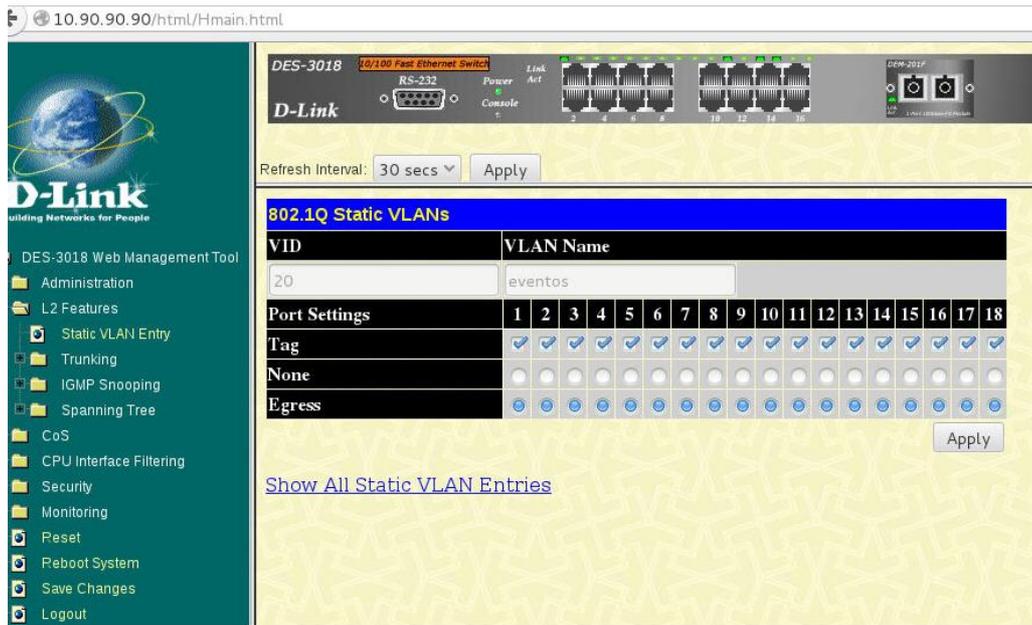


Ilustración 42. Configuración de puertos para VLAN 20.

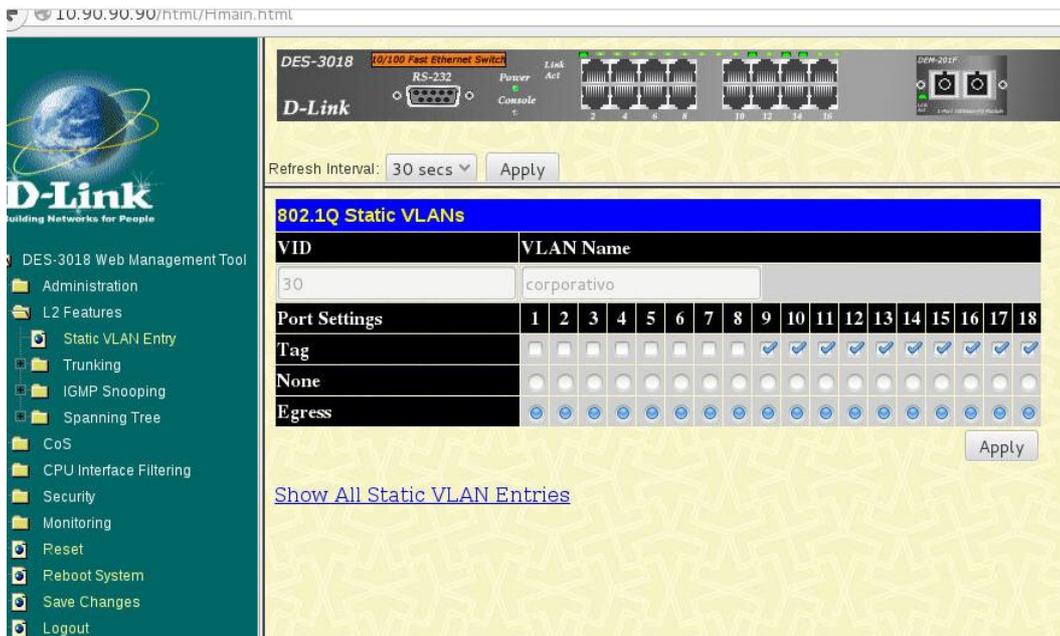


Ilustración 43. Configuración de puertos para VLAN 30.

El *HP 1810* de recepción tiene conectado un cable procedente del *D-Link* anterior. A su vez, de este conmutador *HP* parten otros dos cables, uno hacia el edificio de 3 plantas y otro hacia el de 4 plantas. Ambos terminan en un conmutador *Ubiquiti* de 8 puertos.

Este *HP 1810* tiene la misma interfaz, como es lógico, que el conmutador que se usa en el bastidor principal de la misma marca y modelo, pero en este caso, se definen las tres VLANs que se han creado en los *HP 1920* del bastidor principal, es decir, *WIFI_HOTEL*, *WIFI_CAUTIVO* y *WIFI_CORPORATIVO*. Con sus respectivos VIDs. Estas VLANs se configurarán en todos los conmutadores del hotel, excepto en casos puntuales.

Los 3 *Ubiquiti* situados en los edificios de las habitaciones 4 estrellas son muy fáciles de configurar y sólo tienen que añadirse tres VLANs y configurar sus puertos. Es el mismo caso que para el *Ubiquiti* de 8 puertos

del castillo, puesto que no existen diferencias entre ambas configuraciones, y el de la azotea del edificio 5 estrellas.



Ilustración 44. Configuración de los puertos para cada VLAN.

En la pestaña VLANs se muestran las que se tienen definidas. Si se quiere añadir una nueva, se pulsa sobre “Add”. Se le inserta el VID, un nombre identificativo y se define el etiquetado para cada puerto del conmutador. En este caso, interesa que sólo la red pública sea *untagged* y las otras dos sean *tagged*.

Estos conmutadores irán anclados en el interior del falso techo de los pasillos bajos. Se tendrá un conmutador en el edificio de 4 plantas, para los puntos de acceso más alejados, y dos conmutadores en cascada en el edificio de 3 plantas, para el resto de APs, evidentemente más numerosos. De esta manera, se conectan todos los puntos de acceso de la zona 4 estrellas.

Aunque no se ha podido evitar un salto en la red, se han evitado cables de longitudes superiores a cien metros. Además, se tienen puertos libres en los conmutadores para cualquier uso futuro de los mismos. Las direcciones IPs que se les da a estos equipos serán: 10.12.30.61/24, 10.12.30.62/24 y 10.12.30.64/24.

En el *Atrium*, se tendrán 6 puntos de acceso, luego necesitarán 6 puertos en el *Ubiquiti* planeado para este espacio. Más el puerto empleado para el enlace ascendente con el conmutador *D-Link* del bastidor superior. Se deja un puerto libre para futuras actuaciones. La dirección IP que se le da a este equipo será: 10.12.50.61/24.

5.1.4 Conmutador del SPA.

A este punto llegaba la red a través de fibra a un conversor optoeléctrico, que iba conectado al conmutador de 5 puertos con un cable RJ45 y daba conexión a esta zona.

La marca del conmutador que se tiene en el SPA, *Mikrotik*, es un poco diferente al resto de marcas cuando a configuración de VLANs nos referimos [5]. En este caso, se va a necesitar, como en el resto del hotel, la VLAN pública, la dedicada a eventos con portal cautivo y la red corporativa.

La red corporativa se empleará para el ordenador que tienen en la recepción del SPA, conectado a la red mediante una toma de pared, que tiene conexión directa con el conmutador. Por otro lado, los *Ecowifi* que se

tienen en esta zona son 3, que ocuparán los restantes puertos del *Mikrotik*.

En esta marca de dispositivos, la configuración de las VLANs consiste en definir dos campos:

- *VLAN Table*, que determina cómo tratar los paquetes etiquetados (opciones “*Disabled*”, “*Fallback*”, “*Check*” o “*Secure*”).
- Y la *VLAN-header option*, que configura o determina los puertos para los paquetes que estén etiquetados (modos “*leave-as-is*”, “*always-strip*” y “*add-if-missing*”).

La dirección IP que se le da a este equipo será: 192.168.88.1/24, su IP por defecto.

5.1.5 Conmutadores del Castillo.

El primero de los conmutadores, el de 5 puertos, tiene conectada la antena *Enginus*, la antena de *Mikrotik* y el cable que desciende hacia el conmutador de 8 puertos, donde se encuentran los 7 APs. Los otros puertos se dejarán libres para posibles futuras necesidades. Las VLANs se configuran tal y como se hicieron en los *Ubiquiti* de 8 puertos de la sección anterior. La dirección IP que se le da a este equipo será: 10.12.60.60/24.

El *Ubiquiti* de 8 puertos que conecta y alimenta a los puntos de acceso también tiene una configuración sencilla, puesto que todos sus puertos estarán ocupados, ya que tendremos 7 APs justamente situados en los distintos salones y salas del castillo, y el conmutador emplazado en la azotea. La dirección IP que se le da a este equipo será: 10.12.60.61/24. El anclaje de este equipo se hace en el cuarto eléctrico, en un armario en desuso, en la planta baja del castillo.

5.1.6 Configuración de las antenas del radioenlace.

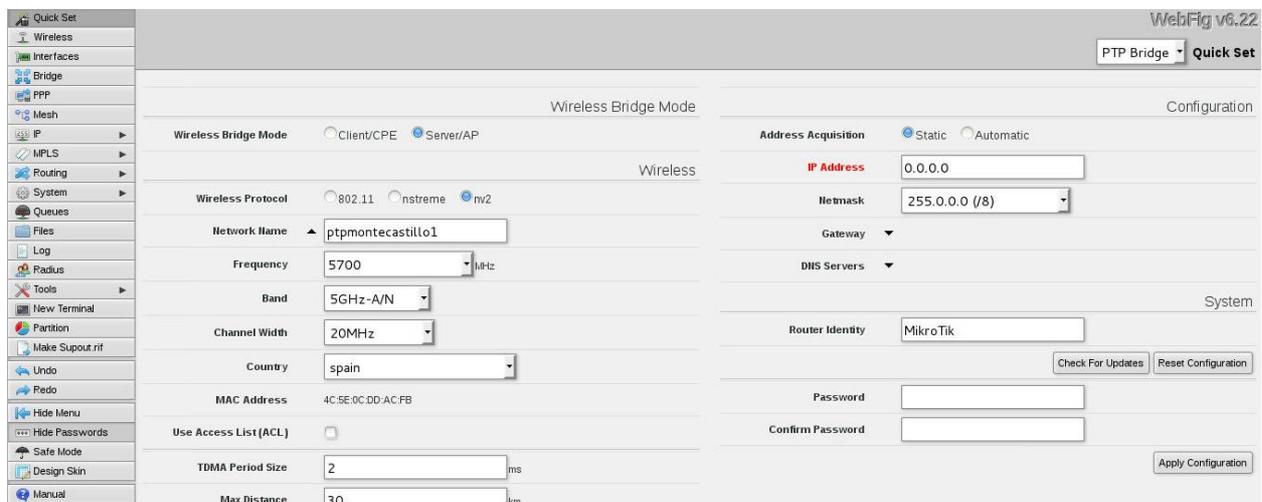


Ilustración 45. Interfaz Winbox de las antenas de radioenlace.

Como se observa, el radioenlace está configurado en modo *bridge*, como se ha comentado anteriormente. Sólo se tiene que dar un nombre a la red, cifrar los datos que manejan las antenas con una clave común y asegurarse de los parámetros de frecuencia y potencia de emisión. La interfaz *winbox* ayuda bastante en la configuración de los equipos *Mikrotik*.

En el caso de la antena *Enginus*, la configuración era mucho más simple. No tenía cifrados los datos, lo único de lo que hay que asegurarse es que estuviera en modo puente y que realizara correctamente la conexión con la antena del edificio 5 estrellas.

5.1.7 Configuración de los modems de las villas.

Al igual que con los puntos de acceso, que se verán en el próximo apartado, cada módem tuvo que ser configurado a mano, uno por uno, introduciéndole la IP que le correspondía, la SSID que debía emitir en el apartamento y el VCI y el VPI con el que trabajarían con el DSLAM.

The screenshot shows the web interface for a DSLAM5024. The top navigation bar includes 'Sino Telecom', 'DSLAM5024', and 'IP-DSLAM'. A left sidebar contains menu items: Status, Quick Start, System, and Configuration. The main content area displays a 'Welcome!' message and a 'Status' section showing the local IP address as 10.12.10.62. Below this is an 'Advanced Diagnostics' section with a 'Port Connection Status' table.

Port	Type	Connected	Line State
A0	adsl	✓	N/A
A1	adsl	✗	N/A
A2	adsl	✓	N/A
A3	adsl	✓	N/A
A4	adsl	✓	N/A
A5	adsl	✓	N/A
A6	adsl	✓	N/A
A7	adsl	✓	N/A
A8	adsl	✓	N/A

Ilustración 46. Pantalla inicial del interfaz web del DSLAM del rack principal.

5.1.8 Los puntos de acceso.

Utilizando la interfaz web creada por compañeros de la empresa, como ya se explicaba en secciones anteriores, o mediante inserción de comandos *Linux*, por puerto serie al punto de acceso, se pueden modificar las configuraciones que se deseen en los *Ecowifi*.

Para empezar, se deberá dar una dirección IP. En la sección *Network*, en la pestaña de *Ports*, se pulsa sobre *LAN Bridge 1* y se accede a la siguiente pantalla:

The screenshot shows the 'Ports' configuration page. The top navigation bar includes 'VSC', 'Wireless', 'Network', 'Security', 'Management', 'Status', 'Tools', and 'Maintenance'. The 'Ports' sub-tab is active. Below the navigation is a 'Port configuration - [?]' table.

Name	IPv4	MAC address
Bridge port (LAN Bridge 1)	10.12.10.21/24	04:F0:21:13:2A:0E
Port eth0	[bridged]	04:F0:21:13:2A:0E
Port eth1	[bridged]	BE:70:71:44:30:B0
Master "Montecastillo" (wlan0)	[bridged]	04:F0:21:17:09:1C
Master "Montecastillo" (wlan1)	[bridged]	04:F0:21:13:A4:C8

Ilustración 47. Procedimiento para cambiar IP del punto de acceso.

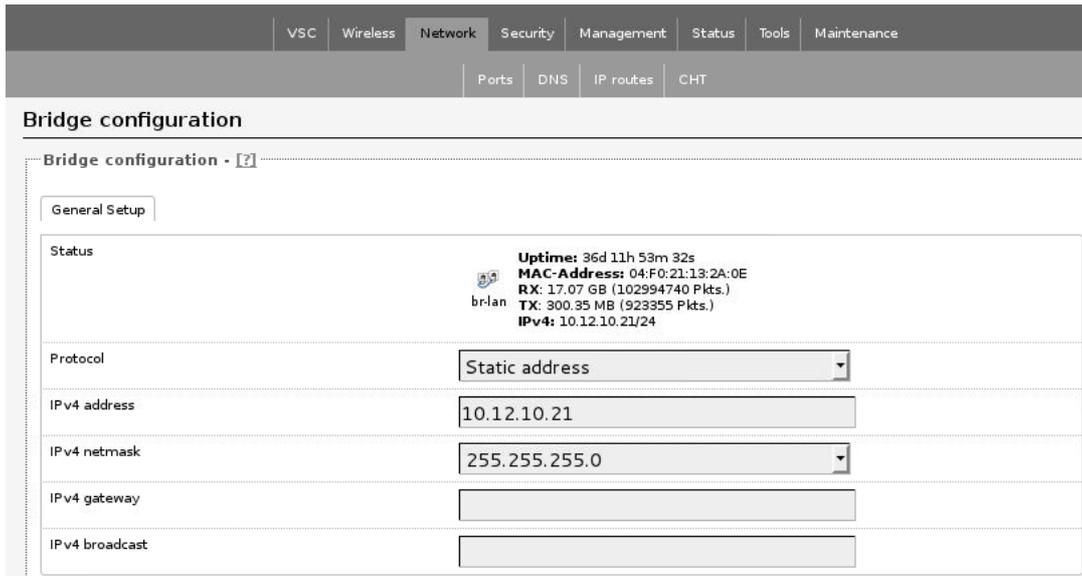


Ilustración 48. Pantalla con la configuración IP del Ecowifi.

Además de las direcciones IPs, se tiene que configurar el SSID que emitirán. Pero previamente se tendrán que crear las 3 VLANs que pedía el cliente. Para configurar estas 3 VLANs en el *Ecowifi* se deberá proceder de la siguiente manera:

Primeramente, se pulsa el botón “Add VLAN” de la pestaña “Ports”, de la sección “Networks”.

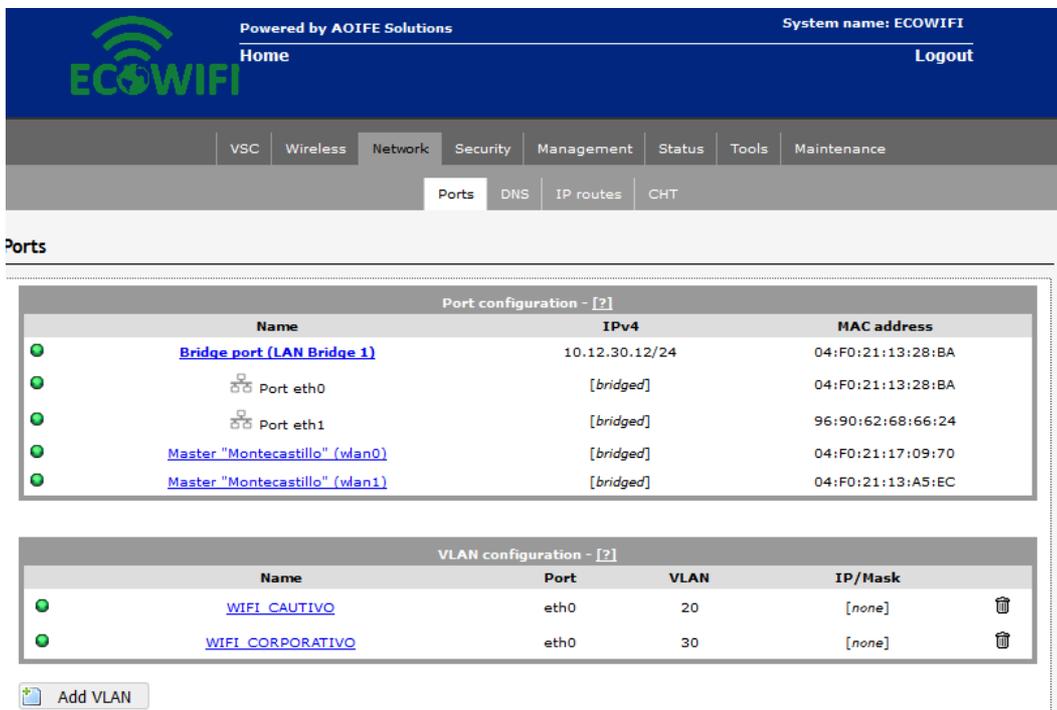


Ilustración 49. Sección Networks, pestaña Ports.

A continuación, se rellenan los datos de las cajas con el nombre identificativo de la VLAN, su VID y el puerto por el que se propagará la señal, en nuestro caso “eth0”.

The screenshot shows the ECOWIFI web interface. The top navigation bar includes 'Powered by AOIFE Solutions', 'System name: ECOWIFI', 'Home', and 'Logout'. Below this is a menu with 'VSC', 'Wireless', 'Network', 'Security', 'Management', 'Status', 'Tools', and 'Maintenance'. Under 'Network', there are sub-menus for 'Ports', 'DNS', 'IP routes', and 'CHT'. The main content area is titled 'VLAN' and contains a 'General' section with the following fields:

Port	Port eth0
VLAN ID	
VLAN name	vlan3

Below the 'General' section is the 'Assign IP address via' section with a 'Protocol' dropdown set to 'None'. At the bottom right of the form are 'Reset' and 'Save & Apply' buttons.

Ilustración 50. Definición de la nueva VLAN.

Por último, se deberá asignar un SSID y si se quiere que los datos estén cifrados o no. En nuestro caso, el portal cautivo será abierto, con SSID “EVENTS_Barcelo_Montecastillo”. Pero la corporativa tendrá encriptación WPA2-PSK y SSID “H131”. La red abierta recordemos que su SSID es “Montecastillo” y es abierta y sin contraseña. En éste último caso, es la VLAN que se tiene por defecto y que el *CHT Manager*, el software SNMP de *AOIFES*, determinará como la “red a controlar”.

The screenshot displays the ECOWIFI configuration interface. At the top, it is powered by AOIFE Solutions and the system name is ECOWIFI. The navigation menu includes VSC, Wireless, Network, Security, Management, Status, Tools, and Maintenance. The current page is 'Virtual AP configuration - [?]'.

Virtual AP configuration - [?]

- WLAN** (selected): Wireless clients, Quality of service
- Enabled:
- Name (SSID): EVENTS_Barcelo_Montecastillo
- DTIM period: 1
- Transmit/receive on: Both radios
- Broadcast name (SSID):

VSC egress VLAN - [?]

- VLAN:
- VLAN for VSC egress mapping: VLAN - WIFI_CAUTIVO

Wireless protection - [?]

- Encryption: No Encryption

Ilustración 51. Detalles VLAN para portal cautivo.

The screenshot displays the ECOWIFI configuration interface. At the top, it is powered by AOIFE Solutions and the system name is ECOWIFI. The navigation menu includes VSC, Wireless, Network, Security, Management, Status, Tools, and Maintenance. The current page is 'Virtual AP configuration - [?]'.

Virtual AP configuration - [?]

- WLAN** (selected): Wireless clients, Quality of service
- Enabled:
- Name (SSID): H1301
- DTIM period: 1
- Transmit/receive on: Both radios
- Broadcast name (SSID):

VSC egress VLAN - [?]

- VLAN:
- VLAN for VSC egress mapping: VLAN - WIFI_CORPORATIVO

Wireless protection - [?]

- Encryption: WPA2-PSK
- Cipher: auto
- Key: [masked]

Ilustración 52. Detalles para VLAN corporativa.

Se guarda la configuración y ya se tienen las VLANs definidas. Estarán operativas cuando se reinicie el punto de acceso.

En la interfaz, se indica también que tiene que emitirse en las dos “radios”, es decir, tanto para la banda de 2.4 GHz como para la de 5 GHz.

Para que el SNMP detecte el punto de acceso, se necesita configurar un puerto, como se dijo en la presentación del software en apartados anteriores.

El “*Smart Roaming SNR threshold*” define el límite en la relación SNR para que un punto de acceso siga conectado al cliente o deje de comunicarse con él.

En el caso del “*Band Steering*”, se delimita si el cliente debe conectarse a la banda de 2.4 GHz o a la banda de 5 GHz.

The screenshot shows the ECOWIFI configuration interface. At the top, it says "Powered by AOIFE Solutions" and "System name: ECOWIFI". There are links for "Home" and "Logout". A navigation menu includes "VSC", "Wireless", "Network", "Security", "Management", "Status", "Tools", and "Maintenance". Under "Network", there are sub-menus for "Ports", "DNS", "IP routes", and "CHT". The "CHT" configuration page is displayed, showing a "Configuration - [?]" section with the following settings:

SSID	Montecastillo
Bridge	Bridge br-lan <small>Bridges with an IP address configured</small>
Enable Load Balancing	<input type="checkbox"/>
Enable Smart Roaming	<input checked="" type="checkbox"/>
Smart Roaming SNR threshold (dB) [1-50]	1
Enable Band Steering	<input type="checkbox"/>
Band Steering (dB) [1-100]	20
Enable Smart Allocation	<input type="checkbox"/>
CHT port	40090

At the bottom right, there are buttons for "Reset" and "Save & Apply".

Ilustración 53. Pantalla para configurar puerto CHT y aplicaciones *Smart*.

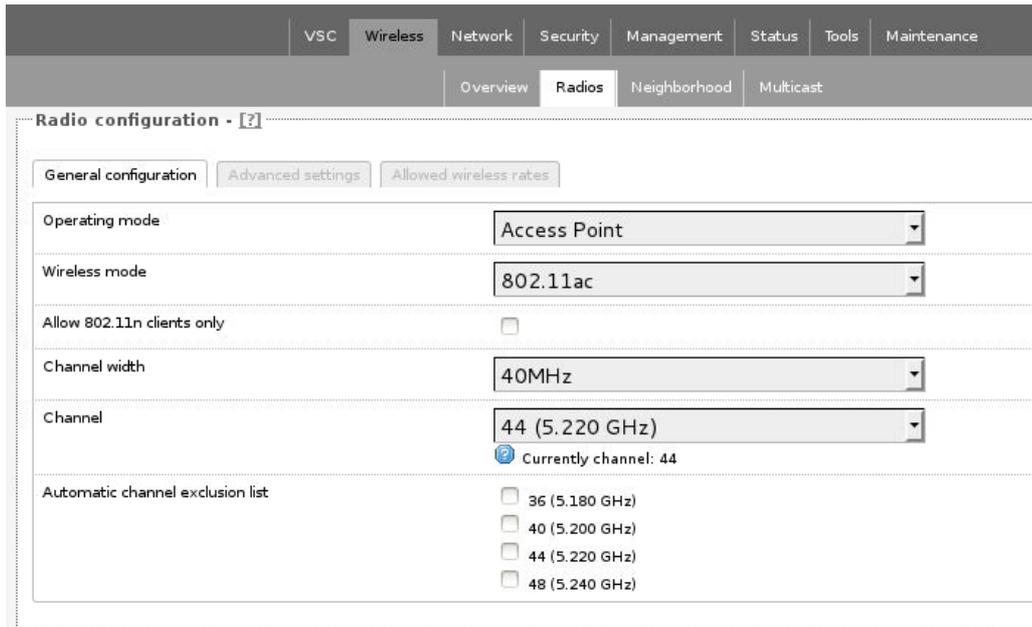


Ilustración 54. Configuración del ancho de banda del canal y la frecuencia de uso para el caso de 5 GHz.

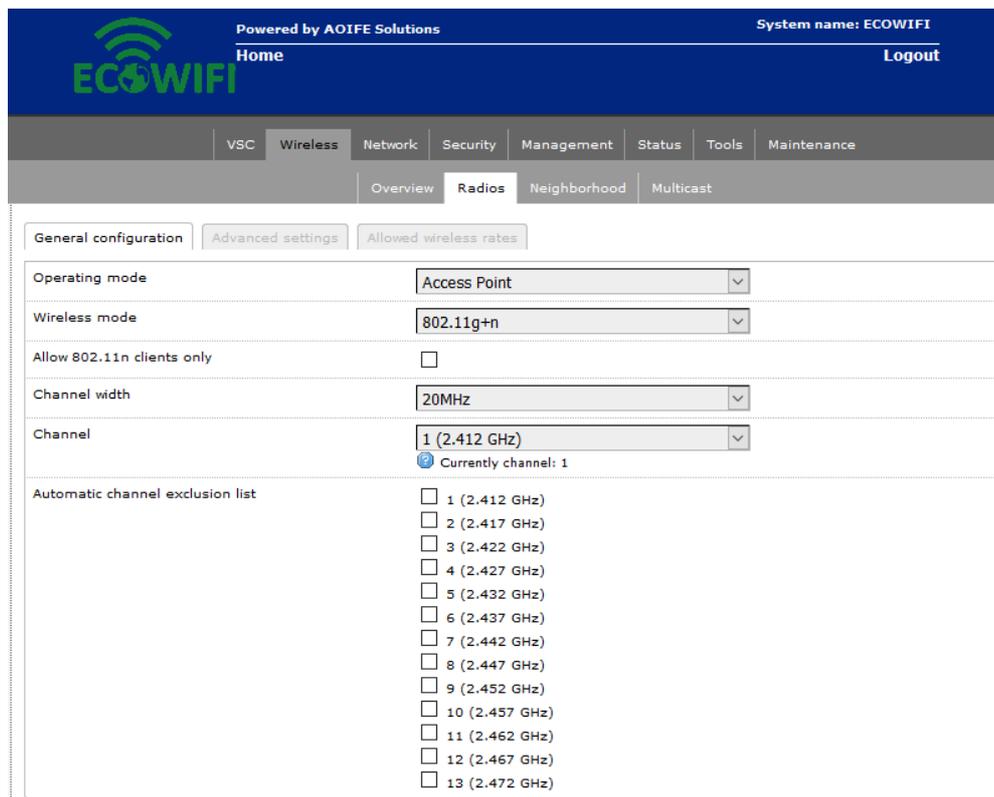


Ilustración 55. Configuración del ancho de banda del canal y la frecuencia de uso para el caso de 2.4 GHz.

También se configuran detalles como la potencia máxima emitida (en España son 20 dBm), el país donde se está trabajando y el canal de frecuencia.

Este último punto es importante. Para evitar interferencias y aprovechar mejor el espectro radioeléctrico, se va a definir para puntos de acceso adyacentes diferentes canales de emisión.

De esta manera, si en un pasillo se tienen 3 puntos de acceso, uno va a emitir en el canal 1, otro en el canal 6 y otro en el canal 11, correspondientes a las frecuencias 2412, 2437 y 2462 MHz.

Para el caso en el que se tengan menos de 3 puntos de acceso, serán pares de estos canales, pero siempre intentando que no sean los mismos, es decir, ir variando las parejas de frecuencias para evitar que siempre se empleen las mismas.

Obteniendo así el siguiente barrido en frecuencia:

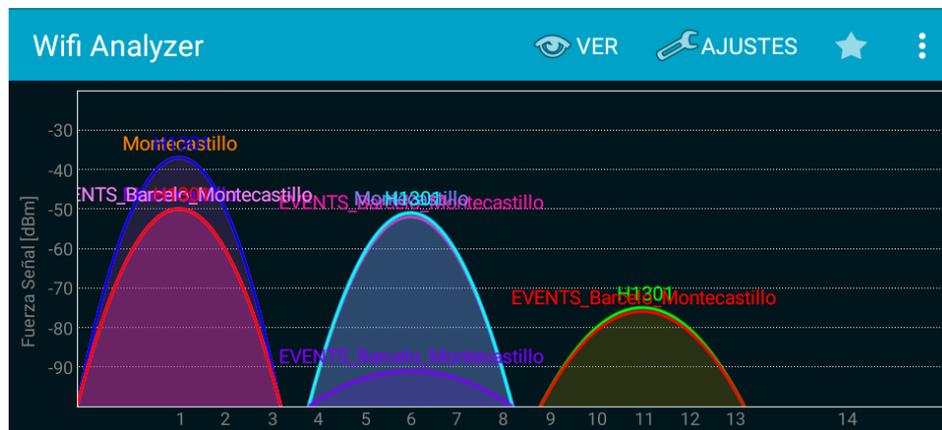


Ilustración 56. Analizador de espectro.

Como se observa, se pueden ver claramente diferenciados 3 canales en los que se está emitiendo señal. En este caso, se puede deducir que estamos conectados, o que es el más próximo, a un AP que emite en el canal 1. Se ven 3 SSIDs distintos, como debe ser para cada punto de acceso, correspondiente a las 3 VLANs definidas.

Y para tener una idea clara de las IPs que se tienen en la red trabajando, se diseña una planimetría, con los canales y las direcciones IPs que utilizan los diferentes puntos de acceso o conmutadores instalados en el hotel:

Tabla 7. Planimetría del Hotel 5 estrellas.

Puntos de acceso Hotel 5 estrellas EcoWifi				
SITUACIÓN	MAC	SN	IP	Canal 2.4
Planta 4 Dcha Fondo	04:F0:21:10:06:7C	24835647	10.12.10.41/24	1
Planta 4 Dcha Pasillo	04:F0:21:12:FA:8A	24969495	10.12.10.42/24	6
Planta 4 Izda Pasillo	04:F0:21:10:06:48	24835570	10.12.10.43/24	11
Planta 4 Izda Fondo	04:F0:21:12:FA:82	24969496	10.12.10.44/24	11
Planta 4 Ampliacion 1	04:F0:21:18:C4:F0	25301135	10.12.10.45/24	1
Planta 4 Ampliacion 2	04:F0:21:18:C4:98	25301099	10.12.10.46/24	6
Planta 4 Ampliacion 3	04:F0:21:18:C8:64	25359373	10.12.10.47/24	11
Planta 3 Dcha Fondo	04:F0:21:10:06:64	24835649	10.12.10.31/24	1
Planta 3 Dcha Pasillo	04:F0:21:10:05:3C	24835572	10.12.10.32/24	6
Planta 3 Izda Pasillo	04:F0:21:12:FA:96	24969499	10.12.10.33/24	1
Planta 3 Izda Fondo	04:F0:21:12:FA:92	24969504	10.12.10.34/24	6
Planta 3 Ampliación 1	04:F0:21:18:C3:DC	25301096	10.12.10.35/24	11
Planta 3 Ampliación 2	04:F0:21:18:C4:44	25301138	10.12.10.36/24	11
Planta 3 Ampliación 3	04:F0:21:18:C4:A8	25301095	10.12.10.37/24	1
Planta 2 Dcha Fondo	04:F0:21:13:2A:0E	25101827	10.12.10.21/24	1
Planta 2 Dcha Pasillo	04:F0:21:13:2A:4E	25101828	10.12.10.22/24	6
Planta 2 Izda Pasillo	04:F0:21:10:06:90	24835645	10.12.10.23/24	1
Planta 2 Izda Fondo	04:F0:21:13:2A:3E	25101830	10.12.10.24/24	6
Planta 2 Ampliación 1	04:F0:21:18:C3:F4	25301119	10.12.10.25/24	11

Planta 2 Ampliación 2	04:F0:21:18:E0:9D	25319636	10.12.10.26/24	11
Planta 2 Ampliación 3	04:F0:21:18:C8:7C	25359389	10.12.10.27/24	6
Planta 1 Dcha Fondo	04:f0:21:13:91:06	24974883	10.12.10.11/24	1
Planta 1 Dcha Pasillo	04:F0:21:13:2A:5E	25101835	10.12.10.12/24	6
Planta 1 Izda Pasillo	04:F0:21:13:28:2B	25101836	10.12.10.13/24	1
Planta 1 Izda Fondo	04:F0:21:13:28:2B	25101826	10.12.10.14/24	6
Planta 1 Ampliación 1	04:F0:21:18:C8:88	25359375	10.12.10.15/24	11
Planta 1 Ampliación 2	04:F0:21:18:C4:14	25301164	10.12.10.16/24	6
Planta 1 Ampliación 3	04:F0:21:18:C8:80	25359372	10.12.10.17/24	11
Bar Ricardos			10.12.10.5/24	1
Restaurante el Lagar 1 (Piscina)	04:f0:21:13:2a:9a	25101838	10.12.10.2/24	6
Restaurante el Lagar 2	04:F0:21:13:2A:7E	25101831	10.12.10.3/24	11
Sala Arenas			10.12.10.6/24	1
Sala Barros			10.12.10.7/24	6
Recepción	04:F0:21:13:2A:62	25101832	10.12.10.4/24	11
Mantenimiento Sotano			10.12.10.18/24	
Exterior Terraza 1	04:F0:21:18:DF:C9	25319567	10.12.10.8/24	1
Exterior Terraza 2	04:F0:21:18:DF:E5	25319573	10.12.10.9/24	6
Exterior Piscina	04:F0:21:18:DF:E1	25319571	10.12.10.10/24	11

Tabla 8. Planimetría del Hotel 4 estrellas.

Puntos de acceso Hotel 4 estrellas EcoWiFi				
SITUACIÓN	SN	MAC	IP	Canal 2.4
Planta 0 Izda Fondo	24868025	04:f0:21:13:82:76	10.12.30.2/24	1
Planta 0 Izda Pasillo	24868021	04:f0:21:13:82:ae	10.12.30.3/24	6
Planta 0 Dcha Pasillo	24868023	04:f0:21:13:82:6e	10.12.30.4/24	1
Planta 1 Izda Pasillo	25101833	04:F0:21:13:28:BA	10.12.30.12/24	1
Planta 1 Dcha Fondo	24868019	04:F0:21:13:82:7E	10.12.30.13/24	1
Planta 1 Dcha Pasillo	24868022	04:F0:21:13:82:7A	10.12.30.14/24	11
Planta 2 Izda Pasillo	24868024	04:F0:21:13:82:82	10.12.30.22/24	1
Planta 2 Izda Fondo	24868018	04:F0:21:13:82:86	10.12.30.23/24	6
Planta 2 Dcha Pasillo	24974894	04:F0:21:13:91:32	10.12.30.24/24	1
Planta 3 Izda Pasillo	24974892	04:F0:21:13:91:22	10.12.30.32/24	1
Restaurante el Minarete	25101810	04:F0:21:13:2A:AA	10.15.30.51/24	11
Planta 0 Dcha Ampli	25319646	04:F0:21:18:E0:ED	10.12.30.5/24	6
Planta 2 Dcha Ampli	25319645	04:F0:21:18:E0:C1	10.12.30.25/24	6
Planta 0 Izq Ampli	25301140	04:F0:21:18:C4:B4	10.12.30.6/24	11
Planta 1 Izq Ampli	25301097	04:F0:21:18:C4:80	10.12.30.15/24	6
Planta 1 Izq Ampli	25301134	04:F0:21:18:C4:D4	10.12.30.16/24	11
Planta 2 Izq Ampli	25301133	04:F0:21:18:C3:AC	10.12.30.26/24	11
Planta 3 Izq Ampli	25301137	04:F0:21:18:C4:E0	10.12.30.33/24	6
Planta 3 Izq Ampli	25319644	04:F0:21:18:E0:D1	10.12.30.34/24	11
Terraza Dcha	25319565	04:F0:21:18:DF:CD	10.12.30.7/24	1

Terraza Izq 1	25319570	04:F0:21:18:DR:E9	10.12.30.8/24	6
Terraza Izq 2	25319568	04:F0:21:18:DE:F5	10.12.30.9/24	11

Tabla 9. Planimetría para zonas especiales.

Puntos de acceso Atrios EcoWifi			
SITUACIÓN	MAC	SN	IP
Atrio 1 AP1	04:f0:21:12:fa:86	24969498	10.12.50.11/24
Atrio 1 AP2	04:f0:21:13:90:86	24974916	10.12.50.12/24
Atrio 2 AP1	04:f0:21:13:90:9a	24974918	10.12.50.21/24
Atrio 2 AP2	04:f0:21:13:90:d2	24974913	10.12.50.22/24
Atrio 3 AP1	04:f0:21:13:90:de	24974917	10.12.50.31/24
Atrio 3 AP2	04:f0:21:13:90:da	24974911	10.12.50.32/24
Puntos de acceso Spa EcoWifi			
SITUACIÓN	MAC	5	IP
Recepción	04:F0:21:12:17:7D	24860546	10.12.70.5/24
Gimnasio	04:F0:21:13:2A:82	25101813	10.12.70.6/24
Exterior	04:F0:21:13:28:0E	25101784	10.12.70.4/24
Puntos de acceso Vestuario y Tee de Prácticas EcoWifi			
SITUACIÓN	MAC	SN	IP
Vestuario	04:F0:21:13:29:DA	25101880	10.12.80.2/24
Tee de prácticas			10.12.80.3/24
Puntos de acceso Castillo			
SITUACIÓN	MAC	SN	IP
Castillo	04:F0:21:13:28:AA	25101812	10.12.60.2
Castillo	04:F0:21:13:29:CA	25101878	10.12.60.3
Castillo	04:F0:21:13:28:FE	25101876	10.12.60.4
Castillo	04:F0:21:13:29:B2	25101879	10.12.60.5
Castillo	04:F0:21:13:2A:72	25101803	10.12.60.6
Castillo	04:F0:21:18:C5:00	25301093	10.12.60.7
Castillo	04:F0:21:18:C4:70	25301100	10.12.60.8
Radioenlaces			
Emisor Hotel 5 estrellas			192.168.88.1
Receptor del castillo			192.168.88.2
Emisor del castillo			192.168.88.3
Receptor de vestuario			192.168.88.5
Receptor de tee de prácticas.			192.168.88.6

Se muestra una versión reducida, pero esta planimetría incluye la dirección MAC del AP, su *serial number*, el canal empleado para las dos frecuencias de emisión (es decir, para 2.4 y 5 GHz), el puerto del conmutador al que va conectado, la potencia a la que emite y la versión del software CHT último instalado.

La planimetría ayudará en un futuro a localizar un punto de acceso si se tuviera problemas de algún tipo con él y a tener claras las direcciones de los equipos que trabajan en la red, puesto que es de vital importancia para

manejarlos de manera fácil y rápida, sin tener que acceder a ellos por puerto serie o similar, o incluso tener que resetearlos por desconocimiento de su dirección IP, como ocurrió con muchos equipos configurados antes de nuestra instalación, de la que no se tenía ningún tipo de información.

Esta metodología se implantó también en la instalación en Chiclana de la Frontera y ha facilitado el trabajo a la empresa desde que se empezó a utilizar. Es un recurso que puede evitar muchos dolores de cabeza y un gasto innecesario de tiempo en la búsqueda por acceder a los equipos de la red.

6 CONCLUSIONES

Son varias las conclusiones que podríamos poner en esta sección. O, por lo menos, podemos dividir las en dos cuestiones: la conclusión profesional y la conclusión personal. En la vida de todo estudiante, cuando uno sale de la Escuela (hablemos del estudiante de ingeniería para acercarlo a nuestro caso), debe afrontar el choque, permítanme la expresión, con el mundo real y el mundo laboral.

Durante muchos años hemos estado estudiando grandes libros de teoría, en el que se exponen de manera excelente todos los fundamentos teóricos en los que basamos nuestro conocimiento. Pero hasta que no llega el momento de afrontar las dificultades en un trabajo profesional, el estudiante, que poco le falta ya para dejar de serlo, no sabe realmente lo que es necesario conocer.

En el aspecto profesional, la realización de este proyecto me ha servido para comprobar que los inconvenientes que surgen durante el desarrollo de un proyecto no vienen explicados en los libros de los que antes hablábamos. Por ejemplo, es necesario explicar a tus clientes, en la medida de lo posible, lo que quieres conseguir con el diseño pensado. Muchas veces, el cliente no sólo no lo comprende, sino que replica necesitar otras cosas que, realmente, no tienen por qué ser útiles o que tú, personalmente, no consideras oportunas en el proyecto. Una relación de compromiso entre lo que el cliente pide y lo que realmente necesita es lo que puede llevar a buen puerto un contrato para la realización de tu proyecto.

Durante la implementación, los técnicos instaladores no tienen por qué saber las cuestiones teóricas de tu planteamiento, por lo que pueden modificar algunos aspectos en función de los problemas que vayan encontrando durante los trabajos en el medio físico, en la realidad, que es lo que verdaderamente demuestra si tu proyecto es de calidad. Algunos de estos cambios producen variaciones en el presupuesto, como por ejemplo, un aumento en el cable instalado, la necesidad de algún nuevo material para instalar un equipo en determinado espacio, etc.

Por otro lado, en el aspecto personal, nunca me había dedicado al diseño de redes Wi-Fi, por lo que estudiar y profundizar en esta materia, me ha servido para conocer una rama de la ingeniería de las telecomunicaciones a la que, ahora, me encantaría dedicarme. Además, el grupo de personas con las que he tratado durante estos meses de beca, realizando este y otros proyectos, me ha ayudado a comprender un poco más la necesidad en el mundo laboral de tener un buen grupo, tener capacidades y habilidades de comunicación y adaptarse socialmente a un colectivo que busca un fin común.

Si bien el diseño y planteamiento de mi proyecto no ha necesitado de un grupo muy numeroso de personas, la implementación y la instalación del mismo sí que lo ha necesitado. Desde el primer día, necesité la colaboración de algunos de mis compañeros para comprender un poco mejor cómo estaba realizada la instalación previa de red del hotel y, como he dicho antes, al ser el primer proyecto de esta magnitud al que me enfrentaba, también necesité de unos compañeros que pudieran resolverme ciertas dudas durante la realización del proyecto. Aparte, los técnicos instaladores y el equipo de personal de mantenimiento del hotel Montecastillo siempre estuvieron colaborando estrechamente conmigo y nuestra empresa, aportando sus granitos de arena siempre que fue necesario.

Por tanto, para no extender demasiado este punto e ir cerrando el proyecto, podemos concluir que el estudiante, a diferencia de como decíamos al principio, nunca debe dejar de ser *estudiante* como tal, puesto

que es muy favorable un aprendizaje continuo de todas las ramas de nuestra ingeniería. No sólo por realización personal, sino para poder abarcar mayor oferta laboral en este momento crítico de la sociedad empresarial.

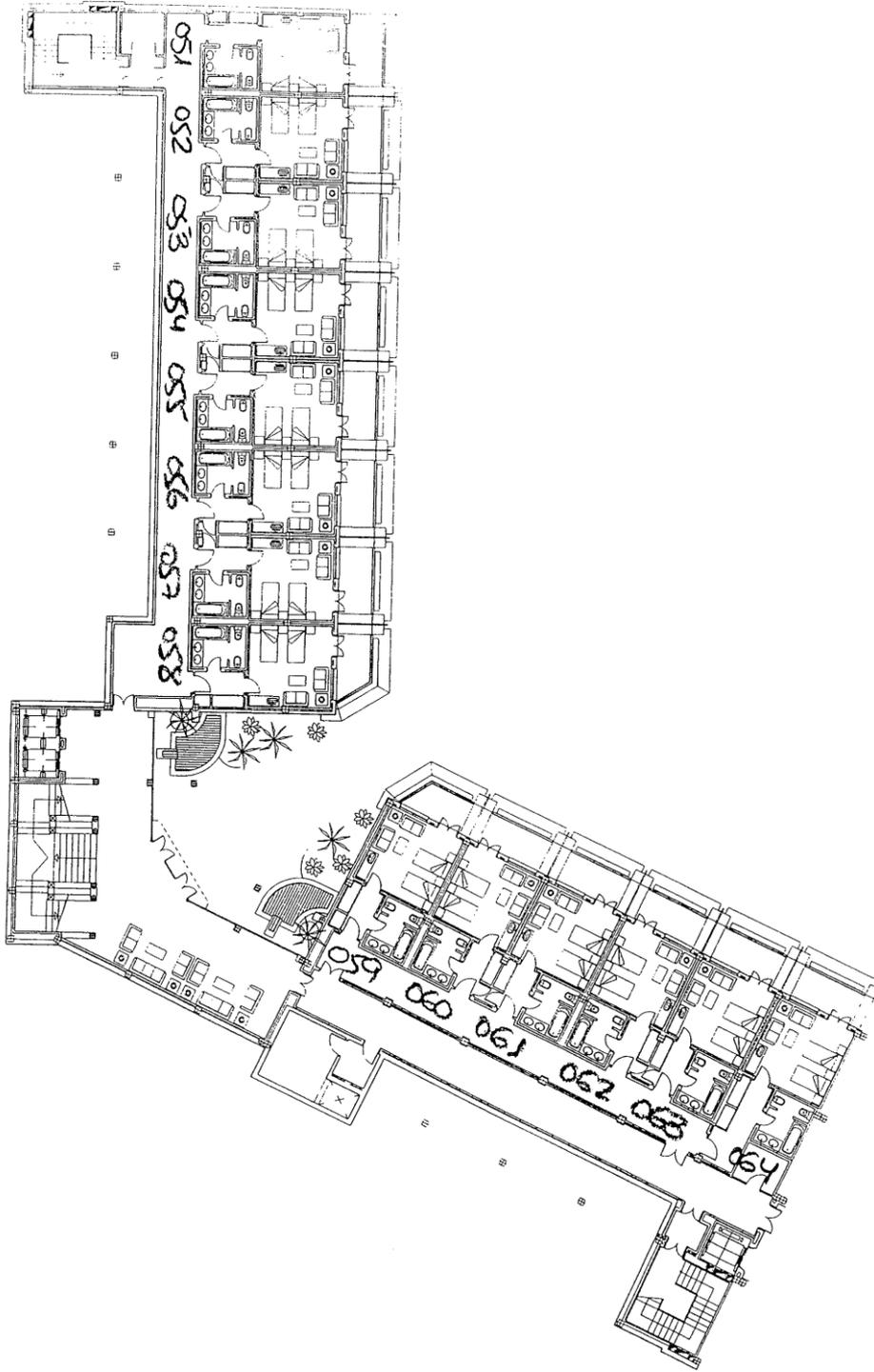
Por último, acceder a las necesidades de los trabajadores y personal de mantenimiento del hotel, me ha ayudado a comprender que hay que ser flexibles a la hora de diseñar un proyecto, puesto que por más perfecto que sea en la teoría, si no cubre las necesidades de tus clientes o es difícilmente implementable, nunca será un proyecto realizable.

7 ANEXOS

Anexo A: Planos del edificio 4 estrellas.

Planta 0:

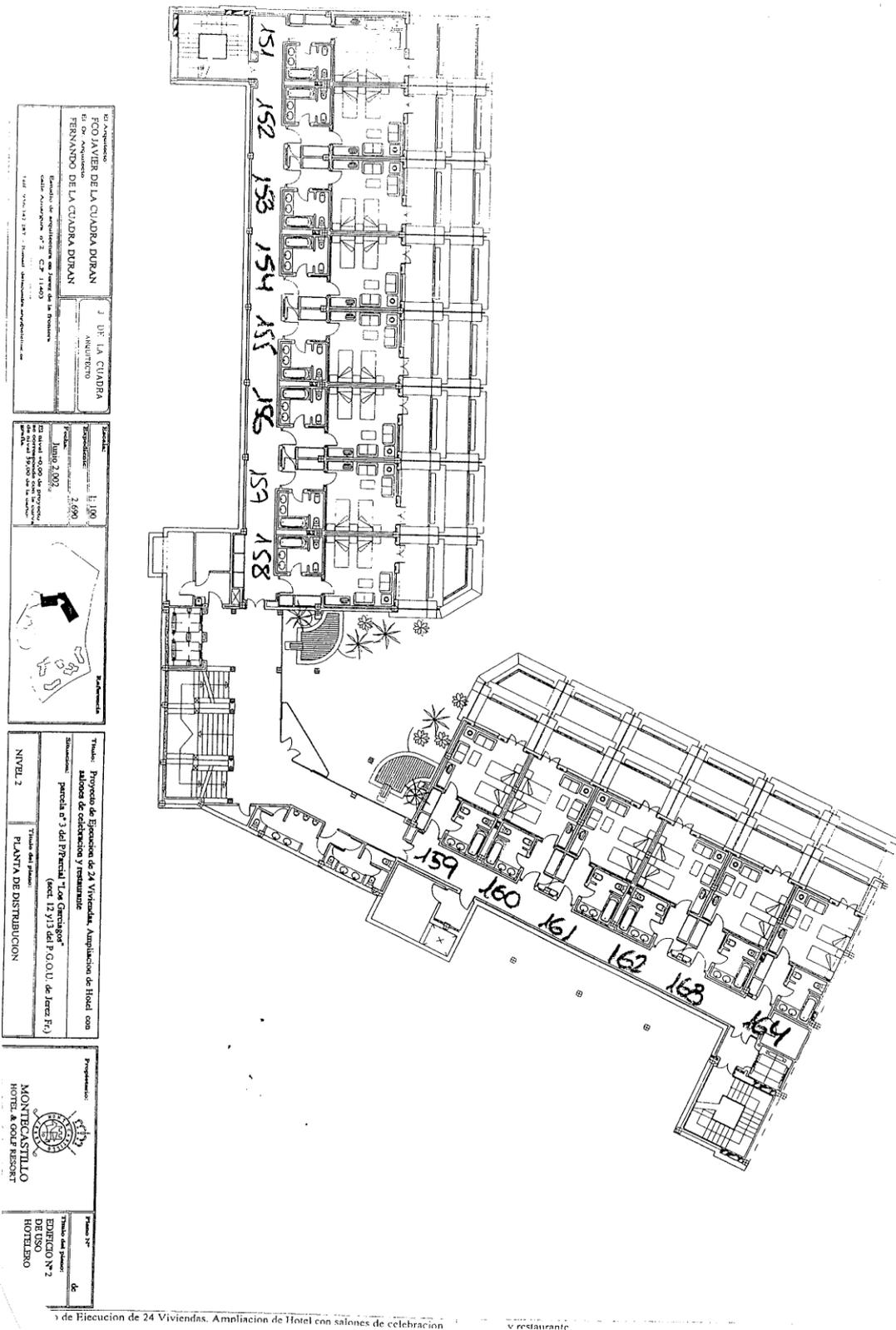
CENTRO NEGOCIOS



Ed. Arquitectónica FCO JAVIER DE LA CIUDADA DURAN Sr. Dr. Arquitecto FERNANDO DE LA CIUDADA DURAN Estudios de arquitectura de Fernando de la Ciudada Duran Calle Arce número 47 - CP 11000 011 996 342 247 - 011 996 342 248	J DE LA CIUDADA ARQUITECTO	Fecha de Emisión: 11/10/02 Fecha de Proyecto: Junio 2002 El autor de esta obra se reserva todos los derechos de autor y de explotación de esta obra.	Ubicación: 	Título: Proyecto de Edificación de 24 Viviendas, Ampliación de Hotel con salones de celebración y restaurante Ubicación: parcela nº 3 del P/Parcial "Los Garzales" (sect. 12 y 13 del P.G.O.U. de Jerez Fv.) Título del plano: PLANTA DE DISTRIBUCION NIVEL: 1	Propietario: MONTecastillo HOTEL & GOLF RESORT	Proyecto nº: De: EDIFICACION Nº 2 DE USO HOTELERO
--	-------------------------------	--	----------------	--	---	---

Proyecto de Edificación de 24 Viviendas. Ampliación de Hotel con salones de celebración

Planta 1:



El Arquitecto
FCO JAVIER DE LA CUADRA DURAN
 61 09 Arquitecto
FERNANDO DE LA CUADRA DURAN
 Estudios de arquitectura en Jerez de la Frontera
 Calle Anselmo nº 2 CP 11403
 Telf: +34 956 143 187 - E-mail: fernando@de.la.cuadra.com

Proyecto
 Expediente: 1.190
 Fecha: Junio 2007
 Presupuesto: 3.690
 IVA incluido: 4.000 de presupuesto
 IVA incluido: 5.000 de presupuesto
 IVA incluido: 5.000 de presupuesto



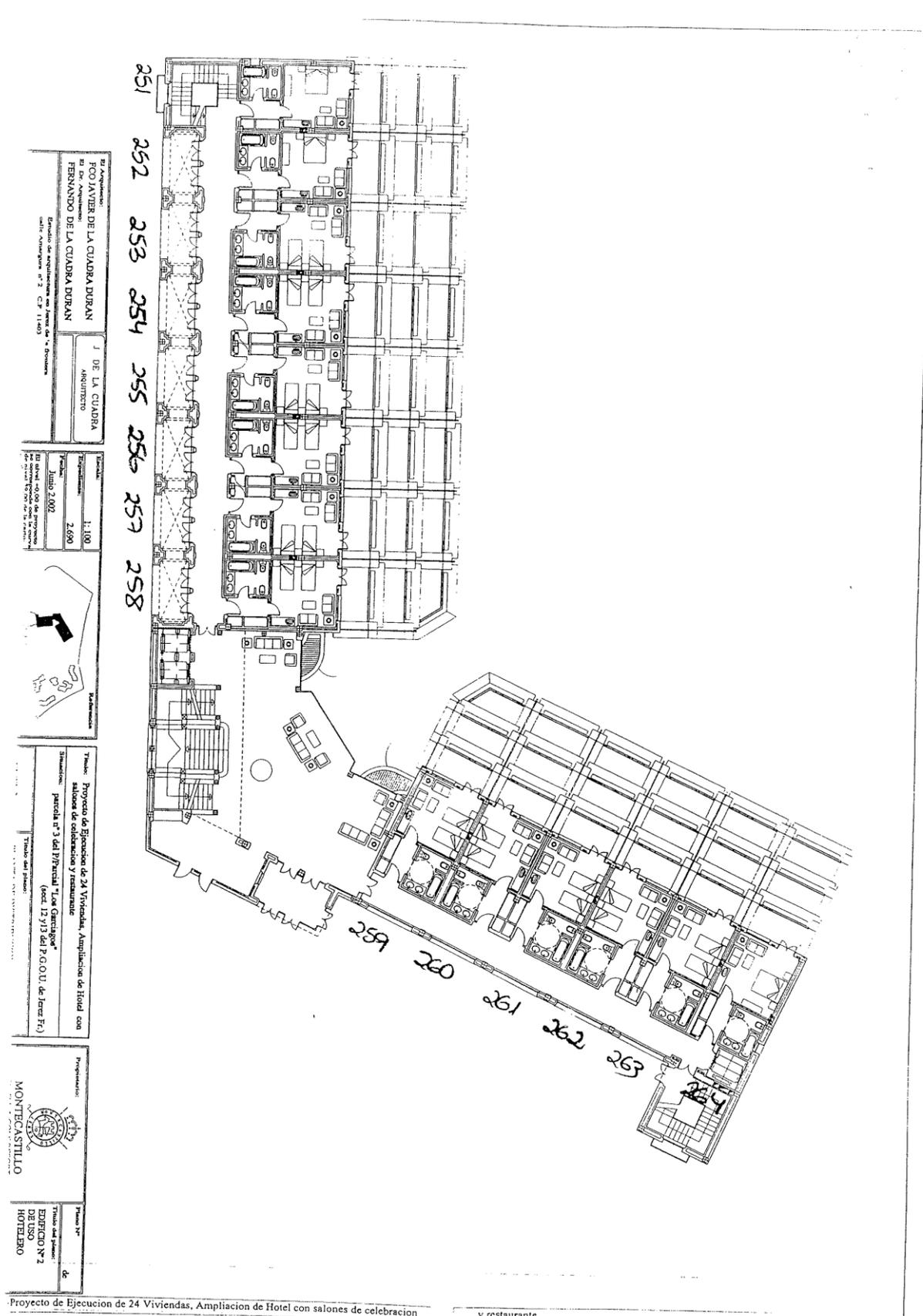
Título: Proyecto de Ejecución de 24 Viviendas, Ampliación de Hotel con salones de celebración y restaurante
 Situación: parcela nº 3 del Polígono "Las Gaviotas" (sect. 12 y 13 del P.G.O.U. de Jerez F.)
 Nivel: 2
 Título del plano: PLANTA DE DISTRIBUCION



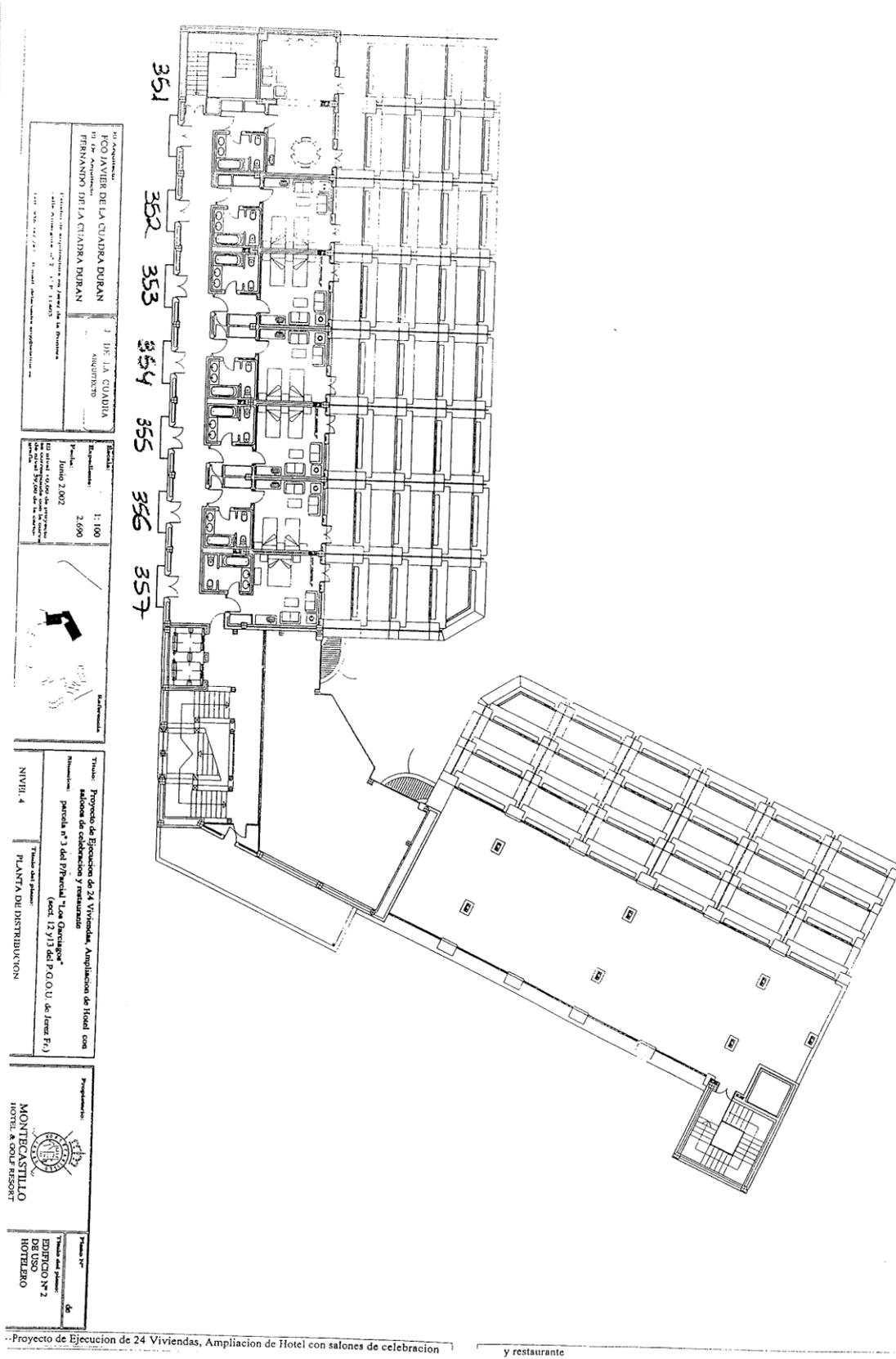
Plano Nº:
 Título del plano:
 de:
EDIFICIO Nº 2
 DE USO
 HOTELERO

Proyecto de Ejecución de 24 Viviendas. Ampliación de Hotel con salones de celebración y restaurante

Planta 2.



Planta 3:



Anexo B: Planos de los apartamentos tipo Villas 5 estrellas.

Villa Presidencial:

PLANTA BAJA

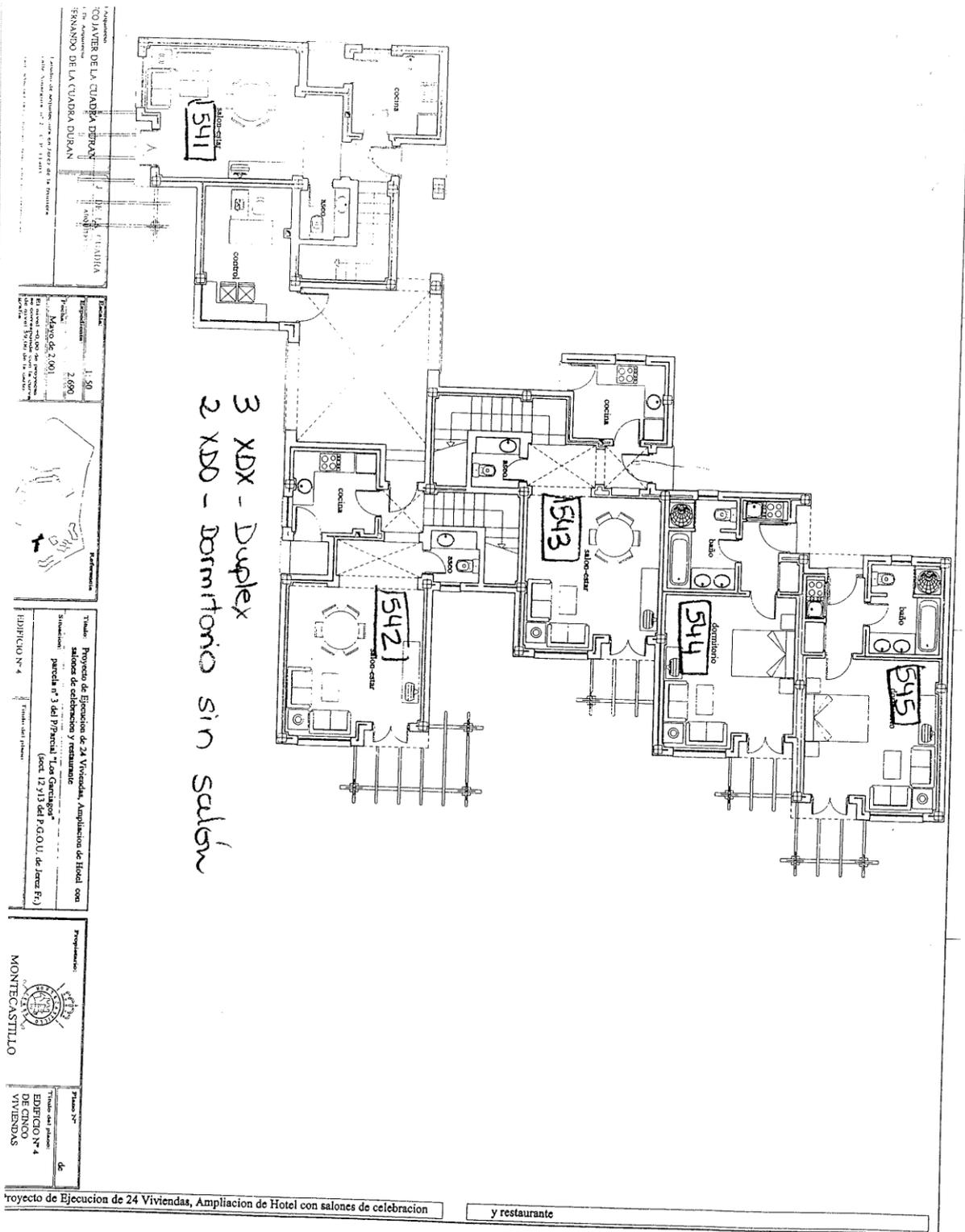
PLANTA ALTA

VP-530
Villa Presidencial

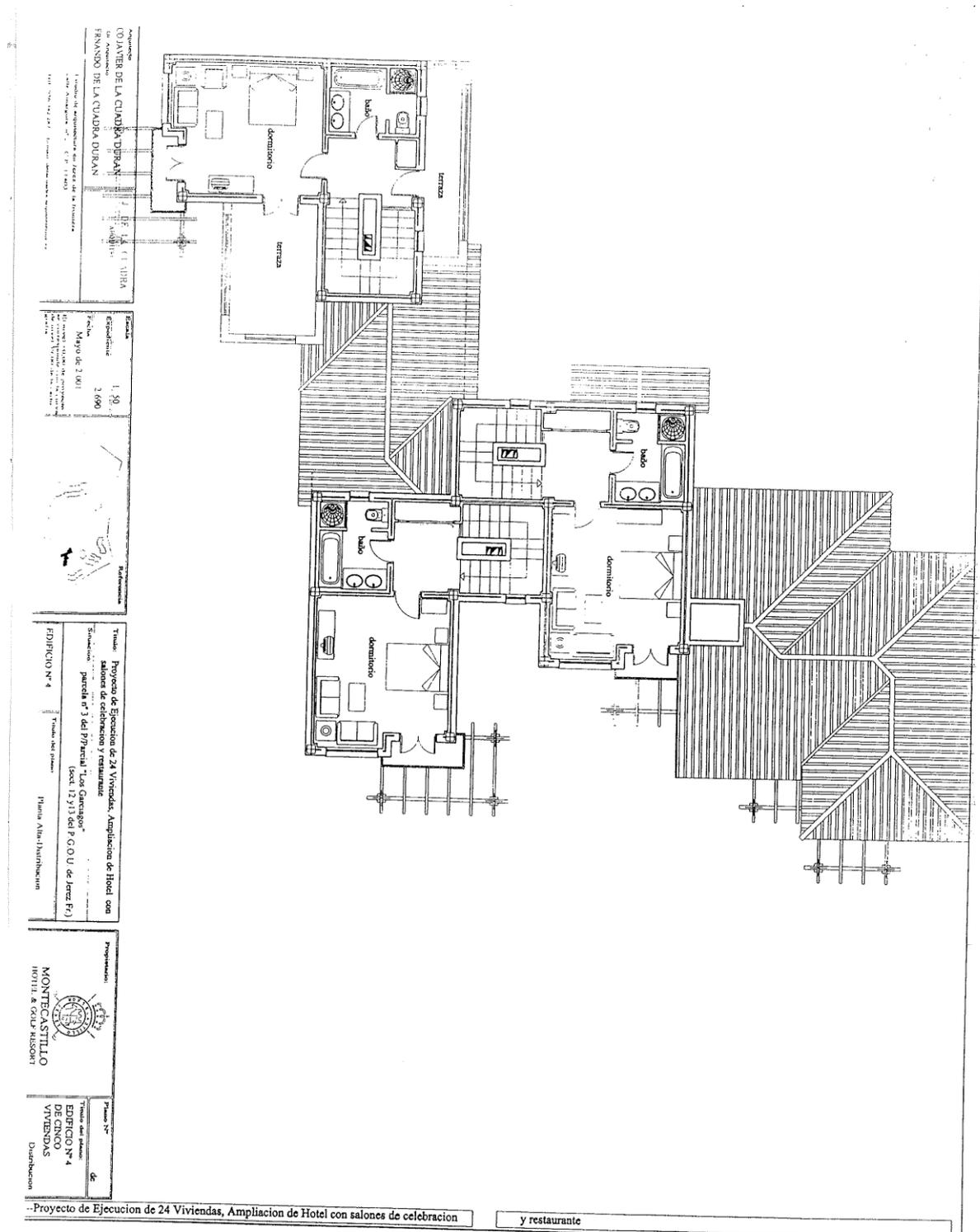
<p>Edificio: 1 DE LA CUADRA</p> <p>Arquitecto: FERNANDO DE LA CUADRA DURAN</p> <p>Ubicación: Calle Arzobispo nº 2 - CP: 11003</p> <p>Tel: 956-42 387 - 95642 388</p>	<p>Superficie: 1,50</p> <p>Superficie construida: 2,690</p> <p>Coste: MAYO DE 2.001</p> <p>Coste unitario: 1.793,33</p> <p>Coste total: 4.689,99</p>	<p>Referencia:</p>	<p>Título: Proyecto de Ejecución de 24 Viviendas, Ampliación de Hotel con salones de celebración y restaurante</p> <p>Situación: parcela nº 1 del P/Parcial "Los Quebradigos"</p> <p>Título del plano: Planos de Distribución</p>	<p>Propietario: MONTecastillo HOTEL & GOLF RESORT</p>	<p>Título del plano: EDIFICIO Nº 3</p> <p>Distribución: VIVIENDA</p>
--	---	---------------------------	--	--	--

---Proyecto de Ejecución de 24 Viviendas, Ampliación de Hotel con salones de celebración y restaurante

Planta Baja Villas:



Planta Alta Villas:



REFERENCIAS

- [1] Forum pfSense users, «<https://forum.pfsense.org/index.php>,» 2015.
- [2] Hewlett-Packard Development Company, «HP 1810 Switches. Management and Configuration Guide» HP Part Number: 5998-7093, Published: January 2015, Edition 1. , 2015.
- [3] Hewlett-Packard Development Company, «HP 1920 Gigabit Ethernet Switch Series User Guide» Software version: Release 1102, Document version 5W100-20140620., 2014.
- [4] D-Link. Corporation, «DES-3010F/DES-3010FL/DES-3010G/DES-3016/DES-3018/DES-3026 Managed 8/16/24-port 10/100Mbps N-Way Fast Ethernet Switch,» 2008.
- [5] Mikrotik, «http://wiki.mikrotik.com/wiki/Manual:Switch_Chip_Features,» 2015.