Universitat Oberta de Catalunya

Desarrollo de una red telemática para servicios de telemedicina móviles

BENITO LÓPEZ RODRÍGUEZ

TUTOR: José López Vicario

Benito López Rodríguez

RESUMEN

Este proyecto establece una solución para la incorporación de una infraestructura de sistemas y comunicaciones fijas y móviles en un complejo hospitalario, que integre los servicios generales (datos, voz, video vigilancia) y sanitarios existentes dentro un hospital, y de su parque de ambulancias.

Cómo objetivo principal se fija la integración de equipos sanitarios fijos del hospital y móviles de su parque de ambulancias (pulsímetro, termómetro, ecógrafo, electrocardiograma, desfibrilador, glucómetro, tensiómetros, etc…) dentro de la red corporativa privada, sobre un software de gestión clínica, el cual pueda gestionarse desde los equipos de hospital y dispositivos móviles.

El éxito del proyecto es por tanto mejorar la gestión interna, atención a pacientes, pre-hospitalización de éstos, y atención de urgencias en cualquier localización, mediante un sistema telemático escalable y con beneficios económicos para el Hospital.

OVERVIEW

This project provides a solution for the incorporation of a infrastructure system, fixed and mobile communications in a hospital complex which integrates the existing general health services (data, voice, video surveillance) within a hospital, and its fleet of ambulances.

The main objective is the integration of fixed medical equipment in the hospital and its fleet of mobile ambulances (heart rate monitor, thermometer, ultrasound scanner, ECG, defibrillator, glucometer, blood pressure cuff, etc...) inside the private corporate network, set on a clinic management software, which can be managed from the hospital equipment and mobile devices.

The success of the project is therefore to improve the internal management, patients care and their pre-hospitalization and emergency care in any location, using a scalable telematic system and considering the profits for the Hospital.

ÍNDICE

Resumen / Overview (español / inglés) 1
ÍNDICE 2
ÍNDICE DE IMÁGENES 4
ÍNDICE DE TABLAS 4

1.- INTRODUCCIÓN 5
1.1.- Introducción al proyecto 5
1.2.- Motivaciones 6
1.3.- Objetivos 7
1.4.- Estructura de la memoria 8

2.-GESTIÓN DEL PROYECTO 9
2.1.- Planificación inicial 9
2.2.- Organización del proyecto 10

3.- ESTADO DE LA CUESTIÓN 11
3.1.- Telemedicina 11
3.1.1.- Dispositivos médicos de medición 12
3.1.2.- DICOM 13
3.1.3.- PACS 14
3.1.4.- SALUS-Qsoft 15
3.2.- Tecnologías de comunicaciones inalámbricas privadas 15
3.2.1.- WIFI 17
3.2.2.- TETRA 18
3.2.3.- TEDS 18
3.2.4.- LTE 19
3.2.5.- WIMAX 19
3.2.6.- Análisis 20
3.3.- Situación actual 21
3.4.- Definición de requerimientos 23
3.4.1.- Requerimientos funcionales 23
3.4.2.- Requerimientos no funcionales 24
3.4.3.- Requerimientos externos 24

4.- DISEÑO DEL SISTEMA 25
4.1.- Comunicaciones y sistemas dentro del HOSPITAL 25
4.1.1.- Cableado estructurado 26
4.1.2.- Backbone y diseño lógico 27
4.1.3.- Red de datos 29
4.1.4.- Red de voz 29
4.1.5.- Red y sistemas de telemedicina 31
4.1.5.1- Red local de equipos para telemedicina 31
4.1.5.2- Sistema PACS 32
4.1.5.3- Sistema SALUS 32
4.1.6.- Red videovigilancia 33
4.1.7.- Red WIFI de invitados 34
4.1.8.- Seguridad perimetral. Publicación 35
4.2.- Comunicaciones externas del HOSPITAL 37
4.2.1.- Topología de red 37
4.2.2.- Conexión de datos por radioenlaces microondas 39
4.2.2.1- Estudio de cobertura de radioenlaces 39
4.2.2.2- Estudio visibilidad con XIRIO®-Online 40
4.2.2.3- Listado de estaciones base 41
4.2.3.- Red de estaciones WIMAX 42
4.2.3.1- Licenciamiento frecuencia 42
4.2.3.2- Estaciones base. 45
4.2.3.3- Equipos de ambulancia 46
4.2.3.4- Equipos telemedicina móviles del HOSPITAL 46
4.2.3.5- Estudio de cobertura con XIRIO®-Online 47
4.2.4.- Red Privada Virtual sobre SSL con certificado de usuario 49
4.3.- Mapa de red de la solución 50

5.- PLAN DE CONTINGENCIAS 51
6.- POLÍTICAS DE SEGURIDAD Y LOPD 54
7.- PRESUPUESTO 56
8.- CONCLUSIONES 58
9.- GLOSARIO 59
10.- BIBLIOGRAFÍA 60

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: Diagrama de Gantt del proyecto....9
FIGURA 2: Estructura de un archivo DICOM....13
FIGURA 3: Zona de cobertura del proyecto....16
FIGURA 4: Sistemas y comunicaciones actuales en el HOSPITAL....22
FIGURA 5: Análisis cobertura mediante "Unifi Controller Software"....34
FIGURA 6: Seguridad perimetral....36
FIGURA 7: Topología de la red inalámbrica privada....38
FIGURA 8: Ericsson TN-R5 y antena....39
FIGURA 9: Estudio de visibilidad con XIRIO®-Online....40
FIGURA 10: Radioenlaces entre estaciones base....41
FIGURA 11: Documentación técnica solicitud autorización servicio radiolocalización....43
FIGURA 12: ARBA MOB-BS-500....45
FIGURA 13: Dispositivos "soft-handover"....45
FIGURA 14: CPE ambulancias....46
FIGURA 15: Configuración banda frecuencias XIRIO®-....47
FIGURA 16: Resultado estudio cobertura WIMAX con XIRIO®-Online....48
FIGURA 17: Mapa de red de la solución....50

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: Tecnologías utilizadas en Telemedicina....11
TABLA 2: Terminales electrónicos de medición médica....12
TABLA 3: Tamaño de imágenes DICOM según modalidad....14
TABLA 4: Anchos de banda de estudios radiológicos....15
TABLA 5: Estándares IEEE 802.11....17
TABLA 6: Análisis de tecnologías móviles privadas....20
TABLA 7: Inventario puestos de trabajo/puntos de red a instalar....26
TABLA 8: Distribución de switches por planta....27
TABLA 9: VLANES y direccionamiento IP del HOSPITAL....28
TABLA 10: Inventario cámaras IP videovigilancia....33
TABLA 11: Listado de estaciones base....41
TABLA 12: Inventario de dispositivos de reserva para contingencias....52
TABLA 13: Plan de contingencias....53
TABLA 14: Medidas de seguridad para cumplimiento LOPD....55

1. - INTRODUCCIÓN

1.1.- INTRODUCCIÓN AL PROYECTO

La empresa “SANIUOC S.A.” dispone un Hospital (a partir de ahora HOSPITAL) situado en la C/ Pasó 38 de Madrid capital, el cual está formado por formado 96 médicos en 15 consultas médicas de hasta 46 especialidades, 20 salas de pruebas, 3 laboratorios y 150 camas.

En añadidura, el HOSPITAL dispone de un parque privado de 20 ambulancias equipados con sistemas vitales básicos (pulsímetro, termómetro, ecógrafo, electrocardiograma, desfibrilador, glucómetro, tensiómetros, etc…).

Para implantar una solución íntegra y escalable de telemedicina en el HOSPITAL, en primer lugar se habrá de estudiar las necesidades, requerimientos y objetivos, contactar con fabricantes para investigar la integración de sensores médicos a la red de datos cableada e inalámbrica, valorar los sistemas de comunicación inalámbrica para ambulancias y dispositivos móviles según la cobertura y ancho de banda requeridos, sistemas de VoIP y sistemas de videovigilancia integrados en redes de datos.

Después, se diseñara una red LAN (ethernet y fibra óptica) en el HOSPITAL, dimensionada para poder mantener todos los servicios de Internet, VoIP, video Vigilancia y sensores de equipamientos médicos.

Se diseñara la seguridad perimetral para publicar con total privacidad datos médicos para dispositivos móviles cómo smartphone, tablets, u ordenadores de personal clínico externo. A este respecto, los ambulancias deben comportarse como un puesto médico del HOSPITAL, reportando datos médicos on line.

Se habrá de confeccionar el documento de LOPD, atendiendo a las políticas de dominio, firewall, antivirus, gestión clínica, videovigilancia y comunicaciones inalámbricas, y finalmente habrá una detallada valoración económica de la solución, y su impacto en la empresa.

1.2.- MOTIVACIONES

La empresa SANIUOC S.A. mantiene un hospital desde hace 15 años dónde se utiliza una centralita de voz analógica obsoleta, sistemas de videovigilancia dedicados no centralizados, red informática de 10Mbps con acceso a internet, y software de gestión clínica llamado “SALUS-Qsoft”, usado únicamente para agenda y contabilidad.

Además, las consultas externas son siempre presenciales, las ambulancias disponen de unidades de soporte vital básico con personal no especializado, y por tanto la prehospitalización de emergencias se inicia en urgencias del propio HOSPITAL. Por último indicar que SANIUOC S.A. ha invertido en modernos equipos médicos, sin embargo tanto historiales clínicos cómo pruebas médicas se siguen gestionando en papel y placas.

SANIUOC S.L. desea informatizar totalmente los servicios generales y médicos del HOSPITAL, además de dotar de movilidad a la solución para mejorar atención y prehospitalización.

Este proyecto se propone cómo solución para la integración telemática escalable de todos los sistemas de voz/datos, médicos, y su éxito supondrá un ahorro de hasta un 20% del gasto sanitario en general y del hospital en particular, al cambiar el paradigma de funcionamiento:

- Facilitar movilidad a servicios médicos y pacientes, sin importar condición personal ni localización geográfica.
- Seguimiento domiciliario telefónico y por videoconferencia de enfermos crónicos.
- Aprovechamiento de los equipos médicos actuales.
- Sistemas de ambulancias comunicadas para mejorar la prevención, pronóstico, diagnóstico y seguimiento de enfermedades y mejorar prehospitalización.
- Reducción de tiempo y costes por desplazamientos.
- Ahorro de costes en comunicaciones voz.
- Ahorro de costes por gestión de recursos humanos.

1.3.- OBJETIVOS

El enfoque global del proyecto abarca unos objetivos que se pueden separar en cuatro bloques bien definidos:

- Diseño de una red multiservicio corporativa cableada en el HOSPITAL:
  - Red Ethernet para servicios datos corporativos e Internet.
  - Red VoIP corporativa.
  - Red Videovigilancia IP.

- Diseño de una solución para gestión clínica, dotada de movilidad tanto para gestión del personal médico cómo consulta de pacientes, e integrada con dispositivos de telemedicina fijos y móviles del hospital, y del parque de ambulancias del hospital:
  - Selección de software de gestión clínica.
  - Diseño de red cableada para sensores de equipamientos de telemedicina fijos y móviles.
  - Diseño de seguridad perimetral para servicios de movilidad.
  - Integración telemática con red de ambulancias privadas y sus equipamientos médicos.

- Aspectos legales: Confección de documento de seguridad para la LOPD.

- Confección presupuesto detallado de la solución integra.

1.4.- ESTRUCTURA DE LA MEMORIA

- **GESTIÓN DEL PROYECTO:** Se trata de la planificación de tareas y dependencias en el tiempo, la organización de recursos humanos corporativos, y las empresas colaboradoras.

- **ESTADO DE LA CUESTIÓN:** Se trata de la descripción de la solución, y el análisis de las principales tecnologías para redes privadas inalámbricas de banda ancha, aclarando los motivos de la elección de WIMAX cómo red troncal.

  Inventario de los recursos a dimensionar (velocidades, número de usuarios o terminales, servicios a soportar, etc), y análisis de la definición de requerimientos.

- **DISEÑO DEL SISTEMA:** Se trata de la descripción explícita del diseño de la solución, atendiendo a los siguientes servicios: infraestructura de red en el HOSPITAL, infraestructura de red inalámbrica, red de sistemas telemedicina, telefonía, videovigilancia y seguridad perimetral.

- **PLAN DE CONTINGENCIA:** Políticas de backup de sistemas y comunicaciones

- **POLÍTICAS DE SEGURIDAD Y LOPD:** Se trata de las políticas de seguridad a instalar en los sistemas e informe para registros de archivos en LOPD.

- **PRESUPUESTO:** Presupuesto del proyecto.

- **CONCLUSIONES.**

- **GLOSARIO.**

- **BIBLIOGRAFÍA.**

2. - GESTIÓN DEL PROYECTO

2.1.- PLANIFICACIÓN INICIAL

Estas son las diferentes fases del proyecto, cuyo inicio, finalización y dependencias se indican en el diagrama:

- **Inicio de Proyecto**: 1-10-2014.
- **Gestión del proyecto**: 2-10-2014 a 13-10-14 *(8 días).*
- **Diseño técnico**: 14-10-2014 a 19-11-2014 *(27 días).*
- **Adecuación infraestructura**: 1-10-2014 a 3-12-2014 *(46 días)*
- **Políticas de seguridad y LOPD**: 19-11-2014 a 25-11.2014 *(4 días)*
- **Implantación sistema**: 4-12-2014 a 24-12-2014 *(15 días)*
- **Piloto inicial**: 24-12-2014 a 30-12-2014 *(4 días)*
- **Puesta en marcha del servicio**: 31-12-2014 a 5-1-2015 *(7 días)*
- **Finalización proyecto**: 8-1-2015
- **Entrega documentación fin de proyecto**: 11-1-2015
- **Presentación del proyecto:** 18-1-2015

		Nombre de tarea	Duración
1		Inicio de proyecto	1 día?
2		**Gestión del proyecto**	**8 días**
3		Inventario sistemas y comunicaciones	2 días
4		Analisis de necesidades	1 día
5		Estudio fabricantes software gestión clínica	2 días
6		Estudio tecnologías inalámbricas	2 días
7		Estudio dispositivos medición sanitarios	2 días
8		Definición requerimientos	1 día
9		Documento de alcance	2 días
10		Gestión del proyecto finalizada	0 días
11		**Diseño técnico**	**27 días**
12		**Red datos**	**4 días**
13		Cableado estructurado	1 día
14		Electrónica de red	1 día
15		Sistemas corporativos (AD, Intranet)	1 día
16		Acceso Internet y VPN	1 día
17		**Red voz**	**3 días**
18		Sistema de centralita	2 días
19		VLAN y adaptación a red de datos	1 día
20		**Red videovigilancia**	**3 días**
21		Sistema central de gestión	2 días
22		VLAN y adaptación a red de datos	1 día
23		**Red sistemas telemedicina**	**9 días**
24		Software de gestión clínica (SGC)	2 días
25		Servidores BD y DICOM	2 días
26		Adaptación equipos médicos fijos al medio	2 días
27		Integración con SGC	3 días
28		**Mobilidad y seguridad**	**14 días**
29		Seguridad perimetral	2 días
30		Infraestructura de red inalámbrica	3 días
31		QoS sistemas telemedicina	2 días
32		Integración con dispositivos móbiles	2 días
33		**Red comunicación con ambulancias**	**5 días**
34		Integración con sistemas médicos	3 días
35		Comunicación con red DGT	2 días
36		Diseño técnico finalizado	0 días
37		**Adecuación infraestructura**	**46 días**
38		Configuración de red sistemas en uso	2 días
39		**Obtención del nuevo entorno de operación**	**46 días**
40		Cableado estructurado	6 días
41		Sistemas de seguridad / comunicaciones	8 días
42		Gateways equipos médicos	13 días
43		Contratación medio inalámbrico	10 días
44		Smartphones y tablets	5 días
45		Adecuación infraestructura finalizada	0 días
46		**Politicas seguridad y LOPD**	**4 días**
47		Sistemas	4 días
48		Comuniciones	2 días
49		Medios inalámbricos	2 días
50		Creación documento LOPD	4 días
51		Politicas seguridad y LOPD finalizadas	0 días
52		Implantación sistema	15 días
53		**Piloto inicial**	**4 días**
54		Red de datos	4 días
55		Telefonía fija	2 días
56		Videovigilancia	2 días
57		Sistemas médicos fijos	2 días
58		Red de ambulancias y su equipamiento	4 días
59		Acceso móbil al sistema	4 días
60		Piloto inicial finalizado	0 días
61		**Puesta en marcha de servivio**	**7 días**
62		Creacción perfiles y acceso	3 días
63		Pruebas funcionales	2 días
64		Soporte y formación	2 días
65		Puesta en marcha de servivcio finalizada	0 días
66		Finalización proyecto	0 días
67		Entrega documentación fin de proyecto	1 día

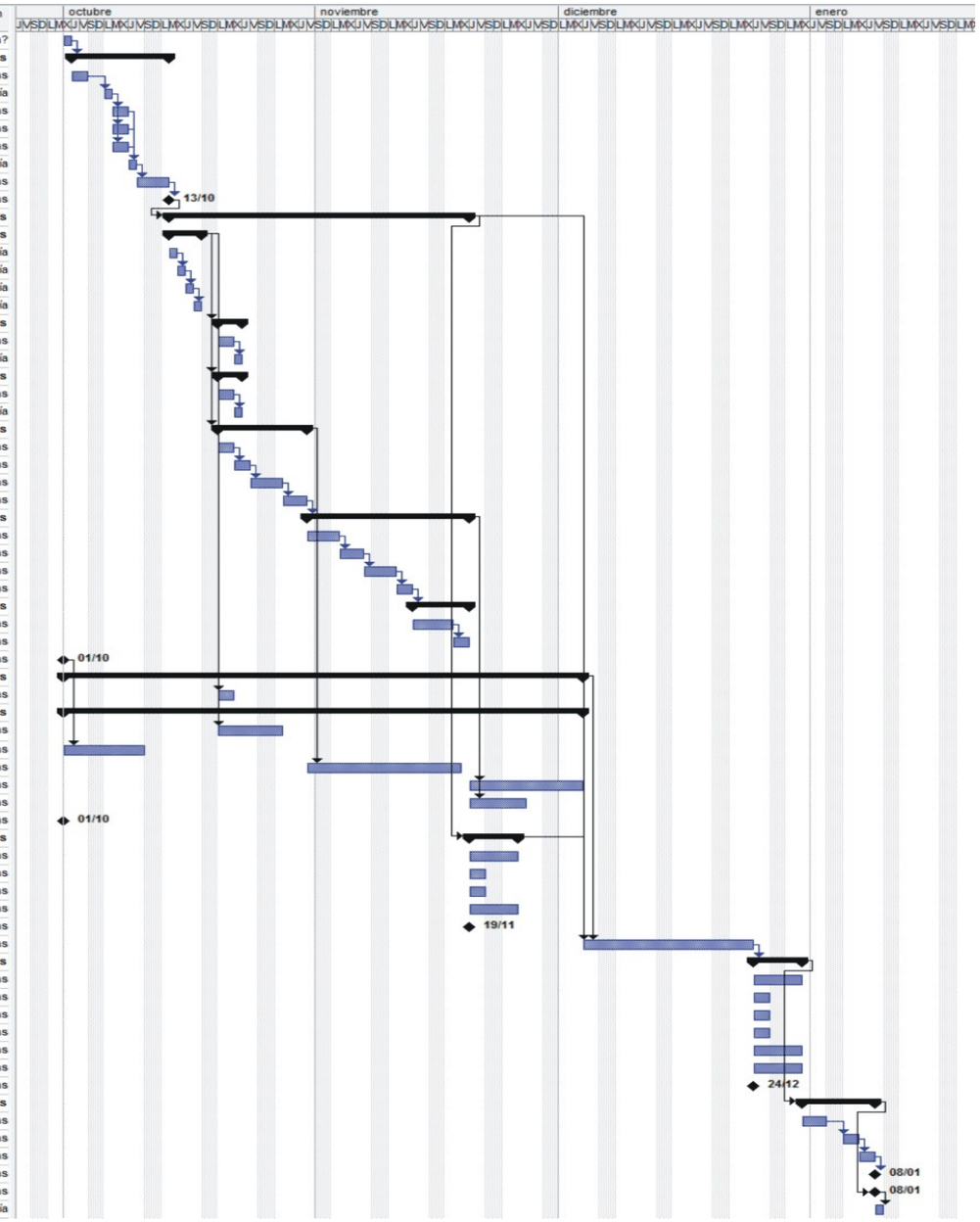


***Fig. 1**: Diagrama de Gantt del proyecto*

2.2.- ORGANIZACIÓN DEL PROYECTO

La duración estimada del proyecto es de 69 días laborables. El lanzamiento del proyecto comenzará el día 1 de Octubre de 2014 con una reunión de gestión y coordinación de la implantación. El proyecto contará en todo momento con un Jefe de Proyecto (Benito López Rodríguez) que asumirá todas las funciones de organización y gestión del mismo, con lo que respecta a la solución propuesta.

Para la adecuación, desarrollo e implantación de la herramienta, será necesaria la participación de los siguientes recursos humanos internos:

- Estructura del equipo de trabajo:
  - 1 Jefe de Proyecto a jornada completa durante todo el proyecto.
  - 1 técnico de comunicaciones en la sede central, a jornada completa durante todo el proyecto.
  - 2 técnicos de sistemas en la sede central, a jornada completa durante todo el proyecto.
  - 3 técnicos de campo a jornada completa para el despliegue en el Hospital de todos los puestos de voz, datos, y software de gestión clínica.

Además, será necesaria la colaboración con los siguientes fabricantes y proveedores externos:

- Organismo para contratación del espectro eléctrico "**SETSI**"
- Proveedor de cableado estructurado "**COMMSCOPE**".
- Proveedor de hardware para electrónica de red "**CISCO SYSTEMS**".
- Proveedor de hardware de servidores y PC´s "**HEWLETT-PACKARD (HP)**".
- Proveedores e instaladores de hardware de sistemas WIMAX:"**ALBENTIA SYSTEMS S.A.**", y microondas: "**ERICSSON**".
- Proveedor de hardware de sistemas WIFI internos "**UBIQUITI NETWORKS**".
- Proveedor de sistemas de videovigilancia "**AXIS COMMUNICATIONS**".
- Proveedor de software para software de sistemas y voz "**MICROSOFT**".
- Proveedor de software para software de gestión clínica SALUS "**QSOFT**".

3.- ESTADO DE LA CUESTIÓN

3.1.- TELEMEDICINA

La telemedicina es la prestación de servicios médicos y sanitarios a distancia, apoyándose en las tecnologías de la información y comunicaciones.

Puede ser por tanto desde una conversación telefónica paciente-médico, hasta una gestión de historia médica o diagnóstico ecográfico, realizados on-line sobre un paciente en cualquier lugar del mundo.

Las funciones de la telemedicina se agrupan en cuatro grandes capacidades: sensorización (biomédica), procesamiento, almacenamiento y comunicación, las cuales avanzan a la par que los sistemas de TI para dotar de estos servicios:

- Asistencia domiciliaria (incluidos cuidaos de larga duración y paliativos)
- Prevención y ayuda a autocuidados y promoción dela salud
- Prehospitalización
- Telemonitorización, diagnóstico remoto y receta electrónica.
- Herramientas de gestión de servicios sanitarios en general.

***TABLA 1**: Tecnologías utilizadas en Telemedicina*

		Sensórica											Procesamiento		Comunicaciones				Modalidades de Interacción						Terminales de interacción				
Servicio vs. Tecnología		Alarmas técnicas	Sensores de ocupación de cama y sillón	Sensores inerciales (acelerómetros, giróscopos...)	Sensores de presencia por infrarrojos	Sensórica de localización exterior (GPS, GSM)	Sensórica de localización en interiores (WiFi...)	Sensórica de contacto para apertura/cierre (armarios, frigoríficos...)	Sensórica consumo electrodomésticos	Sensores para monitorización constantes vitales	Redes de sensores WPAN	Redes de sensores WLAN	Técnicas "sencillas"	Procesamiento inteligente (IA, data mining...)	RTC (telefonía fija)	GSM, GPRS, 3G (telefonía móvil)	Comunicación inalámbrica de corto alcance (Bluetooth, Zigbee...)	Banda ancha Internet (ADSL, fibra óptica, WiFi...)	voz	tactil	audio y video (videoconferencia)	mando de la TV	interfaces adaptativas y multimodales	entorno gráfico avanzado (juegos, juegos serios)	dedicado	PC (convencional o all in one)	smartphone	tablet	TV
Teleasistencia	1ª generación														X				X						x				
	2ª generación	x	x	x	x								x		x				x						x				
	Móvil					x							x			x			x						x				
	3ª generación	x	x	x	x		x	x	x					x				x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x
	Servicios de localización y seguimiento para el cuidador	x	x		x	x							x			x			x						x	x	x	x	
Telemedicina	Telemonitorización									x			x	x	x	x	x		x	x	x	x			x	x	x	x	x
	Teleconsulta									x								x	x		x					x			x
	Soporte a la toma de la medicación												x		x			x							x	x	x	x	x
Telerehabilitación y estimulación cognitiva	Telerehabilitación física			x									x					x			x			x	x	x			x
	(Tele)rehabilitación y estimulación cognitiva												x								x			x	x	x		x	x
Ocio, formación e interacción social													x							x	x	x		x		x	x	x
Promoción de estilos de vida saludables				x						x			x				x	x	x	x	x	x				x	x	x	x
Ambient Assisted Living (multiservicio)		x	x	x	x		x	x	x	x	x	x		x			x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x

El objetivo final de la Telemedicina es disponer de una "**Salud Conectada**" segura, interoperable, móvil y escalable.

3.1.1- Dispositivos médicos de medición

A continuación se muestra una tabla con los principales aparatos médicos electrónicos de que dispone el hospital y su parque de ambulancias:

***TABLA 2**: Terminales electrónicos de medición médica*

	TERMINAL	DESCRIPCIÓN	AMBITO	TIPO CONEXIÓN DATOS	TIPO DATOS TRANSFERIDOS
	Electrocardiógrafo portátil "EGC-1250K"	Evalúa la actividad eléctrica del corazón (EGC)	Ambulancia y HOSPITAL	LAN o memoria SD	Protocolo propietario. Estudio con software "EGC Viewer"
	Espirómetro "Datospir Micro"	Evalúa saturación del oxígeno en sangre periférica (SpO2)	Ambulancia y HOSPITAL	USB, RS232 o Bluetooth	Datos planos compatibles con cualquier sistema
	Pulsiómetro "Spo2"	Evalúa saturación del oxígeno en sangre mediante infrarrojos	Ambulancia y HOSPITAL	Sin conexión externa	Sin conexión externa (sólo pantalla táctil)
	Glucómtero "Accu-Check Infrm II"	Evalúa la concentración de glucosa en la sangre	Ambulancia y HOSPITAL	USB o WiFI	Texto en formato DICOM
	Desfibtilador monior "Elife 700"	Realiza descargas eléctricas para recuperar constantes vitales	Ambulancia y HOSPITAL	Ethernet 1000Base-TX	Datos planos compatibles con cualquier sistema
	Ecógrafo portátil "SAMSUNG Sonoacre R3"	Genera secuencias de imágenes de órganos y formaciones del cuerpo	Ambulancia y HOSPITAL	USB, memoria SD, Ethernet 1000Base-TX	Imágenes de DICOM
	Sistema radiológico "ORTHOPOS XG"	Realiza radiografías	HOSPITAL	Ethernet 1000Base-TX	Imágenes de DICOM
	Densiómetro "GE HealthCare Lunar Prodigy Advanced	Realiza radiografías mejoradas para medir pérdida ósea	HOSPITAL	Ethernet 1000Base-TX	Imágenes de DICOM
	TAC "General Electric Lightspeed system Horizon"	"Tomografía Axial Computerizada", explora radiológica-mente un órgano desde distintos planos	HOSPITAL	Ethernet 1000Base-TX	Video DICOM
	Mamógrafo "Senographe DS"	Realiza radiografías de la mama	HOSPITAL	Ethernet 1000Base-TX	Imágenes DICOM
	Angiógrafo "Innova 3100"	Genera imágenes cardiovasculares e intervencionistas	HOSPITAL	Ethernet 1000Base-TX	Imágenes de DICOM

Evaluando el ámbito y tipo de conexión externa de los terminales, la mejor solución para integrar los datos clínicos al sistema central son:

- **HOSPITAL:** Todos los terminales que generan pruebas médicas en imagen y video transfieren estos datos al sistema central sobre protocolo DICOM (*Digital Imaging and Communication in Medicine*) a través de conexión Ethernet 1Gb y utilizando el cableado estructurado como medio, mientras que otras mediciones médicas se incorporaran manualmente a la historia clínica del paciente mediante los protocolos/formularios del software SALUS-Qsoft.

- **AMBULANCIAS:** Se dispondrá de un ordenador portátil que soporte el software de gestión clínica corporativo "SALUS-Qsoft" y dónde se conecten vía USB glucómetro y espirómetro, y vía Ethernet Electrocardiógrafo, desfibrilador y Ecógrafo, mientras que otras mediciones médicas se incorporaran directamente a la historia clínica del paciente mediante los protocolos/formularios del software SALUS-Qsoft. La comunicación de datos, voz y video ambulancia-HOSPITAL se realizará mediante una red inalámbrica privada y securizada, con ancho de banda suficiente..

3.1.2- DICOM

DICOM 3.0 ***(Digital Imaging and Communication in Medicine)*** es un protocolo estándar de imagen digital y comunicación en medicina nacido en 1985 que incluye la definición de un formato de fichero y de un protocolo de comunicación de red los cuales permiten la integración de escáneres, servidores, estaciones de trabajo, impresoras y hardware de red de múltiples proveedores dentro de un sistema de almacenamiento y comunicación de imágenes.

DICOM trata cada paciente, prueba médica, equipo etc… cómo un objeto llamado IODs (DICOM Information Object Definitions) que consta de una cabecera y un conjunto de datos formados por más de 2000 atributos (llamados diccionario DICOM), de forma que una archivo imagen de radiología contendrá cientos de metadatos referentes a ésta.

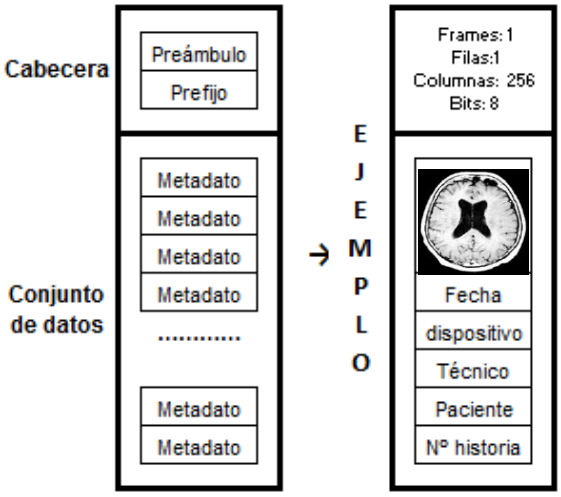


Fig. 2: *Estructura de un archivo DICOM*

3.1.3- PACS

PACS (Picture Archiving and Communication System) es una sistema formado por varios servidores (PACS, Borker, RIS, Servidor de Interfaces) que tienen la función de almacenar las pruebas médicas digitalizadas (adquiridas manualmente o mediante DICOM) de los pacientes, haciendo esta información verídica, consistente, protegiéndola ante cambios no autorizados y asegurando su continuidad ante posible desastres.

PACS se debe diseñar para orientar el mayor flujo de tráfico de información en las unidades de rayos y consultas, dónde se realizara diagnóstico y se generaran informes. Se debe asegurar 1Gbps de velocidad de trasmisión entre sus nodos.

PACS sigue una estrategia para almacenamiento de información que tiene relación con los servidores de su sistema: las imágenes se consultaran más frecuentemente en las horas inmediatamente posteriores a su adquisición, y la probabilidad de consulta disminuye con el tiempo; así se definen dos tipos de almacenamiento:

- Corto plazo: almacenamiento local durante 45 días. 2Tb de espacio.
- Largo plazo: almacenamiento durante años. 50Tb de espacio.

Para almacenamiento a corto plazo se utilizaría el servidor de base de datos de PACS, con dos servidores para workflow de imágenes, y un servidor para caché on-line de imágenes, mientras que para largo plazo se utilizaría un solo robot de almacenamiento.

A continuación se muestra el tamaño de las imágenes que almacenará el sistema PACS, según el tipo de prueba médica realizada:

***TABLA 3**: Tamaño de imágenes DICOM según modalidad*

Modalidad	Resolución	Densidades	Tamaño (MB)
Radiografía Tórax	4096 x 4096	12 bit	32
Radiografía Computada	2048 x 2560	12 bit	10
Digitalizador	2048 x 2560	12 bit	10
Ecografía	256 x 256	8 bit	0,0625
Ecografía Doppler	512 x 512	8 bit	0,25
Ecografía Color	512 x 512	8 bit	0,25
TC	512 x 512	12 bit	0,5
RM	512 x 512	8 bit	0,25
Angiografía	1024 x 1024	8 bit	1
Densitometría	512 x 512	8 bit	0,25
Gammagrafía	512 x 512	8 bit	0,25

3.1.4- SALUS-QSoft

SALUS es un software de gestión clínica desarrollado por la empresa Qsoft, y del que dispone y utiliza el HOSPITAL para agenda/citación. Si bien, QSoft ha seguido desarrollando este software y en su última versión SALUS-Qsoft 11.0.0.72, ya se incluye módulos para documentación externa, integración con dispositivos DICOM, alertas SMS y movilidad.

SALUS-Qsoft utiliza SQL Express cómo sistema de base de datos para almacenar los datos tipo texto (datos paciente, personal médico, agenda citaciones, datos de historia clínica, etc…); si bien, se puede integrar con los servidores PACS, enlazando estos informes electrónicos en SQL a sus imágenes correspondientes DICOM en los servidores PACS, siendo el NIF del paciente, su número de historia clínica y el nº de colegiado médico las claves unívocas relacionales.

3.2.- TECNOLOGÍAS DE COMUNICACIONES INALÁMBRICAS PRIVADAS

Para definir la tecnología inalámbrica más adecuada sobre la que diseñar la estructura troncal móvil del proyecto, se estudian las diferentes alternativas con respecto a las siguientes necesidades:

- Ancho de banda: A continuación se muestra una tabla con los anchos de banda necesarios para la transmisión de estudios radiológicos que serán los más pesados a transmitir (los datos están considerados para comunicaciones libres de errores y ancho de banda totalmente disponible):

***TABLA 4**: Anchos de banda de estudios radiológicos*

	Ancho de banda* (kb/s)								
	33.6	56	64	128	256	384	512	1,024	1,1000
Radiografía digital	332.88	199.73	174.76	87.38	43.69	29.13	21.85	10.92	1.02
Radiografía computadorizada	83.22	49.93	43.69	21.85	10.92	7.28	5.46	2.73	0.25
Mamografía	166.44	99.86	87.38	43.69	21.85	14.56	10.92	5.46	0.51
Resonancia magnética	52.01	31.21	27.31	13.65	6.83	4.55	3.41	1.71	0.16
Tomografía computadorizada	31.21	18.72	16.38	8.19	4.10	2.73	2.05	1.02	0.10
Medicina nuclear	20.81	12.48	10.92	5.46	2.73	1.82	1.37	0.68	0.06
Angiografía	20.81	12.48	10.92	5.46	2.73	1.82	1.37	0.68	0.06
Ultrasonido	37.45	22.47	19.66	9.83	4.92	3.28	2.46	1.23	0.11

Las imágenes DICOM son las que consumirán más ancho de banda en la trasmisión de datos entre ambulancia y HOSPITAL. Cómo se ve en la tabla una radiografía tarda un segundo en trasmitirse por una canal limpio de 1´1Mbps. Tratándose de un medio inalámbrico se estima que lo deseable es que la velocidad sea mínimo 5 veces más rápido, es decir, 5Mbps.

- Cobertura: La cobertura debe abarcar íntegramente la comunidad de Madrid (8030 km^2), estando la estación de base de transmisión en el propio HOSPITAL (coordenadas 40.489627,-3.715627), y teniendo en cuenta que el número de comunicaciones máximo que deberá soportar cada nodo será como máximo el del número de ambulancias de que dispone el HOSPITAL (actualmente 20).

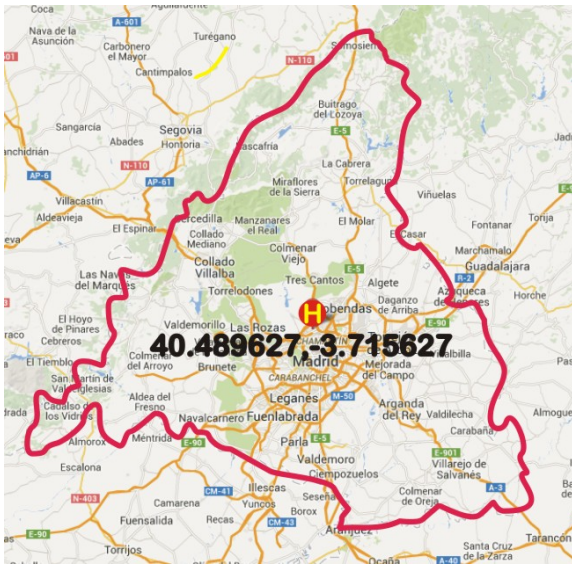


***Fig. 3**: Zona de cobertura del proyecto*

- <u>Seguridad</u>: Dados los datos a transmitir, de nivel de seguridad alto según LOPD, se ha de securizar al máximo tanto transmisión cómo datos. Por ello se habrá de seleccionar frecuencias de emisión dedicadas, no públicas, y tener la capacidad de encriptar la señal emitida tanto en origen cómo en destino.

- <u>Disponibilidad</u>: Se requiere disponer de una alternativa en el medio de comunicación inalámbrico entre ambulancia y HOSPITAL, en caso de fallo del medio principal. Este tipo de conexión alternativa deberá cumplir, en la medida de lo posible, las necesidades descritas.

- <u>Escalabilidad</u>: El sistema de comunicación debe diseñarse para una fácil escalabilidad, en caso de necesitar aumentar la cobertura o número de conexiones/ambulancias por nodo de que dispone el HOSPITAL.

3.2.1- WIFI

WIFI es un mecanismo de conexión regido por el estándar IEEE802.11, que nació en el año 2000 fruto del esfuerzo de varias empresas por dar interoperabilidad inalámbrica entre distintos dispositivos. WIFI trabaja en la banda de los 2,4GHz, y desde hace pocos años también 5GHz, según estos estándares / anchos de banda:

***TABLA 5**: Estándares IEEE 802.11*

	Frecuencia	Ancho de banda	Número canales	Cobertura (sin antenas)
802.11a	5GHz.	54Mbps	8	10m.
802.11b	2,4GHz.	11Mbps	12	200m.
802.11g	2,4GHz.	54Mbps	12	75m.
802.11n	2,4GHz. 5GHz.	248Mbps	13 12	200m. 100m.
802.11ac	5GHz.	1Gbps	12	100m.

WIFI utiliza los protocolos de cifrado WEP, WPA y WPA2 (siendo este último el más seguro de los tres) para garantizar en la medida de lo posible la seguridad. WIFI también permite ocultación de los nombres de la red, o filtrado MAC.

WIFI se alza cómo una solución muy flexible, escalable y que provee el ancho de banda necesario para abordar el presente proyecto; sin embargo, la progresiva saturación del espectro radioeléctrico en las frecuencias que utiliza, puede presentar interferencias, y hace no segura su utilización para el ámbito hospitalario, a pesar de utilizar los protocolos de seguridad mentados. Además, WIFI utiliza acceso al medio por CSMA/CA (*Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance*), ralentizando la conexión y permitiendo sólo una comunicación simultánea por canal.

*3.2.2- TETRA (*Terrestral trunked Ratio*)*

TETRA (Terrestral trunked Ratio) es una solución fiable y potente de que ya dispone el HOSPITAL en sus ambulancias para comunicaciones de voz por radio móvil profesional.

TETRA puede disponer de una infraestructura propia, priorizando así las comunicaciones. Además, trabaja en un rango de bajas frecuencias usando protocolo DQPSK y formato de acceso TDMA, lo que permite conexiones full-dulpex en 4 canales diferentes de comunicación y hace que las estaciones repetidoras puedan distar hasta 58Km. unas de otra:

- Fuerzas de Seguridad: 380Mhz a 400MHz
- Uso comercial; 410Mhz a 430MHz
- Fuera de Europa: 800MHz

Si bien, el problema de dimensionar TETRA en el actual proyecto es que su ancho de banda para datos es de máximo 28’8Kbps uniendo los 4 canales de voz en uno de datos, y aunque su baja modulación de frecuencia es una ventaja en cobertura, es también un problema por soportar menos densidad de usuarios, e interferir con dispositivos electrónicos cómo marcapasos o desfibriladores que tuviera el ambulancia.

3.2.3- TEDS (TETRA Enhanced Data System)

TEDS es la versión evolucionada de TETRA, y permite hasta 150Kbps de ancho de banda trabajando en las mismas de frecuencias que su predecesor, a fin de favorecer su migración. Si bien TEDS mejora el ancho de banda de TETRA, alcanza los 83Km. de cobertura y mantiene su potente seguridad, sigue sin encajar en las necesidades del proyecto ya que no alcanza los 5Mb requeridos, y su modulación en bajas frecuencias hereda los problemas de TETRA respecto a densidad de usuarios e interferencias. En añadidura, es una tecnología que destaca para soluciones de comunicación de voz y localización de usuarios.

3.2.4- LTE (Long Term Evolution)

LTE (*Long Term Evolution*) es una estándar evolución de la norma 3GPP UMTS (3G), diseñada principalmente para hacer competitivo 3G y dotar de banda ancha móvil a teléfonos móviles y dispositivos portátiles

LTE utiliza una frecuencia única de hasta 20MHz en modo de multiplexación OFMD (Orthogonal Frecuency Division Multiplexing), lo que le hace muy eficiente ante interferencias.

El ancho de banda teórico que proporciona LTE es de hasta 362'5Mbps, admitiendo 200 usuarios por celda, y sus antenas repetidoras distan hasta 5Km.

LTE por definición es una tecnología desarrollada y enfocada a servicios de internet provisionados por operadoras móviles. Si bien la tecnología cumple con creces todas las necesidades de la red inalámbrica del proyecto, su focalización en el mercado de la telefonía sería un problema a la hora de seleccionar la base del sistema inalámbrico del HOSPITAL por invasión del espectro y saturación de celdas.

3.2.5- WIMAX (Worldwid Interoperability for Microwave Access)

WIMAX (IEEE 802.16) Se trata de una norma de transmisión de banda ancha que surge por la necesidad de dotar de conexión a internet en núcleos rurales de difícil acceso mediante cable.

WIMAX proporciona una ancho de banda de 40Mbps, en sus dos frecuencias licenciadas (2,3GHz y 3,5GHz.), dotando de una cobertura de hasta 50Km.

WIMAX es sencillo en el sentido de que recepciona datos por microondas y emite ondas de radio hacia siguiente radioenlace o dispositivo final, sin interactuar con las redes celulares 3G ni 4G. Además es sencillo añadir canales a WIMAX, y sus anchos de banda no están cerrados, pudiendo licenciar nuevos espectros de frecuencia mediante la SETSI (*Secretaría de Estado de Telecomunicaciones y para la Sociedad de la Información*).

La alternativa WIMAX encaja perfectamente con los requerimientos de la infraestructura móvil parta conexión HOSPITAL-Ambulancias; sin embargo el problema de que el uso de sus bandas comunes 2,3GHz. Y 3,5GHz. pueden generar interferencias al compartir el espectro.

3.2.6- Análisis

Tras valorar las diferentes tecnologías que pueden crear una infraestructura de red inalámbrica privada, se descartan WIFI por no alinearse con los objetivos del proyecto en cuanto a seguridad, y las dos tecnologías TETRA por no cumplir el ancho de banda mínimo de 2Mb necesario para el proyecto.

Las tecnologías LTE y WIMAX nacieron a la par y dotan de seguridad, escalabilidad y velocidad a una infraestructura propia. Sin embargo se descarta LTE por su alto coste de instalación al requerirse más estaciones base, y por estar orientada desde un principio para internet móvil y sus aplicaciones, lo que a la larga se convertiría en un problema por la disponibilidad y saturación del espectro de frecuencias.

Ya dentro de WIMAX, tecnología madura en España, la problemática recae en el uso de frecuencias libres, las cuales incurrirían en interferencias y falta de seguridad.

Se propone entonces el licenciamiento y protección radioeléctrica de la banda de los 4'9GHz para WIMAX, a través de la "Secretaría de Estado de Telecomunicaciones y para la Sociedad de la Información", en donde se ha consultado su cuadro nacional de asignación de frecuencias, y este espectro de frecuencia no estaría utilizado.

Este paso conllevaría un canon anual estimado no superior a 20.000€ (ver apartado 4.2.3.1), pero con resultados altamente funcionales por su seguridad, disponibilidad, escalabilidad y rendimiento, ya que esta frecuencia propietaria podría utilizarse para el resto de hospitales o centros médicos que tuviera SANIUOC S.A.

A continuación se muestra un cuadrante comparativo de las tecnologías vistas:

***TABLA 6**: Análisis de tecnologías móviles privadas*

	Ancho de banda	Cobertura	Seguridad	Disponibilidad	Escalabilidad	Coste implantación
WIFI	248Mbps	100m	Espectro de frecuencias masificado	CSMA/CD lo hace poco estable	Fácilmente escalable	Tecnología barata
TETRA	19Kbps	58Km	Muy seguro	Muy estable	Fácilmente escalable	Infraestructura actual
TEDS	150Kbps	83Km	Muy seguro	Muy estable	Fácilmente escalable	Reutilización infraestructura
LTE	362,5Mbps	5Km	Usa frecuencias móviles	Se está masificando su uso en movilidad	Fácilmente escalable	Cobertura: muchas estaciones base
WIMAX	40Mbps	50Km	Usa sus Frecuencias libres	Posibles interferencias	Fácilmente escalable	Estaciones base distantes
WIMAX (frecuencia licenciada)	40Mbps	50Km	Uso frecuencia licenciada 900MHz	Se blinda el espectro de frecuencias	Fácilmente escalable	Equipos licenciados más caros

3.3.- SITUACIÓN ACTUAL

Los sistemas informáticos y de telecomunicaciones del HOSPITAL datan de su inauguración en 1999. El complejo esta estructurado de la siguiente manera:

Planta baja:

- 3 despachos de dirección, 2 sala de juntas, 10 puestos de trabajo (10PT) en dpto. administración contabilidad.
- 5PT área de hospitalización con 20 habitaciones, 5PT urgencias, 5PT cirugía ambulatoria, 15PT laboratorio, 4 sala de curas, 25 consultas externas, 11 salas radiodiagnóstico y pruebas, 10 quirófanos.
- Cafetería, CPD (Centro Proceso Datos), sala central de seguridad..

Planta primera:

- 50 habitaciones, 10 puestos de control, 5PT laboratorio, 20 salas pruebas (radioterapia, medicina nuclear, oncología), 10 consultas externas

Planta segunda:

- 50 habitaciones, 10 puestos de control, 5PT laboratorio, 5 consultas externas, 10 salas pruebas (radiocirugía, neurología).

Planta tercera:

- 42 habitaciones, 8 suites, 10 puestos de control

Además estos son sus sistemas actuales:

- Cableado estructurado UTP cat 5, con un único punto de red por cada puesto de trabajo. Electrónica de red de 10Mbps.
- Centralita analógica NETCOM Neris con 100 extensiones. Cableado RJ11 desde paneles Krone de planta hasta puestos de trabajo y habitaciones.
- Puestos de Videovigilancia no centralizados, con personal dedicado.
- Comunicación con ambulancias por voz mediante tecnología TETRA.
- Gestión de citas y agenda mediante software SALUS-QSoft.
- Historiales médicos en papel, con placas de pruebas médicas adjuntas.

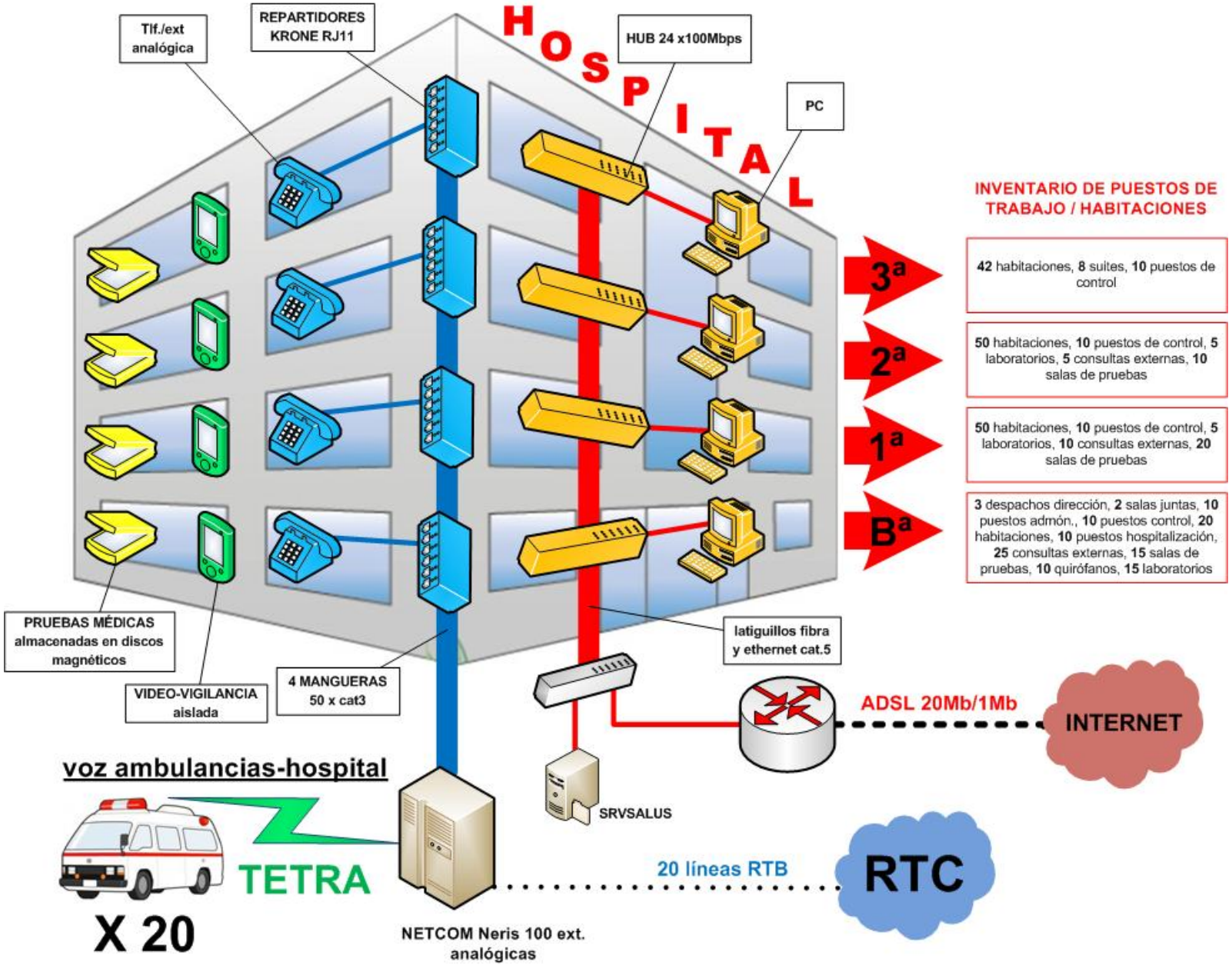


***Fig. 4**: Sistemas y comunicaciones actuales en el HOSPITAL*

3.4.- DEFINICIÓN DE REQUERIMIENTOS

Se definen los requerimientos funcionales (qué deben hacer la solución íntegra), no funcionales (cómo debe hacerlo), y externos (integración con los sistemas de que ya dispone el HOSPITAL):

3.4.1.- Requerimientos funcionales

- Dispositivos médicos: Se deberán poder digitalizar automáticamente los resultados de las pruebas médicas que se realicen en los 45 aparatos de medición del HOSPITAL. Para ello se requiere una red Ethernet a 1Gbps securizada, en dominios de broadcast dedicados. La conexión entre servidores de pruebas médicas y software de gestión clínica debe ser de 10Gbps, y estos servidores se deben dimensionar para tener una retención de hasta 20 años según LOPD.

- Movilidad: Se deberá poder acceder a información médica (con garantías de seguridad) de los pacientes, según el perfil de la persona conectada (personal médico o paciente) desde cualquier lugar y dispositivo con acceso a internet. Se requiere la ampliación de la actual línea de conectividad/publicación a 50Mbps simétricos. Además los servicios web publicados deberán estar protegidos por certificado de seguridad wilcard "*.saniuoc.com".

- Conectividad en HOSPITAL: La red del hospital debe tener acceso securizado hacia internet con canuto ampliado a 50Mbps creando VLANES y escarizándolas a nivel 3 y 4 de capas OSI. Además se dispondrá de una red WIFI para visitas 802.11n (300Mbps), totalmente aislada del resto de servicios y con acceso a internet por IP pública dedicada.

- Comunicación con ambulancias: Los 20 ambulancias deberán poder comunicarse al sistema central de PACS y SALUS-Qsoft del HOSPITAL, como si de un puesto de trabajo de éste se tratase, para envío de información médica y control sin pérdida de señal por cambio de celda hasta en movimiento a 140Km/h. Para ello se requiere una red privada inalámbrica que provea un ancho de banda de conexión mínimo de 5Mbps, y con garantías frente a interferencias e intrusiones.

- Llamadas de voz: Se deben instalar terminales para conferencias de voz de calidad en todos los 350 puestos de trabajo y habitaciones. La tecnología es IP por lo que se realizará por red local Ethernet a 1Gbps, y hacia el exterior del HOSPITAL, con un ancho de banda por llamada reservado de 74,6Kbps (códec G711A), en 60 canales de comunicación simultáneos.

- Videovigilancia: Se deben poder vigilar centralizadamente las 80 cámaras del edificio HOSPITAL, así como mantener histórico de grabaciones de las zonas del HOSPITAL de hasta un mes.

3.4.2.- Requerimientos no funcionales

- Facilidad de uso: Los interfaces y métodos para introducir los resultados de pruebas médicas (tanto desde el HOSPITAL cómo desde sus ambulancias) deben ser amigables, ágiles y seguros, para lo cual deben desarrollarse adecuadamente los protocolos de integración con SALUS-QSoft, y asegurar el ancho de banda en la LAN del HOSPITAL y ambulancias.

- Escalabilidad: Tanto las redes cableadas del HOSPITAL, cómo la infraestructura de red inalámbrica deber ser escalable para prestar servicio en caso de aumentar el número de ambulancias, cobertura de actuación de éstas, personal médico, pacientes o aparatos de medición; todo ello sin que impacte gravemente en el diseño base de la solución ni en los recursos económicos y técnicos para llevarse a cabo.

- Disponibilidad: La solución debe ser fiable, de forma que los sistemas y comunicaciones estén respaldados en caso de cortes de los sistemas y comunicaciones críticos principales.

3.4.3.- Requerimientos externos

La solución debe integrarse con todos los dispositivos de telemedicina de que ya dispone el HOSPITAL y sus ambulancias. Además, se requiere la integración y actualización del software de gestión clínica SALUS-QSoft, donde ya están todos los pacientes registrados digitalmente. En añadidura, se podrán conectar al sistema cualquier tipo de dispositivo fijo y móvil externo con acceso a internet.

4.- DISEÑO DEL SISTEMA

4.1.- COMUNICACIONES Y SISTEMAS DENTRO DEL HOSPITAL

La solución de sistemas y comunicaciones dentro del hospital requiere dotar de distinto tipo de servicios y conectividad (voz, datos, videovigilancia, telemedicina y WIFI) según sea el rol del puesto de trabajo: habitaciones, salas de pruebas, quirófanos, recepciones o puestos administrativos o directivos y salas comunes.

No obstante, y siguiendo la tecnología actual y dada la necesidad de escalabilidad, se diseñan todos los sistemas a implantar basados en comunicación IP, con lo que el dimensionamiento de la infraestructura del HOSPITAL impacta en el cableado estructurado horizontal de planta sobre UTP y vertical troncal sobre fibra óptica, diseño lógico y electrónica de red.

Por ello, se utilizarán fabricantes de primer orden cómo CISCO para electrónica de red, Microsoft Lync para sistemas de comunicaciones unificadas, y ASYS para circuito de videovigilancia.

Respecto al acceso inalámbrico, se debe diferenciar entre el acceso WIFI para invitados, que será restringido a internet y protegido mediante portal cautivo, y el acceso WIFI para equipos de telemedicina, que será protegido mediante PSK2, ocultación SSID, filtrado MAC, políticas de VLAN y enrutamiento. En ambos casos se utilizará la tecnología más estable del mercado, fabricada por UBIQUITI.

Se planea el desarrollo de los sistemas PACs, SALUS-Qsoft, Lync y Videovigilancia sobre servidores HP, proveedor de hardware de puesto de trabajo principal del HOSPITAL.

Un apartado muy importante será la seguridad, ya que los servidores de telemedicina de la LAN deberán publicarse en internet para el acceso desde ambulancias o gestión y consulta por partes de personal clínica y pacientes respectivamente. Para ello se diseñara la seguridad perimetral, respetando la DMZ corporativa, sobre firewalls JUNIPER y TMG que también haría funciones de publicador.

4.1.1- Cableado estructurado

El núcleo de comunicaciones de la LAN se sitúa en el rack de comunicaciones del CPD en piso bajo del HOSPITAL. Desde este punto se ejecutará el cableado vertical con sendas mangueras de fibra óptica multimodo de 8 fibras (4 comunicaciones) hacia cada uno de los racks de las plantas Bº, 1ª, 2ª y 3ª.

Se escoge manguera de fibra COMMSPACE OptiSPEED OM1 (760141366), de 8 fibras 62'5 µm multimodo con armazón ignífugo y antiroedores. Cada par de mangueras correspondientes a cada rack de planta, se cablearan por accesos diferentes del edificio para redundar la comunicación núcleo-distribución, aplicando sistemas de spaning tree y VTP cómo se verá en el siguiente apartado.

Cada rack de cada planta se sitúa pegado al patinillo central del edificio, a fin de poder distribuir cableado UTP cat.6 en todos los puesto de trabajo, habitaciones y falso techo (WIFI, videovigilancia), sin superar los 90 metros que indica la norma.

Para cableado horizontal se escoge el cable de cobre COMMSCAPE 760065136 categoría 6 color blanco y libre de halógenos. El dimensionamiento de los puntos de red sobrepasará las necesidades iniciales, a fin de evitar futuras obras para ampliación de cableado estructurado, en caso de instalarse nuevos aparatos de telemedicina, sistemas informáticos de red o cambio de rol del puesto de trabajo.

A continuación, se muestra un inventario de los puestos de trabajo, sus roles y los puntos de red a cablear por cada puesto (2 ó 4):

***TABLA 7**: Inventario puestos de trabajo/puntos de red a instalar*

	Admón./ Dirección		WIFI		Video-vigilancia		Punto de control		Consultas		Salas de pruebas		Labora-torios		Quiró-fanos		Habitaciones		TOTAL puntos red
	Nº	x2	Nº	x2	Nº	x2	Nº	x4	Nº	x2	Nº	x4	Nº	x4	Nº	x4	Nº	x2	
PLANTA B	15=	**30**	8=	**16**	20=	**40**	10=	**40**	25=	**50**	15=	**60**	15=	**60**	15=	60	20=	**40**	**396**
PLANTA 1	0=	**0**	8=	**16**	20=	**40**	10=	**40**	10=	**20**	20=	**80**	5=	**20**	0=	0	50=	**100**	**316**
PLANTA 2	0=	**0**	8=	**16**	20=	**40**	10=	**40**	5=	**10**	10=	**40**	5=	**20**	0=	0	50=	**100**	**266**
PLANTA 3	0=	**0**	8=	**16**	20=	**40**	10=	**40**	0=	**0**	0=	**0**	0=	**0**	0=	0	50=	**100**	**196**

1174

Se habrán de cablear por tanto, 1174 puntos horizontales de red UTP cat.6.

4.1.2- Backbone y diseño lógico

Como indica el apartado anterior, a cada rack de planta llegaran sendas mangueras de fibra óptica multimodo con 4 comunicaciones. La primera comunicación de cada par de mangueras del rack de planta se conectara a sendos módulos transceiver de fibra 10Gbps de cada uno de los dos switches CISCO Catalyst WS-C3850-48P-L de la capa de distribución del rack de dicha planta. Cabe señalar que estos switches de 48 puertos disponen de tecnología PoE a 740W, para poder alimentar puntos de acceso WIFI y cámaras IP.

Para la capa de acceso se disponen switches WS-C2960X-48LPD-L en rack de planta, mientras que para capa de núcleo se utilizan dos switches Catalyst 6080-X de 80 puertos ubicados en el rack de comunicaciones del CPD en la planta baja:

***TABLA 8**: Distribución de switches por planta*

	NUCLEO Catalyst 6080-X	DISTRIBUCIÓN Catalyst WS-C3850-48P-L	ACCESO Catalyst WS-C2960X-48LPD-L	TOTAL PUERTOS
PLANTA Bº	2	2	3	160+ 240
PLANTA 1ª	0	2	3	240
PLANTA 2ª	0	2	2	192
PLANTA 3ª	0	2	2	192

Los dos switches de núcleo tendrán configuradas todas las VLANES (IEEE 802.1Q) de cada servicio en cada planta, formando todas ellas -junto con las de servidores y comunicaciones-, el backbone del hospital. De esta forma, se podrán aplicar políticas de seguridad mediante ACLs y routing estático por cada servicio, y la gestión de incidencias será más sencilla al disponer de un dominio de broadcast por cada servicio y planta. Además, estas VLANES estarán recreadas en los switches de distribución, activando el protocolo VTP (VLAN trunking protocol), el cual sincronizara la modificación de las VLANES en las capas de núcleo y distribución.

El conjunto de todos los switches dará servicio a todos los hosts de voz, videovigilancia, PC´s, WIFI. Además, todos ellos estarán configurados con el protocolo *spanning-tree* activo para evitar bucles de conexión y crear un solo camino lógico entre nodos, dejando el otro cómo redundante en caso de corte de una manguera de fibra óptica, error de un switch de núcleo o de distribución.

A continuación se muestra una tabla con las VLANES y direccionamiento de los sistemas:

***TABLA 9**: VLANES y direccionamiento IP del HOSPITAL*

PLANTA BAJA			
id VLAN	ROL / RED	DIR. IP	FUNCION
1	DATOS / ADMON	10.28.1.1	GATEWAY
		10.28.1.2	CORE1(catalyst 6880X)
		10.28.1.3	CORE2 (catalyst 6880X)
		10.28.1.4 a 10.28.1.99	LIBRES
	10.28.1.0/24	10.28.1.100 a 10.28.1.254	DHCP
		10.28.1.255	BROADCAST
3	DICOM (FIJO y WIFI)	10.28.3.1	GATEWAY
		10.28.3.2	CORE1(catalyst 6880X)
		10.28.3.3	CORE2 (catalyst 6880X)
		10.28.3.4 a 10.28.3.49	LIBRES
		10.28.3.50 a 10.28.3.149	EQUIPOS FIJOS
	10.28.3.0/24	10.28.3.150 a 10.28.3.254	EQUIPOS MOVILES
		10.28.3.255	BROADCAST
5	VOZ	10.28.5.1	GATEWAY
		10.28.5.2	CORE1(catalyst 6880X)
		10.28.5.3	CORE2 (catalyst 6880X)
		10.28.5.4 a 10.28.5.99	LIBRES
	10.28.5.0/24	10.28.5.100 a 10.28.5.254	DHCP
		10.28.5.255	BROADCAST
7	VIDEOVIGILANCIA	10.28.7.1	GATEWAY
		10.28.7.2	CORE1(catalyst 6880X)
		10.28.7.3	CORE2 (catalyst 6880X)
		10.28.7.4 a 10.28.7.99	LIBRES
	10.28.7.0/24	10.28.7.100 a 10.28.7.254	CÁMARAS (ip fijas)
		10.28.7.255	BROADCAST
9	WIFI INVITADOS	10.28.9.1	GATEWAY
		10.28.9.2	CORE1(catalyst 6880X)
		10.28.9.3	CORE2 (catalyst 6880X)
		10.28.9.4 a 10.28.9.49	LIBRES
	10.28.9.0/24	10.28.9.50 a 10.28.9.254	DHCP
		10.28.9.255	BROADCAST

PLANTA SEGUNDA			
id VLAN	ROL / RED	DIR. IP	FUNCION
21	DATOS	10.28.21.1	GATEWAY
		10.28.21.2	CORE1(catalyst 6880X)
		10.28.21.3	CORE2 (catalyst 6880X)
		10.28.21.4 a 10.28.21.99	LIBRES
	10.28.21.0/24	10.28.21.100 a 10.28.21.254	DHCP
		10.28.21.255	BROADCAST
23	DICOM (FIJO y WIFI)	10.28.23.1	GATEWAY
		10.28.23.2	CORE1(catalyst 6880X)
		10.28.23.3	CORE2 (catalyst 6880X)
		10.28.23.4 a 10.28.23.49	LIBRES
		10.28.23.50 a 10.28.23.149	EQUIPOS FIJOS
	10.28.23.0/24	10.28.23.150 a 10.28.23.254	EQUIPOS MOVILES
		10.28.23.255	BROADCAST
25	VOZ	10.28.25.1	GATEWAY
		10.28.25.2	CORE1(catalyst 6880X)
		10.28.25.3	CORE2 (catalyst 6880X)
		10.28.25.4 a 10.28.25.99	LIBRES
	10.28.25.0/24	10.28.25.100 a 10.28.25.254	DHCP
		10.28.25.255	BROADCAST
27	VIDEOVIGILANCIA	10.28.27.1	GATEWAY
		10.28.27.2	CORE1(catalyst 6880X)
		10.28.27.3	CORE2 (catalyst 6880X)
		10.28.27.4 a 10.28.27.99	LIBRES
	10.28.27.0/24	10.28.27.100 a 10.28.27.254	CÁMARAS (ip fijas)
		10.28.27.255	BROADCAST
29	WIFI INVITADOS	10.28.29.1	GATEWAY
		10.28.29.2	CORE1(catalyst 6880X)
		10.28.29.3	CORE2 (catalyst 6880X)
		10.28.29.4 a 10.28.29.49	LIBRES
	10.28.29.0/24	10.28.29.50 a 10.28.29.254	DHCP
		10.28.29.255	BROADCAST

SISTEMAS CPD			
id VLAN	ROL / RED	DIR. IP	FUNCION
2	DATOS	10.28.2.1	GATEWAY
		10.28.2.2	CORE1(catalyst 6880X)
		10.28.2.3	CORE2 (catalyst 6880X)
		10.28.2.10	SRVAD
	10.28.2.0/24	10.28.2.11	SRVDATA
		10.28.2.12	SRVBACKUP
		10.28.2.255	BROADCAST
4	PACS / SALUS	10.28.4.1	GATEWAY
		10.28.4.2	CORE1(catalyst 6880X)
		10.28.4.3	CORE2 (catalyst 6880X)
		10.28.4.10	PACS1
		10.28.4.11	PACS2
		10.28.4.12	PACS3
		10.28.4.13	PACS4
	10.28.4.0/24	10.28.4.14	SRVSALUS
		10.28.4.15	SRVSQL
		10.28.4.255	BROADCAST
6	VOZ - LYNC	10.28.6.1	GATEWAY
		10.28.6.2	CORE1(catalyst 6880X)
		10.28.6.3	CORE2 (catalyst 6880X)
		10.28.6.10	SRVLYNCCAV
		10.28.6.11	SRVLYNCFE
		10.28.6.12	SRVLYNCDIRECTOR
	10.28.6.0/24	10.28.6.13	SRVLYNCMEDIATION
		10.28.6.255	BROADCAST
8	VIDEOVIGILANCIA	10.28.8.1	GATEWAY
		10.28.8.2	CORE1(catalyst 6880X)
		10.28.8.3	CORE2 (catalyst 6880X)
		10.28.8.10	SRVVIDEO
	10.28.8.0/24	10.28.8.11	SRVBCKVIDEO
		10.28.8.255	BROADCAST

PLANTA PRIMERA			
id VLAN	ROL / RED	DIR. IP	FUNCION
11	DATOS	10.28.11.1	GATEWAY
		10.28.11.2	CORE1(catalyst 6880X)
		10.28.11.3	CORE2 (catalyst 6880X)
		10.28.11.4 a 10.28.11.99	LIBRES
	10.28.11.0/24	10.28.11.100 a 10.28.11.254	DHCP
		10.28.11.255	BROADCAST
13	DICOM (FIJO y WIFI)	10.28.13.1	GATEWAY
		10.28.13.2	CORE1(catalyst 6880X)
		10.28.13.3	CORE2 (catalyst 6880X)
		10.28.13.4 a 10.28.13.49	LIBRES
		10.28.13.50 a 10.28.13.149	EQUIPOS FIJOS
	10.28.13.0/24	10.28.13.150 a 10.28.13.254	EQUIPOS MOVILES
		10.28.3.255	BROADCAST
15	VOZ	10.28.15.1	GATEWAY
		10.28.15.2	CORE1(catalyst 6880X)
		10.28.15.3	CORE2 (catalyst 6880X)
		10.28.15.4 a 10.28.15.99	LIBRES
	10.28.15.0/24	10.28.15.100 a 10.28.15.254	DHCP
		10.28.15.255	BROADCAST
17	VIDEOVIGILANCIA	10.28.17.1	GATEWAY
		10.28.17.2	CORE1(catalyst 6880X)
		10.28.17.3	CORE2 (catalyst 6880X)
		10.28.17.4 a 10.28.17.99	LIBRES
	10.28.17.0/24	10.28.17.100 a 10.28.17.254	CÁMARAS (ip fijas)
		10.28.17.255	BROADCAST
19	WIFI INVITADOS	10.28.19.1	GATEWAY
		10.28.19.2	CORE1(catalyst 6880X)
		10.28.19.3	CORE2 (catalyst 6880X)
		10.28.19.4 a 10.28.19.49	LIBRES
	10.28.19.0/24	10.28.19.50 a 10.28.19.254	DHCP
		10.28.19.255	BROADCAST

PLANTA TERCERA			
id VLAN	ROL / RED	DIR. IP	FUNCION
31	DATOS	10.28.31.1	GATEWAY
		10.28.31.2	CORE1(catalyst 6880X)
		10.28.31.3	CORE2 (catalyst 6880X)
		10.28.31.4 a 10.28.31.99	LIBRES
	10.28.31.0/24	10.28.31.100 a 10.28.31.254	DHCP
		10.28.31.255	BROADCAST
33	DICOM (FIJO y WIFI)	10.28.31.1	GATEWAY
		10.28.31.2	CORE1(catalyst 6880X)
		10.28.31.3	CORE2 (catalyst 6880X)
		10.28.33.4 a 10.28.33.49	LIBRES
		10.28.33.50 a 10.28.33.149	EQUIPOS FIJOS
	10.28.33.0/24	10.28.33.150 a 10.28.33.254	EQUIPOS MOVILES
		10.28.33.255	BROADCAST
35	VOZ	10.28.31.1	GATEWAY
		10.28.31.2	CORE1(catalyst 6880X)
		10.28.31.3	CORE2 (catalyst 6880X)
		10.28.35.4 a 10.28.35.99	LIBRES
	10.28.35.0/24	10.28.35.100 a 10.28.35.254	DHCP
		10.28.35.255	BROADCAST
37	VIDEOVIGILANCIA	10.28.31.1	GATEWAY
		10.28.31.2	CORE1(catalyst 6880X)
		10.28.31.3	CORE2 (catalyst 6880X)
		10.28.37.4 a 10.28.37.99	LIBRES
	10.28.37.0/24	10.28.37.99 a 10.28.37.254	CÁMARAS (ip fijas)
		10.28.27.255	BROADCAST
39	WIFI INVITADOS	10.28.31.1	GATEWAY
		10.28.31.2	CORE1(catalyst 6880X)
		10.28.31.3	CORE2 (catalyst 6880X)
		10.28.39.4 a 10.28.39.49	LIBRES
	10.28.39.0/24	10.28.39.50 a 10.28.39.254	DHCP
		10.28.39.255	BROADCAST

COMUNICACIONES CPD			
id VLAN	ROL / RED	DIR. IP	FUNCION
10	DATOS	10.28.0.1	GATEWAY
		10.28.0.10	CORE1(catalyst 6880X)
		10.28.0.11	CORE2 (catalyst 6880X)
	10.28.0.0/16	10.28.0.12	PC PRUEBAS
		10.28.255.255	BROADCAST

4.1.3- Red de datos

La red de datos creada es de 1Gbps de velocidad, estará formada por las VLANES 1, 2, 11, 21 y 31, y dará servicio a todos los PC´s de administración, dirección recepción, puestos de control y consulta en todas las plantas, conectándose así los PC´s a los puertos de los switches de acceso correspondientes de su VLAN en cada planta.

Todos los dispositivos conectados a estas redes (salvo la correspondiente a la VLAN 2 en el CPD) deberán configurar su red con cliente DHCP activo, obteniendo los datos de red desde el servidor de Directorio Activo y DHCP SRVAD. Para ello, las VLANES 1, 11, 21, y 31 contendrán el comando "ip helper-address 10.28.2.10" configurado en los Catalyst 6880X de la capa de núcleo.

Dentro de la VLAN 2 de datos del CPD están los siguientes servidores:

- SRVAD: Servidor de Directorio Activo, DNS y DHCP de todo el HOSPITAL.
- SRVDATA: Servidor de datos general (sin datos médicos críticos).
- SRVPRINT; Servidor de impresión de las impresoras de red del HOSPITAL.
- SRVBACKUP: Servidor de copias de seguridad de SRVDATA.

4.1.4- Red voz

La actual centralita analógica Netcom NERIS que mantiene el HOSPITAL está obsoleta, es poco rentable, y no es posible su actualización para integrarse con las nuevas tecnologías IP y herramientas colaborativas.

A fin de crear una solución rentable, flexible, escalable y dinámica, se propone una infraestructura corporativa de comunicaciones unificadas sobre la plataforma Lync 2013 de Microsoft. Esta solución responde a la necesidad de comunicaciones de voz/video para soporte de situaciones de emergencia al personal de médico de los ambulancias, o teleatención médica al paciente. Las ventajas de este sistema son varias:

- Herramientas colaborativas integradas con Smartphone o PC´s del personal externo o ambulancias, para comunicaciones de voz y videoconferencia.
- Sistema IP, escalable, y totalmente compatible con la infraestructura de red.
- Puesto de trabajo con PC solo requieren cascos para la comunicación. En habitaciones se instalan teléfonos IP fijos Aastra 6725ip.
- Sistema de tarificación para llamadas de pacientes y familiares.
- Llamadas de voz y video entre dispositivos Lync corporativos gratuitos.
- La sustitución de los actuales básicos RDSI BRI por un único primario SIP reduce costes periódicos y de consumo.

La implementación de la arquitectura Lync conlleva unos pasos:

1) Contratación primario SIP y redimensionamiento línea datos.
2) Configuración nueva instancia en servidor de SRVSQL, y DNSs privados y públicos, y firewalls perimetrales.
3) Instalación de infraestructura de servidores Lync:
    - SRVLYNCFE: Front End. Permite registro, autenticación de usuarios, información de presencia, integración LDAP y mensajería instantánea.
    - SRVLYNCDIRECTOR: Autentica los clientes Lync no locales (Smarphones y equipos ambulancia).
    - SRVLYNCAV: Permite función de conferencia A/V y colaboración WEB.
    - SRVLYNCFW: Firewall perimetral para validar sesiones externas Lync.
4) Despliegue de clientes Lync en PCs de puestos de trabajo del personal médico, con la correspondiente instalación de cascos.
5) Despliegue de 150 teléfonos Astra 6724 Ip en las 150 habitaciones.
6) Despliegue clientes Lync en Smartphone de personal médico y ambulancias.
7) Migración números de cabecera de teléfono a nube del proveedor SIP.
8) Desmantelación y baja de servicios de antigua centralita.

4.1.5- Red y sistemas de telemedicina

La infraestructura de la red de telemedicina está formada por sus sistemas PACs y SALUS en el CPD y por los diferentes aparatos de pruebas médicas de que dispone el HOSPITAL, y que generalmente generaran archivos en formato DICOM del paciente tratado. A continuación se analizan estas partes, las cuales serán la referencia para la conexión desde fuera del HOSPITAL, para consulta y gestión de historias médicas o agenda desde PC´s o smartphones, y gestión de emergencias y pruebas médicas desde las ambulancias:

4.1.5.1- Red local de equipos para telemedicina

La red de telemedicina está formada por las VLANES 3, 13, 23 y 33 estando los servidores PACS/SALUS-QSoft en la VLAN 4.

La conexión entre servidores PACS, SALUS-Qsoft y SQL debe ser a 10Gbps, para lo cual se utilizarán los puertos de esta velocidad de los swiches de núcleo.

Los diferentes equipos de telemedicina de las salas de pruebas (ecógrafos, sistemas radiológicos, TAC, densitómetro, mamógrafo, angiógrafo) se configuran con direcciones IP4 fijas, dentro de su VLAN correspondiente, a fin de no habilitar DGCP por seguridad. Estas conexiones deben ser a 1Gbps de velocidad que proporcionan los switches de acceso, teniendo siempre en cuenta que el máximo tráfico se generara desde la unidad de radiodiagnóstico

Los equipos generaran informes con archivos DICOM que se almacenaran en los servidores del sistema PACS, pero con unos metadatos (nombre y número de historia de paciente, fecha de ejecución, dispositivo sensor, técnico que ha realizado la exploración) por los que el archivo estará vinculado al sistema de base de datos en SQL del software de gestión SALUS-Qsoft.

Señalar que los dispositivos de telemedicina móviles se conectarán a la red correspondiente a través de terminales de usuario móviles WIMAX ARBA MOB-MU, cómo se explica en el apartado 4.2.3.4

4.1.5.2- Sistema PACS

Los componentes de un sistema PACS son:

- Adquisición de imágenes: que pueden ser a través de escaneos manuales o través de los dispositivos de exploración indicados en el punto anterior.
- Red de comunicación: Debe ser FDDI o Gigabyte Ethernet.
- Base de datos: Esta base de datos se ejecuta en los servidores SALUS, que se integran ahora con el sistema PACS.
- Estaciones de trabajo: Puestos de diagnóstico y visualización. Deben tener muy alta resolución, con monitores múltiples de 2048 x 2048 pixeles y tamaño no menor a 19".
- Sistemas de almacenamiento:
    - A corto plazo: Cientos de GBytes o TBytes con alta tasa de transferencia de imágenes y hasta 45 días de almacenamiento
    - A largo plazo: Varios Terabytes con capacidad de almacenamiento de imágenes comprimidas y hasta 5 años de información.

Para ello se dispondrán los siguientes servidores

- SRVPACS1: Almacenamiento corto plazo. HP ML380 G8.
- SRVPACS2: Almacenamiento largo plazo. HP StorageWorks D2700 w/10 600GB 6G SAS 10K SFF Dual Port HDD 6TB Bundle.

4.1.5.3- Sistema SALUS

El software de gestión clínica SALUS, del que ya disponía el HOSPITAL se ha de actualizar a su última versión 11.0.0.72, que incluye protocolos para asociación con documentación externa, compatibilidad DICOM y alertas SMS.

Los servidores que forman el software de gestión clínica son:

- SRVSALUS: 2 servidores en alta disponibilidad HP ML380 G8.
- SRVSQL: HP BL 460c con 6 procesadores y 1Tb discos SAS.

4.1.6- Red videovigilancia

Actualmente el HOSPITAL dispone de un sistema CCTV analógico con varias cámaras de seguridad no centralizadas, imagen pobre, y sistema poco fiable e inflexible. Se propone una plataforma de red IP de videovigilancia centralizada y ampliable, con imágenes de alta calidad, a través del fabricante *AXIS Communications*, líder en soluciones de videovigilancia; de esta forma, se logrará controlar de forma rentable las áreas críticas, evitar allanamientos y supervisar pacientes.

La solución requiere la instalación de nuevas cámaras IP PoE sobre las VLANES de videovigilancia 7, 17, 27 y 37, siendo imprescindible trabajar sobre red Gigabit Ethernet dedicada disponible mediante switches de acceso catalyst WS-C2960X-48LPD-L , que además disponen de tecnología PoE 740W suficiente para alimentar las cámaras remotamente.

Se disponen las cámaras de interior AXIS 207 con compresión de imagen MPEG-4 y gestión eficaz de ancho de banda, y 4 de exterior AXIS 214 PT de similares funciones, y añadiendo movimiento, zoom y funcionamiento diurno/nocturno a partir de 0'005 lux:

***Tabla 10**: Inventario cámaras IP videovigilancia*

	EXTERIOR	PLANTA Bº	PLANTA 1ª	PLANTA 2ª	PLANTA 3ª
AXIS 207	**0**	**20**	**15**	**10**	**10**
AXIS 214 PTZ	**4**	**0**	**0**	**0**	**0**

Todas las cámaras son gestionadas y monitorizadas mediante dos servidores propietarios "AXIS Camera Station Server" optimizados para procesar grandes volúmenes grabaciones en video de alta definición. Este servidor de seguridad llamado SRVVIDEO permite hasta 100 canales de video (100 cámaras). El acceso a esta aplicación se podrá realizar mediante el software de cliente *AXIS Camera Station One*, por WEB **https:\\srvvideo** desde cualquier puesto de control con permiso. Este software dispone de eventos de alarmas en caso de manipulación según la configuración de la zona videovigilada.

4.1.7- Red WIFI invitados

El HOSPITAL pondrá a disposición de pacientes y familiares conexión a internet por medio inalámbrico, ("Red WIFI de Invitados") en todas las salas de espera y pasillos comunes de las cuatro plantas.

Este servicio será proporcionado mediante un conjunto de 8 puntos de acceso UBIQUITI-Unifi AP-PRO por planta, instalados sobre falso techo, y distribuyéndose según estudio de cobertura realizado con el *Unifi Controller software*.

Las 4 VLANES que dan servicio (VLANES 5=Bº, 15=1ª, 25=2ª y 35=3ª), son 4 diferentes dominios de broadcast, dónde la tecnología

***Fig.5**: Análisis de cobertura mediante "Unifi Controller Software"*

Los dispositivos Unifi AP-PRO disponen de una cobertura de hasta 122 metros (en espacio diáfano), y se configuran para trabajar en 802-11b/g/n, con un ancho de banda 450Mbps en la banda de 2,4GHz con MIMO 3x3 (Multiple Input Mulptiple Output) -es decir, cada Unifi AP-PRO con triples antenas emisoras y receptoras para aumento de tasa de transferencia-. Este sistema permite además al cliente WIFI estar conectado en todo momento al punto de acceso con más cobertura y por tanto tasa de transferencia, saltando de celda sin pérdida de conexión.

Las 4 VLANES se configuran sobre un mismo portal cautivo gestionado en el *Unifi controller Software*, a fin de que los clientes se autentiquen antes de navegar. Al igual que ocurre con la red de datos, el servidor SRVAD asignará configuraciones de red mediante DHCP, con la diferencia que sea configuran servidores DNS públicos. Así mismo los switches de núcleo contendrán ACL´s para evitar la comunicación de WIFI de invitados con el resto de VLANES, y los firewalls perimetrales Juniper asignaran por NAT al tráfico de VLANES 5, 15, 25 y 35 la dirección IP pública dedicada 84.20.15.5/28, distinta de las del resto de los sistemas del HOSPITAL, a fin de evitar la inclusión en listas negras de IPs de servicios críticos, o alguna otra restricción en ellos.

4.1.8- Seguridad perimetral. Publicación

Un diseño óptimo de la seguridad perimetral es clave para los servicios de telemedicina que ofrece el HOSPITAL, ya que a través de ella se proveen los siguientes servicios:

- Acceso seguro a internet desde el HOSPITAL y a la red privada de sanidad para enviar recetas electrónicas del paciente.
- Publicación WEB corporativa y correo electrónico (Web-Mail).
- Publicación portal de paciente con acceso a informes personales y normas/recomendaciones según patología.
- Servidor clientes VPN SSL para personal externo y contingencia comunicaciones ambulancias.
- Conexión y securización red WIMAX.
- Publicación comunicaciones unificadas Lync 2010.
- Publicación sistema videovigilancia.

Para ello, se diseña una arquitectura con sendos firewall perimetrales externos Juniper (Línea principal+ backup y red WIMAX), y un firewall TMG que hará labores de publicación WEB y mail, servidor VPN SSL y Proxy WEB con IDS:

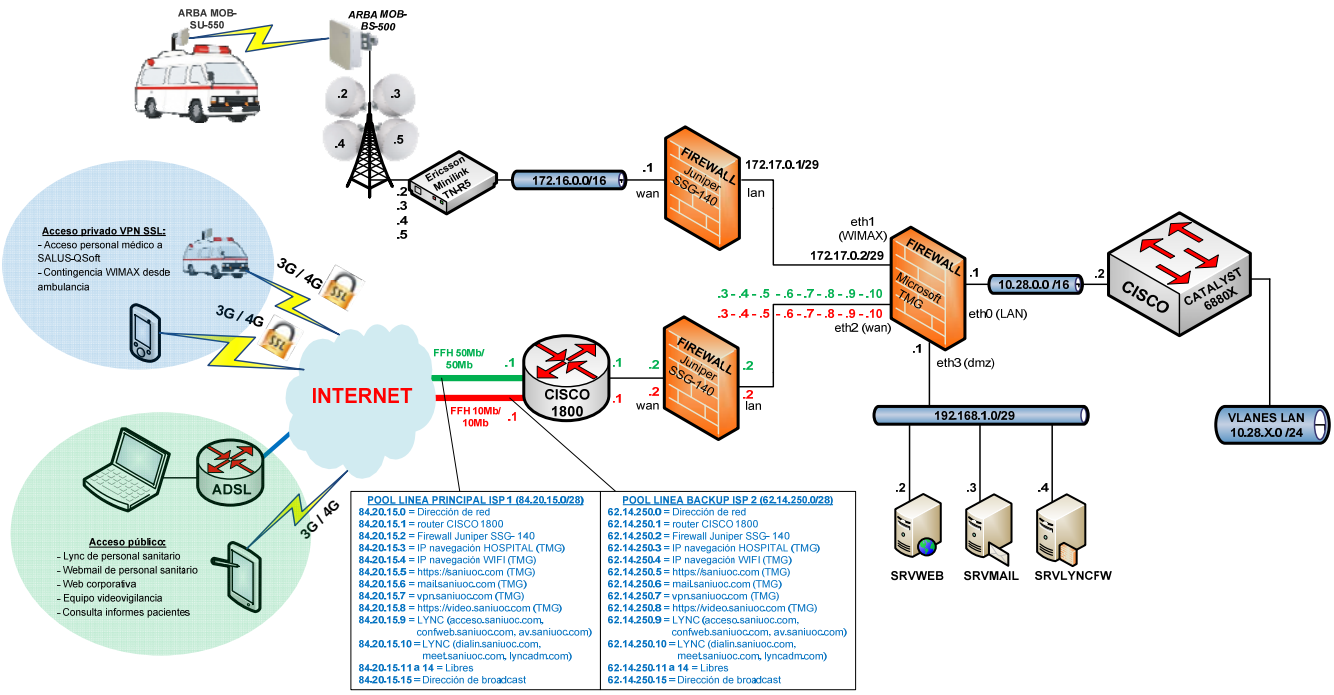


***Fig. 6**: Seguridad perimetral*

Según la arquitectura expuesta en la Figura 7, los sistemas del HOSPITAL no se ven expuestos directamente a Internet, y se acceden a ellos una vez comprobada la legitimidad del usuario como extensión LYNC (validándose contra servidor perimetral SRVLYNCFW de DMZ), Usuario VPN (validándose con certificado de usuario sobre servidor TMG), cliente WEBmail (validándose con credenciales del dominio sobre TMG) o consulta de informes personales por parte del paciente (validándose sobre servidor WEB SRVWEB, quién establecerla comunicación con BD SQL de SALUS, de forma que sólo este servidor puede comunicarse con el software de gestión clínica).

Se puede comprobar también cómo se mantienen activas las líneas principal y de backup, que se contratan con diferentes operadores por redundancia, de forma que el firewall TMG mantendría las políticas de publicación para ambos rangos de IP´s (84.10.15.0/28 y 62.14.250.0/28), habiendo únicamente de cambiar las IPs en los registros DNS A de la zona “saniuoc.com” por los de la línea de backup, en caso de fallo de la principal.

El firewall WIMAX se configura con políticas IP, de forma que sólo se permite el tráfico de la red de equipos de radioenlace Ericsson Minilink TN-R5 (172.16.0.0/16). Este firewall hará funciones de routing, al contrario que el firewall de líneas, que se configura en modo transparente para ambos rangos públicos.

4.2.- COMUNICACIONES EXTERNAS DEL HOSPITAL

La red troncal privada sin cables planteada para dar cobertura a los 20 ambulancias en toda la comunidad de Madrid, se basa en WIMAX 802.16-2009, que garantiza el envío de información (video, voz y datos) en una red inalámbrica de banda ancha soportando LOS y NLOS y priorización QoS.

Esta tecnología permite un ancho de banda de 40Mbps con espectro limpio, dada su tecnología para NLOS, permitiendo conexión aun en vehículos circulando a 140Km/h.

El primer paso a abordar con el inicio del proyecto, es el licenciamiento de la frecuencia de 4'9GHz WIMAX mediante el SETSI, ya que tanto estaciones base cómo dispositivos en ambulancias WIMAX trabajara sobre esta frecuencia a fin de proteger la comunicación y evitar interferencias con otros dispositivos de banda libre.

Se realizará un estudio de la cobertura mediante software online XIRIO de las estaciones base WIMAX; si bien, estas estaciones por si solas no pueden transmitir datos entre ellas enlazándose todas con el hospital, si no que se diseña una red paralela de radioenlaces por microondas a 6GHz para transmitir esta información. La ubicación de estaciones base depende por tanto del estudio de visibilidad entre radioenlaces microondas, el cual ser realizará mediante software ARGIS.

Indicar que el servicio de ambulancias estará enlazado con el servicio 112 de emergencias, para lo cual se reutilizará la red TETRA sobre la que ya estaba funcionando el HOSPITAL con su parque de vehículos.

4.2.1- Topología de red

WIMAX permite los escenarios de conexión punto a punto, punto-multipunto o multipunto-multipunto. En el proyecto actual una única estación base ha de dotar cobertura a uno o varios ambulancias, con lo que el modo de trabajo será punto-multipunto. El modo multipunto-multipunto en formato de red inalámbrica mallada (MESH) no aplica ya que las ambulancias requieren comunicación con el nodo de telemedicina ubicado en el HOSPITAL, y la comunicación de voz entre ambulancias ya está resuelto mediante TETRA.

Si bien, una estación base WIMAX aislada no hace nada, sino comunicar los CPE (*Customer Premises Equipment*) de ambulancias que están conectados exclusivamente a ella; pero se han de llevar los datos al hospital, para lo que se debe utilizar radioenlaces por microondas que si permiten cualquier tipo de topología conjuntada (estrella, anillo, árbol,…) a fin de que todos los nodos estén en comunicación con el HOSPITAL.

Para calcular la ubicación de estaciones base, dónde se ubicaran los radioenlaces se fijan estos requerimientos:

- Máxima distancia entre radioenlace
- Cobertura WIMAX en todas las zonas de la Comunidad de Madrid.
- Contacto óptico entre radioenlaces de estaciones base, hasta llegar al Hospital.

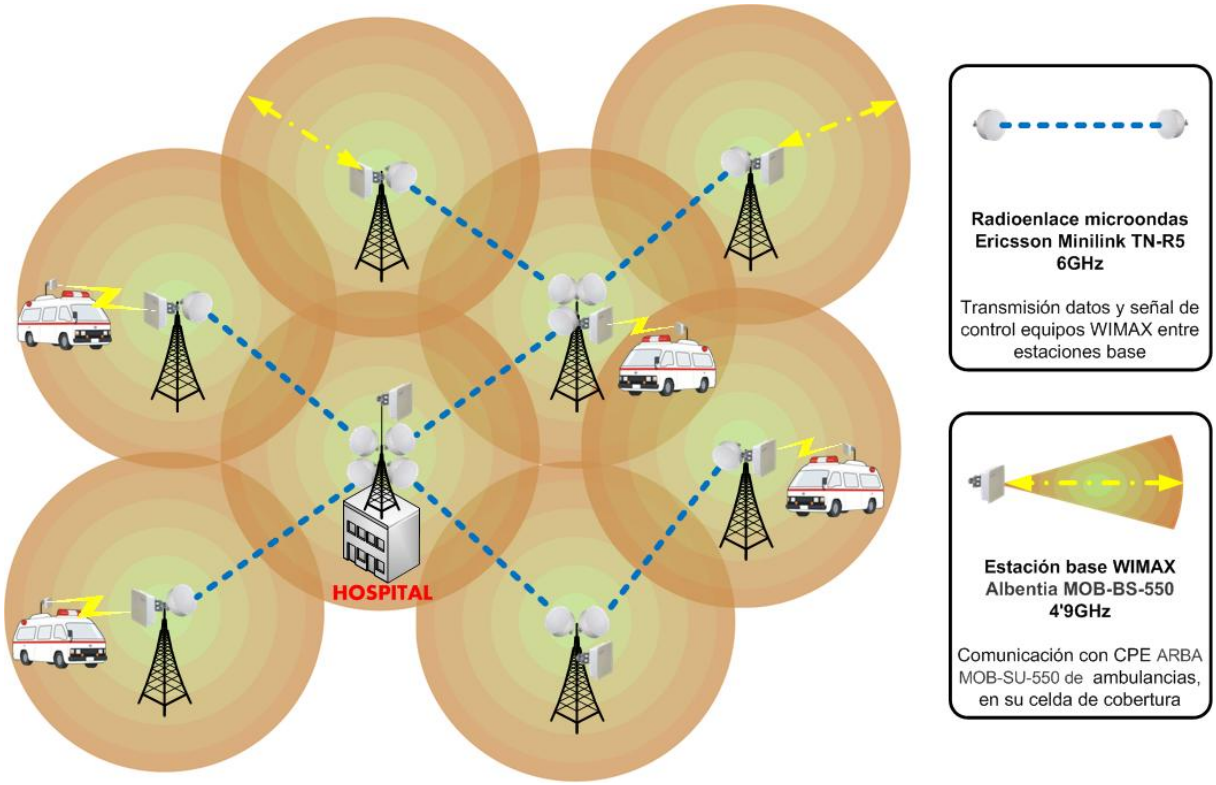


***Fig. 7**: Topología de la red inalámbrica privada*

4.2.2- Conexión de datos por radioenlaces microondas

Para el despliegue de una red multipunto que lleve los datos al HOSPITAL, se utilizan radioenlaces por microondas punto a punto Ericsson Minilink TN, que permiten velocidades de 570Mbps sobre 56MHz, usando modulación 1024 QAM (ETSI), y sobre el que se configurará la mínima frecuencia de trabajo indicada por el fabricante (6GHz), a fin de evitar el deterioro de la señal, en la medida de lo posible.

4.2.2.1- Estudio de cobertura de radioenlaces

Como se ha indicado, los radioenlaces deben tener contacto óptico entre ellos. Se puede utilizar por tanto para el análisis de cobertura el método optimista de propagación sobre espacio libre, con los datos del equipamiento seleccionado: Ericsson Minilink TN-R5 y antenas Vauline VHLPX3-6W doble polarización:

***Fig. 8**: Ericsson TN-R5 y antena*

- Mínima frecuencia de trabajo ETSI, para evitar pérdidas: **6GHz.**
- Potencia de transmisión Ericsson Minilink TN : **+30dBm**
- Ganancia antena Vauline VHLPX3-6W: 32dBi= (32dBi-2'14)dB = **29,86dB**
- Sensibilidad Ericsson Minilink TN: -**92dBm**
- Altura: este método no requiere la altura de las antenas, al tratarse de enlaces punto a punto con contacto óptico.

$$\mathbf{Lbf = Pt + Ga - 20 \cdot \log\left(\frac{4\pi\pi}{\lambda}\right)}$$

$$\mathbf{-92 = +30 + 29{,}86 - 20 \cdot \log\left(\frac{4\pi\pi}{\frac{3 \cdot 10^8}{6 \cdot 10^9}}\right)}$$

$$\mathbf{d = 155.870m \approx 155Km.}$$

Lbf= Pérdida básica de transmisión en el espacio libre (sensibilidad radioenlace).
Pt = potencia de transmisión.
Ga= ganancia antenas emisora.
d= distancia entre radioenlaces.
λ=Longitud de onda = velocidad de la luz / frecuencia.

Los radioenlaces pueden distar entre sí, como máximo **155Km.** Por supuesto estos cálculos son teóricos y en condiciones óptimas. La distancia entre estaciones base estará limitada por la cobertura WIMAX.

4.2.2.2- Estudio de visibilidad con XIRIO®-Online

Para calcular la situación de las estaciones base, se sabe que la máxima distancia entre radioenlaces es 35.462 metros y deben tener contacto óptico. Mediante XIRIO®-Online se estudia la cobertura WIMAX junto con estos datos, a fin de fijar la ubicación estaciones base, con estos resultados:

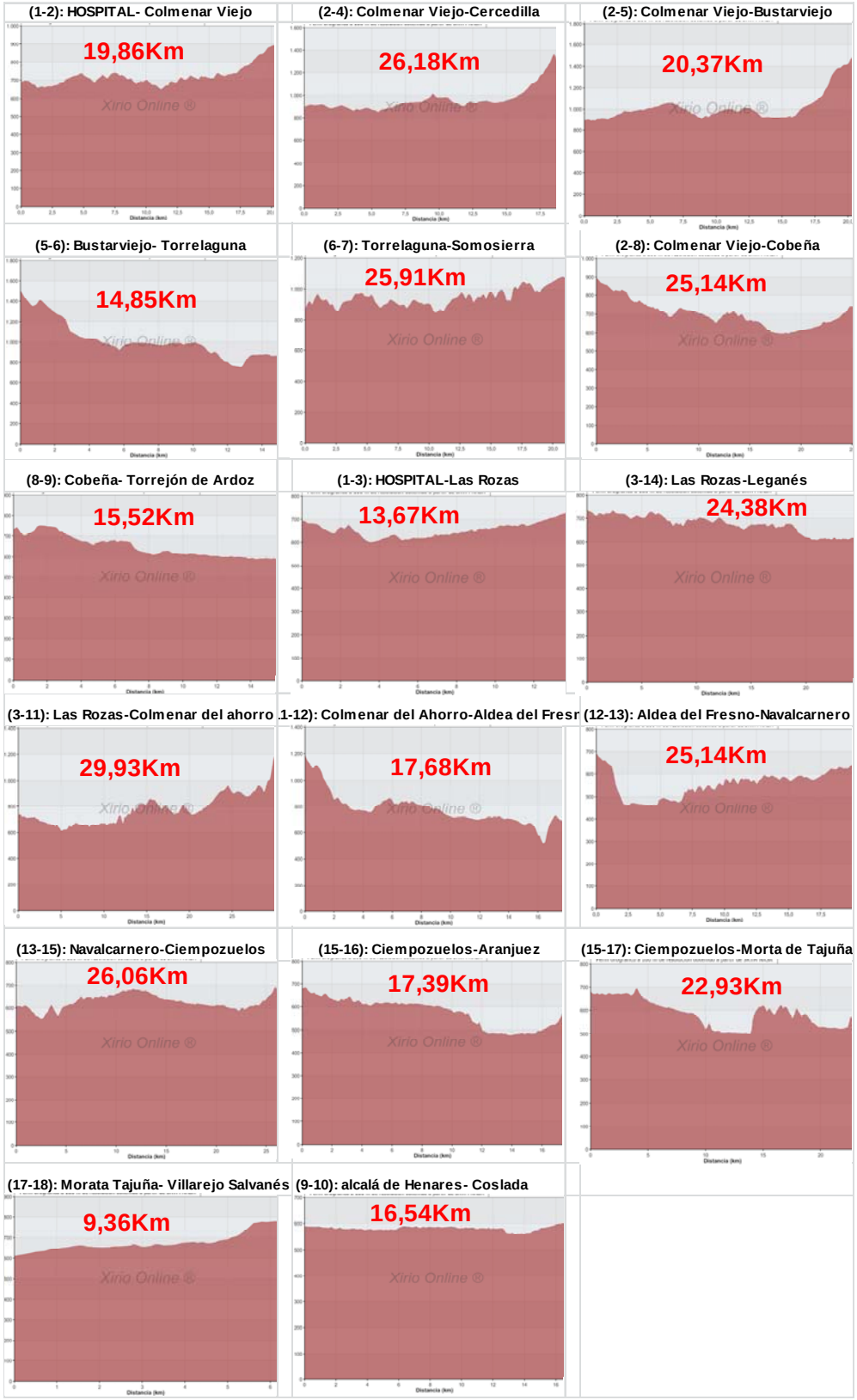


***Fig. 9**: Estudio de visibilidad con XIRIO®-Online*

4.2.2.3- Listado de estaciones base

El análisis sugiere que se han de instalar las siguientes estaciones base:

***Tabla. 11**: Listado de estaciones base*

ESTACIÓN BASE	NOMBRE	LOCALIZACIÓN	ALTURA	ESTACIONES BASE (RADIO) ENLAZADAS
1	HOSPITAL	40º29'22.74"N 003º42'55.12"W	696,93m.	2, 3
2	Colmenar Viejo	40º39'50.30"N 003º46'03.45"W	898,42m.	1, 4, 5, 8
3	Las Rozas	40º30'22.43"N 003º52'30.30"W	734,84m.	1, 11, 14
4	Cercedilla	40º44'12.67"N 004º03'43.90"W	1.160,74m.	2
5	Bustarviejo	40º50'41.94"N 003º43'42.55"W	1.527,10m.	2, 6
6	Torrelaguna	40º50'12.02"N 003º33'09.73"W	881,67m.	5, 7
7	Somosierra	41º04'08.39"N 003º34'53.55"W	1.100.59m.	6
8	Cobeña	40º34'35.09"N 003º29'37.15"W	739,18m.	2, 9
9	Alcalá de Henares	40º28'34.33"N 003º21'57.37"W	589,30m.	8, 10
10	Coslada	40º26'00.09"N 003º33'09.73"W	600,34m.	9
11	Colmenar del Ahorro	40º29'04.41"N 004º13'37.16"W	1.195,98m.	3, 12
12	Aldea del Fresno	40º19'39.73"N 004º15'45.70"W	695,41m.	11, 13
13	Navalcarnero	40º17'16.46"N 003º58'17.61"W	601,88m.	12, 15
14	Leganés	40º19'39.73"N 003º42'28.39"W	616,80m.	3
15	Ciempozuelos	40º08'58.16"N 003º43'27.71"W	683m.	13, 16, 17
16	AranJuez	40º00'53.98"N 003º37'11.98"W	577,59m.	15
17	Morata de Tajuña	40º10'43.94"N 003º27'28.61"W	569,51m.	15, 18
18	Villarejo de Salvanés	40º10'59.05"N 003º20'53.10"W	637,41m.	17

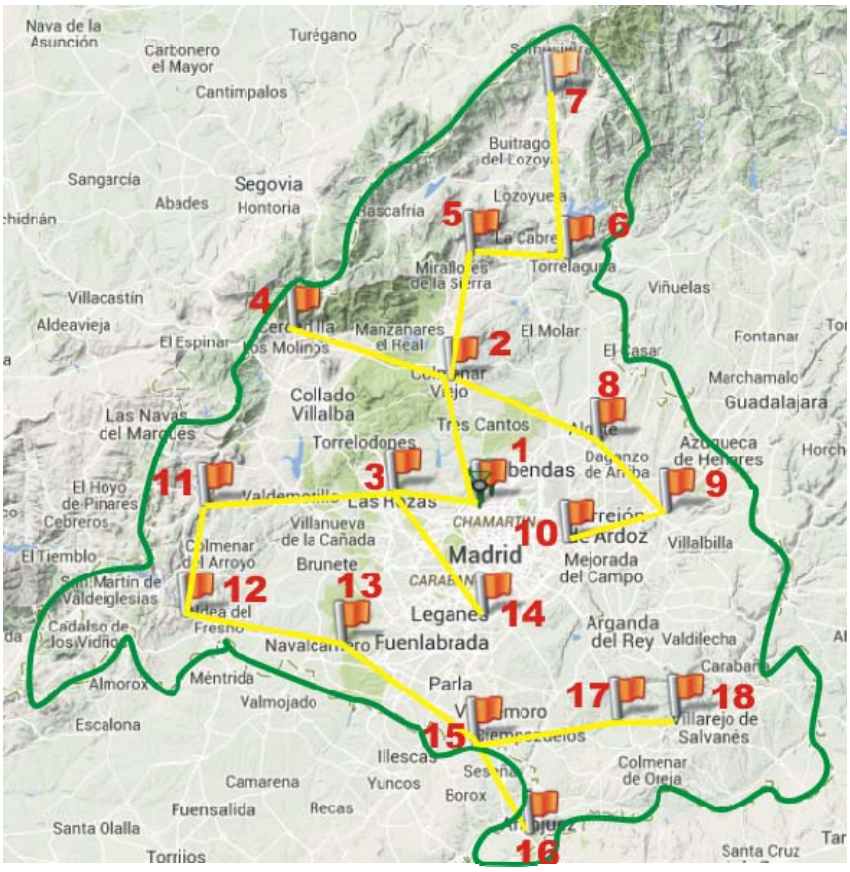


***Fig. 10**: Radioenlaces entre estaciones base*

4.2.3- Red de estaciones WIMAX

Las estaciones base WIMAX seleccionadas son las MOB-BS-550 del fabricante Albentia, y están diseñadas específicamente para trasmitir datos, voz y video en tiempo real en un escenario profesional de movilidad. En las ambulancias se instalarían terminales de usuario fijos ARBA MOB-SU-550 con antena directiva de 20/23dBi o conector N para antena externa.

La solución integra también requiere unidades de sincronismo SCU-4S y el network Gateway ARBA MOB-NGW para realizar “soft-handover”, de forma que se mantenga la conectividad de los ambulancias aunque se pase de una estación base a otra, sin producirse interrupciones en la comunicación ni degradación de la imagen o voz en conferencias Lync. “Soft-handover” también permitiría aprovechar el máximo de cobertura en zonas solapadas por dos estaciones base, proporcionando redundancia de datos.

Todos estos equipos se han seleccionado para poder trabajar en una frecuencia La red troncal WIMAX trabajará en la frecuencia no libres 4,9GHz, que previamente se habrá de licenciar a través del SETSI (Secretaría de Estado de Telecomunicaciones y para la Sociedad de la Información).

Además, al estar basada en el estándar 802.16-2012, MOB-BS-550 ofrece servicios diferenciados garantizando QoS de forma que se pueden clasificar los servicios y priorizarlos.

El estudio de cobertura se realizará con el software online XIRIO, con el que se podrá comprobar que no existen zonas de trabajo ciegas.

4.2.3.1- Licenciamiento frecuencia

La banda libre en WIMAX (2,3 a 3,5GHz, y 5,4GHz.) presenta ventajas frente a la licenciada en términos de ingeniería (la elección de la frecuencia de trabajo no exige validación por parte de la SETSI), e instalación (los fabricantes disponen del material, y las antenas no son de gran tamaño); si bien, la banda licenciada supone al proyecto más seguridad y disponibilidad (SETSI asegura que no se tendrán interferencias de terceros en la zona solicitada, para la frecuencia que adjudique) y rendimiento (utiliza FDD, canales mas amplios y modulaciones de hasta 1024QAM).

Los equipos de Albaria seleccionados para el proyecto de red corporativa WIMAX son compatibles tanto para las bandas no licenciadas de 5,4 y 5,8GHz, como para las bandas licenciadas de 3,5 y 4,9GHz. El procedimiento administrativo para licenciamiento de la banda 4,9GHz se inicia con el comienzo del proyecto; si bien la adquisición y adecuación de infraestructura se podrá poner en macha con independencia de la resolución de SETSI, trabajando temporalmente en frecuencias libres, y reconfigurando los sistemas tras la autorización del organismo regulador.

El licenciamiento de una frecuencia conlleva unos trámites administrativos con alto detalle del proyecto técnico, exigidos por el organismo regulador SETSI:

1. Iniciar cumplimentación con certificado digital de SANIUOC S.A. de "solicitud de nueva autorización de Red Radioeléctrica" en la web de SETSI: (https://sede.minetur.gob.es/es-ES/procedimientoselectronicos/Paginas/DominioPRadioelectricoUsoPrivativo.aspx).
2. Indicar la modalidad de solicitud "Autorización". "Concesión" es solamente para operadores, y "Afectación" para organismos públicos.
3. Indicar tipo servicio red: "Servicio fijo y radiolocalización multipunto".
4. Indicar el ámbito provincial de Madrid.
5. Adjuntar fichero de propuesta técnica para servicio de radiolocalización (*.xsig), con toda la documentación técnica:

1. Breve descripción del tipo de uso del sistema de radiolocalización, en relación con la actividad
2. Tipo de instalación, indicando si es: nueva instalación, ampliación o modificación.
3. Nombre de la estación y del emplazamiento.
4. Dirección, municipio y provincia de cada emplazamiento.
5. Coordenadas geográficas de cada emplazamiento, referidas al meridiano de Greenwich.
6. Cota del emplazamiento, en metros.
7. Radio de alcance, en kilómetros con dos decimales.
8. Potencia media y de pico, en vatios (W) con tres decimales.
9. Nivel de los lóbulos laterales, en dBc.
10. Potencia pico del segundo armónico y del tercer armónico, en vatios (W) con tres decimales.
11. Rango de frecuencias de trabajo del radar en MHz y frecuencia de trabajo propuesta, en MHz.
12. Rango de frecuencias de repetición de pulso (P.R.F.), en hercios (Hz).
13. Denominación de emisión según Apéndice S1 del Reglamento de Radiocomunicaciones, con ancho banda solicitado.
14. Rango de anchos de pulso, en microsegundos (µs).
15. Polarización propuesta.
16. Altura de la antena, en metros, sobre el terreno cuya cota se da como emplazamiento.
17. Diámetro de la antena, en metros.
18. Ganancia de la antena, en dBi.
19. Abertura en azimut y abertura en elevación del haz de la antena a 3 dB, en grados.
20. Velocidad de rotación de la antena, en revoluciones por minuto (r.p.m.).
21. Rango de elevación, en grados.
22. Fecha prevista de puesta en servicio.
23. Opcionalmente: Propuesta de parámetros para el cálculo de la tasa por uso del espectro radioeléctrico.
24. Opcionalmente: Indicación de la coordinación realizada, con soporte documental en su caso.
25. Características técnicas de los equipos proyectados a instalar (en hojas aparte).
26. Planos topográficos de escala 1:50.000, señalando los emplazamientos de los sistemas de radiolocalización.

***Fig 11**: Documentación técnica para realizar solicitud de autorización de servicio radiolocalización*

6. Adjuntar fichero de Declaración de competencia Profesional (*.xsig)

7. Adjuntar fichero del justificante de pago de tasas de telecomunicaciones, modelo 790, para tramitación de la autorización o concesión demanial para el uso privativo del dominio público radioeléctrico, y que asciende a 68,46€.
   http://oficinavirtual.mityc.es/tasatelecomunicaciones/frm790SinCert.aspx

8. Envío de solicitud y autorización.

9. Pago anual de canon por uso del espectro. Según la Ley 11/1998 del 24 de abril publicada en BOE de 25 de Abril de 1998 y revisada hasta mayo del presente año. Este canon por uso de banda es una tasa anual variable dependiente del uso del espectro, y fijado por la siguiente fórmula:

$$T = [S\ (Km^2) \times B\ (Khz) \times F\ (C_1, C_2, C_3, C_4, C_5)]/166{,}386$$

S= Superficie en Km2
B= Ancho de banda en KHz
F= Multiplicación de los 5 coeficientes C1, C2, C3, C4 y C5
C_1: Grado de utilización y congestión de las distintas bandas y en las zonas geográficas
C_2: Tipo de servicio para el que se pretende utilizar.
C_3: Otorgamiento de la reserva con carácter exclusivo o compartido con otros usuarios
C_4: Diferentes tecnologías o sistemas empleados
C_5: Aspectos de relevancia social.

Dada la poca congestión del espectro, la zona geográfica, el tipo de servicio y relevancia social, los coeficientes deben ser casi nulos. Para unos coeficientes de 0,15 la tasa resulta:

T = [8030) x B (4900000) x F (0,15 0,15 0,15 0,15 0,15)]/166,386= **17.957,71€**

Se recomienda por tanto el pago anual por asignación directa en vez de los métodos de subasta, concurso o sorteo que resultan más subjetivos y especulativos.

4.2.3.3- Estaciones base

Las estaciones base WIMAX se implementan con los dispositivos ARBA MOB-BS-500 del fabricante Albentia, siendo compatibles con la banda licenciada de 4,9GHz. Estos equipos tienen las siguientes características:

***Fig. 12**: ARBA MOB-BS-500*

- Conectividad hacia CPE embarcados a velocidad de 140Km/h, incluso cambiando de celda (mediante tecnología "soft-handover").
- Capacidad neta de 35Mbps en canales de 10MHz.
- Uso de tecnología MIMO-OFDM para garantizar la conectividad en condiciones de propagación adversas.
- QoS basado en el estándar 802.16.2012 (en el proyecto se priorizaran puertos destino)
- Potencia máxima de 26dBm.

ARBA SCU-4S

ARBA MOB-NGW

***Fig. 13**: Dispositivos* "soft-handover"

Es importante contemplar que para implementar la tecnología "soft-handover" es necesaria la instalación una unidad de sincronismo SCU-4S por cada estación base WIMAX, para reutilización de frecuencias y gestión remota de la alimentación de los ARBA MOB-BS-500, y un gateway de red "ARBA MOB-NGW" instalado en el HOSPITAL, para sincronismo de las estaciones base, evitando corte de conexión en cambios de celda.

La solución propuesta utilizará el protocolo de acceso al medio TDMA (Time Division Multiple Access) con modulación OFDMA (Orthogonal Frecuency Division Multiple Access) mediante técnica MIMO (Multiple-input Multiple-output).

4.2.3.4- Equipos de ambulancia

Para los equipos de ambulancia, se instala en cada ambulancia un terminal de usuario fijo ARBA MOB-SU-550 especialmente diseñados para entornos de movilidad.

ARBA MOB-SU-550

ARBA MOB-UN

***Fig. 14**: CPE ambulancias*

Sus características son similares a las del terminal de usuario nómada para contingencias ARBA-MOB UN:

- Antena directiva de 23 dBi (antena compatible con ARBA-MOB UN, mediante conector N)
- Potencia de transmisión 26dBm.
- Sensibilidad a máxima modulación: -74dBm

4.2.3.5- Equipos de telemedicina móviles del HOSPITAL

Dentro del HOSPITAL, algunos equipos de medición, cómo ecógrafos son móviles. Y requieren de conexión a la red de telemedicina.

A fin de posibilitar esta conexión, guardando las políticas de seguridad seguidas, se reutilizara la infraestructura de res WIMAX, dando cobertura a las 4 plantas del HOSPITAL mediante un equipo ARBA MOB-BS-500.

Los equipos de medición se conectaran via Ethernet o WIFI a un terminal de usuario nómada WIMAX ARBA-MOB UN, ya que, al estar diseñados estos dispositivos para ámbito de movilidad, disponen de un punto de acceso WIFI.

Estos dispositivos no admiten la funcionalidad de soft-handover, que no haría falta para este servicio, y disponen de una batería de 12-48VDC para su total autonomía.

4.2.3.5- Estudio de cobertura con XIRIO®-Online

Para el estudio de Cobertura WIMAX utilizamos igualmente la herramienta de simulación XIRIO® Online, configurando un único escenario con cobertura multitransmisor, y situando las estaciones base en las coordenadas correspondientes según listado de apartado 4.2.2.3.

Al trabajar con una banda licenciada de 4'9GHz, habrá que elegir la tecnología "WIMAX Genérico definido por usuario". Los equipos seleccionados emplean modulación OFDM con 256 portadoras (solo se usan 200: 192 datos + 8 pilotos); La separación entre subportadoras es de 45KHz. Así podemos calcular los parámetros de banda requeridos por XIRIO®:

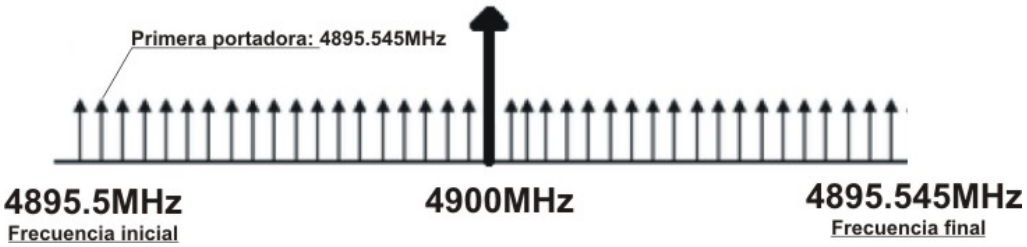
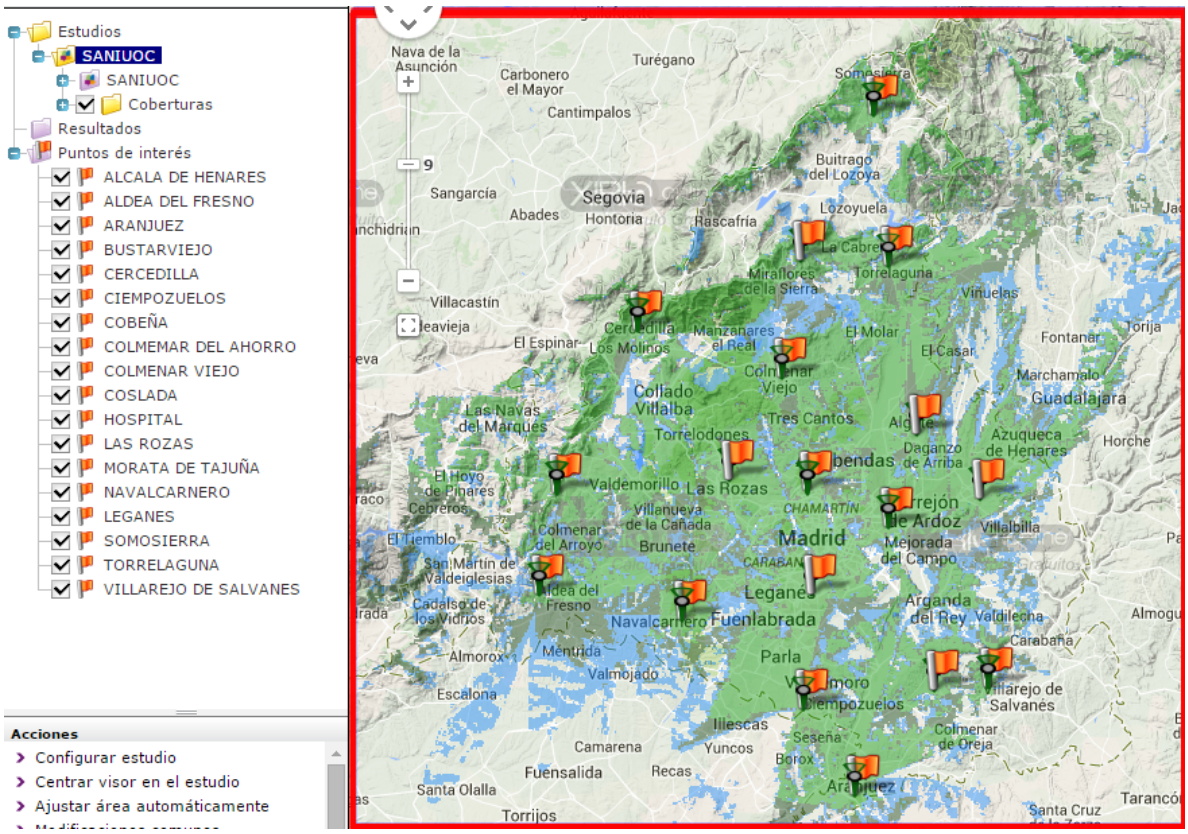


***Fig. 15**: Configuración banda de frecuencias en XIRIO®-Online*

Las antenas seleccionadas son las incluidas con el equipamiento de 23 dBi de ganancia, y se usará el método de cálculo determinístico **Rec ITU-R P. 526-11**, utilizado en entonos rurales y mixtos sobre la cartografía gratuita Google maps de media resolución en la que se basa XIRIO®

Seleccionamos para el estudio la sensibilidad de receptor a -73dBm, y modificamos así los rangos de franja de resultados, seleccionamos un área de cálculo que abarque la comunidad de Madrid.

Se configuran los equipos emisores correspondientes al listado del apartado 4.2.2.3, y se crea el estudio, en el cual no se requerirá cobertura en zonas montañosas o sin acceso para ambulancias:



Color	Rangos de señal	Descripción	
	[-93.00 , -83.00) dBm		
	[-83.00 , -73.00) dBm		
	[-73.00 , Infinity) dBm		

***Fig. 16**: Resultado estudio de cobertura WIMAX con XIRIO®-Online*

Se comprueba como toda la zona de estudio tiene una cobertura con potencia de señal mayor de -73dB.

4.2.4.- RPV sobre SSL con certificado de usuario

Existen dos casos en los que se utilizará un método de conexión distinto al de WIMAX para conectarse a la red privada de la empresa:

- Contingencia de la red WIMAX y terminal de usuario nómada ARBA-MOB UN. Acceso mediante modem 3G/4G.
- Conexión desde el exterior a los servidores SALUS/PACS por parte de personal médico autorizado y dpto. informática.

En estos casos se realizará una conexión túnel RPV hacia el nodo "vpn.saniuoc.com" (Firewall TMG). Previamente, se habrá generado un certificado de usuario en la CA (Entidad Autenticadora) interna del HOSPITAL (SRVAD), de forma que sólo se permitirá las conexiones que tengan instalado un certificado SSL de usuario 256bits válido. De esta forma, además de encriptar la comunicación, se autentica ésta, más allá de los procesos realizados posteriormente en SALUS, los cuales ya serán auditados según credenciales de inicio de sesión en este software.

Señalar que en el caso de contingencia WIMAX en ambulancias, se utilizaría módem 3G/4G conectado al PC de control del vehículo, o conexión WIFI contra Smartphone de técnico que dispusiera el túnel RPV. Esta conexión no proveerá del ancho de banda requerido para algunas operaciones, incluso en zonas de cobertura GPRS de la Comunidad de Madrid.

En cualquiera de los casos los certificados de usuario se emiten bajo demanda desde la CA del HOSPITAL con caducidad máxima de una semana.

Aunque no se contempla en el alcance del proyecto, y a fin de añadir una autenticación de doble factor para redundar la seguridad de las conexiones, se sugiere el despliegue del **software de autenticación de dos factores "RSA SecurID" de EMC**[2] entre todos los usuarios externos y técnicos de ambulancia, de forma que el firewall TMG genera y sincronizará los códigos token con los dispositivos que dispongan de este software, a fin de validar la sesión RPV. Además, este software añadiría una capa de encriptación a los datos trasmitidos.

4.3. MAPA DE RED DE LA SOLUCIÓN

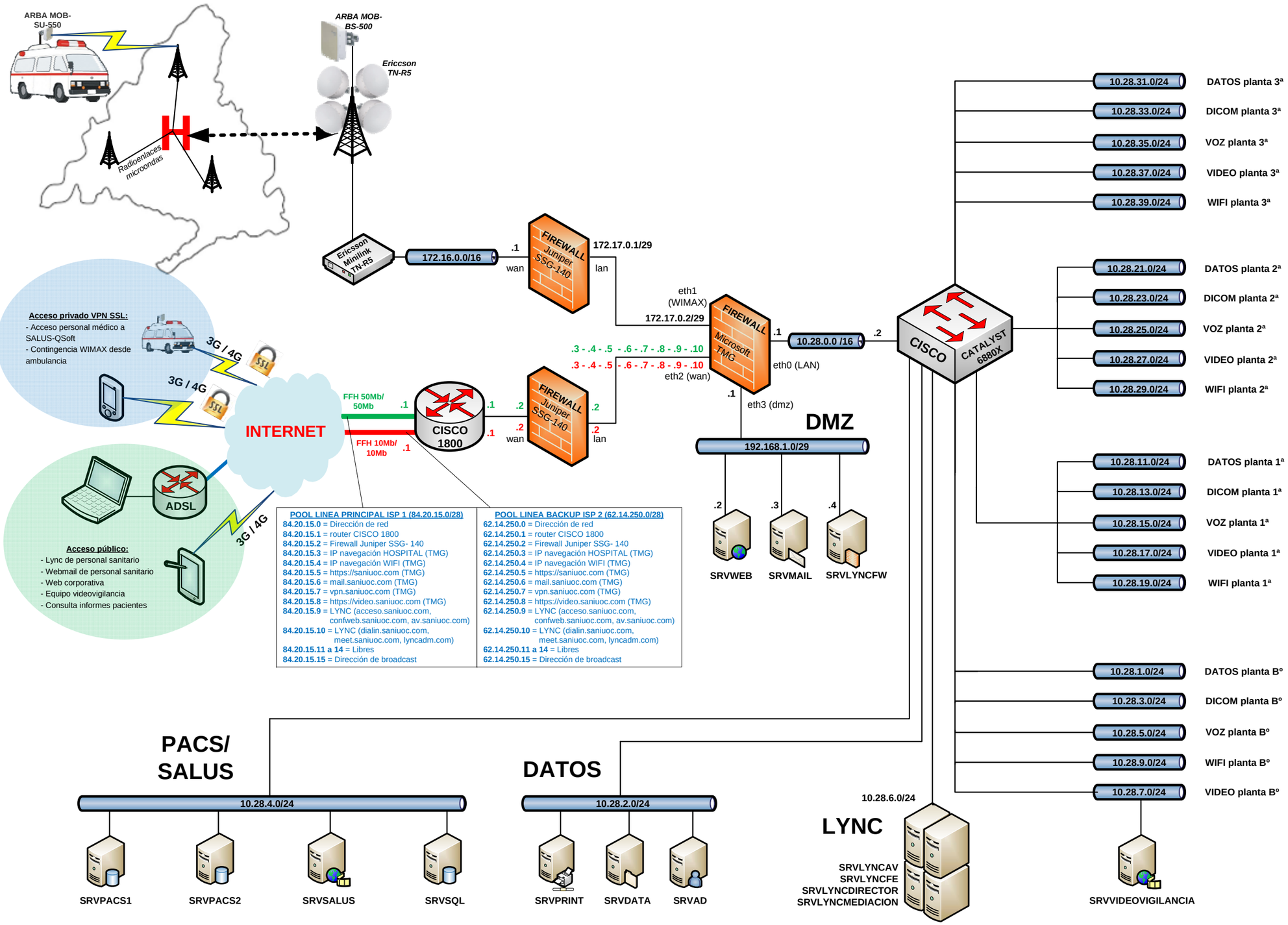


***Fig. 17**: Mapa de red de la solución*

5.- PLAN DE CONTINGENCIAS

La continua disponibilidad de todos los sistemas telemáticos que permiten la atención de pacientes dentro y fuera del HOSPITAL, es fundamental para el desarrollo normal en todos los procesos centro. Se requiere identificar las amenazas y sus riesgos, y determinar los planes contramedida que sean necesarios en el momento de materialización de cualquier amenaza:

- Plan de respaldo: Indica las contramedidas preventivas antes de que se materialice una amenaza, a fin de evitar ésta.
- Plan de emergencia: Indica las contramedidas necesarias durante la materialización de una amenaza, o inmediatamente después a fin de paliar los efectos adversos de la amenaza.
- Plan de recuperación: Indica las medidas necesarias tras controlar la amenaza a fin de restaurar el estado óptimo de funcionamiento.

El proyecto ya redunda el backbone de comunicaciones del HOSPITAL para alta disponibilidad; además se exige disponer de repuestos para diferentes tipos de hosts finales, salvo para equipos de medición médicos, de los cuales no dispone reserva el HOSPITAL, y el fallo de alguno de ellos exige derivar el paciente a otra sala de pruebas o modificar su cita.

La resolución de averías en PC´s y equipos de voz, pasa por el soporte de primer nivel para resolución insitu, y la sustitución del equipamiento en caso de requerirse así, reponiendo siempre después el stock. Se dispondrá también equipamiento para sustitución del requerido para WIFI de invitados y videovigilancia, aunque son estos servicios menos críticos que no inciden en la continuidad de la atención médica.

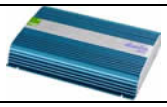
Respecto a la publicación e infraestructura de comunicaciones con el exterior, el HOSPITAL dispone de un firewall Juniper SSG140 de reserva para sustitución de alguno de los firewalls perimetrales en producción. Se debe disponer del archivo de configuración de ambos (zonas perimetrales externa e interna) para su ágil sustitución, al igual que ocurre con los las configuraciones de los switches núcleo y distribución, y router principal.

Además de redimensionar la línea de conectividad Internet fibra óptica actual a 50Mb/50Mb, se debe contratar una segunda línea de backup 10Mb/10Mb que el router principal CISCO 2811 administrará en activo pasivo mediante HSRP. Es importante indicar que las líneas son del mismo operador, a fin de poder mover el pool de DNS público contratado (84.20.15.0/28) entre estas dos líneas, en caso de avería en alguna de ellas.

Por otro lado, la red privada inalámbrica WIMAX externa al HOSPITAL está formada por estaciones base que no disponen de equipos redundados, por lo que una avería implica la apertura de una orden de reparación con el instalador de Albentia. Si bien, si se dispondrán de equipos CPE nómadas ARBA-MOB SU, en caso de avería del CPE fijo ARBA MOB-SU-550 equipado en el ambulancia.

En cualquier caso, el protocolo de contingencia en caso de fallo de la red WIMAX, es la utilización de modem 3G/4G, para establecer túnel VPN sobre SCIP, como indica el apartado 4.4.4.4.

***TABLA 12**: Inventario dispositivos reserva para contingencias*

	DISPOSITIVOS RESERVA	UNIDADES
	PC **HP ProDesk 600 G1 Formato Mini**	**5**
	Casco **Lync Plantronics Blackwire C320M**	**10**
	Teléfono IP **Aastra 6725ip**	**5**
	Switch acceso **Catalyst WS-C2960X-48LPD-L**	**3**
	Switch distribución **Catalyst WS-C3850-48P-L**	**2** (+ archivo config.)
	Switch núcleo **Catalyst 6080-X**	**1** (+ archivo config.)
	Videocámara **AXIS 207**	**2**
	Punto acceso WIFI **Ubiquiti Unifi AP-PRO**	**1**
	Firewall **Juniper SSG140**	**1** (+ archivo config.)
	Router **CISCO 2811 + módulo ethernet**	**1** (+ archivo config.)
	Terminal de usuario nómada **ARBA-MOB NU**	**20**

En la siguiente tabla se muestran organizados por tipo de servicio las diferentes posibles amenazas y sus riesgos, mostrando para cada una los tres planes a ejecutar, en dónde se indican responsable o responsables, recursos materiales necesarios y protocolo de actuación:

***TABLA 13**: Plan de contingencias*

	AMENAZAS /CRITICIDAD LEVE MEDIA GRAVE	PLAN RESPALDO	PLAN EMERGENCIA Responsable, rEcurso, Protocolo	t.	PLAN RECUPERACIÓN	t.
ENERGÍA ELÉCTRICA (afecta a todos los servicios)	**Corte de fluido eléctrico**	• Instalación UPS CPD • Instalación grupo electrógeno azotea	R Administrador de la finca E Electricista externo P • Comprobar cuadro luz. • Avisar compañía electrica	**1 h.**	• Comprobar integridad servicios. • Rellenar gasoil grupo electrógeno	**12 h.**
COMUNICACIONES LAN HOSPITAL (afecta a todos los servicios)	**Daño cableado de red vertical**	• Backup manguera FO hacia puerto de switch distribución en spanning tree • Cableado UTP vertical paralelo • Alertas SNMP switches	R Resp. Comunicaciones E Cableado vertical UTP backup P • Comprobar funcionamiento por manguera backup • Conectar trunk UTP si no funciona	**30min.**	• comprobar fibra mediante fluke • Fusionar error • Conectar y comprobar convergencia de switches	**48h.**
	Falla switches core y distribución	• Switches core y distribución duplicados, en spanning tree • Alertas SNMP switches	R Resp. Comunicaciones E Switches backup, técnico sistemas P • Comprobar switch con cable consola • Sustituir switch • Comprobar convergencia	**30 min.**	• Enviar switch a fabricante para reparación	**10 d.**
	Daño cableado de red horizontal	• Se dimensiona puntos de red de puestos de trabajo con más cables de los requeridos	R Resp. Comunicaciones E Técnico sistemas P • Cambiar de puesto en rack planta	**30 min.**	• Reparar conexión cable UTP • Comprobar cable mediante fluke • Parchear en rack a estado inicial	**24h.**
	Falla switches acceso	• Alertas SNMP • 3 switches en stock de backup	R Resp. Comunicaciones E Switches backup, técnico sistemas P • Comprobare switch	**30 min.**	• Enviar switch a fabricante para reparación	**10 d.**
	Inoperatividad del DNS, DHCP	• Servidor AD duplicado • Backup conf. AD, DHCP	R Resp. Sistemas E Técnico sistemas P • Activar DHCP en servidor AD backup	**30 min.**	• Desautorizar servidor DHCP backup • Autorizar DHCP inicial	**2h.**
	Corte línea principal comunicaciones	• Línea 10Mb/10Mb backup • Publicaiones creadas con direccionamiento línea backup • Alertas SNMP	R Resp. Comunicaciones E Proveedor ISP 1, responsable com. P • Comprobar línea ISP 1 • Cambiar Ips DNS público hacia pool Ips línea ISP 2 • Comprobar conectividad y convergencia	**1 h.**	• Comprobar activación líena caída • Realizar cambio DNS en horario nocturno	**48h.**
	Avería firewall	• Firewall Juniper backup • alertas SNMP	R Resp. Comunicaciones E Firewall backup, tecnico comunicaciones P • Comprobar firewall con cable consola • Sustituir firewall • Cargar configuración	**1 h.**	• Enviar firewall a fabricante para reparación	**10 d.**
	Avería router	• Router CISCO backup • alertas SNMP	R Resp. Comunicaciones E Router backup, tecnico comunicaciones P • Comprobar router con cable consola • Sustituir router • Cargar configuración	**1 h.**	• Enviar router a fabricante para reparación	**10 d.**
DATOS	**Acción de Virus**	• Antivirus gestionados centralizadamente • Antimalware en PC´s • Alertas SNMP	R Resp. Sistemas E Técnico sistemas, soporte antivirus P • Actualizar virus y herramientas malware • Recuperar snapshot de servidor	**1 h.**	• Actualizar parches en servidor • Lanzar agentes y comprobar la convergencia de actualizaciones	**24h.**
	Pérdida de información	• RAIDs en servidores • Backups	R Resp. Sistemas E Técnico sistemas, unidad restore P • Restore desde unidad backup	**1 h.**	• Relizar backkup full inmediato	**12h.**
	Avería servidor	• servidores con dispositivos redundantes (t.red, FA, RAID)	R Resp. Sistemas E Técnico sistemas, soporte HP P • Apertura caso HP • Cambiar recursos clientes a backup	**2 h.**	• Cambiar piezas averiadas • Cambiar recursos de red a destino original	**7 d.**
VOZ	**Avería cascos / teléfono IP**		R Técnico de sistemas E Técnico sistemas, cascos, teléfono IP P • Sustituir dispositivo	**1 h.**	• Envío dispositivo al fabricante para sustitución	**10 d.**
	Corte primario SIP	• Contratar líneas RTC backup	R Resp. Comunicaciones E Líneas RTC backup, resp. Com. P • Enrutar llamadas por RTC	**1 h.**	• Comprobar canales SIP levantados • Enrutar llamadas por origen SIP	**48h.**
	Avería servidores Lync	• servidores con dispositivos redundantes (t.red, FA, RAID)	R Resp. Comunicaciones y sistemas E Soporte HP, Microsoft, técnico P • Se requiere Lync en alta disponibilidad	**1 h.**	• Cambiar piezas averiadas • Cambiar recursos de red a destino original	**5 d.**
TELEMEDICINA	**Avería equipo radiodiagnóstico**		R Técnico sistemas, Fabricante E Fabricante externo P • derivar consultas a otros equipos • Apertura caso con fabricante	**1 h.**	• Comprobar funcionamiento con fabricante tras reparación	**20 d.**
	Servidor PACs	• servidores con dispositivos redundantes (t.red, FA, RAID)	R Resp. Comunicaciones E Técnico sistemas, soporte HP P • Apertrua caso HP, Lync	**1 h.**	• Cambiar piezas averiadas • Requerir PACs en alta disponibilidad	**5 d.**
	Avería servidores SALUS	• servidores con dispositivos redundantes (t.red, FA, RAID)	R Resp. Comunicaciones E Técnico sistemas, soporte HP, SALUS P • Apertrua caso HP, Lync	**1 h.**	• Cambiar piezas averiadas • Requerir SALUS en alta disponibilidad	**5 d.**
	Inoperatividad servidor SQL		R Resp. Comunicaciones E Técnico sistemas, backup SQL P • Parar BD SQL y depurar • Cargar backup SQL	**30 min.**	• Copia inmediata BD SQL	**1 h.**
	Alteración de la información	• Políticas de permisos restrictivas • Firma digital • Firma electrónica	R Director médico E Auditorías SALUS, AD P • Auditorías y comrpobar responsable • Recueprar copia seguridad	**1 h.**	• Revisar políticas de seguridad si procede	**12h.**
VIDEOVIGILANCIA	**Avería cámara**		R Técnico Comunicaciones E Técnico Comunicaciones, cámara IP P • Sustitución cámara IP backup	**1 h.**	• Envío dispositivo a fabricante para sustitución	**15 d.**
	Inoperatividad servidor vigilancia	Servidor AXIS redundado	R Técnico Comunicaciones E Técnico Comunicaciones, soporte AXIS P • Compprobar servidor redundante • abrir caso con AXIS	**1 h.**	• Comprobar funcionamiento con técicco AXIS • Reparación servidor	**5 d.**
WIFI INVITADOS	**Avería punto de acceso**		R Técnico Comunicaciones E Técnico Comunicaciones, AP Ubiquiti P • Sustitución AP y configuración	**1 h.**	• Envío dispositivo a fabricante para sustitución	**15 d.**
RED PRIVADA INALÁMBRICA	**Avería CPE**	• Ambulancias con CPE ARBA-MOB NU • Alternativa VPN SSL 3G	R Técnico Ambulancia E Técnico com, CPE backup ARBA-MOB UN, VPN 3G SSL, Albentia P • Conexión CPE ARBA-MOB UN • Estableceer tunel VPN SSL con 3G • Apertura avería con Albentia	**30 min.**	• Comprobar reparación CPE Albentia • Conexión CPE principal al ambulancia	**5 d.**
	Avería estación base WIMAX	• Alternativa VPN SSL 3G	R Resp. Comunicaciones E Técnico com, VPN 3G SSL, Albentia P • Estableceer tunel VPN SSL con 3G • Apertura avería con Albentia	**30 min.**	• Comprobar reparación WIMAX Albentia • Conexión WIMAX ambulancias celda averiada	**5 d.**
	Avería radioenlace	• Alternativa VPN SSL 3G	R Resp. Comunicaciones E Técnico com, VPN 3G SSL, Albentia P • Estableceer tunel VPN SSL con 3G • Apertura avería con Ericcson	**30 min.**	• Comprobar reparación radioenlace Ericson desde central • Conexión ambulancias BS celda averiada por WIMAX	**5 d.**

6.- POLÍTICAS DE SEGURIDAD Y LOPD

Los aspectos legales, legislativos y regulatorios de los servicios de Telemedicina, son tan importantes como los técnicos o clínicos, por gestionarse telemáticamente datos médicos, que serían prácticamente inaccesibles/invulnerables en un entorno tradicional.

El artículo 18.4 de la Constitución estipula la necesidad de "*limitar el uso de la informática para garantizar el honor, la intimidad personal y familiar de los ciudadanos y el legítimo ejercicio de sus derechos*". La razón y objeto de la LOPD (Ley Orgánica 15/1999, de 13 de Diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal) es completar este artículo, a fin de adecuar la protección de los derechos a la intimidad y el honor de una persona frente a las nuevas amenazas que suponen las nuevas tecnologías en lo referente a tratamiento de datos.

La LOPD define datos de carácter personal cómo aquella información concerniente a personas físicas identificadas o identificables, y fichero (jurídico) cómo "todo conjunto organizado de datos de carácter personal, que permita el acceso a los datos con arreglo a criterios determinados, cualquiera que fuere la forma o modalidad de su creación, almacenamiento, organización y acceso".

A estos efectos, se pueden definir 3 ficheros en el HOSPITAL, los cuales deberán ser inscritos en el RGPD (Registro General de Protección de Datos):

- Fichero no automatizado sobre el archivo de papel/placas.
- Fichero automatizado sobre sistemas PACS y SALUS-Qsoft.
- Fichero automatizado sobre sistema de videovigilancia.

Dada la naturaleza de la información que maneja el HOSPITAL (datos especialmente protegidos relativos a salud) los ficheros, serán clasificados con el nivel de seguridad alto exigiendo, además de las medidas correspondientes a los niveles bajo y medio: cifrado de los datos para distribución de sopores, registro de todos los accesos, realización de copias de respaldo y recuperación, y encriptación para su distribución a través de redes de comunicaciones. Además, la Agencia Española de Protección de Datos exige auditorías externas bienales de los sistemas e instalaciones que contienen estos datos de nivel de seguridad alto. El incumplimiento de la LOPD conlleva responsabilidades administrativas (leve, grave, muy grave) que pueden sancionarse con hasta 600.000€.

Para diseñar una estrategia de seguridad atendiendo a vulnerabilidades, amenazas y riesgos que garantice privacidad, confidencialidad y seguridad, es imprescindible conocer el flujo que sigue la información clínica en el HOSPITAL, ya que la casuística de datos robados, perdidos, alterados o corrompidos es muy amplia. SHTTP y SMIME, SSL IPSec

A continuación se muestra una tabla con las medidas a tomar sobre la seguridad de acceso, comunicaciones y contenidos, y que se habrá de incluir en el obligatorio **documento de seguridad**:

***TABLA 14**: Medidas de seguridad para cumplimiento LOPD*

	Seguridad de acceso Qué puede hacer el qué	Seguridad en comunicaciones Cómo salvaguardar la información y las transacciones en tránsito	Seguridad de contenidos Cómo proteger la información y los procesos que integran la infraestructura	Gestión de seguridad Cómo gestionar de forma integral sistemas y contramedidas
Autenticación	**Establecer que un usuario potencial es quién dice que es**			
	• Dominio windows sobre LDAP con usuarios autenticados • Usuarios sistema QSOFT • Identificación de paciente con nº historia clínica/contraseña en web corporativa para consulta agenda, informes médicos	• Usuario Active Directory + PKI SSL + Token al establecer tunel cliente VPN • Identificación con ID auxiliar al establecer comunicación voz desde ambulancias • Usuarios remotos sistema QSOFT • Sistema SALUS publicado con HTTPS	• Sistema de auditoría automatizado de QSOFT-SALUS • Sistema de auditoría automatizado de WINDOWS • Sistema de auditoría firewalls VPN • Firewall con Sistema Detección Intrusos (IPS)	• Documento de seguridad • Nombrar responsables de seguridad y tareas • Informar políticas de cambio y generación de contraseñas • Alta y baja de usaurios controlada y auditada
Autorización	**Otorgar derechos de acceso a servicios o datos en función la identidad autenticada**			
	• Crear grupos AD Windows y agregar usuarios a grupos según rol de trabajo • Establecer perfiles usuario Administrador, administración, auxiliar, médico en SALUS (desde ambulancias heredan este sistema por VPN WIMAX o 3G/4G)	• Seguridad ACL´s (gestión IP) • Seguridad enrutamiento estático (gestión IP) • Sistema firewall perimetrales con inspección IPS y DoS	• Backup Active Directory diario (usuarios y grupos) • Backup SQL BD SALUS (usuarios)Active Directory • Limitar el número de intentos fallidos y bloquear cuenta	• Documento de seguridad • Nombrar responsables de seguridad y tareas • Publicar normas de privacidad y confidencialidad al equipo del HOSPITAL • Informar de la LOPD a pacientes y familiares para cada cámara de videovigilancia
Confidencialidad	**Impedir la divulgación no autorizada de infromación**			
	• Política de cambio de contraseñas cada 6 meses en Active Directory y SALUS • Política restrictivas de tipo de contraseñas	• Enciptar comunicaciones • Seguridad ACL´s (gestión IP) • Seguridad enrutamiento estático (gestión IP) • Firewalls perimetrales • Firewall publicador ISA Server	• Forzar salvapantallas con contraseña por inactividad • Control de acceso a CPD, centro Videovigilancia y archivo de historias en papel	• Documento de seguridad • Nombrar responsables de seguridad y tareas • Gestión usuarios actualizada • Informar funciones y obligaciones del personal (Artículo 9.1 R.D 994/1999)
Integridad	**Detectar si la información ha sido alterada, creada o eliminada**			
	• Firma digital obligatoria de informes médicos • Firma electrónica de pacientes en autorizaciones y consentimientos informados	• VPN por SSH con certificados de usuario	• Activar auditoría acceso Active Directory y SALUS • Alertas SNMP contra virus, malware y programas P2P • restringir nº de ficheros adjuntos	• Documento de seguridad • Nombrar responsables de seguridad y tareas • Elaborar informes con firma electrónica (pacientes) y digitales (personal médico)
No repudio	**Impedir que el usuario niegue que ha realizado la transacción**			
	• Sesión de Windows y QSOFT autentican al usuario local y remoto	• Certificado digital SSL + token de usuario en clientes VPN autentican al usuario	• Firma electrónica de pacientes en autorizaciones y consentimientos informados • Firma digital obligatoria de informes médicos por parte de perosnal sanitario • Activar auditoría acceso Active Directory y SALUS	• Documento de seguridad • Nombrar responsables de seguridad y tareas • Sistema de gestión de incidencias interactivo entre usuario/técnico
Disponibilidad	**Evitar la indisponibiliad de datos, aplicaciones y sistemas**			
	• Instalar 2 servidores de dominio en catálogo global	• Backbone alta disponibilidad • Equipos comunicaciones en reserva para contingencias del HOSPITAL • CPE nómada en ambulancias ARBA-MOB NU • Conexión 3G/4G para personal externos y sistema de contingencia de ambulancias	• SnapShot y backups diarios, semanales, mensuales y trimestrales • Sistemas en reserva para contingencias del HOSPITAL	• Documento de seguridad • Nombrar responsables de seguridad y tareas • Sistema de gestión de incidencias • Documento plan de contingencias • Documento copias de seguridad y restore • Auditorías y simulacros internos periódicos • Restauras copias de seguridad quincenalmente para comprobar integridad y usabilidad

7.- PRESUPUESTO

A continuación se muestra el presupuesto de la solución completa, divida en los apartados de infraestructura de red del HOSPITAL, sistema de Voz Lync, Sistema PACS, sistema de VideoVigilancia, y red WIMAX:

Infraestructura de red del HOSPITAL:

	CANTIDAD	PRECIO (ud.)	TOTAL
Punto de red terminado UTP cat.6 sobre cable COMMSCAPE 760065136	1174	25,00 €	29.350,00 €
Puntos fusion punto de red FO multimodo COMMSPACE OptiSPEED OM1	64	40,00 €	2.560,00 €
Switch acceso Catalyst WS-C2960X-48LPD-L	10	1.400,00 €	14.000,00 €
Switch distribución CISCO Catalyst WS-C3850-48P-L	8	2.400,00 €	19.200,00 €
Switch nucleo CISCO Catalyst 6080-X	2	4.600,00 €	9.200,00 €
Módulos transceiver fibra óptica WS-X6816-10T-2TXL	16	250,00 €	4.000,00 €
Firewall Juniper SSG140	2	900,00 €	1.800,00 €
		TOTAL	80.110,00 €

Sistema Lync

	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
Servidor LYNC Fron-End HP ProLiant DL385p G8	1	2.750,00 €	2.750,00 €
Servidor LYNC Director HP ProLiant DL385p G8	1	2.750,00 €	2.750,00 €
Servidor LYNC Perimetral HP ProLiant DL385p G8	1	2.750,00 €	2.750,00 €
Servidor LYNC A/V HP ProLiant DL385p G8	1	2.750,00 €	2.750,00 €
Licencias servidor Lync Lync Server 2010 Enterprise Ed	4	850,00 €	3.400,00 €
Licencias cliente Lync CAL de Lync Server 2010 Plus	165	150,00 €	24.750,00 €
Cascos LYNC Plantronics Blackwire C320M	165	35,00 €	5.775,00 €
Licencias cliente Lync CAL de Lync Server 2010 Basic	185	70,00 €	12.950,00 €
Teléfono LYNC fijo Aastra 6725ip	185	50,00 €	9.250,00 €
		TOTAL	61.625,00 €

Red WIFI

	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
Punto de acceso Unifi AP-PRO	36	48,00 €	1.728,00 €
Servidor gestión Ubiquiti Unify	1 (virtualizado)	0,00 €	0,00 €
		TOTAL	1.728,00 €

Sistema PACS

	CANTIDAD	PRECIO (ud.)	TOTAL
Almacenamiento corto plazo HP ML380 G8	1	2.850,00 €	2.850,00 €
Almacenamiento largo plazo HP Storage D2700 w 10	1	16.300,00 €	16.300,00 €
Servidorres SALUS (el HOSPITAL ya dispone de ellos)	0	0,00 €	0,00 €
		TOTAL	19.150,00 €

Sistema Videovigilancia

	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
Cámara IP videovigilancia AXIS 207	55	130,00 €	7.150,00 €
Cámara IP videovigilancia AXIS 214 PTZ	4	250,00 €	1.000,00 €
Paquete 10 licencia softw are gestión	5	1.500,00 €	7.500,00 €
AXIS Camera Station Server	2	1.750,00 €	3.500,00 €
		TOTAL	19.150,00 €

Red Wimax

	CANTIDAD	PRECIO (ud.)	TOTAL
Radioenlace Ericsson Minilink TN-R5	17	930,00 €	15.810,00 €
Antena Vauline VHLPX3-6W doble polarización	34	160,00 €	5.440,00 €
Gatew ay ARBA MOB-NGW	1	9.325,00 €	9.325,00 €
Estación base WIMAX Albentia MOB-BS-500 (antena incorporada)	19	6.895,00 €	131.005,00 €
Unidad de sincronismo ARBA SCU-4S	18	3.790,00 €	68.220,00 €
ARBA MOB-SU-550	20	1.200,00 €	24.000,00 €
		TOTAL	253.800,00 €

TOTAL

Infraestructura de red del HOSPITAL	80.110,00 €
Sistema Lync	61.625,00 €
red WIFI	1.728,00 €
Sistema PACS	19.150,00 €
sistema videovigilancia	19.150,00 €
Red WIMAX	253.800,00 €
TOTAL	435.563,00 €

8.- CONCLUSIONES

El diseño, implantación y normalización de un servicio de telemedicina en el HOSPITAL se requiere por la obsolescencia de sus sistemas, con la consecuente imposibilidad de adaptarse a las nuevas herramientas sanitarias, y competir con otros centros en los que respecta a mejora de atención médica, escalabilidad de sistemas y explotación de ellos a fin de ahorrar de costes.

El análisis de los actuales sistemas y comunicaciones del HOSPITAL, indica que es necesario renovar completamente su infraestructura telemática, y diseñar una solución de red privada inalámbrica para dotar de conexión a su parque de ambulancias.

En lo referente al HOSPITAL, y dada la cantidad de servicios a soportar, se ha optado por sistemas de datos, voz, telemedicina y videovigilancia sobre protocolo IP. Se diseña así el cableado estructurado y la lógica de red, a fin de dotar de seguridad y flexibilidad, mediante fabricantes de primer orden cómo COMMSCAPE, CISCO y HP.

Respecto a los datos clínicos y telemedicina, se opta por mantener el actual software de Gestión clínica SALUS-QSoft, actualizándolo a su última versión, e integrándolo con un nuevo sistema PACS, compatible con los sistemas de telemedicina del HOSPITAL.

Tras estudio de diferentes tecnologías inalámbricas, se escoge una red de estaciones WIMAX que doten de cobertura a las zonas de operación de la comunidad de Madrid, transmitiéndose los datos hacia el HOSPITAL por medio de una red paralela de radioenlaces de microondas, ubicados en las mismas estaciones base. Dado el nivel de seguridad de los datos a transmitir, se opta por trabajar en una frecuencia WIMAX no libre, para lo cual se requiere el licenciamiento en el SETSI de la banda de 4’9GHz.

El proyecto incluye un plan de contingencias para sistemas y comunicaciones a fin de mantener el funcionamiento normal del HOSPITAL frente distintas amenazas. Hay que destacar en este sentido la conexión 3G/4G sobre VPN SSL para ambulancias.

A fin de cumplir la LOPD, se debe nombrar un responsable de seguridad y crear un documento de seguridad dónde aparezcan todas las medidas adoptadas. Además, se deberán registrar tres ficheros en el RGPD, según procedimientos de este organismo.

El proyecto cumple el alcance deseado, dotando de escalabilidad a los sistemas frente crecimiento de SANIUOC S.A. o requerimientos del ministerio de Sanidad. Si bien es necesaria una potente inversión económica inicial, ésta será compensada con la mejora de asistencia médica y una reducción de costes derivada del redimensionamiento y mejor utilización de los recursos del HOSPITAL.

9.- GLOSARIO

- **ACL**: Access Control List (**Lista de Control de Acceso**). Políticas seguridad firewall.
- **AD:** Active Directory (**Directorio Activo**): en la memoria, referido al Servicio de Directorio Windows en una red distribuida de computadores.
- **CPD**: **Centro de Proceso de Datos** donde una empresa ubica sus servidores
- **CPE**: Customer Premises Equipment (**Equipo de la Instalaciones cliente**) WIMAX.
- **DHCP**: Dynamic Host Configuration Protocol. Servidor de configuraciones de red
- **DICOM:** Digital Imaging and Communication in Medicine. Protocolo imagen medicina.
- **DMZ**: Demilitarized zone (**Zona Desmilitarizada**). Red intermedia entre la LAN y la WAN para ubicación de servidores publicados sin exponer la LAN
- **FDDI:** Fiber Distributed Data Interface (**Interfaz de Datos Distribuida por Fibra**).
- **LAN:** Local Area Network (**Red de Área Local**).
- **LDAP:** Lightweight Directory Access Protocol (**Protocolo Ligero de Acceso a Directorios**), utilizado por Windows para validación credenciales AD.
- **LOS:** Line of Sight. Camino directo, sin obstáculos entre emisor y receptor.
- **MAC:** Media Access Control (**Control de Acceso al Medio**). Id unívoca de NIC.
- **MESH:** Red Ad-oc dónde los hosts se comunican entre ellos sin AP intermedio.
- **NAT:** Network Address Translation (**Traduccion direcciones Red**). Mecanismo de routers IP para intercambio de paquetes entre redes con direcciones incompatibles.
- **NLOS:** No Line of Sight. Camino con obstáculos entre emisor y receptor
- **PACS:** Picture Archiving and Communication System. Sistema computerizado para el archivado digital de imágenes médicas.
- **QoS:** Quality of Service (**Calidad de servicio**): Conjunto de tecnologías que priorizan tráfico y garantizan un mínimo ancho de banda.
- **RPV:** **Red Privada Virtual**.
- **RTC:** **Red de Telefonía Conmutada**.
- **SIP:** Session Initiation Protocol (**Protocolo de inicio de Sesión**): Protocolo de aplicación estándar para gestión de sesiones multimedia.
- **SQL:** Structured Query Language (**Lenguaje de Consulta Estructurado**).
- **VLAN:** virtual LAN (**Red de Área Local Virtual**).
- **VTP:** VLAN Trunking Protocol. Protocolo propietario CISCO para administrar VLANes
- **QAM:** Quadrature Amplitude Modulation (**Modulación de Amplitud en Cuadratura**).
- **TDMA:** Time Division Multiple Access (**Multiplexación por División de Tiempo**)
- **WAN:** Wide Area Network (**Red de Área Amplia**).

10.- BIBLIOGRAFÍA

LIBROS

- Antonio Satué Villar. **Comunicacions mòbils** (Material docente Universitat Oberta de Catalunya). 1ª ed. Barcelona, Febrero 2012. PID_00158022
- Oleg .S. Pianykh. **Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM)** (ed. Springer) 1ª ed. Springer-Verlag Berlin, 2008. 383 p. ISBN 978-3-540-74570-9.
- J. Zamorano. **Telemedicina . situación actual y perspectivas de futuro** (ed. Marte) 1ª ed. Mexico, 2004. 256 p. ISBN 84-932521-2-3.

PÁGINAS/DOCUMENTOS ELECTRÓNICOS DE LA RED

- Ministerio de Industria, energía y turismo. "**Telecomunicaciones y Sociedad de la Información. Espectro radioeléctrico**". Madrid (España), 2015. Disponible en: http://www.minetur.gob.es/telecomunicaciones/Espectro/Paginas/index.aspx
- "**Radioenlaces. Tecnologías inalámbricas y diseño de radioenlaces**". 2014. Disponible en: http://www.radioenlaces.es/
- Albentia System S.A. "**Broadband wireless solutions**". 2015. Disponible en: http://www.albentia.com
- Commscope Inc. "**Commescope**". 2014. Disponible en: http://es.commscope.com/
- QSOFT S.L. "**Software para hospitales, clínicas y centros**". Lleida, 2015. Disponible en: http://www.q-soft.net/
- CISCO Systems. "**Routers. Productos y soluciones**". San Jose (USA), 2015. Disponible en: http://www.cisco.com/c/en/us/products/routers/index.html
- Microsoft. "**Microsoft Lync server 2010**". España, 2015. Disponible en: http://technet.microsoft.com/es-es/library/gg398616(v=ocs.14).aspx
- Hewlett-Packard. "**PC´s de sobremesa. Servidores HP**". España, 2015. Disponible en: http://www8.hp.com/es/es/products/servers/index.html
- Ubiquiti Networks. "**Unify AP. Indoor 802.11n Access Point**". San Jose (USA), 2015. Disponible en: http://www.ubnt.com/unifi/unifi-ap/
- AXIS Communications. "**Cámaras de red. Software de gestión de video**". Lund (Suecia), 2015. Disponible en: http://www.axis.com/es/