

XARXA DE COMUNICACIONS D'UN CONSORCI SANITARI

XAVIER MOTA FREIXAS

ENGINYERIA TEC. TELECOMUNICACIONS EN TELEMÀTICA

GENER 2013

1. Descripció del projecte.....	3
2. Objectius.....	3
3. Estudi infraestructures existents.....	4
4. Anàlisi físic hospital central.....	5
5. Estudi necessitats connexió.....	7
6. Execució xarxa LAN hospital.....	18
6.1. Topologia xarxa.....	18
6.2. Equipament tècnic.....	20
6.3. Connectivitat equips.....	27
6.4. Gestió VLAN's.....	28
6.5. Serveis VoIP.....	31
7. Anàlisi físic CAP's.....	31
8. Estudi necessitats connexió.....	32
9. Execució xarxa LAN CAP's.....	39
9.1. CAP Nord.....	39
9.1.1 Topologia xarxa.....	39
9.1.2 Equipament tècnic.....	39
9.1.3 Connectivitat equips.....	39
9.1.4 Gestió VLAN's.....	41
9.2. CAP Sud.....	43
9.2.1 Topologia xarxa.....	43
9.2.2 Equipament tècnic.....	43
9.2.3 Connectivitat equips.....	45
9.2.4 Gestió VLAN's	45
9.3. CAP Est.....	46
9.3.1 Topologia xarxa.....	46
9.3.2 Equipament tècnic.....	47
9.3.3 Connectivitat equips.....	48
9.3.4 Gestió VLAN's.....	48
9.4. CAP Oest.....	49
9.4.1 Topologia xarxa.....	50
9.4.2 Equipament tècnic.....	50
9.4.3 Connectivitat equips.....	51
9.4.4 Gestió VLAN's.....	51
9.5. Serveis VoIP.....	53
10. Execució xarxa telemàtica per a elements mòbils	53
11. Interconnexió hospital central i CAP's.....	57
12. Execució xarxa backup entre hospital central i CPD2.....	58
13. Esquema general de la xarxa dels consorci sanitari.....	58
14. Pressupost dels equips de xarxa.....	60
15. Conclusions.....	62
16. Bibliografia.....	63
17. Annexos.....	64

1. DESCRIPCIÓ DEL PROJECTE

El meu projecte parteix d'una infraestructura sanitària ja existent formada per un hospital central que rep la major part de pacients i per tant d'informació i diferents CAP's situats al mateix municipi, que donen cobertura als pacients del districte.

A més a més, existeixen un seguit d'automòbils dedicats al trasllat de pacients. Els automòbils poden ser ambulàncies, principalment, però també vehicles utilitaris utilitzats per metges de guàrdia o infermers que porten medicació a malalts que s'estan a casa seva amb falta de mobilitat.

Per tota aquesta estructura es pretén desplegar una xarxa de comunicacions que interconnecti els diferents elements del consorci sanitari, de forma que la informació es centralitzi a l'hospital, però que cada CAP o ambulància tingui accés a les dades dels pacients en qualsevol moment.

Serà necessari per tant un desplegament de comunicació per fils dins de l'hospital que permeti gestionar les bases de dades, però també informació en temps real dels pacients més greus, com poden ser les constants vitals. A més serà necessari desplegar la comunicació per VoIP.

Per altra banda caldrà gestionar la forma per tal que els CAP's puguin accedir a les dades de l'hospital central, així com els automòbils que es desplaçaran per la ciutat.

En principi he pensat en crear una xarxa LAN per l'hospital, on hi trobem el cablejat, VoIP i WiFi per tal que els metges puguin treballar amb tablets.

També serà necessari una connexió MAN per connectar l'hospital i els diferents CAP's i crear una connexió sense fils entre l'hospital central i les ambulàncies.

2. OBJECTIUS

L'objectiu principal d'aquest projecte és el d'oferir un accés a les dades de forma immediata i des de qualsevol lloc als treballadors del consorci sanitari, de forma que puguin realitzar els diagnòstics oportuns de la manera més ràpida possible.

En una societat que avança tecnològicament i on l'accés a la informació és cada dia més immediata, un ens dedicat a preservar i millorar el benestar de les persones, no es pot quedar endarrere en la cursa tecnològica.

Una estructura com la que es pretén desenvolupar ha de permetre millorar l'eficiència i els costos d'un servei públic que actualment pateix moltes retallades degudes a la crisi econòmica.

Els principals avantatges que pretén oferir la xarxa a desenvolupar són:

- Rapidesa en el diagnòstic del pacient.
- Celeritat en intervencions crítiques.
- Facilitat en la mobilitat de pacients.
- Integració de la xarxa en una xarxa d'hospitals del país.

De totes formes també apareixeran certs inconvenients que cal esmentar, com:

- Inversió inicial elevada.
- Alta seguretat i confidencialitat de dades.

3. ESTUDI INFRAESTRUCTURES EXISTENTS

L'hospital va ser construït els anys 80 i per tant ha tingut diverses remodelacions i obres per tal d'adaptar-se a les circumstàncies i necessitats de cada moment. Per aquest motiu es porta a terme un estudi de les infraestructures existents i valorar així, quines ens seran útils i quines no i en cas que sigui necessari, quines s'hauran de crear.

Actualment l'hospital té una xarxa de comunicacions força precària, sí que té elements de comunicació entre els servidors i línies ADSL per connectar-se a internet, però no disposa d'una xarxa de telèfons de VoIP, ni té línies connectades de forma directa i segura entre l'hospital i els CAP's, ja que fins ara s'han intercanviat informació a través d'internet, per tant les dades són susceptibles de ser interceptades. Apart d'això no disposa de connexió a la xarxa sense fils.

Serà necessari desplegar calbejat ethernet i fibra nova per tot l'hospital. Així com tots els elements necessaris per realitzar les comunicacions, *routers*, *switch's*, *Access Points*, etc.

DESCRIPCIO DELS EDIFICIS

El consorci sanitari està format per un hospital central i 4 CAP's, repartits aquests en els 4 districtes del municipi on pertany.

Edifici central:

Les característiques de l'edifici central són les següents:

- 11 plantes
- Plantes de -2 a 2; de 100 x 56 m
- Plantes de 3 a 8; 100 x 12,5 m

L'edifici compta amb dues plantes subterrànies, una de les quals té disponibilitat per tal d'allotjar les infraestructures necessàries per tal d'implementar la nova xarxa. Aquesta planta ja compta amb un CPD on estan ubicats els servidors que s'utilitzen en l'actualitat i disposa de l'espai suficient per tal d'allotjar els nous elements per tal de crear la xarxa de mobilitat que es vol desenvolupar.

Situació geogràfica:

L'hospital central està situat a les afores de la ciutat, a mig camí de la població veïna, de forma que dona servei tant a veïns del municipi com al veí.

Les infraestructures municipals de que disposa estan totalment habilitades per tal de poder enllaçar l'hospital amb els diferents CAP's.

CAP's:

CAP Nord:

Situat al districte Nord de la ciutat. Es tracta d'un edifici de dues plantes, una planta baixa i un sota el nivell del carrer. Les dimensions plantes de 70 x 50 m.

CAP Sud:

Situat al districte Sud de la ciutat. Es tracta d'un edifici de dues plantes, una planta baixa i un sota el nivell del carrer. Les dimensions plantes de 150 x 30 m.

CAP Est:

Situat al districte Sud de la ciutat. Es tracta d'un edifici de dues planta, una planta baixa i un sota el nivell del carrer. Les dimensions planta de 100 x 80 m.

CAP Oest:

Situat al districte Sud de la ciutat. Es tracta d'un edifici de tres plantes, dues plantes i un sota el nivell del carrer. Les dimensions plantes de 80 x 80 m.

Elements mòbils:

El consorci sanitari disposa d'una flota de 20 ambulàncies pròpies. Existeixen a més a més dues empreses de servei d'ambulàncies que treballen de forma associada amb el consorci sanitari, però que en una primera etapa no comptaran amb els sistema de mobilitat.

A banda de les ambulàncies, existeixen 5 cotxes de servei mèdic que utilitzen els metges i infermers per desplaçar-se als domicilis dels pacients.

Treballadors:

D'entrada no està previst que tots els doctors de l'hospital tinguin una tablet, ja que a dins de l'hospital ja existeix la possibilitat d'accedir a les dades necessàries, però es guardarà un stock de 8 tablets, per quan sigui necessari degut al desplaçament d'un doctor o en cas de fallada d'alguna tablet que estigui en funcionament.

4. ANÀLISIS FÍSIC HOSPITAL CENTRAL

L'hospital central, situat a 10 km del centre de la ciutat, dins el terme municipal, és una construcció de 10 plantes, dues de les quals dues estan sota el nivell de terra.

La primera planta subterrània està dedicada a afers del personal de l'hospital, compta amb dues sales de vestidors, una sala de bugaderia, una sala de manteniment. A més a més hi trobem electrofisiologia, l'arxiu, menjador, cuina i magatzems.

La segona planta subterrània, conté les sales i elements que fan que un edifici funcioni amb condicions, ja que hi trobem la sala de calderes, sala de generadors o SAI, una sala CPD i una sala de manteniment. Apart hi trobem departament d'esterilització, laboratoris, anatomia patològica, informàtica, servei de farmàcia.

A la planta 0 hi tenim, admissió d'hospitalització, atenció a l'usuari, cirurgia sense ingrés, clínica del dolor, hospital de dia, punt d'atenció documental, serveis funeraris, treball social. Geriatria, cures pal·liatives, patologia digestiva, unitat de curta estada, endocrinologia, oftalmologia (àrea quirúrgica, consultes externes i urgències).

A la primera planta hi trobem el servei d'urgències general i urgències de pediatria i consultes externes. Ginecologia i obstetrícia. Extraccions, punt d'informació i capella i sales polivalents.

A la segona planta hi trobem el servei de recursos humans, servei de diagnòstic per la imatge, direcció i hemodiàlisi. Medicina nuclear, oncologia radioteràpia i radiofísica i radioprotecció. Programa de detecció de càncer de mama.

A la tercera hi trobem les sales de cirurgia (general digestiva, vascular, ortopèdica i traumatologia, plàstica i toràcica).

A la quarta hi ha els nounats i pediatria. Hospital de dia pediatria.

A la cinquena i sisena medicina interna. Pneumologia, cardiologia i cirurgia cardíaca.

A la setena psiquiatria. Neurologia, neurocirurgia i otorinolaringologia.

A la vuitena UVI i UCI. Semicrítics, coordinació de transplantaments.

A efectes pràctics per desplegar la nostra xarxa de comunicacions, és important veure que els elements distribuïdors de la xarxa es troben a la planta (-2) i es van ramificant cap amunt per les diferents plantes. Cada una de les plantes superiors comptarà amb un o varis commutadors que distribuïran la senyal a través dels elements necessaris. Aquests commutadors es troben en un petit compartiment a la sala del personal hospitalari de cada planta.

L'hospital ja compta amb les infraestructures per tal de fer el desplegament físic del cablejat estructurat, per tant no caldrà realitzar obres per tal de fer arribar el cablejat ethernet o fibra a cada planta.

Pel que fa a les sales de personal de cada planta, tampoc serà necessari crear espais separats on ubicar els commutadors. Només serà necessari habilitar un espai on situar un petit rack que contingui els elements de distribució de les comunicacions.

A la planta (-2) ja existeix un CPD amb espai suficient per tal d'encabir els nous elements que seran necessaris, actualment només està ocupat la meitat de la sala. Aquesta sala té unes dimensions físiques de 40 x 30 metres.

Es planteja la opció de crear una nova sala CPD situada fora de l'edifici de l'hospital central, que serveixi per redundar tots els serveis crítics dels sistemes de l'hospital. Aquests elements serien, les cabines d'storage, servidors crítics de producció, servidors de bases de dades, etc. Tot i així, tractant-se d'àrees que no competeixen directament en el plantejament del treball, només s'estudiarà la possibilitat i en cas de tirar endavant, només es proporcionaran les comunicacions entre el CPD central i el secundari.

En cas de construcció de la nova sala de CPD, aquesta tindria unes mides inferiors respecte el CPD principal. Una sala de 15 x 10 metres seria suficient.

5. ESTUDI DE LES NECESSITATS DE CONNEXIÓ

Per conèixer les necessitats de connexió de l'hospital, cal fer una recompte en primer lloc dels treballadors que té l'hospital i les necessitats de connexió d'aquests. En segon lloc, cal conèixer la quantitat d'estacions de treball o pc's actuals i les que seran necessàries degut al projecte d'interconnexió. En tercer lloc, és important decidir quins són els punts de l'hospital en que serà necessari una connexió mitjançant WIFI i per tant s'haurà de realitzar un estudi de cobertura per tal de garantir aquesta connexió. També cal realitzar un estudi dels telèfons necessaris per l'hospital, ja que aquests funcionaran per VoIP.

Treballadors i necessitats d'aquests:

L'Hospital central té una plantilla d'uns 2200 treballadors, repartits de la següent manera:

- Equip tècnic:

Director gerent:	1
Director mèdic:	1
Sots-Director mèdic:	1
Director econòmic:	1
Sots-Director econòmic:	1
Director de RRHH:	1
Director d'operacions i infermeria:	1
Sots-Director d'operacions i infermeria:	1

- Direcció assistencial i personal facultatiu:

Cap d'àrea:	10
Responsable d'unitat:	35
Cap de projecte:	15
Facultatius:	350
MIR:	150

- Personal Sanitari:

Responsable Matrones	1
Matrones	22
Responsable d'infermeria	18
Infermeres	540
Responsable Fisioterapeutes	1
Fisioterapeutes	37
Responsable Tècnics especialistes	1
Tècnics especialistes de Laboratori	37
Tècnics especialistes de Radiodiagnòstic	65
Tècnics especialistes Anatomia patològica	20
Tècnics en medicina nuclear	4
Personal farmàcia	8
Tècnics en documentació	5
Auxiliar d'Infermeria	417
Investigadors	7

- Personal no sanitari:

Auxiliar administratiu	45
Especialista amb responsable no assistencial	22
Especialista no assistencial	232
Personal de suport	177

Estacions de treball:

Cada departament assistencial utilitza en funció del personal , una mitjana d'un ordinador cada 6 persones. Això fa una mitjana de 200 ordinadors connectats a la LAN de l'hospital.

Les àrees de RRHH utilitzen un ordinador per persona, això significa uns 50 ordinadors.

L'equip directiu també utilitza cadascú un ordinador, per tant són, 8 ordinadors més.

Tenim en total uns 354 ordinadors connectats a la LAN.

La distribució espacial d'aquests és la següent:

Planta	Quantitat d'estacions de treball
-2	15
-1	32
0	60
1	35
2	80
3	22
4	22
5	22
6	22
7	22
8	22

AMPLE DE BANDA

L'ample de banda és la quantitat d'informació que es pot transmetre per una connexió de xarxa en un període de temps.

En el nostre cas, es tracta d'un consorci sanitari on la informació que circularà per la xarxa pot ser de diferent naturalesa, ja pot ser dades de text, imatges fixes o imatges en moviment, així com àudio. És important que la informació arribi amb condicions, evitant pèrdues i errors en la transmissió d'aquestes.

Volem ser capaços de transmetre imatge d'alta qualitat com poden ser imatges tac o radiografies, així com vídeos, apart de dades convencionals, per tant necessitarem un ample de banda superior a 5Mbps i en els casos que sigui possible, propers als 10Mbps.

XARXA LOCAL SENSE FILS

Un dels principals objectius del projecte és fer arribar la informació als treballadors del consorci de la forma més ràpida possible. Es pretén que tant el metge, com l'infermer puguin accedir a les dades relacionades amb el pacient en qualsevol lloc i moment, per exemple, quan el doctor hagi passat a fer visita al pacient pugui introduir les noves dades al moment, de forma que l'infermer encarregat de subministrar la dosi del medicament, tingui aquesta informació a l'acte.

Per tal de portar a terme aquesta proposta es pretén oferir una connexió sense fils a tota l'àrea de l'hospital. Per desenvolupar aquesta idea, caldrà fer un desplegament d'AP's (Access Points) per tot l'edifici. En apartats posteriors podrem veure els càlculs de cobertura que ens indicaran a quins llocs estaran situats els AP's, el tipus de connexió, la quantitat d'accessos permesos, etc.

De moment cal tenir en compte que l'hospital disposarà en un primer pas, de tablets pels doctors. En funció de l'acceptació d'aquesta tecnologia s'estudiarà fer un segon desplegament per a treballadors qualificats i personal responsable. D'aquesta manera es disposarà inicialment de 350 tablets per als doctors.

Pel que fa a la cobertura de la xarxa sense fils, aquesta només serà disponible dins de l'edifici de l'hospital, no està previst que sigui accessible a les àrees externes de l'hospital.

Per tal de calcular les pèrdues de connexió en interiors utilitzem el mètode COST-231 de 2º ordre, que té en compte les pèrdues degudes a parets i sostres:

$$L[dB] = L_0[dB] + 2 \cdot \log(d) + \sum_{i=1}^I K_{ji} \cdot L_{ji} + \sum_{j=1}^J K_{wj} \cdot L_{wj}$$

On:

$$L_0[dB] = 20 \cdot \log(4 \cdot \pi / \lambda)$$

J: nombre de tipus diferents de parets (pladur, totxo,...).

I: nombre de tipus diferents de sostre (metall, formigó,...).

L_{ji} : factor d'atenuació per al sostre de tipus i.

K_{ji} : nombre de pisos travessats de tipus i.

L_{wj} : factor d'atenuació de la paret de tipus j.

K_{wj} : nombre de parets travessades de tipus j.

El model COST-231 es basa en els models japonesos Walfish i Ikegami. Té avantatges respecte aquests altres models, ja que és un model utilitzat a ciutats europees apart de japoneses, serveix per a microcèl·lules i es pot utilitzar per freqüències de 1,8 GHz.

El terme COST fa referència a "Coopération européenne dans le domaine de la recherche Scientifique et Technique".

SEGURETAT A LA XARXA SENSE FILS:

El medi que utilitza una xarxa WiFi és l'aire, es tracta per tant, d'un medi amb un risc en la seguretat intrínsec. Per tal de gestionar aquest risc s'han d'aplicar mesures de seguretat per salvaguardar la confidencialitat de les dades dels pacients d'un hospital, així com les dades referents al propi hospital.

Les mesures de seguretat que s'han de prendre en una xarxa sense fils són:

- Utilitzar protocols de xifratge de dades com WEP (Wired Equivalent Privacy) o WPA (Wireless Protected Area). Es tracta de protocols que són proporcionats per els propis aparells de connexió sense fils i permeten xifrar les dades que es transmeten, de forma que només els usuaris permesos hi tinguin accés.

WEP: És un sistema de xifratge inclòs al protocol IEEE 802.11, es basa en l'algorisme RC4 que utilitza claus de 64 bits o de 128. El sistema d'integritat utilitzat és el CRC32

WPA: És un sistema de xifratge evolucionat del sistema WEP. Utilitza l'autenticació dels usuaris mitjançant un servidor a on s'emmagatzemen les claus dels usuaris de xarxa.

Normalment s'utilitza un servidor Radius, es tracta d'un protocol d'autenticació per a les aplicacions d'accés a la xarxa.

Utilitza l'algorisme RC4 per al xifratge, amb una clau de 128 bits i un vector d'inicialització de 48 bits. El sistema d'integritat utilitzat és el MIC.

- Sempre que l'Acces Point ho permeti utilitzar xifratge WPA2 , que és més segur que el WEP i utilitzar claus de 128 bits per augmentar així la seguretat.
- Canviar el SSID dels AP. El SSID és un nom que serveix per identificar tots els paquets d'una pròpia xarxa sense fils. Es tracta d'un identificador de 32 caràcters que tots els elements de la mateixa xarxa han de compartir per tal de poder-se comunicar. Si canviem el SSID dels aparells i no deixem el que es proporciona per defecte millorarem la seguretat.
- Control de direccions MAC. Tots els aparells que es poden connectar a una xarxa disposen d'un codi únic que els identifica. Una forma de millorar la seguretat és gestionar les adreces MAC dels aparells de forma que només es puguin connectar a la nostra xarxa els aparells que nosaltres desitgem. Això és possible configurant els AP's per tal que permetin el filtratge MAC i definint les direccions dels aparells permeses.

PLANTA -2:

A la planta -2 hi treballen 95 persones, però tractant-se d'un hospital on es fan torns, mai ens trobarem amb la totalitat dels treballadors al mateix moment. Tenint 3 torns, ens podem trobar com a màxim 32 persones al mateix moment, dels quals no tots necessiten treballar amb una connexió sense fils, ja que majoritàriament treballen amb una estació de treball. Per tant podem dir que 10 persones podrien utilitzar la xarxa WIFI al mateix moment.

En aquesta planta només disposarem els AP's (Access Points) en les zones estrictament necessàries, de forma que les sales cd CPD1, SAI i Calderes no necessiten cobertura, així la superfície a abastar és del 67% del total. Tenint en compte que cada planta té una superfície de 5028.19m², en aquest cas, la superfície útil és de 3355,7m².

Tal i com es pot veure al planell, tenim 7 envans d'obra, que provoquen una atenuació de la senyal de 15 dB i 40 envans senzills (tipus pladur) que provoquen una atenuació de 8 dB.

L'atenuació màxima que ens trobarem per planta, ve definida per la fórmula del mètode COST-

231, que és la següent:

$$20 \log \left(\frac{4\pi d}{\lambda} \right) + \text{aten. enva} * n^{\text{º envans}}$$

Si col·loquéssim 10 AP's, tindríem que cada AP abasta una superfície de 335,57 m², per tant la distància màxima entre un punt i un AP és de 13m. A més tenint 10 AP's, cada un recorre com a màxim un envà d'obra i 4 envans tipus pladur.

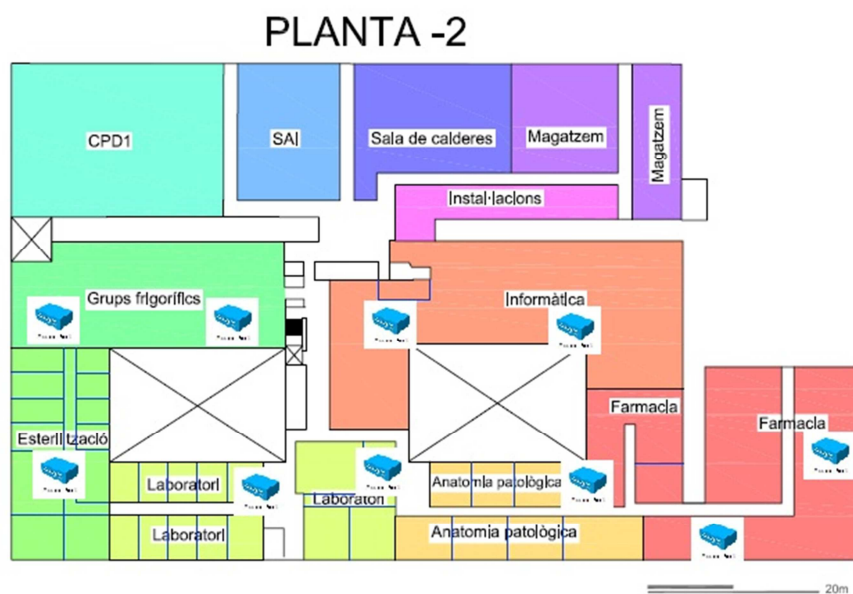
Calculem l'atenuació:

$$20 \log \left(\frac{4\pi \cdot 13m}{\frac{3 \cdot 10^8}{2,4 \cdot 10^9}} \right) + 15dB * 1 + 8dB * 4 = 109,29 \text{ dB}$$

La potència transmesa és de 20 dB i cada antena té un guany de 5 dB, per tant la potència transmesa és:
 Pot.trans = 20 dBm + 5 dB – 109,29 dB = -84,3 dBm.

Per les especificacions tècniques de l'AP que utilitzarem (veure annex), veiem que ens ofereix una velocitat de 11 Mbps per cada AP. Tenint en compte que 10 usuaris utilitzaran aquest tipus de connexió i que tenim 10 AP's, veiem que:

$$\frac{11 \text{ Mbps}}{\frac{10 \text{ users}}{10 \text{ AP's}}} = 11 \text{ Mbps/usuari}$$



PLANTA -1:

A la planta -1 hi treballen unes 60 persones, que també treballen per torns. Es tracta d'una planta de serveis, en que l'accés a la WIFI no és important, per tant es decideix donar accés sense fils només a la sala d'arxiu i a la d'electrofisiologia.

A la sala d'arxiu no hi ha envans, per tant, posarem un AP al centre de cada sala, que serà suficient per donar cobertura als usuaris de cada departament que ho necessitin. La superfície d'aquesta sala és de 326,25 m². La distància màxima entre un punt i l'AP és de 12,77 m,

A la sala d'electrofisiologia hi trobem 27 envans tipus pladur que provoquen una atenuació de 8 dB's cada un. La superfície de la sala és de 687,5 m², per tant la superfície que abastarà cada AP, en el cas de col·locar 5 AP's és de 137,5 m². La distància entre un punt i un AP és de 8,28m. Sabem també que col·locant 5 AP's, el senyal recorrerà 6 envans tipus pladur com a màxim.

Cal tenir en compte que les necessitats de banda d'amplada per usuari és de 10Mbps, ja que necessiten treballar amb programes de gestió de bases de dades de l'hospital.

L'atenuació màxima que ens trobarem en el cas de la sala d'arxiu, ve definida per la fórmula del mètode COST-231. En aquest cas només col·locarem un AP a la sala i per tant l'atenuació serà la següent:

Calculem l'atenuació:

$$20 \log \left(\frac{4\pi \cdot 12,77m}{\frac{3 \cdot 10^8}{2,4 \cdot 10^9}} \right) = 62,17 \text{ dB}$$

La potència transmesa és de 20dB i cada antena té un guany de 5dB, per tant la potència transmesa és:
Pot.trans = 20 dBm + 5 dB – 62,17 dB = -33,17 dBm.

Per les especificacions tècniques de l'AP que utilitzarem (veure annex), veiem que ens ofereix una velocitat de 54Mbps per cada AP. Tenint en compte que 4 usuaris utilitzaran aquest tipus de connexió i que tenim 1 AP per sala, veiem que:

$$\frac{54 \text{ Mbps}}{4 \text{ users}} = 13,5 \text{ Mbps/usuari}$$

En el cas de la sala d'electrofisiologia, el càlcul de l'atenuació és el següent:

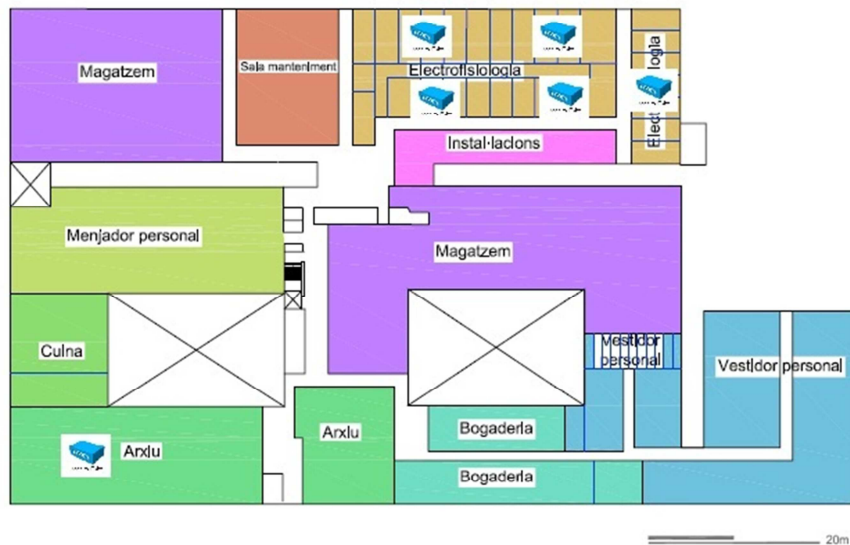
$$20 \log \left(\frac{4\pi \cdot 8,28m}{\frac{3 \cdot 10^8}{2,4 \cdot 10^9}} \right) + 6 \text{ envans} * 8 \text{ dB} = 106,4 \text{ dB}$$

La potència transmesa és de 20 dB i cada antena té un guany de 5 dB, per tant la potència transmesa és:
Pot.trans = 20 dBm + 5 dB – 106,4 dB = -81,4 dBm.

Per les especificacions tècniques de l'AP que utilitzarem (veure annex), veiem que ens ofereix una velocitat de 12 Mbps per cada AP. Tenint en compte que fins a 10 usuaris podrien utilitzar aquest tipus de connexió i que tenim 5 AP's per sala, veiem que:

$$\frac{12 \text{ Mbps}}{\frac{10 \text{ users}}{5 \text{ AP's}}} = 6 \text{ Mbps/usuari}$$

PLANTA -1



PLANTA 0:

A la planta 0 hi treballen unes 400 persones, que també treballen per torns, de forma que com a màxim hi trobarem al mateix moment unes 150 persones, de les quals aproximadament unes 70 necessitaran accés WIFI.

Aquesta planta té 14 envans d'obra que provoquen una atenuació de 15 dB i uns 115 envans tipus pladur, que provoquen una atenuació de 8 dB.

L'atenuació màxima que ens trobarem per planta, ve definida per la fórmula del mètode COST-

231, que és la següent:

$$20 \log \left(\frac{4\pi d}{\lambda} \right) + \text{aten. enva} * n^{\text{º}} \text{ envans}$$

Tenint en compte que cada planta té una superfície de 5028,19 m², si col·loquéssim 30 AP's, tindríem que cada AP abasta una superfície de 167,6 m², per tant la distància màxima entre un AP i un punt de la sala és de 9,15 m. Cada AP recorrerà com a màxim 1 envà d'obra i com a màxim 4 envans tipus pladur.

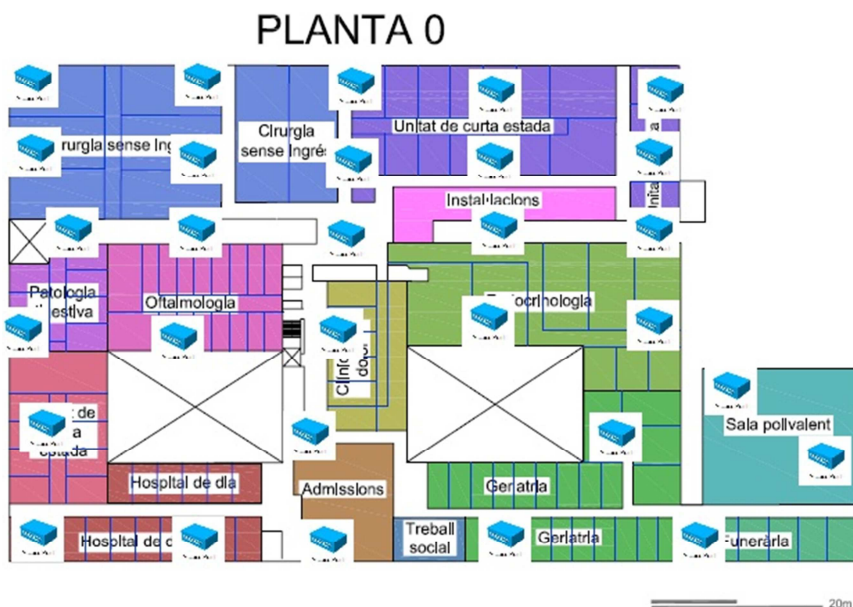
Calculem l'atenuació:

$$20 \log \left(\frac{4\pi \cdot 9,15m}{\frac{3 \cdot 10^8}{2,4 \cdot 10^9}} \right) + 15dB * 1 + 8dB * 4 = 106,28 dB$$

La potència transmesa és de 20 dB i cada antena té un guany de 5 dB, per tant la potència transmesa és: Pot.trans = 20 dBm + 5 dB – 106,28 dB = -81,18 dBm.

Per les especificacions tècniques de l'AP que utilitzarem (veure annex), veiem que ens ofereix una velocitat de 12 Mbps per cada AP. Tenint en compte que 70 usuaris utilitzaran aquest tipus de connexió i que tenim 30 AP's, veiem que:

$$\frac{12 \text{ Mbps}}{\frac{70 \text{ users}}{30 \text{ AP's}}} = 5,14 \text{ Mbps/usuari}$$



PLANTA 1:

A la primera planta hi treballen unes 350 persones, que treballen per torns. A cada torn només unes 100 persones accediran a la xarxa mitjançant WIFI, bàsicament doctors i personal qualificat d'urgències i consultes externes.

Aquesta planta té 14 envans d'obra que provoquen una atenuació de 15 dB i uns 135 envans tipus pladur, que provoquen una atenuació de 8 dB.

L'atenuació màxima que ens trobarem per planta, ve definida per la fórmula del mètode COST-

231, que és la següent:

$$20 \log \left(\frac{4\pi d}{\lambda} \right) + \text{aten. enva} * n^{\circ} \text{ envans}$$

Tenint en compte que cada planta té una superfície de 5028,19 m², si col·loquéssim 40 AP's, tindriem que cada AP abasta una superfície de 125,7 m², per tant la distància màxima entre un AP i un punt de la sala és de 7,9 m. Cada AP recorrerà com a màxim 1 envà d'obra i com a màxim 4 envans tipus pladur.

Calculem l'atenuació:

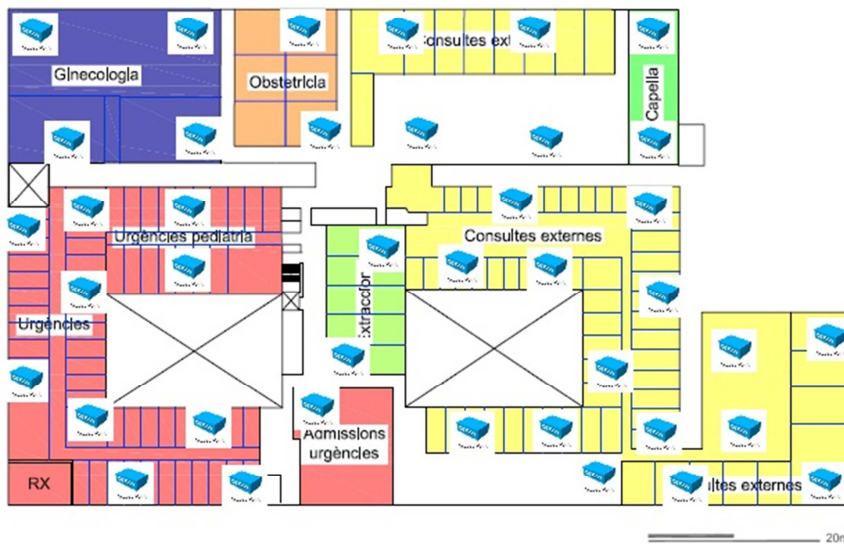
$$20 \log \left(\frac{4\pi \cdot 7,9m}{\frac{3 \cdot 10^8}{2,4 \cdot 10^9}} \right) + 15dB * 1 + 8dB * 4 = 105 \text{ dB}$$

La potència transmesa és de 20 dB i cada antena té un guany de 5 dB, per tant la potència transmesa és:
 Pot.trans = 20 dBm + 5 dB – 105 dB = -80 dBm.

Per les especificacions tècniques de l'AP que utilitzarem (veure annex), veiem que ens ofereix una velocitat de 18 Mbps per cada AP. Tenint en compte que 100 usuaris utilitzaran aquest tipus de connexió i que tenim 40 AP's, veiem que:

$$\frac{18 \text{ Mbps}}{\frac{100 \text{ users}}{40 \text{ AP's}}} = 7,2 \text{ Mbps/usuari}$$

PLANTA 1



PLANTA 2:

A la planta 2, de forma similar que les plantes 0 i 1, hi treballen unes 300 persones, de les quals unes 100 necessiten connectar-se a la xarxa sense fils.

Aquesta planta té 14 envans d'obra que provoquen una atenuació de 15 dB i 42 envans tipus pladur, que provoquen una atenuació de 8 dB.

L'atenuació màxima que ens trobarem per planta, ve definida per la fórmula del mètode COST-

231, que és la següent:

$$20 \log \left(\frac{4\pi d}{\lambda} \right) + \text{aten. enva} * n^{\text{º envans}}$$

Tenint en compte que cada planta té una superfície de 5028,19 m², si col·loquéssim 20 AP's, tindríem que cada AP abasta una superfície de 251,14 m², per tant la distància màxima entre un AP i un altre punt és de 11,2 m. Cada AP recorrerà com a màxim 1 envà d'obra i com a màxim 3 envans tipus pladur.

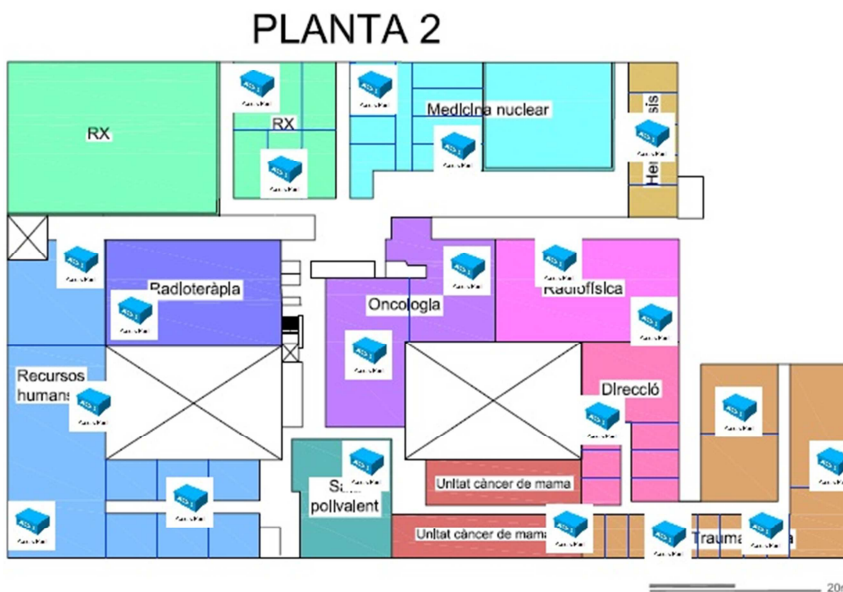
Calculem l'atenuació:

$$20 \log \left(\frac{4\pi \cdot 11,2m}{3 \cdot 10^8} \right) + 15dB * 1 + 8dB * 3 = 100 dB$$

La potència transmesa és de 20 dB i cada antena té un guany de 5 dB, per tant la potència transmesa és:
Pot.trans = 20 dBm + 5 dB – 100 dB = -75 dBm.

Per les especificacions tècniques de l'AP que utilitzarem (veure annex), veiem que ens ofereix una velocitat de 24 Mbps per cada AP. Tenint en compte que 100 usuaris utilitzaran aquest tipus de connexió i que tenim 20 AP's, veiem que:

$$\frac{24 \text{ Mbps}}{\frac{100 \text{ users}}{20 \text{ AP's}}} = 4,8 \text{ Mbps/usuari}$$



PLANTES 3-8:

Aquestes plantes són totes iguals, pel que fa a estructura i tenen unes dimensions més reduïdes. Hi treballen unes 100 persones per torns, de les quals unes 30 tenen necessitat de connectar-se mitjançant WIFI.

Aquesta planta té 8 envans d'obra que provoquen una atenuació de 15 dB i 58 envans tipus pladur, que provoquen una atenuació de 8 dB.

L'atenuació màxima que ens trobarem per planta, ve definida per la fórmula del mètode COST-

231, que és la següent:

$$20\log\left(\frac{4\pi d}{\lambda}\right) + \text{aten. enva} * n^{\circ} \text{ envans}$$

Tenint en compte que cada planta té una superfície de 1236,87 m², si col·loquéssim 15 AP's, tindriem que cada AP abasta una superfície de 82,46 m², per tant la distància màxima entre un AP i un altre punt de la planta és de 6,42 m. Cada AP recorrerà com a màxim 1 envà d'obra i com a màxim 4 envans tipus pladur.

Calculem l'atenuació:

$$20\log\left(\frac{4\pi \cdot 6,42m}{\frac{3 \cdot 10^8}{2,4 \cdot 10^9}}\right) + 15dB * 1 + 8dB * 4 = 103,2 dB$$

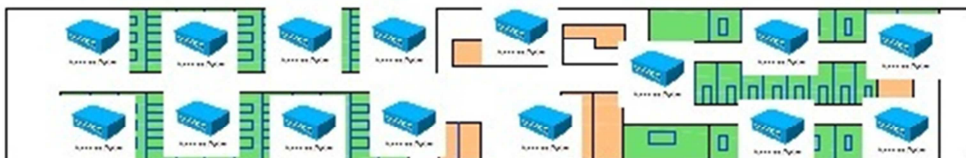
La potència transmesa és de 20 dB i cada antena té un guany de 5 dB, per tant la potència transmesa és:
Pot.trans = 20 dBm + 5 dB – 103,2 dB = -78,2 dBm.

Per les especificacions tècniques de l'AP que utilitzarem (veure annex), veiem que ens ofereix una velocitat de 18 Mbps per cada AP. Tenint en compte que 30 usuaris utilitzaran aquest tipus de connexió i que tenim 15 AP's, veiem que:

$$\frac{18 \text{ Mbps}}{\frac{30 \text{ users}}{15 \text{ AP's}}} = 4 \text{ Mbps/usuari}$$

PLANTA 3-8

Llarga estada



6. EXECUCIÓ XARXA LAN HOSPITAL

Un cop fetes les valoracions sobre les infraestructures de l'hospital i sobre les necessitats d'aquest, arriba el moment de portar a terme el desplegament de la xarxa a l'hospital.

Fent un resum dels punts de connexió que necessitarà l'hospital, tenim:

354 estacions de treball

184 punt de telefonia IP

196 Acces Points.

Això ens porta a 747 punts de connexió, repartits de la següent manera:

Planta	Estacions de treball	AP's	Telefons IP
-2	32	10	52
-1	15	6	35
0	60	30	60
1	35	40	78
2	80	20	50
3	22	15	8
4	22	15	8
5	22	15	8
6	22	15	8
7	22	15	8
8	22	15	8

6.1. Topologia Xarxa LAN

Per tal de desplegar la xarxa LAN a l'hospital i coneixent les necessitats de cada planta, serà necessari disposar diferents commutadors a cada planta per donar cobertura a totes les estacions de treball i a tots els AP's.

El tipus d'estructura de xarxa que s'utilitzarà és el d'estrella, principalment perquè és una topologia de xarxa fàcil d'implementar i fàcil d'estendre. És també una xarxa més segura a les caigudes, pel fet que la caiguda d'un node no afecta a la resta de nodes. Aquest fet és molt important, ja que en un hospital, la seguretat de la xarxa és primordial perquè dóna connectivitat a professionals que cuiden de persones.

Es tracta també un tipus de xarxa fàcil d'administrar, ja que la detecció d'errors és molt ràpida i a més té un gran amplada de banda, ja que els nodes no han de compartir-la entre ells.

L'hospital és un ens en constant creixement i per tant qualsevol remodelació que comporti un creixement de plantes o edificis implicarà canvis a la xarxa, per aquest motiu la topologia en estrella és la indicada.

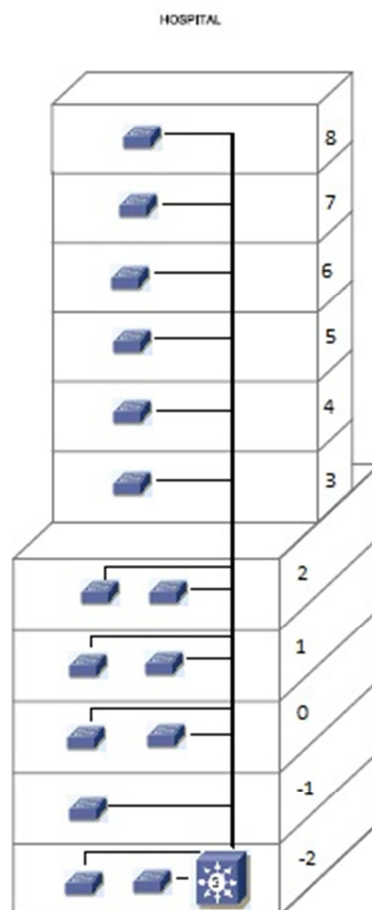
L'MDF (main Distribution frame) és el punt que centralitza les connexions internes i externes, aquest es troba situat al CPD a la planta subterrània -2. El CPD compta amb sistemes de seguretat de forma que només hi pugui accedir el personal autoritzat. Disposa d'alarmes, sistema de detecció d'incendis, sistema de detecció de moviment i un sistema d'accés basat en l'empremta digital.

Els IDF, són els punts entremetjtos entre les estacions de treball o els AP's i el MDF. Els IDF (intermediate Distribution frame) se situen en una sala de cada planta i es connecten verticalment amb el MDF.

Tants els IDF com el MDF estaran situats en sales que tinguin certes característiques tècniques com:

- Han de tenir el suficient espai per encabir-hi els equips, tenint en compte futures ampliacions
- Han de disposar un terra tècnic per tal d'acomodar el cablejat horitzontal entrant, si no és possible es col·locarà un rack flotant, on es tindrà en compte de disposar d'un terra que no acumuli pols ni electricitat estàtica.
- Construït amb materials ignífugs.
- Disposar d'aire condicionat per tal de mantenir la temperatura a uns 21°C quan tots els equips estiguin en funcionament. Una humitat relativa entre el 30 i el 50%.
- No poden travessar la sala canonades que transportin aigua o vapor .
- Disposar de 2 endolls com a mínim que estiguin en circuits diferents.
- La porta ha de tenir com a mínim 0.90 metres d'amplada i obrir cap a l'exterior.

En el següent esquema es pot veure com estaran disposats els diferents IDF i el MDF.



Les característiques al moment de desplegar el cablejat horitzontal:

- Aquest ha d'anar protegit per una mànega de tub corrugat o per un tub rígid de pvc o acer.

- El recorregut ha d'estar allunyat de fonts d'interferència com llums fluorescents, radiadors, filtres d'aire, etc.
- Evitar que els cables s'entrellacin entre ells, per evitar pèrdues de senyal.
- En cas de doblegar el cablejat per seguir un recorregut, que aquest no superi un angle de 90º.
- No utilitzar grapes per fixar el cablejat, per evitar perforacions.
- Etiquetar el cablejat per evitar confusions.

6.2. Equipament tècnic

Els equips que farem servir per la connexió sense fils dins de l'hospital seran del fabricant DLink, per ser una de les empreses punteres del sector de les telecomunicacions i oferir gran varietat de productes amb unes prestacions molt bones i uns preus assequibles pel plantejament que tenim. El model escollit és l'AP DWL-3200 que ofereix per potències rebudes per sobre de -72 dBm, una velocitat de 54 Mbps.



Els commutadors que utilitzarem per enllaçar els diferents punts de la xarxa, ja siguin estacions de treball o AP's, necessiten certes característiques de fiabilitat, per aquest motiu es decideix instal·lar commutadors de la marca CISCO, que es tracta de la companyia de referència en comunicacions.

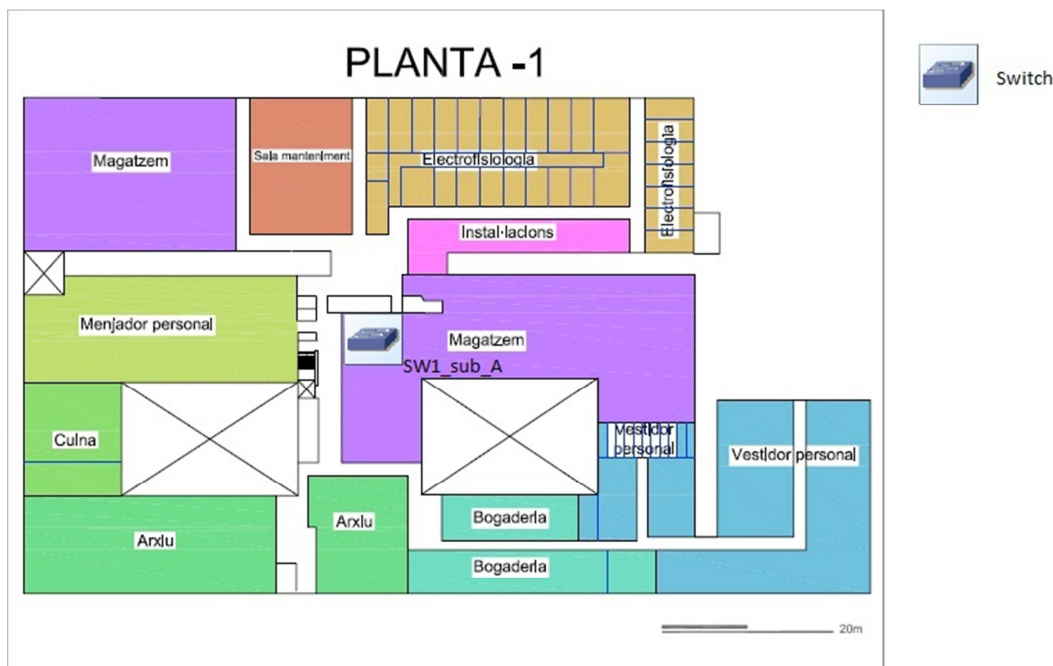
Els commutadors escollits són el switch Cisco Catalyst 3750 de 24 i 48 ports segons la necessitat de la planta.



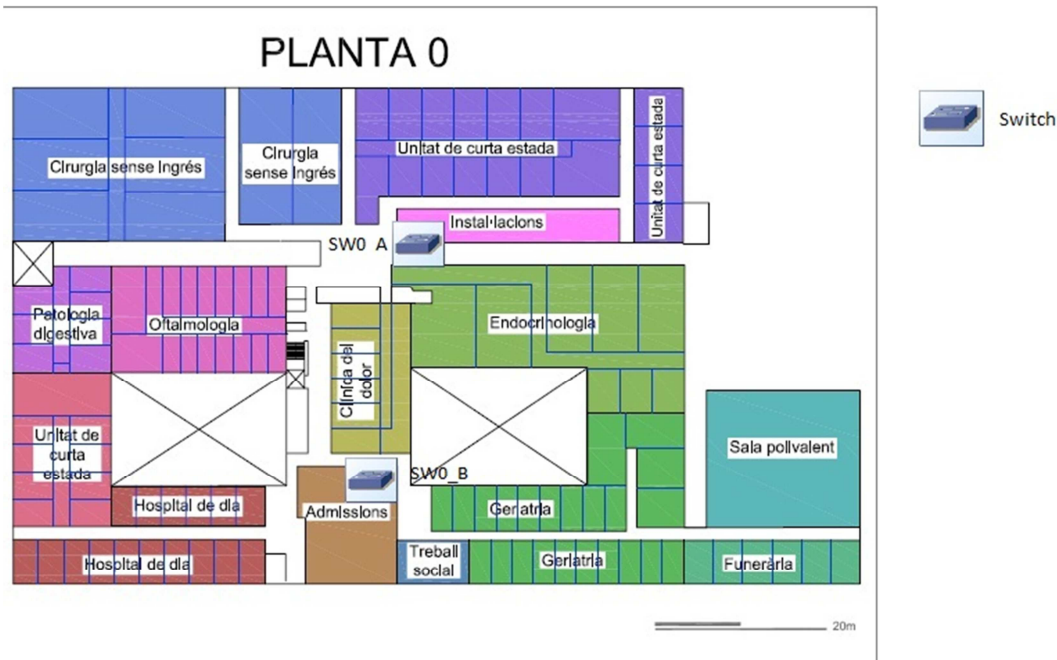
A la planta subterrània -2 hi tenim 10 AP's i 32 estacions de treball, per tant són 42 punts de connexió. Podríem utilitzar un Cisco Catalyst 3750 X series de 48 ports, però ens trobem en la situació que el cablejat des dels punts de connexió fins al commutador seria superior als 90 metres establerts com a màxim per al cablejat horitzontal de coure. Per tant farem servir 1 commutador Cisco Catalyst 3750 X Series de 24 ports i un de 48 ports.



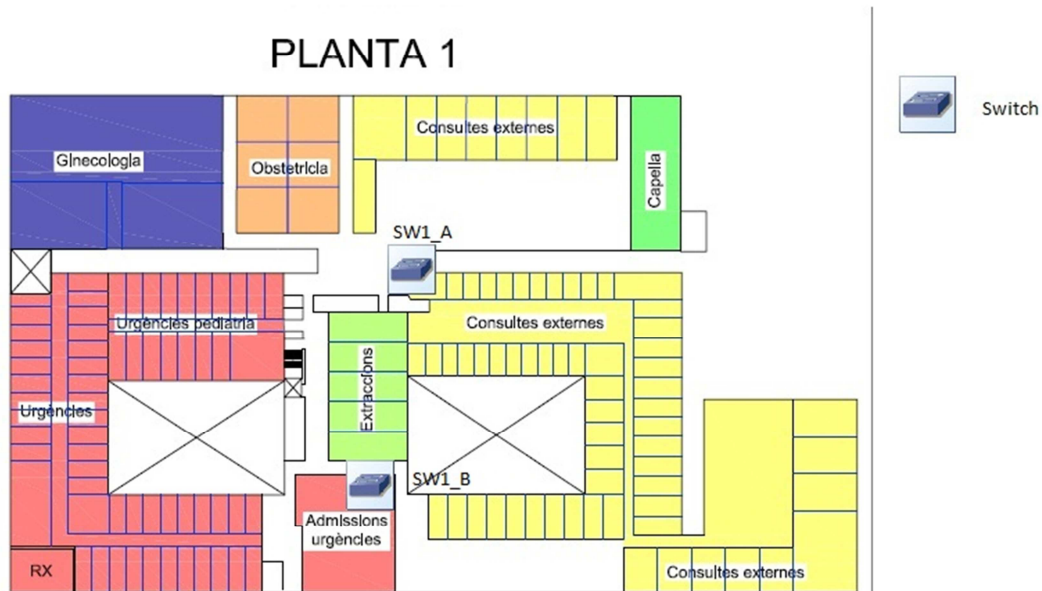
A la planta subterrània -1 hi tenim 15 estacions de treball i 6 AP's. Si situem el commutador just al mig de la planta, tindrem una distància màxim entre el punt de connexió i l'IDF de 70 metres, per tant serà suficient amb un Cisco Catalyst 3750 X Series de 24 ports.



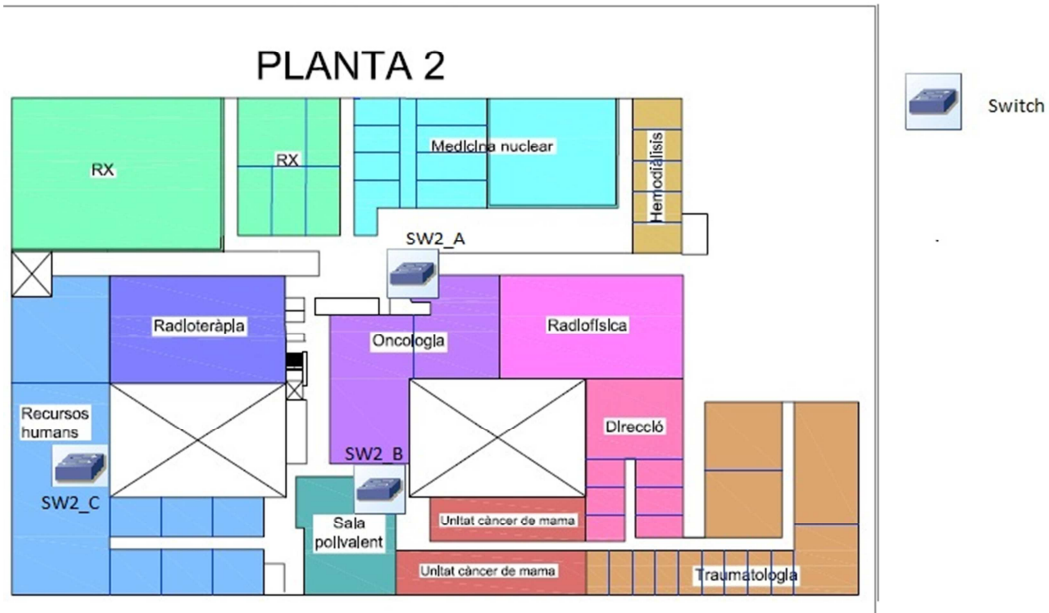
A la planta baixa, hi trobem 60 estacions de treball i 30 AP's, farem servir 2 commutadors Cisco Catalyst X Series de 48 ports.



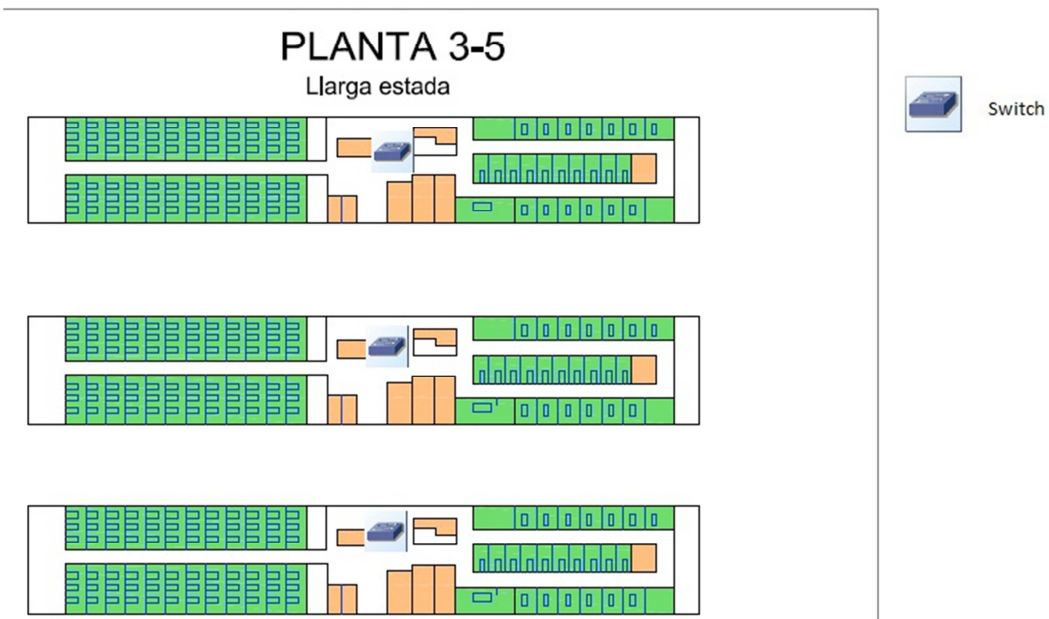
La planta 1 disposa de 35 estacions de treball i 40 AP's, en aquest cas utilitzarem 2 Switch's de 48 ports, del mateix model que en el cas anterior.

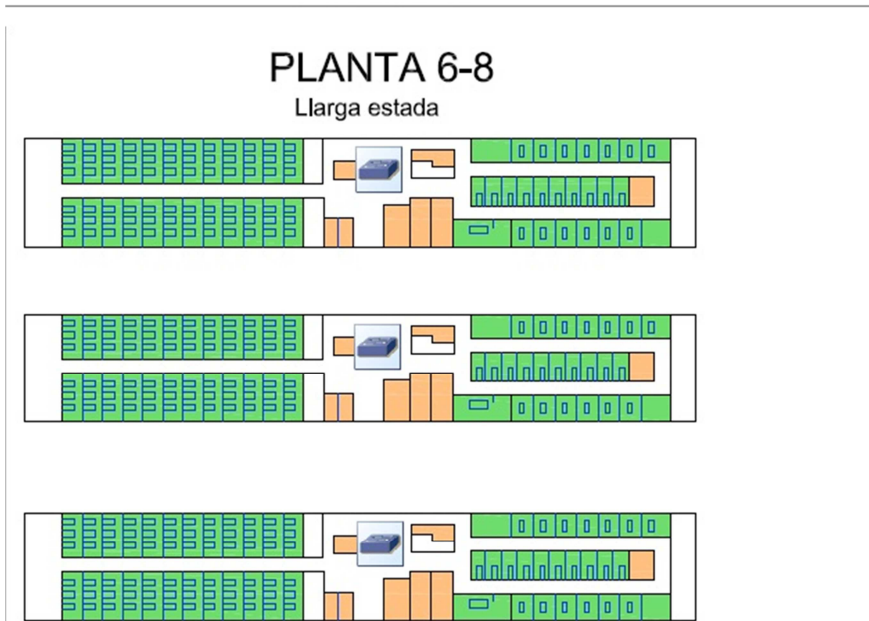


A la planta 2 hi trobem 80 estacions de treball i 20 AP's, per tant farem servir 2 Switch's de 48 ports i 1 de 24.



De les plantes 3 a la 8, s'utilitzen 22 estacions de treball i 15 AP's per cada planta, de forma que amb un switch de 48 ports a cada planta serà suficient, en total seran 6 switch's.





Planta	Quantitat	Model	Nº ports
-2	1	Cisco Catalyst 3750 X Series	48
-2	1	Cisco Catalyst 3750 X Series	24
-1	1	Cisco Catalyst 3750 X Series	24
0	2	Cisco Catalyst 3750 X Series	48
1	2	Cisco Catalyst 3750 X Series	48
2	2	Cisco Catalyst 3750 X Series	48
2	1	Cisco Catalyst 3750 X Series	24
3-8	6	Cisco Catalyst 3750 X Series	48

Elements passius i cablejat

Entenem per elements passius, tots aquells elements que no canvien la senyal, tant sols fan d'enllaç entre els elements actius. La seva funció és d'interconnexió d'elements de forma més fàcil i estandarditzada.

Entre aquests elements trobem el cablejat, els patch panel, els patch chord, els racks, etc.

Cablejat

En el cas que ens ocupa, tenim unes necessitats de cablejat força elevades, motivat pel fet que les distàncies són grans. Pel que fa a tipus de cablejat, farem servir cable UTP de categoria 5, que ens permet una connexió LAN d'alta velocitat, fast ethernet, gigabit ethernet, etc. Els estàndards de cablejat estructurat indiquen que la distància màxim per la connexió dels elements actius en horitzontal, tant per coure com per fibra és de 90 metres i per al cablejat vertical és de 90 metres per coure i 3 km per fibra. Tenint en compte aquests requisits fem un càlcul de la quantitat de metres de cable UTP necessitem per interconnectar tots els elements de l'hospital.

Planta	Nº elements actius	Distància màxima	Total metres
-2	42	70	2940
-1	21	70	1470
0	90	70	6300
1	75	64	4800
2	100	56	5600
3	37	51	1887
4	37	51	1887
5	37	51	1887
6	37	51	1887
7	37	51	1887
8	37	51	1887

Patch Panel

El patch panel és un element passiu de la xarxa que s'encarrega de rebre i organitzar tot el cablejat provinent dels elements actius de la xarxa, ja siguin les estacions de treball com els elements d'interconnexió com els routers o switch's. El patch panel permet una organització que en cas d'afegir o treure elements de la xarxa, sigui una tasca relativament fàcil i no impliqui danys als commutadors o routers. Els patch panel estan formats per diversos connectors RJ45.

A totes les plantes hi trobarem commutadors que enllacen les estacions de treball i els Access Points amb el MDF, per tant a cada planta hi trobarem un patch panel. A més a la planta subterrània -2 hi trobem un patch panel de grans dimensions que servirà per centralitzar totes les connexions de l'hospital.

En el cas de cada planta farem servir un patch panel de mida rack, que variarà en el nombre de connectors en funció dels elements a connectar.

Planta	Nº elements actius	Model	Quantitat
-2	42	Catalyst Inline Power Patch Panel (48)	1
-1	21	Catalyst Inline Power Patch Panel (48)	1
0	90	Catalyst Inline Power Patch Panel (48)	2
1	75	Catalyst Inline Power Patch Panel (48)	2
2	100	Catalyst Inline Power Patch Panel (48)	3
3	37	Catalyst Inline Power Patch Panel (48)	1
4	37	Catalyst Inline Power Patch Panel (48)	1
5	37	Catalyst Inline Power Patch Panel (48)	1
6	37	Catalyst Inline Power Patch Panel (48)	1
7	37	Catalyst Inline Power Patch Panel (48)	1
8	37	Catalyst Inline Power Patch Panel (48)	1
MDF	550	Catalyst Inline Power Patch Panel (48)	12

A la planta -2 hi trobem el patch panel principal que centralitza totes les connexions de l'hospital. Aquest ha de permetre la connexió de 550 punts de connexió.

Per tant necessitarem 27 patch panels de 48 connexions RJ45.

Patch Chord

És un cable elèctric que permet connectar dos elements electrònics. Són els cables de connexió que ens permetran connectar els patch panel amb els commutadors, així com les estacions de treball i els patch panel. Els cables que connectaran els commutadors i els patch panel tindran una longitud de 1m com a màxim, ja que en tots els casos el commutador i el patch panel es trobaran al mateix armari rack. Tindrem tants patch chord com elements a connectar per planta.

Racks

Els racks són els suports que permeten allotjar els diferents elements informàtics i de comunicacions, tenen un mida estàndard de 60 cm d'amplada per 80 o 100 cm de profunditat. En el nostre cas necessitarem com a mínim un armari rack a cada planta on hi trobarem els commutadors i els patch panel.

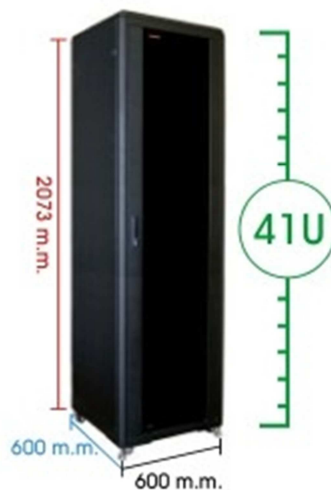
Per tal de seguir un mateix model per a totes les plantes, utilitzarem un armari rack on hi càpiguen 6 elements, on els commutadors escollits tenen una mida de RU (Rack Unit) i els patch panel de 2RU. Per tant necessitem armaris rack de 9RU com a mínim. És interessant, per altra banda que sobri espai als armaris rack, per si mai es necessita ampliar el nombre d'elements a connectar a les plantes.

Al MDF necessitarem un armari rack d'unes dimensions molt més elevades, ja que és el punt on es centralitzen les connexions de l'hospital i on es connecten amb l'exterior. Necessitem uns 12 patch panel a part dels commutadors i routers que necessitarem per connectar amb l'exterior, a més serà interessant disposar d'espai extra per a futures ampliacions. Per aquest motiu necessitarem un armari de rack de 40 RU, com a mínim.

En total necessitarem 11 armaris rack de 9RU i un armari rack de 41 RU.

L'armari rack de la sala de CPD és de l'empresa Cablematic, model RackMatic MobiRack PRO de 41RU, amb les següents característiques:

600 (A) x 1000 (F) x 2073 (H)



Mida intern de 19" d'ample entre bastidors i fons útil de 920mm (des de bastidor frontal fins la tapa posterior de l'armari). Distància entre bastidor frontal i del darrere recomanada de 750 mm (configurable per l'usuari). Els armaris s'entreguen en color negre. El fons de la safata subministrada és de 750 mm, que és equivalent a la distància recomanada entre bastidors frontal i posterior.

Pes 105 Kg

Les característiques dels armaris rack de les plantes són:

El model escollit és de l'empresa Cablematic, model RackMatic SOHORack de 9U.



Armari rack mural 19" de la marca Rackmatic

600(amplada) x 450 (profunditat) x 463 (alçada) mm.

Color negre. Porta de vidre. Bastidors interiors configurables.

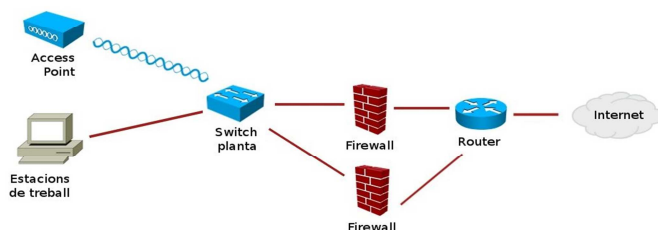
50 Kg.

6.3. Connectivitat dels equips de xarxa

A continuació podem observar la connectivitat dels elements actius de la xarxa LAN de l'hospital. Aquest esquema es repeteix per a totes les plantes de l'hospital. Els commutadors de planta on hi tenim connectats les estacions de treball i els diferents Access Points, quedaran connectats al Firewall. Aquest Firewall ha de filtrar els paquets d'entrada a la xarxa LAN, així com mantenir la seguretat dels equips de la LAN quan es connecten a la xarxa externa. El Firewall permet que els equips de la xarxa interna no es connectin directament amb l'externa.

El Firewall es connectarà darrera del router de sortida a la xarxa externa. Veiem que hi ha dos firewall's per redundar la seguretat a la xarxa.

Al següent esquema es pot veure la connexió genèrica de les plantes de l'hospital:



6.4. Gestió VLAN's

Els equips de la xarxa interna es gestionaran mitjançant les VLAN, de forma que separarem els equips en funció del departament, aquesta classificació es farà a nivell de port, de forma que es configuraran els ports del switch que formaran part d'una VLAN. Amb aquesta forma de treballar serà més fàcil de gestionar la xarxa de l'hospital que té una gran quantitat d'equips, ja que si es configura a nivell 2 (direcció de MAC) cal assignar els membres de la VLAN un a un. Gestionant a nivell de port, la mobilitat dels equips és més complexa de gestionar, però a l'hospital no és un element comú, ja que els departaments són fixes i tenen el seu espai definit.

A continuació podem observar les diferents VLAN's que gestionarà l'hospital:

VLAN's:

1. Servidors
2. WiFi
3. Farmàcia
4. Anatomia
5. Laboratori
6. Arxiu
7. Electrofisiologia
8. Cirurgia
9. Endocrinologia
10. Patologia digestiva
11. Oftalmologia
12. Hospital de dia
13. Ginecologia
14. Urgències
15. Consultes Externes
16. Radiologia
17. Direcció
18. Administració
19. Hemodiàlisi
20. Extraccions
21. Traumatologia
22. Oncologia
23. Infermeria de planta

Aquesta és la configuració de tots els commutadors de l'hospital, segons la seva ubicació i els ports per a cada VLAN que tenim definida:

Nº port	SW2_sub_A	SW2_sub_B	SW1_sub_A	SW0_B	SW1_A	SW1_B	SW2_A	SW2_B	SW2_C	SW3/8_A
1	WIFI	WIFI	WIFI	WIFI	WIFI	WIFI	WIFI	WIFI	WIFI	WIFI
2										
3										
4										
5	Informatica						Administració	Infermeria		
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19	Electro-fisiologia	Laboratori	Arxiu	Hospital De Dia	WIFI	Urgències	Radiologia	Traumatologia	Administració	
20										
21										
22										
23	Farmàcia	Laboratori	Arxiu	Hospital De Dia	WIFI	Urgències	Radiologia	Traumatologia	Administració	
24										
25										
26										
27	Farmàcia	Laboratori	Arxiu	Hospital De Dia	WIFI	Urgències	Radiologia	Traumatologia	Administració	
28										

6.5. Telefonia IP

Es pretén migrar els actuals telèfons convencionals per telefonia IP. La distribució de terminals de telefonia IP és el següent:

323 punt de telefonia IP

Planta	Nº de terminals Telf IP
-2	52
-1	35
0	60
1	78
2	50
3	8
4	8
5	8
6	8
7	8
8	8

Els elements que formen una xarxa de telefonia IP són, els terminals que ja hem esmentat i situat a les plantes, els gateways que s'encarreguen d'enllaçar la xarxa convencional de telefonia amb la xarxa IP i els gatekeepers, que són el centre de la xarxa de telefonia IP.

En el nostre cas utilitzarem un servidor situat al CPD de la planta -2, que dóna cobertura als 323 telèfons IP que disposa l'hospital. Com veurem més endavant, cada un dels CAP's tindrà un servidor per a la telefonia IP, de forma, que els 5 servidors resultants formaran un clúster que donarà el servei de telefonia IP a tot el consorci sanitari.

El software utilitzat és el Cisco Unified CallManager Version 5.1, que permet una escalabilitat de fins a 30.000 telèfons IP.

7. ANÀLISIS FÍSIC DELS CAPS

A continuació expliquem les diferents característiques físiques dels CAP's.

El CAP Nord està situat a 7,7 km de l'hospital central, al districte nord del municipi. És un edifici de dues plantes, una planta baixa a nivell de carrer i una planta subterrània. Les dimensions de les plantes són de 70 x 50 m.

A la planta a nivell de carrer hi trobem un servei d'urgències, un servei d'extraccions, el servei de consultes externes i una sala de direcció. A la planta subterrània hi trobem el servei de recursos humans, odontologia i més sales de consultes externes, així com una sala de reunions. És necessari disposar d'una xarxa sense fils a tot l'edifici del CAP, de la mateixa manera que caldrà desplegar tota la xarxa de fils per tal de connectar les estacions de treball dels diferents serveis.

El CAP Sud es troba a 4,5 km de l'hospital central al districte sud del municipi. És un edifici de dues plantes, una planta a peu de carrer i una planta subterrània, les dimensions de les plantes són de 150m x 30 m.

A la planta baixa i trobem dues entrades amb les respectives recepcions. Una recepció per a urgències i una altra per a consultes externes. També hi trobem un servei d'extraccions i una sala de direcció. A la planta subterrània hi trobem el servei de radiologia, sales de consultes externes, una sala de reunions, un servei de ginecologia i un d'odontologia.

En aquest cas el desplegament horitzontal de la planta subterrània es farà des del costat de l'escala on hi trobem l'IDF i a la planta baixa en un armari de la sala de direcció hi trobem l'MDF.

El CAP Est es troba a 2,8 km de l'hospital central, és el CAP més proper. Es tracta d'un edifici de dues plantes de 100 x 80 m. Té una planta a peu de carrer i una altra subterrània. A la planta baixa hi trobem el servei de consultes externes, el d'extraccions, una sala de reunions i la recepció. A la planta subterrània hi trobem el servei d'oftalmologia, el d'odontologia, el servei d'urgències i un pàrquing que permet l'entrada directe de carrer fins a urgències. Aquest edifici té la peculiaritat que té la planta inferior amb accés des del carrer.

L'IDF de la planta subterrània es situarà al costat de l'escala i l'MDF de la planta baixa es situarà a la sala de direcció per proximitat amb l'escala, permetent una més fàcil connexió vertical.

El CAP Oest es troba a 6,4 km de l'hospital central. És un edifici de 3 plantes de 80 x 80 m cadascuna d'elles. Tenim una planta baixa amb la recepció, una sala de reunions, el servei d'urgències i el servei d'extraccions. Una planta superior, amb sales de consultes externes, el servei d'oftalmologia i el de radiologia. A la planta subterrània hi trobem una sala de direcció, sales de consultes externes, sala de manteniment, servei de ginecologia i d'oftalmologia.

El desplegament horitzontal cap a l'IDF de la planta subterrània es troba a la sala de manteniment, el de la planta baixa es troba a la sala de reunions i el de la primera planta es troba al costat de l'escala. L'MDF es troba a la planta baixa i és on es centralitzaran totes les connexions.

8. ESTUDI DE LES NECESSITATS DE CONNEXIÓ

Per tal de conèixer les necessitats de connexió de cada CAP, cal en primer lloc conèixer el nombre de treballadors de l'hospital. El nombre de persones que necessitaran una connexió sense fils, el nombre d'estacions de treball i el nombre de telèfons amb VoIP que disposaran.

CAP NORD:

És un CAP on hi treballen unes 100 persones, de les quals unes 20 necessitaran una connexió sense fils. Sabem també que el CAP té 40 estacions de treball (20 a cada planta) i 50 telèfons de VoIP.

Connexió sense fils:

Aquest CAP té 16 envans d'obra que provoquen una atenuació de 15 dB i 68 envans tipus pladur, que provoquen una atenuació de 8 dB. Ens decidim a col·locar els AP's al sostre de la planta subterrània de forma que doni cobertura a les dues plantes, de forma que ens podem estalviar el cost de col·locar més AP's a cada planta per separat.

L'atenuació màxima que ens trobarem a tot l'edifici, ve definida per la fórmula del mètode COST-231, que és la següent:

$$20 \log \left(\frac{4\pi d}{\lambda} \right) + \text{aten. enva} * n^{\text{a}} \text{ envans}$$

La superfície de cada planta és de 355 m², si col·loquéssim 17 AP's, tindriem que cada AP abasta una superfície de 205,88 m², per tant la distància màxima entre un AP i un altre punt de la planta és de 10,14 m. Cada AP recorrerà com a màxim 1 envà d'obra i com a màxim 4 envans tipus pladur.

Calculem l'atenuació:

$$20 \log \left(\frac{4\pi \cdot 10,14m}{\frac{3 \cdot 10^8}{2,4 \cdot 10^9}} \right) + 15dB * 1 + 8dB * 4 = 107,16 dB$$

La potència transmesa és de 20 dB i cada antena té un guany de 5 dB, per tant la potència transmesa és: Pot.trans = 20 dBm + 5 dB – 107,16 dB = -82,16 dBm.

Per les especificacions tècniques de l'AP que utilitzarem (veure annex), veiem que ens ofereix una velocitat de 12 Mbps per cada AP. Tenint en compte que 20 usuaris utilitzaran aquest tipus de connexió i que tenim 17 AP's, veiem que:

$$\frac{12 \text{ Mbps}}{\frac{20 \text{ users}}{17 \text{ AP's}}} = 10,2 \text{ Mbps/usuari}$$

Amb aquesta velocitat serà suficient perquè els usuaris puguin treballar de forma habitual.



CAP SUD:

És un CAP on hi treballen unes 170 persones, de les quals unes 40 necessitaran una connexió sense fils. Sabem també que el CAP té 50 estacions de treball (25 a cada planta) i 65 telèfons de VoIP.

Connexió sense fils:

Aquest CAP té 14 envans d'obra que provoquen una atenuació de 15 dB i 95 envans tipus pladur, que provoquen una atenuació de 8 dB. Ens decidim a col·locar els AP's al sostre de la planta subterrània de forma que doni cobertura a les dues plantes, de forma que ens podem estalviar el cost de col·locar més AP's a cada planta per separat.

L'atenuació màxima que ens trobarem a tot l'edifici, ve definida per la fórmula del mètode COST-231, que és la següent:

$$20 \log \left(\frac{4\pi d}{\lambda} \right) + \text{aten. enva} * n^{\circ} \text{ envans}$$

La superfície de cada planta és de 4500 m², si col·loquessim 30 AP's, tindriem que cada AP abasta una superfície de 150 m², per tant la distància màxima entre un AP i un altre és de 8,7 m. Cada AP recorrerà com a màxim 1 envans d'obra i com a màxim 4 envans tipus pladur.

Calculem l'atenuació:

$$20 \log \left(\frac{4\pi \cdot 8,7m}{\frac{3 \cdot 10^8}{2,4 \cdot 10^9}} \right) + 15dB * 1 + 8dB * 4 = 105,6 dB$$

La potència transmesa és de 20dB i cada antena té un guany de 5 dB, per tant la potència transmesa és: Pot.trans = 20 dBm + 5 dB – 105,6 dB = -80,8 dBm.

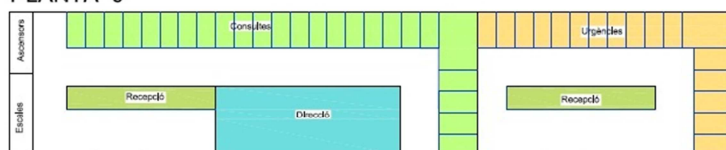
Per les especificacions tècniques de l'AP que utilitzarem (veure annex), veiem que ens ofereix una velocitat de 18 Mbps per cada AP. Tenint en compte que 40 usuaris utilitzaran aquest tipus de connexió i que tenim 30 AP's, veiem que:

$$\frac{18 \text{ Mbps}}{\frac{40 \text{ users}}{30 \text{ AP's}}} = 13'5 \text{ Mbps/usuari}$$

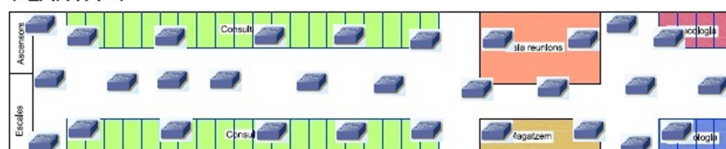
Amb aquesta velocitat serà suficient perquè els usuaris puguin treballar de forma habitual.

CAP SUD

PLANTA 0



PLANTA -1



25m

CAP EST:

És un CAP on hi treballen unes 200 persones, de les quals unes 60 necessitaran una connexió sense fils. Sabem també que el CAP té 70 estacions de treball (35 a cada planta) i 75 telèfons de VoIP.

Connexió sense fils:

Aquest CAP té 11 envans d'obra que provoquen una atenuació de 15 dB i 129 envans tipus pladur, que provoquen una atenuació de 8 dB. Ens decidim a col·locar els AP's al sostre de la planta subterrània de forma que doni cobertura a les dues plantes, de forma que ens podem estalviar el cost de col·locar més AP's a cada planta per separat.

L'atenuació màxima que ens trobarem a tot l'edifici, ve definida per la fórmula del mètode COST-231, que és la següent:

$$20 \log \left(\frac{4\pi d}{\lambda} \right) + \text{aten. enva} * n^{\circ} \text{ envans}$$

La superfície de cada planta és de 8000 m², si col·loquéssim 33 AP's, tindriem que cada AP abasta una superfície de 242,42 m², per tant la distància màxima entre un AP i un altre punt de la planta és de 11 m. Cada AP recorrerà com a màxim 1 envà d'obra i com a màxim 4 envans tipus pladur.

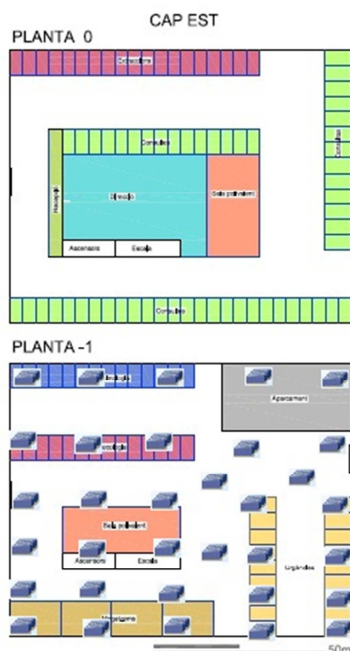
Calculem l'atenuació:

$$20 \log \left(\frac{4\pi \cdot 11m}{\frac{3 \cdot 10^8}{2,4 \cdot 10^9}} \right) + 15dB * 1 + 8dB * 4 = 107,87 \text{ dB}$$

La potència transmesa és de 20 dB i cada antena té un guany de 5 dB, per tant la potència transmesa és: Pot.trans = 20 dBm + 5 dB – 107,87 dB = -82,87 dBm.

Per les especificacions tècniques de l'AP que utilitzarem (veure annex), veiem que ens ofereix una velocitat de 11 Mbps per cada AP. Tenint en compte que 60 usuaris utilitzaran aquest tipus de connexió i que tenim 33 AP's, veiem que:

$$\frac{11 \text{ Mbps}}{\frac{60 \text{ users}}{33 \text{ AP's}}} = 6,05 \text{ Mbps/usuari}$$



CAP OEST:

És un CAP on hi treballen unes 230 persones, de les quals unes 40 necessitaran una connexió sense fils. Sabem també que el CAP té 90 estacions de treball (30 a cada planta) i 100 telèfons de VoIP.

Connexió sense fils:

Ens decidim a col·locar els AP's al sostre de la planta baixa, de forma que donin cobertura a la planta baixa i a la primera planta. Pel que fa a la cobertura de la planta subterrània, situarem els AP's de forma que donin cobertura a aquesta planta. Efectuarem per tant dos estudis de cobertura, un per la planta subterrània i l'altre per les plantes superiors.

Planta 0 i 1:

Entre les dues plantes hi treballen 160 persones, hi trobem 60 estacions de treball, 70 telèfons IP i 25 persones tenen necessitat de connexió sense fils.

Aquestes dues plantes tenen 11 envans d'obra que provoquen una atenuació de 15 dB i 91 envans tipus pladur, que provoquen una atenuació de 8 dB. Ens decidim a col·locar els AP's al sostre de la planta baixa de forma que doni cobertura a les dues plantes, de forma que ens podem estalviar el cost de col·locar més AP's a cada planta per separat.

L'atenuació màxima que ens trobarem a tot l'edifici, ve definida per la fórmula del mètode COST-231, que és la següent:

$$20\log\left(\frac{4\pi d}{\lambda}\right) + \text{aten. enva} * n^{\circ} \text{ envans}$$

La superfície de cada planta és de 6400 m², si col·loquéssim 23 AP's, tindriem que cada AP abasta una superfície de 278 m², per tant la distància màxima entre un AP i un altre punt de la planta és de 11,8 m. Cada AP recorrerà com a màxim 1 envà d'obra i com a màxim 4 envans tipus pladur.

Calculem l'atenuació:

$$20\log\left(\frac{4\pi \cdot 11,8m}{\frac{3 \cdot 10^8}{2,4 \cdot 10^9}}\right) + 15dB * 1 + 8dB * 4 = 108 dB$$

La potència transmesa és de 20dB i cada antena té un guany de 5 dB, per tant la potència transmesa és: Pot.trans = 20 dBm + 5 dB – 108 dB = -83,4 dBm.

Per les especificacions tècniques de l'AP que utilitzarem (veure annex), veiem que ens ofereix una velocitat de 9 Mbps per cada AP. Tenint en compte que 25 usuaris utilitzaran aquest tipus de connexió i que tenim 23 AP's, veiem que:

$$\frac{9 \text{ Mbps}}{\frac{25 \text{ users}}{23 \text{ AP's}}} = 8,28 \text{ Mbps/usuari}$$

Planta -1:

A aquesta planta hi treballen 70 persones, hi trobem 30 estacions de treball, 30 telèfons IP i 15 persones tenen necessitat de connexió sense fils.

Aquesta planta té 4 envans d'obra que provoquen una atenuació de 15 dB i 63 envans tipus pladur, que provoquen una atenuació de 8 dB.

L'atenuació màxima que ens trobarem a tot l'edifici, ve definida per la fórmula del mètode COST-231, que és la següent:

$$20\log\left(\frac{4\pi d}{\lambda}\right) + \text{aten. enva} * n^{\circ} \text{ envans}$$

Si col·loquéssim 16 AP's, tindriem que cada AP abasta una superfície de 400 m², per tant la distància màxima entre un AP i un altre punt de la planta és de 14,14 m. Cada AP recorrerà com a màxim 1 envà d'obra i com a màxim 4 envans tipus pladur.

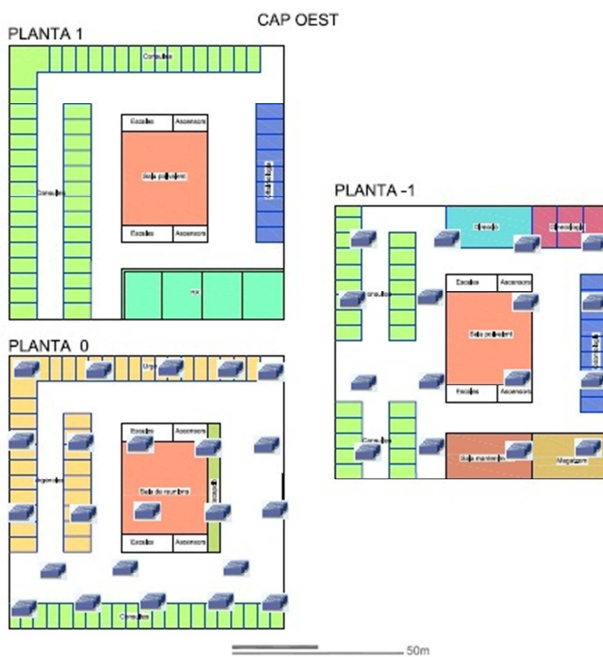
Calculem l'atenuació:

$$20\log\left(\frac{4\pi \cdot 14,14m}{\frac{3 \cdot 10^8}{2,4 \cdot 10^9}}\right) + 15dB * 1 + 8dB * 4 = 110 dB$$

La potència transmesa és de 20dB i cada antena té un guany de 5 dB, per tant la potència transmesa és:
Pot.trans = 20 dBm + 5 dB – 110 dB = -95 dBm.

Per les especificacions tècniques de l'AP que utilitzarem (veure annex), veiem que ens ofereix una velocitat d'11 Mbps per cada AP. Tenint en compte que 15 usuaris utilitzaran aquest tipus de connexió i que tenim 16 AP's, veiem que:

$$\frac{11 \text{ Mbps}}{\frac{15 \text{ users}}{16 \text{ AP's}}} = 11,71 \text{ Mbps/usuari}$$



9. EXECUCIÓ XARXA LAN CAP'S

Un cop fetes les valoracions sobre les infraestructures de l'hospital i sobre les necessitats d'aquest, arriba el moment de portar a terme el desplegament de la xarxa als CAP's.

Fent un resum dels punts de connexió que necessitarà cada CAP, tenim:

9.1. CAP NORD

40 estacions de treball

17 Acces Points.

Això ens porta a 57 punts de connexió, repartits de la següent manera:

Planta	Estacions de treball	Access Points
-1	20	17
0	20	0

9.1.1. Topologia Xarxa LAN CAP NORD

Per tal de desplegar la xarxa LAN al CAP i coneixent les necessitats de cada una de les plantes de cada CAP, serà necessari disposar diferents switch's a cada planta per donar cobertura a totes les estacions de treball i a tots els AP's.

El tipus d'estructura de xarxa que s'utilitzarà és el d'estrella.

Es farà un desplegament horitzontal per cobrir totes les zones, que es centralitzarà a un switch a cada planta, on el de la planta subterrània farà de IDF i el de la planta baixa farà de MDF. Aquests switch's es situaran al costat de l'escala de la planta inferior i en un rack a la recepció a la planta superior.

9.1.2. Equipament tècnic

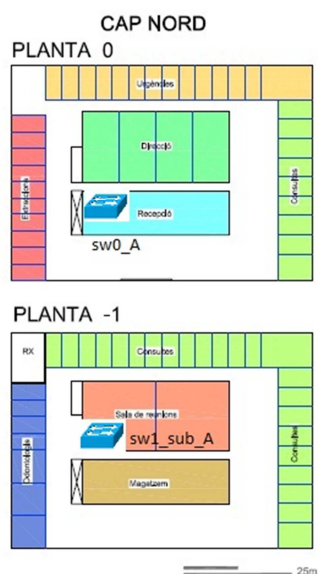
Els commutadors que utilitzarem per enllaçar els diferents punts de la xarxa, ja siguin estacions de treball o AP's, necessiten certes característiques de fiabilitat, per aquest motiu es decideix instal·lar commutadors de la marca CISCO, que es tracta de la companyia de referència en comunicacions.

El model d'Access Point escollit és l'AP DWL-3200 que ofereix per potències rebudes per sobre de -72 dBm amb una velocitat de 54 Mbps.

Els commutadors escollits són el switch Cisco Catalyst 3750 de 24 i 48 ports segons la necessitat de la planta.

A la planta subterrània -1 hi tenim 20 estacions de treball i 17 AP's, per tant serà suficient amb un Cisco Catalyst 3750 X Series de 48 ports. El switch SW1_sub_A estarà situat a la sala de reunions .

A la planta baixa, hi trobem 20 estacions de treball, farem servir 1 commutadors Cisco Catalyst X Series de 24 ports. El switch SW0_A estarà situat a la recepció.



Planta	Quantitat	Model	Nº ports
-1	1	Cisco Catalyst 3750 X Series	48
0	1	Cisco Catalyst 3750 X Series	24

Cablejat:

Planta	Nº elements actius	Distància màxima	Total metres
-1	37	62	2294
0	20	62	1240

Patch Panel:

Planta	Nº elements actius	Model	Quantitat
-1	37	Catalyst Inline Power Patch Panel (48)	1
0	20	Catalyst Inline Power Patch Panel (48)	1

Racks

Necessitarem 2 armaris rack de 9RU, un per cada planta.

El model escollit és de l'empresa Cablematic, model RackMatic SOHORack de 9U.



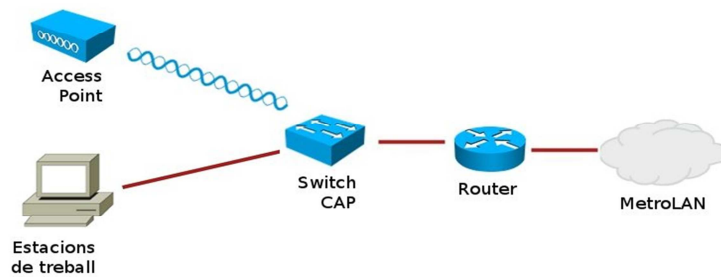
Armari rack mural 19" de la marca Rackmatic

600(amplada) x 450 (profunditat) x 463 (alçada) mm.

Color negre. Porta de vidre. Bastidors interiors configurables.

50 Kg.

9.1.3. Connectivitat equips



9.1.4. Gestió VLAN's

La gestió de les VLAN es farà en funció del departament del CAP, de forma que tindrem les següents VLAN's al CAP Nord:

1. Urgències
2. Consultes externes
3. Direcció
4. Odontologia
5. Radiologia
6. Administració
7. WiFi

Nº port	SW1_sub_A	SW0_A
1	WiFi	Direcció
2		
3		
4		
5		
6		Radiologia
7		
8		
9		Urgències
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18	Odontologia	
19		
20		
21		
22		
23	Consultes Externes	Administració
24		
25		
26		
27		
28		
29		
30		
31		
32		
33		
34		
35		
36		
37		
38		
39		
40		
41		
42		
43		
44		
45		
46		
47		
48		

9.2. CAP SUD

50 estacions de treball

30 Acces Points.

Això ens porta a 180 punts de connexió, repartits de la següent manera:

Planta	Estacions de treball	Access Points
-1	25	30
0	25	0

9.2.1. Topologia Xarxa LAN CAP SUD

El tipus d'estructura de xarxa que s'utilitzarà és el d'estrella.

Es farà un desplegament horitzontal per cobrir totes les zones, que es centralitzarà a un switch a cada planta, on el de la planta subterrània farà de IDF i el de la planta baixa farà de MDF. Aquests commutadors es situaran en un rack a la sala de reunions de la planta inferior i en un rack a la recepció a la planta superior.

9.2.2. Equipament tècnic

Els commutadors escollits són el switch Cisco Catalyst 3750 de 24 i 48 ports segons la necessitat de la planta.

El model d'Acces Point escollit és l'AP DWL-3200.

A la planta subterrània -1 hi tenim 25 estacions de treball i 30 AP's, per tant podríem fer servir un Cisco Catalyst 3750 X Series de 48 ports i un 24 de ports. A la planta subterrània el switch sw1_sub_A estarà situat en un rack a dins d'una de les consultes, com es pot veure al plànol i el switch sw1_sub_B es trobarà en un rack al magatzem.

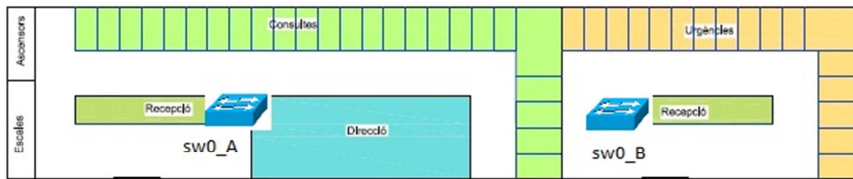
A la planta baixa, hi trobem 25 estacions de treball, farem servir 2 commutadors Cisco Catalyst X Series de 24 ports.

El switch sw0_A es trobarà a la recepció de Consultes i el switch sw0_B a la recepció d'Urgències.

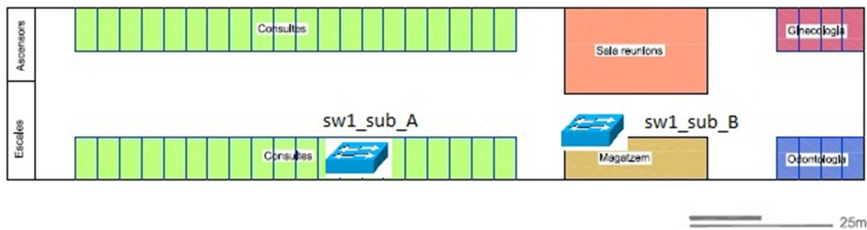
Amb aquesta disposició el Switch sw1_sub_B farà d'IDF de la planta subterrània i el switch sw0_B farà de MDF a la planta baixa.

CAP SUD

PLANTA 0



PLANTA -1



Planta	Quantitat	Model	Nº ports
-1	1	Cisco Catalyst 3750 X Series	24
-1	1	Cisco Catalyst 3750 X Series	24
0	1	Cisco Catalyst 3750 X Series	24
0	1	Cisco Catalyst 3750 X Series	24

Cablejat:

Planta	Nº elements actius	Distància màxima	Total metres
-1	55	56	3080
0	25	31	775

Patch Panel:

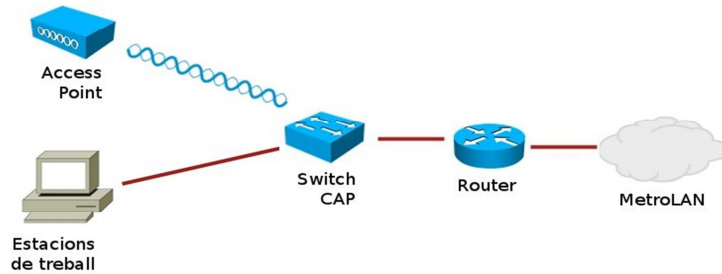
Planta	Nº elements actius	Model	Quantitat
-1	55	Catalyst Inline Power Patch Panel (48)	2
0	25	Catalyst Inline Power Patch Panel (48)	1

Racks

Necessitarem 4 armaris rack de 9U, dos per cada planta.

El model escollit és de l'empresa Cablematic, model RackMatic SOHORack de 9U.

9.2.3. Connectivitat equips



9.2.4. Gestió VLAN's

La gestió de les VLAN es farà en funció del departament del CAP, de forma que tindrem les següents VLAN's al CAP Sud:

1. Urgències
2. Consultes externes
3. Direcció
4. Ginecologia
5. Odontologia
6. Administració
7. WiFi

Nº port	SW1_sub_A	SW1_sub_B	SW0_A	SW0_B		
1	WiFi	WiFi	Direcció	Urgències		
2						
3			Administració			
4						
5			Consultes Externes		Odontologia	
6						
7						Administració
8						
9						Ginecologia
10						
11	Ginecologia					
12						
13	Odontologia					
14						
15	Consultes Externes					
16						
17	Consultes Externes					
18						
19	Consultes Externes					
20						

21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				
46				
47				
48				

9.3. CAP EST

70 estacions de treball

33 Acces Points.

Això ens porta a 231 punts de connexió, repartits de la següent manera:

Planta	Estacions de treball	Access Points
-1	35	33
0	35	0

9.3.1. Topologia Xarxa LAN CAP EST

El tipus d'estructura de xarxa que s'utilitzarà és el d'estrella.

Es farà un desplegament horitzontal per cobrir totes les zones, que es centralitzarà a un switch a cada planta, on el de la planta subterrània farà de IDF i el de la planta baixa farà de MDF. Aquests switch's es situaran en un rack a la sala polivalent de la planta inferior i en un rack a la sala de direcció a la planta superior.

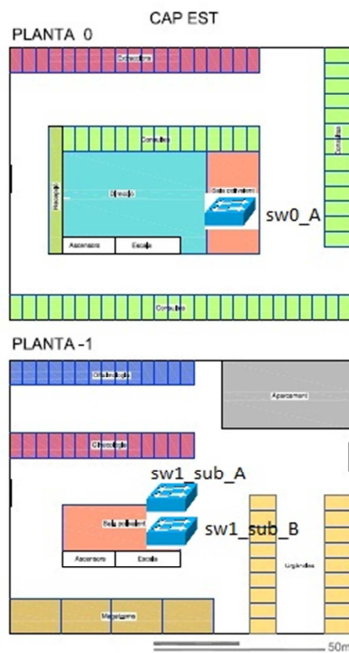
9.3.2. Equipament tècnic

Els commutadors escollits són el switch Cisco Catalyst 3750 de 24 i 48 ports segons la necessitat de la planta.

El model d'Acces Point escollit és l'AP DWL-3200.

A la planta subterrània -1 hi tenim 35 estacions de treball i 33 AP's, per tant, farem servir 2 commutadors Cisco Catalyst x Series de 48 ports. Els commutadors SW1_sub_A i SW1_sub_B estaran situats a la sala polivalent.

A la planta baixa, hi trobem 35 estacions de treball, farem servir 1 commutadors Cisco Catalyst X Series de 48 ports. El switch SW0_A estarà situat a la sala polivalent.



Planta	Quantitat	Model	Nº ports
-1	2	Cisco Catalyst 3750 X Series	48
0	1	Cisco Catalyst 3750 X Series	48

Cablejat:

Planta	Nº elements actius	Distància màxima	Total metres
-1	68	71	4828
0	35	71	2485

Patch Panel:

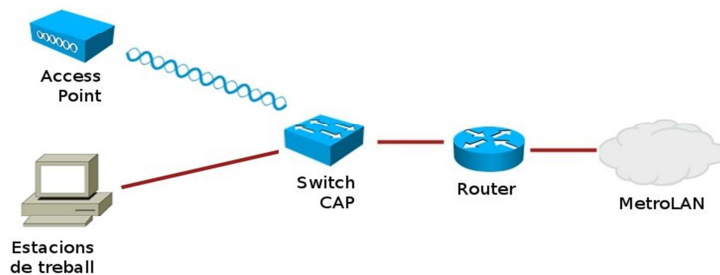
Planta	Nº elements actius	Model	Quantitat
-1	68	Catalyst Inline Power Patch Panel (48)	2
0	35	Catalyst Inline Power Patch Panel (48)	1

Racks

Necessitarem 2 armaris rack de 9U, un per cada planta.

El model escollit és de l'empresa Cablematic, model RackMatic SOHORack de 9U.

9.3.3. Connectivitat equips



9.3.4. Gestió VLAN's

La gestió de les VLAN es farà en funció del departament del CAP, de forma que tindrem les següents VLAN's al CAP Est:

1. Urgències
2. Consultes externes
3. Direcció
4. Ginecologia
5. Odontologia
6. Oftalmologia
7. WiFi

Nº port	SW1_sub_A	SW1_sub_B	SW0_A
1	WiFi	WiFi	Direcció
2			
3			
4			Administració
5			
6			
7			
8			
9			
10			Extraccions
11			
12			

13				
14				
15				
16	Odontologia			
17				
18				
19		Urgències		
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26	Ginecologia			
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				
46				
47				
48				

9.4. CAP OEST

90 estacions de treball

39 Acces Points.

Això ens porta a 260 punts de connexió, repartits de la següent manera:

Planta	Estacions de treball	Access Points
-1	30	16
0	30	23
1	30	0

9.4.1. Topologia Xarxa LAN CAP OEST

El tipus d'estructura de xarxa que s'utilitzarà és el d'estrella.

Es farà un desplegament horitzontal per cobrir totes les zones, que es centralitzarà a un switch a cada planta, on el de la planta subterrània farà de IDF i el de la planta baixa farà de MDF. Aquests switch's es situaran en un rack a la sala polivalent de la planta subterrània, un altre en un rack a la sala de reunions a la planta baixa i el tercer a la sala polivalent de la primera planta.

9.4.2. Equipament tècnic

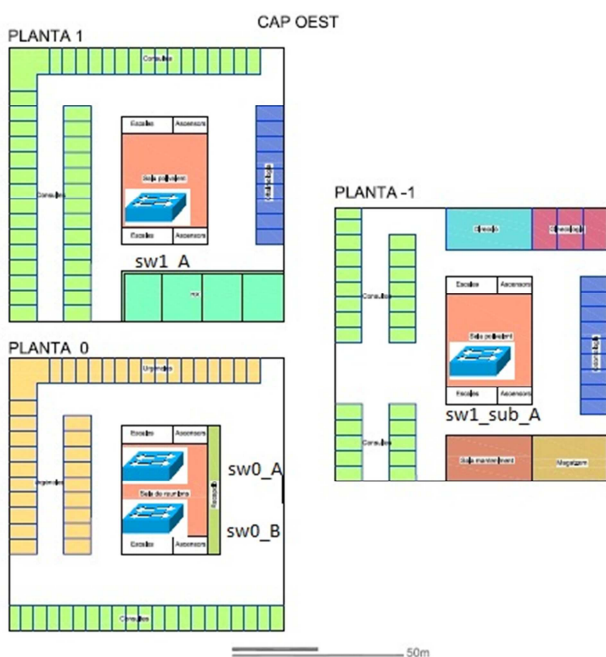
Els commutadors escollits són el switch Cisco Catalyst 3750 de 24 i 48 ports segons la necessitat de la planta.

El model d'Acces Point escollit és l'AP DWL-3200.

A la planta subterrània -1 hi tenim 30 estacions de treball i 16 AP's, per tant, farem servir 1 switch's Cisco Catalyst X Series de 48 ports. El switch SW1_sub_A estarà situat a la sala polivalent.

A la planta baixa, hi trobem 30 estacions de treball i 23 AP's, farem servir 1 commutadors Cisco Catalyst X Series de 48 ports i un de 24. El switch SW0_A i SW0_B els trobarem a la sala de reunions.

A la primera planta hi tenim 30 estacions de treball, per tant farem servir 1 commutadors Cisco Catalyst X Series de 48 ports. El switch SW1_A es trobarà a la sala polivalent.



Planta	Quantitat	Model	Nº ports
-1	1	Cisco Catalyst 3750 X Series	48
0	1	Cisco Catalyst 3750 X Series	48
0	1	Cisco Catalyst 3750 X Series	24
1	1	Cisco Catalyst 3750 X Series	48

Cablejat:

Planta	Nº elements actius	Distància màxima	Total metres
-1	46	52	2392
0	53	52	2756
1	30	52	1560

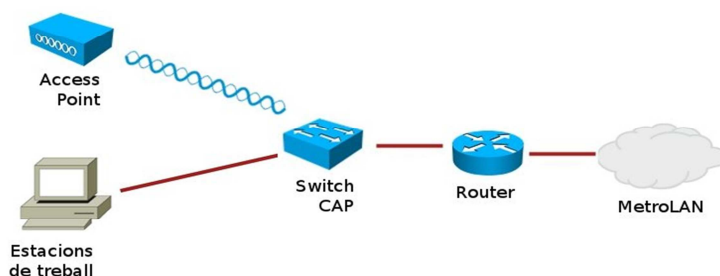
Patch Panel:

Planta	Nº elements actius	Model	Quantitat
-1	46	Catalyst Inline Power Patch Panel (48)	1
0	53	Catalyst Inline Power Patch Panel (48)	2
1	39	Catalyst Inline Power Patch Panel (48)	1

Racks

Necessitarem 3 armaris rack de 9U, un per cada planta. El model escollit és de l'empresa Cablematic, model RackMatic SOHORack de 9U.

9.4.3. Connectivitat equips



9.4.4. Gestió VLAN's

La gestió de les VLAN es farà en funció del departament del CAP, de forma que tindrem les següents VLAN's al CAP Oest:

1. Urgències
2. Consultes externes
3. Direcció
4. Ginecologia
5. Odontologia
6. Radiologia
7. Administració

- 8. Oftalmologia
- 9. WiFi

Nº port	SW1_sub_A	SW0_A	SW0_B	SW1_A	
1	WiFi	WiFi	WiFi	Radiologia	
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11			Administració	Urgències	Oftalmologia
12					
13					
14					
15			Consultes Externes		Consultes Externes
16					
17					
18	Direcció				
19					
20	Ginecologia				
21					
22					
23					
24					
25					
26	Odontologia				
27					
28					
29					
30					
31					
32					
33					
34					
35					
36					
37					
38	Consultes Externes				
39					
40					
41					
42					
43					
44					
45					
46					
47					
48					

9.5. SERVEIS VOIP

Les necessitats de telefonia dels CAP's són les següents:

CAP	Nº de terminals Telf IP
Nord (0)	40
Nord (-1)	33
Sud (0)	50
Sud (-1)	50
Est (0)	81
Est (-1)	47
Oest (1)	48
Oest (0)	40
Oest (-1)	43

Per tant, per cobrir aquestes necessitats utilitzarem un servidor de VoIP per a cada CAP, que formaran un clúster amb el servidor de l'hospital central.

10. EXECUCIÓ XARXA TELEMÀTICA PER A ELEMENTS MÒBILS

En aquest punt ens centrarem en la connexió dels elements mòbils amb la xarxa del consorci, es tracta d'elements mòbils que queden fora de l'espai de l'hospital central o dels CAP's, per tant fora de la cobertura que ofereix la tecnologia WiFi dins dels edificis.

Per tal de poder establir una connexió fiable entre les ambulàncies que recorreran la ciutat i l'hospital farem servir la tecnologia Wimax 802.16e, que permet connexions telemàtiques sense fils de gran abast. Utilitzarem la banda de freqüències lliures de 5,4 GHz.

En el nostre cas necessitem realitzar una connexió punt a multipunt, per tant serà necessari una antena de telecomunicacions que permeti enllaçar amb les diferents ambulàncies de que disposa l'hospital, així com amb l'hospital central.

Per l'orografia del terreny del municipi, el punt més elevat on hi trobem una antena de telecomunicacions és l'antena de Collserola, però es troba a 18 km de distància, de forma que és poc viable que ens permeti enllaçar la connexió amb les ambulàncies.

De totes formes al centre del municipi hi trobem un edifici de 75 metres d'alçada on hi ha situada una antena que ens permetria fer la connexió desitjada. En aquesta antena situarem l'estació base que es controlarà des de l'edifici de l'hospital central i a l'hospital i situarem l'antena i una unitat de subscriptor per tal d'enllaçar via ràdio.

Entre l'antena i l'hospital central tenim visió directa, pel fet que l'edifici on hi tenim l'antena és més alt i està situat a més alçada que l'edifici de l'hospital central.

Per a calcular l'atenuació utilitzarem el mètode de "Terra plana + Egli", que és un mètode de càlcul de cobertura en espais oberts on es considera el raig directe entre emissor i receptor més una reflexió, el mètode Egli a més a més té en compte la freqüència, d'on s'observa que a més freqüència, més pèrdues.

$$P_R[dBm] = P_T[dBm] + G_T[dB] + G_R[dB] + 20 \log(h_{1[m]} \cdot h_2[m]) - 40 \log(d) + 20 \log\left(\frac{40}{f[MHz]}\right)$$

On:

- P_R → Potència rebuda
- P_T → Potència transmesa
- G_T → Guany del transmissor
- G_R → Guany del receptor
- h_1 → Alçada transmissor
- h_2 → Alçada receptor
- d → distància entre emissor i receptor
- f → freqüència de transmissió

Càlculs Antena de telecomunicacions – Hospital Central:

Distància antena – hospital: 3200 m

Potència transmesa: 20 dBm

Alçada edifici antena: 75 m

Alçada edifici hospital: 33m

Freqüència: 5400 MHz

$$P_R[dBm] = 20 dBm + G_T[dB] + G_R[dB] + 20 \log(75 m \cdot 33 m) - 40 \log(3200 m) + 20 \log\left(\frac{40}{5400 MHz}\right) = 20 dBm - 114,9 dBm + Guany antenes$$

Càlculs Antena de telecomunicacions – Ambulàncies:

Distància antena ambulàncies (max): 2800 m

Potència transmesa: 20 dBm

Alçada edifici antena: 75 m

Alçada edifici hospital: 2m

Freqüència: 5400 MHz

$$P_R[dBm] = 20 dBm + G_T[dB] + G_R[dB] + 20 \log(75 m \cdot 2 m) - 40 \log(2800 m) + 20 \log\left(\frac{40}{5400 MHz}\right) = 20 dBm - 136,97 dBm + Guany antenes$$

Després de realitzar els càlculs d'atenuació de senyal amb el sistema de comunicacions Wimax, escollim els equips necessaris per portar a terme l'enllaç. Entre les marques punteres que ofereixen aquesta tecnologia trobem Alvarion, AirSpan, Aperto, Proxim. Fent una recerca de preus veiem que Proxim és de les que ofereixen preus més econòmics i ens ofereix unes prestacions més que suficients per a les nostres necessitats.

Els productes escollits són l'estació base, que es situarà a l'antena transmissora, situada a dalt de l'edifici, Proxim Tsunami 5054-R Base Station. L'estació subscriptora que es situarà a dalt de l'edifici de l'hospital central i sobre cada una de les ambulàncies, Proxim Tsunami 5054-SUR-EU (antena integrada).

Proxim Tsunami 5054-R Base Station	
Estàndard	IEEE 802.16e
Freqüència	5.47-5.725 GHz
Potència de transmissió	16 dBm
Amplada del canal	5 MHz, 10 MHz, 20 MHz, 40 MHz
Administració remota	SNMP, HTTP, Telnet, TFTP
Mides	267 mm x 267 mm x 83 mm
Pes	2,49 Kg

Proxim Tsunami 5054-SUR-EU (antena integrada)	
Estàndard	IEEE 802.16e
Freqüència	5250 - 5875 MHz
Potència de transmissió	23 dBm
Amplada del canal	5 MHz, 10 MHz, 20 MHz, 40 MHz
Administració remota	SNMP, HTTP, Telnet, TFTP
Mides	320 mm x 320 mm x 89 mm
Pes	2,72 Kg



Un cop escollit el producte podem finalitzar els càlculs d'atenuació per la connexió entre l'antena i l'hospital central i entre l'antena i les ambulàncies.

Càlculs Antena de telecomunicacions – Hospital Central:

$$P_R[dBm] = 20 dBm + G_T[dB] + G_R[dB] + 20 \log(75 m \cdot 33 m) - 40 \log(3200 m) + 20 \log\left(\frac{40}{5400 MHz}\right) = -114,9 dBm + 23dBm + 16 dBm = -55,9 dBm$$

L'atenuació obtinguda pels càlculs està dins els paràmetres de sensibilitat dels equips seleccionats. Vegeu l'annex.

Càlculs Antena de telecomunicacions – Ambulàncies:

$$P_R[dBm] = 20 dBm + G_T[dB] + G_R[dB] + 20 \log(75 m \cdot 2 m) - 40 \log(2800 m) + 20 \log\left(\frac{40}{5400 MHz}\right) = 20 dBm - 136,97dBm + 16 dBm + 23 dBm = 77,97 dBm$$

L'atenuació obtinguda pels càlculs està dins els paràmetres de sensibilitat dels equips seleccionats. Vegeu l'annex.

11. INTERCONNEIXIÓ HOSPITAL CENTRAL I CAP'S

La connexió entre l'hospital i els quatre CAP's, es realitza en una zona geogràfica extensa. La distància mínima entre el CAP més proper i l'hospital és de 2,8 km. La distància màxima és de 7,7 km.

Per a realitzar aquest tipus de connexions s'utilitza les connexions WAN (Wide Area Network).

Una xarxa WAN és aquella xarxa d'àmbit estatal o mundial que ha de travessar espais públics o privats no relacionats amb la xarxa i per tant és necessari que un ens amb permisos estengui les línies de commutació per espais públics.

En el nostre cas, tenim però la possibilitat de desplegar una xarxa MAN, ja que les distàncies no cobreixen zones d'àmbit estatal, sino que només cobreixen la zona d'un municipi.

La xarxa MAN (Metropolitan Area Network) és una xarxa d'àmbit geogràfic ampli però inferior a una WAN i superior a una LAN. Permet la interconnexió entre elements situats a més de 4km.

Les xarxes MAN poden ser de titularitat pública o privada, ja es tracti de la infraestructura d'una operadora de telecomunicacions en el primer cas o la xarxa d'una organització que té diferents edificis distribuïts per una zona geogràfica extensa.

Aquest tipus de xarxa permet la connexió de més de 600 nodes, permetent així la connexió de molts llocs de treball d'una organització. Permeten la integració de dades i veu i vídeo, com en el nostre cas. Tenen mecanismes de recuperació davant de fallades. Tenen un grau de fiabilitat molt alt, per aquest motiu se solen utilitzar per a xarxes per a entitats bancàries on un error podria tenir conseqüències desastroses.

Com podem veure una xarxa MAN té les característiques adients per al cas que ens ocupa, per aquest motiu serà la nostra elecció. Com hem vist, la MAN pot ser pública o privada, és a dir podem desplegar una MAN pròpia o utilitzar una MAN pública que ens proporcioni una infraestructura existent. En el primer cas guanyem en autonomia però el cost és molt més elevat, mentre que en el segon, el cost és molt inferior però depenem d'una infraestructura que no és de la nostra titularitat.

Davant de les circumstàncies econòmiques actuals, es decideix per optar per utilitzar una xarxa MAN externa que ens proporcionarà la connectivitat que necessitem entre els CAP's i l'hospital central.

Una de les opcions més utilitzades per la baixa inversió i per l'alt nivell de seguretat que trobem al mercat de les telecomunicacions per tal d'interconnectar diferents seus d'un mateix ens dispersades geogràficament és el servei de MacroLan de Telefónica.

MacroLan és un servei de xarxa privada virtual (VPN) de banda ampla que treballa sobre la xarxa MAN de Telefónica, amb fibra òptica, aconseguint velocitats de 10 fins a 1000 Mbps.

Aquest servei ofereix les mateixes prestacions que una xarxa LAN a servidors que es troben separats geogràficament, ja que treballa amb el mateix protocol Ethernet que les xarxes LAN.

La infraestructura d'aquest servei implica un router i un convertidor de mitjans a cada un dels CAP's, a part de la infraestructura de l'empresa proveïdora dels serveis, en aquest cas Telefónica, que es comparteix amb altres clientes de la ISP (Internet Service Provider).

Per tal de portar a terme la instal·lació d'aquest servei, caldrà en primer lloc que un tècnic de la companyia contractada faci arribar la fibra òptica externa fins a l'interior de l'edifici.

En el nostre cas, els CAP's no disposen d'accés a fibra òptica, per tant serà necessari que l'instal·lador faci arribar la connexió per fibra fins a la sala on tenim situat els MDF dels CAP's i fins al CPD de la segona planta subterrània, en el cas de l'hospital central.

En segon lloc caldrà instal·lar els routers que donaran el servei de MacroLan a cada un dels CAP's i l'hospital. En tots el casos disposem d'un armari rack amb espai suficient per encabir-hi el hardware necessari.

El router escollit per tal de realitzar la connexió MacroLan és el Cisco 2951, que té unes especificacions adients per portar-la a terme, entre elles, que treballa sobre les capes 2 i 3 del model OSI, permet la connexió per fibra, la gestió de VLAN's, velocitat fins a GigabitEthernet, etc.

Per tal de separar el tràfic de les diferents empreses que treballen sobre la mateixa infraestructura de MacroLan, existeixen dos tipus de serveis. Es creen VLAN's per a cada empresa i s'utilitza el protocol MPLS, que permet l'encaminament de paquets per la xarxa mitjançant la inserció d'etiquetes al paquet IP. Aquest protocol treballa sobre el nivell 2 i 3 del model OSI.

Per tal d'assegurar la connectivitat dels CAP's amb l'hospital central en cas de caiguda d'una línia està previst utilitzar 2 routers Cisco 2951 per a cada CAP i pel CPD2, de forma que si caigués una línia, l'altra passaria a estar operativa, evitant una parada en el servei.

Es poden veure les característiques completes del router a l'annex.

12. EXECUCIÓ XARXA BACKUP ENTRE HOSPITAL CENTRAL I CPD2

El consorci disposa d'un segon CPD que funciona com a centre de magatzem de dades de backup i com a servei de "Disaster Recovery" en cas de fallida del CPD principal. Es tracta d'un petit edifici situat a 4 km de l'hospital. Hi tenim cabines d'"storage" en mode "mirror" amb les cabines del CPD principal, així com rèpliques dels servidors principals que treballen o bé balancejant la càrrega o que serveixen per treballar en cas de fallada dels principals.

L'edifici del CPD2 disposa d'un sistema de seguretat per tal de permetre l'accés només al personal autoritzat.

Aquest segon CPD estarà connectat mitjançant el servei de MacroLAN tal i com s'ha realitzat amb els CAP's.

13. ESQUEMA GENERAL DE XARXA DEL CONSORCI SANITARI

Es tracta de realitzar les connexions amb els diferents elements de la xarxa de la forma més segura possible. Per aconseguir-ho disposem d'un Firewall que controlarà el pas dels paquets, de forma que aïlla l'exterior amb les diferents xarxes que disposa l'hospital. En ser un element crític dins l'estructura, tindrem dos firewalls que funcionin en mode clúster per assegurar la integritat de les dades de l'hospital en cas de caiguda d'un dels dos tallafocs. Aquest Firewall permetrà la comunicació amb els diferents CAP's, així com amb el CPD2.

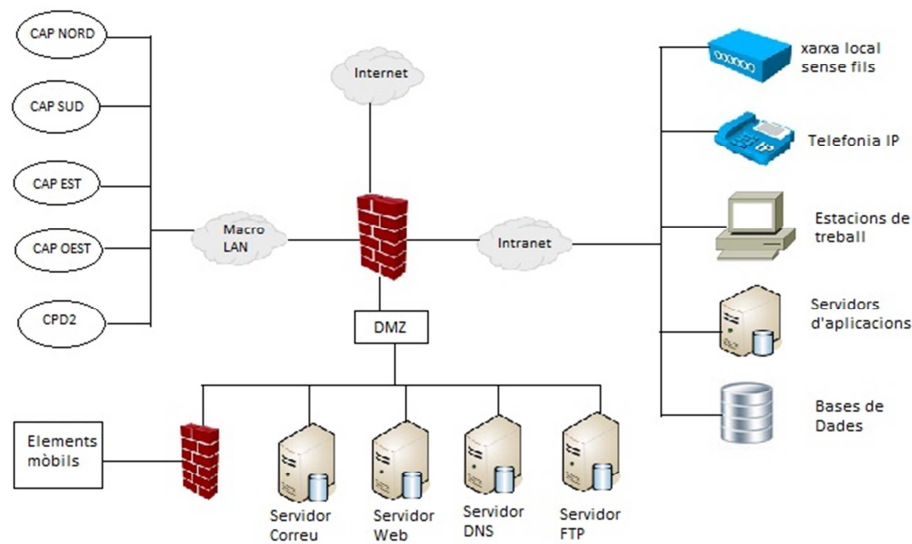
Darrera del Firewall hi tenim la xarxa LAN, on es troben els pc's dels treballadors, els telèfons IP, els servidors d'aplicacions, les bases de dades i els elements de la xarxa local sense fils.

Es crea una DMZ que servirà per aïllar els elements que es connecten amb l'exterior, de forma que no puguin accedir de forma directa amb les estacions de treball o les bases de dades amb que treballa l'hospital. A aquesta DMZ hi trobem els servidors de correu, els servidors web públics, els servidors de DNS, els de FTP.

Els serveis mòbils de l'hospital treballen en un medi no segur, com és l'aire, per tant es decideix connectar els serveis mòbils a la DMZ mitjançant un Firewall que permetrà l'accés a la xarxa de l'hospital sempre que es compleixin les mesures de seguretat configurades.

D'aquesta forma aïllem els elements no segurs per la seva naturalesa o que es connecten directament amb l'exterior dels elements crítics de la xarxa de l'hospital, que és on hi tenim les dades dels pacients, les estacions de treball, etc.

Els equips Firewall escollits són el Cisco ASA5550. Es tracta d'un Firewall amb unes característiques que el fan adient per a la nostra xarxa. Té un rendiment per sobre els 1.2 Gbps, amb connexions VPN per sobre els 425 Mbps. Permet 650.000 connexions concurrents, 400 interfícies virtuals, etc.



14. PRESSUPOST DELS EQUIPS DE XARXA

Producte	Cisco Catalyst 3750
Descripció	Commutador de 24 ports
Quantitat	9
Preu	5.900 €
Total	53.100 €

Producte	Cisco Catalyst 3750
Descripció	Commutador de 48 ports
Quantitat	19
Preu	6.400 €
Total	121.600 €

Producte	D-Link DWL-3200
Descripció	Access Point (punt d'accés WiFi)
Quantitat	315
Preu	180 €
Total	56.700 €

Producte	Cisco 2951
Descripció	Router per connexió MacroLan
Quantitat	10
Preu	3.000 €
Total	30.000 €

Producte	Proxim Tsunami 5054-R Base Station
Descripció	Estació base per connexió metropolitana sense fils
Quantitat	1
Preu	1.500 €
Total	1.500 €

Producte	Proxim Tsunami 5054-SUR-EU
Descripció	Estació subscriptora per connexió metropolitana sense fils
Quantitat	26
Preu	600 €
Total	15.600 €

Producte	Cisco ASA5550
Descripció	Firewall
Quantitat	4
Preu	9700 €
Total	38.800 €

Producte	Patch Panel 48 RJ45 Cat.5e UTP 2U negre
Descripció	Patch Panel
Quantitat	39
Preu	94,34 €
Total	3.679,26 €

Producte	RackMatic MobiRack PRO de 41U
Descripció	Armari Rack
Quantitat	1
Preu	633,96 €
Total	633,96 €

Producte	RackMatic SOHORack de 9U
Descripció	Armari Rack
Quantitat	22
Preu	129,06 €
Total	2.839,32 €

Producte	Cable 5 UTP
Descripció	Cablejat
Quantitat	53.842 metres
Preu	0.98 €/metre
Total	52.765,16 €

Total	377.217,7 €
--------------	--------------------

15. CONCLUSIONS

El projecte sobre el desenvolupament de la xarxa de comunicacions d'un consorci sanitari és un projecte molt ampli que actua sobre molts aspectes de la comunicació de xarxa. Per una banda proposa una xarxa LAN per a l'hospital, un càlcul de les necessitats per cobrir la interconnexió amb fils dels equips de l'hospital, una especificació dels equips necessaris i l'administració dels equips per interconnectar-se.

També es fa un estudi per tal de cobrir la necessitat de la connexió sense fils de l'hospital, així com dels quatre CAP's de que disposa el municipi. Aquest estudi teòric es realitza mitjançant els càlculs sobre el model COST-231. Amb les conseqüències a que s'arriba es proposa un equipament tècnic per tal de gestionar la xarxa sense fils de l'hospital i dels CAP's.

S'inclou per altra banda, el mitjà per la interconnexió entre l'hospital i els CAP's, aprofitant la xarxa metropolitana.

Finalment es proposa el model per tal d'interconnectar els elements mòbils, com les ambulàncies i els cotxes dels metges amb la xarxa del consorci sanitari. Per a realitzar aquest apartat s'utilitza el mètode de càlcul de cobertura "Terra plana + Egli".

Com es pot comprovar amb aquest projecte es pretén oferir molts vessants sobre les comunicacions, ja siguin amb fils o sense. És un projecte amb un àmbit d'actuació molt general on es pretén donar sortida a les necessitats que tot consorci sanitari amb voluntat de servei vulgui oferir avui dia.

Per la gran cobertura de serveis que ofereix el projecte, s'ha volgut oferir un pressupost ajustat als temps actuals. Tot i així es tracta d'un pressupost elevat, ja que es fa necessari la compra de molt equipament car i divers. Tot i així, tenint en compte la voluntat de millora del servei als pacients en un món cada vegada més comunicat, es tracta d'un projecte viable econòmicament i tecnològicament.

A nivell personal voldria destacar la oportunitat d'haver treballat i estudiat diferents possibilitats tecnològiques, així com la seva aplicació teòrica sobre un model real com és un consorci sanitari. Voldria destacar el gran esforç de recerca que suposa un treball final de carrera i sobretot el volum d'hores necessàries per tal de portar-lo a terme. Destacar finalment el fet de partir d'una idea inicial i el procés de modificació, reestructuració que pateix el treball per tal d'adaptar-se a les necessitats del projecte. Ha estat un gran repte que m'ha permès tenir una visió més clara i més àmplia de la carrera.

16. BIBLIOGRAFIA

Herrera , Jordi. Seguretat en Xarxes de computadors. 2008. Barcelona: Universitat Oberta de Catalunya, Estudis d'Informàtica i Multimèdia.

Satué, Antonio. 2007. Sistemes Telemàtics. Barcelona: Universitat Oberta de Catalunya, Estudis d'Informàtica i Multimèdia.

Barberán Pere. Xarxes i Serveis. 2008. Barcelona: Universitat Oberta de Catalunya, Estudis d'Informàtica i Multimèdia.

Nicolau, Francesca. Competències comunicatives per a professionals de les TIC. 2010. Barcelona: Universitat Oberta de Catalunya, Estudis d'Informàtica i Multimèdia.

Ardeo, Joan. Estructura de Xarxes de computadors. 2007. Barcelona: Universitat Oberta de Catalunya, Estudis d'Informàtica i Multimèdia.

Satué, Antonio. Sistemes telemàtics. 2007. Barcelona: Universitat Oberta de Catalunya, Estudis d'Informàtica i Multimèdia.

Fets i xifres 2011: www.mutuaterassa.cat. 2012. Terrassa.

<http://www.proxim.com/>

<http://www.cisco.com/>

<http://www.alvarion.com/>

<http://www.airspan.com/>

<http://www.dlink.com/>

<http://www.cst.cat/>

SWITCH CISCO CATALYST 3750

Product Specifications

Table 2 lists product specifications for the Cisco Catalyst 3750 Series.

Table 2. Descriptions and Specifications

Description	Specification
Performance	<ul style="list-style-type: none"> 32-Gbps switching fabric Stack forwarding rate of 38.7 mpps for 64-byte packets Forwarding rate: 6.5 mpps (Cisco Catalyst 3750-24TS, 3750-24FS, and 3750-24PS), 13.1 mpps (Cisco Catalyst 3750-48TS and 3750-48PS), 17.8 mpps (Cisco Catalyst 3750G-12S), 35.7 mpps (Cisco Catalyst 3750G-24T), 38.7 mpps (Cisco Catalyst 3750G-24TS and 3750G-24WS), 35.7 mpps (Cisco Catalyst 3750G-16TD), 38.7 mpps (Cisco Catalyst 3750G-24TS-1U), 38.7 mpps (Cisco Catalyst 3750G-24PS), 38.7 mpps (Cisco Catalyst 3750G-48TS), 38.7 mpps (Cisco Catalyst 3750G-48PS) 128 MB DRAM and 16 MB Flash memory (Cisco Catalyst 3750G-24TS, 3750G-24WS, 3750G-24T, 3750G-12S, 3750-24TS, 3750-24PS, 3750-48TS, 3750-48PS, and 3750G-16TD) 128 MB DRAM and 32 MB Flash memory (Cisco Catalyst 3750G-24TS-1U, 3750G-24WS, 3750G-24PS, 3750G-48TS, 3750G-48PS, and 3750-24FS) Configurable up to 12,000 MAC addresses (Cisco Catalyst 3750G-24TS, 3750G-24WS, 3750G-24T, 3750G-12S, 3750-24TS, 3750-24FS, 3750-24PS, 3750-48TS, 3750-48PS, 3750G-24TS-1U, 3750G-24PS, 3750G-48TS, 3750G-48PS, and 3750G-16TD) Configurable up to 20,000 unicast routes (Cisco Catalyst 3750G-12S) and up to 11,000 unicast routes (Catalyst 3750G-24TS, 3750G-24WS, 3750G-24T, 3750-24TS, 3750-24FS, 3750-24PS, 3750-48TS, 3750-48PS, 3750G-24TS-1U, 3750G-24PS, 3750G-48TS, 3750G-48PS, and 3750G-16TD) Configurable up to 1000 IGMP groups and multicast routes (Cisco Catalyst 3750G-24TS, 3750G-24WS, 3750G-24T, 3750G-12S, 3750-24TS, 3750-24FS, 3750-24PS, 3750-48TS, 3750-48PS, 3750G-24TS-1U, 3750G-24PS, 3750G-48TS, and 3750G-16TD) Configurable maximum transmission unit (MTU) of up to 9000 bytes, with a maximum Ethernet frame size of 9018 bytes (jumbo frames) for bridging on Gigabit Ethernet ports, and up to 1546 bytes for bridging and routing on Fast Ethernet ports
Connectors and Cabling	<ul style="list-style-type: none"> 10BASE-T ports: RJ-45 connectors, 2-pair Category 3 (Cat-3), 4, or 5 unshielded twisted pair (UTP) cabling 100BASE-TX ports: RJ-45 connectors, 2-pair Cat-5 UTP cabling 100BASE-FX ports: MT-RJ connectors, 50/125 or 62.5/125 micron multimode fiber 1000BASE-T ports: RJ-45 connectors, 2-pair Cat-5 UTP cabling 1000BASE-T SFP-based ports: RJ-45 connectors, 2-pair Cat-5 UTP cabling 1000BASE-SX, -LX/LH, -ZX, and CWDM SFP-based ports: LC fiber connectors (single-mode, or multimode fiber) 10GBASE-ER XENPAK-based port (single-mode) 10GBASE-LR XENPAK-based port (single-mode) Cisco StackWise stacking ports: copper-based Cisco StackWise cabling that is also compatible with the StackWise Plus technology in the Cisco Catalyst 3750-E Series switches. Management console port: RJ-45-to-DB9 cable for PC connections
Power Connectors	<ul style="list-style-type: none"> Customers can provide power to a switch by using either the internal power supply or a redundant power system (Cisco RPS 2300 or the Cisco RPS 675). The connectors are located at the back of the switch. Internal power supply connector

	<ul style="list-style-type: none"> The internal power supply is an autoranging unit. The internal power supply supports input voltages between 100 and 240VAC. Use the supplied AC power cord to connect the AC power connector to an AC power outlet. Cisco RPS Connector The connector offers connection for an optional Cisco RPS 2300 or RPS 675 that uses AC input and supplies DC output to the switch. The connector automatically senses when the internal power supply of a connected device fails and provides power to the failed device, preventing loss of network traffic. Only the Cisco RPS 2300 (model PWR-RPS2300) or the Cisco RPS 675 (PWR675-AC-RPS-N1-) should be attached to the redundant power supply receptacle.
Indicators	<ul style="list-style-type: none"> Per-port status LEDs: link integrity, disabled, activity, speed, and full-duplex indications System status LEDs: system, RPS, and bandwidth utilization indications
Dimensions (H x W x D)	<ul style="list-style-type: none"> 2.59 x 17.5 x 11.6 in. (6.6 x 44.5 x 29.5 cm) (Cisco Catalyst 3750G-24TS) 2.59 x 17.5 x 11.6 in. (6.6 x 44.5 x 29.5 cm) (Cisco Catalyst 3750G-24WS) 1.73 x 17.5 x 12.8 in. (4.4 x 44.5 x 32.6 cm) (Cisco Catalyst 3750G-24T) 1.73 x 17.5 x 12.8 in. (4.4 x 44.5 x 32.6 cm) (Cisco Catalyst 3750G-12S) 1.73 x 17.5 x 11.8 in. (4.4 x 44.5 x 30 cm) (Cisco Catalyst 3750-48TS) 1.73 x 17.5 x 11.8 in. (4.4 x 44.5 x 30 cm) (Cisco Catalyst 3750-24TS) 1.73 x 17.5 x 11.8 in. (4.4 x 44.5 x 30 cm) (Cisco Catalyst 3750-24FS) 1.73 x 17.5 x 14.8 in. (4.4 x 44.5 x 37.8 cm) (Cisco Catalyst 3750-48PS) 1.73 x 17.5 x 11.8 in. (4.4 x 44.5 x 30 cm) (Cisco Catalyst 3750-24PS) 1.73 x 17.5 x 16.1 in. (4.4 x 44.5 x 40.9 cm) (Cisco Catalyst 3750G-16TD) 1.73 x 17.5 x 14.9 in. (4.4 x 44.5 x 37.8 cm) (Cisco Catalyst 3750G-24TS-1U) 1.73 x 17.5 x 14.9 in. (4.4 x 44.5 x 37.8 cm) (Cisco Catalyst 3750G-24PS) 1.73 x 17.5 x 16.1 in. (4.4 x 44.5 x 40.9 cm) (Cisco Catalyst 3750G-48TS) 1.73 x 17.5 x 16.1 in. (4.4 x 44.5 x 40.9 cm) (Cisco Catalyst 3750G-48PS)
Weight	<ul style="list-style-type: none"> 12.5 lb (5.7 kg) (Cisco Catalyst 3750G-24TS) 21 lb (9.5 kg) (Cisco Catalyst 3750G-24WS) 10.0 lb (4.6 kg) (Cisco Catalyst 3750G-24T, Cisco Catalyst 3750G-12S) 9.1 lb (4.1 kg) (Cisco Catalyst 3750-48TS, Cisco Catalyst 3750G-12S-SD) 8.0 lb (3.6 kg) (Cisco Catalyst 3750-24TS) 13.2 lb (6.0 kg) (Cisco Catalyst 3750-48PS) 11.3 lb (5.1 kg) (Cisco Catalyst 3750-24PS) 12.5 lb (5.7 kg) (Cisco Catalyst 3750G-16TD) 12 lb (5.5 kg) (Cisco Catalyst 3750G-24TS-1U) 13.5 lb (6.1 kg) (Cisco Catalyst 3750G-24PS) 14 lb (6.4 kg) (Cisco Catalyst 3750G-48TS) 15.5 lb (7.0 kg) (Cisco Catalyst 3750G-48PS)
Environmental Ranges	<ul style="list-style-type: none"> Operating temperature: 32 to 113°F (0 to 45°C) Storage temperature: -13 to 158°F (-25 to 70°C) Operating relative humidity: 10 to 85% (noncondensing) Operating altitude: up to 10,000 ft (3049 m) Storage altitude: up to 15,000 ft (4573 m)

Acoustic Noise	<ul style="list-style-type: none"> International Organization for Standardization (ISO) 7779: bystander position operating to an ambient temperature of 30°C
Non-PoE Models	<ul style="list-style-type: none"> Cisco Catalyst 3750G-24TS: 42 dB Cisco Catalyst 3750G-24WS: 42 dB Cisco Catalyst 3750G-24T: 42 dB Cisco Catalyst 3750G-12S: 42 dB Cisco Catalyst 3750-48TS: 42 dB Cisco Catalyst 3750-24TS: 42 dB Cisco Catalyst 3750-24FS: 38 dB Cisco Catalyst 3750G-16TD: 42 dB Cisco Catalyst 3750G-48TS: 48 dB Cisco Catalyst 3750G-24TS-1U: 42 dB
PoE Models (Levels increase with Amount of Active PoE ports)	<ul style="list-style-type: none"> Cisco Catalyst 3750-48PS: 42-48 dB Cisco Catalyst 3750-24PS: 38-42 dB Cisco Catalyst 3750G-48PS: 52-58 dB Cisco Catalyst 3750G-24PS: 38-44 dB

Mean Time Between Failure (MTBF)	<ul style="list-style-type: none"> 188,574 hours (Cisco Catalyst 3750G-24TS) 209,170 hours (Cisco Catalyst 3750G-24WS) 210,936 hours (Cisco Catalyst 3750G-24T) 215,000 hours (Cisco Catalyst 3750G-12S) 259,729 hours (Cisco Catalyst 3750G-12S-SD) 217,824 hours (Cisco Catalyst 3750-48TS) 294,928 hours (Cisco Catalyst 3750-24TS) 269,011 hours (Cisco Catalyst 3750-24FS) 166,408 hours (Cisco Catalyst 3750-48PS) 209,170 hours (Cisco Catalyst 3750-24PS) 184,422 hours (Cisco Catalyst 3750G-16TD) 166,243 hours (Cisco Catalyst 3750G-48TS) 141,005 hours (Cisco Catalyst 3750G-48PS) 221,150 hours (Cisco Catalyst 3750G-24TS-1U) 182,373 hours (Cisco Catalyst 3750G-24PS)
-----------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

ACCESS POINT DLINK DWL-3200AP

Technical Specifications			
Standards	+ IEEE 802.11b + IEEE 802.3af	+ IEEE 802.11g + IEEE 802.3u	+ IEEE 802.3
Network Management	+ Web Browser Interface - HTTP - Secure HTTP (HTTPS) + AP Manager II + SNMPv3 Support - D-View Module - Private MIB + Command Line Interface - Telnet - Secure (SSH) Telnet		
MAC Address Table	16K		
Data Rate ¹	For 802.11g: + 108, 54, 48, 36, 24, 18, 12, 9 and 6Mbps For 802.11b: + 11, 5.5, 2, and 1Mbps		
Security	+ WPA-Personal + WPA2-Personal + 64/128/152-bit WEP + Rogue AP Detection + Isolated Security Setting for Each SSID + WPA-Enterprise + WPA2-Enterprise + SSID Broadcast Disable + MAC Address Access Control List		
Wireless Frequency Range	+ 2.4GHz to 2.4835GHz		
Wireless Operating Range ²	802.11g (Full Power with 5dBi Gain Diversity Dualband Dipole Antenna) Indoors: + 98ft (30m) @ 54Mbps + 126ft (39m) @ 36Mbps + 184ft (56m) @ 18Mbps + 258ft (79m) @ 9Mbps + 112ft (34m) @ 48Mbps + 154ft (47m) @ 24Mbps + 217ft (66m) @ 12Mbps + 325ft (99m) @ 6Mbps Outdoors: + 387ft (112m) @ 54Mbps + 1840ft (500m) @ 6Mbps + 820ft (250m) @ 18Mbps		
Operating Voltage	+ 48VDC +/- 10% for PoE		
Radio and Modulation Type	For 802.11b: DSSS: + DBPSK @ 1Mbps + CCK @ 5.5 and 11Mbps For 802.11g: OFDM: + BPSK @ 6 and 9Mbps + 16QAM @ 24 and 36Mbps DSSS: + DBPSK @ 1Mbps + CCK @ 5.5 and 11Mbps + QPSK @ 12 and 18Mbps + 64QAM @ 48 and 54Mbps + DQPSK @ 2Mbps		
Operating Modes	+ Access Point + WDS/Bridge (No AP Broadcasting) + WDS with AP		
Antenna	Dual 5dBi Gain Detachable Diversity Dipole Antennas with Reverse SMA Connectors		



AirPremier 802.11g Managed Access Point

Maximum Transmit Output Power	For 802.11b: 21dBm For 802.11g: 21dBm
Maximum EIRP (Effective Isotropic Radiated Power)	Total Output Power (Output Power with 5dBi Antenna) For 802.11b: 26dBm For 802.11g: 26dBm
LEDs	+ Power + LAN + 802.11b/g
Maximum Power Consumption	6.42 Watts (130mA)
Temperature	+ Operating: 32°F to 104°F (0°C to 40°C) + Storing: -4°F to 149°F (-20°C to 65°C)
Humidity	+ Operating: 10% ~ 90% (Non-Condensing) + Storing: 5% ~ 95% (Non-Condensing)
Certifications	+ FCC Class B + CE + UL + Wi-Fi® + C-Tick
Dimensions (W x D x H)	6.48" x 7.27" x 1.25" (164.59mm x 184.68mm x 31.75mm)
Weight (lbs)	1.33lbs (603.28g)
Warranty	1-Year Limited ³

TELEFON IP CISCO SPA 303 3-LINE

Specifications

Table 1 gives specifications for the Cisco SPA 303 3-Line IP Phone.

Table 1. Specifications for the Cisco SPA 303 3-Line IP Phone

Note: Many features are programmable within a defined range or list of options. Please see the SPA Administration Guide for details. The target configuration profile is uploaded to the SPA 303 at the time of provisioning.

Description	Specification
Data networking	<ul style="list-style-type: none"> • MAC address (IEEE 802.3) • IPv4 (RFC 791) • Address Resolution Protocol (ARP) • DNS: A record (RFC 1706), SRV record (RFC 2782) • Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP) client (RFC 2131) • Internet Control Message Protocol (ICMP) (RFC 792) • TCP (RFC 793) • User Datagram Protocol UDP (RFC 768) • Real Time Protocol RTP (RFC 1889, 1890) • Real Time Control Protocol (RTCP) (RFC 1889) • Real Time Control Protocol – Extended Report (RTCP-XR) (RFC 3611) • Differentiated Services (DiffServ) (RFC 2475) • Type of service (ToS) (RFC 791, 1349) • VLAN tagging 802.1p/Q: Layer 2 quality of service (QoS) • Simple Network Time Protocol (SNTP) (RFC 2030)

Description	Specification
Voice gateway	<ul style="list-style-type: none"> • SIP version 2 (RFC 3261, 3262, 3263, 3264) • SPCP with the Cisco Unified Communications 500 Series • SIP proxy redundancy: dynamic via DNS SRV, A records • Re-registration with primary SIP proxy server • SIP support in NAT networks (including STUN) • SIPfrag (RFC 3420) • Highly secure (encrypted) calling via Secure Real-Time Transport Protocol (SRTP) • SIP/TLS • Codec name assignment • Voice algorithms: <ul style="list-style-type: none"> - G.711 (A-law and μ-law) - G.726 (16/24/32/40 kbps) - G.729 AB - G.722 • Dynamic payload support • Adjustable audio frames per packet • Dual-tone multifrequency (DTMF), in band and out-of-band (RFC 2833) (SIP INFO) • Flexible dial plan support with interdigit timers • IP address/URI dialing support • Call progress tone generation • Jitter buffer: adaptive • Frame loss concealment • Voice activity detection (VAD) with silence suppression • Attenuation/gain adjustments • Message waiting indicator (MWI) tones • Voicemail waiting indicator (VMWI), via NOTIFY, SUBSCRIBE • Caller ID support (name and number) • Third-party call control (RFC 3725)
Provisioning, administration, and maintenance	<ul style="list-style-type: none"> • Integrated web server provides web-based administration and configuration • Telephone keypad configuration via display menu/navigation • Automated provisioning and upgrade via HTTPS, HTTP, TFTP • Asynchronous notification of upgrade availability via NOTIFY • Nonintrusive in-service upgrades • Report generation and event logging • Statistics transmitted in BYE message • RTCP-XR • Syslog and debug server records: configurable per line
Power supply	<ul style="list-style-type: none"> • Switching type (100–240V) automatic • DC input voltage: +5 VDC at 1.0A maximum
Physical interfaces	<ul style="list-style-type: none"> • Two 10/100BASE-T RJ-45 Ethernet ports (IEEE 802.3) • Handset: RJ-9 connector • Built-in speakerphone and microphone • Headset 2.5-mm port

Indicator lights/LED	<ul style="list-style-type: none"> • Speakerphone on/off button with LED • Headset on/off button with LED • Mute button with LED • Message waiting indicator LED • LED test function
Dimensions (W x H x D)	8.66 x 7.80. x 1.18 in. (220 x 198 x 30 mm)
Unit weight	1.50 lb (0.68kg)
Operating temperature	32° ~ 113°F (0° ~ 40°C)
Storage temperature	-13° ~ 185°F (-20° ~ 70°C)
Operating humidity	5% to 95% noncondensing
Storage humidity	5% to 95% noncondensing

ESTACIÓ BASE I SUBSCRIPTORA PROXIM TSUNAMI 5054

Regulatory Approvals and Frequency Ranges for 5054-R ¹	Model 5054-R					
	Country	Number of Channels				Certification
	North America					
	USA	(GHz)	5MHz	10MHz	20MHz	Yes
		5.25 - 5.35	Up to 15	Up to 7	Up to 3	
		5.725 - 5.85	Up to 21	Up to 11	Up to 5	
	Canada	(GHz)	5MHz	10MHz	20MHz	
		5.25 - 5.35	Up to 15	Up to 7	Up to 3	
		5.725 - 5.85	Up to 21	Up to 11	Up to 5	
	Mexico	(GHz)	5MHz	10MHz	20MHz	
		5.725 - 5.85	Up to 21	Up to 11	Up to 5	
	EU Countries					
	Austria					Yes
	Belgium					
Cyprus						
Czech Republic						
Denmark						
Estonia						
Finland						
France						
Germany						
Greece						
Hungary						
Italy	(GHz)	5MHz	10MHz	20MHz		
	5.47 - 5.70	Up to 46	Up to 23	Up to 11		
Latvia						
Luxembourg						
Lithuania						
Malta						
Netherlands						
Poland						
Portugal						
Spain						
Sweden						
Slovakia						
Slovenia						
United Kingdom	(GHz)	5MHz	10MHz	20MHz	Yes	
	5.47 - 5.70	Up to 46	Up to 23	Up to 11		
Ireland	5.725 - 5.85	Up to 23	Up to 11	Up to 4		
Model 5054-R						
Subscriber Unit with Integrated 23-dBi Antenna						
<ul style="list-style-type: none"> • Part Number: 5054-SUR-xx • Frequency range: 5250 - 5875 MHz • Nominal Impedance: 50 ohms • Gain: 23 dBi • Front-to-Back Ratio: 35 dB • HPBW/vertical: 9 degrees • HPBW/horizontal: 9 degrees • Cross Polarization: 23 dB • Power handling: 1 W (avg) • VSWR: 2.0 : 1 Max 						
RF Modulation and over-the-air rates	Model 2454-R and 5054-R					
	OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing)					
		<u>20 MHz Channels</u>	<u>10 MHz Channels</u>	<u>5 MHz Channels</u>		
• BPSK		6 and 9 Mbps	3 and 4.5 Mbps	2.25 and 1.5 Mbps		
• QPSK		12 and 18 Mbps	6 and 9 Mbps	3 and 4.5 Mbps		
• 16-QAM		24 and 36 Mbps	12 and 18 Mbps	6 and 9 Mbps		
• 64-QAM		48 and 54 Mbps	24 and 36 Mbps	12 and 18 Mbps		
• Maximum Packet Size		1522 Bytes				
Wireless Protocol	<ul style="list-style-type: none"> • WCRP (Wireless Outdoor Router Protocol) 					
Device Interface	Ethernet <ul style="list-style-type: none"> • Auto-sensing 10/100BASE-TX Ethernet Antenna Connector for BSU and SU with Type-N Connector <ul style="list-style-type: none"> • Standard Type-N Female 					
Network Architecture Type	<ul style="list-style-type: none"> • Infrastructure 					

Model 5054-R				
Modulation	40 MHz Channels Turbo Mode	20 MHz Channels Standard Mode	10 MHz Channels Standard Mode	5 MHz Channels Standard Mode
64QAM 1/2	-66 dBm @108 Mbps	-60 dBm @54 Mbps	-72 dBm @36 Mbps	-75 dBm @18 Mbps
64QAM 1/4	-68 dBm @96 Mbps	-72 dBm @48 Mbps	-75 dBm @24 Mbps	-78 dBm @12 Mbps
16QAM 1/2	-75 dBm @72 Mbps	-77 dBm @36 Mbps	-80 dBm @18 Mbps	-83 dBm @9 Mbps
16QAM 1/4	-78 dBm @48 Mbps	-80 dBm @24 Mbps	-83 dBm @12 Mbps	-86 dBm @6 Mbps
QPSK 1/2	-81 dBm @36 Mbps	-83 dBm @18 Mbps	-86 dBm @9 Mbps	-89 dBm @4.5 Mbps
QPSK 1/4	-83 dBm @24 Mbps	-86 dBm @12 Mbps	-89 dBm @6 Mbps	-92 dBm @3 Mbps
BPSK 1/2	-84 dBm @18 Mbps	-87 dBm @9 Mbps	-90 dBm @4.5 Mbps	-93 dBm @2.25 Mbps
BPSK 1/4	-85 dBm @12 Mbps	-88 dBm @6 Mbps	-91 dBm @3 Mbps	-94 dBm @1.5 Mbps

Model 2454-R			
Data rate	20 MHz Channels	10 MHz Channels	5 MHz Channels Standard Mode
54Mbps	30 Mbps		
48Mbps	28 Mbps		
39Mbps	18 Mbps		
24Mbps	14 Mbps		
18Mbps	12 Mbps	12 Mbps	
12Mbps	9 Mbps	9 Mbps	
9Mbps	7 Mbps	7 Mbps	6.8 Mbps
6Mbps	5 Mbps	5 Mbps	5 Mbps
4.5Mbps		4 Mbps	4 Mbps
3Mbps		2 Mbps	2.7 Mbps
2.25Mbps			2 Mbps
1Mbps			1.4 Mbps

Model 5054-R				
Data rate	40 MHz Channels Turbo Mode (US Only)	20 MHz Channels Standard Mode	10 MHz Channels Standard Mode	5 MHz Channels Standard Mode
108Mbps Turbo 54	35 Mbps			
99Mbps Turbo 48	36 Mbps			
72Mbps Turbo 36	35 Mbps			
48Mbps Turbo 24	27 Mbps			
39Mbps Turbo 18	22 Mbps			
24Mbps Turbo 12	16 Mbps			
54Mbps		29 Mbps		
48Mbps		27 Mbps		
39Mbps		22 Mbps		
24Mbps		16 Mbps	16 Mbps	
18Mbps		13 Mbps	13 Mbps	
12Mbps		9 Mbps	9 Mbps	
9Mbps		7 Mbps	7 Mbps	7 Mbps
6Mbps		5 Mbps	5 Mbps	4.7 Mbps
4.5Mbps			3.8 Mbps	3.8 Mbps
3Mbps			2.4 Mbps	2.7 Mbps
2.25Mbps				2.7 Mbps
1Mbps				1.2 Mbps

**Maximum throughput data with release of 2.3, as mentioned with test equipment under controlled lab conditions and best performance yields throughput equal to configured data rate. Actual throughput performance in the field may vary.*

Latency	
<10ms typical at maximum throughput*	*under throughput test conditions indicated above.

Model 5054-R				
	6-24 Mbps @ 20 MHz 16QAM 1/2, QPSK 1/2, QPSK 1/4	36 Mbps @ 20 MHz 16QAM 1/2	48 Mbps @ 20 MHz 64QAM 1/2	54 Mbps @ 20 MHz 64QAM 1/2
5.15-5.35 GHz	11 dBm	11 dBm	11 dBm	11 dBm
5.47-5.725 GHz	14 dBm	11 dBm		
5.725-5.850 GHz	16 dBm	11 dBm		

Output Power Attenuation: 0 - 18dB, in 3dB steps
Output Power Values will have a tolerance of +/- 1.5 dB

Range Information for 5054-R²	Integrated Antenna			
	54 Mbps - Line of Sight	36 Mbps - Line of Sight	6 Mbps - Near Line of Sight	
5.15-5.35 GHz (S)	3mi/4.8km	6mi/9.6km	3mi/4.8km	
5.47-5.725 GHz (TS)	3mi/4.8km	6mi/9.6km	2.1mi/3.3km	
5.725-5.850 GHz (S)	3mi/4.8km	6mi/9.6km	3mi/4.8km	
External Antenna				
	54 Mbps - Line of Sight	36 Mbps - Line of Sight	6 Mbps - Near Line of Sight	
5.15-5.35 GHz (S)	6mi/9.6km	10mi/16.1km	2.1mi/3.3km	
5.47-5.725 GHz (TS)	6mi/9.6km	10mi/16.1km	1.1mi/1.8km	
5.725-5.850 GHz (S)	6mi/9.6km	10mi/16.1km	2.1mi/3.3km	

Minimum fade margin; 99.995% or better availability; average terrain/climate; no unusual multipath; proper path clearance (0.6F).

Distance calculations for 5 and 10 MHz channels are comparable for ETSI regulatory domains. Proper TPC settings (-9dB@20MHz, -12dB@10MHz, -15dB@5MHz), should be set to meet power density rules. Increased distances are possible in the US with proper engineering.

Dimensions	<p><u>Base Station and Subscriber Unit</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Packaged: 14.57 in x 13.70 in x 8.19 in (370 mm x 348 mm x 208 mm) <p><u>Base Station and Subscriber Unit with Type-N Connector</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Unpackaged: 10.5 in x 10.5 in x 3.25 in (267 mm x 267 mm x 83 mm) <p><u>Subscriber Unit with Integrated 23-dBi Antenna</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Unpackaged: 12.60 in x 12.60 in x 3.50 in (320 mm x 320 mm x 89 mm)
Weight	<p><u>Base Station and Subscriber Unit with Type-N Connector</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Packaged weight: 9.2 lbs (4.2 kg) • Unpackaged weight: 5.5 lbs (2.49 kg) Unit only, .45 lbs (.20 kg) for power supply <p><u>Subscriber Unit with Integrated 23-dBi or 16-dBi Antenna</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Packaged weight: 10.1 lbs (4.6 kg) • Unpackaged weight: 6.0 lbs (2.72 kg) Unit only, .45 lbs (.20 kg) for power supply
Environmental	<p><u>Operating</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • -33° to 80°C (-27.5° to 140° Fahrenheit) • 100% humidity • Wind loading: 125mph <p><u>Storage</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • -55° to 80°C (-41° to 176° Fahrenheit) • 100% humidity
Packaging Contents	<p><u>Base Station or Subscriber Unit</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • One Tsunami MP.11 Model 2454-R or 5054-R Base Station or Subscriber Unit • One wall pole mounting bracket • One Power-Over-Ethernet injector for Model 2454-R or 5054-R • One country specific power cord • One Ethernet cable weather-proof plug • One Documentation and Software CD-ROM