

Estudi de mercat d'eines de planificació d'una WLAN

Enginyeria tècnica de Telecomunicacions,
especialitat Telemàtica

Aleix Martín Gómez

Director: Antoni Morell Pérez

Barcelona, 16 de juny de 2.012

Agraïments

Agrair a la meva família el seu suport en els estudis que he dut a terme i en la realització d'aquest treball, i al meu consultor Antoni, sense l'ajuda i les recomanacions del qual aquest treball no hagués estat el mateix.

Índex

1. La planificació de les WLAN	8
1.1 Introducció a la planificació	8
1.2 Objectius de la planificació	9
1.3 Motivacions per utilitzar eines de planificació	9
1.4 Models de propagació	10
1.4.1 Free-Space Path Loss	10
1.4.2 Ray Tracing	11
1.4.2.1 Two-Ray Model (Propagació sobre terra plana)	11
1.4.2.2 General Ray Tracing	12
1.4.3 Models empírics de Path-Loss	13
1.4.3.1 Model de Lee	13
1.4.3.2 Model d'Okumura-Hata	13
1.4.3.3 COST-231	14
1.4.3.4 Factors d'atenuació indoor	14
2. Introducció a les eines de planificació	15
2.1 Informació sobre les diferents eines de planificació	15
2.2 Eines de planificació integrades	16
2.2.1 AeroHive Networks	16
2.2.2 Awe Communications	16
2.2.3 Cisco	17
2.2.4 EDX Wireless	18
2.2.5 Juniper Networks	18
2.2.6 WiTuners	18
2.3 Eines de planificació independents	19
2.3.1 AirTight Networks	19
2.3.2 Fluke Networks	19
2.3.3 Meritech	20
2.3.4 Motorola	20
2.3.5 Psiber	21
2.3.6 Ruckus	21
2.4 Anàlisi de les eines	22
3. SpectraGuard Planner	23
3.1 Mapes resultants	25
3.1.1 Mapa de cobertura	25

3.1.2	Mapa de canals dels Punts d'Accés	25
3.1.3	Mapa de velocitat d'accés	26
3.1.4	Mapa d'interferències	27
3.1.5	Mapa de redundància.....	27
3.1.6	Mapa SINR (Signal to Interference Noise Reduction)	28
3.1.7	Mapa spillage.....	28
3.2	Planificació amb SpectraGuard.....	29
3.2.1	WLAN Planning tool.....	29
3.3	Comparació d'escenaris.....	32
3.3.1	Escenari per defecte	32
3.3.2	Oficina.....	33
3.3.3	Planta industrial.....	33
3.3.4	Magatzem	33
3.3.5	Tenda	33
3.3.6	Espai lliure.....	33
3.3.7	Comparació de WLAN Planning Tool segons l'escenari	33
3.4	Conclusions eina	34
4.	RF3D WifiPlanner 2.....	35
4.1	Mapes resultants	36
4.1.1	Mapa de cobertura	37
4.1.2	Mapa SNR	37
4.1.3	Mapa velocitat d'accés	37
4.1.4	Mapa d'interferències	38
4.1.5	Mapa de redundància.....	38
4.2	Planificació amb RF3D WifiPlanner.....	38
4.3	Comparació d'escenaris.....	41
4.4	Conclusions eina	41
5.	Airmagnet Planner.....	42
5.1	Planificació amb l'eina	43
5.1.1	Importació i creació	43
5.1.2	Definició dels obstacles	44
5.1.3	Planificació automàtica.....	45
5.2	Comparació d'escenaris.....	46
5.2.1	Restricted closed office	46
5.2.2	Open space office	46

5.2.3 Commercial.....	47
5.3 Conclusions eina	47
6. Aerohive Online Planner.....	48
6.2 Planificació amb Aerohive	49
6.2.1 Planificació automàtica.....	49
6.3 Comparació d'escenaris.....	50
6.4 Conclusions eina	50
7. WinProp.....	51
7.1 Models de propagació indoor.....	51
7.2 Configuració de l'antena i els materials.....	52
7.3 Mapes resultants	53
7.3.1 Mapa de cobertura	53
7.3.2 Mapa SNIR	54
7.3.3 Mapa de velocitat d'accés	54
7.4 Comparació models de propagació	54
7.5 Conclusions eina	56
8. Comparació i elecció de les eines de planificació	57
9. Estudi econòmic eines	59
9.1 Planificació manual d'una WLAN.....	59
9.2 Planificació mitjançant una eina de planificació.....	61
9.3 Conclusions de la comparació econòmica	61
10. Conclusions.....	62
11. Bibliografia.....	63
11.1 Llibres i materials consultats	63
11.2 Articles i manuals.....	63
11.3 Recursos web.....	63
Annexos	64

Índex de figures

Figura 1. Reflexió en terra plana (Font: Antenes – UPC)	11
Figura 2. Mòduls ProMan (Font: AWE Communications).....	17
Figura 3. Requeriments WCS de Cisco (Font: Cisco)	18
Figura 4. Versions iSite (Font: Meritech)	20
Figura 5. Versions RF3D WifiPlanner 2 (Font: Psiber).....	21
Figura 6. Entorns SpectraGuard Planner	23
Figura 7. Factors d'atenuació materials SpectraGuard Planner.....	24
Figura 8. Paràmetres PA SpectraGuard Planner	24
Figura 9. Mapa de cobertura 802.11a/n SpectraGuard Planner.....	25
Figura 10. Mapa de cobertura 802.11g SpectraGuard Planner	25
Figura 11. Mapa de canals 802.11a/n SpectraGuard Planner	26
Figura 12. Mapa de canals 802.11g SpectraGuard Planner.....	26
Figura 13. Mapa velocitat d'accés 802.11a/n SpectraGuard Planner.....	26
Figura 14. Mapa velocitat d'accés 802.11g SpectraGuard Planner	26
Figura 15. Mapa d'interferències 802.11 a/n SpectraGuard Planner.....	27
Figura 16. Mapa d'interferències 802.11g SpectraGuard Planner.....	27
Figura 17. Mapa de redundància 802.11a/n SpectraGuard Planner	27
Figura 18. Mapa de redundància 802.11g SpectraGuard Planner	27
Figura 19. Mapa SINR 802.11a/n SpectraGuard Planner.....	28
Figura 20. Mapa SINR 802.11g SpectraGuard Planner	28
Figura 21. Mapa spillage SpectraGuard Planner.....	28
Figura 22. Característiques escenari SpectraGuard Planner	29
Figura 23. Importació JPG SpectraGuard Planner	29
Figura 24. Importació AutoCAD SpectraGuard Planner	29
Figura 25. Tipus de planificació SpectraGuard Planner.....	30
Figura 26. Selecció velocitat mínima (Mbps) SpectraGuard Planner	30
Figura 27. Resum planificació cobertura SpectraGuard Planner.....	30
Figura 28. Resum i estimació de PA (cobertura) SpectraGuard Planner	31
Figura 29. Característiques planificació capacitat SpectraGuard Planner	31
Figura 30. Paràmetres avançats SpectraGuard Planner	31
Figura 31. Resum i estimació de PA (capacitat) SpectraGuard Planner	32
Figura 32. Entorns RF3D.....	35
Figura 33. Atenuació terra RF3D	35
Figura 34. Atenuació parets RF3D.....	35
Figura 35. Característiques PA RF3D.....	36
Figura 36. Configuració antenes RF3D	36
Figura 37. Mapa cobertura 802.11n RF3D	37
Figura 38. Mapa cobertura 802.11g RF3D	37
Figura 39. Mapa SNR 802.11n RF3D	37
Figura 40. Mapa SNR 802.11g RF3D	37
Figura 41. Mapa velocitat d'accés 802.11n RF3D	37
Figura 42. Mapa velocitat d'accés 802.11g RF3D	37
Figura 43. Mapa interferències 802.11n RF3D.....	38
Figura 44. Mapa interferències 802.11g RF3D.....	38
Figura 45. Importació i definició estructura plànol RF3D	39
Figura 46. Simulació amb 4 PA RF3D	39
Figura 47. Mapa de cobertura planta 2 (6 PA) RF3D	39
Figura 48. Mapa de cobertura planta 1 (6 PA) RF3D	40
Figura 49. Mapa de cobertura planta 0 (6 PA) RF3D	40
Figura 50. Configuració PA simulació RF3D.....	40
Figura 51. Interferències planificació RF3D.....	40
Figura 52. Atenuació parets i estructures AirMagnet Planner	42
Figura 53. Configuració PA AirMagnet Planner.....	43
Figura 54. Selecció de tipus d'antena AirMagnet Planner	43
Figura 55. Selecció escenari AirMagnet Planner	44

<i>Figura 56. Open space office AirMagnet Planner</i>	44
<i>Figura 57. Restricted closed office AirMagnet Planner</i>	45
<i>Figura 58. Commercial AirMagnet Planner</i>	45
<i>Figura 59. Característiques escenari AirMagnet Planner</i>	45
<i>Figura 60. Mapa cobertura restricted closed office AirMagnet Planner</i>	46
<i>Figura 61. Senyal, soroll, SNR i interferències restricted closed office AirMagnet Planner</i>	46
<i>Figura 62. Senyal, soroll, SNR i interferències open space office AirMagnet Planner</i>	46
<i>Figura 63. Mapa cobertura open space office AirMagnet Planner</i>	46
<i>Figura 64. Mapa cobertura commercial</i>	47
<i>Figura 65. Senyal, soroll, SNR i interferències commercial AirMagnet Planner</i>	47
<i>Figura 66. Llista materials estructura Aerohive Online</i>	48
<i>Figura 67. Característiques PA Aerohive Online</i>	48
<i>Figura 68. Models de propagació</i>	51
<i>Figura 69. Característiques models propagació (Font: AWE Communications)</i>	52
<i>Figura 70. Vista en 3D, horitzontal i vertical</i>	53
<i>Figura 71. Vista 2D i 3D mapa cobertura WinProp</i>	53
<i>Figura 72. Vista 2D mapa SNIR WinProp</i>	54
<i>Figura 73. Vista 2D i 3D velocitat accés WinProp</i>	54
<i>Figura 74. Comparació models WinProp (Font: AWE Communications)</i>	55
<i>Figura 75. COST-231 WinProp</i>	55
<i>Figura 76. IDT WinProp</i>	55
<i>Figura 77. IRT WinProp</i>	56
<i>Figura 78. Càlcul manual intensitat senyal</i>	59

1. La planificació de les WLAN

Per tal de dur a terme la introducció a la planificació de les WLAN, es fa necessari entendre els diferents tipus de xarxes que ens podem trobar actualment, per tal de poder comprendre la importància de la planificació.

Tradicionalment, hem trobat una divisió entre xarxes WAN i LAN atenent, entre altres característiques, la tecnologia utilitzada i la seva cobertura. Així, i de manera molt esquemàtica, les xarxes d'àrea local (LAN – local area network) són d'àmbit regional mentre que les xarxes de gran abast (WAN – wide area network) són d'àmbit mundial i interconnecten les xarxes LAN. Per altra banda, també podríem tenir en compte les xarxes d'àrea metropolitana (MAN – metropolitan area network), les quals tenen un perímetre de cobertura intermedi entre les mencionades anteriorment.

Actualment, ens trobem que les xarxes de computadors les podem dividir segons si la comunicació es duu a terme mitjançant canals guiats (cablejat) o mitjans no guiats (ràdio). En el cas dels mitjans no guiats, ens trobem que podem distingir entre dos tipus de xarxes: WMAN i WLAN. En ambdós casos, aquestes xarxes es caracteritzen perquè interconnecten els diferents punts d'accés i els clients utilitzant tecnologies de radiofreqüència.

En el cas de les WMAN, la xarxa està destinada a ser utilitzada al que s'anomena l'última milla, és a dir, s'utilitza en l'últim tram de la xarxa de comunicacions. Un cas de WMAN són les xarxes WiMAX, que es basen en l'estàndard 802.16. Per la seva banda, les WLAN tenen un rang de cobertura inferior i podem distingir-ne dos tipus: indoor i outdoor.

En el cas d'aquest projecte, ens basarem en l'estudi de la planificació de les WLAN indoor, és a dir, en el disseny i planificació de les característiques i ubicació dels punts d'accés que permetran dur a terme una WLAN interior, la qual està basada en l'estàndard 802.11.

1.1 Introducció a la planificació

El moment de dissenyar una xarxa WLAN és bàsic per a dur terme una bona implementació. Així, ens podem trobar que una xarxa s'implementi segons les necessitats que es tenen en aquell moment i les que són resultat d'un bon disseny.

Així, el disseny d'una WLAN ha d'intentar que la xarxa:

- S'adeqüi a les necessitats de rendiment que es requeriran.
- Sigui escalable i no hagi de ser dissenyada de nou, amb el cost afegit que això suposa.
- Sigui rendible econòmicament.

Si bé no s'entrarà en les diferents tasques que es consideren bàsiques en el disseny d'una xarxa, sí que s'ha de tenir present que una de les principals funcions és tenir

en compte les restriccions que ens trobarem en la seva implementació. És en aquest punt on és essencial la planificació.

La planificació de la xarxa permetrà al dissenyador optimitzar i simplificar el disseny de la xarxa, tenint en compte conceptes com són la cobertura, les atenuacions degudes als obstacles i el rendiment que se n'espera segons les aplicacions que es requereixin.

1.2 Objectius de la planificació

Tal i com s'ha comentat anteriorment, s'ha d'entendre la planificació com una part del disseny de la xarxa, pel que els objectius finals d'aquesta planificació no han de diferir dels corresponents al disseny de la xarxa.

Així, partint d'uns paràmetres definits com són l'amplada de banda requerida segons les aplicacions, el nombre d'usuaris finals, la cobertura desitjada i els tipus d'obstacles i la seva localització, la planificació ens ha de permetre el correcte disseny d'una xarxa WLAN i uns paràmetres de QoS adequats a les necessitats que es requereixen.

Així doncs, la planificació de la xarxa ha de permetre dissenyar una xarxa amb un cost econòmic adequat a les necessitats reals que es requereixen, mitjançant la definició de la localització i el nombre de punts d'accés a la xarxa que permetin obtenir un rendiment òptim (tant en cobertura com en velocitat d'accés) sense que això suposi un sobre cost de temps i de diners.

1.3 Motivacions per utilitzar eines de planificació

Per tal de dur a terme la planificació de la xarxa, es pot optar per dues alternatives: realitzar aquesta planificació manualment o utilitzar eines de planificació.

Dur a terme la planificació manualment, implica que el dissenyador haurà de tenir en compte els diferents paràmetres que s'ha explicat en l'apartat anterior i realitzar aquesta planificació a través d'un exercici d'assaig i error. Així, existeixen diferents models matemàtics que permeten tenir informació de les pèrdues que es produiran en la propagació (en el cas de les WLAN indoor, es podria utilitzar el model COST-231 o el model Path-loss de Rappaport, entre altres) i així obtenir l'atenuació que es tindrà en els diferents punts segons la localització dels punts d'accés.

Tal i com es pot esperar, dur a terme aquesta planificació manualment implicarà la realització de càlculs complexos i, per tant, això elevarà el cost econòmic i temporal de la planificació. A més, s'ha de tenir en compte que aquest procés implica que l'usuari haurà de seleccionar tant el nombre com la localització dels punts d'accés basant-se en la seva pròpia experiència, el que implicarà un procés d'assaig i error. Aquest procés, tal i com ja s'explicarà en punts posteriors, implica un augment en el cost de la planificació respecte a la segona alternativa que existeix.

Així doncs, la segona alternativa -que consisteix en la utilització d'eines de planificació-, permetrà dur a terme un disseny "en el laboratori" abans de realitzar la implementació de la WLAN. Això permet obtenir resultats i simulacions a partir de les necessitats de la xarxa, tals com són el nombre de punts d'accés que permeten obtenir un rendiment i cobertura òptims, a la vegada que permet tenir en compte altres models de propagació més complexos i més "realistes". Així mateix, mitjançant aquestes eines de planificació es pot obtenir informació respecte possibles interferències entre els diferents punts d'accés i problemes de seguretat.

D'aquesta manera es pot treballar amb diferents escenaris i adaptar les característiques de la WLAN de manera adequada a les necessitats reals permetent dur a terme un estalvi de costos econòmics i de temps.

A més, i tal i com es veurà posteriorment, algunes d'aquestes eines permeten dur a terme una planificació automàtica segons el plànol de la ubicació on volem implementar la WLAN, pel que el procés de planificació es basarà en la supervisió i validació del model que es proposa.

1.4 Models de propagació

Tal i com ja s'ha comentat a l'apartat anterior, existeixen diferents models de propagació que permeten saber la potència rebuda. Segons el model de propagació que s'utilitzi, en la planificació d'una xarxa wireless s'obtidran uns valors més aproximats a la realitat. S'ha de tenir en compte que una bona eina de planificació ha de comptar amb diferents models de propagació tenint en compte la situació en que es realitza el disseny (indoor i outdoor). És per aquest motiu que es fa necessari entendre els diferents models i característiques, ja que això permetrà entendre millor els resultats que s'obtenen de les eines de planificació.

Entre els diferents models i explicacions que existeixen, aquest treball s'ha basat en l'assignatura de Sistemes Telemàtics de la UOC, el llibre Wireless Communications d'Andrea Goldsmith i el llibre Antenes de la UPC (varis autors).

Així mateix, dins els diferents models expressats a continuació, es farà una especial consideració i explicació a aquells que seran aplicables posteriorment en l'avaluació de les eines de planificació indoor.

1.4.1 Free-Space Path Loss

És un model semi empíric on es considera que la potència rebuda és el producte de la potència transmesa més els guanys d'antena (transmissor i receptor) i la longitud d'ona del senyal. En aquest model es considera que no hi ha obstacles entre el transmissor i receptor d'un senyal.

En aquest cas, la potència rebuda es pot expressar com[1, Sec. 2.3]:

$$P_r[dBm] = P_t[dBm] + 10 \cdot \log(G_t \cdot G_r) - 20 \cdot \log\left(\frac{4\pi d}{\lambda}\right)$$

,on G_t i G_r són els guanys del transmissor i receptor respectivament, d és la distància entre el transmissor i el receptor, i $\lambda = 2\pi/f$.

Per tant, mitjançant el model d'espai lliure tenim que l'atenuació serà:

$$P_L dB = 10 \cdot \log\left(\frac{P_t}{P_r}\right) = -10 \log\left(\frac{G_t \cdot \lambda^2}{(4\pi d)^2}\right), \text{ on } G_l = G_t \cdot G_r$$

1.4.2 Ray Tracing

Degut a que el mètode d'espai lliure es basa en que no hi ha obstacles, es fa necessari desenvolupar aquest model per tenir en compte altres efectes sobre el senyal degut a aquests obstacles, tals com el reflex, la difracció i la dispersió del senyal. Aquests efectes produiran còpies del senyal original que s'anomenen components multipath.

1.4.2.1 Two-Ray Model (Propagació sobre terra plana)

En aquest model es té en compte el senyal original transmès en espai lliure i solament un component reflectit (el qual és dominant respecte altres components), tal i com es veu a la figura següent [3, Sec.2.2.2]:

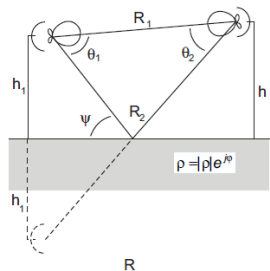


Figura 1. Reflexió en terra plana (Font: Antenes – UPC)

En aquesta figura s'observa com la superposició del senyal directe i el reflectit dona l'ona d'espai. La tensió induïda per aquesta ona a l'antena receptora serà la suma de la tensió produïda pels senyals original i reflectit.

El cas que s'exposa a continuació es basa en la hipòtesis que la directivitat de les antenes és semblant per als dos rajos i que l'angle ψ és pròxim a zero ($R \gg h_1, h_2$), pel que la relació entre la tensió induïda per l'ona d'espai i la tensió induïda pel senyal directe és:

$$\left|\frac{V_{ca}}{V_{ca}^d}\right| = 2 \cdot \left|\text{sen}\left(\frac{k \cdot h_1 \cdot h_2}{R}\right)\right|, \text{ on } k = \frac{2\pi}{\lambda}$$

En el cas que $k \cdot \frac{h_1 \cdot h_2}{d} < \frac{\pi}{16}$, el sinus es pot aproximar a l'argument, i realitzant el corresponent desenvolupament, s'arriba a la següent expressió de la potència rebuda [3, Sec. 2.2.2].

$$P_r = P_t \cdot G_t \cdot G_r \cdot \frac{(h_1 \cdot h_2)^2}{R^4}, \text{ o en logarítmic:}$$

$$P_r[dBm] = P_t[dBm] + 10 \cdot \log(G_l) + 20 \cdot \log(h_1 \cdot h_2) - 40 \log(R)$$

Per tant, es té que l'atenuació del senyal tenint en compte aquest model serà[2, Apartat 2.4.1]:

$$P_L dB = 10 \cdot \log\left(\frac{P_t}{P_r}\right) = -10 \log\left(\frac{G_l \cdot (h_1 \cdot h_2)^2}{R^4}\right), \text{ on } G_l = G_t \cdot G_r$$

1.4.2.2 General Ray Tracing

A aquest model, a més de la reflexió, té en compte els components del senyal resultants de la difracció i la dispersió del senyal original [1, Sec. 2.4.3]. Per tal de poder-se aplicar, es fa necessari tenir un coneixement detallat de la geometria i la composició dielèctrica dels diferents espais i objectes on es propagarà el senyal. Un exemple d'aplicació el trobarem en el capítol 7 amb la utilització de l'eina WinProp.

Per a calcular l'atenuació deguda per la difracció produïda d'un objecte, s'ha de calcular el paràmetre de difracció de Fresnel-Kirchhoff com:

$$v = -\sqrt{2} \cdot \frac{h_p}{r_1},$$

on h_p és l'altura de l'obstacle per sobre de la línia de visió directa entre el transmissor i el receptor; i r_1 és el radi de la zona de Fresnel, que calcularem com:

$$r_1 = \sqrt{\lambda \cdot \frac{d_1 \cdot d_2}{d_1 + d_2}}$$

on d_1 és la distància del transmissor a l'obstacle i d_2 és la distància des de l'obstacle al receptor.

Així doncs, es té que l'atenuació deguda a aquest obstacle variarà en funció del valor que tingui v , tal i com es mostra a la taula adjunta[2, Mòdul 1, Sec. 5.2]:

$1 \leq v$	$L_{dif} = 0 \text{ dB}$
$0 \leq v \leq 1$	$L_{dif} = 20 \cdot \log(0,5 + 0,62v)$
$-1 \leq v \leq 0$	$L_{dif} = 20 \cdot \log(0,5 \cdot e^{0,95v})$
$-2,4 \leq v \leq -1$	$L_{dif} = 20 \cdot \log\left(0,4 - \sqrt{0,1 - (0,1v + 0,4)^2}\right)$
$v \leq -2,4$	$L_{dif} = 20 \cdot \log\left(\frac{0,225}{v}\right)$

Per altra banda, i pel que fa a la dispersió, es podrà calcular la potència rebuda com[1, Sec. 2.4.3]:

$$P_{Rdis}[dBm] = P_T[dBm] + 10 \log(G_s) + 20 \log(\lambda) + 10 \log(\sigma) - 30 \log(4\pi) - 20 \log(s) - 20 \log(s')$$

On G_s és el guany de l'antena; σ és la secció radar equivalent de l'objecte que provoca la dispersió (en metres quadrats), que dependrà de la rudesia, la mida i la forma de l'objecte dispersor; s és la distància del raig des del transmissor fins l'objecte i s' és la distància del raig des de l'objecte al receptor.

Per altra banda, s'ha de tenir en compte l'efecte multipath¹ a l'hora de fer el càlcul de l'atenuació que hi haurà en el receptor, ja que els diferents camins resultants de la propagació poden contribuir en el senyal original de forma constructiva o destructiva.

D'aquesta manera, el senyal que es rep en el receptor és la superposició dels diferents components deguts als múltiples rajos reflexats, difractats i dispersats. Per aquest motiu, no es pot saber la potència rebuda en el receptor ja que, per fer-ho, hauríem de conèixer les fases de tots aquests components [1, Sec. 2.4.3, 2.27]. Per aquest motiu, en aquest model es calcula una mitjana de la potència rebuda en el receptor tenint en compte tots els rajos que es reben.

1.4.3 Models empírics de Path-Loss

Aquest models són resultat de mesures dutes a terme sobre el terreny. Tenim tres mètodes: Model de Lee, d'Okumura-Hata i COST-231.

1.4.3.1 Model de Lee

És un model americà que es pot utilitzar per freqüències entre 30 i 2.000 MHz i distàncies entre emissor i receptor entre 2 i 30 quilòmetres. Permet calcular la potència rebuda tant en medis suburbans com urbans mitjançant la distància en quilòmetres, la freqüència i un factor de correcció que permet aplicar aquest model a diferents condicions ambientals.

La potència rebuda seguint aquest model, es calcula tenint en compte el medi [2, Mòdul 1, Sec. 5.3]:

$$\text{- Suburbà: } P_r[dBm] = -61.7 - 38.4 \cdot \log\left(\frac{d}{1.6}\right) - 2 \cdot \log\left(\frac{f}{900}\right) + \alpha_0$$

$$\text{- Urbà: } P_r[dBm] = -70 - 36.8 \cdot \log\left(\frac{d}{1.6}\right) - 3 \cdot \log\left(\frac{f}{900}\right) + \alpha_0$$

on d és la distància entre emissor i receptor, f és la freqüència en MHz i α_0 és el factor de correcció.

1.4.3.2 Model d'Okumura-Hata

Igual que el model de Lee, és un model que es pot utilitzar tant en zones urbanes com suburbanes, igual que a les àrees rurals (amb un factor de correcció). Es pot utilitzar per freqüències entre 150 i 1.500 MHz, distàncies entre emissor i receptor entre 1 i 100 quilòmetres, una alçada del transmissor entre 30 i 100 metres i una alçada del receptor entre 1 i 10 metres.

L'atenuació es calcula tenint en compte el medi [2, Mòdul 1, Sec. 5.4]:

$$\text{- Suburbà: } L[dBm] = A + B \cdot \log(d) - C$$

$$\text{- Urbà: } L[dBm] = A + B \cdot \log(d)$$

$$\text{- Rural: } L[dBm] = A + B \cdot \log(d) - D$$

On:

$$A = 69.55 + 26.16 \cdot \log(f) - 13.82 \cdot \log(ht) - a(hm)$$

¹ http://en.wikipedia.org/wiki/Multipath_propagation

$$B = 44.9 - 6.55 \cdot \log(ht)$$

$$C = 2 \cdot \left(\log\left(\frac{f}{28}\right) \right)^2 + 5.4$$

$$D = 4.78 \cdot (\log(f))^2 - 18.33 \cdot \log(f) + 40.94$$

1.4.3.3 COST-231

Aquest model és una extensió del model d'Hata [2, Mòdul 1, Sec. 5.5] que es va dur a terme a Europa. En el cas dels càlculs de propagació indoor, s'utilitza el model de segon ordre, que inclou les atenuacions de les parets i els sostres.

Així, es pot calcular l'atenuació com:

$$L[dB] = 20 \cdot \log\left(\frac{4\pi}{\lambda}\right) + 20 \cdot \log(d) + \sum_{i=1}^I K_{ji} \cdot L_{ji} + \sum_{i=1}^I K_{wj} \cdot L_{wj}$$

on J és el nombre de tipus diferents de parets; I el nombre de tipus diferents de sostre; K_{ji} és el nombre de pisos de tipus i ; L_{ji} és el factor d'atenuació del sostre i ; K_{wj} és el nombre de parets de tipus j ; L_{wj} és el factor d'atenuació de la paret j .

1.4.3.4 Factors d'atenuació indoor

En localitzacions interiors es fa difícil generalitzar un model que determini les pèrdues en la propagació degut als diferents materials dels objectes que poden afectar el senyal. A més, l'atenuació deguda als diferents sostres és menor en els pisos més elevats degut als efectes de la dispersió i reflexió [1, Sec. 2.5.5].

Tot i això, podem aproximar la potència rebuda mitjançant la suma del model path-loss amb dades experimentals, quedant l'atenuació com:

$$L[dB] = P_L(d) + \sum_{i=1}^{N_f} FAF_i + \sum_{i=1}^{N_p} PAF_i$$

on FAF fa referència a l'atenuació del terra del pis i -èsim; PAF fa referència a l'atenuació de l'envà i -èsim.

2. Introducció a les eines de planificació

Tal i com s'ha comentat a l'anterior capítol, es veu com existeixen eines informàtiques que permeten dur a terme la planificació d'una xarxa WLAN indoor, simplificant el treball de planificació i obtenir-ne uns resultats més acurats.

És en aquest capítol on s'introduiran diferents eines de planificació i es farà una aproximació als requisits del sistema necessari per tal d'utilitzar-les. En els capítols posteriors es durà a terme un estudi i comparació d'algunes eines i també una simulació de la seva utilització.

Per aquest motiu es durà a terme una cerca d'informació de les diferents empreses – i les seves respectives solucions de planificació- i es presentaran els resultats que es poden obtenir. S'ha de tenir en compte que la recerca d'informació es duu a terme principalment mitjançant pàgines especialitzades en networking, així com utilitzant cercadors a Internet (bing, google, etc.) que permeten obtenir informació sobre aquestes empreses.

A la vegada, es contactarà amb les diferents empreses per tal d'obtenir informació més tècnica de la que es té publicada a les respectives pàgines web, així com per poder utilitzar les eines de planificació, amb llicència d'estudiant o de prova, per dur a terme les diferents planificacions. Tot i això, la majoria d'empreses no han estat receptives en el moment de posar-se en contacte per obtenir més informació –ja sigui dirigint directament a la pàgina web o no responent a les peticions que se li han fet- pel que no es pot obtenir certa informació que ajudaria a l'avaluació de les respectives eines.

2.1 Informació sobre les diferents eines de planificació

Com a resultat de la cerca realitzada, s'ha obtingut la següent relació d'empreses –i eines de planificació- que es poden trobar actualment al mercat:

Empresa	Eina de planificació	Pàgina web
Aerohive Networks, Inc.	HiveManager	http://www.aerohive.com
AirTight Networks, Inc.	SpectraGuard Planner	http://www.airtightnetworks.com/
ATDI, SAS	ICS Telecom	http://www.atdi.com/
Awe Communications	WinProp	http://www.awe-communications.com/
Cisco Systems, Inc.	WCS	http://www.cisco.com
EDX Wireless, LLC.	Signal Pro / Signal-IQ	http://www.edx.com
Fluke Corporation	AirMagnet Planner	http://www.flukenetworks.com/
Juniper Networks, Inc.	RingMaster Software	http://www.juniper.net
Meritech Co., Inc.	iSite	http://www.meritecholutions.com/
Motorola solution, Inc.	LANPlanner	http://www.motorola.com
Psiber Data, Ltd.	RF3D	http://emea.psiberdata.com
Ranplan	iBuildNet	http://www.ranplan.co.uk
Ruckus Wireless, Inc.	Zone Planner	http://www.ruckuswireless.com
WiTuners	WiTuners SaaS	http://www.wituners.com

Dins les diferents eines de planificació, es realitzarà una primera classificació de les eines depenent de la seva naturalesa, tenint en compte si són eines independents o bé són solucions integrades en eines més completes, que puguin incloure també site survey o administració de la xarxa.

2.2 Eines de planificació integrades

2.2.1 AeroHive Networks

AeroHive és una guardonada empresa que es dedica a l'arquitectura de xarxes WLAN de control cooperatiu i solucions de xarxa basades en el cloud computing. Com a part del sistema d'administració de xarxa (NMS – Network Management System), l'empresa ha desenvolupat HiveManager, que integra un planificador WLAN, que permet dur a terme el disseny de la xarxa i la seva avaluació. S'ha de tenir en compte que aquesta eina de planificació està restringida als punts d'accés i routers que comercialitza Aerohive.

Així mateix, a través de la seva pàgina web, Aerohive permet una planificació d'una WLAN mitjançant:

- Una eina on-line on es permet dur a terme la planificació.
- Una versió online de HiveManager per tal de poder configurar, planificar i administrar una xarxa WLAN.

Existeixen dues versions de l'eina de planificació: express i enterprise. Ambdues versions difereixen solament en la utilització i configuració de SSID.

Basant-se en l'aplicació virtual express, els requisits mínims per tal que funcioni la versió online són:

- Processador: Dual Core 2 GHz
- Memòria RAM: 2 GB mínim
- Disc dur: 10 GB mínim

Per altra banda, el cost econòmic varia segons les versions abans mencionades així com els anys de llicència. Així doncs, tenim la següent relació de preus per a la versió de HiveManager Online:

	<i>1 any</i>	<i>3 anys</i>	<i>5 anys</i>
Express	59 €	119 €	178 €
Enterprise	98 €	195 €	293 €

2.2.2 Awe Communications

Aquesta empresa, fundada com a filial de l'Institut de Tecnologia de Radiofreqüència de la Universitat d'Stuttgart, es dedica al desenvolupament d'aplicacions per a l'anàlisi de xarxes mòbils i wireless. Degut a la naturalesa de l'empresa, a través de la seva pàgina trobem informació molt tècnica tant en referència a les eines de planificació com als models de propagació utilitzats.

Una de les aplicacions que desenvolupen és ProMan (WinProp), la qual està dissenyada en mòduls per tal de cobrir les necessitats de predicció i/o planificació desitjades:

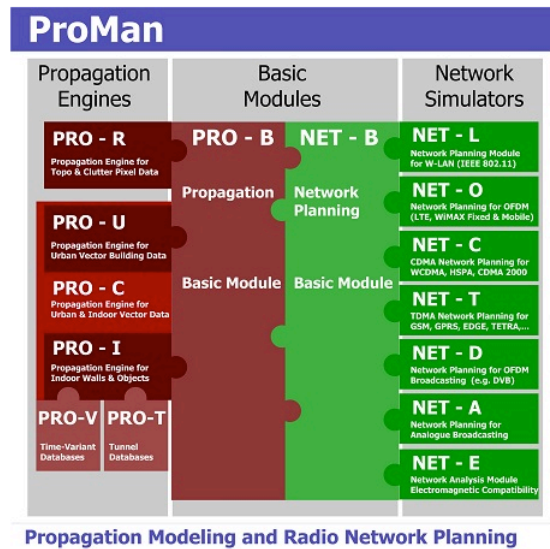


Figura 2. Mòduls ProMan (Font: AWE Communications)

S'observa com el mòdul que interessa per a la planificació de xarxa seria el simulador NET-L, que pertany al mòdul bàsic NET-B.

Pel que fa als requeriments de maquinari per utilitzar WinProp es té:

- Processador: Compatible amb Intel, amb CPU de 2.0 GHz
- Memòria RAM: 2 GB mínim
- Disc dur: 4 GB mínim

Respecte al seu cost econòmic, la versió de WinProp amb tots els mòduls té un cost de 2.890€, que conté una llicència perpètua.

2.2.3 Cisco

L'empresa californiana és una de les empreses tecnològiques més importants i és líder en el sector de les telecomunicacions.

Una de les solucions que ens ofereix és un sistema integrat d'administració, en el que els administradors poden planificar, depurar i administrar xarxes sense fils indoor i outdoor.

Així doncs, l'eina de planificació que integra aquesta plataforma permet dur a terme el procés de definició de la localització de punts d'accés i obtenir informació de l'àrea de cobertura d'una manera simplificada i integrada dins el procés de creació i manteniment d'una xarxa WLAN.

Pel que fa als requeriments, el programa WCS s'ha d'instal·lar sobre un servidor, que ha de tenir les característiques que es mostren a continuació:

Item	Specification
Operating Systems (Customer-Supplied Server)	<p>Cisco WCS can be deployed on a customer-supplied server running one of the following operating systems:</p> <ul style="list-style-type: none"> Windows 2003 SP1, or subsequent service packs. Windows 2008 is not a supported platform Redhat Linux AS/ES v4.0 (Release 4.2 and later) and Redhat Linux AS/ES v5.0 (Releases 4.2 x or 5.0 or later) VMware ESX Server 3.0.1 or later. (Minimum hardware requirements for a dedicated and guaranteed VMware server: Intel® Xeon Quad CPU; 3.15 GHz; 8-GB RAM; 200-GB HDD)
Minimum Server Requirements	<p>Cisco WCS High-End Server</p> <ul style="list-style-type: none"> 3000 lightweight access points, 1250 standalone access points, 750 wireless LAN controllers Intel® Xeon Quad Core CPUs; 3.16 GHz; 8-GB RAM; 200-GB HDD (free space) <p>Cisco WCS Standard Server</p> <ul style="list-style-type: none"> 2000 lightweight access points, 1000 standalone access points, 450 wireless LAN controllers Intel® Dual Core CPU; 3.2 GHz; 4-GB RAM; 80-GB HDD (free space) <p>Cisco WCS Low-End Server</p> <ul style="list-style-type: none"> 500 lightweight access points, 200 standalone access points, 125 wireless LAN controllers Intel® CPU; 3.06 GHz; 2-GB RAM; 50-GB HDD (free space) <p>CiscoWorks WLSE Models 1130-19 or 1133 running Cisco WCS</p> <ul style="list-style-type: none"> 1500 lightweight access points, 161 wireless LAN controllers Intel Pentium 4 CPU; 3 GHz; 3-GB RAM; 38-GB HDD (free space)
Minimum Client Requirements	Internet Explorer 6.0/SP1 or later and Mozilla Firefox 3.5 or later
Management and Security	SNMP v1, v2c, v3 and TACACS+ PNG, JPEG, and AutoCAD (DXF and DWG) import file types supported
Managed Devices	<p>Cisco 2000, 2100, 4100 and 4400, 5500 Series Wireless LAN Controllers; Cisco Catalyst® 6500 Series Wireless Services Module (WSM); Cisco Catalyst 3750G Integrated Wireless LAN Controller; Cisco Wireless LAN Controller Module (WLCM and WLCM-E) for Integrated Services Routers; Cisco Aironet access points with CleanAir technology, Cisco Aironet lightweight access points, Cisco Aironet lightweight outdoor mesh access points, Cisco 3300 Series Mobility Services Engine (MSE), Cisco Wireless Location Appliance, Cisco Spectrum Expert Wi-Fi, Cisco Context-Aware Software, and Cisco Adaptive WIPS Software.</p> <p>Monitoring and migration of selected Cisco Aironet standalone (autonomous) access points. Monitoring of the standalone access points of Cisco 800, 1800, 2800, and 3800 Series Integrated Services Routers</p>
Database	Integrated Solid FlowEngine SQL

Figura 3. Requeriments WCS de Cisco (Font: Cisco)

2.2.4 EDX Wireless

L'empresa americana és pionera en el disseny i planificació de xarxes sense fils mitjançant eines que permeten dur a terme una optimització i utilització de qualsevol sistema sense fils.

En el cas de les eines de planificació de WLAN existeixen dues possibilitats:

- Signal Pro → Mitjançant el mòdul de Microcell/Indoor, permet dur a terme la planificació.
- Signal-IQ → És una eina que deriva del mòdul abans mencionat i que no requereix de la suite completa del programa per realitzar el disseny i planificació de xarxes WLAN.

Pel que fa al cost de l'eina, el preu de compra de Signal-IQ és de 3.000\$ per llicència.

2.2.5 Juniper Networks

Amb l'adquisició de Trapeze Networks el 2.010, Juniper va adquirir l'aplicació RingMaster Software, que és una eina d'administració de la xarxa que integra diferents mòduls, entre els que hi ha el de planificació de xarxes WLAN.

Mitjançant una llicència específica que permet la utilització de la planificació de radio freqüències, RingMaster està dissenyat per ser utilitzat en diverses plataformes: Windows, Mac OSX i Linux i el cost de la suite amb l'eina de planificació és de 4.400€.

2.2.6 WiTuners

WiTuners SaaS és un programa on-line que engloba diferents àmbits relacionats amb les xarxes WLAN: planificació, optimització i audició. Així doncs, el programa està diferenciat en dos mòduls: un de planificació, i un d'audició i modulació. En referència al seu preu, a través de la pàgina es pot accedir a una versió gratuïta del

programa de planificació (podent agafar fins a 7 Punts d'Accés) i una versió reduïda (que permet fins 20 PA) per un preu de 295\$.

2.3 Eines de planificació independents

2.3.1 AirTight Networks

Aquesta empresa, líder en solucions en la prevenció de les intrusions a les xarxes wireless d'Internet, és l'encarregada del desenvolupament de SpectraGuard Planner.

Actualment SpectraGuard Planner es troba en la versió 5.0, la qual integra noves característiques tècniques dels punts d'accés actuals i referents a eines de seguretat de les WLAN (WIPS – Wireless Intrusion Prevention System).

Existeixen dues versions del programa: l'estàndard i la professional. La diferència entre ambdues versions és el fet que la versió professional permet dur a terme planificacions outdoor i la generació d'informes de la planificació.

El preu de la versió professional és de 4.595\$. A més, a aquest preu se li ha de sumar un 12% de manteniment a l'any per accedir a actualitzacions del programa i el suport helpdesk 24x7.

Respecte als requisits per al correcte funcionament de l'eina són:

- Processador: Core Duo 1,4 GHz
- Memòria RAM: 512 MB mínim
- Disc dur: 1 GB mínim (incloent les llibreries)

2.3.2 Fluke Networks

Amb la compra d'AirMagnet Inc. el 2.009, Fluke Networks va aconseguir posicionar-se com una empresa líder en la instal·lació, certificació i anàlisi de xarxes sense fils. Com a resultat de l'adquisició, Fluke Networks va millorar i perfeccionar l'eina de planificació AirMagnet Planner, la qual és una de les eines més esteses per dur a terme el disseny de les xarxes WLAN.

Existeixen diverses opcions respecte a aquest programa:

- Standalone, el qual té un cost de 2.000\$.
- Integrat en l'eina Airmagnet Survey Pro, la qual costa 3.995\$.
- Com a mòdul opcional dins l'eina AirMagnet Survey Express, a un preu de 1.000\$ (al qual s'ha de sumar el cos de la suite, que és de 1.995\$).

Per altra banda, AirMagnet Planner es pot adquirir tant per a plataformes Windows com Mac OSX. Així, els requeriments de maquinari són els següents:

- Processador: Processador Core 2 Duo 2.00 GHz
- Memòria RAM: 2 GB mínim
- Disc dur: 800 MB mínim

2.3.3 Meritech

L'empresa japonesa, fundada el 2.003, es dedica al desenvolupament d'eines de diagnòstic per dissenyar, optimitzar i mantenir xarxes wireless. Entre els diferents clients que té, es poden destacar Hitachi, Fujitsu, Nokia Siemens Networks o Panasonic.

L'eina que comercialitza tant per a la predicció de cobertures de WLAN com per realitzar mesuraments es diu iSite. D'aquesta eina existeixen dues versions, la iSite Essentials i la Professional, les quals difereixen en el fet que la versió Professional permet dur a terme planificació de xarxes mentre que la versió Essentials està principalment dissenyada per la realització de mesuraments de cobertura in situ.

Feature	iSite	
	Essentials	Professional
WiFi scan using 802.11a/b/g/n adaptor	○	○
Spectrum scan using Wi-Spy 2.4x or Wi-Spy DBx *	○	○
Coverage prediction using 3D propagation engine		○
User definable list of materials and transceivers		○
User definable antenna patterns		○
Touch point navigation	○	○
GPS navigation	○	○
Data import and export	○	○
Reports	○	○
Coverage plot	○	○
Interference plot	○	○
Best server plot	○	○
Coverage overlap plot	○	○
Throughput plot		○
VoWiFi calls plot		○
Security leak plot		○
Price (Node Locked License**):	\$495	\$995

*Wi-Spy 2.4x or Wi-Spy DBx hardware is sold separately.
**Meritech also offers a floating license for iSite. Please contact a sales representative for further information.

Figura 4. Versions iSite (Font: Meritech)

Pel que fa al preu de l'eina, tenim que la versió Essentials té un cost de 495\$ i la versió Professional té un cost de 995\$.

2.3.4 Motorola

L'empresa nord-americana permet la planificació i el disseny de xarxes amb l'eina LANPlanner, la qual permet tant la realització de la planificació de la xarxa així com la posterior realització de mesuraments reals de cobertura.

El preu de l'eina és de 11.500\$, al qual se li haurà de sumar 2.000\$ en cas que es vulgui obtenir manteniment i suport per a l'eina.

Pel que fa als requeriments de maquinari del programa, aquests són:

- Processador: Pentium IV, 1.5 GHz
- Memòria RAM: 1 GB mínim
- Disc dur: 300 MB mínim
- Microsoft Word necessari per generar els reports

2.3.5 Psiber

L'empresa nord-americana, fundada el 1.994 i especialitzada en equipament per realitzar tests de xarxa, desenvolupa l'eina RF3D per a realitzar simulacions d'WLAN.

Existeixen dues versions del programa: Lite i Professional. La diferència entre ambdues és que la Professional permet generar reports amb la informació corresponent, a la vegada que no té limitats ni el número de punts d'accés ni els nivells o plantes (en la versió Lite està limitat a 10 i 5, respectivament). La versió Lite té un cost de 345€ i la versió Professional de 845€.

	RF3D WifiPlanner2 Lite	RF3D WifiPlanner2 Pro
Supported Wifi Standards	IEEE 802.11 a/b/g/n	IEEE 802.11 a/b/g/n
Regulation domain	USA/ EMEA / custom	USA/ EMEA / custom
File format	JPG, PNG, BMP	JPG, PNG, BMP
High speed 3D simulation engine	•	•
Interactive simulation	•	•
Automatically scale and align imported plans	•	•
Windows like user interface	•	•
Types of interior environment models	3	3
Scalable resolution	•	•
Selectable network load to simulate actual application performance	•	•
User configurable visualization	•	•
3D antenna directioning	•	•
Signal strength simulation	•	•
Signal-to-noise simulation	•	•
Data Rate Simulation	•	•
Interference simulation	•	•
Reliability simulation		•
Report Generator	-	pdf, rtf, html
Access Points	10	unlimited*
Levels/Floors	5	unlimited*
Access Point models included in library	•	•
Antenna models included in library	•	•
Wall/floor types included in library	•	•
Open interface for library	•	•
User editable library	•	•
Model number	PS_RF3DLT2	PS_RF3DPR2

* depending on hardware configuration

Figura 5. Versions RF3D WifiPlanner 2 (Font: Psiber)

Pel que fa als requeriments:

- Processador: Pentium 2.0 GHz
- Memòria RAM: 1 GB en el cas de tenir menys de 50 PA, o bé 2 GB en cas contrari.

2.3.6 Ruckus

L'empresa americana Ruckus es dedica al disseny de productes Wifi i solucions WLAN. Com a complement als punts d'accés, controladors i switch que distribueix, Ruckus Wireless ofereix l'eina Zone Planner. Desenvolupada per AirMagnet (Fluke Networks), de la que ja s'ha parlat anteriorment, és una adaptació als diferents punts d'accés i necessitats específiques dels clients de Ruckus. Per tant, en el cas que

es vulgui realitzar una xarxa WLAN indoor amb els diferents punts d'accés que l'empresa ofereix, és una alternativa per tal de dur a terme la planificació de la xarxa.

Pel que fa als requeriments tècnics, són els mateixos que s'han comentat anteriorment pel cas de l'AirMagnet Planner, si bé el seu cost econòmic és de 371\$ (el qual és inferior al preu que té la versió Standalone de Fluke Networks).

2.4 Anàlisi de les eines

En els capítols següents, es durà a terme un anàlisi detallat d'algunes de les aplicacions mencionades en els punts anteriors per tal de tenir informació sobre les seves característiques i els resultats que ofereixen per a dur a terme la planificació.

El criteri per seleccionar les diferents aplicacions ha estat el poder accedir a testejar-les en versions de demostració, ja que això possibilita obtenir informació més completa sobre el seu funcionament i les seves característiques.

Així doncs, les eines seleccionades són:

- SpectraGuard Planner
- RF3D WifiPlanner 2
- Airmagnet Planner
- Aerohive Online Planner
- WinProp

Entre els diferents resultats que s'obtenen amb aquestes eines es cercaran especialment dos: mapa de cobertura i mapa SNR. El mapa de cobertura dóna informació sobre la intensitat del senyal en un plànol, el que repercutirà en la utilització i la velocitat d'accés a un determinat PA tenint en compte la sensibilitat de l'aparell que s'hi connecti. Pel que fa al mapa SNR, s'ha de tenir en compte la importància d'obtenir informació sobre aquesta mesura, la qual dóna la relació entre el senyal i el soroll. Això significa que un valor alt d'SNR permetrà una connexió més fiable a la WLAN (el senyal que es rebrà en un aparell serà superior al soroll i, per tant, la connexió serà més bona).

3. SpectraGuard Planner

L'eina de AirTight Networks permetrà dur a terme la planificació de xarxes WLAN tant pel que fa a cobertura i rendiment com a seguretat. Així doncs, a banda de permetre saber la ubicació dels punts d'accés pel que fa al rendiment de la xarxa, també facilitarà informació sobre la seguretat de la WLAN.

Pel que fa a les característiques més importants, tenim:

- Permet el modelatge de xarxes sense fils utilitzant els protocols 802.11a/b/g/n.
- Dóna informació sobre els canals utilitzats i les possibles interferències que permeten obtenir un millor rendiment.
- Consta d'una extensa base de dades de Punts d'Accés, targetes WLAN i antenes de diferents fabricants.
- Consta d'un extens catàleg referent a materials de construcció, i les corresponents característiques referents a radiofreqüències, que s'aplicaran als plànols.
- Permet predir la intensitat de senyal que irradia fora de l'edifici i, per tant, obtenir informació sobre possibles intrusions a la xarxa.

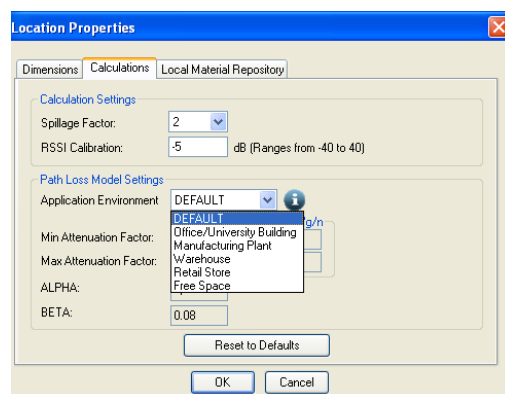


Figura 6. Entorns SpectraGuard Planner

Per altra banda, a l'accedir a l'eina, s'observa que respecte als models de propagació, AirTight Networks els defineix segons l'entorn, pel que es troben els següents: per defecte, oficina/universitat, planta industrial, magatzem, tenda i espai lliure.

De cadascun dels models, es pot triar el factor d'atenuació mínim i màxim, segons el protocol escollit, quedant la relació que es mostra a la taula adjunta:

		802.11a/n	802.11b/g/n
Per defecte	Atenuació mín.	2	2
	Atenuació màx.	2.4	2.4
Oficina	Atenuació mín.	2.9	2.4
	Atenuació màx.	3.5	3.2
Planta industrial	Atenuació mín.	3.1	2.6
	Atenuació màx.	3.7	3.4
Magatzem	Atenuació mín.	2.9	2.4
	Atenuació màx.	3.5	3.2
Tenda	Atenuació mín.	2.9	2.4
	Atenuació màx.	3.4	3.1
Espai lliure	Atenuació mín.	2	2
	Atenuació màx.	2	2

Observem com un major valor de l'atenuació està en consonància amb el fet que hi hagi més obstacles en l'espai en el que es realitzarà la planificació.

A banda dels factors d'atenuació dependents de l'entorn, SpectraGuard permet definir els valors d'atenuació de les diferents estructures que componen la construcció, tal i com es pot veure a la següent figura:

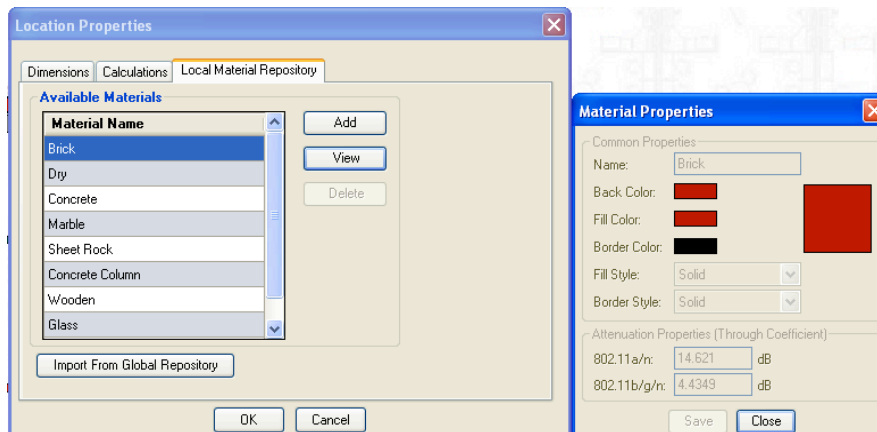


Figura 7. Factors d'atenuació materials SpectraGuard Planner

	802.11a/n	802.11b/g/n
Maons	14.621	4.4349
Pladur	4	4
Ciment	10	10
Marbre	5	5
Guix	1.8337	1.9138
Columna de ciment	12	12
Fusta	2	2
Vidre	1.6906	0.4998
Metall	20	20

Respecte als punts d'accés, l'eina també permet definir diferents paràmetres:

- Nom del PA.
- Model (on es poden triar models d'AirTight, H3C, HP, Linksys, Netgear, Trapeze...)
- Xarxa MAC.
- Radio utilitzada.
- Adreça MAC
- SSID
- Tipus d'antena (guany d'antena i si és omni/direccional)
- Orientació de l'antena (en 2D).
- Protocol actiu
- Canal escollit.
- Potència d'emissió (mW).

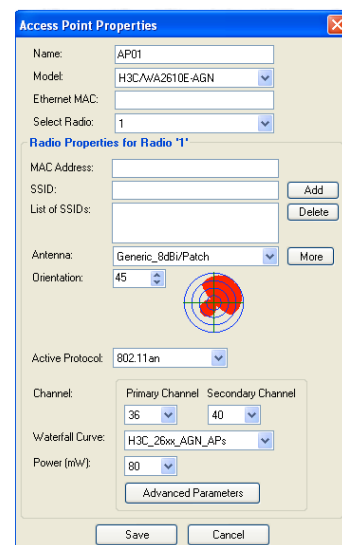


Figura 8. Paràmetres PA SpectraGuard Planner

3.1 Mapes resultants

Al realitzar la planificació, SpectraGuard ofereix diferents vistes resultants de la simulació que es fa. Els diferents mapes que proposa són els que hi ha a continuació.

3.1.1 Mapa de cobertura

Mitjançant el mapa de cobertura de l'eina, es pot obtenir informació sobre la cobertura Wifi (en dBm). S'ha de tenir en compte que segons la intensitat del senyal, la velocitat de la xarxa es veurà afectada en aquell punt, pel que també es veuran afectades les aplicacions que s'utilitzin. Així, tindrem que per a entorns indoor, la intensitat del senyal haurà de ser mínim de -75 dBm. En el cas d'aplicacions en temps real, com pot ser VoIP, la intensitat del senyal haurà de ser mínim de -65 dBm.

A continuació, es presenten dos mapes de cobertura que es poden obtenir amb SpectraGuard:

- En el primer mapa de cobertura s'utilitzen tres punts d'accés, amb una potència de 50 mW, que suporten el protocol 802.11a/n.
- En el segon mapa de cobertura s'utilitzen tres punts d'accés, amb una potència de transmissió de 100 mW, que utilitzen el protocol 802.11g.

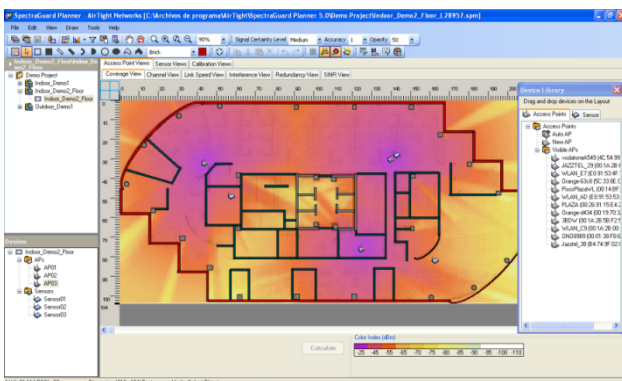


Figura 9. Mapa de cobertura 802.11a/n SpectraGuard Planner

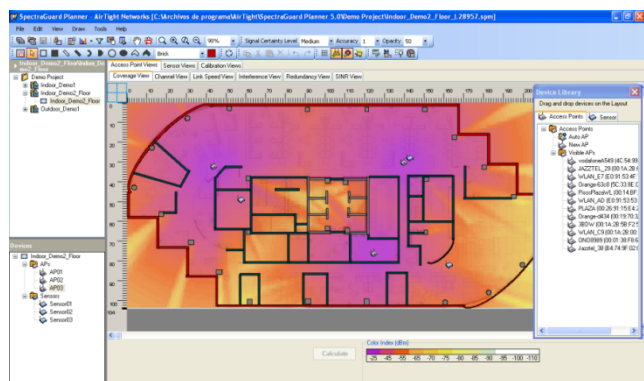


Figura 10. Mapa de cobertura 802.11g SpectraGuard Planner

En la pantalla resultant, es té informació sobre la cobertura depenent del color i tenint en compte la barra "Color Index [dBm]". Així, es pot observar com el primer mapa de cobertura dóna una intensitat del senyal millor que no pas el segon mapa.

3.1.2 Mapa de canals dels Punts d'Accés

Mitjançant aquesta vista, SpectraGuard permet obtenir informació sobre les àrees que cobreix cada canal. Amb aquesta característica, SpectraGuard permetrà deduir zones conflictives i, per tant, modificar el canal de cada AP per evitar possibles interferències futures.

Seguint amb les dues opcions que s'han triat al mapa de cobertura, es poden obtenir els següents mapes de canals:

- En el cas del 802.11a/n, s'han triat com a canals primaris el 36, 44 i 52 per a AP01, AP02 i AP03, respectivament.
- En el segon cas, s'ha triat el canal 1 per al AP01, el canal 6 per al AP02 i el canal 11 per al AP11, per tal que no hi hagi interferències.

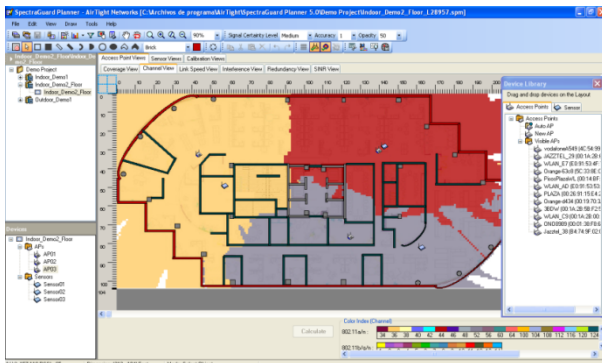


Figura 11. Mapa de canals 802.11a/n SpectraGuard Planner

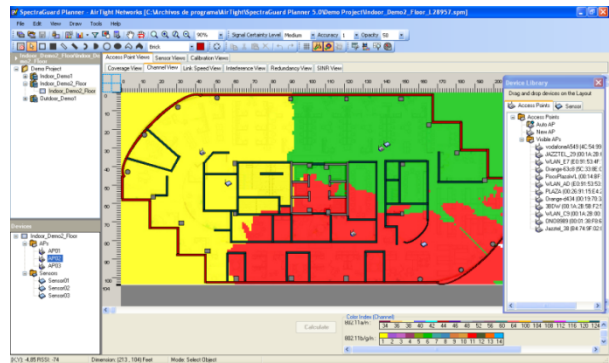


Figura 12. Mapa de canals 802.11g SpectraGuard Planner

3.1.3 Mapa de velocitat d'accés

Mitjançant aquesta vista, SpectraGuard permet obtenir dades sobre la velocitat d'accés teòrica en les diferents zones. Tot i que el programa no hi faci referència, s'ha de tenir en compte que la velocitat real que existirà serà pròxima al 50% de la que s'obté en el mapa. Això implica que, tot i que el mapa mostri àrees que poden permetre velocitats de 300 Mbps mitjançant tècniques MIMO, el dissenyador haurà de tenir en compte uns 150 Mbps reals.²

Com a resultat d'aquesta simulació, s'observa com en el primer cas es poden obtenir 300 Mbps en gairebé totes les zones, a excepció d'algunes zones on solament es podrà accedir a velocitats de 180/78 Mbps teòrics (90/39 Mbps reals), que és una velocitat suficient actualment. A la vegada, es veu que en el segon cas la velocitat és de 54 Mbps (i en algunes zones de 48 Mbps i 24 Mbps).

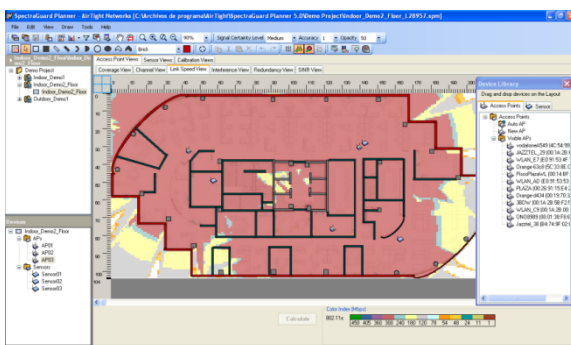


Figura 13. Mapa velocitat d'accés 802.11a/n SpectraGuard Planner

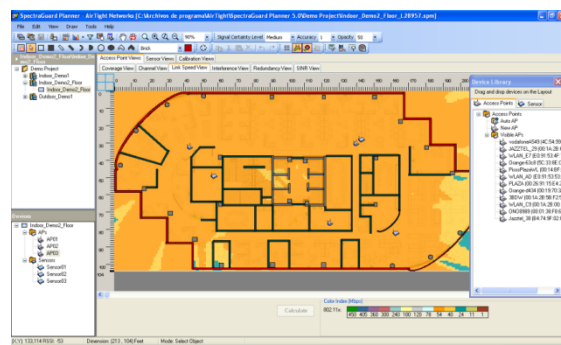


Figura 14. Mapa velocitat d'accés 802.11g SpectraGuard Planner

² http://www.computerworld.com/s/article/9019472/FAQ_802.11n_wireless_networking

3.1.4 Mapa d'interferències

Aquesta vista mostra el nivell d'interferència entre diferents punts d'accés, tant pel que fa a la interferència deguda a canals amb la mateixa freqüència o als canals adjacents, o una combinació d'ambdós, així com en referència a l'ús intensiu que se'n faci de la xarxa. En el cas de seleccionar ambdós tipus d'interferències i una utilització alta de la xarxa, s'obtenen els següents mapes:

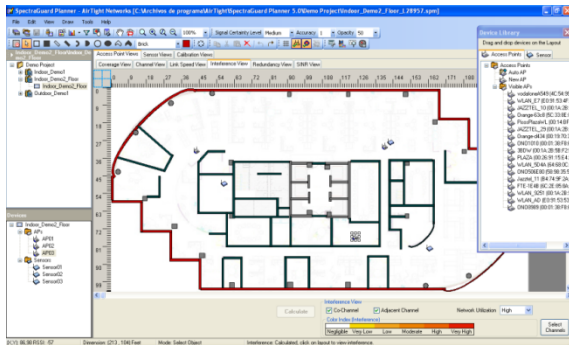


Figura 15. Mapa d'interferències 802.11a/n SpectraGuard Planner

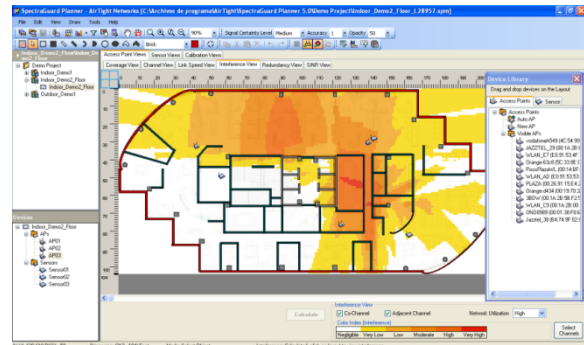


Figura 16. Mapa d'interferències 802.11g SpectraGuard Planner

S'observa que en el primer cas no hi ha interferències entre els diferents PA, mentre que en el cas del protocol 802.11g sí que s'observen aquestes interferències.

3.1.5 Mapa de redundància

Amb la vista de redundància es pot saber quants punts d'accés cobreixen una localització concreta. Aquest apartat és important en el cas que algun punt d'accés caigui, ja que permetrà saber si algun dels altres punts d'accés podrà donar servei a aquella àrea. Així doncs, amb aquest mapa es podrà establir redundància de PA en àrees funcionals que es creguin crítiques.

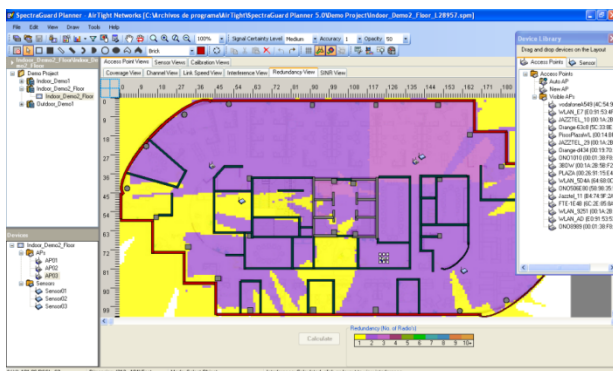


Figura 17. Mapa de redundància 802.11a/n SpectraGuard Planner

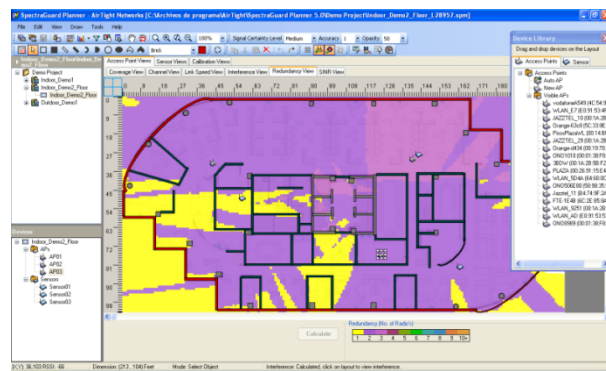


Figura 18. Mapa de redundància 802.11g SpectraGuard Planner

S'observa que en ambdós casos es té la mateixa redundància i que s'haurà de tenir cura en l'entorn pintat de groc, on solament hi opera un PA.

3.1.6 Mapa SINR (Signal to Interference Noise Reduction)

Mitjançant aquesta vista es pot obtenir informació sobre l'SINR, que és la proporció de senyal rebuda sobre el total d'interferència, que es pot definir com $SINR = P / (I + N)$, on P és la potència del senyal, I la interferència i N el soroll.

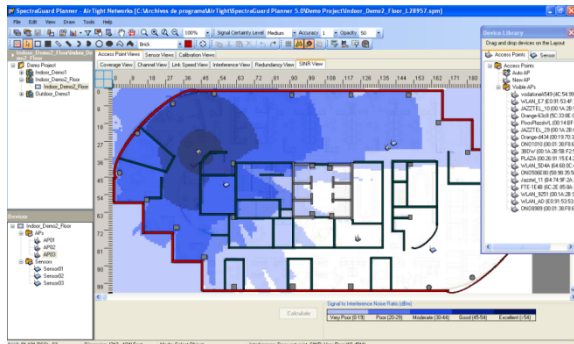


Figura 19. Mapa SINR 802.11a/n SpectraGuard Planner

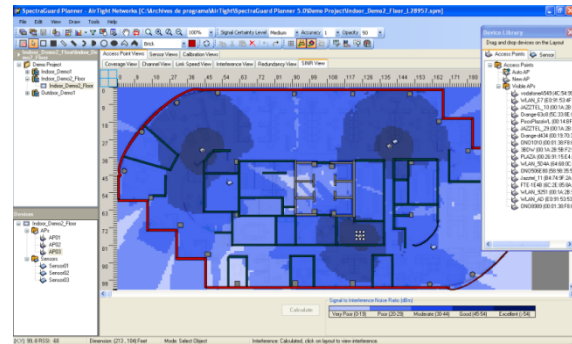


Figura 20. Mapa SINR 802.11g SpectraGuard Planner

En aquest cas, s'observa com dona cinc valors diferents per a SINR:

- Molt pobre → si el valor de SINR és entre 0 i 19 dB.
- Pobre → si el valor de SINR és entre 20 i 29 dB.
- Normal → si el valor està entre 30 i 44 dB.
- Bo → si el valor és entre 45 i 54 dB.
- Excel·lent → si el valor de SINR és superior a 54 dB.

Aquests valors són similars als obtinguts en altres estudis referents a SNR (assumint que la interferència no està correlada amb el senyal, es pot parlar tant de SNR com de SINR, saben que $SNR < SINR$).³

3.1.7 Mapa spillage

En aquesta vista es pot observar la potència de senyal que es transmet fora de l'edifici concret i que, un usuari malintencionat, podria utilitzar per connectar-se a la xarxa wireless.

Així, es pot veure la intensitat del senyal transmès i, per tant, triar una millor col·locació dels punts d'accés en funció d'aquest paràmetre.

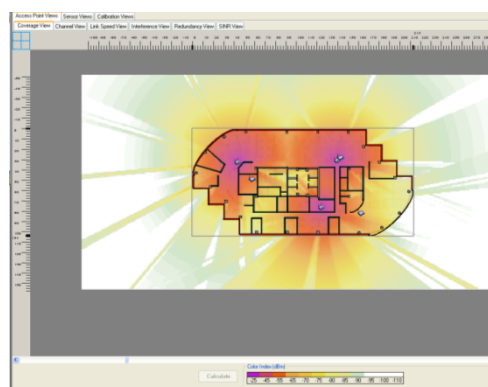


Figura 21. Mapa spillage SpectraGuard Planner

³ http://www.wireless-nets.com/resources/tutorials/define_SNR_values.html

3.2 Planificació amb SpectraGuard

Mitjançant aquesta eina, es poden crear projectes en 2D que permeten dur a terme la planificació per cada planta a la que es vol realitzar la instal·lació de la WLAN.

Una de les utilitats que ofereix SpectraGuard es poder utilitzar un assistent que permet al dissenyador dur a terme la planificació de manera senzilla, ja que donant les característiques que es necessiten per la WLAN, i una vegada carregat el plànol corresponent, s'encarregarà d'ubicar els PA per a un rendiment òptim de la xarxa.

3.2.1 WLAN Planning tool

Per tal de realitzar la planificació de forma automàtica, es comença creant un projecte i els diferents nodes (plantes) que compondran el projecte d'instal·lació de la WLAN.

A l'afegir un node al projecte, apareix la següent pantalla, on es trien les seves característiques:

- Nom del node.
- Tipus de plànol (indoor o outdoor).
- Localització del mapa: permet importar arxius JPG, GIF o d'AutoCAD.
- Altura i material.
- País en que es durà a terme la planificació.
- Entorn de l'aplicació
- Mesures del mapa

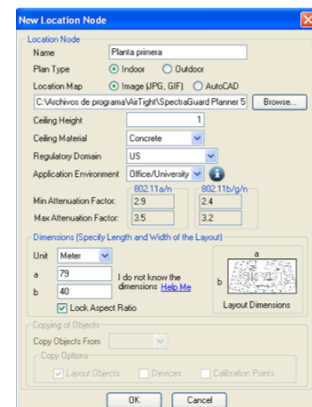


Figura 22. Característiques escenari SpectraGuard Planner

En el cas d'escollir un mapa en format JPG o GIF, es farà necessari dibuixar els diferents obstacles que formen part de l'entorn.

En el cas de triar un arxiu d'AutoCAD, posteriorment a crear el node, apareix una pantalla amb els diferents components del plànol. Per cada element que hi ha creat a l'arxiu, SpectraGuard permet definir el material que li correspon i, per tant, saber l'atenuació que provocarà.

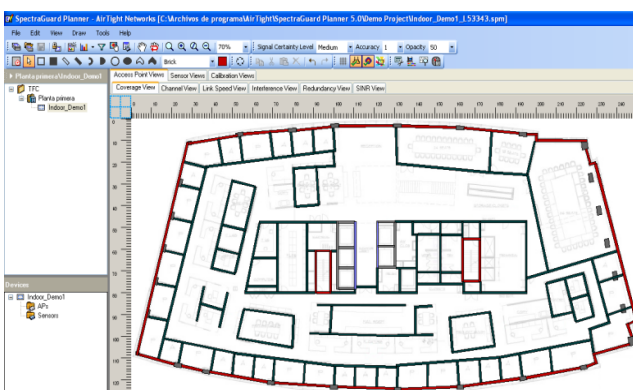


Figura 23. Importació JPG SpectraGuard Planner

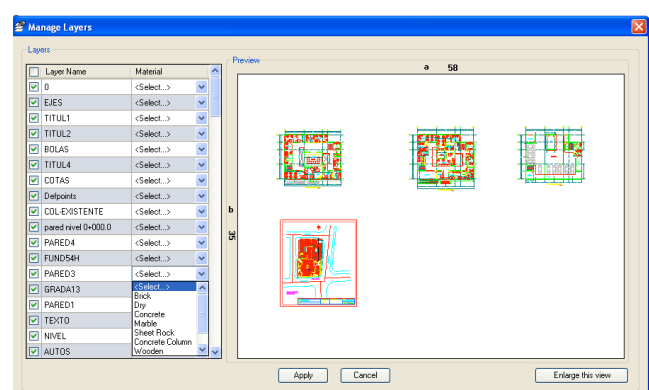


Figura 24. Importació AutoCAD SpectraGuard Planner

Una vegada dibuixat el plànol amb els diferents elements que el componen, accedim a l'assistent corresponent. Una vegada dins l'assistent, el primer pas a realitzar és seleccionar el model AP que ens interressi (la base de dades del qual es correspon amb la mencionada al punt 3.1).

Una vegada triat el model que es farà servir, s'ha de configurar el punt d'accés:

- Protocol: 802.11a, 802.11b, 802.11g, 802.11an, 802.11bgn
- Potència de transmissió (mW): 5, 20, 30, 50, 60, 70, 80 o 100
- El guany de l'antena.
- Propietats avançades del protocol: ample del canal i interval de guarda
- L'estratègia de selecció de canal

Una vegada configurat aquest pas, s'ha de seleccionar l'objectiu de la planificació:

- Realitzar una planificació que permeti la cobertura en totes les ubicacions possibles a un mínim de velocitat d'accés.
- Realitzar una planificació que combini la cobertura amb el coneixement dels requeriments de les aplicacions.

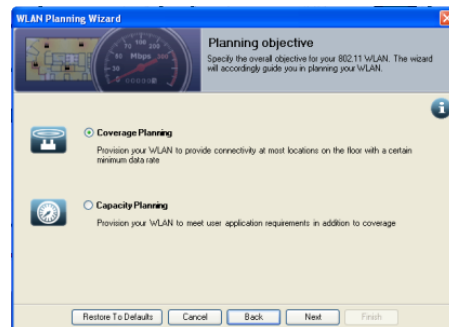


Figura 25. Tipus de planificació SpectraGuard Planner

3.2.1.1 Planificació de cobertura

En el cas de seleccionar l'opció de cobertura, el següent pas és triar la velocitat mínima (Mbps) que es vol obtenir entre les diferents opcions que mostra l'eina.

En aquest cas, s'ha triat el PA AirTight/SS-300-AT-C-50, el protocol 802.11a/n i un mínim de 108 Mbps, tal i com es mostra a la figura resum.

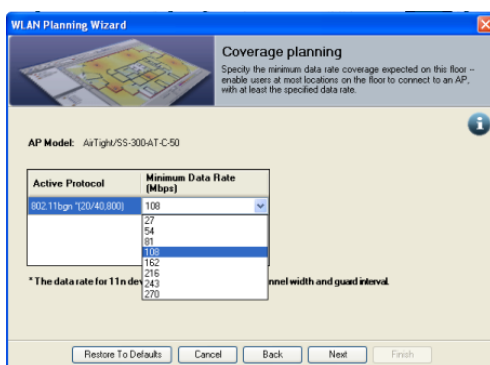


Figura 26. Selecció velocitat mínima (Mbps) SpectraGuard Planner

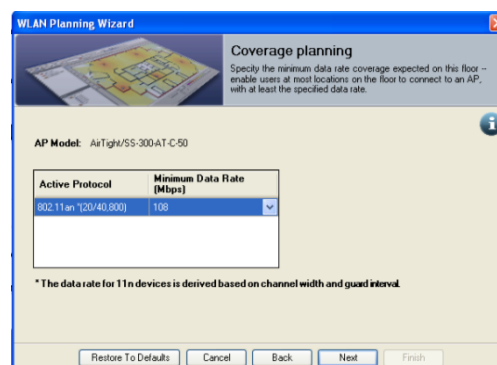


Figura 27. Resum planificació cobertura SpectraGuard Planner

Una vegada el programa realitza els càlculs, dona informació sobre el nombre de punts d'accés estimats.

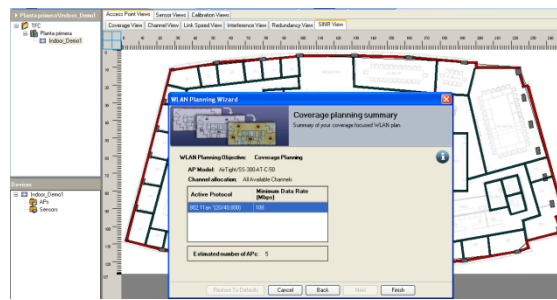


Figura 28. Resum i estimació de PA (cobertura) SpectraGuard Planner

Finalitzat doncs el procés de càlcul, ja es pot accedir a les diferents vistes explicades en el punt 3.1, les quals estan a l'Annex 1: Resultats planificació de cobertura.

3.2.1.2 Planificació de capacitat

En el cas de seleccionar la segona opció, el següent pas mostra els requeriments que haurà de complir la xarxa WLAN, tals com:

- Nombre d'usuaris actius.
- Kbps per usuari (on trobem els valors típics segons el tipus d'aplicació).
- Percentatge de trànsit uplink.

Igualment, en aquest apartat es pot definir més informació sobre el trànsit resultant de VoIP, tals com el tipus de códec, el percentatge de trànsit que representarà sobre el total o el nombre de trucades per punt d'accés.

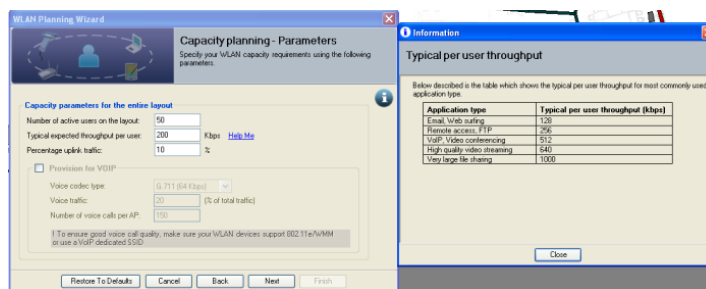


Figura 29. Característiques planificació capacitat SpectraGuard Planner

Seleccionats els primers paràmetres, l'usuari ja pot seleccionar els avançats que es mostren a la següent figura.

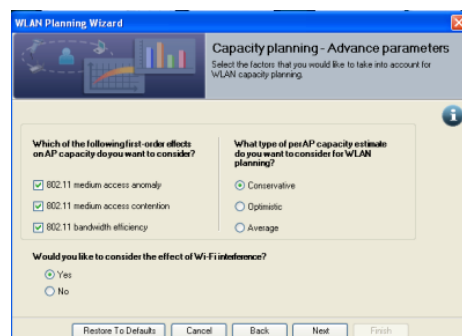


Figura 30. Paràmetres avançats SpectraGuard Planner

- 802.11 medium access anomaly → té en compte el fet que els usuaris es connecten a la xarxa WLAN a diferents velocitats. Així, els usuaris amb velocitat inferiors ocupen la xarxa durant més temps que els que tenen velocitats superiors.

- 802.11 medium access contention → té en compte el nombre total d'usuaris per PA i la quantitat de dades que es puguen a la xarxa.
- 802.11 bandwidth efficiency → té en compte l'impacte de l'overhead en el funcionament de la xarxa.
- Tipus de capacitat estimada → si s'ha escollit, com a mínim, dos dels tres paràmetres anteriors, l'eina permet estimar la capacitat per cada AP tenint en compte tres criteris:
 - Conservador: és el pitjor escenari i significa que faran falta més PA.
 - Optimista: és el millor escenari possible però és el més allunyat de la realitat.
 - Terme mig: és un escenari moderat respecte la capacitat dels PA i es situa enmig dels dos anteriors.
- Interferència entre PA → en escenaris amb molta densitat de PA, el funcionament d'un pot afectar els altres pel que fa a interferències (segons la freqüència i el canal assignats). Amb aquesta opció es tindrà en compte aquest fet al dur a terme la planificació.

Realitzat el càlcul corresponent, l'eina dona un quadre resum amb el nombre estimat de punts d'accés i de l'anàlisi de l'escenari.

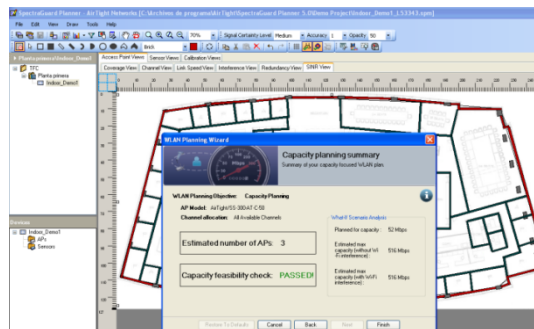


Figura 31. Resum i estimació de PA (capacitat) SpectraGuard Planner

Finalment, també es pot accedir a les diferents vistes creades per l'eina de planificació, les quals es troben a l'Annex 1: Resultats planificació de cobertura.

3.3 Comparació d'escenaris

El que es tractarà de fer en aquest apartat és comparar els diferents models de propagació que conté l'eina sobre una mateixa situació: dos punts d'accés situats a l'esquerra i dreta del plànol. Amb això veurem si té efecte seleccionar i adaptar els diferents escenaris al plànol, i el resultat de l'aplicació dels diferents models.

Les vistes corresponents a aquesta comparació estan a l'Annex 1: Comparació d'escenaris.

3.3.1 Escenari per defecte

En aquest escenari, s'observa com hi ha una bona intensitat del senyal a tot el plànol, el que també afecta al fet que es pugui arribar als 300 Mbps teòrics a tots els

punts. Tot i això, es produeixen interferències a la part superior i inferior del plànol, fruit de la col·locació dels PA, el que repercutirà en una disminució del rendiment de la WLAN.

Per últim, si observem la vista de SINR, observem com al voltant dels PA es produeix un valor alt – excel·lent i és, precisament, en les zones amb interferències on hi ha un valor més pobre d'aquest indicador.

3.3.2 Oficina

En aquest cas, s'observa com la col·locació dels dos punts d'accés no és suficient per obtenir cobertura en tot el plànol. Per altra banda, fixant-nos en la vista de la velocitat d'accés, s'observa clarament com la potència que emeten els PA no és una circumferència, sinó que és aleatòria al voltant del PA.

Per últim, i fruit del comentat al paràgraf anterior, s'observa com gairebé no hi ha interferències (les que hi ha són molt baixes) i que el valor de SINR solament és satisfactori al voltant dels PA.

3.3.3 Planta industrial

En aquest cas, s'observa com l'àrea de cobertura dels PA és una mica pitjor que l'obtinguda en el punt 3.3.2. Així mateix, i pel mateix que s'ha explicat en aquell punt, s'obtenen menys interferències i un SINR correcte solament al voltant dels PA.

3.3.4 Magatzem

Tal i com es pot observar en aquest cas, les vistes obtingudes són gairebé idèntiques a les obtingudes escollint com a model Oficina. Per tant, les conclusions que s'extreuen són les mateixes que en el punt 3.3.2.

3.3.5 Tenda

En aquest cas, i igual que ha passat en el punt 3.3.4, les vistes i els resultats que s'obtenen són les mateixes que pel cas de l'oficina.

3.3.6 Espai lliure

En aquest cas, i tenint en compte que el model de propagació no ha de tenir en compte els obstacles, s'obté el màxim de cobertura i velocitat d'accés a tots els punts, si bé també mostra un nivell d'interferències molt elevat.

3.3.7 Comparació de WLAN Planning Tool segons l'escenari

Per comparar els resultats que s'obtenen amb l'eina de planificació automàtica, s'opta per calcular els nombre i ubicació dels diferents PA tenint en compte l'escenari triat.

Així es té que la selecció que es fa és la següent:

- Router: H3C/WA2610E-AGN (3Com)
- Protocol: 802.11bgn
- Potència de transmissió: 80 mW
- Guany d'antena: 3 dBi
- Tipus de planificació: Cobertura
- Velocitat seleccionada: 108 Mbps

En aquest punt, es tracta de veure les diferents opcions que dona l'eina i veure si són similars o bé varien en quant a la ubicació i nombre de punts d'accés. A l'Annex 1: Comparació WLAN Planning Tool segons l'escenari, trobarem les vistes resultants d'aquest apartat.

Pel que fa a l'escenari per defecte, el seu resultat és el que s'ha tractat al punt 3.3.1, en el que resulten dos punts d'accés. En el cas de triar oficina, després de fer la selecció que s'ha indicat en resulta que serà necessari seleccionar 5 punts d'accés. El resultat d'aquest escenari, tal i com es pot comprovar a l'annex, és molt coincident amb els escenaris magatzem i tenda. Respecte a la planta industrial, en aquest cas en resulten 8 punts d'accés, si bé amb la versió que s'ha utilitzat en aquest projecte, solament es poden ubicar cinc punts d'accés diferents. Així doncs, la ubicació i el resultat que s'obté és el mateix que en el cas de l'escenari de l'oficina. Per últim, en el cas de l'espai lliure, la planificació mostra que s'ha d'ubicar tres punts d'accés enlloc dels cinc punts que s'ha vist en escenaris anteriors.

3.4 Conclusions eina

Tal i com es pot observar en les característiques que s'han mostrat anteriorment, es pot veure com SpectraGuard és una completa eina de planificació indoor de plànols en dues dimensions. El fet que solament permeti la planificació en aquest pla, limita la funcionalitat en quant a models de propagació, ja que no permet tenir en compte l'altura i, com es veurà en altres eines de planificació, això permet la realització d'altres models més aproximats a la realitat.

Tot i aquest fet, l'eina resulta de molta utilitat i permet obtenir una planificació ajustada a les necessitats del dissenyador, permetent seleccionar un ampli espectre de paràmetres que ajudarà a realitzar una bona planificació. També s'ha de mencionar el fet que incorpora un planificador automàtic, que resulta de molta utilitat en l'inici del procés de planificació.

A més, aspectes com la correcta configuració dels punts d'accés, les característiques dels materials –i la corresponent atenuació–, la configuració dels plànols amb aquests materials i l'opció de seleccionar varis escenaris que s'ajustin a la ubicació on es vol fer la instal·lació de la WLAN permet concloure que es tracta d'una eina que ha de tenir-se en consideració.

4. RF3D WifiPlanner 2

L'eina que s'analitza en aquest apartat és la segona versió de l'aplicació de Psiber: RF3D WifiPlanner 2. Igual que la primera versió, permet optimitzar la xarxa seleccionant el nombre, localització i configuració dels punts d'accés.

Permet la importació de plànols de varis nivells (tant en format jpeg, bitmap o png), el que li permet dur a terme planificacions en 3D. És a dir, calcula els mapes de cobertura tenint en compte la seva situació a l'edifici i l'efecte que té en les plantes confrontants. Una vegada importats, permet identificar les característiques dels diferents objectes que conformen els plànols, tant a través de la biblioteca de la que compta com amb les característiques que vulgui l'usuari.

Respecte als reports que s'obtenen amb RF3D, fan referència tant a la intensitat del senyal i SNR, com a la fiabilitat de la xarxa planificada quan es produeixen fallades en alguns punts d'accés.

Pel que fa als models de propagació, igual que es veu en altres eines, es defineixen segons l'entorn: Espai lliure, planta industrial i oficina. Així com amb altres eines es permet obtenir informació sobre l'atenuació que es defineix en cada escenari, en aquest cas solament tenim una definició abstracta de cadascun:

- Espai lliure → No hi ha pèrdues i s'utilitza per espais com aparcaments o campus universitaris.
- Planta industrial → Es tenen en compte atenuacions baixes i s'utilitza en espais amb poca densitat, tals com indústries.
- Oficina → Fa referència a atenuacions mitjanes-altes degudes a mobiliari o a les persones.

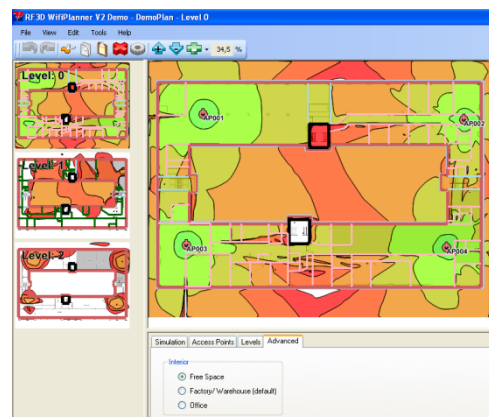


Figura 32. Entorns RF3D

Respecte l'estructura del plànol, al poder realitzar planificacions en 3D, es permet seleccionar el material, i per tant, l'atenuació associada al material, tant del terra com de les parets.

Pel que fa al terra, permet seleccionar l'amplada, els materials que el componen i l'atenuació corresponent. El mateix podem seleccionar de les parets.

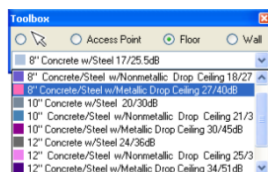


Figura 33. Atenuació terra RF3D

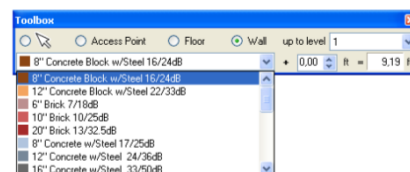


Figura 34. Atenuació parets RF3D

Respecte als punts d'accés permet seleccionar diferents característiques:

- Tipus de PA (on seleccionarem entre diferents fabricants, com són Aerohive, Cisco, Trapeze...)
- Nom del PA
- Alçada a la que està situat el PA
- Radios (si el PA permet dues ràdios, podem seleccionar el protocol, el canal, la potència de transmissió i la freqüència)
- El tipus d'antena entre diverses opcions i guanys
- La rotació i l'alçada de l'antena
- En cas que s'usi el protocol 802.11n també permet seleccionar l'interval de guarda, si serà compatible amb protocols anteriors a aquest i si es permet combinar canals adjacents

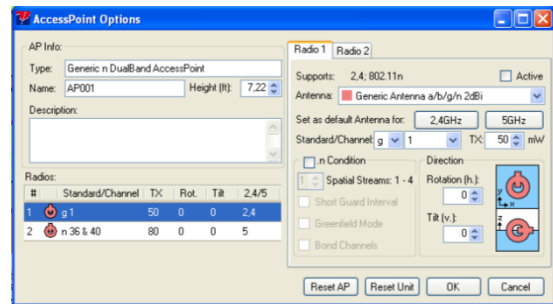


Figura 35. Característiques PA RF3D

Una opció interessant que permet RF3D és poder modificar les característiques tant de les parets com del terra (l'atenuació corresponent), així com les de les antenes (orientació i el disseny de radiació del senyal).

A més, mitjançant la documentació que facilita el fabricant, es pot veure la configuració de la potència que s'emet al voltant dels PA segons l'antena escollida. En la figura que s'adjunta es veu la corresponent a una antena genèrica amb un guany de 7 dBi.

Per altra banda, també se'ns dona informació sobre el llistat de materials que es poden utilitzar i la corresponent atenuació a 2,4 GHz i 5 GHz. Aquest llistat es troba a l'Annex 2: Atenuació materials en metres.

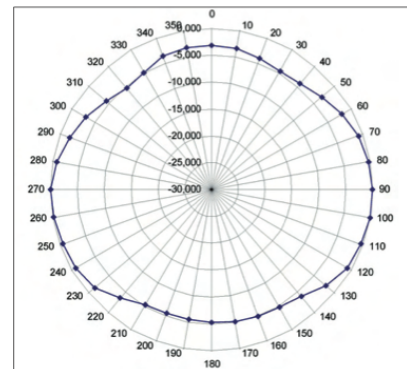


Figura 36. Configuració antenes RF3D

Per últim, ens permet seleccionar dues opcions en la simulació:

- Resolució: ens permet seleccionar la precisió en els càlculs. Així, una resolució baixa permet dur a terme una simulació ràpida però menys precisa, mentre que una resolució alta permet dur a terme un càlcul precís.
- Càrrega de la xarxa: Permet modificar el nivell de trànsit de la xarxa. A major càrrega significa una quantitat de trànsit major, tals com les produïdes en les oficines i en VoIP.

4.1 Mapes resultants

En aquesta eina hi ha diverses vistes que es poden mostrar depenent de les característiques que es volen obtenir. En el cas d'aquesta eina són: el mapa de cobertura, el mapa SNR, el mapa on es mostra la velocitat d'accés, el mapa d'interferències i el mapa de redundància (el qual solament està disponible en la versió completa de l'eina).

4.1.1 Mapa de cobertura

En aquest mapa se'ns dóna informació sobre la intensitat del senyal en cada posició permetent obtenir informació sobre la qualitat de la planificació. Segons el propi fabricant, el valor necessari que s'ha d'obtenir és de -70 dB o més.

En la primera opció s'opta per utilitzar el protocol 802.11n i en la segona opció es veu el mateix mapa utilitzant el protocol 802.11g, ambdós en un escenari d'oficina. S'observa que en ambdós casos el mapa de cobertura és molt semblant en quant a la intensitat del senyal.

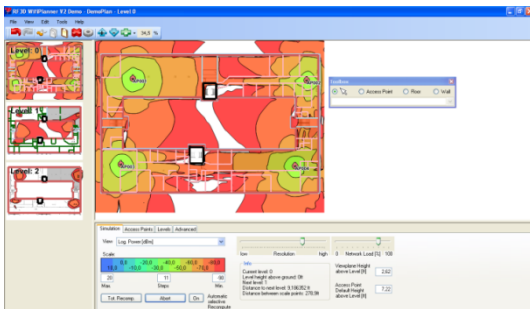


Figura 37. Mapa cobertura 802.11n RF3D

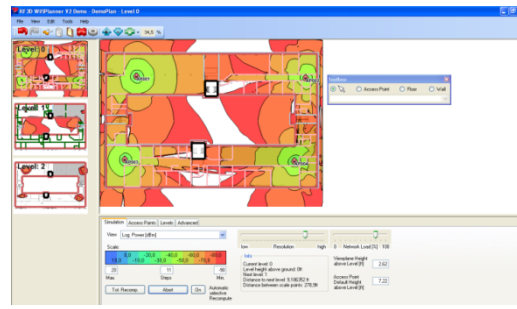


Figura 38. Mapa cobertura 802.11g RF3D

4.1.2 Mapa SNR

Mostra el ràtio de SNR en cada ubicació, indicant el fabricant que el valor ha de ser mínim 10 dB. Observant ambdós mapes, i tal i com passava en el cas anterior, es veu que en ambdós casos el SNR és semblant.

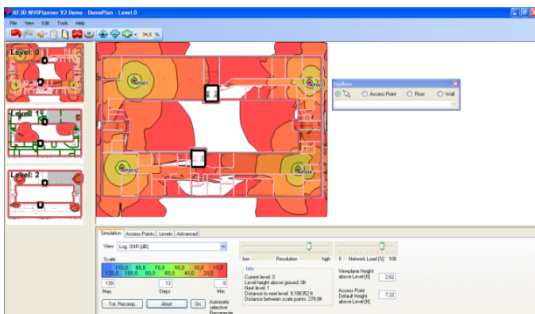


Figura 39. Mapa SNR 802.11n RF3D

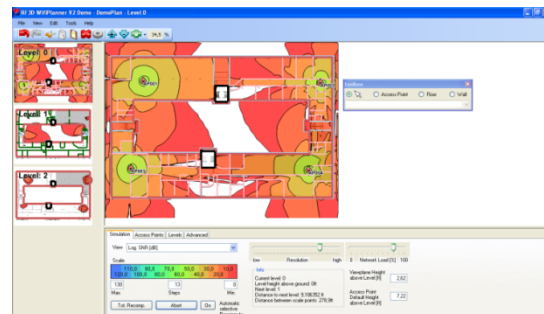


Figura 40. Mapa SNR 802.11g RF3D

4.1.3 Mapa velocitat d'accés

En aquest mapa tenim informació sobre la velocitat d'accés en cada punt. S'ha de tenir en compte que el protocol 802.11g solament permet un màxim de 54 Mbps i que 802.11n permet una velocitat de 300 Mbps. Segons les velocitats que necessiti l'usuari, les zones on s'obtenen les velocitat equivalents seran semblants.



Figura 41. Mapa velocitat d'accés 802.11n RF3D

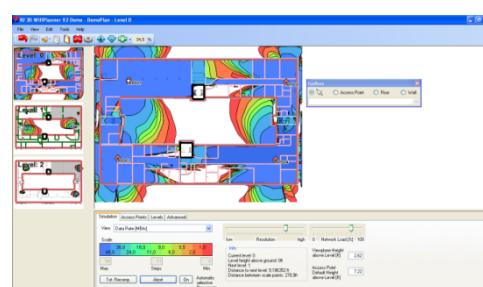


Figura 42. Mapa velocitat d'accés 802.11g RF3D

4.1.4 Mapa d'interferències

Aquesta vista és una de les més importants per dur a terme correctament la planificació, ja que obtenir informació sobre les interferències permetrà obtenir un millor rendiment de la xarxa.

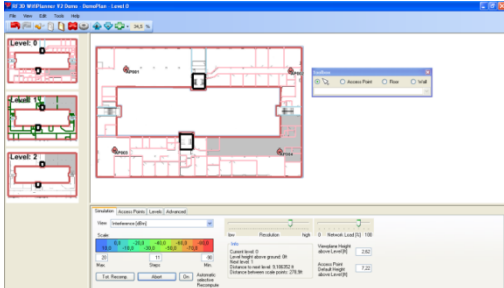


Figura 43. Mapa interferències 802.11n RF3D

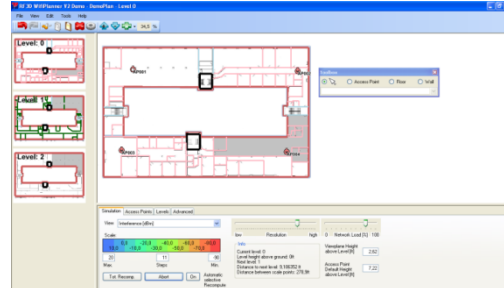


Figura 44. Mapa interferències 802.11g RF3D

4.1.5 Mapa de redundància

En aquesta vista es pot obtenir el nombre de PA que són redundants en una zona crítica, el que permetrà la connexió en aquell punt en cas de caiguda d'una part de la xarxa.

En aquest cas, s'obtenen quatre mapes diferents:

- Mapa d'intensitat del senyal, nivell 1 → Es veu la intensitat del senyal del segon PA que pot operar en una ubicació concreta.
- Mapa d'intensitat del senyal, nivell 2 → Es veu la intensitat del senyal del tercer PA que pot operar en qualsevol localització.
- Mapa SNR, nivell 1 → Ofereix el SNR a cada ubicació si el PA més important cau.
- Mapa SNR, nivell 2 → Ofereix el SNR a cada ubicació si els dos PA més importants cauen.

4.2 Planificació amb RF3D WifiPlanner

Tal i com s'ha comentat anteriorment, i com es pot veure en les figures anteriors, aquesta eina serveix per dur a terme planificacions en 3D, permetent veure els mapes de diferents nivells i configurant les antenes dels PA en les tres dimensions.

A diferència d'altres eines, no té cap instrument per dur a terme una planificació automàtica, pel que el dissenyador s'haurà de guiar per la seva experiència i utilitzant assaig i error per planificar de manera òptima la xarxa WLAN.

El primer que s'ha de fer per realitzar la planificació és importar el plànol de l'edifici en que es vol realitzar la instal·lació. Una vegada importades les diferents plantes, es defineix l'estructura de l'edifici seleccionant el terra i les diferents parets que el componen.

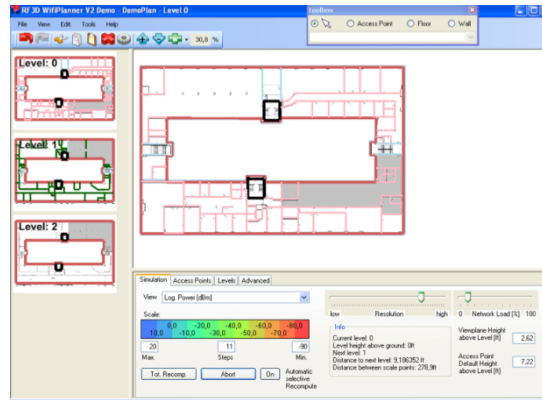


Figura 45. Importació i definició estructura plànol RF3D

Feta la importació i definida l'estructura, es tracta de seleccionar on col·locar els PA i configurar-los segons les necessitats del dissenyador. Segons la pròpia guia elaborada pel fabricant s'han de considerar dos característiques a l'inici: intensitat del senyal i interferències.

Així doncs, escollint la vista de potència del senyal s'inicia la configuració dels PA en l'edifici de tres pisos que es veu a les figures següents, escollint com a escenari el de defecte (planta industrial).

En el cas que solament col·loquem 4 PA en la planta de nivell 0, s'observa que la intensitat de senyal és poca per al nivell 1 i gairebé nul·la per al nivell 2.

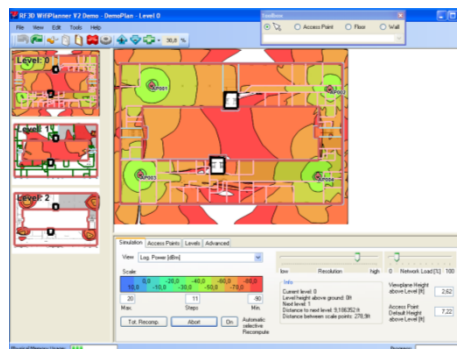


Figura 46. Simulació amb 4 PA RF3D

En aquest cas, i després de provar diferents combinacions, tenint en compte que és precisament a la planta 2 on el nivell d'intensitat és més baix, es col·loquen dos punts d'accés que permeten obtenir un millor senyal, tal i com es mostra a les següents figures (corresponents als tres nivells de l'edifici):

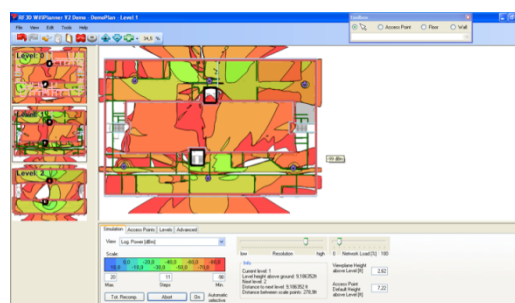


Figura 47. Mapa de cobertura planta 2 (6 PA) RF3D

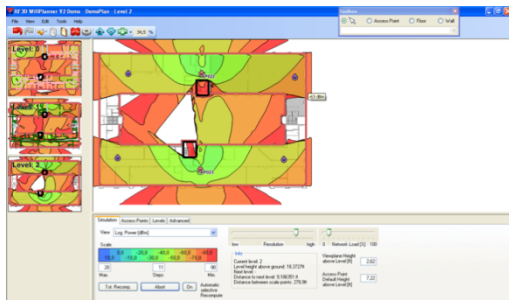


Figura 48. Mapa de cobertura planta 1 (6 PA) RF3D

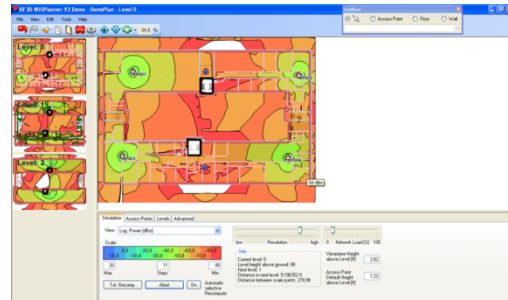


Figura 49. Mapa de cobertura planta 0 (6 PA) RF3D

L'opció per la que s'ha optat, tal i com es mostra a la figura, és col·locar 6 PA amb les següent configuracions:

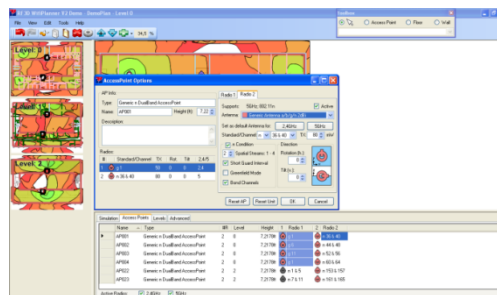


Figura 50. Configuració PA simulació RF3D

- AP001: 802.11n (canals 36 i 40), guany d'antena 2 dBi, freqüència 5 GHz
- AP002: 802.11n (canals 44 i 48), guany d'antena 2 dBi, freqüència 5 GHz
- AP003: 802.11n (canals 52 i 56), guany d'antena 2 dBi, freqüència 5 GHz
- AP004: 802.11n (canals 60 i 64), guany d'antena 2 dBi, freqüència 5 GHz
- AP022: 802.11n (canals 153 i 157), guany d'antena 2 dBi, freqüència 5 GHz
- AP023: 802.11n (canals 161 i 165), guany d'antena 2 dBi, freqüència 5 GHz

A més, en els PA AP022 i AP023 s'ha optat per activar ambdues ràdios, una que treballa a 5 GHz i que s'ha comentat anteriorment, i l'altra a 2,4 GHz i que estan posades als canals 1, 5, 7 i 11.

Col·locats els PA i havent avaluat que la intensitat del senyal és satisfactori, es procedeix a obtenir informació sobre interferències, tal i com mostra la següent figura:

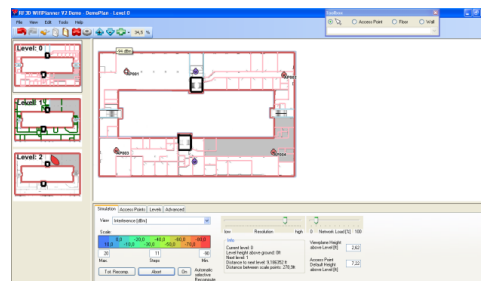


Figura 51. Interferències planificació RF3D

Així doncs, s'observa que la ubicació dels PA és satisfactòria, ja que tant la intensitat del senyal a les diferents plantes com l'absència d'interferències permet un rendiment òptim de la xarxa WLAN. Per altra banda, també s'obtenen els diferents mapes de SNR i velocitat d'accés, per comprovar que són correctes, els quals s'adjunten a l'Annex 2: Mapes planificació RF3D.

Per últim, es selecciona el màxim de resolució per observar la diferència amb l'opció que hi havia en el moment de fer les simulacions anteriors i també s'augmenta al 100% la càrrega de la xarxa. El resultat és pràcticament idèntic al que s'ha obtingut anteriorment, tot i que sí que s'observa una mica més d'interferències a les plantes 2 i 3. Els mapes resultants s'adjunten a l'Annex 2: Comparació resolució i càrrega

4.3 Comparació d'escenaris

Aprofitant la planificació que s'ha fet anteriorment, es poden observar els diferents escenaris que permeten obtenir l'eina de planificació. Així doncs, si l'anterior simulació s'ha realitzat en l'escenari per defecte, en aquest cas s'obtindran els altres dos escenaris indoor que ofereix l'eina: espai lliure i oficina. Els mapes resultants es poden trobar a l'Annex 2: Comparació d'escenaris.

En cas de l'espai lliure, i tal i com ja s'ha vist en l'eina SpectraGuard, s'obté una millor cobertura en quant a intensitat del senyal i, per tant, en quant a velocitat d'accés des de les diferents ubicacions. Tot i això, no s'aprecia un empitjorament en el valor de SNR ni un augment de les interferències entre els PA.

En el cas d'oficina, es veu una diferència notable respecte a l'escenari per defecte, havent-hi zones on no arriba el senyal (i per tant, sense cobertura). Així mateix, s'obté un millor mapa d'interferències, però s'ha de tenir en compte que es deu al fet que no hi arriba el senyal.

4.4 Conclusions eina

L'eina RF3D permet la configuració detallada de les diferents característiques que són clau en l'elaboració d'una planificació de una WLAN: des dels punts d'accés a les característiques de l'antena, així com l'atenuació dels diferents elements que componen la ubicació a planificar.

És important remarcar el fet que permet la planificació en 3D de diferents plantes a la vegada, el que estalvia temps i costos a l'hora de planificar una WLAN que afecti diverses plantes d'un edifici. Tot i això, solament permet seleccionar tres escenaris diferents (espai lliure, planta industrial i oficina), el que podria portar a petites desviacions respecte a la realitat. Encara que aquest fet pot ser important, i tal i com s'ha vist en altres eines com SpectraGuard Planner, hi ha escenaris que donen atenuacions i, per tant, planificacions i mapes de cobertura molt semblants. Un altre aspecte positiu és el fet que permet seleccionar tant la precisió dels resultats com, sobretot, el nivell de càrrega de la xarxa. Tot i que els resultats no varien gaire en la simulació realitzada, sí que pot ser un factor important en altres planificacions.

El desavantatge que té aquesta eina és la falta d'un planificador automàtic que permeti obtenir una ubicació aproximada dels PA abans de realitzar la planificació. Aquest fet és un desavantatge respecte altres eines que es poden trobar (com la mencionada anteriorment, SpectraGuard) ja que ha de ser el propi dissenyador el que seleccioni el nombre, ubicació i característiques dels punts d'accés, així com també s'ha de parar especial atenció a les característiques de la WLAN que es vol aconseguir (tals com poden ser la velocitat d'accés mínima).

5. Airmagnet Planner

L'eina que s'estudia en aquest capítol està desenvolupada per Fluke Networks i permet desenvolupar dissenys de WLAN en qualsevol situació mitjançant la importació de plànols en diferents formats i la utilització de llibreries de parets, portes i finestres que s'ajusten a la realitat.

L'eina permet dur a terme una planificació tridimensional, facilitant al dissenyador realitzar proves d'ubicació dels punts d'accés, seleccionar la configuració dels PA tant en la freqüència dels 2.4 com dels 5 GHz. Així, es poden escollir els canals del PA, l'adreça IP, la potència de transmissió, el tipus d'antena i la seva orientació, l'altura i les especificacions del protocol 802.11.

A més, AirMagnet Planner permet dur a terme una ubicació automàtica dels punts d'accés, permetent estalviar temps a l'usuari en la planificació de la WLAN. Així, seleccionant la intensitat del senyal mínima que es vol obtenir, la potència de transmissió i el tipus de PA, l'eina durà a terme una planificació sobre el plànol que hem realitzat.

Pel que fa als reports obtinguts en la planificació, difereix d'altres eines de planificació en el fet que no es poden seleccionar diferents vistes, sinó que en un mateix mapa es dona informació sobre el senyal dels diferents punts d'accés en una ubicació concreta: punt d'accés i canal, intensitat del senyal, soroll, SNR i velocitat d'accés esperada.

Respecte als diferents models de propagació, seguint amb la línia d'altres eines de planificació, fa referència als diferents medis segons les seves característiques:

- Restricted Closed Office → fa referència a espais tancats com hotels o oficines en els que les parets provoquen pèrdues de senyal altes.
- Open Space Office → es refereix a espais d'oficina dividits en despatxos i que estan separats per parets de pladur, el que produeix una atenuació menor que en el cas anterior.
- Commercial → fa referència a grans espais on trobem pocs obstacles pel que es produeixen unes atenuacions menors que en els casos anteriors.

Si es miren les diferents opcions respecte a les parets i les estructures de que disposa l'eina, s'observa que permet triar entre diferents opcions, tal i com es veu a la pàgina següent.

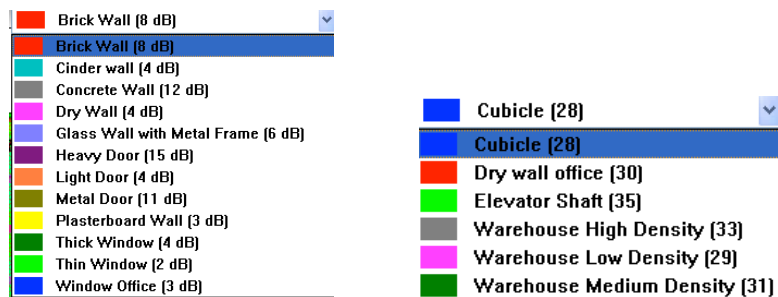


Figura 52. Atenuació parets i estructures AirMagnet Planner

Per altra banda, respecte els punts d'accés, l'aplicació permet personalitzar-los segons les necessitats de la planificació. Així, les característiques que permet seleccionar són:

- Nom i model del PA (permet triar entre els diferents fabricants del mercat)
- Tenint en compte la freqüència, permet seleccionar el canal, l'adreça MAC i IP, així com l'SSID.
- La potència de transmissió
- El tipus d'antena i el guany corresponent
- Ubicació del PA

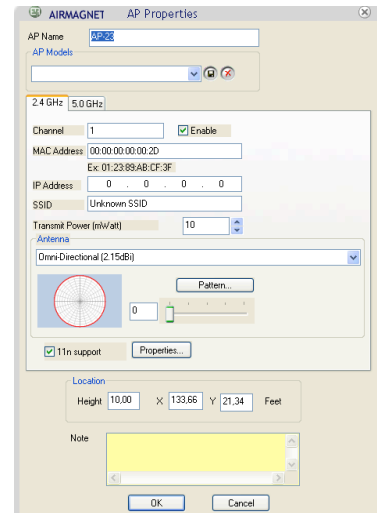


Figura 53. Configuració PA AirMagnet Planner

Per últim, i tal i com ja passava amb RF3D WifiPlanner, AirMagnet Planner permet seleccionar l'antena que s'utilitzarà entre diferents plantilles, tal i com es veu a continuació:

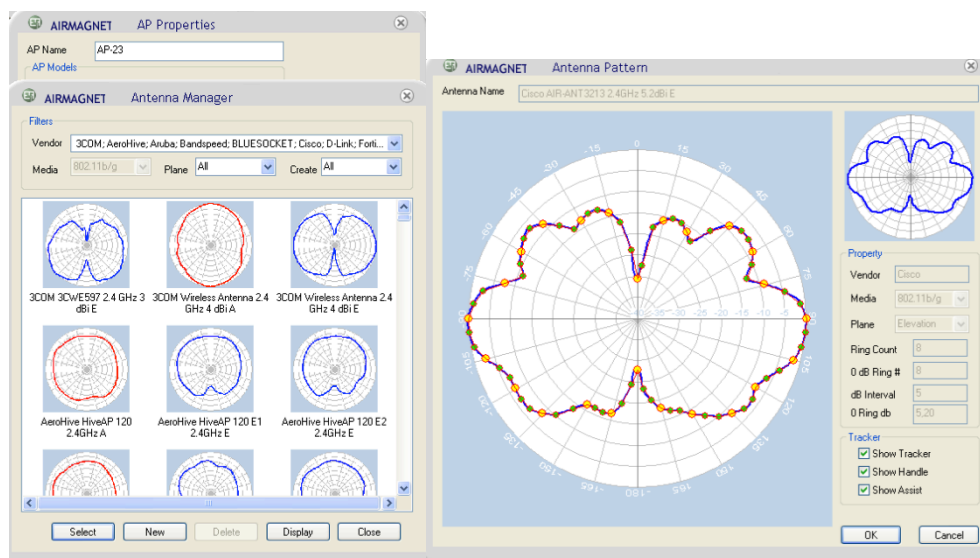


Figura 54. Selecció de tipus d'antena AirMagnet Planner

5.1 Planificació amb l'eina

5.1.1 Importació i creació

Per tal de poder dur a terme la planificació, el primer que s'ha de realitzar és la creació del projecte. En aquest procés, es seleccionarà entre altres la importació dels plànols corresponents (en 2D o en 3D) i es seleccionarà el medi en el que es durà a terme la planificació. En el cas concret que s'exposa, i degut al fet que no existeix una versió de prova de l'eina, s'ha seleccionat utilitzar l'eina AirMagnet Survey, el qual té el mòdul de planificació AirMagnet Planner.

Així doncs, es selecciona el nom del projecte i si s'utilitzarà GPS o no (en el cas del planificador, aquesta qüestió no importa, ja que la finalitat d'utilitzar el GPS és dur a terme una site survey).

Una vegada s'ha seleccionat aquest apartat, es fa la importació del plànol corresponent i es posa l'amplada i longitud del plànol. Es poden utilitzar tant formats d'imatge com d'AutoCAD. En cas que no sigui possible saber les proporcions del plànol, es poden deixar els camps d'amplada i longitud a 0 i es realitzarà el recalibrat una vegada s'hagi creat el projecte.

En la següent pantalla, s'escull l'escenari en el que es durà a terme la planificació entre els ja esmentats a l'apartat anterior i varis escenaris outdoor. A més, es pot escollir la potència de transmissió dels PA i també l'atenuació que se li donarà al senyal. En aquest últim punt, és aconsellable utilitzar les especificacions que marca Fluke Networks i que ja venen per defecte (en el cas d'Open Space Office, el senyal perd gairebé tota la intensitat a una distància de 12 metres).

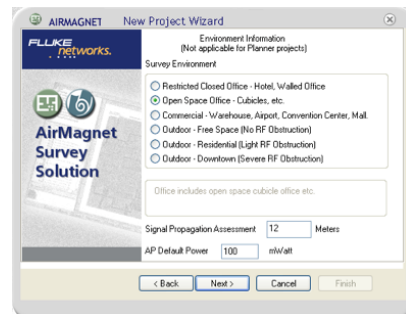


Figura 55. Selecció escenari AirMagnet Planner

Finalment, apareix la pantalla amb el plànol que s'ha importat i es pot començar a dur a terme la definició de les parets, finestres i portes per mesurar les atenuacions i començar amb la planificació de la WLAN.

5.1.2 Definició dels obstacles

Una vegada s'ha importat el plànol, es tracta de definir els objectes que hi apareixen per tal de dur a terme la planificació de manera correcta. En aquest cas, i com que es tracta d'un programa de prova, es té per defecte un sol plànol, que és amb el que es treballarà.

Una vegada carregat el plànol, es poden dur a terme diferents planificacions tenint en compte l'escenari triat. Degut a que solament es té un mapa de visualització, s'opta per utilitzar els tres models de propagació que s'han comentat sobre el mateix plànol: oficina restrictiu, oficina espai lliure i comerç. Una vegada escollits els tres models, es tracta de definir els diferents objectes i àrees de densitat (alta, mitjana i baixa), tal i com es veu a les figures següents:

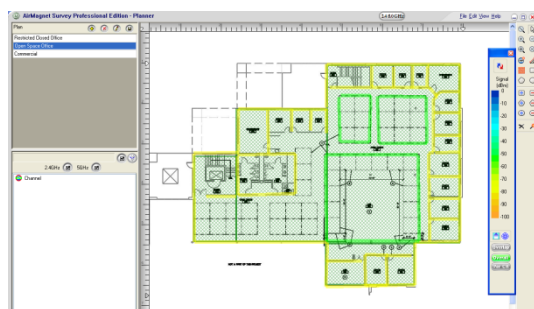


Figura 56. Open space office AirMagnet Planner

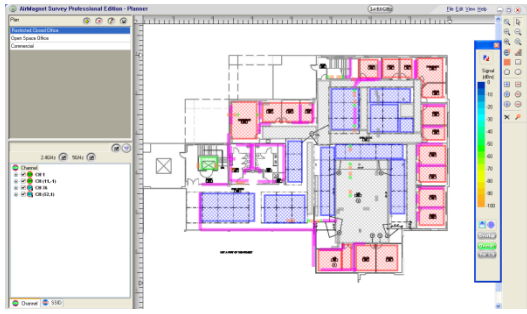


Figura 57. Restricted closed office AirMagnet Planner

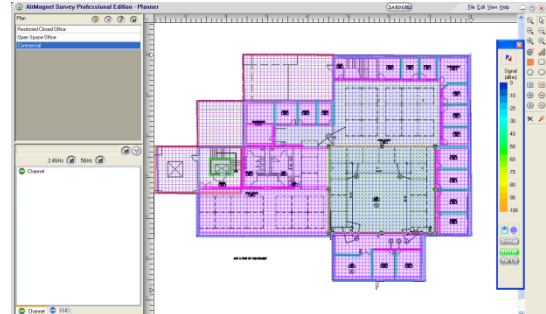


Figura 58. Commercial AirMagnet Planner

5.1.3 Planificació automàtica

Una vegada estan ben definits els plànols i els corresponents obstacles es pot optar per dur a terme la ubicació dels PA de manera manual o bé automàtica. En aquest cas, s'opta per dur-la a terme automàticament per tal de veure els resultats que ens ofereix l'eina.

Quan s'accedeix a la planificació automàtica, el que es demana és:

- Intensitat del senyal mínim que es vol aconseguir
- Potència de transmissió dels PA
- Banda de freqüència que s'utilitzarà
- Guany de l'antena
- Altura del PA
- Utilització o no del protocol 802.11n

En aquesta planificació, s'opta per les següents característiques:

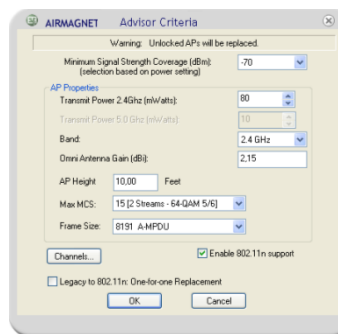


Figura 59. Característiques escenari AirMagnet Planner

Així doncs, després de dur a terme el procés automàtic per cadascun dels escenaris, s'obté la següent relació de punts d'accés (les vistes dels quals es poden trobar a l'Annex 3: Mapes resultants planificació automàtica):

- Restrictiu: 9 punts d'accés
- Oficina espai lliure: 5 punts d'accés
- Comerç: 2 punts d'accés

5.2 Comparació d'escenaris

Fruit de la planificació automàtica que s'ha realitzat al punt anterior, s'obtenen els mapes que es mostren a continuació. Per altra banda, es pot observar la distribució dels canals utilitzats i l'overlapping entre els diferents PA. Les vistes es troben a l'Annex 3: Comparació d'escenaris.

5.2.1 Restricted closed office

En aquest cas, i tenint en compte els nou punts d'accés que l'eina ha calculat, s'obté un mapa de cobertura com el que es mostra a continuació. A més, al posar-se sobre qualsevol punt del mapa, es pot observar les condicions de cobertura en aquest punt:

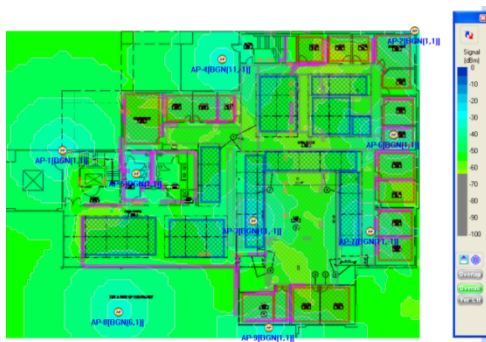


Figura 60. Mapa cobertura restricted closed office AirMagnet Planner

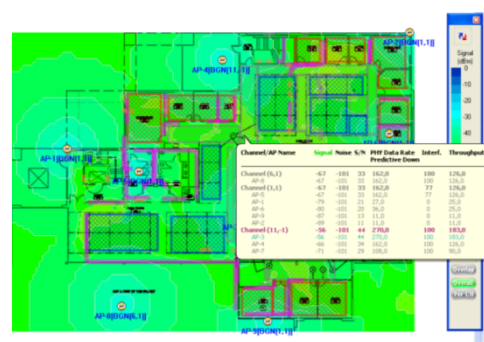


Figura 61. Senyal, soroll, SNR i interferències restricted closed office AirMagnet Planner

Així, s'observa que si bé hi ha bona cobertura a tots els punts, existeix un fort nivell d'interferències, degut al gran nombre de punts d'accés utilitzats.

5.2.2 Open space office

El mapa de cobertura que s'obté amb les característiques d'aquest escenari és el que es mostra a continuació. A més, i tal i com s'ha fet anteriorment, es pot obtenir informació de tots els punts del plànol sobre la cobertura, interferències, SNR i velocitat d'accés:



Figura 62. Senyal, soroll, SNR i interferències open space office AirMagnet Planner

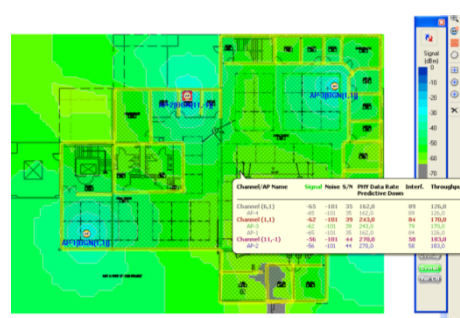


Figura 63. Mapa cobertura open space office AirMagnet Planner

Per altra banda, igual que passava amb l'escenari anterior, tot i que s'obté una bona cobertura, es poden veure solapaments i interferències molt altes entre els diferents PA.

5.2.3 Commercial

En aquest cas, i seguint el treball realitzat amb els altres dos escenaris, s'obtenen els següents mapes de cobertura i d'informació de les diferents localitzacions:

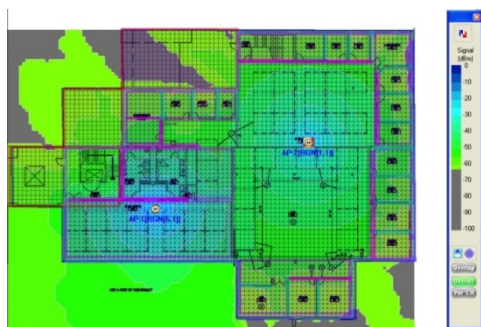


Figura 64. Mapa cobertura comercial AirMagnet Planner

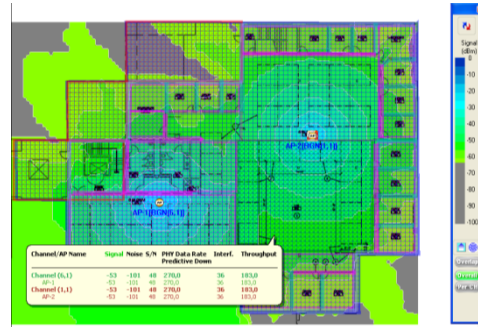


Figura 65. Senyal, soroll, SNR i interferències comercial AirMagnet Planner

Per altra banda, i a diferència del que passava en els escenaris anteriors, s'observa com existeixen menys interferències entre els diferents punts d'accés.

5.3 Conclusions eina

Com a resultat de la comparació d'escenaris realitzada al punt 5.2, s'observa que l'eina no ens dona uns resultats òptims per a planificar correctament la WLAN, ja que si bé s'obtenen uns bons mapes de cobertura, no té en compte les interferències creades entre els diferents PA, el que pot provocar problemes de connexió importants per als usuaris de la WLAN.

Així doncs, i a diferència del que passava amb l'eina d'AirTight Networks, es fa necessari dur a terme una modificació de les característiques dels PA per seleccionar els canals i evitar així els problemes d'interferències que podrien fer fallar la WLAN.

Comentat aquest problema amb l'eina, i en línies generals, aquesta té un caire més senzill de les que s'han analitzat fins al moment, ja que solament permet dur a terme un mapa de cobertura, un mapa dels canals utilitzats i obtenir informació sobre l'overlapping entre els diferents PA.

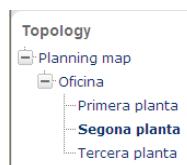
Així mateix, tot i que les configuracions que permet obtenir dels PA són interessants, el resultat final de la simulació dista bastant de les eines que s'han analitzat fins al moment (SpectraGuard i RF3D).

6. Aerohive Online Planner

Aquesta eina de AeroHive permet dur a terme planificacions en tres dimensions tant de xarxes wireless indoor com outdoor. Tot i ser una eina en línia, ofereix diferents possibilitats de configuració que possibiliten dur a terme una planificació completa d'una xarxa WLAN.

La primera característica que s'observa en aquesta eina és la possibilitat de poder crear estructures, i dins d'aquestes, crear submapes de planificació. D'aquesta manera, si es vol dur a terme una planificació de WLAN de diferents edificis, l'eina permet crear diferents construccions i, dins de cada construcció, crear les diferents plantes amb les característiques particulars de cada planta.

Així, en el cas que s'exposarà posteriorment, s'ha decidit crear un edifici d'oficines de tres plantes, tal i com es veu a la figura adjunta.



Cadascuna d'aquestes plantes té la mateixa estructura, si bé s'han triat escenaris diferents per tal de veure els resultats de la planificació i poder-los comparar.

Així doncs, mitjançant la importació d'un plànol en format png o jpg, es pot realitzar la planificació definint els materials de les diferents estructures que el componen i, també, l'atenuació entre plantes del mateix edifici. Al dur a terme la importació és quan es selecciona el tipus d'escenari més adequat:

- Oficina: destinat a plànols on les estructures són parets simples, com pot ser el pladur, que ofereixen una atenuació baixa.
- Magatzem: destinat a ubicacions on existeixen sostres alts i moltes estructures metàl·liques.
- Edifici amb moltes obstruccions: destinat a plànols on existeixen moltes parets, que provoquen altes atenuacions del senyal, com podria ser un hospital.

Pel que fa als materials de les diferents estructures, es poden definir els següents:

- Estanteries (2dB)
- Pladur (3dB)
- Formigó (12dB)
- Paret separadora (1dB)
- Paret de maons (10dB)
- Ubicació ascensor (30dB)
- Porta fina (2dB) / gruixuda (5dB)
- Finestra fina (1dB) / gruixuda (3dB)

Wall Name	Color	Dashed	Wall Name	Color	Dashed
Bookshelf (2dB)		<input checked="" type="checkbox"/>	Cubicle (1dB)		<input checked="" type="checkbox"/>
Dry Wall (3dB)		<input checked="" type="checkbox"/>	Brick Wall (10dB)		<input checked="" type="checkbox"/>
Concrete (12dB)		<input checked="" type="checkbox"/>	Elevator Shaft (30dB)		<input checked="" type="checkbox"/>
Thin Door (2dB)		<input checked="" type="checkbox"/>	Thick Door (6dB)		<input checked="" type="checkbox"/>
Thin Window (1dB)		<input checked="" type="checkbox"/>	Thick Window (3dB)		<input checked="" type="checkbox"/>

Figura 66. Llista materials estructura Aerohive Online

Respecte els punts d'accés, l'eina permet seleccionar-ne entre diferents opcions de HiveAP: existeixen routers amb diferents configuracions que permeten escollir aquell que compleixi els requisits necessaris.

AP Details	
Host Name	AP350-0147641
AP Type	802.11n 3x3:3 - HiveAP350
Wifi0 Channel	Auto (1)
Wifi0 Power	18
Wifi1 Channel	Auto (36)
Wifi1 Power	15
<input type="button" value="Update"/> <input type="button" value="Cancel"/>	

Figura 67. Característiques PA Aerohive Online

Per últim, i tal i com es mostrarà en els apartats posteriors, l'eina permet realitzar diferents tipus de mapes (intensitat del senyal, SNR, canals i velocitat d'accés).

6.2 Planificació amb Aerohive

Una vegada realitzada l'estructura i definits els diferents materials que la componen, es pot dur a terme la planificació. Aquesta pot ser de dos tipus: manual o automàtica. En aquest treball, la primera s'utilitzarà per comparar els efectes de l'escenari en una mateixa distribució dels PA, mentre que la segona s'utilitzarà per mostrar les diferències entre els diferents escenaris.

6.2.1 Planificació automàtica

En aquest cas, l'eina permet calcular el nombre de PA necessaris segons les necessitats que hi introduïm. Així, es pot seleccionar entre quatre opcions que permeten definir la intensitat mínima del senyal que es vol obtenir:

- Velocitat d'accés bàsica (-80dBm)
- Velocitat d'accés alta (-70dBm)
- VoIP (-67dBm)
- Dispositiu de localització (-62 dBm)

En aquest cas, i per veure els resultats de les planificacions, s'ha optat per utilitzar una intensitat mínima del senyal de -70dBm. Per altra banda, cadascuna de les plantes s'ha seleccionat tenint en compte un escenari diferent (primera planta – màxima obstrucció; segona planta – magatzem; tercera planta – oficina). D'aquesta manera s'obtenen els mapes que s'adjunten a l'Annex 4: Mapes resultants planificació automàtica.

En aquest annex, es pot veure com en la primera planta, per complir els requisits d'intensitat, s'han d'instal·lar un total de 6 PA; en la segona planta 4 PA i en la tercera planta 2 PA. Així mateix, de cadascuna de les plantes es pot obtenir informació sobre la SNR, els canals i la velocitat d'accés que hi haurà en cada punt de la localització.

El que es pot observar de la planificació és que col·loca els PA en les cantonades del plànol (excepte un PA en el cas de la primera planta per complir els requisits d'intensitat mínima), el que després d'haver treballat amb diferents eines pot suposar que a les parts centrals del plànol la intensitat sigui menor i hi hagi spillage.

Si ens fixem ja en el cas de SNR, el programa permet a l'usuari seleccionar entre diferents opcions de soroll (-80, -85, -90, -95 dBm) i la diferència que volem entre senyal rebut i soroll. El propi programa, explica que la diferència mínima entre soroll i intensitat del senyal en un punt qualsevol ha de ser de 20 dB, i que el recomanable és una diferència de 25 dB. Així doncs, els mapes s'elaboren tenint en compte un soroll de -95 dBm i una diferència de 25 dB, tal i com es veu a l'Annex 4: Mapes resultants planificació automàtica.

Pel que fa als dos mapes restants (canals i velocitat d'accés), cada punt d'accés emet en un sol canal, pel que el mapa dependrà de la quantitat de PA ubicats, i s'observa que la velocitat d'accés resultant, havent triat les opcions esmentades en aquest

apartat, serà de 300 Mbps teòrics en gairebé tota la WLAN (en els punts intermedis entre PA, baixarà a 270 Mbps).

6.3 Comparació d'escenaris

En aquest cas, s'opta per dur a terme una planificació manual tenint en compte l'escenari amb una atenuació teòrica menor (oficina) i observar si els mapes resultants es modifiquen respecte aquest tenint en compte l'escenari triat (magatzem i atenuació màxima). Així doncs, s'opta per col·locar tres punts d'accés de HiveAP350 en forma de triangle i observar els mapes de cobertura, SNR i velocitat d'accés, els quals es troben a l'Annex 4: Comparació d'escenaris.

En aquest cas, s'observa que en l'escenari d'oficina s'obté una molt bona cobertura en tot el plànol (el mínim d'intensitat que s'observa és de -60 dBm) i, consegüentment, també s'obtenen uns mapes similars en quant a SNR i velocitat d'accés.

Al triar com a escenari magatzem, s'observa com es produeix una degradació en la intensitat del senyal degut a un augment de l'atenuació que comporta aquest escenari. Així, tot i que no hi ha zones sense cobertura, la intensitat mínima que es detecta és ja de -70 dBm. El que també s'observa és una disminució en la SNR i en la velocitat d'accés, la qual es troba més concentrada al voltant dels PA.

Per últim, al seleccionar l'escenari de màxima atenuació, s'observa que el senyal solament envolta els diferents punts d'accés, sense cobrir tot el plànol. El mateix passa amb la SNR i la velocitat d'accés. Per tant, s'observa com l'escenari ha afectat el senyal de cada PA, reduint-ne significativament la seva intensitat.

6.4 Conclusions eina

Entre les diferents eines que s'han utilitzat, la d'AeroHive Networks permet obtenir mapes de cobertura, SNR, canals i velocitat d'accés igual que les altres, tot i ser una versió online. Aquest fet, que es podria considerar com un desavantatge, facilita el treball de planificació en cas que no sigui possible utilitzar sempre el mateix equip de treball, ja que a més, l'eina guarda automàticament tota la planificació en els seus servidors.

Respecte l'eina en sí, està dirigida a aquells usuaris que vulguin dur a terme la WLAN utilitzant maquinari d'AeroHive, ja que és l'únic que es permet utilitzar en aquesta eina i, per tant, limita el treball de planificació. Tot i això, en el cas que s'hagi triat aquest fabricant, l'eina resulta d'utilitat per veure la previsió de la WLAN.

La utilització de la planificació automàtica i els criteris per seleccionar els diferents elements i característiques dels mapes, fan que tot i ser simple, permeti obtenir uns mapes de cobertura útils. Tot i això, s'observa que en dur a terme aquesta planificació automàtica, l'eina tendeix a ubicar els PA en els extrems. Tot i que això pot ser una bona solució en quant a reduir interferències i soroll, tal i com s'ha vist en eines anteriors, pot provocar que usuaris malintencionats puguin accedir a la WLAN mitjançant spillage. Per tant, aquest punt s'hauria de tenir en compte en dur a terme aquesta planificació.

7. WinProp

L'eina de planificació d'AWE Communications és l'última que s'analitzarà en aquest treball i és l'aplicació més tècnica de les que s'han analitzat. Sorgida de la Universitat d'Stuttgart basa la planificació de WLAN en diferents models de propagació, els quals s'expliquen al capítol 2. Així doncs, WinProp permet dur a terme planificacions amb models de propagació empírics i de Ray Tracing que comporten una ajustada planificació de les WLAN a la realitat.

WinProp realitza planificacions en 2D i 3D i, mitjançant una eina integrada a la suite com és WallMan –una eina de CAD-, permet la generació de mapes d'edificis molt acurats. A més, la importació de plànols la pot fer tant des d'un format d'imatge com d'AutoCAD. Per altra banda, permet treballar en diferents escenaris –indoor, outdoor i híbrids- en els quals es poden aplicar els diferents models considerats.

Pel que fa a les especificacions de la xarxa, permet utilitzar els estàndards 802.11a/b/g/n, així com altres que defineixi l'usuari. Per altra banda, mitjançant l'aplicació AMan, també integrada a la suite, l'usuari pot dur a terme el disseny de les antenes en 3D. Per últim, també permet dur a terme una planificació automàtica tant dels diferents punts d'accés com de les freqüències utilitzades per millorar les velocitats d'accés i disminuir les interferències, si bé solament en el cas outdoor.

7.1 Models de propagació indoor

Per dur a terme la planificació en entorns indoor, WinProp utilitza diferents models de propagació, pel que l'usuari ha de triar i configurar aquell que s'ajusti més a les necessitats i la ubicació de la WLAN.

Així, els models utilitzats es divideixen en:

- *Empírics:*

- One Slope Model
- Motley Keenan
- COST-231

- *Deterministes:*

- Standard Ray Tracing (SRT)
- Ray Tracing amb processament de dades (IRT)
- Indoor Dominant Path Model (IDP)

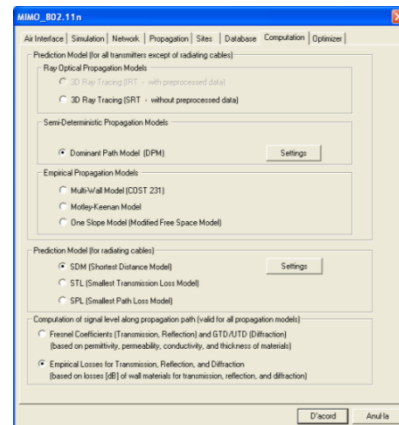


Figura 68. Models de propagació

Per altra banda, la pròpia empresa ha dut a terme estudis amb l'eina per comparar els diferents models de propagació en una mateixa ubicació amb resultats reals, seleccionant com a models de propagació: COST-231, IRT i IDP. Mitjançant aquests estudis, l'empresa proporciona informació sobre si cada model és acurat o no a la realitat i els aspectes que permeten tenir en compte. Així, tenim la següent taula comparativa:

	IDP	IRT	COST-231
Precisió	Alta	Alta	Limitada
Resultats obtinguts	- Intensitat del senyal	- Intensitat del senyal - Retards - Dispersió	- Intensitat del senyal
Trajectòries de propagació	Trajectòria dominant	Trajectòries múltiples	Trajectòria directa
Processament de dades preliminar	No necessari	Preprocés de dades de l'estructura	No necessari
Temps de predicció	Menys d'un minut	Entre 1 i varis minuts	Menys d'un minut

Com a conclusió a aquesta taula, es pot veure que tant IRT com IDP tenen una major precisió que COST-231, si bé aquest últim model és el que permet dur a terme les planificacions d'una manera més ràpida.

Per altra banda, el model més complet és l'IRT, ja que permet una precisió més alta i permet obtenir més paràmetres en la planificació. Tot i això, per poder-ho aplicar, s'ha de realitzar un processament previ de l'estructura i els materials que la componen de forma precisa.

A continuació es mostren les característiques dels diferents models de propagació que ens proporciona AWE Communications.

		Empirical Models	Dominant Path Model	3D Ray Tracing
Scenario	Rural			
	Urban			
	Indoor			
Results	Fieldstrength, Path loss, Power			
	Delay Spread			
	Angular Spread			
	LOS/NLOS			
	Channel Impulse Response			
Computation	Direct Ray			
	Reflections		included	unlimited
	Diffractions		unlimited	2
	RF. & Diffr.			
	RF. & Diffr. & Transm.			
	Multiple Propagation Paths			
Prediction Area	Channel Impulse Response			
	Large Areas			
	Medium Areas			
Accuracy	Small Areas			
	near Tx	satisfying	very high	very high *)
	far from Tx	limited	very high	medium *)
Computation time	Prediction	very short	short	short *)
	Preprocessing	none	none	medium *)

*) depending on model settings (e.g. number of interactions)

Figura 69. Característiques models propagació (Font: AWE Communications)

7.2 Configuració de l'antena i els materials

Tal i com ja s'ha comentat anteriorment, la suite permet dur a terme una personalització gairebé total tant de la configuració de l'antena dels PA com dels materials que componen l'estructura.

Pel que fa a l'antena, es fa possible configurar el guany i la directivitat de la mateixa en els plans verticals i horitzontals, pel que s'obté un model precís. A la vegada, es pot obtenir la vista de l'antena i, d'aquesta manera, visualitzar el guany i la direcció d'aquest guany de manera simple.

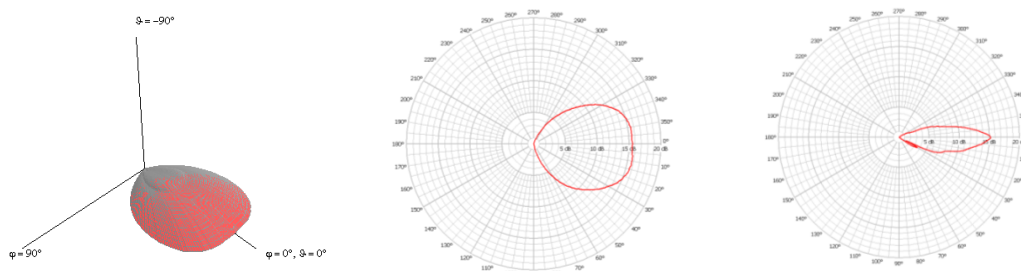


Figura 70. Vista en 3D, horitzontal i vertical

Respecte als materials, si bé en les altres eines s'ha vist que donava directament l'atenuació produïda pels mateixos, en aquest cas es poden trobar les diferents característiques que provoquen aquesta atenuació. Entre els diferents materials es poden trobar ciment, pedra, aigua, paper, fusta, plàstic, etc., i les diferents característiques de cadascun d'ells (diferents composicions, condicions en les que es troben...). Així, s'han realitzat taules amb les diferents característiques dels materials i les atenuacions que produeixen els materials per la seva conductivitat, la difracció o la reflexió del senyal. Aquesta taula resum es pot trobar directament a la web d'AWE Communications⁴.

7.3 Mapes resultants

En aquest apartat es mostraran els diferents mapes que es poden obtenir amb el programa WinProp. Una de les característiques respecte a altres eines, és que permet obtenir aquests mapes de cadascun dels PA, independentment dels altres, així com globalment de la WLAN. Per altra banda, al permetre les planificacions en 3D, també té en compte els PA dels diferents pisos per obtenir la planificació.

7.3.1 Mapa de cobertura

A l'igual que passava amb les altres eines, en aquest mapa es pot observar la intensitat del senyal en cada punt del plànol. Així mateix, en aquest cas, es pot observar aquest mapa tant en 2D com en 3D, on es pot veure aquesta informació per cada planta de l'edifici.

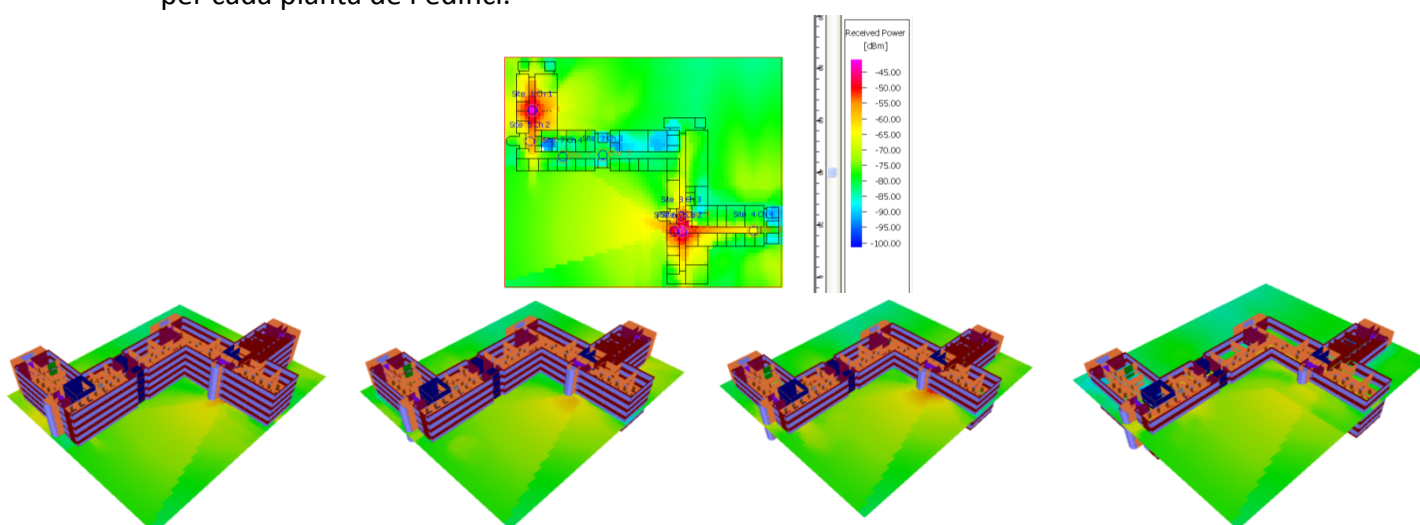


Figura 71. Vista 2D i 3D mapa cobertura WinProp

⁴ http://www.awe-communications.com/Download/DemoData/Databases_Material.zip

7.3.2 Mapa SNIR

Mitjançant aquest mapa es pot tenir informació sobre l'SNIR en cada punt del mapa. A l'igual que passa en el mapa de cobertura, en aquest cas també es pot obtenir el mapa en 2D com en 3D.

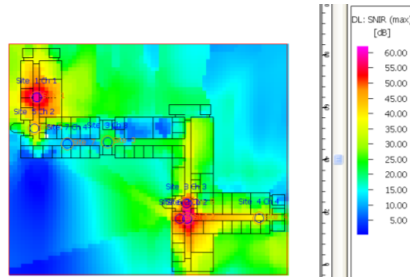


Figura 72. Vista 2D mapa SNIR WinProp

7.3.3 Mapa de velocitat d'accés

Per últim, el mapa de velocitat d'accés ens mostra la velocitat en cada punt del plànol. Tenint en compte que s'ha seleccionat el protocol 802.11g, la velocitat màxima d'accés serà de 54 Mbps, tal i com es pot veure en les figures següents.

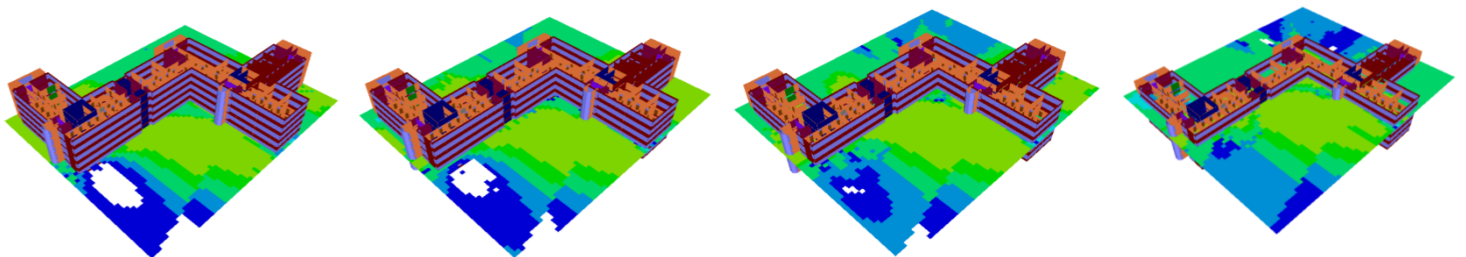
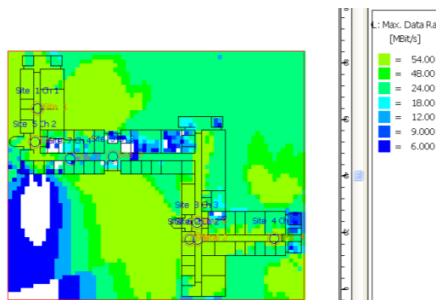


Figura 73. Vista 2D i 3D velocitat accés WinProp

7.4 Comparació models de propagació

En aquest apartat, el que es pretén és poder comparar els mapes de cobertura que s'obtenen segons els diferents models de propagació que té l'eina. Tenint en compte l'explicat a l'apartat 7.1 respecte els diferents models i la comparació que la pròpia empresa ha realitzat entre tres dels models, a continuació s'exposen els diferents mapes tenint en compte els models COST-231, Dominant Path i Ray Tracing. Segons podem extreure del propi WinProp, una comparació gràfica entre els diferents models seria la que es veu en la figura següent:

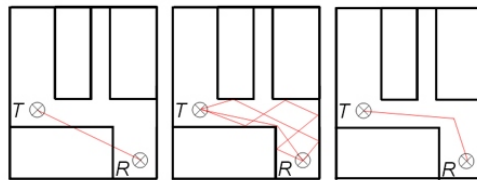


Figura 74. Comparació models WinProp (Font: AWE Communications)

En aquest punt, es veu com en el cas de COST-231, el programa solament tindrà en compte el camí directe entre el transmissor i el receptor; en el cas del Ray Tracing es consideren tots els camins que propaguen el senyal i en el cas del Dominant Path, solament es té en compte el camí dominant entre les diferents alternatives.

En el cas de COST-231, en la figura següent s'observa la cobertura que s'aconsegueix amb un punt d'accés situat a l'extrem esquerra. Tenint en compte aquest model de propagació, en el que l'atenuació és deguda a l'espai lliure i s'hi agreguen les atenuacions parcials del terra i les parets, el mapa es correspon amb aquesta teoria.

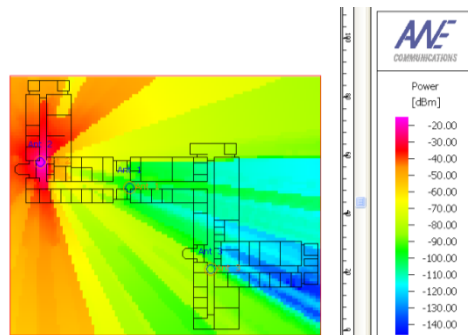


Figura 75. COST-231 WinProp

En el següent cas de model seleccionat, el Dominant Path, el càlcul del mapa de cobertura es duu a terme tenint en compte el camí predominant entre el transmissor i la resta de punts que configuren el plànol. D'aquesta manera, s'obté una aproximació molt similar a la realitat (tenint en compte la informació tècnica de WinProp, el camí dominant aporta en la majoria dels casos el 90% de la intensitat del senyal en un punt).

L'avantatge d'aquest model és que és més acurat que el COST-231 i, si bé no ofereix tanta precisió com IRT, sí que la reducció en els temps de computació i que no sigui necessari dur a terme un processament previ dels plànols, fa que sigui una alternativa a aquest model.

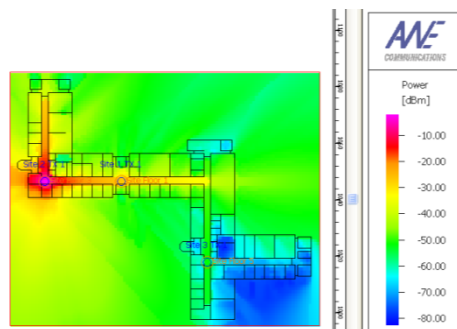


Figura 76. IDT WinProp

Per últim hi ha el model IRT, el qual és el més complet de tots. A diferència del que s'ha vist fins ara en aquesta eina i la resta, en aquest cas els elements que componen l'estructura es divideixen en segments i es vectoritzen. D'aquesta manera, es té informació detallada de cada punt del plànol (composició, reflexió i difracció) i la seva interacció amb els diferents segments. Una vegada fet això, al col·locar els punts d'accés es podran calcular els diferents camins entre dues ubicacions i la intensitat del senyal resultant. Així doncs, i fruit del processament previ de la informació del plànol i la utilització de tots els camins de propagació possibles, aquest model és el més acurat i ajustat a la realitat de tots. Per contra, és el que comporta més feina al planificar la WLAN i necessita més temps de computació. A continuació es mostra la figura amb el mapa de cobertura i es pot observar el que s'ha comentat sobre la precisió.

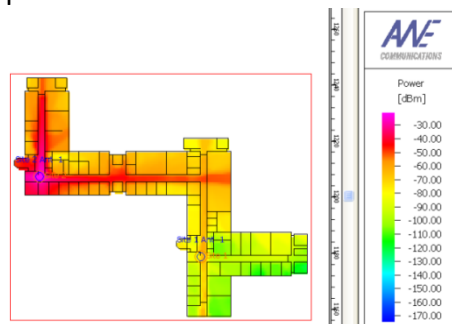


Figura 77. IRT WinProp

7.5 Conclusions eina

Aquesta última eina analitzada és la que ofereix més possibilitats en la planificació de les que s'han vist en aquest treball, sent també la més tècnica de totes. Fins aquest moment, les diferents eines analitzades oferien diferents escenaris en els que es podia desenvolupar la planificació (oficina, magatzem, tenda...) i, segons les característiques del plànol, s'ajustava l'escenari a les necessitats de l'usuari. Amb això, s'aconsegueix obtenir planificacions ajustades al cas que es vol desenvolupar i, per tant, es tenia una planificació acurada de la WLAN.

Mitjançant la utilització de la WLAN, i degut a que està desenvolupada des d'un punt de vista acadèmic, es pot dur a terme una planificació de la WLAN tenint en compte els diferents models de propagació que es coneixen, entenent els avantatges i desavantatges de cadascun d'ells.

Així, juntament amb el fet de poder desenvolupar una planificació en 2D o 3D, de poder importar plànols en .png o .dwg i de configurar la WLAN segons les necessitats, es pot decidir el grau de precisió que es vol obtenir segons el temps de que es disposi. D'aquesta manera, utilitzant el model COST-231 el planificador pot tenir una idea d'on col·locar els PA segons les característiques que cerqui i, amb els models IDT i IRT, pot obtenir una planificació molt ajustada i, per tant, de molta qualitat. A més, a través de l'accés que dona AWE Communications a la seva pàgina web, es pot accedir a estudis reals en els que s'ha planificat la xarxa WLAN i, posteriorment, s'han realitzat mesures reals per comparar la intensitat del senyal amb la planificada. D'aquesta manera, la persona que planifica pot observar les desviacions que es produeixen entre la planificació teòrica i la real.

8. Comparació i elecció de les eines de planificació

Una vegada s'han analitzat individualment les diferents eines de planificació, es fa necessari dur a terme una comparació de les diferents prestacions que ens ofereixen per tal de poder decidir entre realitzar una planificació manual o mitjançant una eina, i quina eina de planificació escollir.

Respecte al primer punt (manual – eina), tal i com es veu en el capítol posterior, la utilització d'eines informàtiques facilita el treball a l'usuari, doncs li permet un estalvi de temps en el moment de realitzar aquesta planificació i també un estalvi econòmic, el que suposa poder dur a terme el disseny de la WLAN amb un menor cost.

Pel que fa a l'eina de planificació a escollir, la decisió de l'usuari es pot basar tant en criteris objectius com subjectius. El que es pretén en aquest treball és, una vegada utilitzades les eines, comparar-les des d'aquests dos punts de vista.

Des del punt de vista objectiu, les eines tenen unes característiques molt determinades que faciliten dur a terme la seva comparació mitjançant una taula on es reflecteixen aquestes funcionalitats. Així doncs, es pot elaborar la següent taula:

	SpectraGuard	RF3D	AirMagnet	Aerohive	WinProp
Format importació	Imatge AutoCAD	Imatge	Imatge AutoCAD	Imatge	Imatge AutoCAD
Mapes resultants	7	5	1 (integrat)	4	3
Escenaris / models	6 escenaris	3 escenaris	3 escenaris	3 escenaris	6 mod. prop.
Configuració PA	Sí	Sí	Sí	No	Sí
Configuració antena	Sí (2D)	Sí (3D)	Sí (3D)	No	Sí (3D)
Protocols acceptats	802.11a/b/g/n	802.11a/b/g/n	802.11a/b/g/n	802.11a/b/g/n	802.11a/b/g/n
Configuració canals i freqüència	Sí (2.4/5 GHz)	Sí (2.4/5 GHz)	Sí (2.4/5 GHz)	Sí (2.4/5 GHz)	Sí (2.4/5 GHz)
PA de diferents marques	Sí	Sí	Sí	No	No
2D/3D	2D	3D	3D	3D (parcial)	3D
Planificador automàtic	Sí	No	Sí	Sí	Sí (outdoor)

Tal i com es veu en aquesta taula, es té que totes les eines excepte WinProp estan enfocades a dur a terme la planificació des d'un punt de vista basat en escenaris, pel que no es fa necessari que l'usuari tingui un coneixement avançat de telecomunicacions. Aquest fet no significa que unes eines siguin millors que l'altra, sinó que en el moment de dur a terme la planificació ens trobarem amb una casuística diferent.

En les aplicacions basades en escenaris, l'usuari pot arribar a configurar les característiques de la WLAN des d'un punt de vista informàtic. Per la seva banda, WinProp és una eina que requereix de coneixements sobre els diferents models de propagació existents, els punts d'accés i les diferències que ens podem trobar en el resultat d'una planificació tenint en compte el model escollit.

Dins les diferents eines analitzades, s'observa com n'hi ha tres que destaquen sobre la resta en quant a les seves característiques tècniques: SpectraGuard Planner, RF3D Planner i WinProp. Observant aquestes característiques, veiem com permeten el modelatge de diferents escenaris (models) i un ampli conjunt de materials, així com l'elecció de diferents punts d'accés i configuracions de les antenes.

Pel que fa a SpectraGuard Planner, cal considerar que és una eina que permet una àmplia selecció d'escenaris (tot i que en els resultats s'observen moltes similituds entre ells), de materials i característiques de l'entorn, podent l'usuari optar per una planificació automàtica (de cobertura o de capacitat) que facilita el treball de planificació i el substitueix per una supervisió de la planificació realitzada per l'eina. Tot i així, el fet de no disposar de la planificació en 3D fa que aquesta eina sigui realment aconsellable en aquells casos en els que no s'han de planificar diverses plantes a la vegada.

Respecte RF3D Planner, té en la utilització del 3D i la configuració de l'antena els principals avantatges respecte SpectraGuard. Tot i això, el fet de no disposar d'una planificació automàtica com té SpectraGuard, fa que l'usuari hagi de realitzar el disseny sense saber les característiques resultants de la WLAN planificada i, per tant, aquesta planificació sigui més laboriosa i inexacta.

Per últim, tenim que WinProp és una eina molt potent per dur a terme les planificacions en 2D i 3D, que tot i que no s'ha pogut realitzar en aquest treball, consta d'una planificació automàtica per outdoor i es basa en un fort estudi tècnic i pràctic dels models de propagació presentats en el treball. A més, permet la creació i modelatge dels diferents materials, plànols i antenes mitjançant eines independents relacionades amb WinProp que li confereixen un alt grau d'adaptabilitat.

Així doncs, en el cas que es vulgui dur a terme una planificació amb un alt grau de coneixement de la propagació del senyal i dels diferents factors que hi intervenen al dur a terme una WLAN, s'escolliria com a eina de planificació WinProp. Tot i això, si l'usuari necessita dur a terme aquesta planificació solament tenint en compte els escenaris i obtenint també mapes detallats, les altres dues eines són unes opcions vàlides i potents.

La recomanació que es faria seria que en el cas que no es tinguin coneixements avançats de configuració d'una WLAN i la planificació sigui en 2D, es pot escollir SpectraGuard. En el cas que l'usuari tingui experiència prèvia en planificació i aquesta sigui tant en 2D com en 3D es recomana la utilització de RF3D Planner com a eina de planificació.

9. Estudi econòmic eines

Fins aquest capítol, s'ha dut a terme un estudi tècnic de diferents eines de planificació i la seva posterior comparació per tal de que l'usuari pugui decidir entre diferents possibilitats.

Tanmateix, i tal i com ja es comentava a l'apartat 1.3, el primer que s'ha de justificar per tal d'utilitzar les eines de planificació és el seu cost econòmic i temporal respecte una planificació manual. Per tant, es fa necessari dur a terme una comparació i una valoració econòmica d'ambdues alternatives.

9.1 Planificació manual d'una WLAN

Per dur a terme la planificació manual, suposarem que es vol instal·lar una WLAN utilitzant el protocol 802.11g (54 Mbps), que degut a les aplicacions que s'utilitzaran es necessita una sensibilitat mínima de -65 dB, que el model de propagació que s'utilitza és el COST-231 de segon ordre (és el cas més simple possible –sense tenir en compte cap efecte de reflexió, difracció,...-), que la potència transmesa és de 20 dBm i l'antena és omnidireccional amb un guany de 5 dB. El fet de seleccionar una antena omnidireccional facilitarà la feina ja que permet situar el PA en la part central d'una ubicació i obtenir una propagació, més o menys, uniforme.

En aquest cas, es vol obtenir un mapa de cobertura igual que s'ha fet amb les eines de planificació, pel que sobre el plànol, s'hauran d'anar ubicant els diferents Punts d'Accés i calcular, manualment, la intensitat del senyal a intervals espacials regulars.

Així doncs, i fruit de l'experiència del planificador, en el següent mapa s'ha optat per posar 4 PA i calcular la intensitat del senyal d'alguns vectors (en el cas del treball, s'ha seleccionat aquesta ubicació fruit dels estudis realitzats anteriorment). El càlcul de la potència del senyal en el punt final de cada ubicació s'adjunta a continuació.

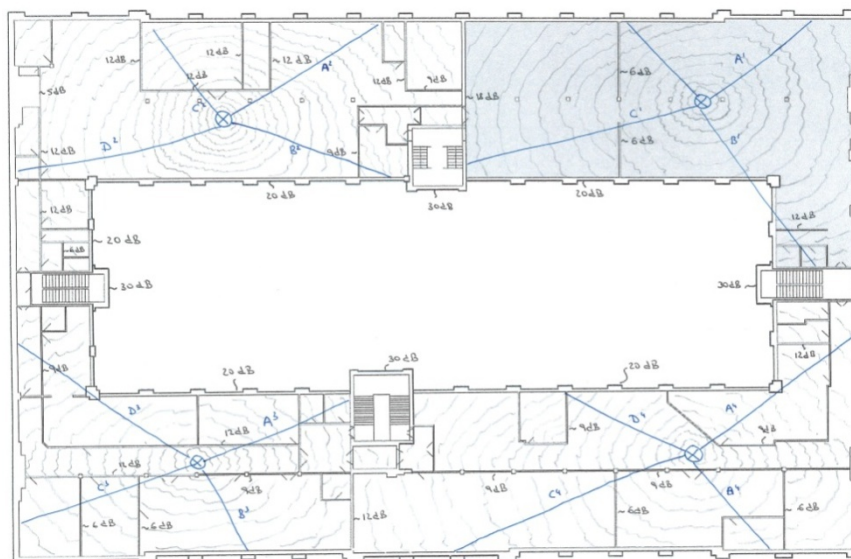


Figura 78. Càlcul manual intensitat senyal

	Distància màx.	Atenuació obstacles	Intensitat senyal
A1	20m	0 dB	-41,1 dBm
B1	30m	58 dB	-102,6 dBm
C1	35m	6 dB	-51,9 dBm
A2	30m	0 dB	-44,6 dBm
B2	30m	9 dB	-53,6 dBm
C2	20m	12 dB	-53,1 dBm
D2	30m	12 dB	-56,6 dBm
A3	25m	30 dB	-73,0 dBm
B3	20m	9 dB	-50,1 dBm
C3	25m	24 dB	-67,0 dBm
D3	35m	41 dB	-86,9 dBm
A4	30m	38 dB	-82,6 dBm
B4	20m	15 dB	-56,1 dBm
C4	35m	15 dB	-60,9 dBm
D4	20m	0 dB	-41,1 dBm

En aquest cas, s'observa com en el cas de B1, A3, C3, D3 i A4, no es té la intensitat mínima per a les necessitats establertes, el que comporta que s'hauria de realitzar de nou el procés de planificació de la WLAN seleccionant diferents ubicacions i/o més punts d'accés.

Així doncs, s'observa que en el cas de fer-ho manualment, a banda del temps que l'usuari dedica a dur a terme els diferents càlculs, a l'haver optat per assaig i error significa que, com passa en el cas exposat, s'hagi de repetir de nou la planificació en els punts on la WLAN s'espera que no compleixi els requisits establerts.

En aquest cas, després de dur a terme de nou la planificació, s'arriba a la conclusió que es pot optar per posar 5 punts d'accés i reubicar els PA per obtenir la intensitat necessària del senyal.

Si quantifiquem temporalment i econòmicament aquesta planificació, ens trobem que:

- Temps dedicat a l'estudi del plànol i l'estructura: 5 hores.
- Senyalització dels diferents materials i l'atenuació corresponent: 4 hores.
- Ubicació i càlcul de l'atenuació dels diferents punts d'accés: 4h PA x 4 = 16 hores.
- Refer la planificació errònia i calcular de nou les atenuacions: 4h PA x 5 = 20 hores.
- Temps total dedicació planificació: 45 hores.
- Cost econòmic de la planificació: 45 hores x 20 €/hora = 900 euros.

9.2 Planificació mitjançant una eina de planificació

En aquest cas, ja s'ha vist en els capítols d'anàlisi de les eines, com es pot desenvolupar la planificació de la WLAN. Així, agafant com a referència la Figura 37, s'observa com són necessaris 4 punts d'accés per complir els requisits que ens marquen les condicions inicials.

Suposant el mateix procediment que en el cas anterior, inicialment s'opta per col·locar 4 punts d'accés per, posteriorment, seleccionar-ne 5 igual que s'ha fet abans. Tanmateix, i a diferència del que passava en el cas manual, el programa reconfigura els punts d'accés i la potència transmesa pel que el mapa de cobertura es recalcula automàticament i no s'ha de refer de nou.

Per tant, en el cas d'utilitzar una eina de planificació, la quantificació temporal i econòmica seria la següent:

- Temps dedicat a l'estudi del plànol i l'estructura: 5 hores.
- Senyalització dels diferents materials i l'atenuació corresponent: 8 hores.
- Ubicació i càlcul de l'atenuació dels diferents punts d'accés: 6 hores.
- Refer la planificació errònia i calcular de nou les atenuacions: 2 hores.
- Temps total dedicació planificació: 21 hores.
- Cost econòmic de la planificació: 21 hores x 20 €/hora = 420 euros.

En aquest cas, no s'ha comptabilitzat el cost econòmic de l'eina utilitzada, entenent que l'usuari que duu a terme la planificació d'una WLAN ha de disposar ja d'aquesta eina. En cas que fos la primera vegada que dugués a terme una planificació, s'hi hauria d'incloure el cost d'adquirir aquesta eina menys les amortitzacions pertinents, motiu pel que s'ha optat per no incloure aquest concepte en l'estudi econòmic.

9.3 Conclusions de la comparació econòmica

Tal i com es pot observar en els costos econòmics i temporals, s'observa com la utilització de les eines permet a l'usuari un estalvi molt important de temps (de 81 hores a 21 hores) i econòmic (900 euros a 420 euros).

Així doncs, a banda de la facilitat en poder obtenir planificacions ajustades i diferents mapes resultants (s'ha de tenir en compte que solament s'ha realitzat la comparació en la intensitat del senyal, però es podria haver fet també per al SNR, interferències...), les eines de planificació permeten obtenir uns resultats de manera més ràpida, àgil i econòmica, pel que són una bona alternativa a les planificacions que es duen manualment.

Per últim, s'ha d'indicar que en ambdós casos es farà necessari comprovar la cobertura in situ (mitjançant programari de site survey). Aquest pas és indispensable per corroborar els resultats i, per tant, no s'inclou en el cost econòmic comparatiu. També s'ha de tenir en compte que en el cas que ambdues planificacions donessin error, el cost econòmic i temporal per dur a terme les modificacions, tal i com s'ha vist, és sensiblement inferior en el cas d'utilització de programari respecte el manual.

10. Conclusions

Com a resultat del treball que s'ha desenvolupat en aquest TFC, s'ha pogut comparar la planificació –manual o mitjançant eines de planificació- d'una xarxa WLAN així com estudiar les diferents alternatives que les empreses ofereixen amb les seves respectives aplicacions.

Així, entre un desenvolupament manual o amb eines de planificació, s'ha vist que la segona opció permet un estalvi tant temporal com de costos, pel que és l'opció recomanada per tal de dur a terme una bona planificació.

Per la seva banda, mitjançant l'estudi d'algunes de les eines més importants que s'han pogut trobar, s'ha observat com existeixen diferents alternatives que satisfan els requisits de l'usuari. Tot i això, entre les diferents eines tractades, s'ha arribat a la conclusió que per les característiques tècniques que ens ofereixen i els reports que es poden extreure, hi ha tres alternatives: SpectraGuard Planner, RF3D i WinProp.

Cadascuna d'aquestes eines té unes característiques que la fan adequada a una situació concreta, pel que l'usuari pot optar entre qualsevol de les alternatives segons la finalitat de la planificació.

11. Bibliografia

11.1 Llibres i materials consultats

- [1] **Goldsmith, Andrea:** Wireless Communications; Cambridge Univ. Press – 2005
- [2] **Satué Villar, Antonio:** Sistemes telemàtics – Mòdul UOC - 2007
- [3] **Varis autors:** Antenes; Edicions UPC – 2002

11.2 Articles i manuals

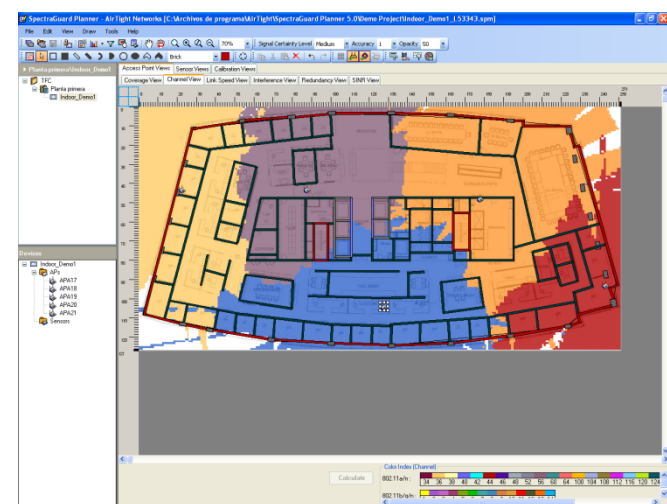
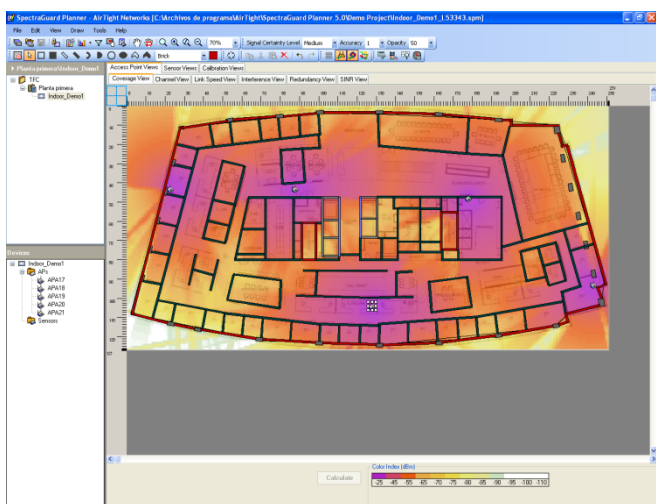
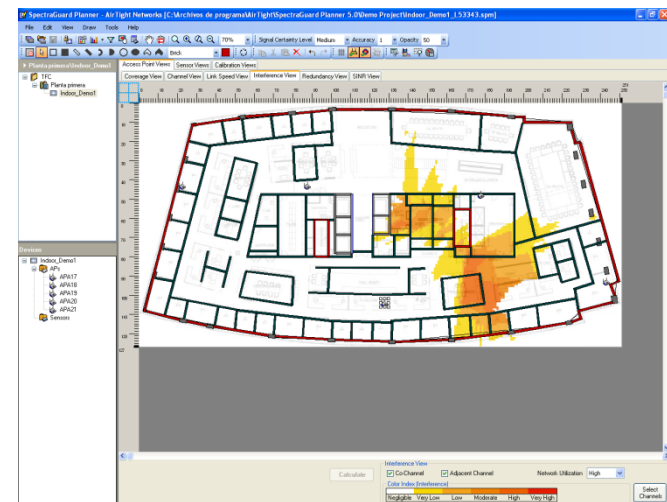
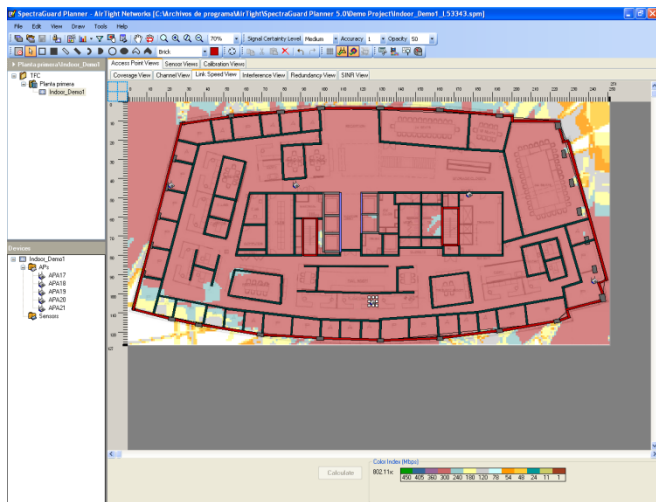
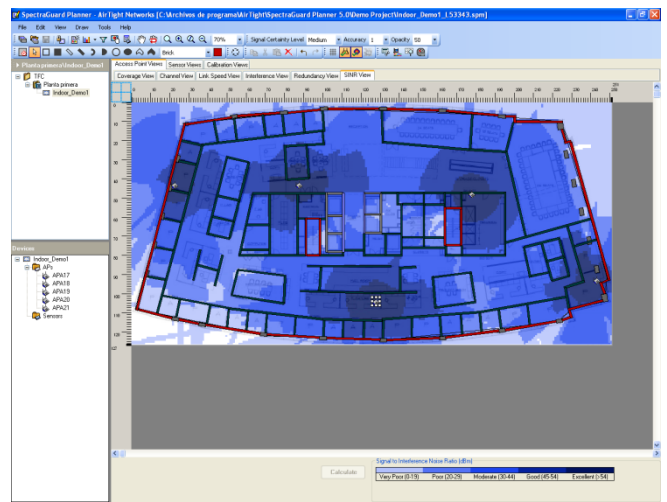
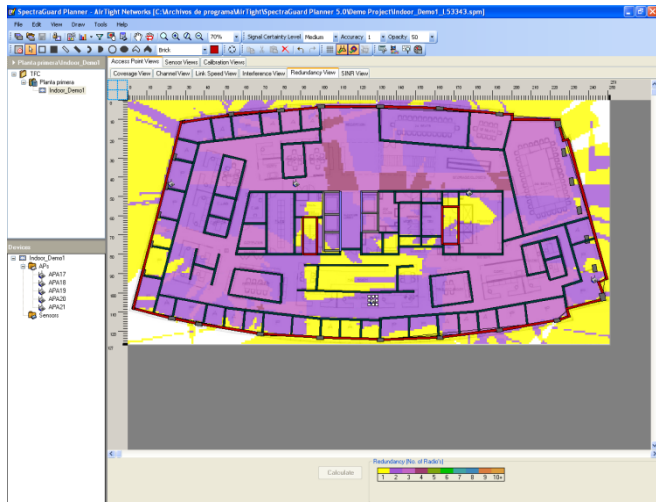
- SpectraGuard Planner user guide
- W-LAN Planning Brochure (WinProp)
- Indoor Prediction Models Comparison (WinProp)
- Indoor Scenarios (WinProp)
- Aerohive online user guide
- RF3D WifiPlanner 2 manual

11.3 Recursos web

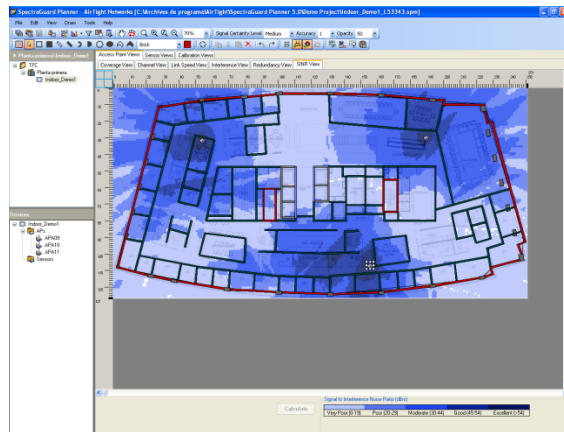
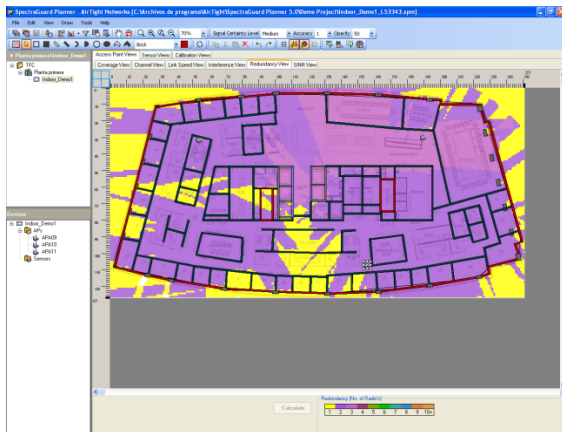
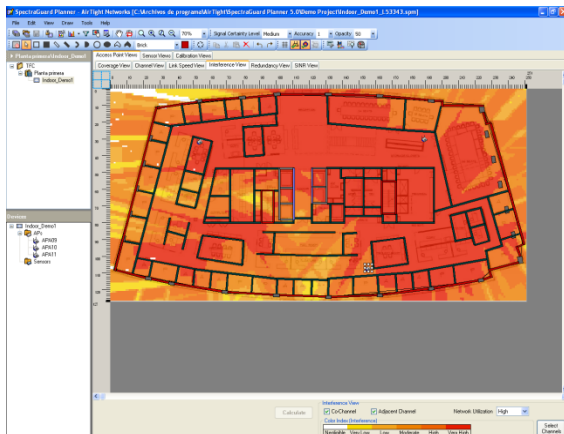
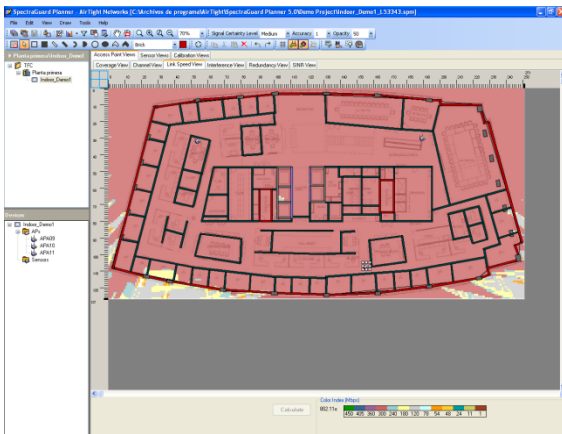
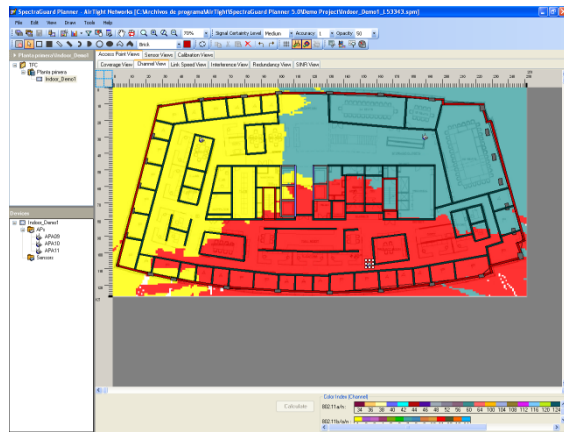
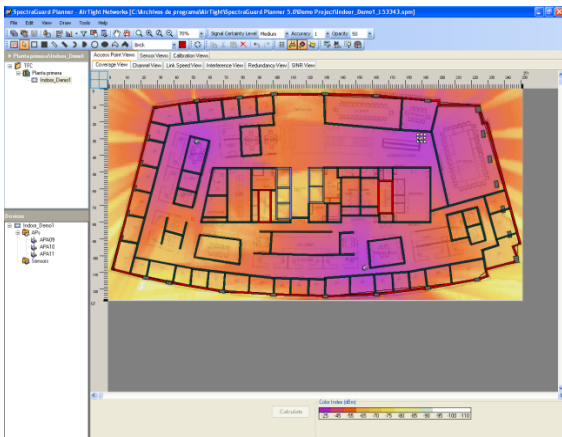
- <http://www.stanford.edu/class/ee359/lectures.html>
Pàgina web d'Andrea Goldsmith a la Universitat d'Stanford
- <http://www.aerohive.com>
Pàgina web de l'empresa AeroHive Networks, Inc.
- <http://www.airtightnetworks.com>
Pàgina web d'AirTight Networks, Inc.
- <http://www.awe-communications.com>
Pàgina web d'Awe Communications
- <http://www.flukenetworks.com>
Pàgina web de Fluke Corporation
- <http://emea.psiberdata.com>
Pàgina web de Psiber Data, Ltd.

Annex 1. Mapes SpectraGuard

1. Resultats planificació de cobertura

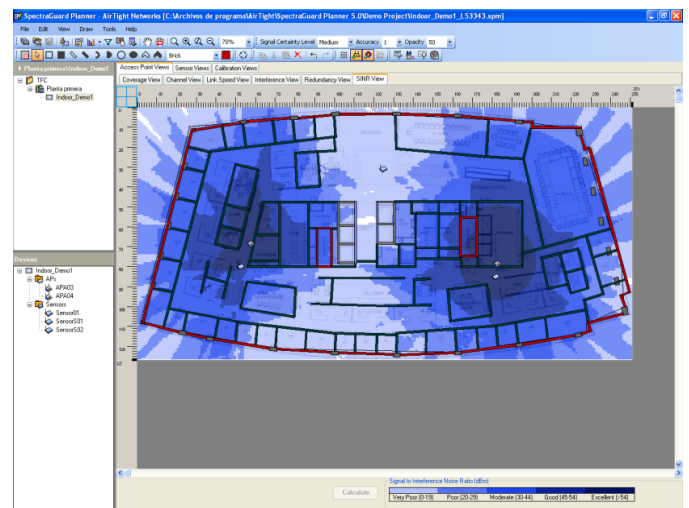
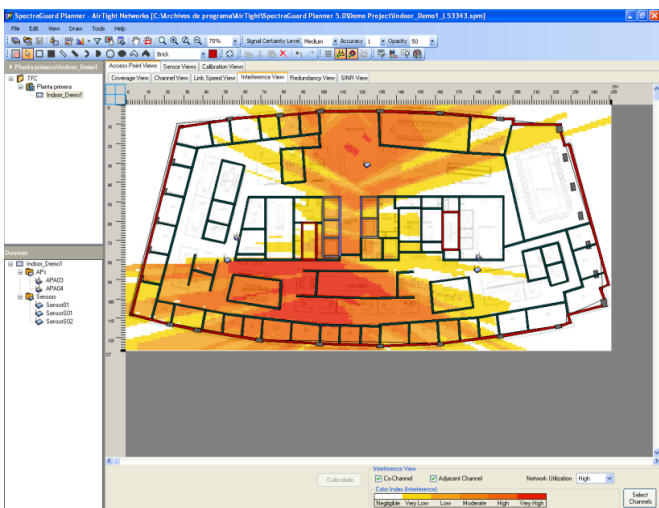
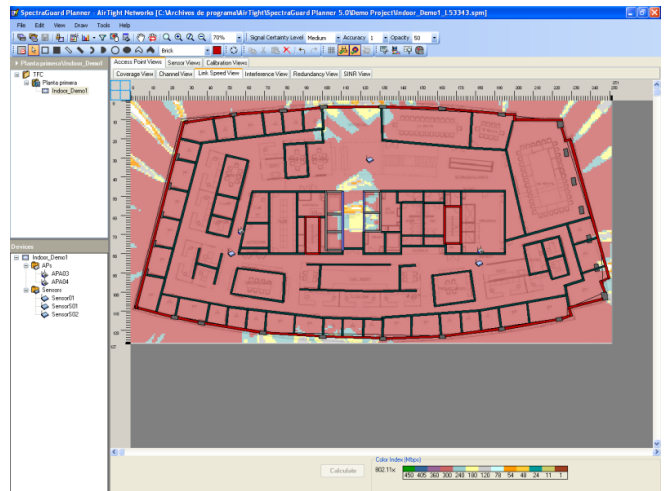
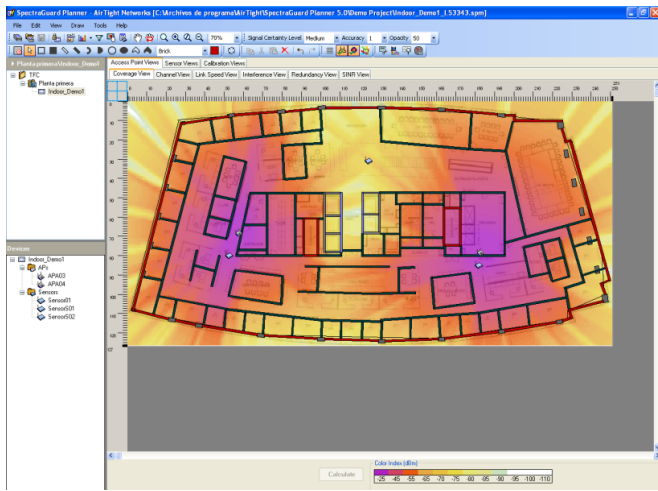


2. Resultats planificació de capacitat

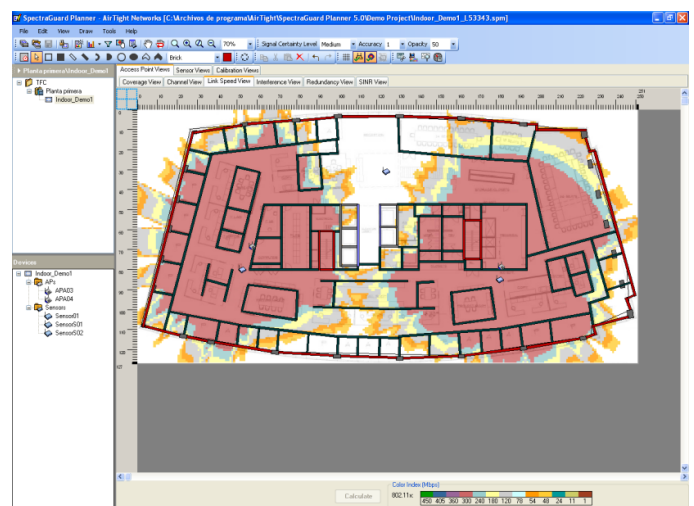
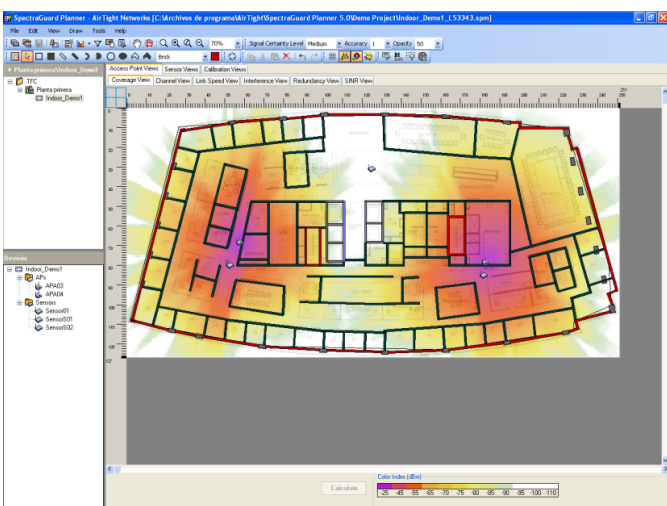


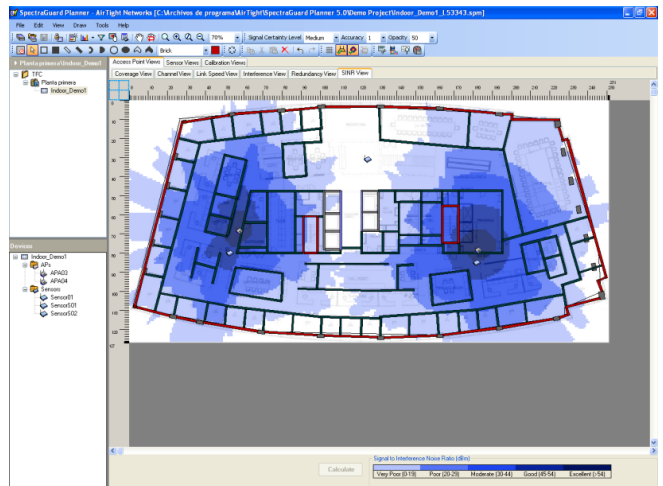
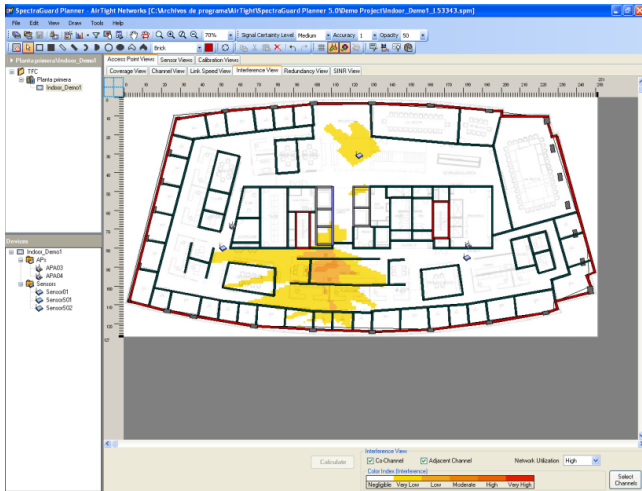
3. Comparació d'escenaris

3.1 Escenari per defecte

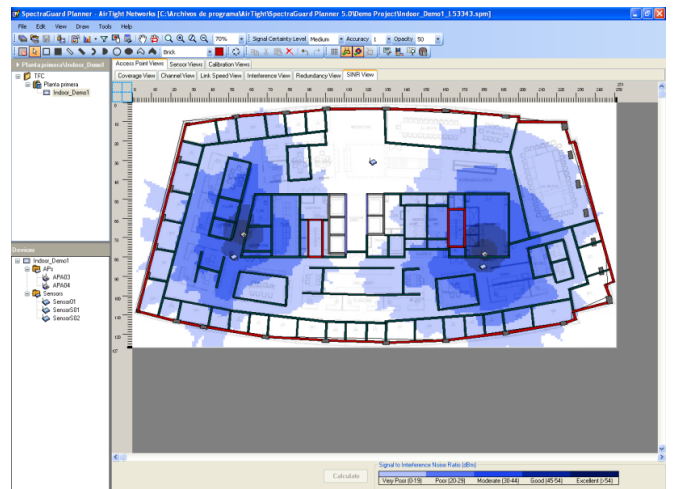
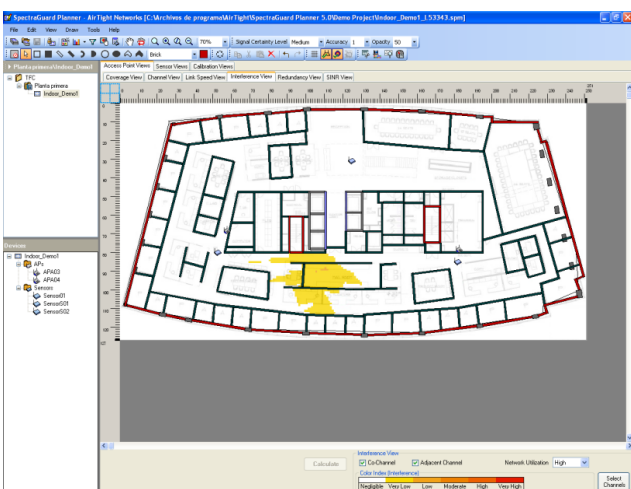
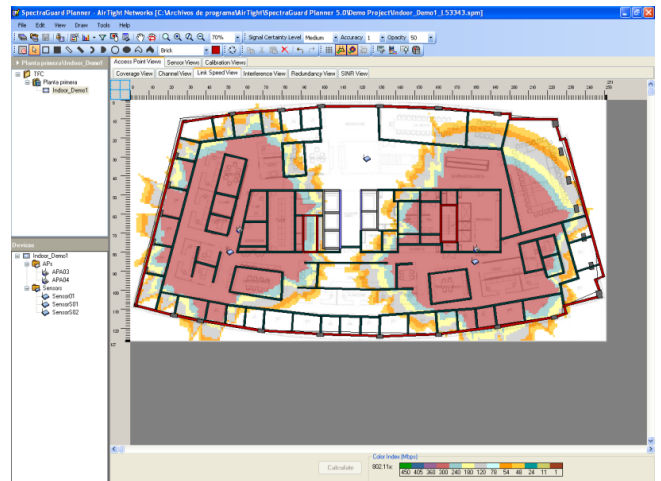
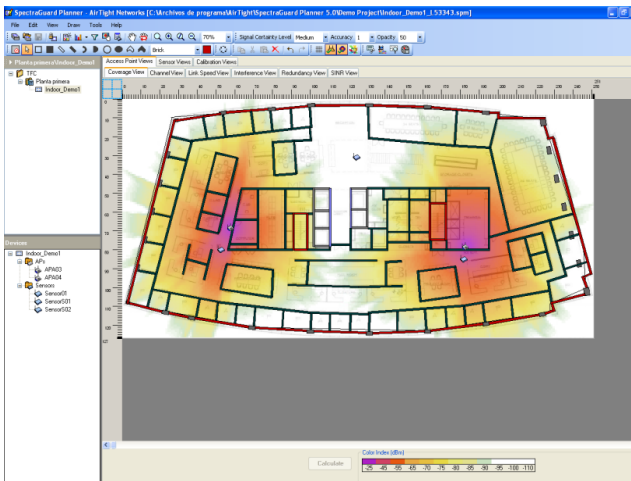


3.2 Oficina

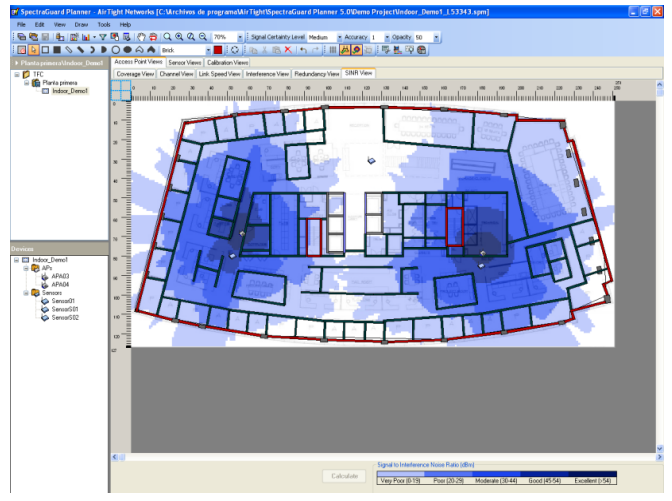
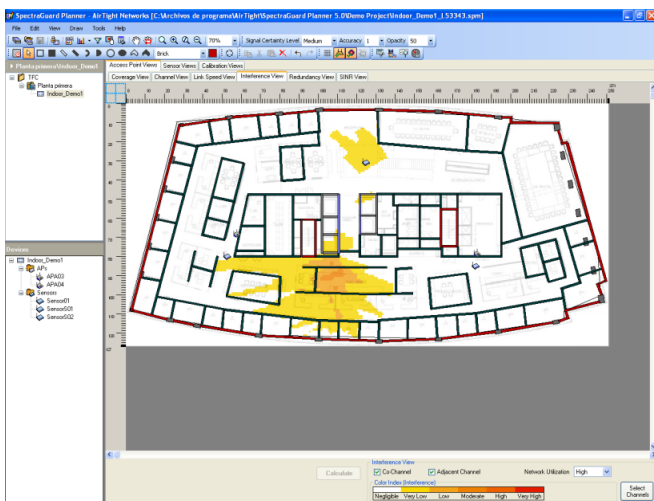
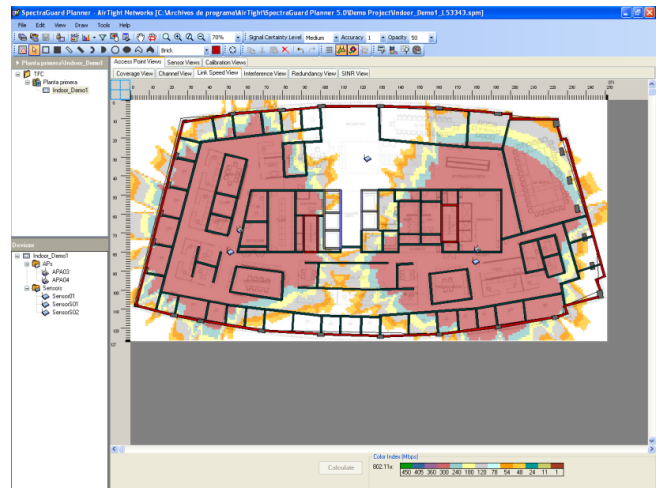
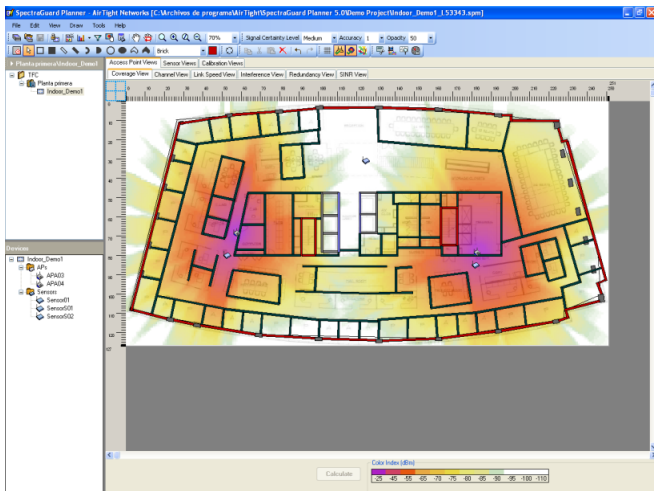




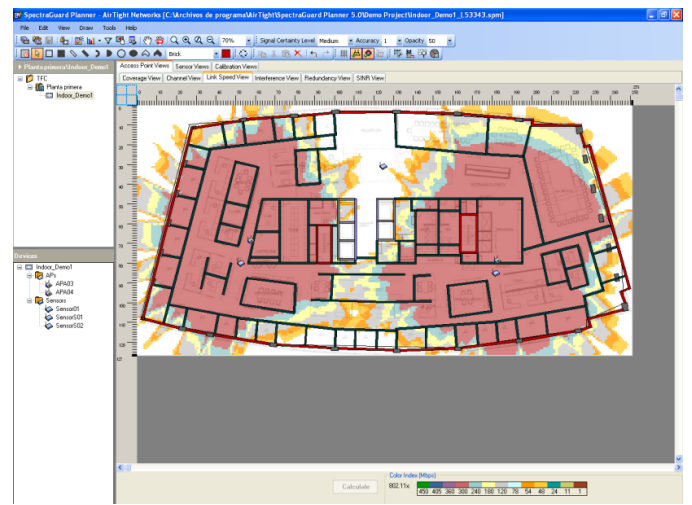
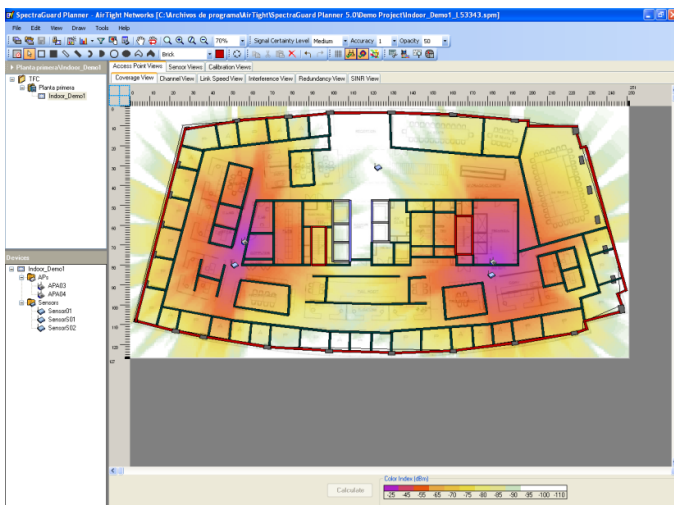
3.3 Planta industrial

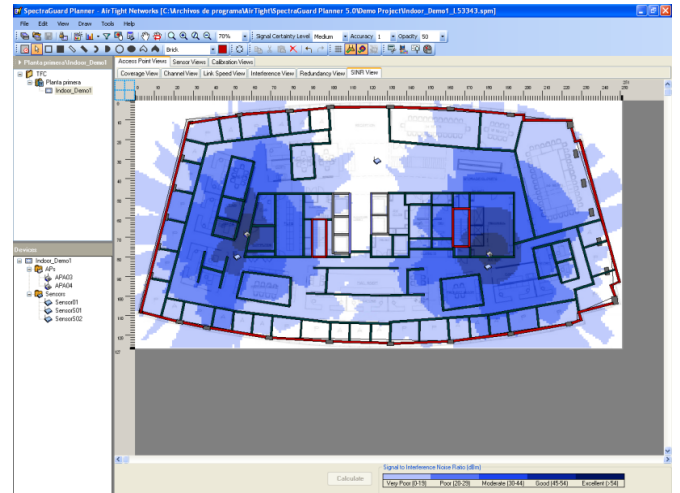
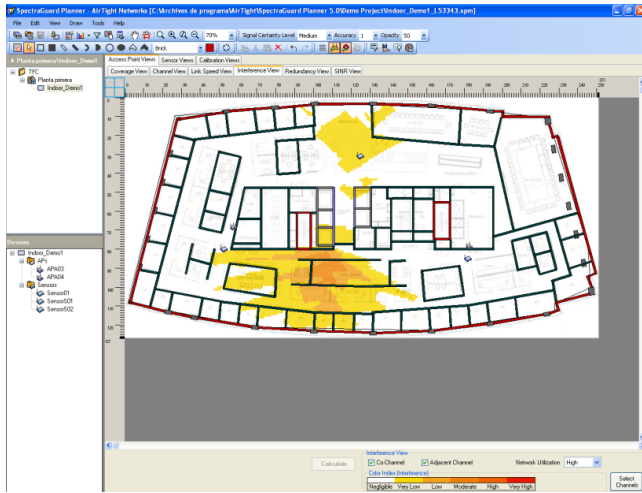


3.4 Magatzem

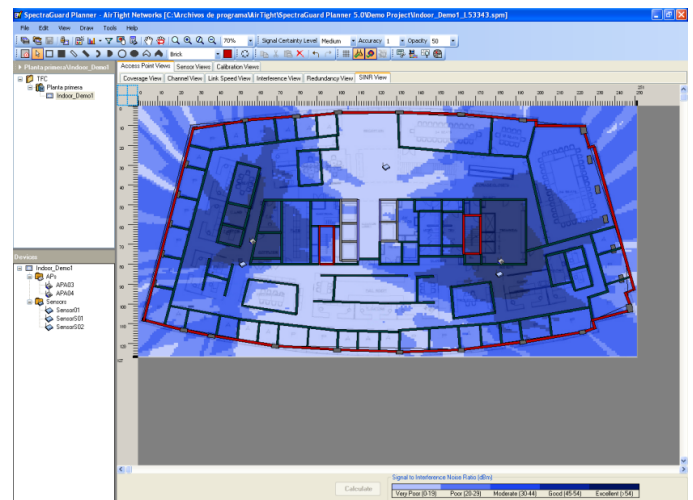
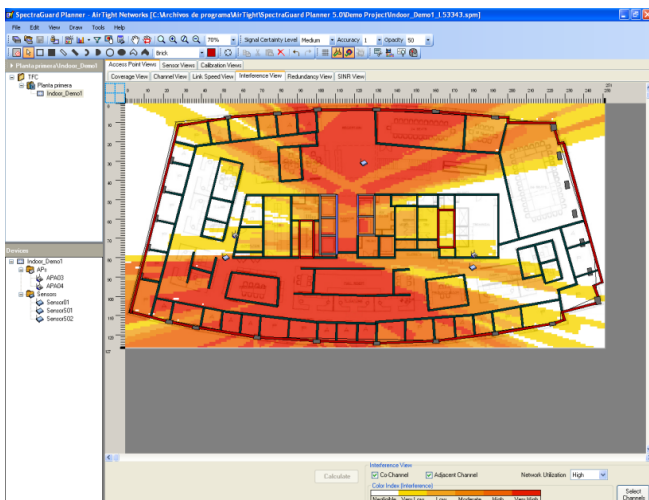
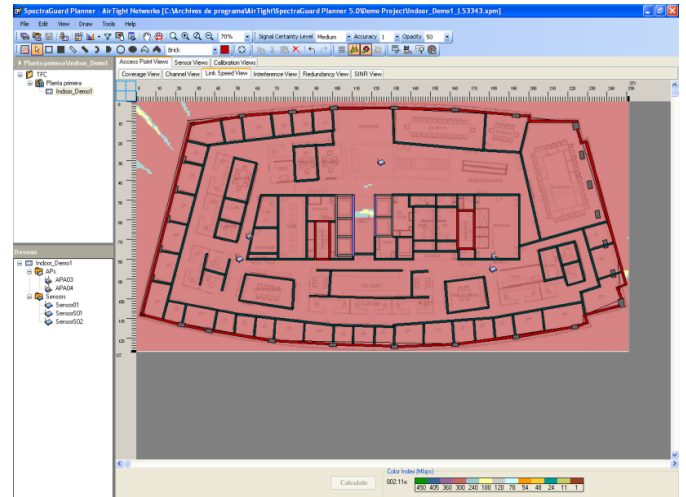
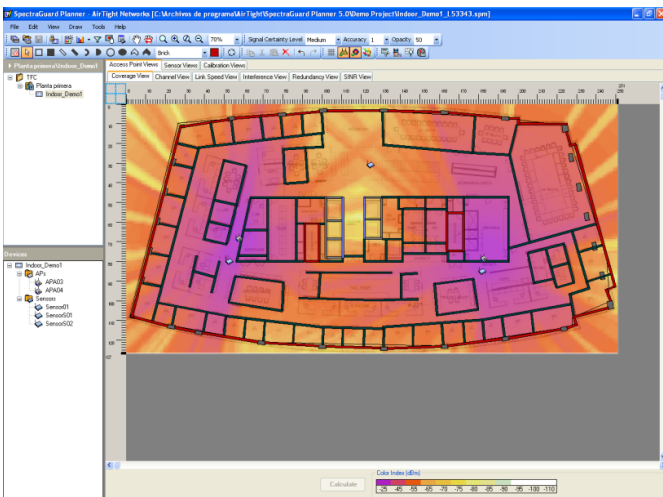


3.5 Tenda



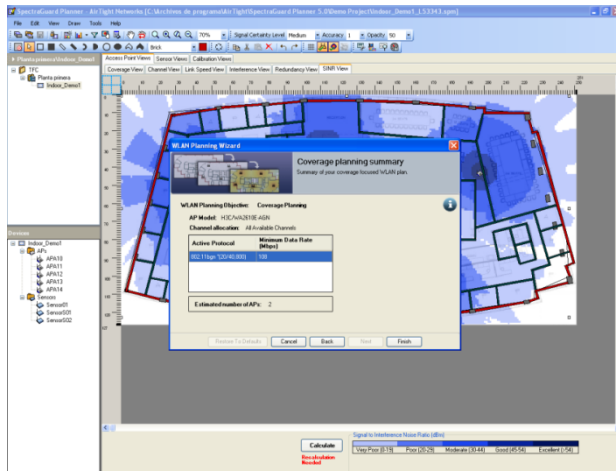


3.6 Espai lliure

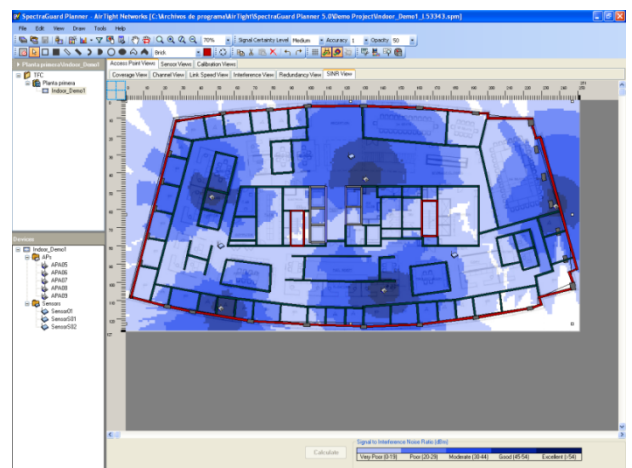
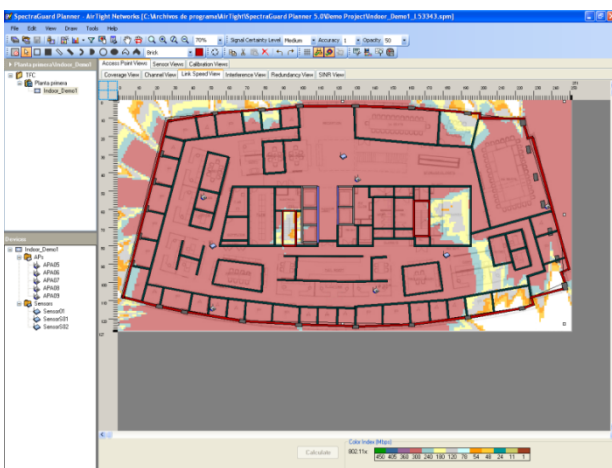
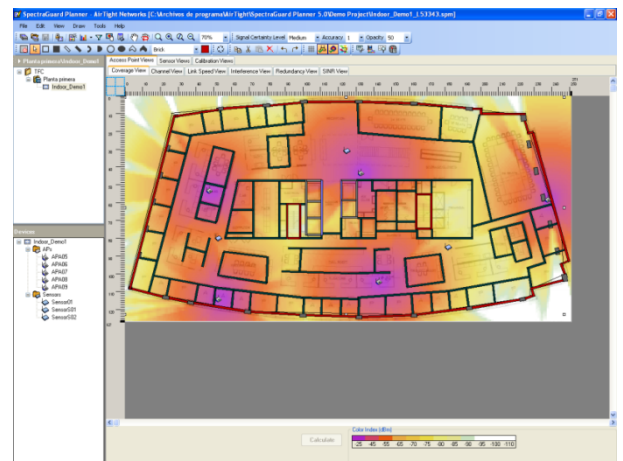
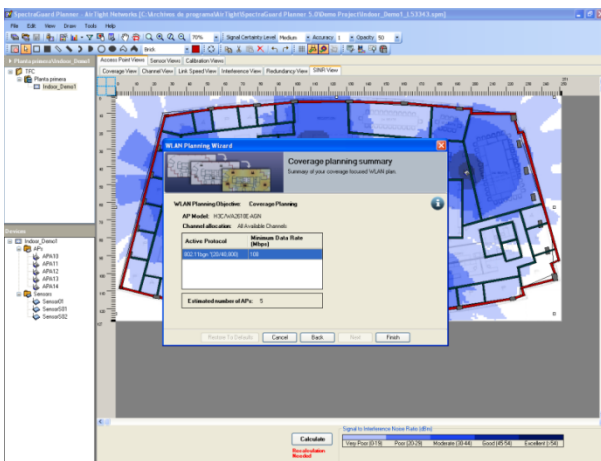


4. Comparació WLAN Planning Tool segons l'escenari

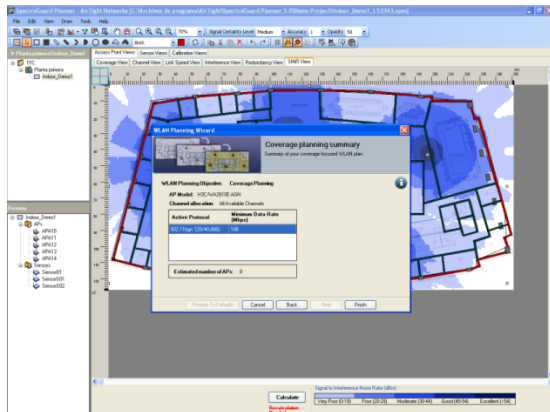
4.1 Escenari per defecte



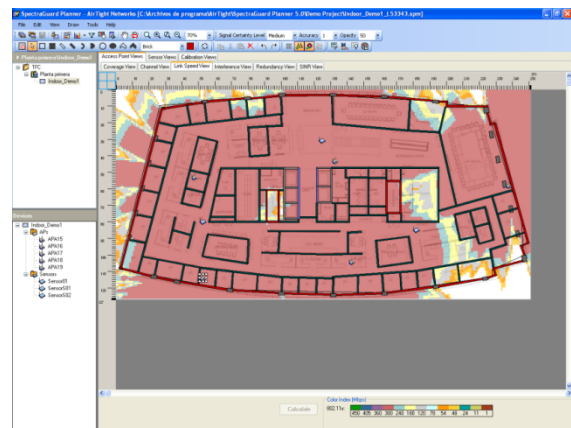
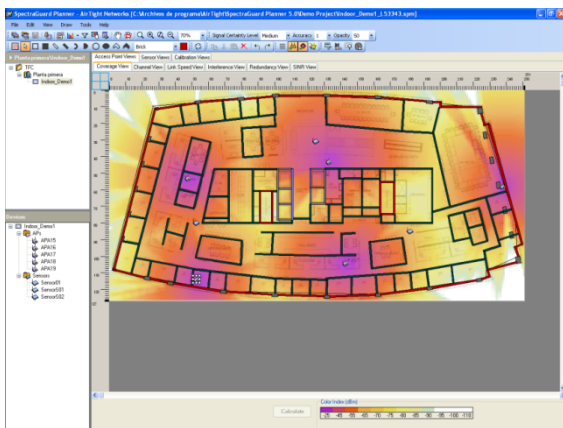
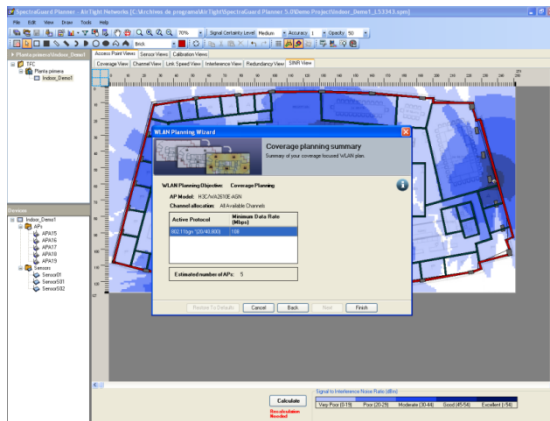
4.2 Oficina

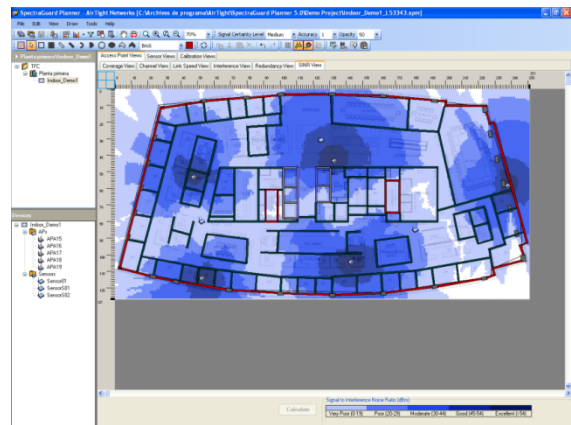
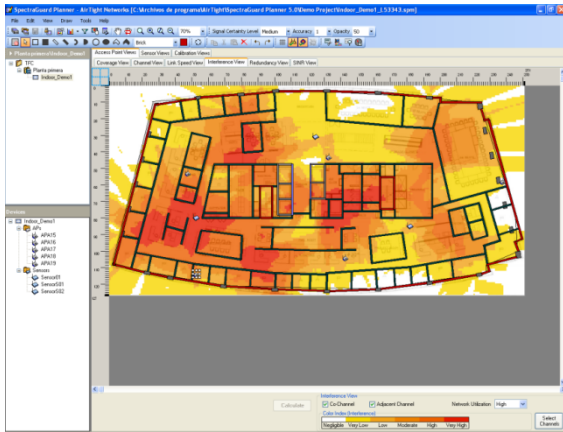


4.3 Planta industrial

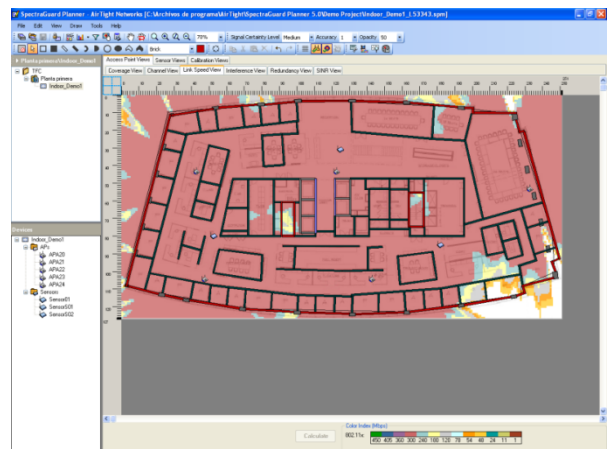
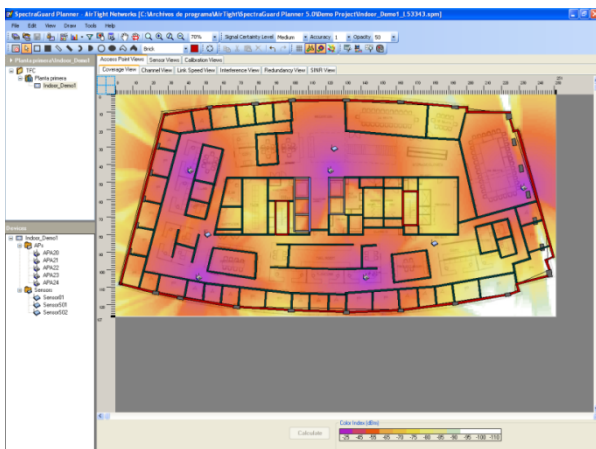
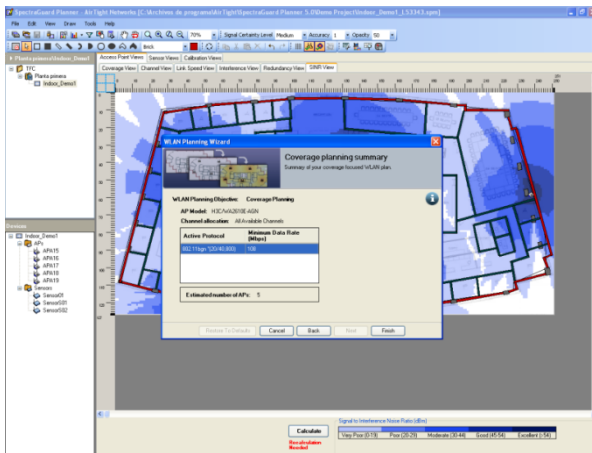


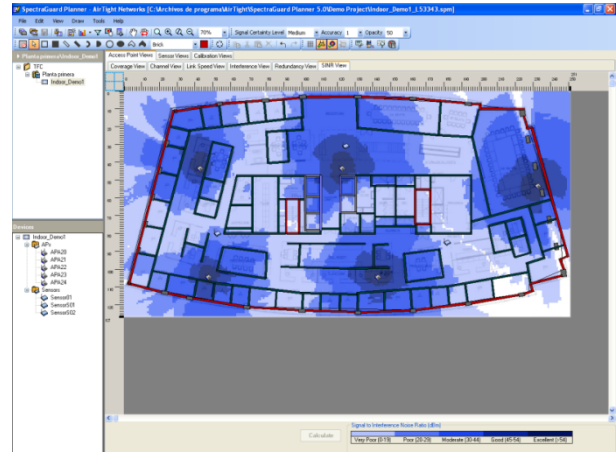
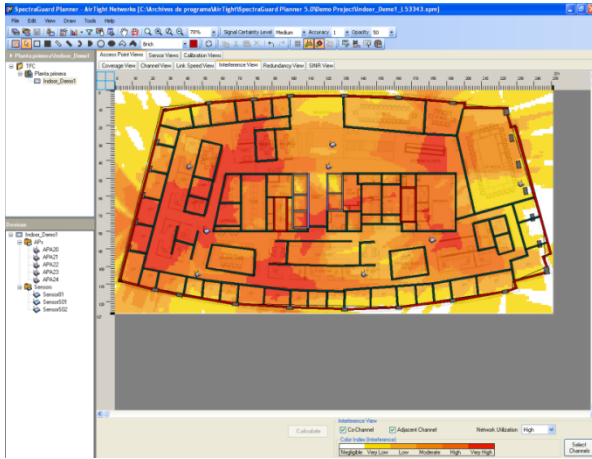
4.4 Magatzem



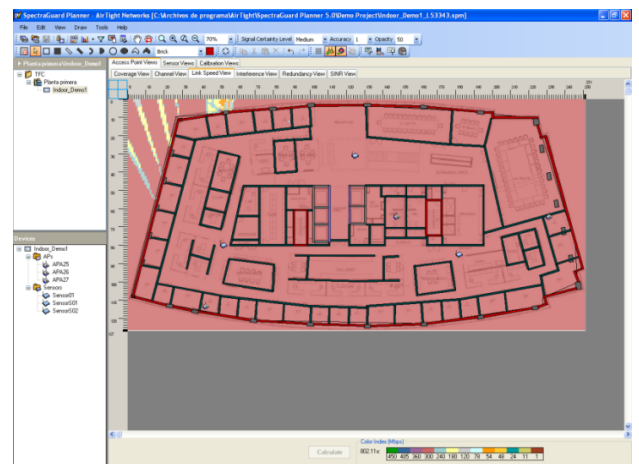
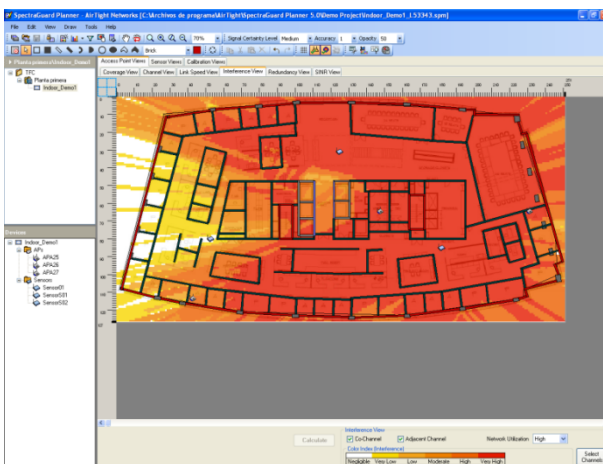
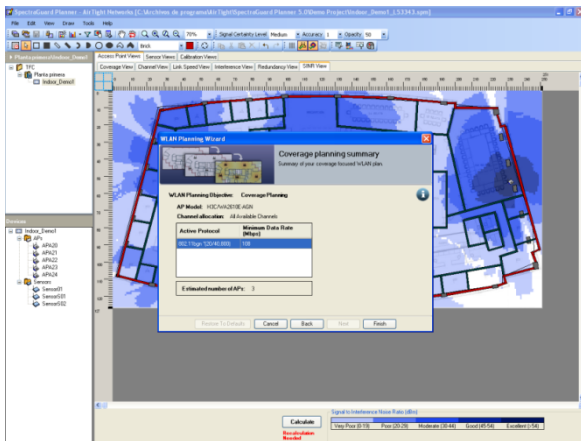


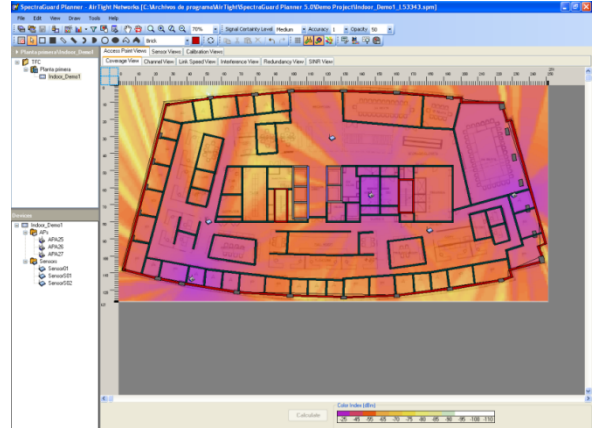
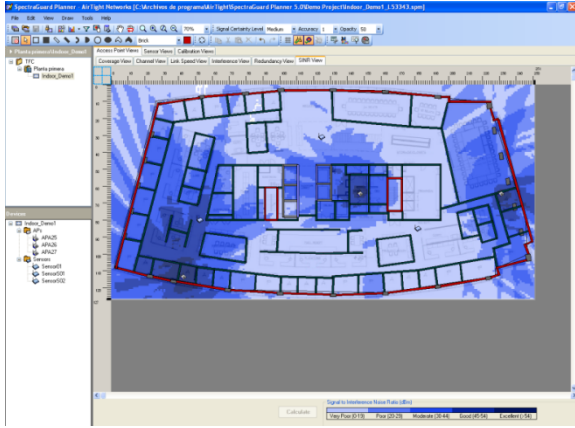
4.5 Tenda





4.6 Espai lliure





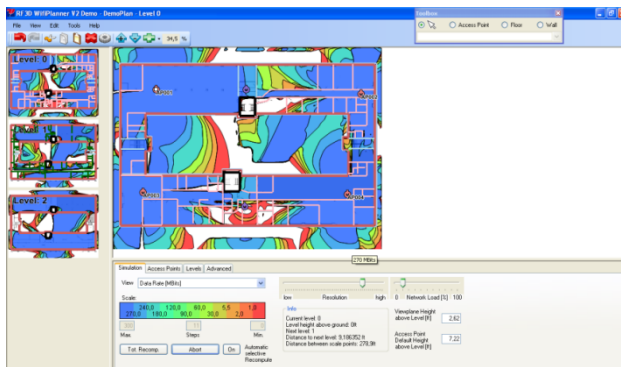
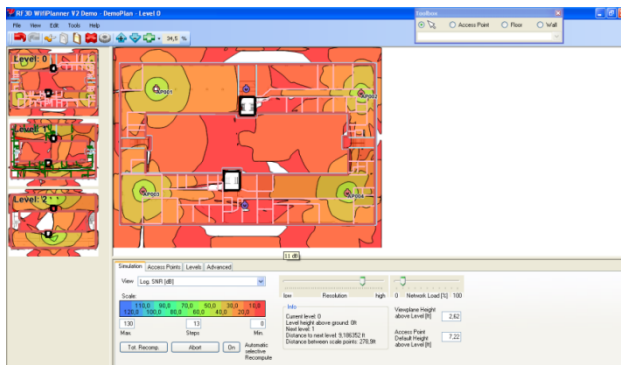
Annex 2. Mapes RF3D

1. Atenuació materials en metres

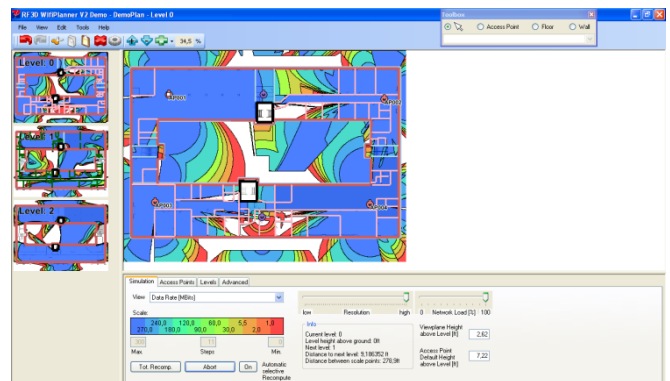
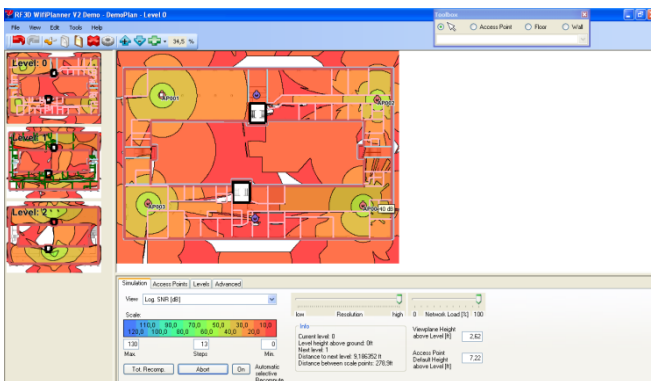
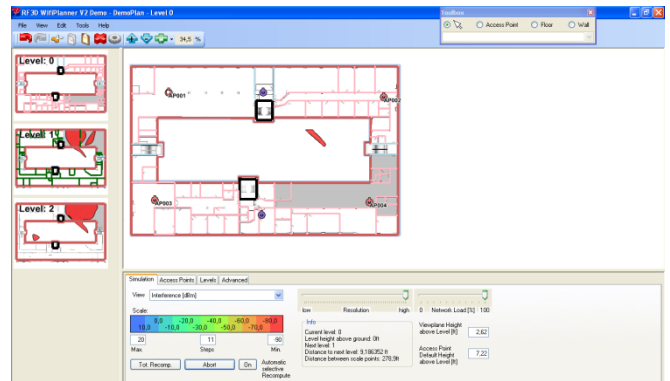
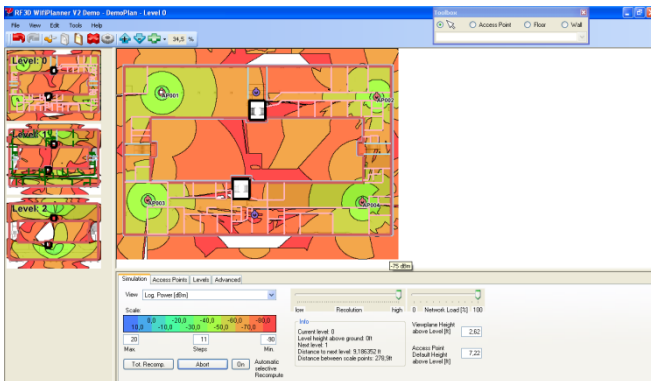
List of wall & floor materials measurement unit: **meter**

Floor / Wall	Att. 2.4 GHz (dB)	Att. 5 GHz (dB)	(Mean) Thickness cm	RF3D Text	Nr	Lite Nr	Color-Code	Comment
Wall	8	20	18	Brick wall 18cm 8/20dB	1	1	142	Brick wall
Wall	10	25	25	Brick wall 25cm 10/25dB	2	2	83	Brick wall
Wall	13	32.5	50	Brick wall 50cm 13/32.5dB	3	3	39	Brick wall
Wall	15	22.5	18	Steel reinforced concrete wall 18cm 15/22.5dB	4	4	102	Steel reinforced concrete wall
Wall	20	30	25	Steel reinforced concrete wall 25cm 20/30dB	5	5	101	Steel reinforced concrete wall
Wall	25	37.5	31	Steel reinforced concrete wall 31cm 25/37.5dB	6	6	68	Steel reinforced concrete wall
Wall	2	3	18	Light-Weight concrete/gas concrete 18cm 2/3dB	7		61	Light-weight concrete wall
Wall	0.8	0.8	N/A	Dry wall/1.5cm plasterboard each side 0.8/0.8dB	8	8	97	Drywall, also commonly known as gypsum board, plasterboard. A drywall panel is made of a paper liner wrapped around an inner core made primarily from gypsum plaster.
Wall	1.6	1.6	N/A	Dry wall/3.0 cm plasterboard at each side 1.6/1.6dB	9	9	92	Drywall, also commonly known as gypsum board, plasterboard. A drywall panel is made of a paper liner wrapped around an inner core made primarily from gypsum plaster.
Wall	4	6	3.8	Wood Wall 3.8cm 4/6dB	10		80	One layer wood wall
Wall	8	12	N/A	Wood Wall/3.8cm each side 8/12dB	11		53	Two layer wood wall
Wall	15	15	2.6	Stucco wall 2.6cm 15/15dB	12		95	Modern Stucco usually consists of 1 layer of wire lath and 2 layers of portland cement-based plaster
Wall	3	4.5	3	Double Glazed Window 3cm 3/4.5dB	14		91	Glass window
Wall	28	42	3	IR-blocking Window 3cm 28/42dB	15		69	Infrared blocking window
Wall	2	3	N/A	Office divider glass/wood 5-10cm 2/3dB	16		127	Office divider
Wall	1	1.5	5	Office cubical 5cm 1/1.5dB	17		128	Office divider
Wall	1.6	2.4	100	High rise rack 100cm 1.6/2.4dB	18		56	High rise rack approx 1m thick
Wall	30	45	N/A	Profiled sheeting 30/45dB	18		62	Metal wall sheeting in the form of Corrugated galvanized iron
Wall	30	45	N/A	Elevator shaft 30/45dB	20	20	35	Elevator shaft
Floor	15	22.5	18	Steel reinforced concrete floor 18cm 15/22.5dB	100	100	102	Steel reinforced concrete floors
Floor	16	24	18	Scf with nonmetallic dropped ceiling 18cm 16/24dB	101	101	152	Steel reinforced concrete floors with nonmetallic dropped ceiling
Floor	25	37.5	18	Scf with metallic dropped ceiling 18cm 25/37.5dB	102		82	Steel reinforced concrete floors with metallic dropped ceiling
Floor	20	30	25	Steel reinforced concrete floor 25cm 20/30dB	103	103	101	Steel reinforced concrete floors
Floor	21	31.5	25	Scf with nonmetallic dropped ceiling 25cm 21/31.5dB	104	104	156	Steel reinforced concrete floors with nonmetallic dropped ceiling
Floor	30	45	25	Scf with metallic dropped ceiling 25cm 30/45dB	105		55	Steel reinforced concrete floors with metallic dropped ceiling
Floor	25	37.5	31	Steel reinforced concrete floor 31cm 25/37.5dB	106	106	68	Steel reinforced concrete floors
Floor	26	39	31	Scf with nonmetallic dropped ceiling 31cm 26/39dB	107	107	162	Steel reinforced concrete floors with nonmetallic dropped ceiling
Floor	35	52.5	31	Scf with metallic dropped ceiling 31cm 35/52.5dB	108		84	Steel reinforced concrete floors with metallic dropped ceiling
Floor	4	6	3.8	Wood floor (w/ or w/o carpet) 3.8cm 4/6dB	120		53	Wood Flooring with carpet
Floor	6	8	4.5	Wood floor with tiles 4.5cm 6/8dB	121		60	Wood Flooring with tiles

2. Mapes planificació RF3D

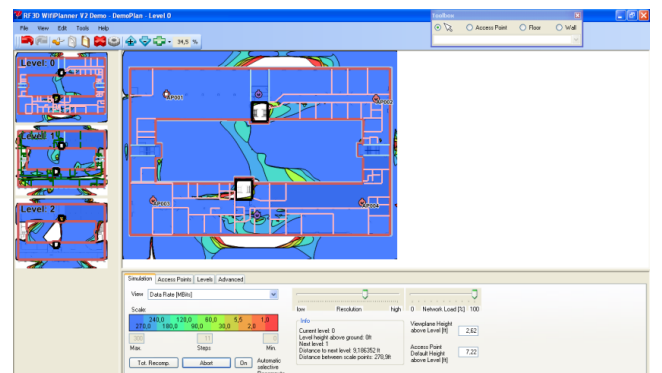
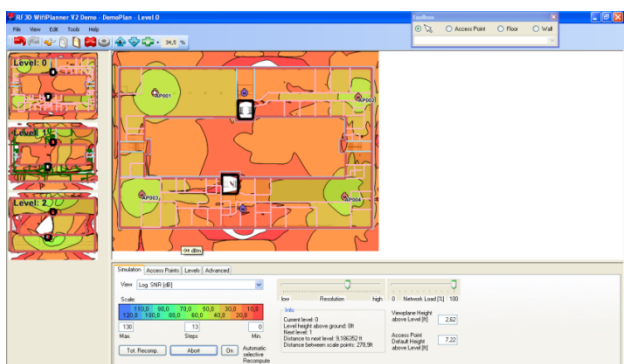
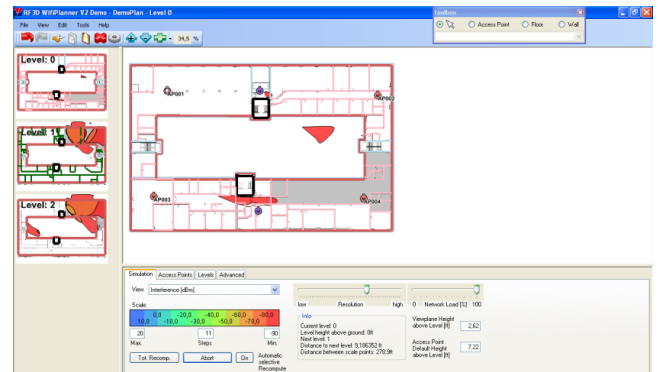
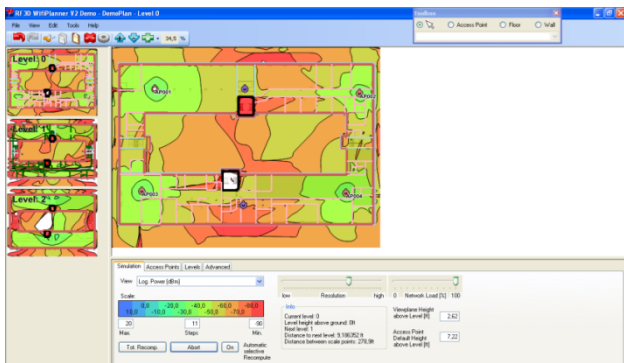


3. Comparació resolució i càrrega

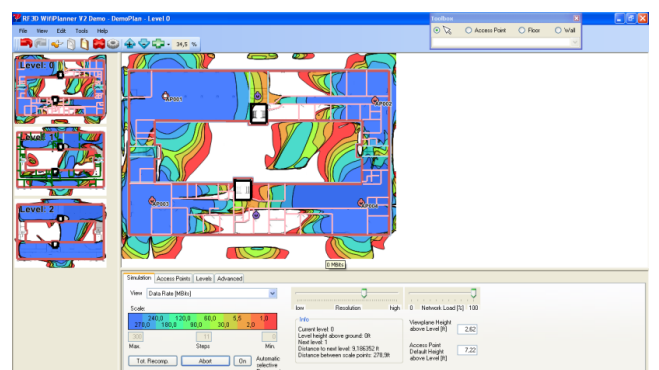
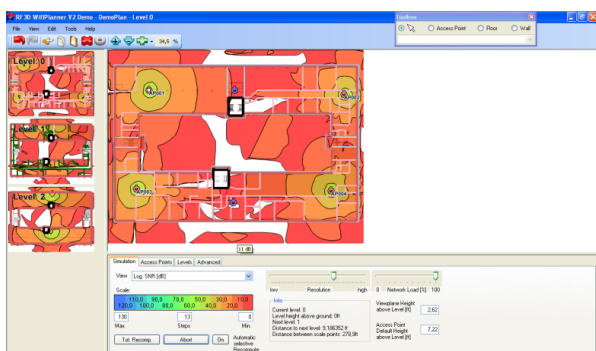
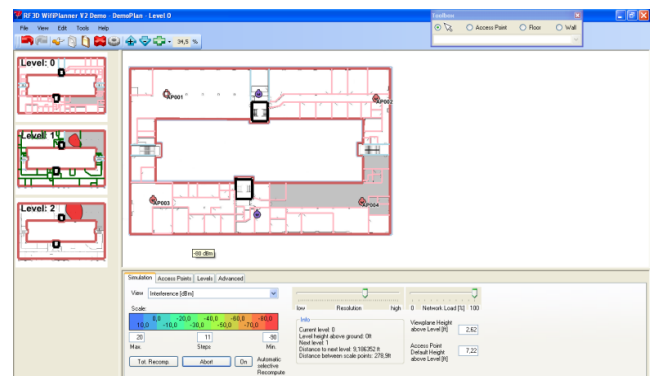
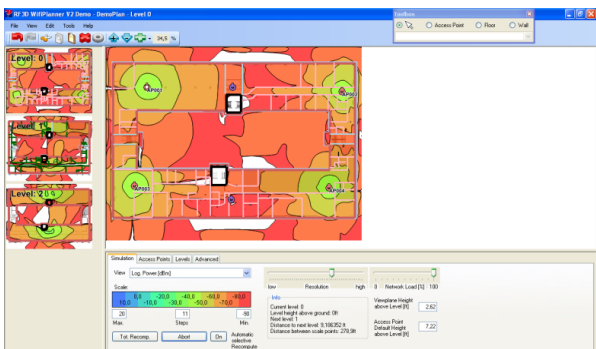


4. Comparació d'escenaris

4.1 Espai lliure

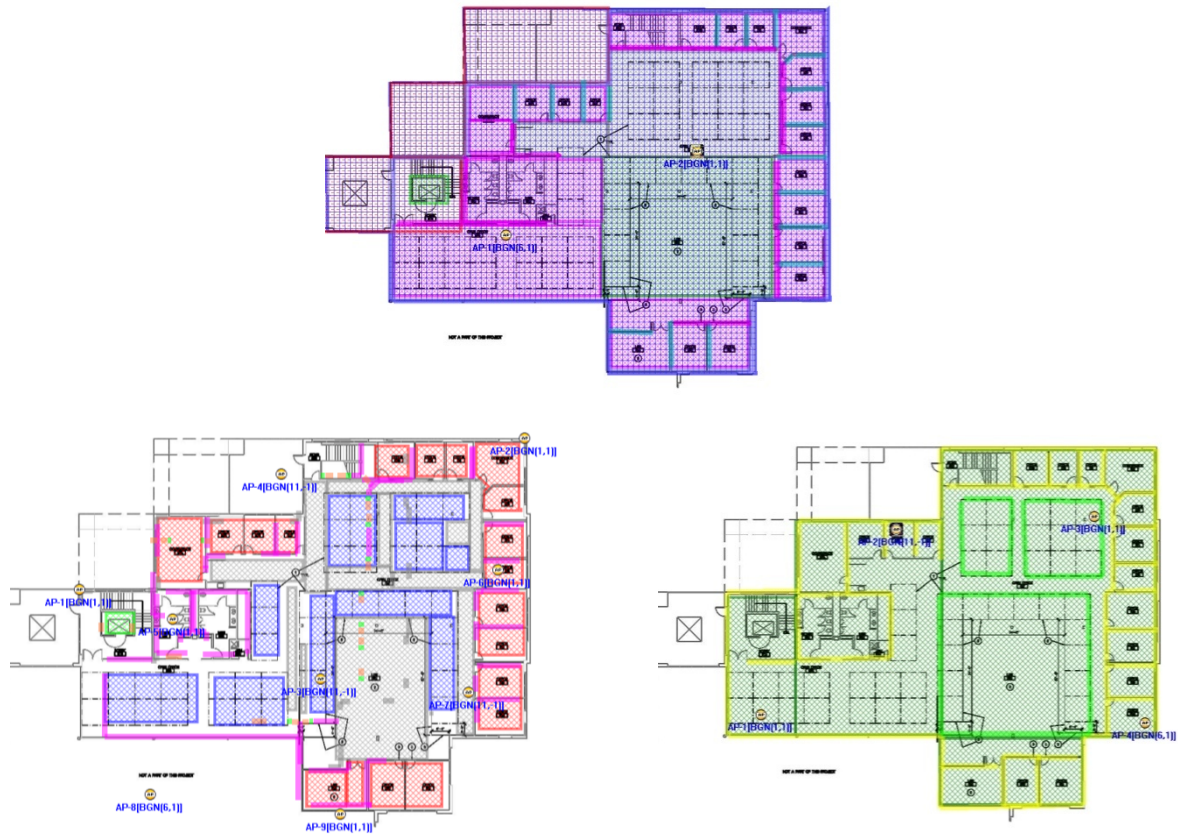


4.2 Oficina



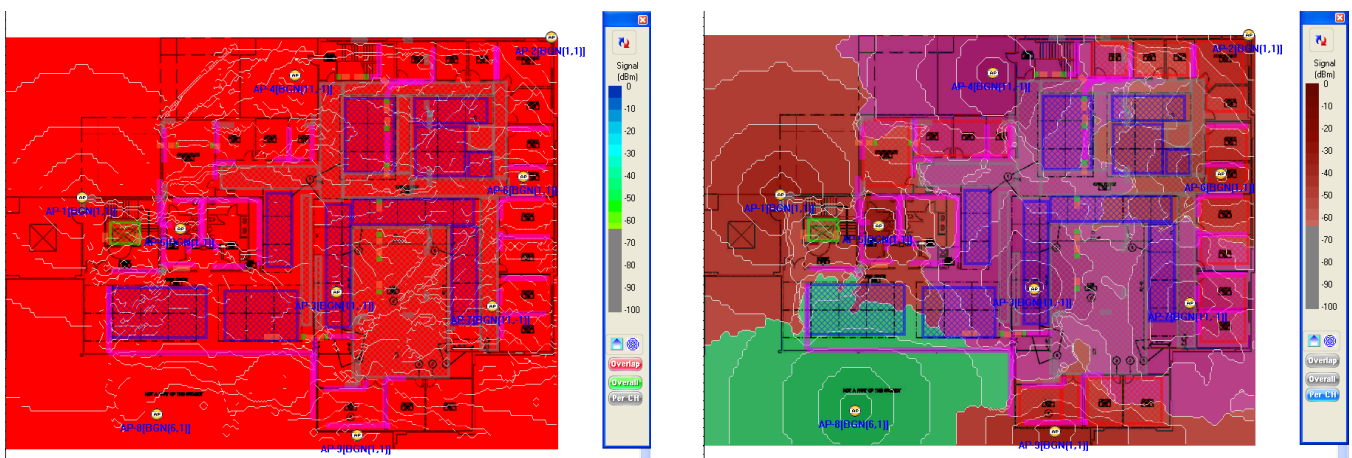
Annex 3. AirMagnet Planner

1. Mapes resultants planificació automàtica

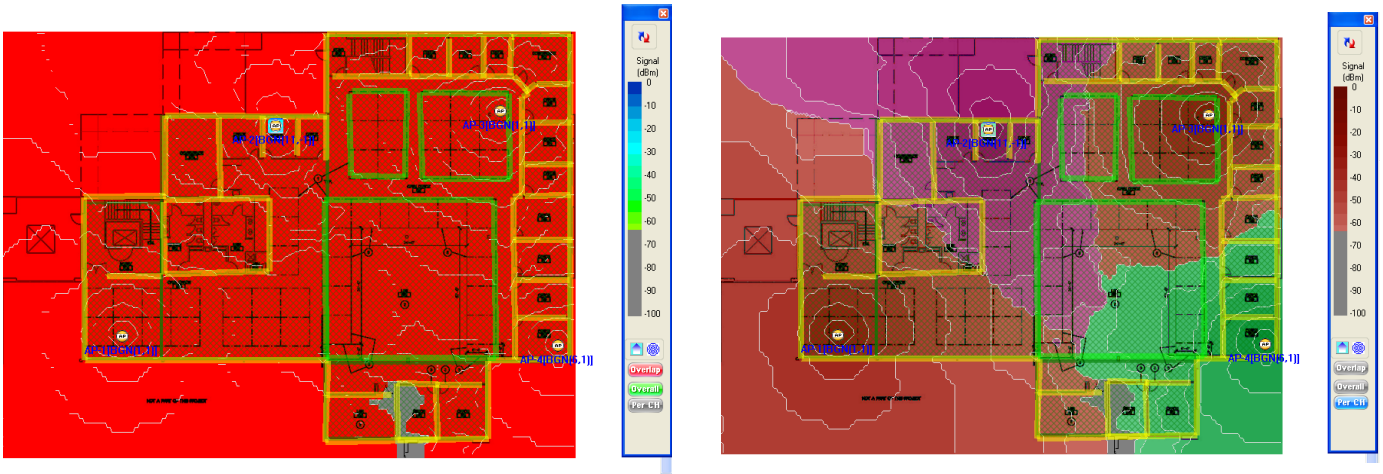


2 Comparació d'escenaris

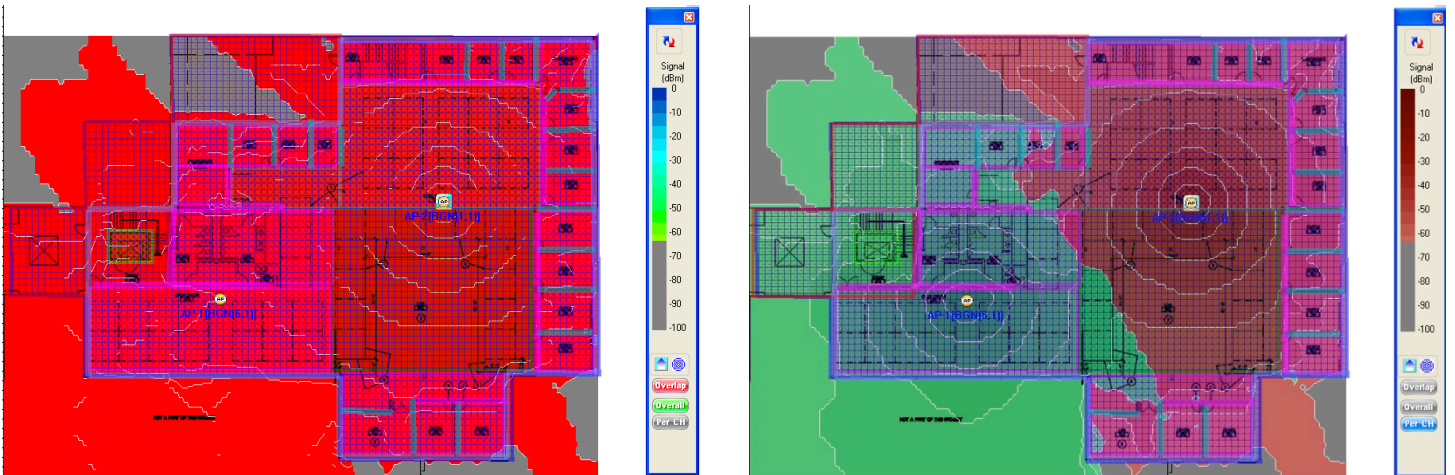
2.1 Restricted closed office



2.2 Open space office



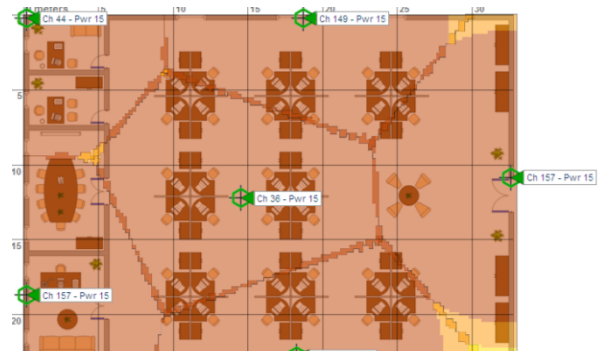
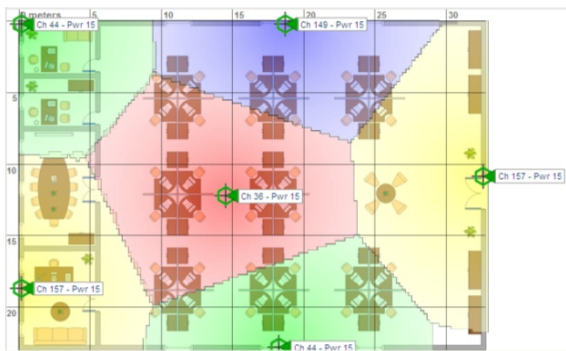
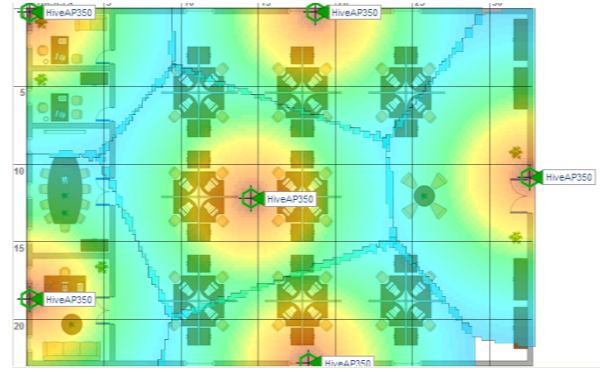
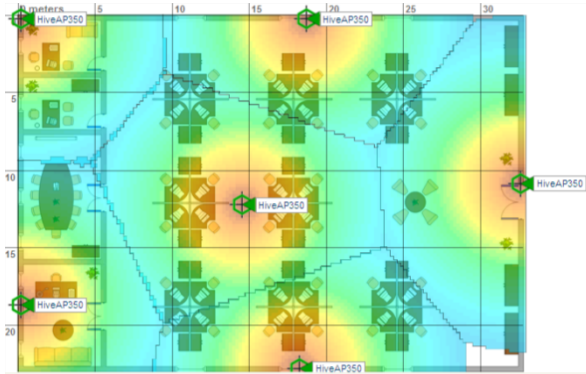
2.3 Commercial



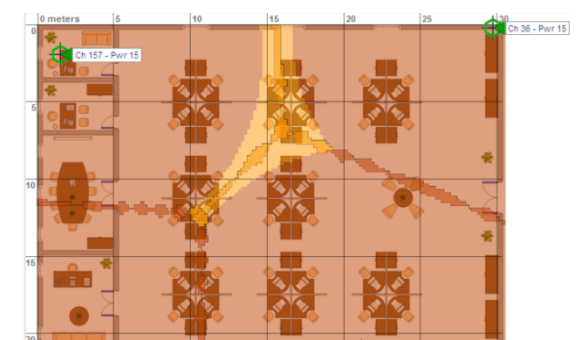
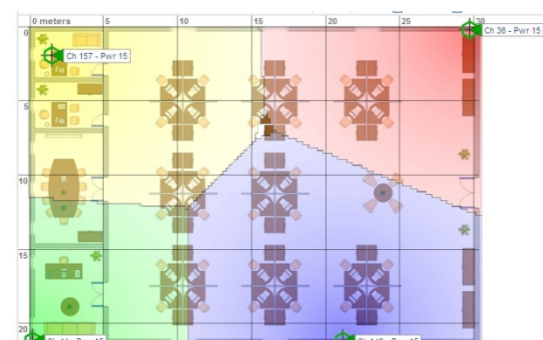
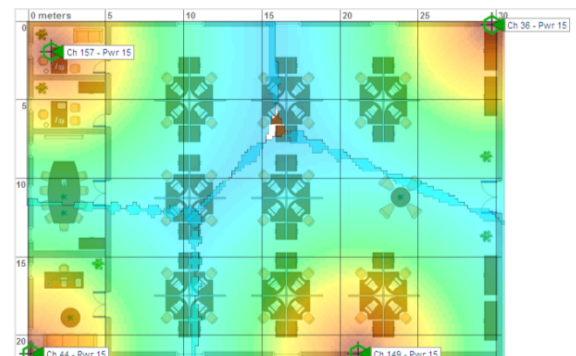
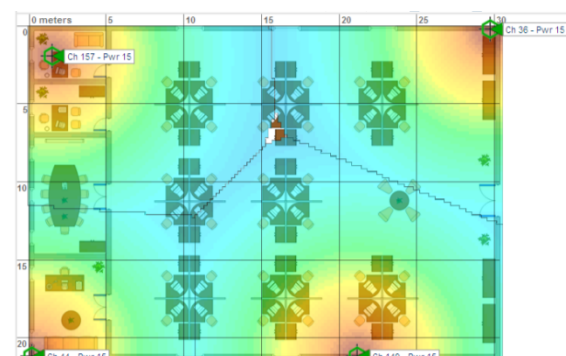
Annex 4. Aerohive Online Planner

1. Mapes resultants planificació automàtica

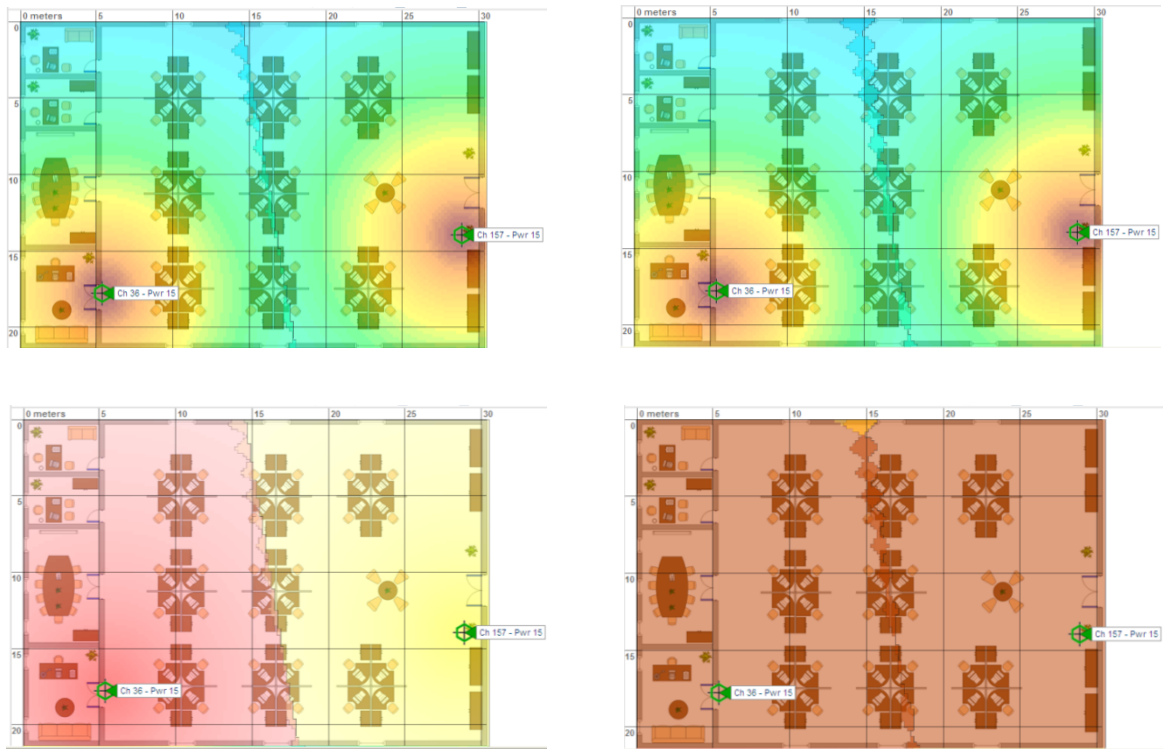
1.1 Màxima atenuació (cobertura, SNR, canals i velocitat)



1.2 Magatzem

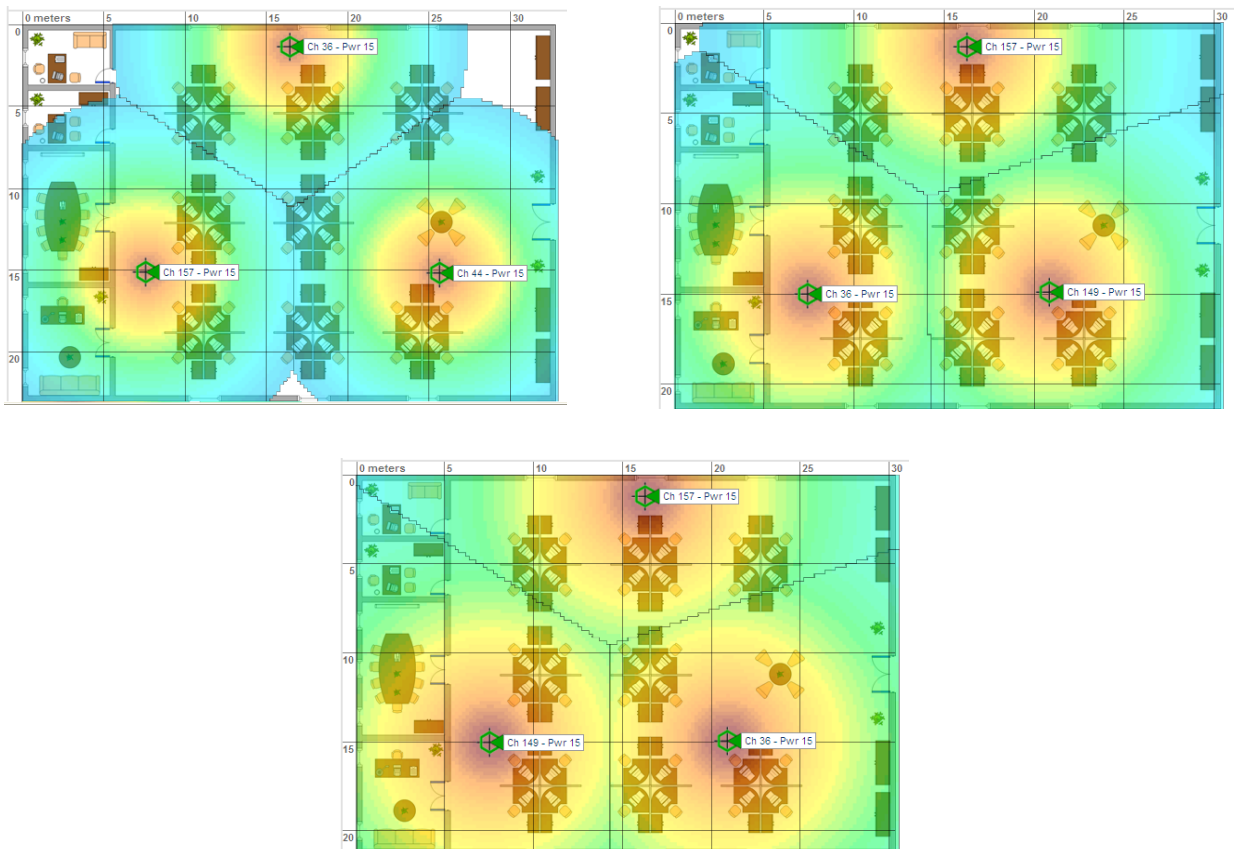


1.3 Oficina

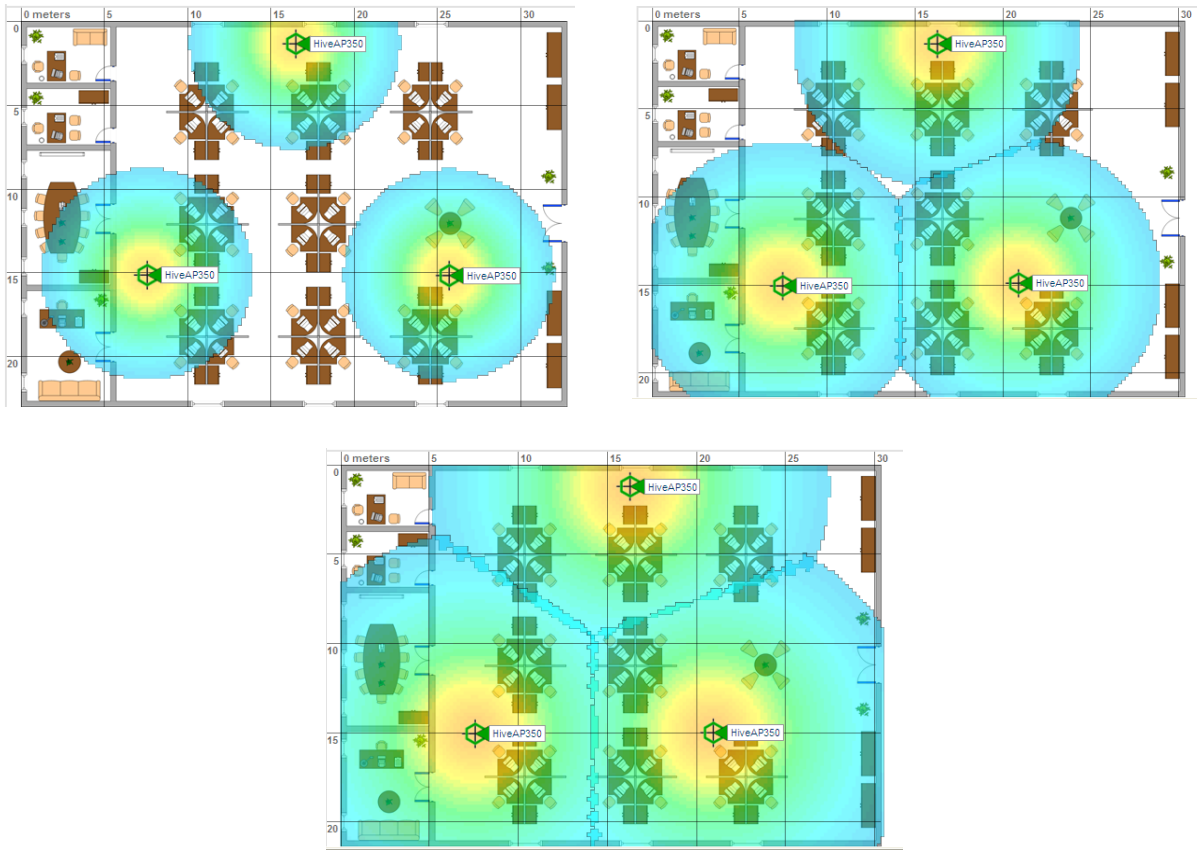


2. Comparació d'escenaris

2.1 Mapa de cobertura (primera, segona i tercera planta)



2.2 Mapa SNR



2.3 Mapa de velocitat d'accés

