

PROYECTO TÉCNICO  
DESPLIEGUE DE RED INALÁMBRICA EN ETSIT

<b>Descripción</b>	Proyecto técnico de despliegue de red inalámbrica: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo de despliegue: <b>Interiores</b></li> <li>• Tipo de red: <b>Privada</b></li> </ul>
<b>Situación</b>	Tipo vía: <b>Calle</b> Nombre vía: <b>Ciudad Universitaria s/n</b> Localidad: <b>Madrid</b> Código Postal: <b>28040</b> Provincia: <b>Madrid</b> Coordenadas Geográficas: <b>N.A.</b>
<b>Empresa que encarga el proyecto</b>	Nombre o Razón Social: <b>E.T.S.I. de Telecomunicación</b> NIF: Dirección: Tipo vía: <b>Calle</b> Nombre Vía: <b>Ciudad Universitaria s/n</b> Localidad: <b>Madrid</b> Código Postal: <b>28040</b> Provincia: <b>Madrid</b> Teléfono: <b>+31 91 549 57 00</b> Fax: <b>+31 91 549 57 62</b>
<b>Autor del proyecto técnico</b>	Apellidos y Nombre: <b>Sánchez Gómez, José</b> Titulación: <b>Ingeniero de Telecomunicación</b> Nº Colegiado: <b>5</b> Dirección: Tipo Vía: <b>Calle</b> Nombre Vía: <b>Perdida nº 7</b> Localidad: <b>Madrid</b> Código Postal: <b>28005</b> Provincia: <b>Madrid</b> Teléfono: <b>91 123 4587</b> Fax: <b>+34 963877100</b>  Correo electrónico: <b>psanchez@iies.es</b>
<b>Visado del colegio:</b>	Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación
<b>Fecha de presentación</b>	15-04-2004

<b>FIRMA:</b>	<b>VISADO DEL COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS DE TELECOMUNICACIÓN</b>
---------------	---

## Tabla de contenidos

1. Memoria .....	3
1.1 Antecedentes .....	3
1.2 Especificaciones de la red .....	3
1.2.1 Cobertura radioeléctrica .....	3
1.2.2 Capacidad del sistema .....	3
1.2.3 Accesibilidad .....	3
1.3 Dimensionado del sistema .....	4
1.4 Planificación radioeléctrica .....	4
1.4.1 <i>Planta 3</i> .....	4
1.4.2 <i>Planta 4</i> .....	5
1.5 Descripción de los equipos utilizados.....	6
1.5.1 Puntos de Acceso CN300 .....	7
1.5.2 Controlador de Puntos de Acceso CN3000 .....	7
1.6 Emisiones radioeléctricas .....	8
1.7 Tabla de parámetros técnicos .....	8
1.8 Matriz de cumplimiento de especificaciones .....	10
2 Planos y esquemas .....	11
2.1 Esquema de red .....	11
2.2 <i>Planta 3</i> .....	12
2.3 <i>Planta 4</i> .....	13
2.4 Niveles de potencia esperados en la planta 3 .....	14
2.5 Niveles de potencia esperados en la planta 4 .....	15
3 Pliego de condiciones .....	16
3.1 Condiciones particulares .....	16
3.1.1 Características del estándar IEEE 802.11b .....	16
3.1.2 Características de las unidades de cliente .....	19
3.1.3 Características de los Puntos de Acceso .....	19
3.1.4 Características de los controladores de Puntos de Acceso.....	20
3.1.5 Características de los cables y conectores .....	20
3.2 Condiciones generales .....	22
3.2.1 Legislación de aplicación a las instalaciones de redes Inalámbricas .....	22
3.2.2 De seguridad entre instalaciones .....	22
3.2.3 De accesibilidad.....	23
3.2.4 De compatibilidad electromagnética .....	23
3.2.5 Prevención de riesgos laborales.....	24
3.2.6 Instalación de la Infraestructura y Canalización de Soporte de las Redes .....	25
3.2.7 Instalación de los elementos de transmisión/recepción, las unidades de usuario, los Puntos de Acceso y el tendido y conexionado de los cables y regletas que constituyen las diferentes redes .....	26
3.2.8 Secreto de las comunicaciones .....	31
5 Presupuesto de ejecución.....	32
6 ANEXO I. Características de los equipos utilizados .....	33
7 ANEXO II. Declaraciones de conformidad.....	34

# 1. Memoria

## 1.1 Antecedentes

La Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación está formada por tres edificios con cuatro plantas cada una y está emplazada en el campus de Ciudad Universitaria.

Las dos plantas a las que se refiere este proyecto son en su mayoría despachos del profesorado aunque también existen aulas, salas de reuniones, secretarías y laboratorios de investigación y docencia. De este modo, dichas instalaciones se ven frecuentadas por profesores, alumnos y personal de administración en su mayoría.

En la actualidad, las instalaciones de los distintos departamentos proporcionan conexiones de red de forma cableada con objeto de proporcionar acceso a Internet y realizar trabajo en equipo. Sin embargo, se ha detectado la necesidad de disponer de la posibilidad de conexiones de red Internet e Intranet de manera más rápida y flexible, de manera que se pueda acceder a distintas partes de la red de manera más cómoda y controlada. Así, los futuros usuarios podrían tener acceso según determinados perfiles y privilegios de red. En este sentido, se ven necesarias las prestaciones de movilidad y ubicuidad.

Por tanto, el presente proyecto tiene como objeto dotar de estas zonas interiores de cobertura WLAN.

## 1.2 Especificaciones de la red

Las especificaciones de la red cubren varios aspectos relativos a cobertura radioeléctrica, capacidad y accesibilidad.

### 1.2.1 Cobertura radioeléctrica

La cobertura, de cubrir la totalidad de las salas con nivel de campo suficiente para alcanzar los 11Mbps de capacidad de pico, el nivel de señal en las zonas de interés debe superar los  $-80\text{dBm}$ . El nivel de señal que quede fuera del edificio debe ser el mínimo posible.

### 1.2.2 Capacidad del sistema

La capacidad disponible en cualquiera de las habitaciones debe ser tal que ofrezca por usuario una capacidad equivalente al que ofrece una línea ADSL (256 Kbps). Además, se ha estimado un total de 154 usuarios para las dos plantas.

### 1.2.3 Accesibilidad

La red debe ser accesible desde todos los puntos de las zonas de cobertura. El acceso debe, así mismo, estar controlado por el sistema central de autenticación de usuarios de la red de propósito general. Los usuarios podrán acceder tanto a Internet como a Intranet, dependiendo de las claves que se asignen. La red debe estar preparada y equipada para impedir accesos no autorizados a la red.

### 1.3 Dimensionado del sistema

En el presente proyecto, el dimensionado cubre por una parte, la estimación de capacidad requerida, la estimación del equipamiento necesario y la estimación del caudal troncal. La capacidad neta total de la red se detalla a continuación:

- 1 usuario/despacho
- 2 usuarios/sala de reuniones
- 5 usuarios/aula
- 2 usuarios/laboratorio

Lo que hacen, en total, 154 usuarios potenciales entre las dos plantas.

Capacidad total máxima, calculada teniendo en cuenta 256Kbps por usuario:

$$C_{\max} = 154 \text{ usuarios} \cdot 256 \text{ Kbps/usuario} = 40 \text{ Mbps}$$

La capacidad que ofrece cada punto de acceso según la norma IEEE 802.11b es de 11 Mbps brutos que resultan ser 5 Mbps netos.

Por tanto, asumiendo que el reparto de carga entre Puntos de Acceso es equilibrado, son necesarios:

$$N_{AP} = 40\text{Mbps}/5\text{Mbps} = 8 \text{ Puntos de Acceso}$$

Por último, la capacidad de salida que dará la red no tiene por qué ser de 40 Mbps debido a que no todos los usuarios se conectan a la vez. Teniendo en cuenta un factor de simultaneidad del 10%:

Capacidad de salida garantizada =  $C_{\text{gar}} = 40 \text{ Mbps} \cdot 10\% = 4\text{Mbps}$   
Lo que se traduce en dos líneas ADSL de 2Mbps (una por planta).

Tabla resumen:

Capacidad neta requerida por usuario	256 Kbps
Número máximo de usuarios simultáneos	154
Capacidad neta total requerida	40 Mbps
Capacidad neta estimada por Punto de Acceso	5 Mbps
Número de Puntos de Acceso requeridos	8

### 1.4 Planificación radioeléctrica

La superficie total a cubrir son 4800 m<sup>2</sup> por lo que cada punto de acceso ha de cubrir 600 m<sup>2</sup>. La distancia máxima de alcance prevista por AP es de 30 m.

Por tratarse de ubicaciones bastante separadas dentro del complejo edificado, se han analizado por separado las dos plantas.

#### 1.4.1 Planta 3

Para determinar la ubicación más adecuada de los Puntos de Acceso se realiza un proceso iterativo, mediante el cual se ubican los Puntos de Acceso y se verifica si se cumplen todos los requisitos, en caso negativo, se realiza un cambio de ubicación

hasta que el resultado fuera totalmente satisfactorio. Las posiciones resultantes se detallan en la sección de planos de este proyecto.

Los datos principales de cada punto de acceso son los siguientes:

#### Punto de Acceso 1

Denominación del punto de acceso	P3_AP1 (CN300)
Ubicación	Según planos adjuntos
Canal asignado	7
Frecuencia de trabajo	2442 MHz
Porcentaje de área de interés cubierta	30 %
Nivel de señal mínimo estimado	-63 dBm
Capacidad media en carga	11 Mbps
Capacidad media de pico	11 Mbps

#### Punto de Acceso 2

Denominación del punto de acceso	P3_AP2 (CN300)
Ubicación	Según planos adjuntos
Canal asignado	13
Frecuencia de trabajo	2472 MHz
Porcentaje de área de interés cubierta	25 %
Nivel de señal mínimo estimado	-68 dBm
Capacidad media en carga	11 Mbps
Capacidad media de pico	11 Mbps

#### Punto de Acceso 3

Denominación del punto de acceso	P3_AP3 (CN300)
Ubicación	Según planos adjuntos
Canal asignado	13
Frecuencia de trabajo	2472 MHz
Porcentaje de área de interés cubierta	20 %
Nivel de señal mínimo estimado	-60 dBm
Capacidad media en carga	11 Mbps
Capacidad media de pico	11 Mbps

#### Punto de Acceso 4

Denominación del punto de acceso	P3_AP4 (CN300)
Ubicación	Según planos adjuntos
Canal asignado	1
Frecuencia de trabajo	2412 MHz
Porcentaje de área de interés cubierta	25 %
Nivel de señal mínimo estimado	-61 dBm
Capacidad media en carga	11 Mbps
Capacidad media de pico	11 Mbps

### 1.4.2 Planta 4

Para determinar la ubicación más adecuada del Punto de Acceso se realiza un proceso iterativo, mediante el cual se ubica el AP y se verifica si se cumplen todos los requisitos, en caso negativo, se realiza un cambio de ubicación hasta que el resultado

fuera totalmente satisfactorio. La posición resultante se detallan en la sección de planos de este proyecto. Además, en la distribución de Puntos de Acceso, se ha tenido en cuenta la planificación de la tercera planta en aras de minimizar la interferencia (a la misma frecuencia) entre APs de distintas plantas.

#### Punto de Acceso 1

Denominación del punto de acceso	P4_AP1 (CN300)
Ubicación	Según planos adjuntos
Canal asignado	13
Frecuencia de trabajo	2472 MHz
Porcentaje de área de interés cubierta	28 %
Nivel de señal mínimo estimado	-64 dBm
Capacidad media en carga	11 Mbps
Capacidad media de pico	11 Mbps

#### Punto de Acceso 2

Denominación del punto de acceso	P4_AP2 (CN300)
Ubicación	Según planos adjuntos
Canal asignado	1
Frecuencia de trabajo	2412 MHz
Porcentaje de área de interés cubierta	28 %
Nivel de señal mínimo estimado	-66 dBm
Capacidad media en carga	11 Mbps
Capacidad media de pico	11 Mbps

#### Punto de Acceso 3

Denominación del punto de acceso	P4_AP3 (CN300)
Ubicación	Según planos adjuntos
Canal asignado	1
Frecuencia de trabajo	2412 MHz
Porcentaje de área de interés cubierta	20 %
Nivel de señal mínimo estimado	-64 dBm
Capacidad media en carga	11 Mbps
Capacidad media de pico	11 Mbps

#### Punto de Acceso 4

Denominación del punto de acceso	P4_AP4 (CN300)
Ubicación	Según planos adjuntos
Canal asignado	7
Frecuencia de trabajo	2442 MHz
Porcentaje de área de interés cubierta	24 %
Nivel de señal mínimo estimado	-63 dBm
Capacidad media en carga	11 Mbps
Capacidad media de pico	11 Mbps

## 1.5 Descripción de los equipos utilizados

Las características principales de los equipos utilizados se describen a continuación:

### 1.5.1 Puntos de Acceso CN300

#### Redes

Configuración en puente de acuerdo con IEEE 802.1d  
SNMP v1, v2 (incluyendo alarmas personalizadas)  
Traspaso transparente entre Puntos de Acceso

#### Seguridad

El re-envío entre clientes está deshabilitado por defecto  
El filtro de direcciones MAC dirige el tráfico a través del controlador de acceso, protegiendo de esta manera el NOC (Centro de Operación de Red).

#### Gestión

SNMP v1 & v2 (incluyendo alarmas personalizadas)  
Gestión segura mediante herramienta basada en Web (HTTPS)  
Estado en tiempo real e información de trazas del protocolo.

### 1.5.2 Controlador de Puntos de Acceso CN3000

El controlador de Puntos de Acceso tiene las siguientes características funcionales, complementarias a las propias del estándar IEC880211.

#### Autenticacion, Autorization y Contabilidad

Pantallas de entrada HTML seguras personalizables y configurables  
Soporta 802.1x  
RADIUS AAA  
Autenticación a nivel MAC para servicios no-HTTP  
Soporta 100 usuarios concurrentes  
Soporta esquemas de tarificación y facturación con prepago  
Contabiliza el tiempo de uso o el volumen de datos transferidos/recibidos.

#### Redes

DHCP Servidor/Cliente  
Cliente PPPoE  
Enrutamiento IP/IPX  
Redireccionamiento SMTP (E-Mail)

#### Seguridad

Autenticación mediante RADIUS AAA  
Cliente integrado de PPTP para conexiones seguras con el NOC  
Firewall (cortafuegos) configurable y personalizable  
802.1x.

#### Gestión

SNMP v1 & v2 (incluyendo alarmas configurables)  
Gestión segura mediante una herramienta basada en Web (HTTPS)  
Configuración temporizada y actualización de firmware desde un servidor central  
Listas de acceso por sitio y por usuario.

## 1.6 Emisiones radioeléctricas

En previsión del cumplimiento de los niveles de emisiones radioeléctricas según lo indicado en el Real Decreto 1066 del 28 de Septiembre, a continuación se detallan los valores de perímetro de seguridad para los niveles máximos en la banda de frecuencias de trabajo (2.4GHz) en cada uno de los Puntos de Acceso utilizados en ambas zonas de despliegue.

Nivel de referencia ( $S_{\max}$ permitida)	10 (W/m <sup>2</sup> )
Potencia por canal	100 mW
Número de canales simultáneos	1
Ganancia de la antena	0 dBi
Pérdidas en los cables	0 dBi
P.I.R.E	100mW
Factor de reflexión	4
Distancia de seguridad	6 cm

La distancia de seguridad resultante de 6 cm (calculada como  $D_{\max} = \sqrt{\frac{M \cdot P_{PIRE}}{4 \cdot \pi \cdot S_{\max}}}$ ) quedará cubierta por la ubicación de los Puntos de Acceso próximos al techo y fuera del alcance de los usuarios.

## 1.7 Tabla de parámetros técnicos

<b>Numero de estaciones</b>			
<b>Planta 3<sup>a</sup>: 4 AP</b>			
<b>Planta 4<sup>a</sup>: 4 AP</b>			
<b>Total: 8 AP</b>			
<b>Emplazamiento de las estaciones:</b> (véase apartado “Planos”, para más detalles geométricos)			
<b>Planta 3<sup>a</sup></b>			
P3_AP1 (pasillo edificio C, entre despachos 316-317)			
P3_AP2 (pasillo edificio C, entre despachos 329-328)			
P3_AP3 (pasillo edificio B, entre despachos 308-309)			
P3_AP4 (pasillo edificio B, entre despachos 301-319)			
<b>Planta 4<sup>a</sup></b>			
P4_AP1 (pasillo edificio C, entre despachos 416-417)			
P4_AP2 (pasillo edificio C, entre despachos 429-428)			
P4_AP3 (pasillo edificio B, entre despachos 410-409)			
P4_AP4 (pasillo edificio B, entre despachos 425-426)			
<b>Datos de la conexión:</b>			
		<b>Canal</b>	<b>Frecuencia</b>
<b>Planta 3<sup>a</sup></b>	P3_AP1	7	2442
	P3_AP2	13	2472
	P3_AP3	13	2472



<b>Planta 4<sup>a</sup></b>	P3_AP4	1	2412
	P4_AP1	13	2472
	P4_AP2	1	2412
	P4_AP3	1	2412
	P4_AP4	7	2772
<b>Nombre de la red:</b>	<b>Planta 3<sup>a</sup></b> WLAN_P3		<b>Planta 4<sup>a</sup></b> WLAN_P4
<b>Modo de conexión:</b>	Infraestructura		Infraestructura
<b>Nombre de los AP:</b>			
<b>AP 1:</b>	P3_AP1		P4_AP1
<b>AP 2:</b>	P3_AP2		P4_AP2
<b>AP 3:</b>	P3_AP3		P4_AP3
<b>AP 4:</b>	P3_AP4		P4_AP4
<b>Asignación IP:</b>	Estática		Estática
<b>AP 1:</b>	123.456.3.1		123.456.4.1
<b>AP 2:</b>	123.456.3.2		123.456.4.1
<b>AP 3:</b>	123.456.3.3		123.456.4.1
<b>AP 4:</b>	123.456.3.4		123.456.4.1
<b>Equipamiento necesario:</b>			
6 puntos de Acceso y 2 Controladores de puntos de acceso			
<b>Características técnicas del equipamiento (común a todos los equipos):</b>			
Sistema radiante:			
Tipo de antena: Omnidireccional			
Ganancia: 0 dBi			
Equipos transmisores:			
Potencia: 0.1 W			
Alimentación: 220 V.AC			
Modelos/Fabricante: CN300, CN3000 / ALCATEL			
<b>Niveles de señal esperados:</b>			
Cobertura -80 dBm / 11Mbps:			
<b>Planta 3<sup>a</sup></b>	<b>100 %</b>		
<b>Planta 4<sup>a</sup></b>	<b>100 %</b>		
Cobertura garantizada con 19 dB SNR / 11 Mbps			
<b>Planta 3<sup>a</sup></b>	<b>100 %</b>		
<b>Planta 4<sup>a</sup></b>	<b>100 %</b>		
<b>Calidad esperada en condiciones de carga:</b>			
	<b>Nivel de señal</b>		<b>SNR</b>
	<b>-80 dBm</b>		<b>19 dB</b>
<b>Planta 3<sup>a</sup></b>	<b>100 %</b>		<b>100 %</b>
<b>Planta 4<sup>a</sup></b>	<b>100 %</b>		<b>100 %</b>
<b>Niveles de emisiones radioeléctricas:</b>			
<b>D<sub>max</sub> = 60 mm</b>			

### 1.8 Matriz de cumplimiento de especificaciones

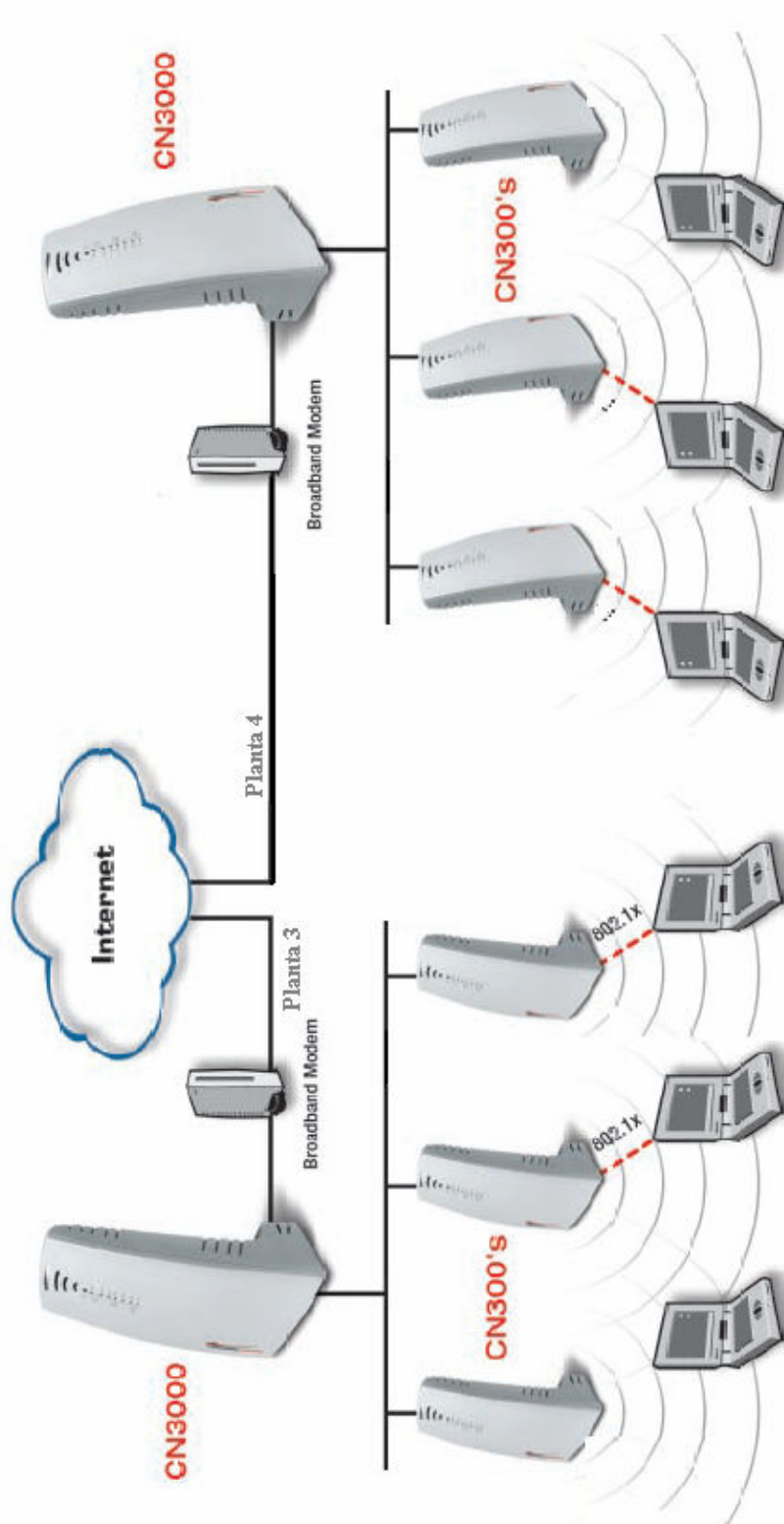
<b>Parámetro</b>	<b>Especificación</b>	<b>Resultado</b>
Número de Puntos de Acceso	N. A.	8
Capacidad neta por usuario en carga (154 usuarios)	256 Kbps	256 Kbps
Capacidad total neta de la instalación	40Mbps	40Mbps
Capacidad bruta de pico por usuario	11Mbps	11Mbps
Nivel mínimo de señal en la zona de servicio	-80dBm	-68 dBm
Porcentaje total del área de servicio cubierta	100%	100%
Caudal de red requerido en carga	N.A.	40Mbps
Caudal de red de pico	N.A.	88Mbps
Señal fuera de la zona de servicio	Mínima	-80 a -100dBm en el exterior del complejo

En Madrid a, 15 de Abril de 2004

Fdo: José Sánchez Gómez  
Ingeniero de telecomunicación  
Colegiado N° 5

## 2 Planos y esquemas

### 2.1 Esquema de red



Fdo: José Sánchez  
Gómez  
Ingeniero de  
Telecomunicación  
Colegiado N° 5

## 2.2 Planta 3

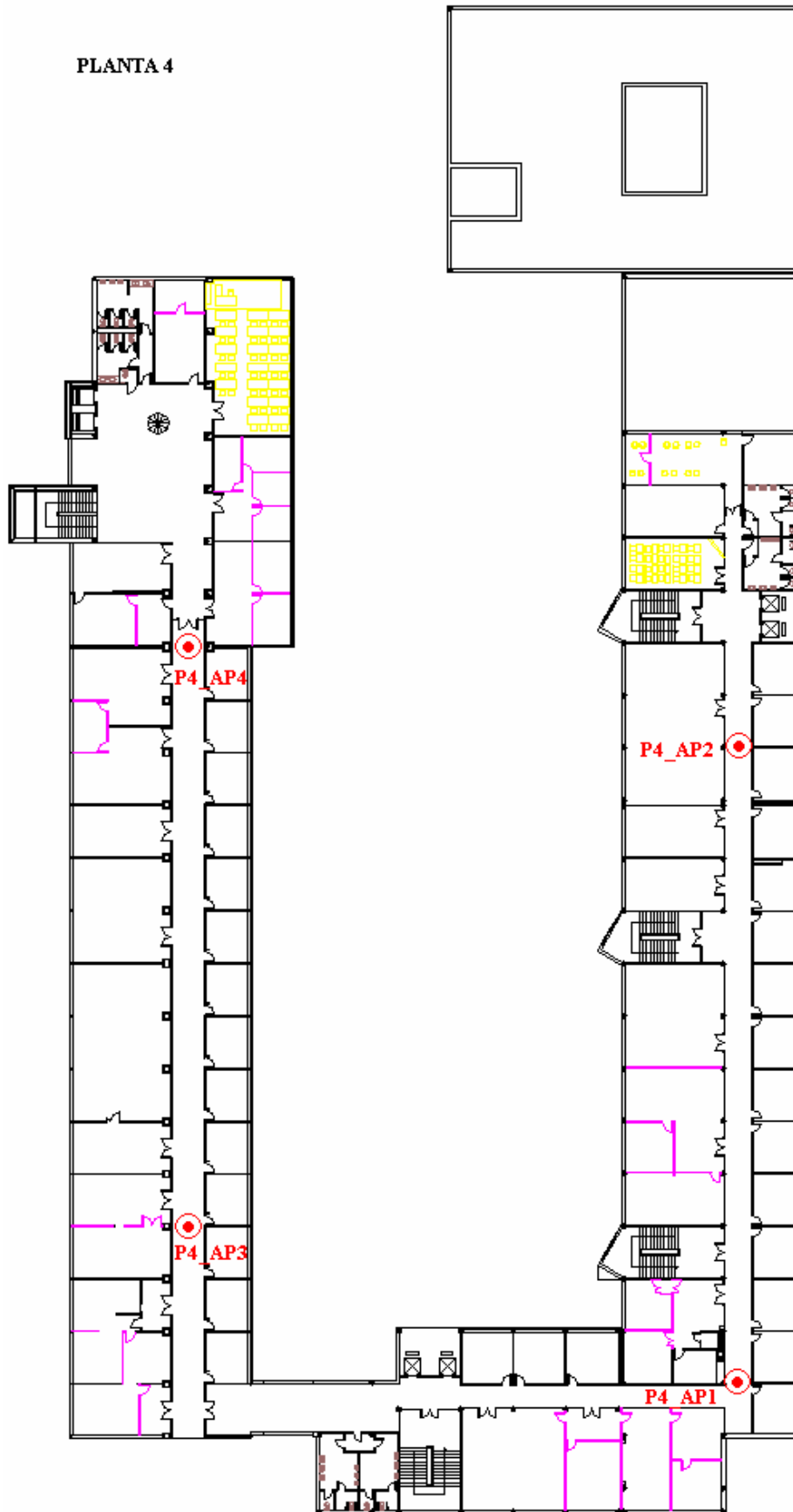
PLANTA 3



Fdo: José  
Sánchez Gómez  
Ingeniero de  
Telecomunicación  
Colegiado N° 5

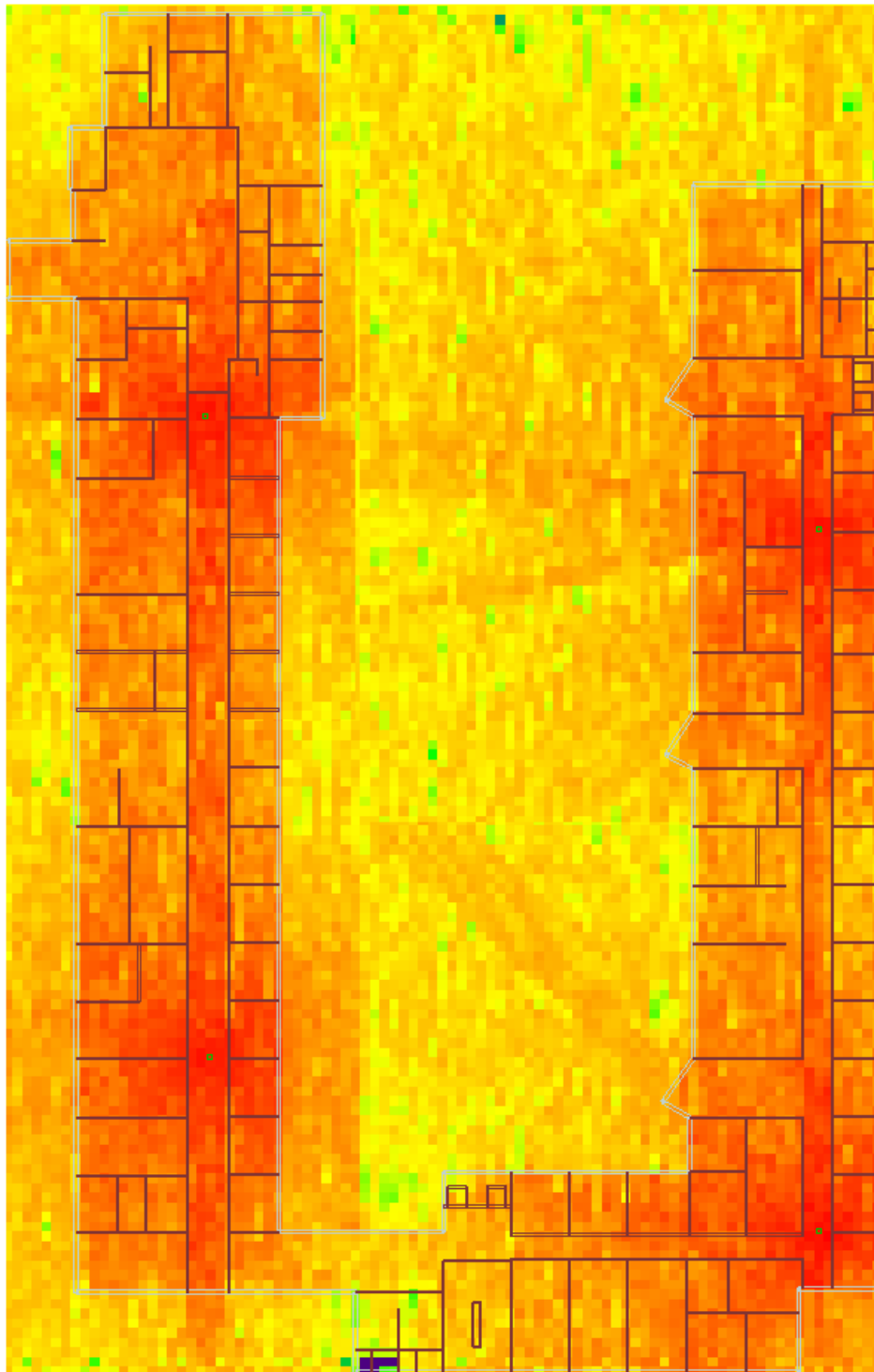
### 4.3 Planta 4

PLANTA 4



Fdo: José Sánchez Gómez  
Ingeniero de Telecomunicación  
Colegiado N° 5

### 4.4 Niveles de potencia esperados en la planta 3

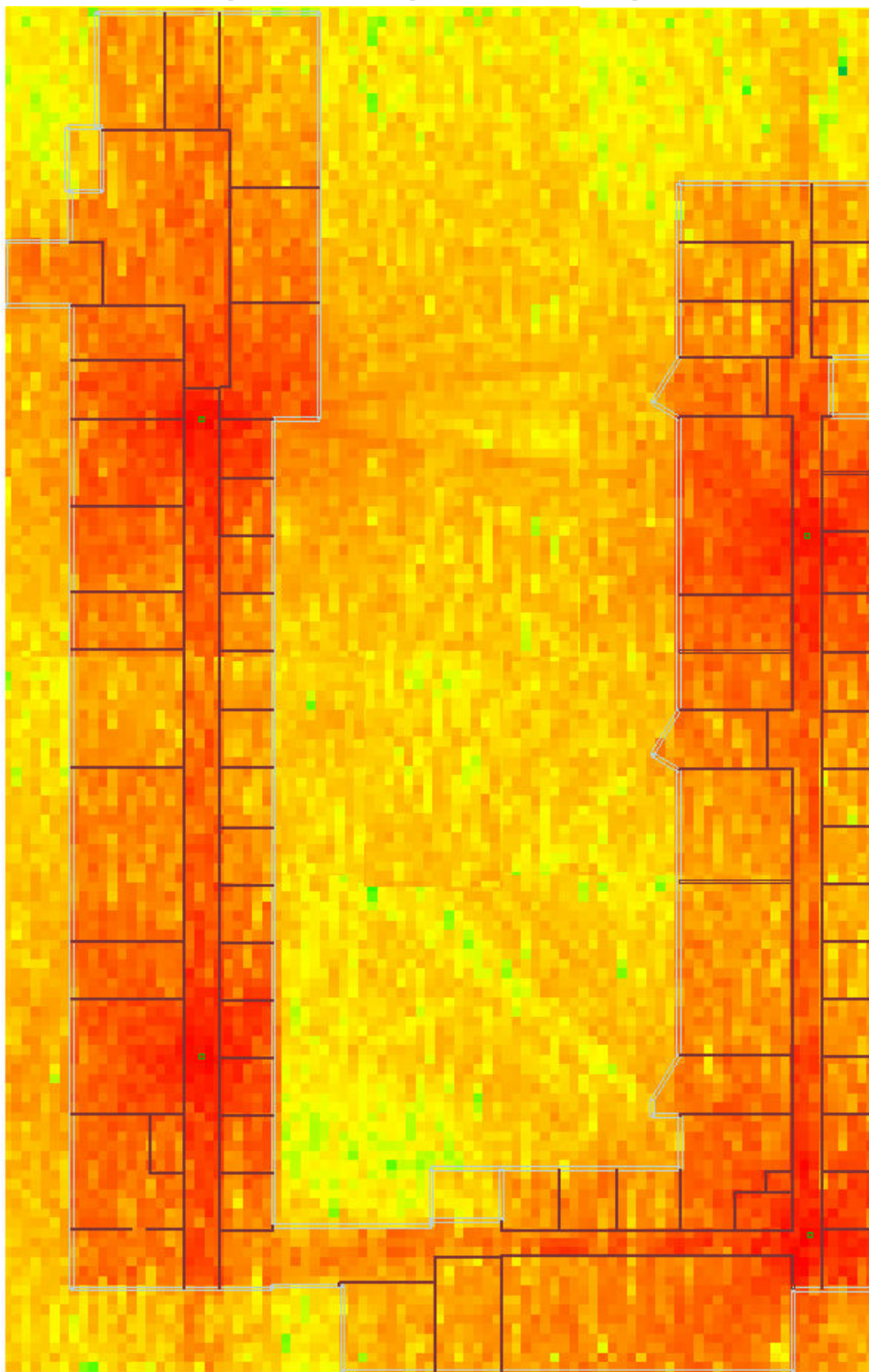


-131.210 dBm

-21.970 dBm

Fdo: José  
Sánchez Gómez  
Ingeniero de  
Telecomunicación  
Colegiado N° 5

### 4.5 Niveles de potencia esperados en la planta 4



Fdo: José Sánchez  
Gómez  
Ingeniero de  
Telecomunicación  
Colegiado N° 5

## 3 Pliego de condiciones

### 3.1 Condiciones particulares

Como se ha mencionado en la memoria, el ámbito de este proyecto afecta a la comunicación de datos mediante la utilización de redes locales inalámbricas, en concreto se utilizan redes inalámbricas del tipo IEEE802.11. Aunque el estándar mencionado es originario de EEUU, y por tanto de aplicación en el dominio de las normas FCC, existen varias normas Europeas que contemplan tanto el uso de las bandas de frecuencia, como la dinámica del sistema y sus aplicaciones. Tanto la banda de frecuencias de 2.4 GHz como la de 5 GHz y sus aplicaciones en comunicaciones de datos están contemplados en España en el Cuadro Nacional de Atribución de frecuencias, notas UN85 y UN128 respectivamente. Por tanto, la utilización de los dispositivos basados en IEEE802.11 es conforme con la normas aplicables en España. Existen varios estándares relacionados.

Estándar	IEEE 802.11	IEEE 802.11b	IEEE 802.11g	IEEE 802.11a	IEEE 802.11h
Finalización	1997	1999	Junio 2003	2002	2003
Frecuencia	2.4 GHz ISM	2.4 GHz ISM	2.4 GHz ISM	5 GHz	5 GHz
Velocidad máxima	2 Mbps	11 Mbps	11 Mbps / 54 Mbps	54 Mbps	54 Mbps
Interfaz aire	SS-FH /SSDS	SS-DS	SS- DS/OFDM	OFDM	OFDM

#### 3.1.1 Características del estándar IEEE 802.11b

El estándar IEEE802.11b es una variante de la familia de estándares 802.11, concebido para la comunicación de datos de área local en la banda de frecuencias de 2.4GHz, utilizando técnicas de espectro ensanchado mediante secuencia directa DSSS.

##### 3.1.1.1 Modos de funcionamiento

El estándar IEEE802.11 en sus variantes, contempla dos tipos de dispositivos o estaciones, los STA o unidades de cliente y los AP o puntos de acceso a la red. Con estos dos tipos de estaciones se pueden construir dos tipos de configuraciones de red:

- Redes ad-hoc o redes entre clientes, en las cuales cada cliente se comunica con los demás sin la intermediación de elementos comunes, de tal manera que estos sólo se pueden conectar a la red general si existe algún dispositivo que actúe como pasarela.

- Redes de infraestructura, en las que las unidades de cliente se conectan entre si y con la red mediante puntos de acceso. Estos puntos de acceso o AP actúan como pasarelas entre la red inalámbrica y la red cableada.



De los dos modos de funcionamiento, se prefiere la utilización del modo de infraestructura, ya que presenta mejores cualidades de seguridad y conectividad con la red cableada.

### 3.1.1.2 Características de la capa física

El estándar IEEE802.11b contempla la posibilidad de transmitir sus señales de acuerdo con varios esquemas de modulación, de tal manera que cuanto más capacidad de transmisión se ofrece, más sensible resulta a las interferencias y al ruido. De esta manera, el sistema determina el esquema de modulación que ha de utilizar en cada momento, en función de las características que presente el medio de transmisión.

<b>Velocidad de Datos del IEEE 802.11b</b>				
<b>Velocidad</b>	<b>Longitud de Código</b>	<b>Modulación</b>	<b>Vel. de Símbolo</b>	<b>Bits/Símb.</b>
1 Mbps	11 (Secuencia Barker)	BPSK	1 MSps	1
2 Mbps	11 (Secuencia Barker)	QPSK	1 MSps	2
5.5 Mbps	8 (CCK)	QPSK	1.375 MSps	4
11 Mbps	8 (CCK)	QPSK	1.375 MSps	8

Las velocidades de transmisión varían entre 1 Mbps y 11 Mbps, utilizándose para la información de señalización y control del sistema las modulaciones correspondientes a 1 Mbps y 2Mbps. La modulación mas sensible al ruido y la interferencia es la correspondiente a 11 Mbps, y por tanto esta se deja de utilizar en cuanto las condiciones del canal radio empeoran debajo de un cierto umbral, a continuación se toma la modulación de 5.5 Mbps, la de 2 Mbps y finalmente la de 1 Mbps cuando las condiciones se encuentran más al limite. La capacidad del sistema puede, por tanto, variar considerablemente dependiendo de las condiciones de propagación, según los umbrales de la siguiente tabla.

<b>Velocidad</b>	<b>Sensibilidad <sup>(1)</sup></b>	<b>Relación S/N</b>
11 Mb/s	-80 dBm	19 dB
5.5 Mb/s	-84 dBm	15 dB
2 Mb/s	-86 dBm	13 dB
1 Mb/s	-91 dBm	8 dB

(1) Sensibilidad (BER  $10^{-5}$ ). Los valores pueden cambiar dependiendo de cada producto.

### 3.1.1.3 Bandas de frecuencias

Los sistemas IEEE 802.11b utilizan canalizaciones de 22 MHz de un conjunto de canales solapados centrados en las siguientes frecuencias:

<b>Canal</b>	<b>Frecuencia en MHz</b>
1	2412
3	2422
5	2432
7	2442
9	2452
11	2462
13	2472

En las WLAN 802.11b, la asignación de canales es fija a cada Punto de Acceso. En estos sistemas, los adaptadores de abonado “buscan” las frecuencias de los Puntos de Acceso. Del conjunto total de frecuencias, existen 7 posibles frecuencias en Europa: Hay una combinación de canales disjuntos compuesta por los canales 1, 7 y 13. La planificación por defecto debe realizarse con estos canales. Aunque es posible utilizar canales solapados, esto requiere un análisis previo bastante detallado del producto a utilizar, para determinar el efecto de la perturbación producida por el canal adyacente.

#### 3.1.1.4 Potencia de transmisión

Los niveles de potencia transmitida aplicables en el proyecto, son los fijados por la norma ETSI EN 300 328, de tal manera que ésta no puede sobrepasar el valor de 100 mW de Potencia Isótropa Radiada Equivalente. Las condiciones de cálculo y medida de la potencia están especificadas en dicha norma. En caso de utilizar antenas con ganancia superior a 0dBi, se controlará la potencia del transmisor de tal manera que el exceso de potencia quede compensado y no se rebase el límite establecido de 100mW.

#### 3.1.1.5 Capa de control y acceso múltiple

Los sistemas basados en el estándar IEEE802.11b permiten acceso múltiple de usuarios a la red, es decir el medio de transmisión radio puede estar compartido por varios usuarios, que lo utilizarán según la disponibilidad de dichos recursos y las necesidades de los propios usuarios. Para conseguir dicho acceso múltiple, el sistema esta provisto de un mecanismo denominado CSMA-CA (Acceso Múltiple mediante Detección de Portadora, Evitando Colisiones). El funcionamiento detallado de este protocolo así como el resto de los mecanismos necesarios para la señalización y control de los distintos elementos de la red inalámbrica están descritos en las normas:

**ISO/IEC8802.11**, 1999, Information technology —Telecommunications and information exchange between systems — Local and metropolitan area networks — Specific requirements — Part 11:Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications.

**IEEE Std 802.11b/D8.0**, Sept 2001. (Draft Supplement to IEEE Std 802.11 1999 Edition) DRAFT Supplement to STANDARD [for] Information Technology-Telecommunications and information exchange between systems- Local and metropolitan area networks- Specific requirements- Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications: Higher speed Physical Layer (PHY) extension in the 2.4 GHz band.

Debe tenerse presente que al tratarse de un sistema de comunicaciones de datos basado en contención, no se pueden garantizar unos valores mínimos de capacidad de transmisión, ya que ésta dependerá tanto del numero de usuarios conectados al sistema como del uso que los propios usuarios hagan de la red, de forma similar a lo que ocurre en las redes cableadas del tipo Ethernet.

Además de la característica de contención, el sistema puede utilizar parte de la capacidad disponible para el envío de información de señalización de la red, lo cual puede reducir la eficiencia total y la capacidad disponible. Por tanto, el sistema estará dimensionado con los márgenes de seguridad adecuados para permitir el uso de la red en las condiciones especificadas para el proyecto.

### 3.1.2 Características de las unidades de cliente

Un elemento clave para el correcto funcionamiento de la red son las unidades de cliente. Estas unidades de cliente son las que utilizan los usuarios para conectarse a la red mediante los Puntos de Acceso instalados en el proyecto. Puesto que dichas unidades de cliente suelen ser aportadas por los propios usuarios, es necesario que estas reúnan unas características mínimas para garantizar la correcta interoperabilidad con la red.

- Cumplimiento de la norma ISO/IEC8802.11.
- Cumplimiento de la extensión 802.11b.
- Disponibilidad de un programa de configuración que permita modificar los parámetros de la red y las claves de cifrado.
- Es conveniente que además se disponga de algún certificado de interoperabilidad como el marcado WiFi.

Todas las unidades de cliente que se utilicen en la red deberán disponer de marcado CE, con una declaración de conformidad que cubra la norma EN 300 328, y los requisitos de emisiones radioeléctricas según el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre.

#### 3.1.2.1 Unidades de cliente con antena incorporada

La configuración más habitual de las unidades de cliente es aquella en la que dichas unidades van provistas de antena integrada, y por tanto las declaraciones de conformidad aportadas por el fabricante se refieren al conjunto transmisor-receptor y antena.

#### 3.1.2.2 Unidades de cliente con antena independiente

En ocasiones, se utilizan antenas independientes en las unidades de cliente. Esto es posible gracias a que algunos modelos comerciales de dichas unidades van provistos de un conector de radio frecuencia. Salvo que se indique por el fabricante de manera explícita, las unidades de cliente suelen estar conformes con los estándares, utilizando antenas integradas. Por tanto, es muy importante que las unidades de abonado que se configuren con antena independiente, se preparen de tal manera que se cumplan las normas EN 300 328 y R.D. 1066/2001, de 28 de septiembre. Para que la potencia radiada no supere los 100 mW PIRE.

### 3.1.3 Características de los Puntos de Acceso

Los Puntos de Acceso son los elementos a través de los cuales, los usuarios pueden conectar sus unidades de cliente con la red de datos general. Los Puntos de Acceso utilizados en el proyecto cumplirán las siguientes normas y requisitos:

- Cumplimiento de la norma ISO/IEC8802.11.
- Cumplimiento de la extensión 802.11b.
- Disponibilidad de un programa de configuración que permita modificar los parámetros de la red, las claves de cifrado y funcionalidad adicional
- Certificado de interoperabilidad WiFi (Wireless Fidelity) definido por la alianza de Ethernet Inalámbrica (WECA).

Todos las unidades de cliente que se utilicen en la red dispondrán de marcado CE, con una declaración de conformidad que cubra la Directiva R&TTE 1999/5/EC con las normas esenciales EN 60950 (seguridad en equipos de tecnologías de la información), EN 300 328 (requisitos técnicos para los equipos de

radiocomunicaciones) y ETS 300826 (Requerimientos generales de compatibilidad electromagnética para los equipos de radio), y los requisitos de emisiones radioeléctricas según el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre.

#### **3.1.3.1 Puntos de Acceso con antena incorporada**

La configuración mas habitual de los Puntos de Acceso es aquella en la que dichas unidades van provistas de antena integrada, y por tanto las declaraciones de conformidad aportadas por el fabricante se refieren al conjunto transmisor-receptor y antena.

#### **3.1.3.2 Puntos de Acceso con antena independiente**

En ocasiones, se utilizan antenas independientes en los Puntos de Acceso. Esto es posible gracias a que algunos modelos comerciales de dichas unidades van provistos de un conector de radio frecuencia. Salvo que se indique por el fabricante de manera explícita, las unidades de cliente suelen estar conformes con los estándares, utilizando antenas integradas. Por tanto, es muy importante que los Puntos de Acceso que se configuren con antena independiente se preparen de acuerdo con el cumplimiento de las normas EN 300 328 y R.D. 1066/2001, de 28 de septiembre. De tal manera que la potencia radiada no supere los 100 mW PIRE.

#### **3.1.4 Características de los controladores de Puntos de Acceso**

En muchas configuraciones de redes inalámbricas es necesaria la utilización de controladores de Puntos de Acceso. Esto es necesario fundamentalmente para garantizar el control de acceso a la red e incorporar facilidades de seguridad informática. En el presente proyecto se han elegido controladores de Puntos de Acceso de Alcatel, que incorporan además de la funcionalidad de controlador, la de Punto de Acceso.

Las características de los controladores de Puntos de Acceso en cuanto a cumplimiento de normativas y marcado CE coinciden con las de los Puntos de Acceso. La funcionalidad adicional incorporada en estos equipos no afecta al cumplimiento de normativas, sino a prestaciones adicionales en redes de datos y seguridad informática.

#### **3.1.5 Características de los cables y conectores**

Los tipos de cables y conectores utilizables en el despliegue de la red, son los necesarios para la alimentación de los Puntos de Acceso, la conectividad de red cableada troncal y los posibles cables de radiofrecuencia.

##### **3.1.5.1 Cables de alimentación**

Los cables de alimentación a utilizar serán los que cumplan la normativa de baja tensión para los consumos de potencia relativamente limitados de los puntos de acceso. Los elementos convertidores de energía utilizados, tales como convertidores AC/DC, se conectarán siguiendo las recomendaciones del fabricante. En caso de ser necesaria una extensión de cable de alimentación, ésta se realizara con:

##### **3.1.5.2 Cables y conectores de red cableada**

Las conexiones de los Puntos de Acceso a la red cableada se realizarán mediante cables Ethernet UTP clase 5 de acuerdo con las siguientes limitaciones:

<b>Especificación</b>	<b>100BaseTX</b>
Máxima longitud del segmento	100
Máximo número de segmentos por red	• Clase II--2 • Clase I--1
Máximo numero de saltos <sup>1</sup>	• Clase II--1 • Clase I--ninguno
Máximo número de estaciones por segmento	1024
Tipo de cable soportado	UTP Categoría 5

<sup>1</sup>Saltos = otros repetidores

Los conectores serán del tipo RJ45, con conexión cruzada o directa, según se requiera.

### 3.1.5.3 Cables y conectores de radiofrecuencia

En caso de ser necesaria la utilización de antenas independientes, éstas se conectarán a los equipos mediante cables de radiofrecuencia adecuados para la banda de 2.4 GHz. En función de la distancia a cubrir y de la atenuación máxima requerida, se podrá utilizar uno u otro tipo de cables, en la siguiente tabla se resumen las características más relevantes de los cables de RF más utilizados en este tipo de aplicaciones.

	dB/m (2.4GHz)	Calibre (mm)
RG-58	0.813	5
RG-316	1.136	3
LMR-400	0.217	10.3
RG-214	0.405	10.3
LMR-240	0.415	6.2

Se utilizarán los conectores necesarios, dependiendo de las características de cada unidad de cliente o cada punto de acceso que lo requiera. Si es necesario, se realizarán tramos adaptadores, con las transiciones y conectores necesarios.

Los tipos de conectores mas habituales que incorporan las unidades inalámbricas son los siguientes: RPTNC, RPSMA, RPMMCX.

Los conectores mas habituales utilizados en las antenas son los siguientes: BNC – Twin BNC - Mini BNC - TNC - F - N - MCX - MMCX - SMA SMB – SMC, etc.

## **3.2 Condiciones generales.**

### **3.2.1 Legislación de aplicación a las instalaciones de redes Inalámbricas**

REAL DECRETO-LEY 1/1998, de 27 de febrero, sobre infraestructuras comunes en los edificios para el acceso a los servicios de telecomunicación.

REAL DECRETO 401/2003, de 4 de abril, por el que se aprueba el Reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de los edificios y de la actividad de instalación de equipos y sistemas de telecomunicaciones.

REAL DECRETO 1066/2001 del 28 de Septiembre sobre Emisiones Radioeléctricas.

ORDEN CTE/1296/2003, de 14 de mayo, por la que se desarrolla el Reglamento de las Infraestructuras Comunes de Telecomunicaciones, aprobado por el Real Decreto 401/2003, de 4 de abril

REAL DECRETO 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.

NORMAS TECNOLÓGICAS ESPAÑOLAS (NTE)

- IPP Instalación de Pararrayos
- IEP Puesta a tierra de edificios

REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO PARA BAJA TENSIÓN, aprobado por el Real Decreto 842. 2002, de 2 de agosto, e instrucciones técnicas complementarias.

### **3.2.2 De seguridad entre instalaciones**

Como norma general, se procurará la máxima independencia entre las instalaciones de telecomunicación y las del resto de servicios.

Los requisitos mínimos de seguridad entre instalaciones serán los siguientes:

- La separación entre una canalización de telecomunicación y las de otros servicios será, como mínimo, de 10 cm. para trazados paralelos y de 3 cm. para cruces.
- La rigidez dieléctrica de los tabiques de separación de estas canalizaciones secundarias conjuntas deberá tener un valor mínimo de 15 Kv/mm (UNE 21.316) Si son metálicas, se pondrán a tierra.
- Los cruces con otros servicios se realizarán preferentemente pasando las conducciones de telecomunicación por encima de las de otro tipo.
- En caso de proximidad con conductos de calefacción, aire caliente, o de humo, las canalizaciones de telecomunicación se establecerán de forma que no puedan alcanzar una temperatura peligrosa y, por consiguiente, se mantendrán separadas por una distancia conveniente o pantallas calóricas.
- Las canalizaciones para los servicios de telecomunicación, no se situarán paralelamente por debajo de otras canalizaciones que puedan dar lugar a condensaciones, tales como las destinadas a conducción de vapor, de agua, etc. a menos que se tomen las precauciones para protegerlas contra los efectos de estas condensaciones.

Las conducciones de telecomunicación, las eléctricas y las no eléctricas sólo podrán ir dentro de un mismo canal o hueco en la construcción, cuando se cumplan simultáneamente las siguientes condiciones:

a) La protección contra contactos indirectos estará asegurada por alguno de los sistemas de la Clase A, señalados en la Instrucción MI BT 021 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, considerando a las conducciones no eléctricas, cuando sean metálicas como elementos conductores.

b) Las canalizaciones de telecomunicaciones estarán convenientemente protegidas contra los posibles peligros que pueda presentar su proximidad a canalizaciones y especialmente se tendrá en cuenta:

- .- La elevación de la temperatura, debida a la proximidad con una conducción de fluido caliente.
- .- La condensación.
- .- La inundación, por avería en una conducción de líquidos; en este caso se tomarán todas las disposiciones convenientes para asegurar la evacuación de éstos.
- .- La corrosión, por avería en una conducción que contenga un fluido corrosivo.
- .- La explosión, por avería en una conducción que contenga un fluido inflamable.

### **3.2.3 De accesibilidad**

Las canalizaciones de telecomunicación se dispondrán de manera que en cualquier momento se pueda controlar su aislamiento, localizar y separar las partes averiadas y, llegado el caso, reemplazar fácilmente los conductores deteriorados.

### **3.2.4 De compatibilidad electromagnética**

#### **3.2.4.1 Tierra local**

El sistema general de tierra del inmueble debe tener un valor de resistencia eléctrica no superior a 10  $\Omega$  respecto de la tierra lejana.

#### **3.2.4.2 Interconexiones equipotenciales y apantallamiento**

Se supone que el inmueble cuenta con una red de interconexión común, o general de equipotencialidad, del tipo mallado, unida a la puesta a tierra del propio inmueble. Esa red estará también unida a las estructuras, elementos de refuerzo y demás componentes metálicos del inmueble.

Todos los cables con portadores metálicos de telecomunicación procedentes del exterior del edificio serán apantallados, estando el extremo de su pantalla conectado a tierra local en un punto tan próximo como sea posible de su entrada al recinto que aloja el punto de interconexión y nunca a más de 2 m. de distancia.

#### **3.2.4.3 Accesos y cableados.**

Con el fin de reducir posibles diferencias de potencial entre sus recubrimientos metálicos, la entrada de los cables de telecomunicación y de alimentación de energía se realizará a través de accesos independientes, pero próximos entre sí, y próximos también a la entrada del cable o cables de unión a la puesta a tierra del edificio.

#### **3.2.4.4 Compatibilidad electromagnética entre sistemas**

Los requisitos exigibles a los equipamientos de telecomunicación con sus cableados específicos, por razón de la emisión electromagnética que genera, figuran en la norma ETS 300 826 del E.T.S.I.. Los valores máximos aceptables de emisión de campo eléctrico del equipamiento son los siguientes:

Rango de frecuencias	Quasi-pico	Promedio
0,15 – 0,5 MHz	66 – 46 dB $\mu$ V	56 - 46 dB $\mu$ V
> 0,5 – 5 MHz	56 dB $\mu$ V	46 dB $\mu$ V
> 5 – 30 MHz	60 dB $\mu$ V	50 dB $\mu$ V

### 3.2.4.5 Cortafuegos

Se instalarán cortafuegos para evitar el corrimiento de gases, vapores y llamas en el interior de los tubos.

En todos los tubos de entrada a envolventes que contengan interruptores, seccionadores, fusibles, relés, resistencias y demás aparatos que produzcan arcos, chispas o temperaturas elevadas.

En los tubos de entrada o envolventes o cajas de derivación que solamente contengan terminales, empalmes o derivaciones, cuando el diámetro de los tubos sea igual o superior a 50 milímetros.

Si en un determinado conjunto, el equipo que pueda producir arcos, chispas o temperaturas elevadas está situado en un compartimento independiente del que contiene sus terminales de conexión y entre ambos hay pasamuros o prensaestopas antideflagrantes, la entrada al compartimento de conexión puede efectuarse siguiendo lo indicado en el párrafo anterior.

En los casos en que se precisen cortafuegos, estos se montarán lo más cerca posible de las envolventes y en ningún caso a más de 450 mm de ellas.

Cuando dos o más envolventes que, de acuerdo con los párrafos anteriores, precisen cortafuegos de entrada estén conectadas entre sí por medio de un tubo de 900 mm o menos de longitud, bastará con poner un solo cortafuego entre ellas a 450 mm o menos de la más alejada.

En los conductos que salen de una zona peligrosa a otra de menor nivel de peligrosidad, el cortafuegos se colocará en cualquiera de los dos lados de la línea límite, pero se instalará de manera que los gases o vapores que puedan entrar en el sistema de tubos en la zona de mayor nivel de peligrosidad no puedan pasar a la zona menos peligrosa. Entre el cortafuegos y la línea límite no deben colocarse acoplamientos, cajas de derivación o accesorios.

La instalación de cortafuegos habrá de cumplir los siguientes requisitos:

- .- La pasta de sellado deberá ser resistente a la atmósfera circundante y a los líquidos que pudiera haber presentes y tener un punto de fusión por encima de los 90°.
- .- El tapón formado por la pasta deberá tener una longitud igual o mayor al diámetro interior del tubo y, en ningún caso, inferior a 16 mm.
- .- Dentro de los cortafuegos no deberán hacerse empalmes ni derivaciones de cables; tampoco deberá llenarse con pasta ninguna caja o accesorio que contenga empalmes o derivaciones.
- .- Las instalaciones bajo tubo deberán dotarse de purgadores que impidan la acumulación excesiva de condensaciones o permitan una purga periódica.
- .- Podrán utilizarse cables de uno o más conductores aislados bajo tubo o conducto.

## 3.2.5 Prevención de riesgos laborales

### 3.2.5.1 Disposiciones Legales De Aplicación



Son de obligado cumplimiento las disposiciones contenidas en:

- Estatuto de los trabajadores.
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo. Vigente el art. 24 y el capítulo VII del título II.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto)
- Real decreto 1316/1989 de 27 de Octubre. Protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo.
- Real Decreto 1407/92 de 20 de Noviembre sobre regulación de las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de equipos de protección individual. Modificado por R.D. 159/ 1995 de 3 de Febrero y la Orden 20/02/97.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales
- Ley 31/1995 de 8 de Noviembre de prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo
- Real Decreto 488/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización.
- Real Decreto 39/1997 de 17 de Enero por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de Prevención.
- Real Decreto 486/1997 de 14 de Abril por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de Mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 1215/97 sobre equipos de trabajo.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Reglamento de régimen interno de la empresa constructora, caso de existir y que no se oponga a ninguna de las disposiciones citadas anteriormente.

### 3.2.5.2 Características específicas de Seguridad

La ejecución de un Proyecto de redes inalámbricas en el Interior de los edificios, tiene dos partes claramente diferenciadas que se realizan en dos momentos diferentes de la construcción.

Así se tiene:

- Instalación de la Infraestructura y canalización de soporte de las redes.
- Instalación de los Puntos de Acceso, controladores de Puntos de Acceso y el tendido y conexionado de los cables y regletas que constituyen las diferentes redes.

### 3.2.6 Instalación de la Infraestructura y Canalización de Soporte de las Redes

Se considera que la infraestructura y canalización de soporte de las redes se encuentra disponible en el edificio.

Esta infraestructura consta de:

- Una arqueta que se instala en el exterior del edificio.
- Una canalización externa que parte de la arqueta y finaliza en el interior del Recinto Inferior de Telecomunicaciones
- Dos recintos el RITI o Inferior y el RITS o superior que se construyen dentro del edificio
- Una red de tubos que unen la arqueta con los recintos, y éstos entre sí, discurriendo por la vertical de la escalera, con interrupción en los rellanos de los pisos, donde se instalan unos registros de donde parten las canalizaciones hacia las viviendas, continuando, por el interior de las mismas hasta puntos concretos de diversas estancias.

La instalación de esta infraestructura plantea riesgos específicos, que deben ser tenidos en cuenta además de aquellos inherentes del entorno en el que se realiza la misma.

Esta instalación se suele realizar durante la fase ALBAÑILERÍA Y CERRAMIENTOS de la obra de edificación.

### **3.2.7 Instalación de los elementos de transmisión/recepción, las unidades de usuario, los Puntos de Acceso y el tendido y conexionado de los cables y regletas que constituyen las diferentes redes**

Esta instalación consiste en:

- La instalación en la cubierta de los elementos captadores de señal y sus soportes, antenas y mástiles y/o torretas. Esta instalación puede ser complementada con posterioridad, con la instalación de las parábolas como elementos captadores de señal de TV satélite, o antenas receptoras de señales de TV digital, telefonía radio, etc. cuyos trabajos son similares a los de la instalación inicial.
- Una instalación eléctrica en el interior de los Recintos, consistente en: cuadro de protección, enchufes y alumbrado.
- El montaje de los equipos de cabecera de los diferentes servicios en los Recintos. Este trabajo puede ser completado, con posterioridad con la instalación de los equipos de cabecera de señales de TV digital, telefonía radio, etc.
- El tendido de los diferentes cables de conexión a través de los tubos y registros y el conexionado de los mismos.

No se manejan tensiones especiales siendo la más utilizada la de 220 V 50 Hz.

Normalmente se realiza durante la fase INSTALACIONES

#### **3.2.7.1 Riesgos generales que se pueden derivar del proyecto.**

Teniendo en cuenta lo referido anteriormente no existen riesgos generales derivados de la instalación de este proyecto.

##### **3.2.7.1.1 Riesgos debidos al entorno.**

Teniendo en cuenta que los operarios transitan por zonas en construcción, se encuentran expuestos a los mismos riesgos debidos al entorno que el resto de los operarios de la obra, siendo de señalar que los que esta presenta son:

- Atrapamiento y aplastamiento en manos durante el transporte de andamios.

- Atrapamientos por los medios de elevación y transporte.
- Caídas de operarios al vacío.
- Caída de herramientas, operarios y materiales transportados a nivel y a niveles inferiores.
- Caída de materiales de cerramiento por mala colocación de los mismos.
- Caída de andamios.
- Desplome y hundimiento de forjados.
- Electrocuaciones o contactos eléctricos, directos e indirectos, con instalaciones eléctricas de la obra.
- Incendios o explosiones por almacenamiento de productos combustibles.
- Irritaciones o intoxicaciones.: piel, ojos, aparato respiratorio, etc.
- Lesiones, pinchazos y cortes en manos y pies.
- Salpicaduras a los ojos de pastas y morteros.

### **3.2.7.1.2 Instalación de infraestructura en el exterior del edificio.**

Estos trabajos comportan la instalación de la arqueta y la canalización exterior y consisten en:

- Excavación de hueco para la colocación de la arqueta
- Excavación de zanja para la colocación de la canalización
- Instalación de la arqueta y cerrado del hueco.
- Instalación de la canalización, confección del prisma que la contiene y cerrado del mismo.
- Reposición de pavimento.

Los riesgos específicos de la actividad son los siguientes:

Teniendo en cuenta que estos trabajos de excavación se realizan en la acera hay que tomar especiales precauciones para no causar daños ni sufrir daños por los distintos servicios que discurren, o pueden discurrir por la acera.

Por ello, antes de comenzar los trabajos de excavación deben recabarse del Ayuntamiento las informaciones correspondientes a los diversos servicios que por allí discurren, su ubicación en la acera y la profundidad a que se encuentran.

En función de su situación o ubicación el director de obra decidirá el medio a utilizar, ya sea retroexcavadora u otro medio mecánico o medios manuales.

Si se realizan con retroexcavadora:

- Caídas al interior
- Circulación de maquinaria: atropellos y colisiones
- Vuelcos y desplazamientos de las máquinas
- Golpes a personas en el movimiento de giro
- Arrastre de canalizaciones enterradas.
- Daños producidos por los servicios canalizados en caso en que se rompa la canalización como
- Consecuencia del trabajo en curso (electrocuaciones, incendios o explosiones de gas.)
- Explosiones e incendios (caso de que discurren por la acera tuberías de gas)

Si se realizan con medios manuales:

- Caídas al interior de las zanjas.
- Desprendimientos de tierras
- Daños en canalizaciones enterradas
- Daños producidos por los servicios canalizados en caso en que se rompa la canalización como consecuencia del trabajo en curso (electrocuaciones, incendios o explosiones de gas.)

### **3.2.7.1.3 Riesgos debidos a la instalación de infraestructura y canalización en el interior del edificio.**

Los trabajos que se realizan en el interior son:

- Tendido de tubos de canalización y su fijación
- Realización de rozas para conductos y registros.
- Colocación de los diversos registros

Estos trabajos se realizan durante la fase de cerramiento y albañilería de la obra siendo los riesgos específicos de la actividad a realizar los siguientes:

- Caídas de escaleras o andamios de borriquetas.
- Proyección de partículas al cortar materiales.
- Electrocuciiones o contactos eléctricos, directos e indirectos, con pequeña herramienta.
- Golpes o cortes con herramientas
- Lesiones, pinchazos y cortes en manos

#### **3.2.7.1.4 Riesgos debidos a la instalación de los elementos de captación, los equipos de cabecera y el tendido y conexionado de los cables y regletas que constituyen las diferentes redes.**

Estas obras se realizan durante la Fase de Obra, INSTALACIONES.

El riesgo de estas unidades de obra no es muy elevado ya que se realizan en el interior del edificio salvo unas muy específicas que se realizan en las cubiertas, cuan es la instalación de los elementos de captación.

Riesgos específicos de la actividad a realizar:

- Debidos al vértigo en operarios propensos a sufrir estos efectos
- Resbalones en las superficies inclinadas. (Cubierta inclinada)
- Pérdida de equilibrio o caídas en caso de vientos superiores a 50 Km.

/h

- Caída en altura de personal y materiales
- Caída de andamios o escaleras
- Caída por huecos de ventilación no cerrados
- Golpes o cortes con herramientas
- Electrocuciiones por contactos de antenas o elementos captadores con líneas de alta o baja tensión que discurran sobre la cubierta
- Electrocuciiones por contactos directos con líneas de energía o directos o indirectos con pequeña maquinaria
- Lesiones, pinchazos y cortes en manos y pies

Debe tenerse en cuenta que, según el punto 4.2.1 del Anexo I del R.D. 279/99 sobre Infraestructuras Comunes la ubicación de los mástiles o torretas de antena será tal que su distancia mínima a líneas eléctricas (incluso de baja tensión) será de 1,5 veces la longitud del mástil o torretas de antena.

Las mismas precauciones deben tenerse en cuenta cuando se realicen instalaciones posteriores a las iniciales, para elementos nuevos de captación.

Especial cuidado y atención debe tenerse cuando se realicen trabajos de mantenimiento o sustitución de los elementos inicialmente instalados ya que puede haber cambios en los elementos del entorno, una vez realizada la instalación inicial que obliguen o aconsejen la toma de precauciones adicionales.

#### **3.2.7.1.5 Riesgos debidos a las instalaciones eléctricas en los recintos**

La instalación eléctrica en los recintos consiste en:

- Canalización directa desde el cuadro de contadores hasta el cuadro de protección.
- Instalación del cuadro de protección con las protecciones correspondientes

- Montaje en el interior del mismo de los interruptores magnetotérmicos y diferenciales
- Instalación de dos bases de toma de corriente
- Instalación de alumbrado normal y de emergencia
- Red de alimentación de los equipos que así lo requieran.

Riesgos específicos de la actividad a realizar:

- Caída de andamios o escaleras
- Golpes o cortes con herramientas
- Electrocuciiones por contactos directos con líneas de energía o directos o indirectos con pequeña maquinaria
- Lesiones, pinchazos y cortes en manos y pies

#### **3.2.7.1.6 Riesgos debidos a la instalación de los equipos de cabecera y el tendido y conexionado de los cables y regletas que constituyen las diferentes redes.**

El nivel de riesgo en la instalación de estas unidades de instalación es, por razón de la actividad, muy pequeño si bien, como en los casos anteriores, incide de forma importante el entorno.

Todas ellas se realizan en el interior del edificio.

Riesgos específicos de la actividad a realizar:

- Caída en altura de personal y materiales
- Caída de andamios o escaleras
- Caída por huecos de ventilación no cerrados
- Golpes o cortes con herramientas
- Electrocuciiones por contactos directos con líneas de energía o directos o indirectos con pequeña maquinaria
- Lesiones, pinchazos y cortes en manos y pies

#### **3.2.7.2 Medidas Alternativas de Prevención y Protección**

El Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, podrá determinar medidas de prevención y protección complementarias cuando aparezcan elementos o situaciones atípicas, que así lo requieran.

#### **3.2.7.3 Condiciones de los medios de protección**

Todas las prendas de protección personal o elementos de protección colectiva tendrán fijado un período de vida útil, desechándose a su término y su uso nunca representará un riesgo en sí mismo.

Serán desechadas y repuestas de inmediato todas las prendas o equipos de protección:

- Cuando, por las circunstancias del trabajo se produzca un deterioro más rápido en una prenda o equipo se repondrá inmediatamente, con independencia de la duración prevista o de la fecha de entrega.
- Cuando hayan sufrido un trato límite, es decir el máximo para el que fue concebido (por ejemplo por un accidente).
- Cuando, por su uso, hayan adquirido más holguras o tolerancias de las admitidas por el fabricante.

##### **3.2.7.3.1 Protecciones personales.**

Todos los elementos de protección personal deberán de:

- Cumplir el R.D. 773/97
- Disponer de la marca CE.

- Ajustarse a las Normas de Homologación MT, del Ministerio de Trabajo (O.M. 17/05/74) B.O.E. 29 /05/74.

Cuando no exista Norma de Homologación publicada para un producto o prenda, ésta será de la calidad adecuada a las prestaciones para las cuales ha sido diseñada.

#### **3.2.7.3.2 Protecciones colectivas.**

Las generales de aplicación a la obra de edificación serán enumeradas en el Estudio básico de Seguridad y salud de la obra.

#### **3.2.7.4 Protecciones particulares**

El material específico para esta instalación, con independencia de que sea aportado por la obra general, o por el Contratista, deberá satisfacer las siguientes condiciones:

##### **3.2.7.4.1 Plataformas de trabajo**

Tendrán como mínimo 60 cm de ancho, y las situadas a más de 2,00 m del suelo estarán dotadas de barandillas a 90 cm de altura, listón intermedio y rodapié. No se utilizarán como lugares de acopio de materiales.

##### **3.2.7.4.2 Escaleras de mano**

- Deberán ir provistas de zapatas antideslizantes, estarán sujetas para evitar su Caída.
- Deberán sobrepasar en 1 m. la altura a salvar y no ser de altura superior a 3 m.
- La separación entre la pared y la base debe ser igual a  $\frac{1}{4}$  de la altura total.
- En caso de ser de tijera deben tener zapatas antideslizantes y tirantes.
- Si son de madera deberán estar compuestas de largueros de una sola pieza y con peldaños ensamblados (nunca clavados).

##### **3.2.7.4.3 Andamios de borriquetas**

Tendrán una altura máxima de 1,5 m., y la plataforma de trabajo estará compuesta de tres tablones perfectamente unidos entre si, habiéndose comprobado, previo a su ensamblaje que no contengan clavos y se hallen en buenas condiciones.

La distancia entre apoyos no debe sobrepasar los 3,5 m.

#### **3.2.7.5 Servicios de Prevención**

Serán los generales de la obra sin que sea necesario establecer ninguno específico para la obra de la instalación de la red Inalámbrica.

#### **3.2.7.6 Comité de seguridad e higiene**

Será el de la obra sin que sea necesario establecer ninguno específico para la obra de instalación de la red inalámbrica.

#### **3.2.7.7 Instalaciones médicas**

Serán las generales de la obra sin que sea necesario establecer ninguna específica para la obra de instalación de la red inalámbrica.

### **3.2.7.8 Instalaciones de higiene y bienestar**

Serán las generales de la obra sin que sea necesario establecer ninguna específica para la obra de instalación de la red inalámbrica.

### **3.2.7.9 Plan de Seguridad e Higiene**

Será el general de la obra al cual se incorporará este estudio específico de la instalación de la red inalámbrica.

### **3.2.8 Secreto de las comunicaciones**

El Artículo 33 de la Ley 32/2003, de 3 de noviembre, General de Telecomunicaciones, obliga a los operadores que presten servicios de Telecomunicación al público a garantizar el secreto de las comunicaciones, todo ello de conformidad con los artículos 18.3 y 55.2 de la Constitución, el Art. 579 de la Ley de Enjuiciamiento Criminal y la Ley Orgánica 2/2002, de 6 de mayo, reguladora del control judicial previo del Centro Nacional de Inteligencia.

Dado que en este Proyecto se han diseñado redes de comunicaciones de Telefonía Disponible al Público se deberán adoptar las medidas técnicas precisas para cumplir la Normativa vigente en función de las características de la infraestructura utilizada.

En el momento de redacción de este Proyecto la Normativa vigente es el R.D. 401/2003, de 4 de abril, que aprueba el Reglamento regulador de las Infraestructuras Comunes de Telecomunicaciones en el interior de los edificios.

En Madrid a 15 de Abril de 2004

Fdo.: José Sánchez Gómez  
Ingeniero de Telecomunicación  
Colegiado N° 5

## 5 Presupuesto de ejecución

### *Presupuesto de ejecución Red WLAN ETSIT Madrid*

#### *Planta 3.-*

Unidades	Concepto	Precio unitario (€)	Subtotal (€)
3	Punto de acceso con soporte de seguridad y autenticación CN300	350	1.050
1	Concentrador CN3000 con funciones de punto de acceso, router y firewall	660	660
100	Cable UTP clase 5	1	100
4	Conectores RJ45	1	4
1	Pequeño material (Tornillos, tuercas, grapas, cinta aislante y en general material de sujeción)	15	15
2,5	Hora de oficial de primera	23	57,5
2,5	Hora de oficial de segunda	26	65
Total =			1.951,50 €

#### *Planta 4.-*

Unidades	Concepto	Precio unitario (€)	Subtotal (€)
3	Punto de acceso con soporte de seguridad y autenticación CN300	350	1.050
1	Concentrador CN3000 con funciones de punto de acceso, router y firewall	660	660
100	Cable UTP clase 5	1	100
4	Conectores RJ45	1	4
1	Pequeño material (Tornillos, tuercas, grapas, cinta aislante y en general material de sujeción)	15	15
2,5	Hora de oficial de primera	23	57,5
2,5	Hora de oficial de segunda	26	65
Total =			1.951,50 €

**Total: 3.903,00 €**

Asciende el presente Presupuesto de Proyecto Técnico de despliegue de Red Inalámbrica en el edificio de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación de Madrid a la cantidad de TRES MIL NOVECIENTOS TRES EUROS.

En Madrid, a 15 de abril de 2004-04-12  
 Fdo.: José Sánchez Gómez  
 Ingeniero de Telecomunicación  
 Colegiado nº 5



## **6 ANEXO I. Características de los equipos utilizados**

## **7 ANEXO II. Declaraciones de conformidad**