

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR DE GANDIA

Grado en Ing. Sist. de Telecom., Sonido e Imagen



UNIVERSIDAD
POLITECNICA
DE VALENCIA



ESCUELA POLITECNICA
SUPERIOR DE GANDIA

“Certificación Radioeléctrica y Proyecto Ejecutivo de una estación de Telefonía móvil para Orange, situada en el término municipal de Torrente”

TRABAJO FINAL DE GRADO

Autor/a:
Andrea Eugenia García Quesada

Tutor/a:
María Consuelo Part Escrivá

GANDIA, 2013

RESUMEN

En las últimas décadas la telefonía móvil se ha introducido en la sociedad, convirtiéndose en un servicio imprescindible entre los ciudadanos.

El despliegue generalizado de los servicios de radiodifusión y de telefonía móvil ha aumentado la exposición a las emisiones radioeléctricas.

Debido a la importancia que está tomando esta tecnología, han sido aprobados varios reglamentos en los que se limita la exposición humana a campos electromagnéticos y se obliga a las operadoras a realizar campañas de certificación de sus estaciones de comunicación para controlar sus emisiones.

Este documento es resultado de unas medidas previas, realizadas en el entorno del emplazamiento (anterior a su instalación), y de un replanteo in situ, con el que se pudo diseñar y planificar la nueva instalación. El proyecto se divide en dos partes

- **Certificación Radioeléctrica**, sobre una estación existente de Vodafone, en la cuál se quiere instalar el Operador Orange. Para ello es necesario realizar unas medidas, con el equipamiento adecuado, para comprobar que antes de realizar ningún cambio en la estación, no se superan los límites establecidos en el Reglamento vigente.
- **Proyecto ejecutivo**. Una vez confirmado que los niveles son correctos, se procede a la realización del proyecto, donde plasma todos los cambios que va a sufrir la estación.

PALABRAS CLAVE

- Telefonía móvil
 - Emisiones radioeléctrica
 - Campo electromagnético
 - Niveles de exposición
 - Antena
-

SUMMARY

In last decades, the mobile phone has been introduced into society, becoming an essential service to citizens.

Due to the importance of taking this technology have been adopted several regulations that limited human exposure to electromagnetic fields and the telecommunications company are bound to make certifications of its communication stations to control their emissions.

The widespread deployment of broadcasting and mobile telephony has increased exposure to broadcasting.

This project is the result of a previous action, executed in the surroundings of the site (before installation), and a previous visit, to design and plan the new installation. The project is divided into two parts

- **Radio Certification** on Vodafone's station in which Orange wants to settle. Therefore, it is necessary to perform measurements with the proper equipment to check that before making any changes to the station, do not exceed the limits set in the current regulation
- **Design Project:** Once confirmed if the levels are correct, it proceed to carry out the project, which has all the changes that will suffer the station.

KEYWORDS

- Mobile Telephony
 - Broadcasting
 - Electromagnetic field
 - Exposure level
 - Antenna
-

ÍNDICE

| | |
|---|-----------|
| INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS..... | 1 |
| CERTIFICACIÓN RADIOELÉCTRICA VALF3159..... | 3 |
| 1. CARACTERISTICAS GENERALES..... | 4 |
| 2. DATOS CORRESPONDIENTES AL EMPLAZAMIENTO..... | 4 |
| 3. CARACTERISTICAS RADIOELECTRICAS DE LA ESTACION..... | 5 |
| 4. CALCULO DE LOS NIVELES DE EXPOSICION RADIOELECTRICOS..... | 6 |
| 5. CARACTERISTICAS DEL EMPLAZMAIENTO..... | 7 |
| 6. UBICACIÓN Y ACCESOS..... | 11 |
| 7. PUNTOS DE MEDIDA..... | 13 |
| 8. REPORTAJE FOTOGRAFICO..... | 16 |
| 9. PROCESO DE CALCULO DE LOS NIVELES DE EXPOSCICION..... | 20 |
| 10. CALCULO DEL OS VOLUMENES DE REFERENCIA..... | 21 |
| 11. REPRESENTACION DE VOLUMENES..... | 24 |
| 12. TECNICAS DE MINIMIZACION DE NIVELES..... | 28 |
| | |
| PROYECTO DE ACONDICIONAMIENTO DE ESTACION BASE DE TELEFONIA MOVIL VAL3159..... | 30 |
| 1. MEMORIA DESCRIPTIVA..... | 32 |
| 1.1. PETICIONARIO..... | 32 |
| 1.2. OBJETO DEL PROYECTO..... | 32 |
| 1.3. SITUACIÓN..... | 32 |
| 1.4. COORDENADAS DEL EMPLAZAMIENTO..... | 32 |
| 1.5. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN..... | 33 |
| 1.5.1 DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS DE OBRA CIVIL Y CARPINTERÍA METÁLICA..... | 33 |
| 1.5.2 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACION DE BALIZAMIENTO NOCTURNO Y DIURNO...33 | |
| 1.6. OBRA CIVIL..... | 33 |
| 1.6.1 GENERAL..... | 33 |
| 1.6.2 OBRAS ACCESORIAS A LA INSTALACIÓN..... | 34 |
| 1.6.3 OBRAS DE DEMOLICIÓN Y ACONDICIONAMIENTO..... | 34 |
| 1.7. ESTRUCTURAS METÁLICAS..... | 34 |
| 1.7.1 SOPORTES DE ANTENAS..... | 34 |
| 1.7.1.1 Satélites..... | 34 |
| 1.7.1.2 Torre..... | 34 |
| 1.8. DESCRIPCIÓN DE INSTALACIONES: ELECTRICIDAD, RADIO Y PUESTA A TIERRA..... | 34 |
| 1.8.1 INSTALACIÓN DE ELECTRICIDAD..... | 35 |
| 1.8.2 ANTENAS..... | 35 |
| 1.8.3 INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA..... | 34 |
| 1.8.3.1 Sistema de Tierras de Antenas..... | 35 |
| 1.8.3.2 Sistema de Tierras de los equipos..... | 35 |
| 1.9. CLASIFICACIÓN URBANÍSTICA..... | 35 |
| 1.10. SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE..... | 35 |

| | |
|---|-----------|
| 2. MEDICIÓN Y PRESUPUESTOS | 36 |
| 3. CONCLUSION Y BIBLIOGRAFIA | 38 |

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

La telefonía móvil está en continuo crecimiento, los usuarios de móviles son cada vez más numerosos y demandan día a día servicios más avanzados. Actualmente los usuarios, ya sean particulares o empresas, quieren tener movilidad y llevar consigo dispositivos que les den acceso a la banda ancha móvil: e-mail, música, televisión, chat, Internet o conexión con distintas redes y equipos para el envío de información.

La tecnología 3G, y la emergente 4G, permiten ofrecer todos estos servicios para equipos móviles, pero requiere de las operadoras el despliegue de una infraestructura de antenas no exenta de dificultades:

- Rechazo social de las antenas de telefonía móvil
- Dificultad al obtener o renovar los emplazamientos
- Costes de instalación elevados
- Alto impacto visual al multiplicarse el número de antenas en cada emplazamiento
- Riesgo de deterioro de la imagen de la compañía
- Normativa y licencias de instalación reguladas por cada municipio
- Necesidad de compartir emplazamientos con otras operadoras

Para ello, los operadores, realizan un estudio previo de la red, situando estaciones base de telefonía móvil en zonas clave: gran concentración de gente, zonas sin cobertura, zonas rurales de difícil acceso de comunicación...

La creación acelerada de estas redes, y su visibilidad por parte de los ciudadanos, ha provocado que la opinión pública en los países avanzados esté más sensibilizada sobre temas relativos a la salud y el medio ambiente y su relación con los avances y las innovaciones científico-técnicas.

A esto contribuye que la velocidad del cambio técnico y el desarrollo de los medios de comunicación permiten la difusión de supuestos riesgos potenciales de una innovación, antes que las investigaciones científicas hayan podido clarificar con el rigor necesario las cuestiones suscitadas.

La percepción social del riesgo de la telefonía móvil, y en general de los sistemas radioeléctricos, tiene su origen en el lógico desconocimiento que la ciudadanía tiene de los mismos y sobre los procedimientos que se emplean para garantizar su seguridad.

En consecuencia, nuestra sociedad asiste al debate actual sobre los posibles efectos sobre la salud de las emisiones radioeléctricas producidas por las estaciones de telefonía móvil y demanda información rápida, veraz y autorizada.

Así, el Real Decreto 1066/2001 aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a las emisiones radioeléctricas.

El Reglamento que se aprueba por este Real Decreto tiene, entre otros objetivos, adoptar medidas de protección sanitaria de la población. Para ello, se establecen unos límites de exposición del público en general a campos electromagnéticos procedentes de emisiones radioeléctricas, acordes con las recomendaciones europeas.

Para garantizar esta protección se establecen unas restricciones básicas y unos niveles de referencia que deberán cumplir las instalaciones afectadas por este Real Decreto (Fig. 1).

| Gama de frecuencia | Inducción magnética (mT) | Densidad de corriente (mA/m ²) rms | SAR medio de cuerpo entero (W/kg) | SAR Localizado (cabeza y tronco) (W/kg) | SAR Localizado (miembros) (W/kg) | Densidad de potencia S (W/m ²) |
|--------------------|--------------------------|--|-----------------------------------|---|----------------------------------|--|
| 0 Hz | 40 | — | — | — | — | — |
| >0-1 Hz | — | 8 | — | — | — | — |
| 1-4 Hz | — | 8/f | — | — | — | — |
| 4-1.000Hz | — | 2 | — | — | — | — |
| 1.000 Hz-100 kHz | — | f/500 | — | — | — | — |
| 100 kHz-10 MHz | — | f/500 | 0,08 | 2 | 4 | — |
| 10 MHz-10 GHz | — | — | 0,08 | 2 | 4 | — |
| 10-300 GHz | — | — | — | — | — | 10 |

Fig. 1. Restricciones básicas para campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos (0Hz-300 GHz)

Para la comprobación de estos niveles, es necesaria la realización de una Certificación Radioeléctrica. Ésta debe ser visada por el ingeniero o graduado que ha realizado la medición. Una vez visada, debe ser enviada al operador de telecomunicaciones correspondiente, el cuál la presentará ante el ministerio para su aprobación y comprobación de niveles de exposición.

Previo a la implantación de una nueva estación de telefonía móvil o compartición de infraestructura, es necesaria esta certificación, ya que además de ser presentada en el ministerio, también será necesaria para la consecución de la licencia de obra correspondiente para poder ejecutar la instalación.

El proceso técnico (y de legalización) a seguir, para la implantación de una estación base sería el siguiente:

- **Elección de la zona donde se quiere colocar la instalación.**
- **Replanteo de la instalación:** Se plantea una solución constructiva.
- **Certificación Radioeléctrica:** Se realizan las mediciones correspondientes para obtener los niveles de exposición previo a la instalación.
- **Proyecto ejecutivo:** Una vez aprobada la solución por el operador y asegurándose de que no sobrepasan los niveles de exposición establecidos, se realiza un proyecto técnico donde se incluyen todos los detalles de la instalación: planos, cálculos eléctricos, cálculos de cargas ejercidas a la estructura del edificio, detalle del sistema radiante y equipos a instalar. (Dependiendo de la complejidad del emplazamiento).

Los objetivos principales de este proyecto son:

- Obtención de los niveles de exposición en la zona elegida.
- La confirmación mediante la realización de la Certificación Radioeléctrica, si es posible la implantación de una nueva estación base de telefonía móvil en la zona elegida
- Realización del proyecto, diseñando una estación según las exigencias del operador.

El proyecto que se desarrolla a continuación, consta de dos partes:

- **Certificación Radioeléctrica de estación Base de Telefonía móvil para Orange**
- **Proyecto Ejecutivo de estación base de telefonía móvil para Orange**

Dicha estación, está situada en el término municipal de Torrente.

CERTIFICACION RADIOELÉCTRICA VALF3159

CERTIFICACIÓN DE ESTACIONES EN PROYECTO

Don/Doña Andrea García Quesada, Graduada en Ingeniería de Sistemas de Telecomunicación, Sonido e Imagen, N.I.F. 29204905B, en cumplimiento del Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radio eléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitarias frente a emisiones radioeléctricas ("Boletín Oficial del Estado" del 29) y del apartado tercero de la Orden por la que se establecen condiciones para la presentación de determinados estudios y certificaciones por operadores de servicios de radiocomunicaciones,

CERTIFICA:

Que la estación proyectada cuyas características se especifican a continuación cumple los límites de exposición establecidos en el anexo II del mencionado Reglamento de acuerdo con los cálculos técnicos efectuados al respecto.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LAS ESTACIONES (Facilitadas por el operador)

1.- CARACTERISTICAS GENERALES

| | |
|----------------------------------|-----------|
| Código Estación | VALF3159A |
| Tipo de Sistema | UMTS |
| Operador (Nombre o razón social) | AMENA |
| Tipo de Estación | ER1 |

2.- DATOS CORRESPONDIENTES AL EMPLAZAMIENTO

| | |
|---|--------------------------|
| Tipo de solicitud | ALT |
| Dirección | CL ARCIPRESTE DE HITTA 6 |
| Población | TORRENTE |
| Término municipal | TORRENTE |
| Provincia | VALENCIA |
| Latitud | 39° 24' 42"N |
| Longitud | 0° 29' 05"W |
| Cota del terreno sobre el nivel del mar (m) | 110 |
| Emplazamiento compartido (SI/NO) | SI |
| Localización de la estación | EXTERIOR |

3.- CARACTERISTICAS RADIOELECTRICAS DE LA ESTACION

| Sistema/Sector | 1 | 2 | 3 |
|--|---------|---------|---------|
| Altura de la antena sobre el terreno (m) | 22,7 | 22,7 | 22,7 |
| Frecuencia de transmisión | 930 | 930 | 930 |
| Unidad de Frecuencia | Mhz | Mhz | Mhz |
| Polarización | M | M | M |
| Tipo Ganancia | ISO | ISO | ISO |
| Valor de Ganancia (db) | 16 | 16 | 16 |
| Tipo Potencia Radiada | PIRE | PIRE | PIRE |
| Potencia máxima por portadora | 492,04 | 492,04 | 492,04 |
| Unidad de potencia máxima por portadora | W | W | W |
| Nº Portadoras | 1 | 1 | 1 |
| Potencia máxima total | 2564,52 | 2564,52 | 2564,52 |
| Unidad Potencia máxima total | W | | |
| Acimut de máxima radiación (grados) | 80 | 210 | 320 |
| Apertura horizontal del haz (grados) | 65 | 65 | 65 |
| Apertura vertical del Haz (grados) | 10 | 10 | 10 |
| Inclinación del Haz (grados) | -5 | -5 | -5 |
| Nivel lóbulos secundarios (db) | 20 | 20 | 20 |

4.- CALCULO DE LOS NIVELES DE EXPOSICION RADIOELECTRICA

MEDIDAS FASE 1

A continuación, se detallan las medidas realizadas en campo, siguiendo una trayectoria alrededor de la estación preexistente, dentro de un radio de 100 metros.

| <u>Equipo de medida utilizado:</u> | | | | <u>Datos de las mediciones:</u> | | | |
|------------------------------------|------------|--|--|---------------------------------|-----------------------|--|--|
| Marca: | NARDA | | | Código de estación: | VALF3159A | | |
| Modelo: | EMR300 | | | Fecha de realización: | 2013-05-08 | | |
| Fecha última calibración: | 2012-08-24 | | | Técnico Responsable: | Andrea García Quesada | | |
| Valor del umbral de detección: | 0,02V/m | | | Nº total de mediciones: | 8 | | |

| Localización del punto de medida respecto las antenas | | | Hora de inicio de la medición | Unidad (W/m ² o (V/m) | Nivel de Referencia (1) | Nivel de decisión (2) | Valor medido promediado (3) | Valor calculado (4) | Diferencia (2)-(3) (4) (5) | ¿El punto corresponde a un Espacio sensible? |
|---|----------|----------|-------------------------------|----------------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------------|---------------------|----------------------------|--|
| Punto | Dist.(m) | Azim (°) | | | | | | | | |
| 1 | 24,80 | 180 | 10:13 | V/m | 41,25 | 20,63 | 0,67 | 0,67 | 19,96 | NO |
| 2 | 83,15 | 200 | 10:20 | V/m | 41,25 | 20,63 | 0,46 | 0,53 | 20,10 | NO |
| 3 | 45,99 | 270 | 10:27 | V/m | 41,25 | 20,63 | 0,76 | 0,78 | 19,85 | NO |
| 4 | 83,15 | 300 | 10:34 | V/m | 41,25 | 20,63 | 0,79 | 0,84 | 19,79 | NO |
| 5 | 54,91 | 310 | 10:41 | V/m | 41,25 | 20,63 | 0,87 | 0,95 | 19,68 | NO |
| 6 | 92,81 | 0 | 10:48 | V/m | 41,25 | 20,63 | 0,7 | 0,71 | 19,92 | NO |
| 7 | 83,15 | 70 | 10:55 | V/m | 41,25 | 20,63 | 0,33 | 0,42 | 20,21 | NO |
| 8 | 64,15 | 100 | 11:02 | V/m | 41,25 | 20,63 | 0,4 | 0,46 | 20,17 | NO |

- (1) Según R.D 1066/2011, de 28 de septiembre, en función de la frecuencia.
- (2) Según se señala en el procedimiento para la realización de medidas de emisión de la Orden.
- (3) En las unidades señaladas en (1) o en (2), si las mediciones estuviesen por debajo del umbral de detección del equipo señálese "<umbral". Para las estaciones proyectadas indíquese el nivel preexistente.
- (4) Rellenar únicamente para el caso de estaciones de nueva instalación
- (5) Caso de resultar la diferencia negativa realizarse mediciones en FASE-2.

IDENTIFICACIÓN DE ESPACIOS SENSIBLES

No aplica. No hay ningún espacio sensible (colegio, hospital, parque...) en un radio de 100m.

MEDIDAS FASE2/3

No aplica.

5.- CARACTERISTICAS DEL EMPLAZAMIENTO

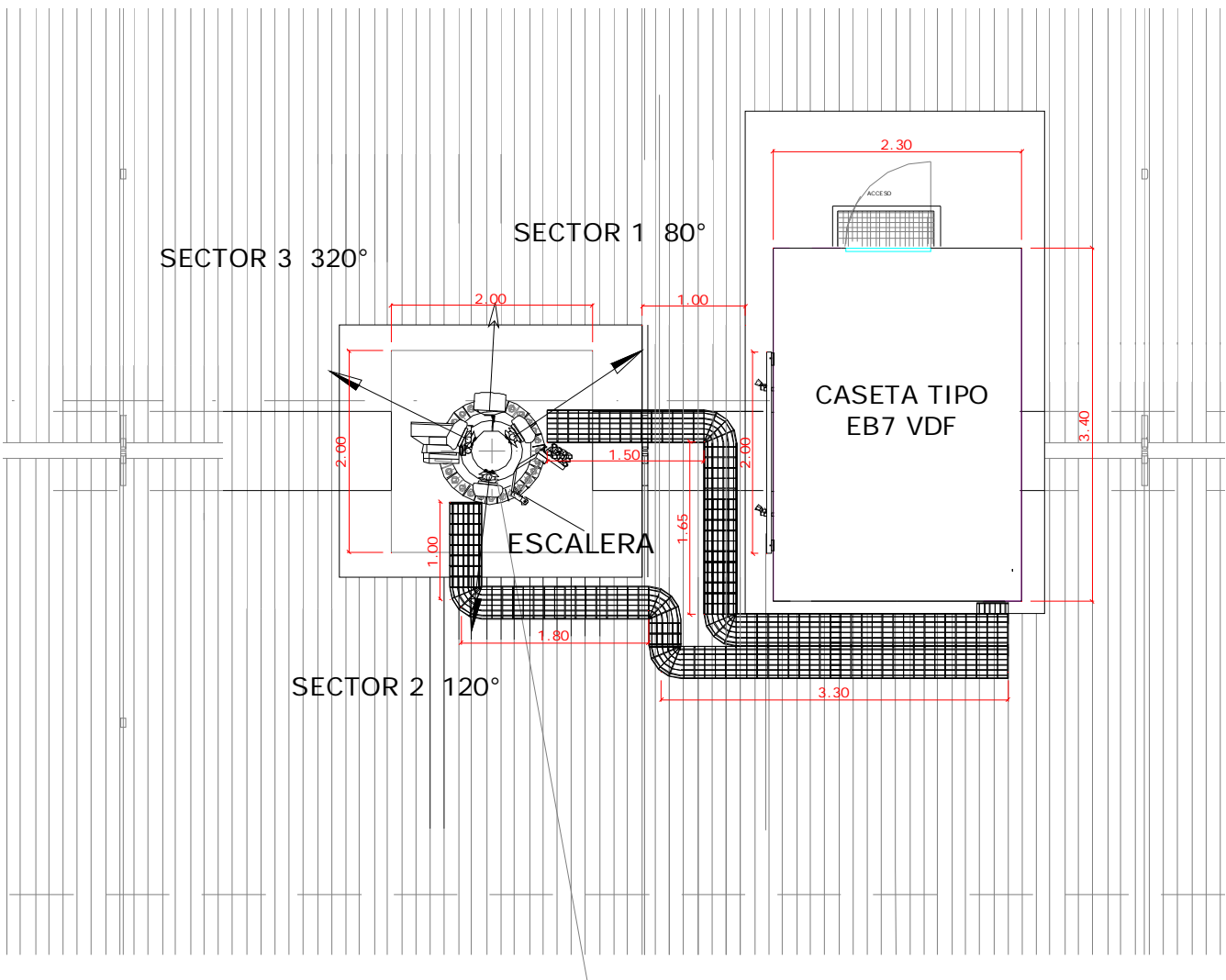
| | | | | | |
|---|----------|-------------------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| Otros Sistemas propios mismo emplazamiento: | | TMA <input type="checkbox"/> | GSM <input type="checkbox"/> | DCS <input type="checkbox"/> | UMTS <input type="checkbox"/> |
| Otros Operadores mismo emplazamiento: | Movistar | <input type="checkbox"/> | GSM <input type="checkbox"/> | DCS <input type="checkbox"/> | UMTS <input type="checkbox"/> |
| | Vodafone | <input checked="" type="checkbox"/> | TMA <input type="checkbox"/> | | |
| | Orange | <input type="checkbox"/> | GSM <input type="checkbox"/> | DCS <input type="checkbox"/> | UMTS <input type="checkbox"/> |
| | Yoigo | <input type="checkbox"/> | GSM <input type="checkbox"/> | DCS <input type="checkbox"/> | UMTS <input type="checkbox"/> |
| | Otro: | <input type="checkbox"/> | GSM <input type="checkbox"/> | DCS <input type="checkbox"/> | UMTS <input type="checkbox"/> |

Estaciones preexistentes:

Orange no tiene ninguna tecnología preexistente en la estación existente de Vodafone.

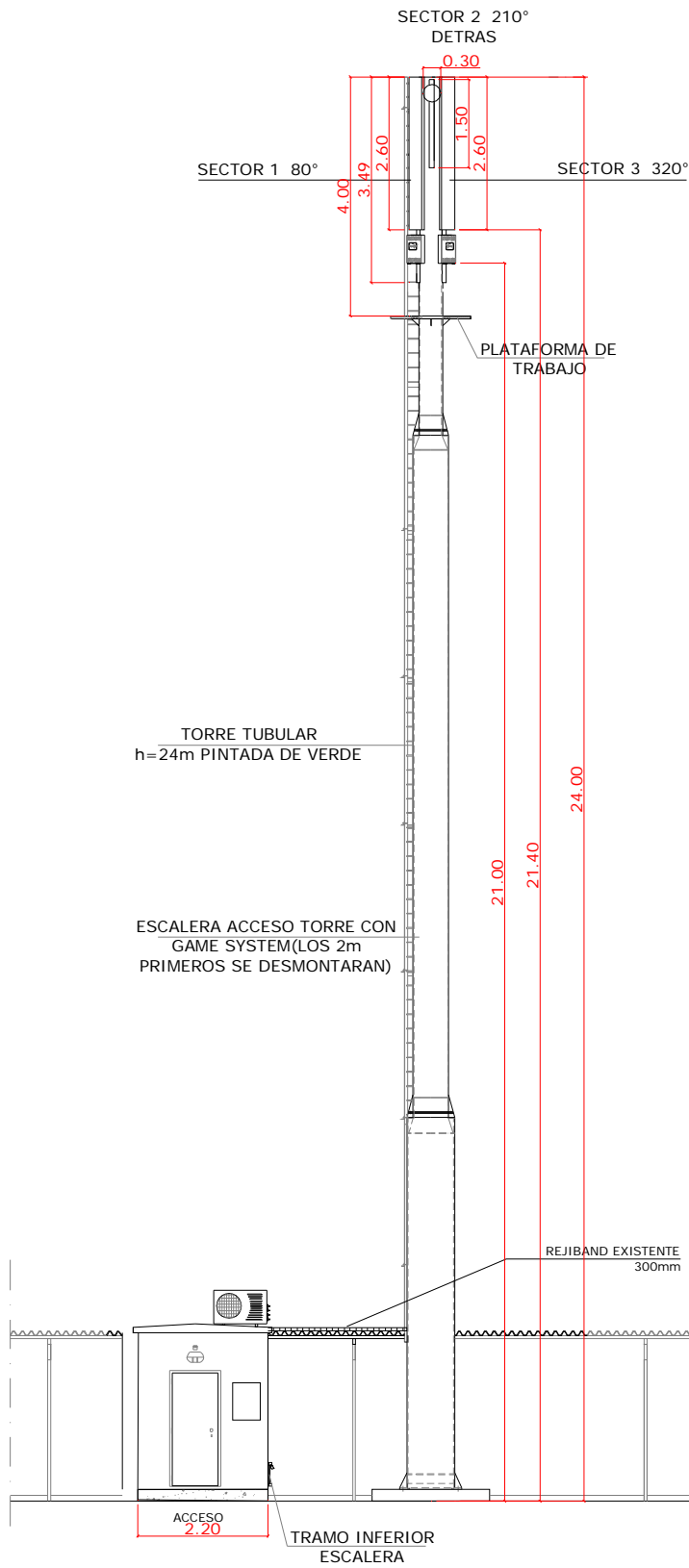
A continuación, se detallan los planos generales del emplazamiento, formado por una torre tubular de 24m y una caseta de equipos:

Planos de planta

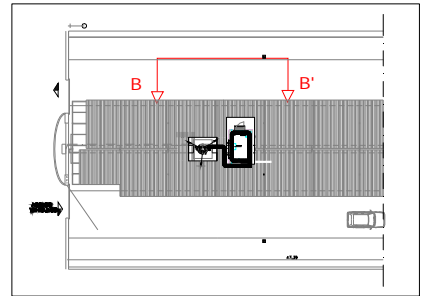


Planos de alzado

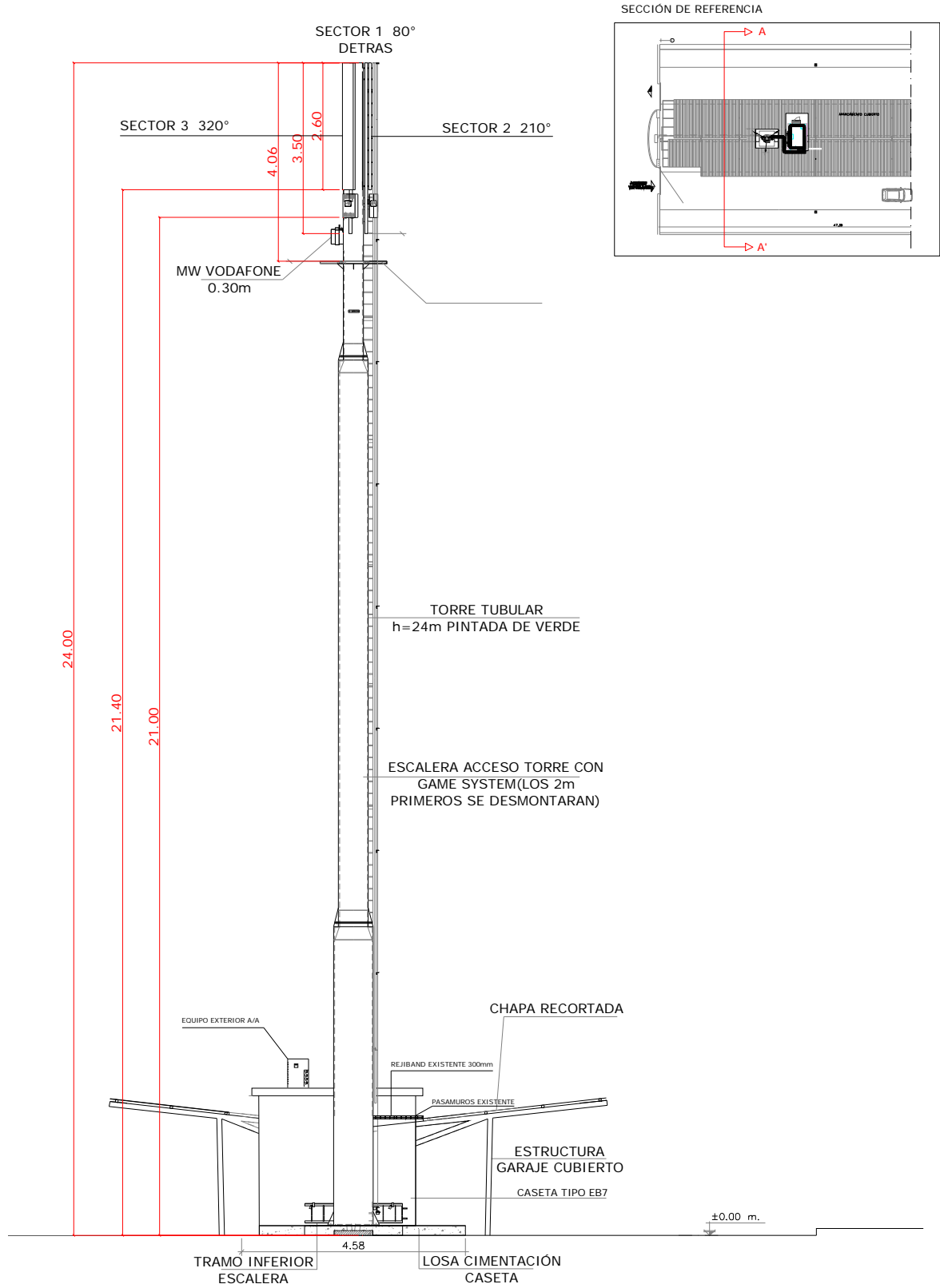
SECCIÓN B-B' SECTORES 1 Y 3



SECCIÓN DE REFERENCIA



SECCIÓN A-A' SECTOR 2

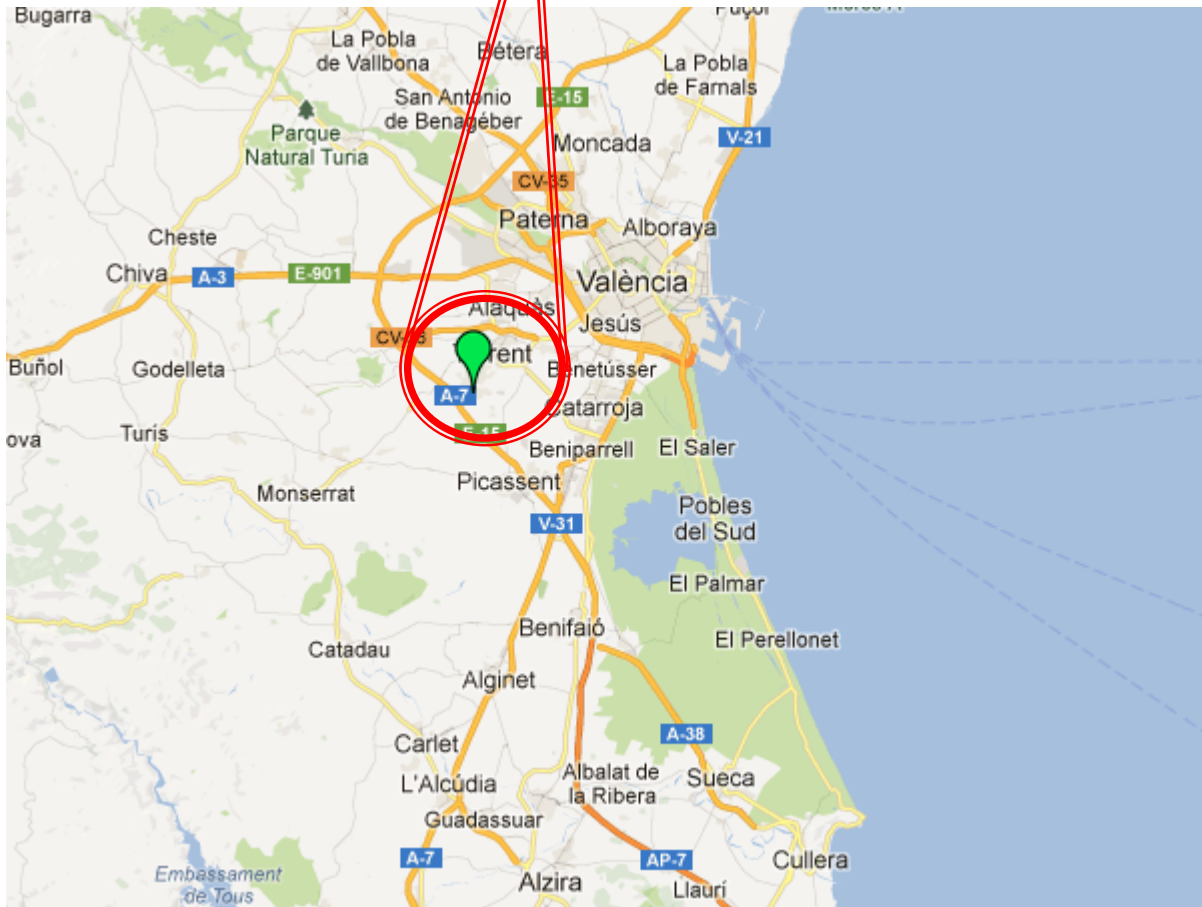


6.- UBICACIÓN Y ACCESO

Ubicación del emplazamiento

El emplazamiento está situado en el término municipal de Torrente.

EMPLAZAMIENTO



7.- PUNTOS DE MEDIDA

Los puntos escogidos para la medición están dentro del límite de 100m de radio, desde el punto de situación de las antenas. En este caso están a top de torre.

Plano de entorno del emplazamiento

Se establece unos círculos delimitando la zona de exposición de la estación, en la cuál se realizarán las medidas necesarias.



Coordenadas geográficas:

Latitud: 39° 24' 42.45" N
Longitud: 0° 29' 5.76" W
Cota (AMSL) 110

Plano de Trayectoria de Exploración

En la siguiente imagen, se pueden ver los puntos elegidos para la realización de las medidas, y el recorrido realizado. En cada punto, aparece el ángulo con respecto del norte y la distancia (en plano) desde el punto hasta la torre donde se encuentra el sistema radiante.



Planos de Puntos de Exposición y Vistas de Fotografías

Realizaremos una foto en cada punto, para verificar la medida realizada



8.- REPORTAJE FOTOGRAFICO

Fotografías generales del emplazamiento

A continuación se presentan varias fotografías del emplazamiento Vodafone donde se compartirán antenas existentes de VDF con la tecnología U900 de Orange.



Foto 1: Vista general de la torre dónde se ubicará el sector ORANGE.

Fotografías en la dirección de máxima emisión



Foto 2: Máxima emisión Sector 1



Foto 3: Máxima emisión Sector 2



Foto 4: Máxima emisión Sector 3

Fotografías de los puntos de medida en el entorno del emplazamiento



Foto 5. Punto Medida 1.



Foto 6. Punto Medida 2.



Foto 7. Punto Medida 3.



Foto 8. Punto Medida 4.



Foto 9. Punto Medida 5.



Foto 10. Punto Medida 6.



Foto 11. Punto Medida 7



Fot 12. Punto Medida 8

9.- PROCESO DE CÁLCULO DE LOS NIVELES DE EXPOSICION

A continuación se describen los cálculos realizados para estimar los niveles de exposición en los puntos de medida una vez que se ponga en funcionamiento la tecnología en proyecto.

Para cada punto se proporcionan los datos siguientes:

- Distancia en metros respecto del soporte de las antenas
- Acimut respecto del norte geográfico evaluado desde el soporte de las antenas
- Nivel de señal preexistente medido

El valor de señal preexistente puede venir expresado como densidad de potencia $S_{preexistente}$ o densidad de campo eléctrico $E_{preexistente}$. Ambos valores estarán directamente relacionados mediante:

$$S_{preexistente} = \frac{|E_{preexistente}|^2}{\eta_0} = \frac{|E_{preexistente}|^2}{377}$$

El procedimiento de cálculo evalúa en primer lugar cuál de los sectores que constituyen la tecnología es el que más afecta al punto de medida, para lo cual se compara su valor de acimut con la orientación de los distintos sectores.

Para evaluar la nueva densidad de potencia que se registraría en el punto medido, una vez que entre en funcionamiento la tecnología, se hace uso de la expresión siguiente:

$$S_{final} = \frac{PIRE \cdot N^{\circ} TRXs}{4\pi \cdot d^2} + S_{preexistente}$$

donde d es la distancia en metros del punto de medida al soporte de las antenas y los datos de PIRE y número de TRXs son los correspondientes a la nueva tecnología. Debe señalarse también que las unidades de la PIRE dentro de la fórmula son vatios.

10.- CALCULO DE LOS VOLUMENES DE REFERENCIA

Conocidos los siguientes datos:

- Frecuencias (f)
- Máxima potencia por portadora (Pmax)
- Número de portadoras (N)
- Diagrama de radiación de la antena (F(θ,φ) y su máxima ganancia (G))
- Downtilt (α)

En nuestro caso se ha establecido como volumen de referencia un paralelepípedo, cuyas dimensiones se definen desde la parte más externa de los elementos radiantes como muestra la figura, mediante las siguientes expresiones:

$$D_{max} = [(M \times PIRE)/(4\pi \times S_{max})]^{1/2}$$

Donde:

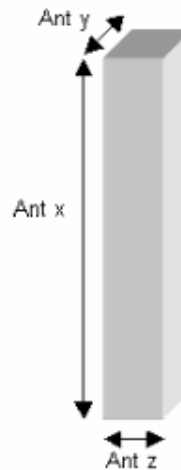
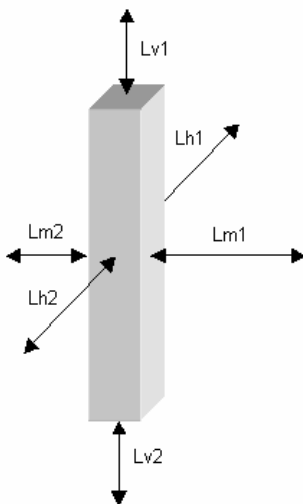
M es 4 si se considera la reflexión total de un rayo
 es 2.56 si se considera las condiciones de reflexión típicas
 es 1 si no se considera ninguna reflexión

PIRE es el producto de Pmax x G(θ,φ)

Pmax es la potencia máxima de transmisión

G(θ,φ) es la ganancia de la antena

Smax es la densidad de potencia máxima permitida para las frecuencias de trabajo



$$L_{m2} = D_{max} \times [G(\theta_A)]^{1/2} \times \cos(\theta_A)$$

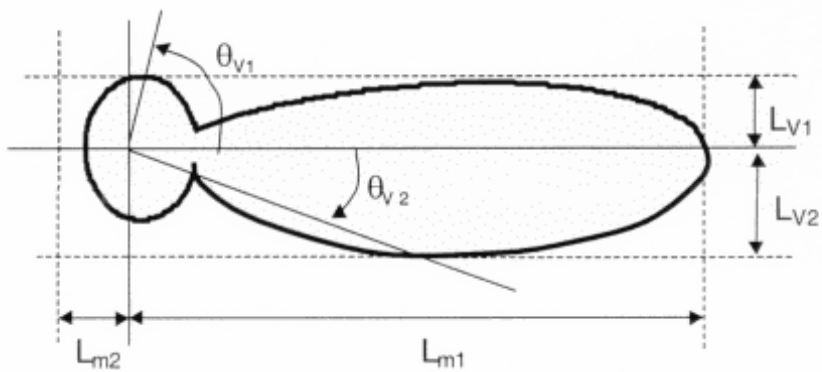
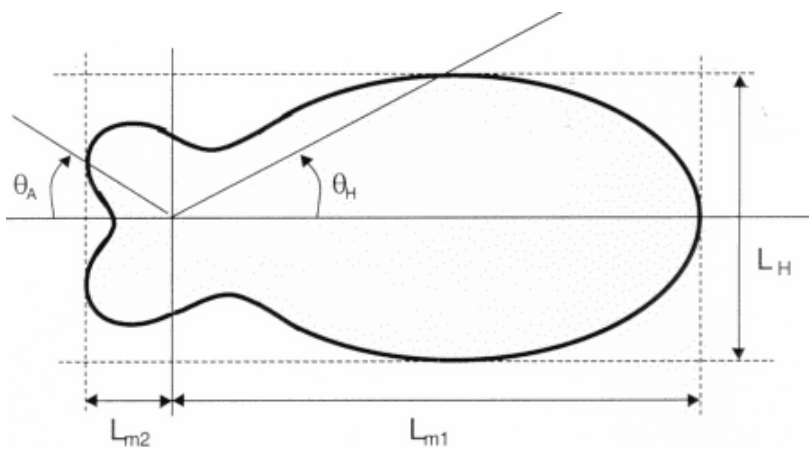
$$L_{H1} = D_{max} \times [G(\theta_H)]^{1/2} \times \sin(\theta_H)$$

$$L_{H2} = D_{max} \times [G(\theta_H)]^{1/2} \times \sin(\theta_H)$$

$$L_{V1} = D_{max} \times [G(\theta_{V1})]^{1/2} \times \sin(\theta_{V1})$$

$$L_{V2} = D_{max} \times [G(\theta_{V2})]^{1/2} \times \sin(\theta_{V2})$$

Los ángulos θ_A , θ_H , θ_{V1} y θ_{V2} son los ángulos en que la proyección sobre el eje del corte correspondiente del diagrama de radiación es máxima.



Resultados para la tecnología objeto de Certificación:

Calculo del paralelepípedo de la tecnología UMTS900.

| Sector | Lm1 (m) | Lm2 (m) | Lh1 (m) | Lh2 (m) | Lv1 (m) | Lv2 (m) | DIMENSIONES ANTENA | | |
|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------------------|-----------|-----------|
| | | | | | | | Antx (mm) | Anty (mm) | Antz (mm) |
| 1 | 4,7778 | 0,4774 | 0,9881 | 0,9059 | 0,4774 | 0,4774 | 2058 | 262 | 149 |
| 2 | 4,7778 | 0,4774 | 0,9881 | 0,9059 | 0,4774 | 0,4774 | 2058 | 262 | 149 |
| 3 | 4,7778 | 0,4774 | 0,9881 | 0,9059 | 0,4774 | 0,4774 | 2058 | 262 | 149 |

| | DIMENSIONES PARALELEPÍPEDO | | |
|---|----------------------------|--------|--------|
| | Lm (m) | Lh (m) | Lv (m) |
| 1 | 5,40 | 2,16 | 3,01 |
| 2 | 5,40 | 2,16 | 3,01 |
| 3 | 5,40 | 2,16 | 3,01 |

LEYENDA: $Lm=Lm1+Lm2+Antz$

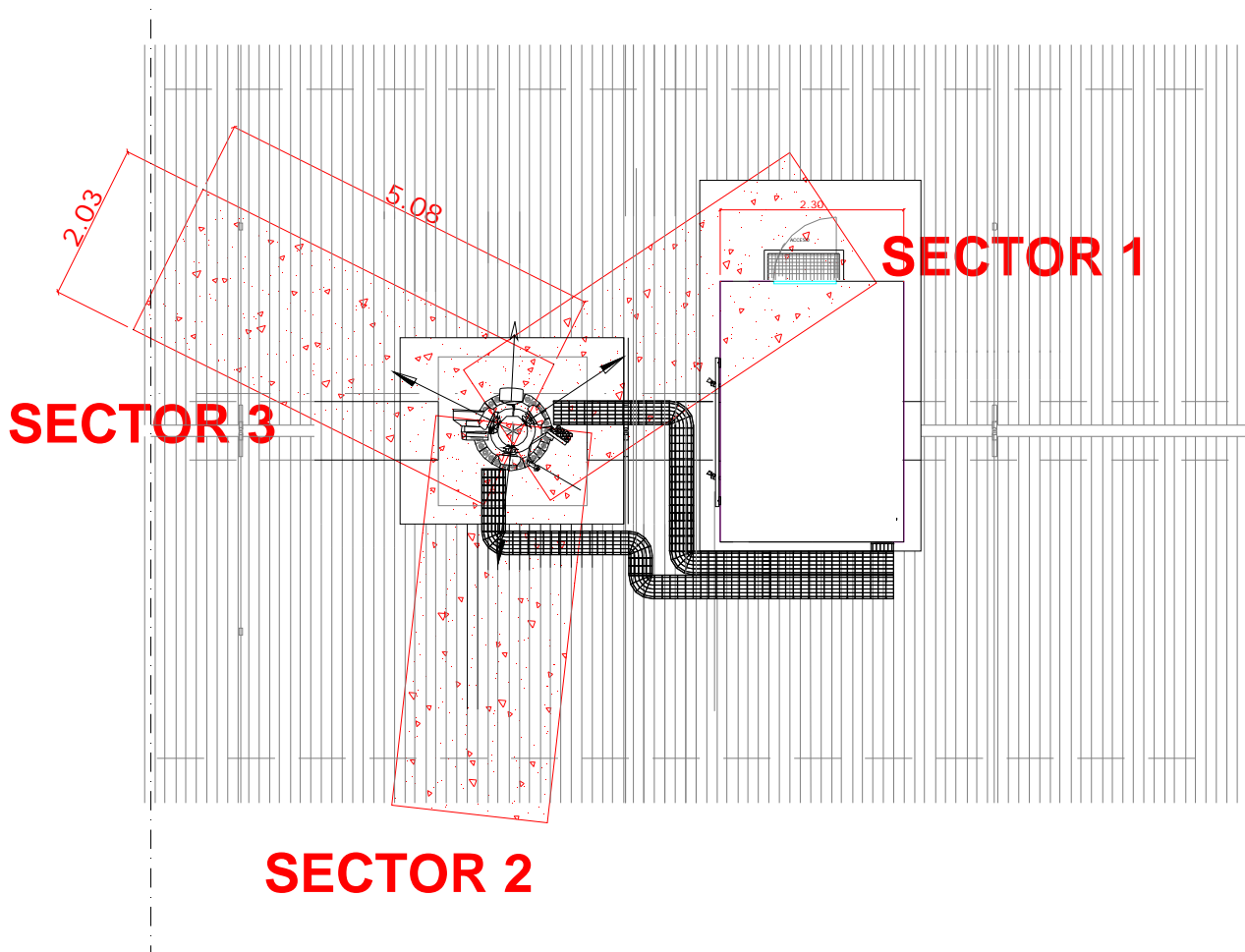
$Lh=Lh1+Lh2+Anty$

$Lv=Lv1+Lv2+Antx$

11.- REPRESENTACIÓN DE VOLUMENES

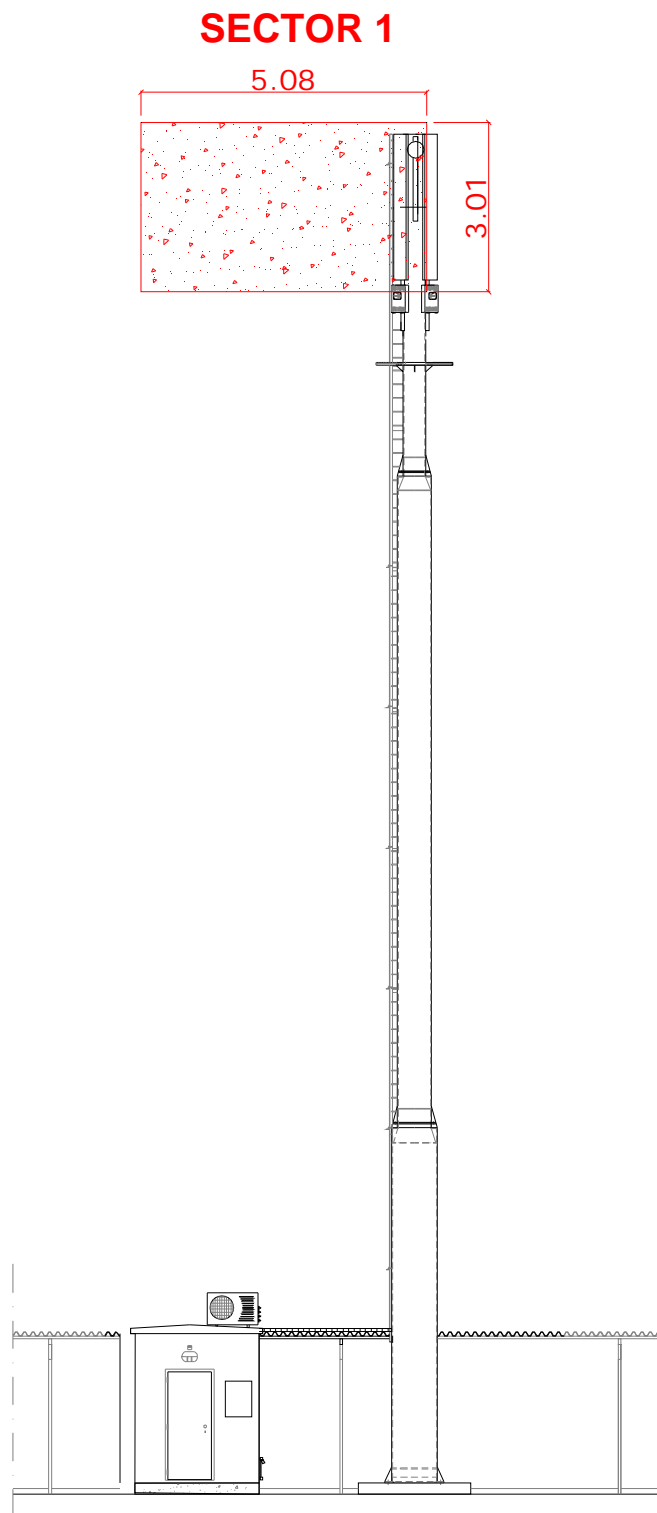
A continuación se representan sobre plano (planta y alzado), los volúmenes de referencia calculados para cada sector:

Planos en planta



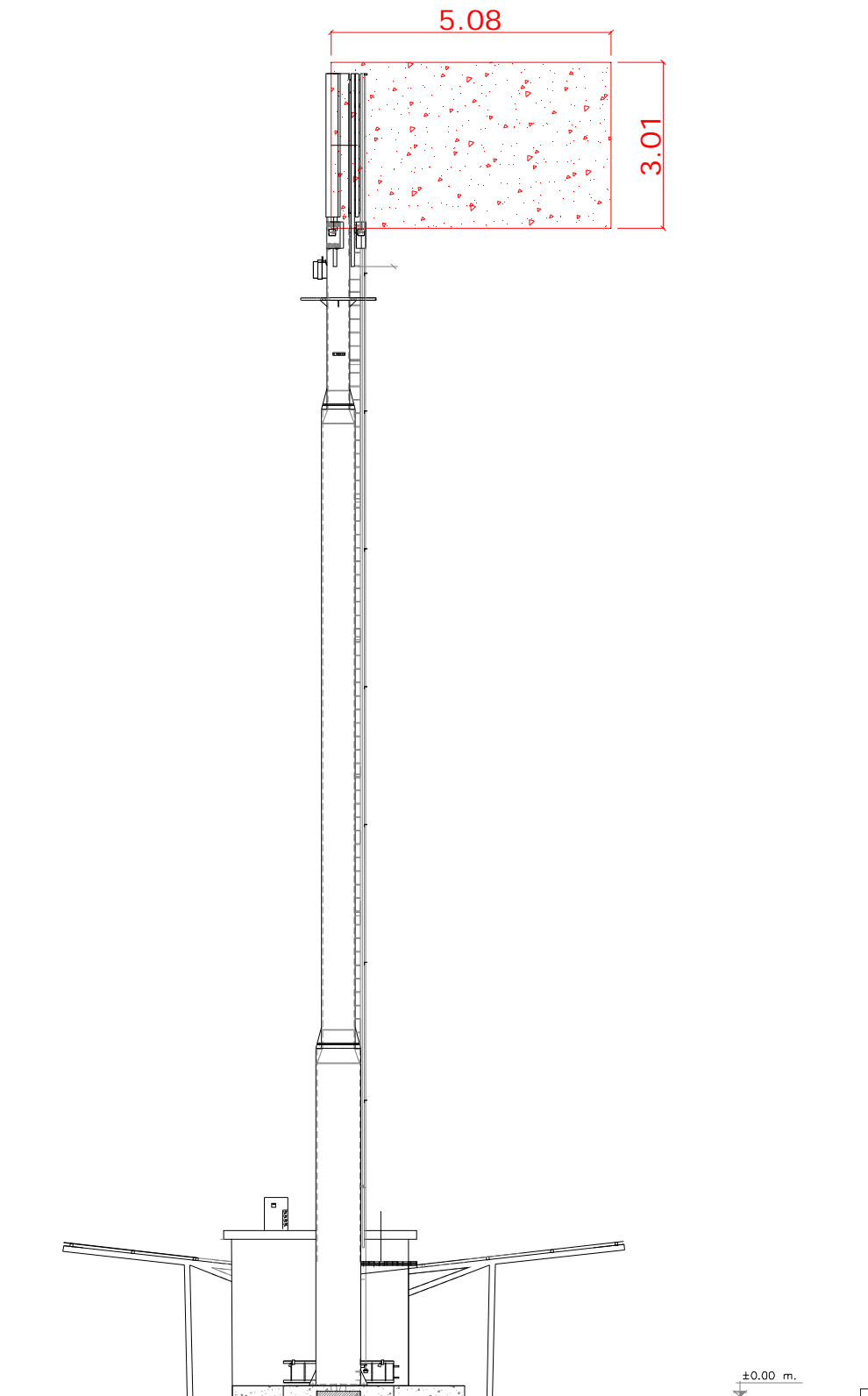
Planos en alzado

SECTOR 1



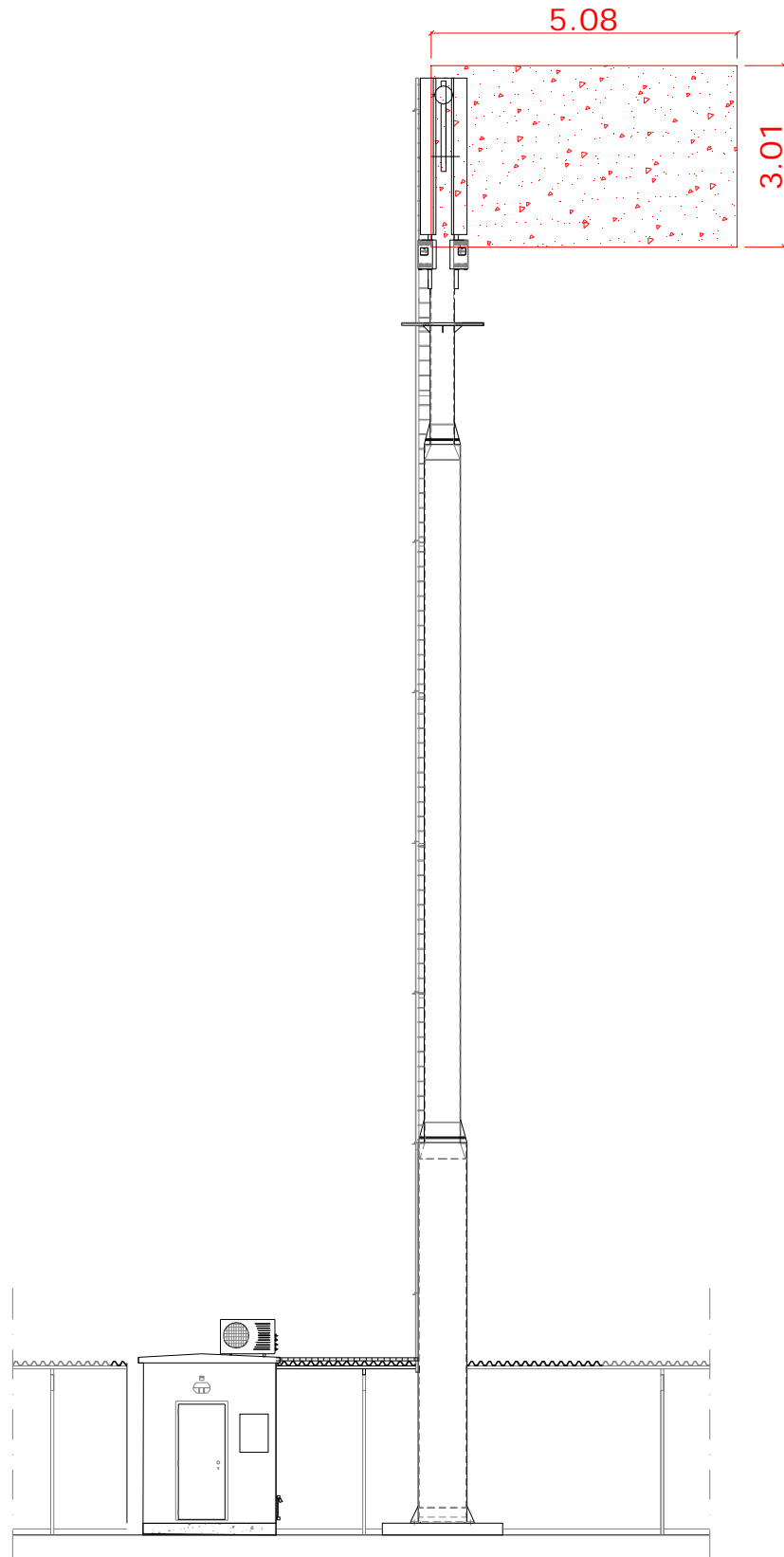
SECTOR 2

SECTOR 2



SECTOR 3

SECTOR 3



12.- TECNICAS DE MINIMIZACIÓN DE NIVELES

Una estación base de telefonía móvil no transmite siempre la máxima potencia. A continuación se exponen algunas de las técnicas que se utilizan para reducir en lo posible la potencia radioeléctrica emitida.

Control Dinámico de Potencia (PC, Power Control).

Este mecanismo se encarga de reducir la potencia transmitida al mínimo imprescindible para mantener la comunicación. En este sentido, la potencia transmitida por la antena es menor cuanto menor sea la distancia entre el terminal móvil y la estación base. El funcionamiento del control de potencia se basa en las medidas que continuamente realizan el terminal móvil y la estación base del nivel de señal recibido y de la calidad del enlace. En función del resultado de estas medidas se utiliza la potencia mínima necesaria para mantener la comunicación con una calidad fiable. Por este motivo, la mejor alternativa para la reducción de potencia transmitida, y consecuentemente, del nivel de emisiones radioeléctricas consiste en situar las estaciones base dentro del casco urbano y disminuir el tamaño de las células o zonas de cobertura para acercar la estación base y el terminal móvil, de manera que la potencia transmitida por ambos sea la menor posible.

Transmisión discontinua (DTX, Discontinuous Transmission).

Una estación base transmite energía al medio cuando existe información que transmitir hacia el otro extremo de la comunicación, es decir, en una comunicación telefónica el terminal emite con su antena hacia la estación más cercana (y desde ahí se cursa la llamada) sólo cuando el usuario del terminal esté hablando, el resto del tiempo el terminal se pone a la escucha, recibe señal pero no transmite. Con esto, en una comunicación típica de voz el tiempo transmitiendo es la mitad de la duración de la llamada, ya que cada interlocutor habla / escucha una media del 50 % del tiempo. Pero no sólo esto, además, la transmisión discontinua aprovecha los silencios, es decir, tampoco se transmiten los espacios de tiempo entre palabras, lo que reduce el tiempo de transmisión a un 35% de la duración de la comunicación.

Como resultado total la reducción de potencia en esta estación base en una conversación es un 85% inferior a la potencia máxima que puede transmitir.

Disminución de potencia por actividad

Debido al aumento del tráfico y la capacidad que debe soportar la red es necesario incrementan el número de transmisores-receptores (TRXs) y con ello la potencia que transmite la estación. No obstante este aumento dependerá de diversas circunstancias, tales como el tráfico que curse según el momento del día y el entorno de la estación base. Esto se traduce en una reducción de la potencia de acuerdo con la actividad de la estación base. Durante el día y en puntos de mayor tráfico, el perfil de potencia aumenta, aunque el control de potencia regulará la transmisión en función del tipo de entorno. Durante la noche, por regla general, el tráfico disminuye y con ello el nivel de potencia transmitida. Esto es algo a considerar ya que las mediciones se realizan en diferentes momentos del día y la extrapolación resultaría bastante complicada, por tanto al realizarse en momentos de actividad diurna los valores encontrados son muy significativos de la potencia máxima de la estación base. Además el cálculo de los volúmenes de referencia se realiza considerando el caso peor, todos los TRXs ocupados obteniendo así una cota superior.

Canales de tráfico

Los canales de tráfico son por los que se envía la comunicación entre usuarios y sólo se transmiten si hay comunicación. Es decir, la estación base sólo transmite canales ocupados, independientemente de que tenga más canales disponibles. Esto supone una reducción de la potencia máxima emitida de entre un 20% y un 50%, minimizando por lo tanto los niveles de exposición.

Nuevas técnicas de diseño de antenas

En la actualidad se están desarrollando nuevas antenas caracterizadas por optimizar su comportamiento en campo cercano con objeto de disminuir su influencia sobre las personas situadas en su proximidad.

Normativa y documentos de referencia

Durante la realización del presente documento, así como durante la toma de medidas radioeléctricas, se ha tenido presente la normativa aplicable actualmente en España:

- Real Decreto 1066/2001, de 28 de Septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece las condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas.
- Orden ministerial CTE/23/2002, de 11 de Enero, por la que se establecen condiciones para la presentación de determinados estudios y certificaciones por operadores de servicios de radiocomunicaciones.

Así mismo, para la presentación de los datos se ha tenido en cuenta los criterios especificados por la S.E.T.S.I. a los Operadores en el documento "Formato de entregas de datos de emisión de estaciones radioeléctricas autorizadas".

Análisis de las zonas sensibles

No existen puntos sensibles en este emplazamiento.

PROYECTO DE ACONDICIONAMIENTO DE ESTACIÓN BASE DE TELEFONÍA MÓVIL

VAL3159

1. MEMORIA DESCRIPTIVA

1.- MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1. PETICIONARIO

La empresa France Telecom España S.A., en calidad de Promotora, con domicilio social en:

Parque Empresarial La Finca
Paseo del Club Deportivo, nº 1, edificio 8
28223 Pozuelo de Alarcón, Madrid

Domicilio a efectos de notificación:

Valencia: C/ Llanterners, 6º Polígono Industrial Vara de Quart, 46014 Valencia.

1.2. OBJETO DEL PROYECTO

El objeto del presente proyecto es la definición técnica de las gestiones, trabajos previos y de las obras de preparación del emplazamiento, estructuras y acabados necesarios para la adecuación y acondicionamiento de la Estación Base de telefonía móvil, así como la definición de la instalación de los equipos de telecomunicaciones y transmisión, necesarios. Estas definiciones abarcan las condiciones de suministro de material y mano de obra necesarios para el montaje de equipos y elementos radiantes necesarios para su correcto funcionamiento. El proyecto se encuentra enmarcado dentro del Plan de Cobertura Nacional de Estaciones Transmisoras-Receptoras enlazadas mediante transmisión con cualquier tipo de medio de transmisión.

El presente proyecto además tiene por objeto indicar las condiciones para la reestructuración de una estación base de telefonía móvil, haciendo referencia a las medidas correctoras a emplear, así como de las Ordenanzas Municipales reguladoras de las instalaciones de Telecomunicaciones en el Municipio afectado.

La actividad no se encuentra incluida en el nomenclátor anejo al Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas de 30 de Noviembre de 1961.

La obra cumplirá en todo momento con la Normativa vigente que le sea de aplicación y de manera especial con las estipulaciones en materia de seguridad y salud laboral.

Se procurará el mayor cumplimiento de la Normativa UNE, así como la adaptación de los procedimientos de garantía de calidad basados en las NORMAS ISO 9000.

1.3. SITUACIÓN

Los datos característicos de la Estación BTS y su localización son los siguientes:

| | |
|-----------|--|
| SITE | VAL3159 |
| DIRECCIÓN | C/ ARCIPRESTE DE HITA 6, CLUB SANTA APOLONIA |
| LOCALIDAD | TORRENTE |
| PROVINCIA | VALENCIA |
| COMUNIDAD | COMUNIDAD VALENCIANA |
| TIPOLOGÍA | INTERIOR EN CASETA CON TORRE EXISTENTE |

1.4. COORDENADAS DEL EMPLAZAMIENTO

Sus coordenadas geográficas son las siguientes:

| COORDENADAS DEL EMPLAZAMIENTO | |
|-------------------------------|------------------|
| LATITUD (NORTE) | 39° 24' 41.86" N |
| LONGITUD (OESTE) | 00° 29' 4.78" W |

Al emplazamiento se accede según la documentación gráfica adjunta.

1.5. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN

En los siguientes apartados se describen las actuaciones necesarias para poner en servicio un nuevo operador en estación base existente de VDF, y se determinan las condiciones que se han de cumplir en la ejecución de las distintas partes que constituyen la obra civil del proyecto, fijando las calidades mínimas exigidas a los materiales a emplear y especificando los procesos constructivos a seguir.

La Estación Base existente de Vodafone esta constituida por una torre tubular de 24 m de altura de sección variable, donde se encuentran ubicados tres sectores de Vodafone con orientaciones de 80°, 210° y 320°, una parábola; y caseta existente.

La obra de instalación de las antenas, equipos, etc. deberá ajustarse íntegramente al proyecto. Si se tuviesen que efectuar algunas alteraciones aconsejables durante la obra deberán ser aprobadas por la Dirección Facultativa.

1.5.1 DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS DE OBRA CIVIL Y CARPINTERÍA METÁLICA.

La solución adoptada refleja el procedimiento de compartición de antenas y equipos indoor en la Estación base urbana existente de Vodafone. formada por una torre con sus respectivos equipos, antenas, soportes, cableado, etc., adecuando los procedimientos constructivos a los sistemas de construcción habituales. En los siguientes capítulos se desarrollan las diferentes unidades de obra a realizar para dicha instalación.

La ejecución del replanteo así como las obras previas a la instalación deberán ser coordinadas por el contratista con la antelación suficiente.

1.5.2 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACION DE BALIZAMIENTO NOCTURNO Y DIURNO.

Cuando sea necesario y según la legislación vigente, con objeto de reducir los peligros para aeronaves en el espacio aéreo, se debe realizar la señalización (balizamiento nocturno y diurno) de las torres y mástiles de la red de telefonía móvil.

La torre existente de Vodafone consta de balizamiento nocturno.

1.6. OBRA CIVIL

1.6.1 GENERAL

Se procederá a la ejecución de las infraestructuras necesarias para la compartición de antenas e instalación de equipos Orange en la Estación Base Urbana existente de Vodafone VAL3159 en C/ Arcipreste de Hita 6, en Club Santa Apolonia en El Vedat, en el término municipal de Torrente, provincia de Valencia; y se determinan las condiciones que deben cumplirse en la ejecución de las distintas partes que constituyen la obra del proyecto, fijando las calidades mínimas exigibles a los materiales que se empleen y especificando los procesos constructivos adecuados. Todo ello según la documentación gráfica que acompaña a la presente memoria.

La ejecución del replanteo así como las obras previas a la instalación serán coordinadas por el contratista con la antelación suficiente. Se procederá a preparar el emplazamiento para las obras que se pretenden realizar. Se deberá dar aviso a la dirección facultativa del comienzo de la obra.

Finalizada la obra se realizarán los trabajos necesarios para la retirada de escombros y de material sobrante de manera la zona de trabajo y alrededores queden perfectamente limpios.

Todos los cálculos del presente proyecto han sido realizados a partir de los consumos, pesos, características, dimensiones y demás características facilitadas por los fabricantes de los diferentes equipos (Equipos de transmisión, Equipos de radio, C. Eléctrico, equipos de energía, cuadro de alarmas, etc.). No siendo responsabilidad del técnico que suscribe el presente proyecto su autenticidad. La distribución y elección de los equipos a instalar han sido realizadas por el técnico designado por la propiedad del emplazamiento.

1.6.2 OBRAS ACCESORIAS A LA INSTALACIÓN

No se realizará ninguna obra accesoria a la instalación.

1.6.3 OBRAS DE DEMOLICIÓN Y ACONDICIONAMIENTO

No será necesario el acondicionamiento del camino de acceso.

1.7. ESTRUCTURAS METÁLICAS

1.7.1 SOPORTES DE ANTENAS

1.7.1.1 Satélites

Se instalará un satélite de 2 metros y diámetro 80mm entre los sectores 1 y 3 para instalar la nueva parábola.

Todo el conjunto de soportes tubulares, abrazaderas, pletinas, placas y tornillería van en acero galvanizado en caliente.

1.7.1.2 Torre

La torre existente tubular es de Vodafone y es de 24m de altura.

1.8. DESCRIPCIÓN DE INSTALACIONES: ELECTRICIDAD, RADIO Y PUESTA A TIERRA

1.8.1 INSTALACIÓN DE ELECTRICIDAD

Se mantiene acometida y suministro eléctrico existente.

En el equipo de fuerza de DC de VDF se instalarán dos disyuntores de 80A y se sustituirán los disyuntores TX1A y TX2A por dos de 6A.

1.8.2 ANTENAS

La Estación Base existente está constituida por tres antenas de Vodafone sobre torre tubular existente de 24 metros de altura de sección variable. Se compartirán antenas existentes.

Por otro lado la instalación de la parábola en el emplazamiento se realizará:

- MW1: Esta parábola de diámetro 0.3 m y con una orientación de 27° se instalará sobre nuevo satélite del sector 2 a una altura de 23,5m aproximadamente.

Los trabajos en la obra deberán ajustarse íntegramente al proyecto. Si se tuviesen que efectuar algunas alteraciones aconsejables durante la obra, deberán ser aprobadas por la Dirección Facultativa.

1.8.3 INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

La instalación de la red de puesta a tierra existente debe cumplir las siguientes indicaciones generales:

- Los cables de tierra deben trazar el menor número de curvas posibles.

- Las conexiones de cables estarán realizadas de forma que no se forme ningún tipo de curva superflua.
- El cable de tierra que va desde la barra del interior del equipo de transmisión hasta la tierra principal debe ir directamente hasta la barra equipotencial, sin curvas.
- El cable de tierra debe estar realizado con el menor recorrido posible.
- El trazadote curvas debe tener un radio mínimo de 300mm.
- En su recorrido hacia la arqueta de tierra, el cable de tierra nunca debe ascender.
- Cualquier conexión de la red principal de tierras, incluso las conexiones de las barras equipotenciales, debe estar realizada por medio de manguitos de presión tipo petaca o soldadura Cadweld, exceptuando las conexiones al equipo de transmisión y antenas, que estarán realizadas por medio de tornillos con tratamiento anticorrosivo M-10, con terminales tipo "C", presionados a 700 bar con máquina hidráulica.

1.8.3.1 Sistema de Tierras de Antenas.

El cable principal de puesta a tierra es de cobre desnudo de 50 mm². Este cable va conectado por un extremo, mediante soldadura Cadweld, al terminal de tierra que tiene la antena mas alta, y por el otro, al seccionador puente de medida previo a la a la arqueta. En su recorrido se conectan a este cable, por medio de conectores de derivación a presión tipo petaca, los cables correspondientes al resto de antenas.

Esta línea de tierra baja por lateral de torre y va montada desnuda sobre aisladores. Antes de enterrarse para entrar en la zanja y llegar a la arqueta correspondiente, este cable se protege hasta una altura de 3,00 metros sobre el nivel del suelo con un tubo de acero galvanizado M32. Los pozos de tierra alojan en su interior un electrodo de barra de cobre, tipo roscado, diámetro mayor de 14 mm y longitud 2 metros.

Los coaxiales de las antenas se conectarán a la nueva pletina de tierra en la plataforma de trabajo mediante kits de tierra.

1.8.3.2 Sistema de Tierras de los equipos.

El sistema de tierras de los equipos se conecta a la línea de tierras procedente de las antenas mediante cable de cobre desnudo de 50 mm². Este cable discurre sobre aisladores fijos que se adosan a la pared y bajo tubo de PVC.

Se instalará una nueva pletina de tierras para los nuevos equipos.

1.9. CLASIFICACIÓN URBANÍSTICA

Según el vigente planeamiento de ordenación urbanística del término municipal de Torrente, la Estación Base de Telefonía Celular objeto del presente proyecto se ubica dentro de suelo clasificado como Urbano.

1.10. SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE

Se ha verificado que la estación base de telefonía móvil objeto de este proyecto cumple la normativa aplicable relativa a seguridad y medio ambiente.

Valencia, Junio de 2013
 Andrea García Quesada

Graduada en Ingeniería de Sistemas de Telecomunicación, Sonido e Imagen

2. MEDICIÓN Y PRESUPUESTOS

3. MEDICIÓN Y PRESUPUESTOS

CAP 1. OBRA CIVIL

| Descripción | Precio unitario | Medición | Total |
|-------------|-----------------|--------------|------------------|
| Material | 1230,0 €/ud | 1 ud | 1230.00 € |
| | | TOTAL | 1230.00 € |

CAP 2. EQUIPOS TELECOMUNICACIONES

| Descripción | Precio unitario | Medición | Total |
|--|-----------------|--------------|-----------------|
| Ud. RRU | 750,0 €/ud | 6 ud | 4.500.00 € |
| Ud. parábola | 480,00€/ud | 1 ud | 480.00 € |
| Ud. Equipos (telecomunicaciones, energía...) | 2.145,00 €/ud | 1 ud | 2.145,00 € |
| | | TOTAL | 7125.00€ |

CAP 3. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

| Descripción | Precio unitario | Medición | Total |
|---|-----------------|--------------|-----------------|
| Ud. Instalación eléctrica en estación, realizada con mecanismos de calidad alta y con cable de cobre unipolar de diferentes secciones colocado bajo tubo flexible corrugado de doble capa de PVC de distintos diámetros, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según NT-IEEV/89 y el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002. Instalación de nuevos disyuntores. | 220,50 €/ud | 1 ud | 220,50 € |
| | | TOTAL | 220,50 € |

CAP 4. SEGURIDAD Y SALUD

| Descripción | Precio unitario | Medición | Total |
|---|-----------------|--------------|-------------------|
| Ud. Elementos de seguridad para trabajos durante la ejecución de la obra. | 287,75 €/ud | 1 ud | 287,75 € |
| | | TOTAL | 287,75 € |
| TOTAL | | | 8.863,25 € |

EL TOTAL DE PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL ASCIENDE A LA EXPRESADA CANTIDAD DE:

OCHO MIL OCHOCIENTOS SESENTA Y TRES CON VEINTICINCO. (8.863,25€)

Valencia, Junio de 2013
Andrea García Quesada
Graduada en Ingeniería de Sistemas de Telecomunicación, Sonido e Imagen

3. CONCLUSION Y BIBLIOGRAFÍA

CONCLUSION

En el ámbito de las comunicaciones móviles el nivel de cobertura, sobre todo en entornos urbanos o zonas notablemente pobladas, donde la concentración de teléfonos móviles en funcionamiento es alta, es necesario disponer de un mayor número de estaciones base para prestar servicio a los usuarios.

Cada estación tiene un radio de cobertura pequeño por lo que, aunque su tamaño y aspecto visual no varían, los niveles de potencia de emisión son reducidos.

Por ello, es necesario que los operadores de telefonía móvil desplieguen su red para poder dar el servicio adecuado a los usuarios.

Además, en estos casos, la menor distancia entre teléfonos móviles y estaciones base permite que los sistemas de autorregulación de potencia incorporados reduzcan las emisiones de ambos, disminuyendo los niveles de exposición y mejorando la calidad de las comunicaciones.

No es fácil para el operador encontrar un lugar adecuado para la colocación de sus estaciones, ya que existe una notable oposición popular al respecto de la ubicación de las antenas de telefonía móvil.

En la sociedad actual, como fenómeno asociado al desarrollo tecnológico y al incremento del nivel de vida, la exposición a campos electromagnéticos no ionizantes proviene de una gran multiplicidad de fuentes, no sólo de las estaciones de telefonía móvil, aunque sean éstas las que actualmente suscitan las mayores controversias.

Es creciente la preocupación de los ciudadanos por los eventuales efectos nocivos derivados de la exposición a campos electromagnéticos producidos por las estaciones de telefonía móvil.

La preocupación se proyecta fundamentalmente sobre los elementos radiantes (antenas), y escasamente sobre los terminales (teléfonos móviles), lo cual denota un importante déficit de información, dado que el nivel de exposición a las emisiones con origen en una estación base son normalmente menores que las correspondientes a la utilización de un teléfono móvil.

Dentro de los límites establecidos, la exposición a campos electromagnéticos no ocasiona efectos adversos para la salud. Sobre la base de la evidencia científica disponible, no se ha establecido ninguna relación de causalidad entre la exposición a campos electromagnéticos originados por las antenas de telefonía y los terminales móviles y el riesgo de padecer alguna enfermedad.

Con la regulación existente a nivel estatal se consideran adoptadas, desde un punto de vista normativo, las medidas necesarias para garantizar la adecuada protección ante los riesgos derivados de las emisiones radioeléctricas. No obstante, se debe exigir y asegurar el cumplimiento de dicha normativa.

En el caso presentado en este proyecto, se ha verificado que los niveles de exposición no superan el límite establecido en ninguno de los puntos medidos. Esto indica, que el operador puede instalar una nueva estación con los criterios previos de potencia que ha establecido inicialmente, lo cual asegura, que los niveles van a seguir estando por debajo del límite exigido y se cumplirá la normativa vigente.

Una vez realizada la instalación, los operadores están obligados a seguir realizando certificaciones radioeléctricas anuales, para confirmar que los niveles siguen siendo correctos, y la potencia con la que están emitiendo está dentro de los márgenes permitidos.

En medio de la polémica, los ayuntamientos, encargados de autorizar las nuevas instalaciones, en muchos casos imponen restricciones administrativas que plantean problemas al

despliegue de nuevas antenas, posiblemente influidos por la postura popular al respecto y en contra de las recomendaciones de los ingenieros y de los intereses del sector.

Debido a esto, el proceso para la legalidad de la estaciones, es lento y costoso, e incluso, después de todo ese proceso es posible que la estación no sea aprobada y finalmente, no se lleve a cabo.

BIBLIOGRAFIA

Documentación varia:

- Ordenanza municipal del municipio de Torrente.
- Ordenanza municipal sobre protección contra ruido y vibraciones.
- Especificaciones equipos Huawei facilitadas por el operador.

Libros:

- AGUSTIN PEREZ GARCIA Y ARIANNA GUARDIOLA VILLORA (2004). *Prontuario y Herramientas informáticas para Cálculo de Estructuras*. Valencia. Inter Técnica ediciones.
- MINISTERIO DE ESPAÑA. (2006). *Código Técnico de la Edificación*. Ministerio de España.

Páginas web:

AJUNTAMENT DE TORRENT. *Normativas municipales*. 2012

- <<http://www.torrent.es>> (3 de junio de 2013)

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TECNICOS DE TELECOMUNICACION. 2013

- <<http://www.coitt.es>> (3 de junio de 2013)

KATHREIN.

- <<http://www.kathrein.com>> (7 de junio de 2013)

GOBIERNO DE ESPAÑA. *Telecomunicaciones y sociedad de la información*

- <<http://www.minetur.gob.es/telecomunicaciones/es-ES/Paginas/index.aspx>> (2 de junio de 2013)