

Glossari de termes	5
1. Capítol 1 OBJECTIUS	8
1.1. NECESSITATS ADMINISTRATIVES A SATISFER	8
1.2. OBJECTIUS	9
1.3. COBERTURA	10
1.4. ABAST	10
2. Capítol 2 LA XARXA ACTUAL DE RADARS METEOROLÒGICS DE L'SMC	12
2.1. DISSENY I CARACTERÍSTIQUES BÀSIQUES DE LA XARXA ACTUAL	12
2.1.1. Radar de Vallirana	14
2.1.2. Radar de Puig d'Arques	16
2.1.3. Radar de la Panadella	17
2.1.4. Radar de Tivissa-Llaberia	18
2.2. ESTRATÈGIA D'ESCANEIG	20
2.3. FLUX DE DADES	21
2.4. PRODUCTES RADAR	22
2.4.1. Productes estàndard	22
2.4.2. Productes meteorològics propis	24
2.4.3. Productes hidrològics propis: L'Eina HidroMeteorològica Integrada	25
REFERÈNCIES	27
3. Capítol 3 LA NOVA XARXA DE RADARS METEOROLÒGICS DE L'SMC	28
3.1. REQUISITS GENERALS	28
3.2. SISTEMA D'ANTENA I PEDESTAL	30
3.2.1. Antena i patró de radiació	30
3.2.2. Moviment i posicionament	31
3.2.3. Guies d'ona	31
3.2.4. Pedestal	32
3.3. RADOM	32
3.3.1. Característiques específiques del radom	33
3.4. SISTEMA DE TRANSMISSIÓ I RECEPCIÓ	34
3.4.1. Freqüència d'operació	35
3.4.2. Potència i emissió de polsos	36
3.4.3. Receptor	36
3.4.4. Calibratge i monitoratge	37
3.5. PROCESSAMENT DEL SENYAL	37
3.5.1. Correccions i filtres	38
3.5.2. Ecos no meteorològics	39
3.5.3. Dades de sortida	39
3.6. CONTROL, DIAGNÒSTIC I MANTENIMENT DEL SISTEMA	40
3.6.1. Control	41

3.6.2.	Estat i diagnòstic.....	42
3.6.3.	Calibratge	43
3.7.	FLUX DE DADES I MAQUINARI	44
3.7.1.	Centre de treball local.....	46
3.7.2.	Enviament de dades	46
3.7.3.	Servidor central i Processador de Dades	47
3.8.	PROGRAMARI I LLICÈNCIES	47
3.8.1.	Definició i programació de tasques	49
3.8.2.	Processament de dades i generació de productes	50
3.8.3.	Visualització	52
3.8.4.	Monitoratge i control de qualitat	53
3.9.	REQUISITS I PROTOCOLS DE SEGURETAT INFORMÀTICA.....	53
3.9.1.	Seguretat	54
3.9.2.	Accés remot.....	54
3.9.3.	Enviament de dades	54
	REFERÈNCIES.....	55
4.	Capítol 4 SUBMINISTRAMENT, INSTAL·LACIÓ, POSADA EN MARXA I SERVEIS COMPLEMENTARIS	56
4.1.	REQUISITS GENERALS	56
4.2.	FITES I DEFINICIÓ DE LES FASES.....	56
4.3.	FASE 0. CONCURS PÚBLIC.....	56
4.3.1.	Període de consultes.....	56
4.3.2.	Pla de Projecte.....	58
4.3.2.1.	Informació tècnica	59
4.3.2.2.	Adaptacions necessàries als emplaçaments i edificis dels radars actuals	59
4.3.2.3.	Estructura de gestió i Adscripció de mitjans	60
4.3.2.4.	Planificació (Fites)	60
4.3.2.5.	Migració del sistema i proves de funcionalitat	61
4.3.2.6.	Pla de formació.....	61
4.3.2.7.	Procediments de manteniment.....	61
4.3.2.8.	Disponibilitat de recanvis.....	62
4.4.	FASE 1. PREINSTAL·LACIÓ	62
4.4.1.	Formalització del contracte.....	62
4.4.2.	Clarificació i Designació de comitès i comissions.....	62
4.4.3.	Visites a les instal·lacions	62
4.4.4.	Documents de certificació	63
4.4.5.	Projecte Executiu	63
4.5.	FASE 2. RADAR 1.....	64
4.5.1.	Fabricació	64

4.5.2.	Subministraments.....	65
4.5.3.	Adaptacions estructurals.....	65
4.5.4.	Instal·lació	66
4.5.5.	Posada en Servei	68
4.5.5.1.	<i>Site Acceptance Test</i> (SAT)	68
4.5.5.2.	Prova operativa (<i>Operative Test</i> , OT)	69
4.6.	MIGRACIÓ DEL SISTEMA	70
4.6.1.	Fase 1. Sistema paral·lel en fase de proves	71
4.6.2.	Fase 2. Posada en marxa del primer radar	71
4.6.3.	Fase 3. Canvi efectiu de la cadena operativa.....	72
5.	Capítol 5 CONDICIONS D'EXECUCIÓ	73
5.1.	ESTRUCTURA DE GESTIÓ	73
5.1.1.	Adscripció de mitjans	74
5.1.1.1.	Equip de treball.....	75
5.1.2.	Estructura de gestió i adscripció de mitjans per la fase d'instal·lació	76
5.2.	FORMACIÓ	76
5.3.	PRESENTACIÓ DE LES OFERTES I DOCUMENTACIÓ.....	78
5.4.	LLOC I TERMINI DE LLIURAMENT	79
5.5.	CONDICIONS LEGALS I DE GARANTIA.....	80
5.5.1.	Abast de la garantia	80
5.5.2.	Durada de la garantia	81
5.6.	PENALITATS.....	81
5.6.1.	Penalitats per demora	81
5.6.2.	Penalitats per compliment defectuós de la prestació	81
5.6.3.	Penalitats per incompliment de les condicions essencials.....	82
5.7.	PROTECCIÓ DE DADES	82
ANNEX 1:	Condicions geogràfiques i climàtiques.....	84
	DADES D'ESTACIONS METEOROLÒGIQUES AUTOMÀTIQUES	84
	DADES DE LA XARXA DE DETECCIÓ DE DESCÀRREGUES ELÈCTRIQUES.....	90
	Valors mitjans (2006-2021).....	90
	Dies de tempesta (Nivell Ceràunic).....	91
ANNEX 2:	Cobertura i bloqueig orogràfic	93
ANNEX 3:	Emplaçaments i infraestructures.....	97
ANNEX 4:	Documentació a lliurar	126
1.	DOCUMENTACIÓ A LLIURAR EN EL MOMENT DE LA LICITACIÓ	126
1.1.	Informació tècnica	126
1.2.	Adaptacions necessàries als emplaçaments i edificis dels radars actuals	129
1.3.	Estructura de gestió i Adscripció de Mitjans	130
1.4.	Planificació del projecte (fites).....	130

1.5.	Migració del sistema i proves de funcionalitat	130
1.6.	Pla de formació	130
1.7.	Manteniment	130
1.8.	Recanvis i <i>spare pool</i>	130
2.	DOCUMENTACIÓ A LLIURAR AMB EL PROJECTE EXECUTIU	131
3.	DOCUMENTACIÓ A LLIURAR AMB EL SUBMINISTRAMENT I INSTAL·LACIÓ	133
ANNEX 5: Frequència d'operació		134
ANNEX 6: Interferències per radiofreqüència (RFI)		136
ANNEX 7: Impacte dels aerogeneradors		142
ANNEX 8: Normativa		146
1.	NORMATIVA GENERAL	146
2.	NORMATIVA EN RELACIÓ AMB EL SISTEMA AUTOMÀTIC D'INTERRUPCIÓ DE L'ANTENA	146
3.	NORMATIVA DELS EQUIPAMENTS RADIOELÈCTRICS	147
4.	PROTECCIÓ DELS TREBALLADORS CONTRA RADIACIONS IONITZANTS	147
5.	NORMATIVA DEL MARCATGE CE	148
6.	NORMATIVA DEL SISTEMA DE PROTECCIÓ CONTRA EL LLAMP	148
7.	SEGURETAT ELÈCTRICA DE LA INSTAL·LACIÓ	148
7.1.	Protecció electroestàtica	149
7.2.	Connexió a Terra (<i>Earthing</i>)	149

Glossari de termes

ACA	Agència Catalana de l'Aigua
ADV	Agrupació de Defensa Vegetal
AEMET	Agencia Estatal de Meteorología
A-scope	En meteorologia radar, la visualització de dades en funció de la distància o temps.
BALTRAD	Xarxa col·laborativa en la regió del Mar Bàltic per a l'intercanvi de dades radar, que ofereix un mòdul de programari obert per al processament de dades radar.
BITE	Equipament integrat de comprovació, <i>Built-in Test Equipment</i>
CECAT	Centre d'Emergències de Catalunya
CDV	Creu Del Vent, Radar de la Panadella
CdO	Cap d'Obra
CAPPI	Camp d'altura constant de la indicació de la posició al camp, <i>Constant Altitude Plan Position Indicator</i>
CNAF	Cuadro Nacional de Asignación de Frecuencias (Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital)
CPD	Centre Processament de Dades
CRAHI	Centre de Recerca Aplicada en Hidro-Meteorologia
CSSL	Coordinador de Seguretat i Salut Laboral
CTTI	Centre de Telecomunicacions i Tecnologies de la Informació (Generalitat de Catalunya)
DAFC	Control digital automàtic de freqüència, <i>Digital Automatic Frequency Control</i>
MDE/DEM	Model Digital d'Elevació, <i>Digital Elevation Model</i>
DFT	Transformada digital de Fourier, <i>Digital Fourier Transform</i>
DGTEL	Dirección General de Telecomunicaciones y Ordenación de los Servicios de Comunicación Audiovisual
Echo-BASE	Producte radar de l'altura mínima en cada píxel per la qual se supera el llindar de reflectivitat definit.
Echo-MAX	Producte radar de l'altura en cada píxel en què es troba el valor màxim de la variable (e.g. reflectivitat).
Echo-THICKNESS	Producte radar de la diferència entre l'Echo-TOP i l'Echo-BASE
Echo-TOP	Producte radar de l'altura màxima en cada píxel per la qual se supera el llindar de reflectivitat definit.
EHIMI	Eina de previsió HidroMeteorològica Integrada
EMA	Estació meteorològica automàtica
FAT	Proves d'acceptació en fàbrica, <i>Factory Acceptance Testing</i>
FWHM	Amplada a mitjana alçada, <i>Full Width at Half Maximum</i>
GeoTIFF	Format de fitxer d'imatge per etiquetes amb informació geoespacial, <i>Geospatial Tagged Image File Format</i>
GIF	Format d'arxiu d'imatge fotogràfica, <i>Graphics Interchange Format</i>
GIS/SIG	Sistema d'Informació Geogràfica, <i>Geographic Information System</i>
HDF5	Format de dades jeràrquiques versió 5, <i>Hierarchical Data Format version 5</i>
HMI	Interfície humà-màquina, <i>Human-machine Interface</i>
IRIS	Vaisala Sigmet Interactive Radar Information System
JPG/JPEG	Format d'arxiu d'imatge fotogràfica, <i>Joint Photographic Experts Group</i>
KDP	Fase diferencial específica (variable polarimètrica radar)
LAN	Xarxa d'àrea local, <i>Local Area Network</i>
LCC	Life Cycle Cost, cost del cicle de vida

LMI	La Miranda, Radar de Tivissa-Llaberia
LOG (fitxer)	Arxiu de registre d'esdeveniments en temps real
LNA	Amplificador de baix soroll, <i>Low Noise Amplifier</i>
LROSE-TITAN	Mòdul de programari obert per a la identificació, seguiment, anàlisi i previsió de tempestes a partir de dades radar, desenvolupat al NCAR (<i>National Center for Atmospheric Research</i>), <i>Thunderstorm Identification, Tracking, Analysis, and Nowcasting</i>
LSC	<i>Life Support Cost</i> , del cost de suport
PBE	Puig Bernat, Radar de Vallirana
MDS	Potència mínima detectable, <i>Minimum Detectable Signal</i>
MTBF	Temps mitjà entre fallades, <i>Mean Time Between Failure</i>
MTTR	Temps mitjà de reparació, <i>Mean Time To Repair</i>
netCDF	Format de dades comunes en xarxa, <i>Network Common Data Form</i>
OACI	Organización de Aviación Civil Internacional
OAT	Proves d'acceptació operatives, <i>Operational Acceptance testing</i>
ODIM	Model d'informació de dades d'OPERA, <i>OPERA Data Information Model</i>
OPERA	Programa operatiu per a l'intercanvi d'informació de radars meteorològics, <i>Operational Programme for the Exchange of Weather Radar Information</i>
PDA	Puig D'Arques, Radar de Puig d'Arques
PCS	
PhiDP	Fase diferencial (variable polarimètrica radar)
POC	Prova de concepte, <i>Proof of Concept</i>
PM	Gestor del projecte, <i>Project Manager</i>
PNG	Format d'arxiu d'imatge fotogràfica, <i>Portable Network Graphics</i>
PPI	Camp d'Indicació de la Posició al Pla, <i>Plan Position Indicator</i>
PPP	Processament de polsos per parells, <i>Pulse Pair Processing</i>
PPT	Plec de Prescripcions Tècniques
PRF	Freqüència de repetició de polsos, <i>Pulse Repetition Frequency</i>
PVR/VP	Perfil Vertical de Reflectivitat, <i>Vertical Profile of Reflectivity</i>
Py-ART	Mòdul de programari obert per al processament de dades radar, desenvolupat al ARM (<i>Atmospheric Radiation Measurement</i>): <i>The Python ARM Radar Toolkit</i>
QPE	Estimació quantitativa de precipitació, <i>Quantitative Precipitation Estimation</i>
RDP	Processador de dades radar, <i>Radar Data Processor</i>
RF	Radiofreqüència, <i>Radio Frequency</i>
RFI	Interferència per radiofreqüència, <i>Radio Frequency Interference</i>
RHI	Camp d'Indicació d'altura en rang, <i>Range Height Indicator</i>
RhoHV	Coeficient de correlació copolar (variable polarimètrica radar)
RSP	Processador del senyal, <i>Radar Signal Processor</i>
RTD	Visualització en temps real, <i>Real Time Display</i>
RTI	Integració en rang i temps, <i>Range-Time Integration</i>
SAI/UPS	Sistema d'Alimentació Ininterrompuda, <i>Uninterruptible Power Supply</i>
SAT	Test d'acceptació "in situ", <i>Site Acceptance Testing</i>
SCP	Protocol de còpia segura, <i>Secure Copy Protocol</i>
SCR	Ràtio senyal-clutter, <i>Signal-to-Clutter Ratio</i>
SI	Sistema Internacional d'unitats de mesura
SQI	Índex de qualitat del senyal, <i>Signal Quality Index</i>
SMC	Servei Meteorològic de Catalunya
SMP	Situació Meteorològica de Perill
snm	Sobre el nivell del mar (altitud topogràfica)

SNR	Ràtio senyal-soroll, <i>Signal-to-Noise Ratio</i>
SSPA	Solid state power amplifier, emissor d'estat sòlid
STAR	Transmissió i recepció simultànies, <i>Simultaneous Transmit And Receive</i>
SWR	Raó d'ona estacionària, <i>Standing Wave Ratio</i>
T	Reflectivitat radar bruta (sense correcció de <i>clutter</i>)
TCP/IP	Protocol de control de transmissió/protocol d'internet, <i>Transmission Control Protocol/Internet Protocol</i>
TIC	<i>Tecnologies de la Informació i la Telecomunicació</i>
TR limiter	Limitador de transmissió/recepció (protecció del front-end del receptor), <i>Transmit-Receive limiter</i>
TWT	<i>Travelling Wave Tube</i>
UAT	Proves d'acceptació d'usuari, <i>User Acceptance Testing</i>
UPC	Universitat Politècnica de Catalunya
V	Velocitat radial estimada pel radar
VAD	Visualització de la velocitat en funció de l'azimut, <i>Velocity-Azimuth display</i>
VIL	Líquid integrat verticalment, <i>Vertically Integrated Liquid</i>
VPN	Xarxa privada virtual, <i>Virtual Private Network</i>
W	Amplada d'espectre Doppler
WDR	Receptor d'ampli rang, <i>Wide Dynamic Range receiver</i>
WRF	<i>Weather Research and Forecasting</i>
WLAN	Xarxa d'àrea local sense fils, <i>Wireless Local Area Network</i>
wradlib	Mòdul de programari obert per al processament de dades radar, projecte desenvolupat a les Universitats de Potsdam i Stuttgart.
XEMA	Xarxa d'Estacions Meteorològiques Automàtiques
XEMEC	Xarxa d'Equipaments Meteorològics de la Generalitat de Catalunya
XRAD	Xarxa de Radars del Servei Meteorològic de Catalunya
Z	Reflectivitat radar amb correcció de <i>clutter</i>
ZDR	Reflectivitat diferencial (variable polarimètrica radar)

PLEC DE PRESCRIPCIONS TÈCNIQUES PER A LA RENOVACIÓ DE LA XARXA DE RADARS METEOROLÒGICS DEL SERVEI METEOROLÒGIC DE CATALUNYA: SUBMINISTRAMENT, INSTAL·LACIÓ I POSADA EN SERVEI DE QUATRE RADARS

1. Capítol 1 OBJECTIUS

1.1. NECESSITATS ADMINISTRATIVES A SATISFER

Correspon al Servei Meteorològic de Catalunya (SMC) pronosticar, vigilar i fer el seguiment de les situacions meteorològiques de perill (SMP), coordinadament amb el Centre d'Emergències de Catalunya (CECAT) (Llei 15/2001, de 14 de novembre, de Meteorologia). Per tal de poder portar a terme aquesta funció, l'SMC disposa d'una Xarxa de Radars Meteorològics (d'ara endavant XRAD) com a instrument fonamental pel seguiment i predicció a molt curt termini de precipitacions intenses i altres fenòmens meteorològics, com són les pedregades o les nevades. A més, la XRAD ha de permetre generar camps de precipitació estimada en superfície a diferents escales temporals (des dels 5 minuts fins a un dia) que facilitin les gestions hidrometeorològiques tant de l'SMC com d'altres organismes, com ara l'Agència Catalana de l'Aigua (ACA). Finalment, i segons la citada llei, també correspon a l'SMC gestionar i mantenir la Xarxa d'Equipaments Meteorològics de la Generalitat de Catalunya (XEMEC), en la qual es troba integrada la XRAD.

Des de la recuperació de l'SMC modern, establert com a entitat de dret públic de la Generalitat de Catalunya amb personalitat jurídica pròpia l'1 d'agost de 2002, es va desplegar progressivament una xarxa de radars meteorològics per cobrir el conjunt del territori de Catalunya. Aquest desplegament finalitzà l'any 2008 amb el radar de Tivissa-Llaberia. Posteriorment, s'han fet millores parcials a la xarxa, especialment al radar de Vallirana, que ja funcionava l'any 1996. Avui en dia, la XRAD està formada per 4 radars de banda C de polarització simple, i es descriu en detall al següent capítol.

Ara com ara, i tenint present:

- Que la XRAD està formada per quatre radars de banda C i polarització simple, amb l'objectiu de disposar d'una bona cobertura volumètrica radar sobre tot el territori català i el seu entorn,
- Que aquesta cobertura volumètrica és necessària per poder generar productes radar de la caracterització de l'atmosfera, fonamentals per poder fer les tasques de vigilància i predicció meteorològica en situacions meteorològiques de perill,

- Que, en paral·lel, les dades radar han de permetre generar productes de predicció a curt termini (*nowcasting*), de tipus de precipitació o hidrometeorològics com l'estimació de precipitació en superfície, entre d'altres,
- Que els radars actuals de la XRAD s'instal·laren entre 2002 i 2008, amb posteriors actualitzacions parcials i, per tant, tenen entre 15-20 anys d'antiguitat,
- Que cada any hi ha més elements externs que impacten negativament en la qualitat de les dades radar, com ara els aerogeneradors dels parcs eòlics o les xarxes wifi, que causen senyals d'interferència electromagnètica,
- Que la tecnologia dels radars d'ençà que es va dissenyar la XRAD (a principis dels 2000) ha evolucionat molt i que hi ha elements que en aquells moments eren molt nous o costosos i que ara es poden assumir amb una despesa inferior,
- Que les noves tecnologies permeten una millor cobertura i resolució de les dades radar sobre el territori i un millor control de qualitat de les dades, proporcionant estimacions més precises i específiques de precipitació,
- Que la societat té unes necessitats més grans respecte a les prediccions meteorològiques, el coneixement de l'atmosfera i les afectacions dels fenòmens meteorològics sobre béns i persones; necessitats que repercuten directament sobre l'SMC, però també indirectament en els requisits d'altres òrgans de l'Administració catalana (p. ex. ACA, el Cos de Bombers de la Generalitat o Protecció Civil de Catalunya).
- Que en el context actual de Canvi Climàtic, es preveu que en un futur pròxim l'impacte dels fenòmens meteorològics pugui ser més gran al nostre país.

S'estableixen els següents objectius:

1.2. OBJECTIUS

Tenint presents els fets exposats a l'apartat anterior, l'objectiu fonamental d'aquest Plec de Prescripcions Tècniques (en endavant, PPT) és la renovació tecnològica del conjunt de radars que formen la XRAD, incorporant tecnologia actual de doble polarització, que ha de permetre una millora significativa de la Xarxa. Concretament,

- És voluntat de l'SMC mantenir, com a base de la XRAD, quatre radars de banda C, amb actualització a doble polarimetria.
- Que la nova tecnologia es pugui integrar i homogeneïtzar en el conjunt de la xarxa operativa actual, tenint presents els objectius d'aquesta.
- Que els nous radars configurin una xarxa homogènia.
- Que el model de radar proporcionat compleixi els estàndards de qualitat tècnics i de prestacions corresponents a l'estat de l'art actual.
- Que el model de radar proporcionat estigui actualment operatiu en altres xarxes radar de serveis meteorològics, amb experiència provada sobre el rendiment esperat per a les tasques pròpies d'un radar meteorològic operatiu en un règim de 7/24 h.

1.3. COBERTURA

La cobertura d'aquest plec inclou:

1. La fabricació i subministrament de quatre (4) radars meteorològics d'última generació, estacionaris, Doppler, en banda C i amb doble polarimetria. Concretament, el sistema d'emissió ha de ser de tipus magnetró, i el receptor i el servo han de ser digitals. A banda del radar en si, el projecte també contempla una sèrie de millores en la seguretat operativa dels equipaments, com per exemple en la protecció del radom enfront dels perills dels llamps.
2. Instal·lació i posada en marxa. A més a més del subministrament, el projecte de renovació contempla la instal·lació i posada en funcionament dels radars per part del fabricant, seguint tots els procediments i protocols necessaris per deixar cadascun dels quatre radars en funcionament operatiu i integrats al conjunt de la XRAD.
3. Migració de maquinari i programari. En paral·lel a la instal·lació dels radars, el projecte de renovació contempla la migració de la cadena operativa al programari de processament i generació de productes del fabricant del nou model de radar. Així, l'adjudicatari haurà d'integrar el flux de dades i la generació de productes radar a l'entorn virtual VMWare de l'SMC. La cadena operativa haurà de ser modular, en el sentit que s'han de poder afegir, treure, o canviar elements de la cadena operativa, sense que el resultat final pateixi un empitjorament i que, a més, es pugui saber quins són els impactes en aquestes modificacions.
4. Formació. La renovació de la XRAD ha d'anar acompanyada de la formació adequada per al reciclatge i adaptació a la nova tecnologia dels diferents equips tècnics de l'SMC que participen en la gestió, operació i manteniment de la XRAD.

1.4. ABAST

En la renovació i actualització de la seva xarxa de radars meteorològics, i segons les necessitats que aquesta ha de satisfer en l'operativitat contínua i el servei a la ciutadania, l'SMC ratifica la seva voluntat d'adquirir sistemes d'última generació amb sistema de transmissió tipus magnetró. El sistema de transmissió per magnetró és una tecnologia ben consolidada, amb característiques de robustesa i fiabilitat avalades per l'ús extens, durant les últimes dècades i en l'actualitat, en els sistemes radar dels serveis meteorològics europeus. A més, es tracta d'un sistema de transmissió de alta potència, baixa complexitat i alta eficiència, amb un preu d'adquisició, un cost de manteniment i un consum energètic relativament baixos en comparació a altres sistemes de transmissió d'ús habitual en sistemes radar actualment operatius.

És voluntat de l'SMC mantenir els edificis i infraestructures actuals. Per tant, el nou model de radar (antena i pedestal, radom, guia d'ones, armaris de maquinari) haurà de ser compatible amb cadascun dels edificis i les infraestructures existents, tenint present que l'SMC haurà de realitzar les adaptacions pertinents perquè els edificis puguin allotjar el nou model de radar.

Si per causes de força major, o per decisió de l'SMC, es decideix canviar l'emplaçament d'alguns dels quatre radars, l'SMC es reserva el dret de canviar l'abast inicial d'aquest plec, modificant l'emplaçament del radar en qüestió, d'acord amb el que es recull als articles 203, 204 i 205 la Llei 9/2017, de 8 de novembre, de contractes del sector públic (LCSP).

Cal fer constar que un canvi d'emplaçament no suposa un canvi substancial del Plec, ja que les adaptacions als edificis existents per allotjar el nou model del radar són a càrrec de l'SMC i no s'inclouen en aquest contracte. Per tant, un canvi d'emplaçament no afecta substancialment a les tasques de fabricació i instal·lació a càrrec de l'adjudicatari.

Donat el cas, i tenint present que les tasques de lliurament del material i instal·lació sí que recauen en l'adjudicatari, l'SMC haurà d'informar, amb antelació suficient, sobre la ubicació del nou emplaçament i les condicions particulars del nou edifici o de la torre metàl·lica prevista per allotjar el radar. En qualsevol cas, la nova ubicació també serà a Catalunya, i a menys de 100 km de l'emplaçament actual.

Si per **causes de força major, o per decisió de l'SMC, es decideix aturar la instal·lació d'un radar per un canvi d'emplaçament**, perquè aquesta no es pot dur a terme tal com s'ha previst al cronograma del projecte, l'adjudicatari s'avindrà a negociar una nova data d'instal·lació, lliurant el radar a l'emplaçament que determini l'SMC, o bé la rescissió de la part del contracte referent a la instal·lació i posada en marxa del radar en qüestió. En qualsevol cas, l'adreça d'enviament del conjunt dels components del radar afectat per un canvi d'emplaçament serà en territori català.

2. Capítol 2 LA XARXA ACTUAL DE RADARS METEOROLÒGICS DE L'SMC

Aquest capítol s'ocupa de la descripció i característiques tècniques dels equipaments i de l'arquitectura de XRAD de l'SMC en el seu estat actual, amb data de publicació d'aquest Plec.

2.1. DISSENY I CARACTERÍSTIQUES BÀSIQUES DE LA XARXA ACTUAL

La creació de la XRAD i la instal·lació de radars meteorològics a Catalunya és paral·lel a l'establiment de l'SMC modern i el seu creixement, en esdevenir una empresa pública de la Generalitat de Catalunya. Tot i les prestacions modestes dels radars (són radars de baixa potència), s'aposta per disposar d'una xarxa de quatre radars, que pugui contrarestar els efectes negatius de l'orografia, especialment complexa a Catalunya, i així disposar de cobertura radar pel conjunt del país. Cal tenir present que el senyal del radar meteorològic pateix nombrosos efectes negatius causats per la geografia, que juntament amb la proximitat del mar i la seva latitud condiciona una climatologia ben variada: bloqueig orogràfic de les muntanyes, interacció de la mar Mediterrània, així com diferents tipus i intensitats de precipitació en distàncies molt curtes, entre d'altres. Per tant, la combinació de les dades volumètriques del conjunt dels radars minimitza, en part, aquest seguit de limitacions.

Aquesta orografia, juntament amb un elevat grau de protecció ambiental, complica sobre manera el disseny d'una xarxa de radars que pugui proporcionar una cobertura homogènia del país, per manca d'emplaçaments adequats per instal·lar-hi un radar meteorològic. Idealment, caldria:

[1] Que el bloqueig de les muntanyes properes fos el mínim possible, per no limitar la cobertura de cada radar, ja que tot el que resta per darrere de l'obstacle no es pot detectar.

[2] Que el feix del radar pogués escanejar el màxim de nivells atmosfèrics possibles, sense perdre informació dels nivells baixos, crítics a l'hora d'estimar fenòmens meteorològics amb gran afectació en superfície.

[3] Aconseguir una cobertura volumètrica òptima de la màxima superfície de Catalunya.

La XRAD està formada, en data de publicació d'aquest PPT, per quatre radars meteorològics de tipus Doppler, amb polarització simple, que disposen d'un sistema d'emissió de baixa potència basat en l'amplificació del senyal per tub ressonador (*travelling wave tube*, TWT) i que emeten a la banda "C" de l'espectre electromagnètic (Taula 2.1).

Taula 2.1. Radars de la Xarxa de Radars Meteorològics de l'SMC. Nom dels radars, ubicació (topònim més proper), codi identificador i municipi de l'emplaçament. En aquest document s'utilitza el "codi" per designar abreviadament cada radar.

Nom del radar	Ubicació	Codi	Municipi
Radar de Vallirana	Puig Bernat	PBE	Vallirana
Radar de Puig d'Arques	Puig d'Arques	PDA	Cruïlles, Monells i Sant Sadurn de l'Heura
Radar de la Panadella	Creu del Vent	CDV	Montmaneu
Radar de Tivissa-Llaberia	La Miranda	LMI	Tivissa

La tecnologia dels quatre radars és molt similar, amb un receptor coherent basat en el model superheterodí, i amb els diferents subsistemes (emissor, receptor i antena) assemblats a partir de models de diferents fabricants. El model de referència dels radars és l'EXTOP-03, assemblat i instal·lat per l'empresa MCV, S.A. Aquest radar consta d'un emissor de baixa potència, basat en TWT, model 177C del fabricant *Applied Systems INC.*, un conjunt processador-receptor-controlador del fabricant Vaisala, i un sistema d'antena, model AL-4017-1, del fabricant Orbit amb el controlador AL-2613-3JB corresponent. A la Taula 2.2 es mostren els components que actualment estan en funcionament en cadascun dels radars.

Taula 2.2. Components principals dels Radars de la XRAD, model, fabricant i característiques principals.

	PBE	PDA	CDV	LMI
Emissor	Kavouras Pot. Pic: 7500 W	Applied 177C Pot. Pic: 7500 W	Applied 177C Pot. Pic: 7500 W	Applied 177C Pot. Pic: 7500 W
TWT	CPI VTC-5262B1K 1061	Teledyne	Teledyne	Teledyne
Processador	RVP900 (18/04/2018)	RVP900 (4/02/2020)	RVP900 (6/02/2020)	RVP900 (10/02/2020)
Control d'Antena	Orbit AL-2613-3JB	Orbit AL-2613-3JB	Orbit AL-2613-3JB	Orbit AL-2613-3JB
Antena- Pedestal	Orbit AL-1017-1E Guany: 44 dB Ampl. Feix: 1.20°/1.10°	Orbit AL-1017-1E Guany: 44 dB Ampl. Feix: 1.20°/1.10°	Orbit AL-1017-1E Guany: 44 dB Ampl. Feix: 1.20°/1.10°	Orbit AL-1017-1E Guany: 44 dB Ampl. Feix: 1.20°/1.10°
Radom	8.6 m	8.534 m	8.534 m	8.534 m

En referència al conjunt processador-receptor, originalment els radars de la XRAD es van equipar amb la versió número 8 del model *Receiver Video Processor* (RVP8™) del fabricant de radars VAISALA (originalment de tecnologia Sigmet™). Amb el temps aquest model queda obsolet tecnològicament, ja que a partir de l'1 de gener del 2016 el fabricant VAISALA deixà de fabricar-los.

Així, l'any 2018 l'SMC va posar en marxa un projecte d'actualització d'aquests subsistemes dels radars, substituint els components RVP8 obsolets i les targetes digitalitzadores IFD (*Intermediate Frequency Digitizer*) per models RVP900™ de VAISALA. Aquest component també digitalitza el senyal, incorporant principalment les funcions de la targeta digitalitzadora, IFD, així com les pròpies del RVP8, entre d'altres. A la Taula 2.2 s'indica també la data en què el conjunt receptor/processador RVP900 va entrar en la fase d'operativa.

El programari principal de la XRAD és el Vaisala Sigmet "*Interactive Radar Information System*" (anomenat IRIS). Aquest programari és igual per a tots els radars, dona format a les dades i és compatible únicament amb un processador/receptor de VAISALA (RVP900 o RVP8). Cal afegir, a més, que el controlador del radar (RCP8) també és del mateix fabricant i totalment compatible amb el receptor/processador.

Les característiques locals de cada emplaçament, a tenir presents de cara a la instal·lació, així com les condicions d'accés, es descriuen a la Taula 2.3 i de forma molt més detallada a l'Annex 3.

2.1.1. Radar de Vallirana

El radar meteorològic de Vallirana (PBE) està instal·lat al Puig Bernat (626 msnm), municipi de Vallirana (el Baix Llobregat), a una distància de 13 km del mar en línia recta. Aquest radar és el més antic dels quatre radars de la Xarxa de Radars Meteorològics del Servei Meteorològic de Catalunya (XRAD), i abans del 2001 era un radar de recerca propietat de la Universitat de Barcelona. Amb el traspàs a l'SMC, esdevé el primer radar operatiu de la XRAD.

El fet d'estar situat a la Serra de l'Ordal fa que es cobreixi un dels objectius principals de la xarxa: la vigilància amb una gran resolució de les zones de l'àrea metropolitana de Barcelona i de la Costa Central i part del Maresme i de la Costa Daurada. És a dir, una gran part de la població de Catalunya afectada habitualment per pluges intenses de tardor queda a l'aixopluc del rang de curt abast d'aquest radar.

L'any 2003 es van dur a terme un seguit d'actuacions de millora del radar, per tal d'anar equiparant les prestacions amb la resta de radars de la xarxa, destacant l'actualització del processador de control radar (RCP8, VAISALA-Sigmet) i del receptor-processador digital (RVP8, VAISALA-Sigmet). Més endavant es va canviar la torre metàl·lica i es va traslladar el radar a un nou edifici (en funcionament a partir de 2016), de manera que es van renovar també el radom i l'antena. El 2018 es va actualitzar de nou el receptor-processador a la versió actual RVP900.

Taula 2.3. Característiques de les instal·lacions radar, a tenir presents per a l'accés, el transport i la instal·lació.

	PDA	PBE	CDV	LMI
Coordenades	N 41.888851 E 2.997196	N 41.373375 E 1.882153	N 41.601793 E 1.402786	N 41.09172 E 0.863474
Distància al mar	10 km	13 km	50 km	11 km
Altitud	526 msnm	612 msnm	793 msnm	916 msnm
Infraestructura	Edifici d'obra (4 plantes + radom)	Edifici d'obra (4 plantes + radom) Edifici auxiliar (1 planta)	Edifici d'obra (9 plantes – 4 útils + radom)	Edifici d'obra (2 plantes + radom)
Altura edifici	15.4 m	16.4 m	23.01 m	7.4 m
Accessibilitat	Camí asfaltat i pista forestal	Asfaltat	Pista forestal	Pista forestal
Espai Natural Protegit	Sí	No	No	Sí
Accés camió-ploma	Sí	Sí	Sí	Sí
Espai exterior	~ 100 m ²	~ 50 m ²	~ 200 m ²	~ 100 m ²
Diàmetre Radom	8534 mm	8600 mm	8534 mm	8534 mm
Diàmetre Ring Radom	4510 mm	6150 mm	5410 mm	5630 mm
Altura Riser	106.2 cm	98.7 cm	74.5 cm	74.5 cm
Altura sala de control	4 m	2.64 m	2.5 m	3 m
Polispast	Sí (250 kg)	Sí (250 kg)	Sí (1000 kg)	---
Porta principal	1 x 1.9 (m)	0.82 x 2.06 (m)	1.54 x 2.22 (m)	1.22 x 2.24 (m)
Climatització	Sala SAI i Sala de control	Sala de control	Sala de control	Sala de control
Emmagatzematge	Planta Baixa (~12 m ²)	Edifici auxiliar (~25 m ²)	Planta Baixa (~10 m ²)	Sí
Electricitat	Xarxa pública	Xarxa pública	Xarxa Pública	18 Plaques fotovoltaïques 24 Bateria (2 V, 2600 Ah) 2 x 11kW (GLP)
UPS	Sí (40 kVA)	Sí (30 kVA)	Sí (40 kVA)	Sí (40 kVA)
Grup electrogen	Sí (30 kVA – 1000 l)	Sí (53 kW – 1200 l)	Sí (60 kVA - 3000 l)	Sí (40 kVA – 1000 l)

Edifici radar

Actualment, el radar de PBE es troba instal·lat en un edifici d'obra, de 16.4 metres fins a la base del radom. L'edifici està format per dues plantes, la primera no és operativa i dona accés a un balcó que fa la volta a tot l'edifici. La segona planta és on hi ha el rack radar i té una planta triangular, amb una

superfície efectiva de 39 m². Des d'aquesta planta s'accedeix a l'interior del radom per una escala metàl·lica.

La planta segona, on es troba la sala de control del radar, disposa d'un accés a l'exterior, està equipada amb un polispast amb capacitat per alçar 250 kg. En aquesta sala de control i trobem un quadre elèctric, l'armari de comunicacions del bastidor radar de 19" que conté el deshumidificador, la controladora d'antena, el receptor-processador RVP900 i l'emissor Kavouras.

El radom, situat a 16.4 metres per sobre de la superfície, actualment té un diàmetre de 8.6 metres, amb un truncament de 6.2 metres de diàmetre. El radom del radar reposa sobre un anell de 0.2 m d'altura i 6.15 m de diàmetre que està aixecat 0.57 m respecte de la superfície de la plataforma. Protegeix una antena de 3.8 m de diàmetre, i consegüentment està sobredimensionat. El pedestal de l'antena, model AL-4017-1E del fabricant Orbit, reposa en un *riser*, o alçador, de 987 mm d'altura, que està subjectat a l'edifici per un entramat de 12 espàrrecs metàl·lics. Tots aquests aspectes es detallen a l'Annex 3, que també inclou un recull fotogràfic.

A més a més, el radar de PBE disposa d'un edifici auxiliar que allotja equipaments elèctrics com el grup electrogen d'emergència, un dipòsit de gasoil de 1.200 litres i el SAI.

2.1.2. Radar de Puig d'Arques

El juny de 2002 entrava en funcionament operatiu el radar del Puig d'Arques, al terme municipal de Cruïlles, Monells i Sant Sadurní de l'Heura, a una distància de 10 km del mar en línia recta i a 526 msnm i la seva àrea de cobertura principal són les comarques de l'Alt Empordà, Baix Empordà, Garrotxa, Pla de l'Estany, Gironès, la Selva i el Maresme.

Per les condicions de l'entorn, la instal·lació del radar de Puig d'Arques va preveure mesures d'integració paisatgística i de restauració. Entre d'altres, es va substituir l'antiga torreta de guaita forestal, que es va integrar a la tercera planta de l'edifici del radar (entre la planta radar i l'antena).

Les actualitzacions més importants dutes a terme en aquest radar van ser el canvi d'antena, pedestal i radom de l'any 2010 i l'actualització del receptor-processador a la versió RVP900 de Vaisala l'any 2020. Cal mencionar que l'actuació de l'any 2010 també va comportar treballs d'obra civil, mecànics i elèctrics. L'increment de dimensions i de pes del nou radom va fer necessari el reforç de l'edificació per a suportar el nou pes amb seguretat. Aquest reforçament de l'estructura va consistir a instal·lar unes peces fabricades a mida d'acer galvanitzat en calent en les unions pilar-biga radial del forjat del nivell anterior al del radom (vegeu-ne fotos a l'Annex 3).

Edifici radar

Actualment, el radar de PDA es troba instal·lat en un edifici d'obra, de 15.4 metres fins a la base del radom. L'edifici és de planta circular i es compon de quatre plantes. A la planta baixa s'hi troba el grup electrogen d'emergència, que s'alimenta d'un dipòsit de gasoil de 1.000 litres, que es troba soterrat

ubicat al costat dret de l'edifici. La primera planta disposa del SAI i del quadre elèctric principal. A la sala de control s'hi troba l'armari de comunicacions i el bastidor radar de 19" que conté el deshumidificador, la controladora d'antena, el receptor-processador RVP900 i l'emissor *Applied*. Aquesta planta disposa d'un accés a l'exterior, equipat amb un polispast amb capacitat per alçar 250 kg.

L'accés a la tercera planta, on hi ha una sala de guaita, es fa a través d'una escala d'obra vertical, que no és hàbil per al transport de material. La sala de guaita està rodejada per una balconada, on hi ha l'escala, també vertical, que dona accés a l'interior del radom.

El radom, situat a 15.4 metres per sobre de la superfície, actualment té un diàmetre de 8.54 metres, es troba instal·lat sobre un anell de 0.2 m d'altura i diàmetre de 5.41 m. Per tant, l'altura des de la superfície fins a la part superior del radom és de 8.075 m. Protegeix una antena de 3.8 metres de diàmetre i, consegüentment, també està sobredimensionat. El pedestal de l'antena, model AL-4017-1E del fabricant Orbit, reposa en un *raiser* de 106.2 cm d'altura, que està subjectat a l'edifici per 3 espàrrecs de 30 mm de diàmetre (vegeu-ne fotos a l'Annex 3).

2.1.3. Radar de la Panadella

El 2003 s'instal·lava el tercer element de la XRAD, a la Creu del Vent (793 msnm), al municipi de Montmaneu, amb unes característiques molt semblants a l'anterior. El radar va entrar en servei la tardor de 2003. Aquest radar resulta imprescindible per a conèixer de forma molt precisa les característiques de les tempestes a tot l'interior de Catalunya (tot i que els altres radars contribueixen parcialment, aquest és l'únic que té una visió quasi total de l'atmosfera de tot el País), i resulta imprescindible per la vigilància de tempestes provinents d'Aragó i aquelles que es formen al Pirineu i Prepirineu.

Edifici radar

El radar de CDV es troba instal·lat en un edifici d'obra, de 23 metres fins a la base del radom. L'edifici, de base triangular, està format per tres plantes, dues efectives més una planta baixa. La planta baixa allotja un grup electrogen d'emergència, que s'alimenta d'un dipòsit de gasoil de 3.000 litres, que es troba soterrat al costat de l'edifici. La segona planta (a 17.4 metres d'altura i amb una superfície efectiva de ~28 m²) allotja el bastidor radar. Aquesta planta es va modificar l'any 2010. En concret, es va construir una sala tècnica (tancament) rectangular al voltant del bastidor del radar de 5.57 m² de superfície i 2.48 metres d'altura amb tèrmic aïllant i finestres de vidre tèrmic en totes les parets. Les especials característiques de comportament tèrmic dels vidres aïllants fan que la variació de temperatura interior sigui molt lenta (inèrcia tèrmica gran) i que, per tant, sigui més fàcil i econòmic de climatitzar tant a l'hivern com a l'estiu. Aquesta planta també disposa d'un polispast interior amb capacitat per alçar 1.000 kg.

La tercera planta, just per sota del nivell de l'antena, allotja el SAI i el quadre elèctric principal. Aquesta planta també disposa d'una sala per a visitants.

L'accés a l'interior del radom es fa per una escala quasi vertical. El radom està fixat a la base de la coberta mitjançant estructura metàl·lica i fixacions mecàniques revisables des de la planta mirador. El contacte entre el radom i la coberta es va fer amb la fixació d'una estructura metàl·lica tipus UPN, sobreposada al forjat de formigó i fixada mecànicament al forjat. Les fixacions perforen la llosa estructural i es poden veure els caps de fixació a la planta mirador. Per la cara interior del cercle estructural conformat pel perfil UPN hi ha soldats perfils tipus IPN metàl·lics conformant una creuera central que suporta i ancora el peu del radom.

La base del qual es troba a 23 metres per sobre de la superfície, actualment té un diàmetre de 8.5 m i amb un truncament de 5.4 metres de diàmetre. Protegeix una antena de 3.8 metres de diàmetre, i també està sobredimensionat. El pedestal de l'antena, model AL-4017-1E del fabricant Orbit, reposa en un *riser* de 74.5 cm d'altura, que està fixat a un sistema de bigues solidàries amb l'anell del radom (vegeu-ne més detalls i fotos a l'Annex 3).

2.1.4. Radar de Tivissa-Llaberia

L'últim radar de l'actual xarxa, el radar de Tivissa-Llaberia (LMI), es va instal·lar el 2008. El radar està emplaçat al pic de "La Miranda" a la Serra de Llaberia (915 msnm), municipi de Tivissa, a una distància d'onze quilòmetres del mar en línia recta. Aquest radar és vital per fer el seguiment de les situacions meteorològiques de perill del sud de Catalunya, especialment a les Terres de l'Ebre i part de la Costa Daurada. Cal dir que, tot i que el radar de La Miranda és de 2008, la seva tecnologia és la mateixa que es va instal·lar als radars anteriors de la XRAD.

Edifici radar

El radar de LMI es troba instal·lat en un edifici d'obra, de 7.4 metres fins a la base del radom. L'edifici es compon de dues plantes efectives. A la planta baixa s'hi troba el grup electrogen d'emergència, que s'alimenta d'un dipòsit de gasoil de 1.000 litres, que es troba soterrat davant de l'edifici a uns 10 m de distància. La primera planta dona accés a la plataforma del radom que allotja l'antena. A la mateixa planta (terrassa), hi ha els panells solars. La plataforma del radom es troba a 7.37 metres d'altura i amb una superfície circular de radi 2.85 m.

La planta baixa, originalment de 70 m² de superfície efectiva, es va modificar posteriorment per tal de controlar-ne millor la climatització. En concret, es va construir una sala tècnica (tancament) rectangular al voltant de rack del radar de 12 m² de superfície i 3 metres d'alçada amb panell tèrmic aïllant amb finestres de vidre tèrmic en totes les parets (vegeu-ne més detalls i fotos a l'Annex 3).

Particularitats

El radar de Tivissa-Llaberia, a diferència dels altres radars de l'SMC, consta a més d'un sistema de cogeneració d'energia autònom de motors de gas liquat propà i energia solar, que substitueix el subministrament de xarxa per companyia elèctrica. Aquest sistema fou instal·lat amb l'objectiu de respectar l'entorn on està ubicat, ja que forma part del Pla d'espais d'interès natural (PEIN).

Es tracta, doncs, d'una infraestructura singular d'aquest radar, però que no es pot deslligar del funcionament i, especialment, del manteniment general de l'XRAD. Per més detall, a l'apartat dedicat a aquest edifici de l'Annex 3 d'aquest document es dona la informació general dels diferents equips o sistemes que componen el sistema d'energia.

2.2. ESTRATÈGIA D'ESCANEIG

L'estratègia d'escaneig de l'atmosfera que actualment duen a terme els radars de la XRAD consisteix en una seqüència de 17 escombrats de 360° a elevació constant (PPI, Camps d'Indicació de la Posició al Pla, de l'anglès *Plan Position Indicator*). La periodicitat dels cicles complets d'escombrat és de 6 minuts i, per tant, se'n generen 10 cada hora.

Cada cicle comença amb la tasca PPIVOL_A, que consisteix en un escombrat a 0.6° de llarg abast (250 km de rang). A continuació s'executen les tasques PPIVOL_B i PPIVOL_C de curt abast (130 km de rang), que comença amb un altre escombrat a 0.6° i segueix amb la sèrie d'escombrats en seqüència ascendent (base a cim) d'elevacions, tal com es resumeix en la Taula 2.4 a continuació.

Taula 2.4. Tasques d'escaneig radar XRAD.

Tasca	Descripció	Rang màx.	Ampl. Pols	PRF	Dades	Elevs.
PPIVOL_A	Llarg abast (vigilància)	250 km	5 µs	450 Hz	T Z	(1) 0.6
PPIVOL_B	Curt abast (volumètrica)	130 km 150 km (CDV)	5 µs	1140:855 Hz 1000:750 Hz (CDV)	T Z V	(7) 0.6, 0.8, 1.0, 1.3, 1.7, 2.0, 3.0
PPIVOL_C	Curt abast (volumètrica)	130 km 150 km (CDV)	5 µs	1140:855 Hz 1000:750 Hz (CDV)	T Z V	(9) 4.0, 5.0, 6.0, 8.0, 10.0, 13.0, 16.0, 21.0

Tots els escanejos PPI de la XRAD tenen una resolució angular de 1° i una resolució en rang d'1 km (resultant del càlcul de la mitjana de 4 bins de 250 m en rang). La velocitat d'antena és de 24°/seg (4 rpm) en tots els casos. La freqüència de repetició de polsos (*Pulse Repetition Frequency*, PRF) varia en funció del rang màxim i és de tipus dual-PRF, amb una ràtio entre PRFs de 4:3, en els PPI de curt abast.

Cada hora en punt, al final del primer cicle d'escombrats, es realitza una mesura de soroll ambiental RTI (*Range-Time Integration*) a una elevació de 30°.

2.3. FLUX DE DADES

Aquest apartat s'ocupa de descriure el flux de les dades actual de la XRAD, des de la seva generació a cada radar fins a la generació dels diferents productes, dissenyats segons les necessitats dels usuaris finals, que són diversos. La Figura 2.1 mostra aquest flux de dades i el seguit de màquines que participen de la cadena operativa de la XRAD.

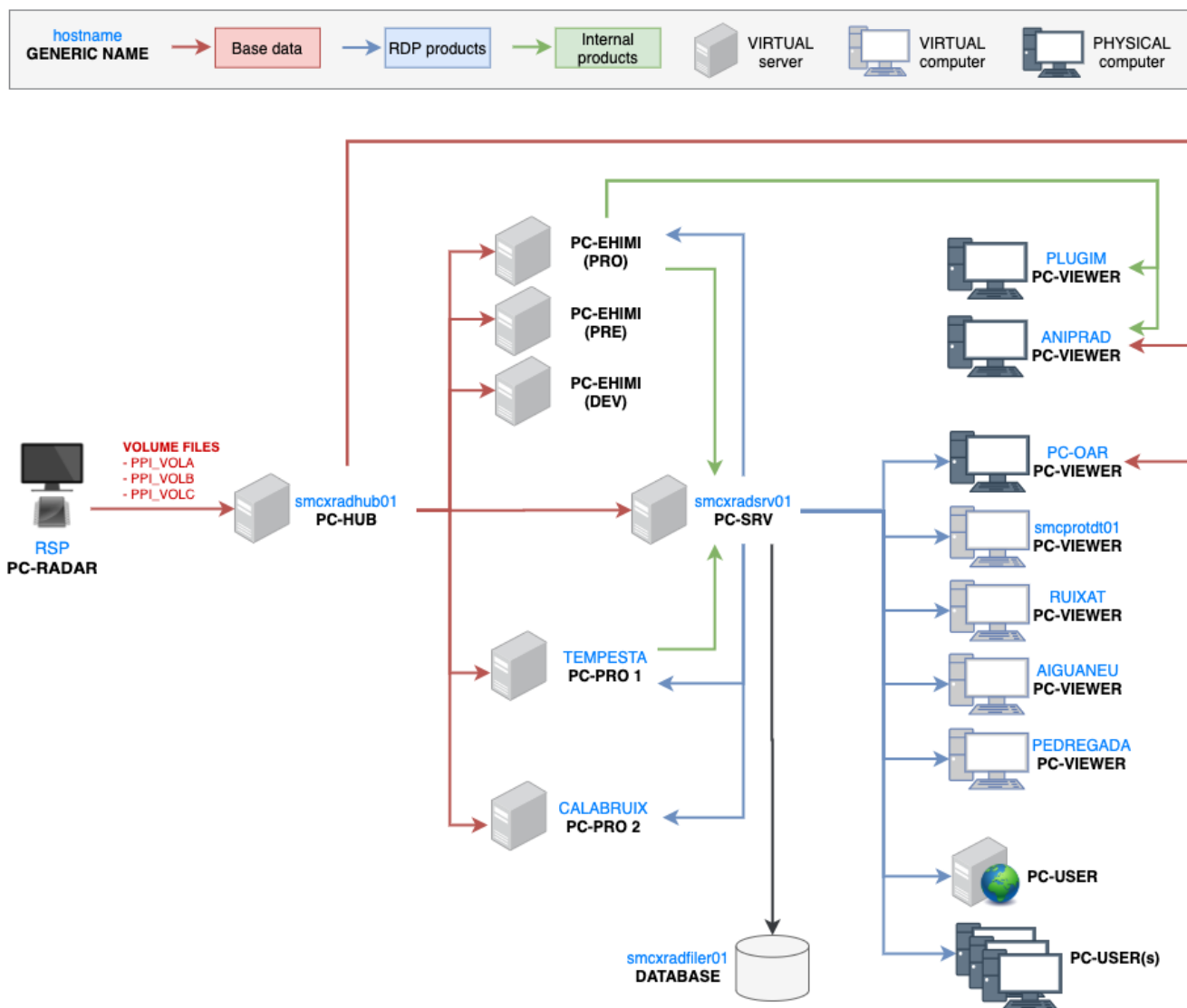


Figura 2.1. Esquema del flux de dades actual de la XRAD.

Els elements del flux de dades són els següents:

- Cada sistema radar disposa del seu processador **PC-RADAR**, responsable de gestionar el funcionament del conjunt del radar. Per tant, s'ocupa de controlar les tasques del radar (Secció 2.2), de processar la informació generada i d'enviar-la cap a la seu de l'SMC.
- Els fitxers de dades (un per cada tasca) enviats es reben al servidor central **PC-HUB**. Aquesta màquina s'encarrega, bàsicament, de distribuir les dades cap a diferents màquines.
- Cal mencionar que hi ha un conjunt de màquines del flux de dades que pertanyen a l'**entorn virtual VMWare**. (clúster VMWare 7) (sistema de virtualització per programari). Si bé antigament aquestes màquines eren físiques (i disposaven d'una segona màquina que feia de back-up), actualment tot el sistema de generació de productes es troba virtualitzat.
- El **PC-EHIMI**, s'encarrega de fer les correccions hidrometeorològiques. Es troba triplicat, en entorn operatiu (PRO), preoperatiu (PRE) i desenvolupament (DEV).
- El **PC-SRV** és el servidor on s'executa el programari processat de dades i generació de productes del fabricant dels radars. Rep dades del **PC-HUB**, així com les dades corregides des del **PC-EHIMI** (Secció 2.4.2). Un cop generats els productes radar (del catàleg del fabricant), s'encarrega també de distribuir-los cap a diferents màquines, incloent-hi les bases de dades. Les tasques d'aquest PC són generar els productes inclosos dins la cadena comercial que gestiona la XRAD, així com tornar a ingestar altres productes externs dins la mateixa cadena (com ara les dades corregides de l'EIMI i d'altres generats en les màquines de producció **PC-PRO**).
- **PC-PRO**: dues màquines de generació de productes propis (desenvolupats a l'SMC) (vegeu secció 2.4.2) mitjançant diferents algorismes, que van des del control de qualitat (apuntament de l'antena, comparació amb ecos de terra, interferències electromagnètiques, càlculs de biaixos, entre d'altres) fins a productes per a diferents clients (identificació, seguiment i predicció a molt curt termini de tempestes, correccions de velocitat radial, camps de precipitació).
- **PC-VIEWER**: màquines disponibles per a tècnics de teledetecció i predicció que serveixen exclusivament per visualitzar les dades i productes segons les necessitats concretes dels usuaris.
- **PC-USER**: màquines que reben un producte final, és a dir, actuen com a client. N'hi ha de 3 categories: interns de l'SMC, dins de la Generalitat, i usuaris externs.

2.4. PRODUCTES RADAR

2.4.1. Productes estàndard

- Dades i moments base: arxius de dades en format IRIS-RAW (un per cadascuna de les tres tasques detallades en la Taula 2.4), generats en el processador del radar. La capçalera dels fitxers està en format caràcter i les dades binàries comprimides, fet que fa que la seva mida sigui variable (com més píxels hi ha amb precipitació, més gran és el fitxer).
 - Fitxers IRIS-RAW
- Productes nivell 1: fitxers de productes amb una transformació mínima, i.e. PPI de reflectivitat i de velocitat radial, tant si estan corregits al processador del radar (correcció Doppler dels ecos de

terra) com si no. Pel que fa a la velocitat radial es disposa d'un l'algorisme propi per a la correcció dels errors de la dual-PRF (Altube et al., 2016). El format de sortida és IRIS (capçalera més matriu de dades) o geotiff¹, a banda d'imatge plana (PNG). Només pels radars individuals. Poden ser per a l'elevació més baixa o bé:

- Fitxers PPI de reflectivitat no corregida/amb correcció Doppler.
 - Fitxers PPI de velocitat radial no corregida/amb correcció d'errors dual-PRF.
-
- Productes nivell 2: fitxers de productes CAPPI (Camp de l'Altura Constant de la Indicació de la Posició al Pla, *Constant Altitude Plan Position Indicator*), productes amb interpolacions de les dades, però sense altres transformacions dels camps o productes de reflectivitat total o corregida. En aquest últim cas, també s'apliquen correccions procedents de l'EHIMI, (Secció 2.4.3) eliminant senyals no meteorològiques amb una millor eficàcia. Tot i que existeix l'opció de generar CAPPI que només consideren les zones on la interpolació a l'altura determinada és coherent, a l'SMC només es treballa amb pseudo-CAPPI, amb un completat dels espais sense dades. El format de sortida és IRIS-SIGMET o geotiff, a banda d'imatge plana (PNG, JPG), que en aquest cas s'arxiva per poder disposar d'un catàleg de dades que permet el seguiment i identificació d'episodis. Es generen tant productes per radars individuals com productes amb composició de radar mitjançant la tècnica de màxims. En el cas de l'EHIMI, la composició de radars considera les tasques de curt i llarg abast i la distància al radar.
 - Fitxers CAPPI de reflectivitat corregida individuals/compostos a un nivell (p.ex. a 1 km d'altitud)
 - Fitxers CAPPI de reflectivitat corregida individuals/compostos multinivells.
 - Fitxers CAPPI de reflectivitat corregida EHIMI individuals/compostos a un nivell.
 - Productes nivell 3: fitxers amb productes derivats a partir dels camps originals, mitjançant transformacions amb equacions. Són productes que aprofiten les capacitats volumètriques dels radars per identificar elements que poden ajudar a detectar patrons o senyals relacionats amb temps violent o altres tipus de fenòmens de temps advers (com ara pluges intenses). El format de sortida és IRIS-SIGMET o geotiff¹, a banda d'imatge plana (PNG, JPG). Es generen tant productes per radars individuals com productes amb composició de radar mitjançant la tècnica de màxims. Tots aquests productes només són funcionals per curt abast, perquè són volumètrics.

Estimació quantitativa de precipitació (QPE, *Quantitative Precipitation Estimation*):

- Fitxers QPE EHIMI 30 minutals individuals
- Fitxers QPE EHIMI 30 minutals composts
- Fitxers QPE corregida i EHIMI horària individuals
- Fitxers QPE corregida i EHIMI horària composts
- Fitxers QPE corregida i EHIMI 6-horària individuals
- Fitxers QPE corregida i EHIMI 6-horària composts
- Fitxers QPE corregida i EHIMI diària individuals
- Fitxers QPE corregida i EHIMI diària composts

Echo-TOP (Producte radar de l'altura màxima en cada píxel per la qual se supera el llindar de reflectivitat definit):

- Fitxers Echo-TOP individuals per llindars de 12, 35 i 45 dBZ
- Fitxers Echo-TOP composts per llindars de 12, 35 i 45 dBZ

VIL (Quantitat total estimada d'aigua líquida integrada verticalment, de l'anglès *Vertically Integrated Liquid*):

- Fitxers VIL individuals
- Fitxers VIL composts

Echo-MAX (Producte radar que mostra la intensitat i l'altitud de l'eco amb reflectivitat màxima)

- Fitxers Echo-MAX individuals (per plans XY, XZ i YZ)
- Fitxers Echo-MAX composts (només per pla XY)

2.4.2. Productes meteorològics propis

Aquesta secció descriu els productes radar que es generen fora del programari processat de dades i generació de productes del fabricant dels radars, i que, per tant, són propis de l'SMC.

- Identificació, seguiment i predicció a curt termini de cel·les convectives: la metodologia actual considera volums composts de reflectivitat radar i extreu aquelles estructures volumètriques que verifiquen condicions òptimes per ser considerades com a cel·les convectives ([Rigo et al., 2010](#)). Un cop identificades, es caracteritzen i es pot fer un seguiment de la trajectòria prèvia, així com del seu cicle de vida. A partir de tota aquesta informació és possible generar una predicció de fins a 2 hores del moviment, que és utilitzat, en forma de probabilitats, per a generar les alertes de temps violent, amb combinació amb els avisos de *Lightning Jump* ([Farnell et al., 2016](#)).
- Densitat de VIL: Tot i que es pot generar des del programari comercial, aquest producte actualment es genera fora de la cadena de productes estàndard. La seva utilitat està lligada a l'estimació de la pedra dins de les tempestes, essent més efectiu que el producte VIL, ja que integra la informació amb les observacions de l'Echo-TOP de les tempestes. Per tant, és un producte purament generat amb dades radar.
- Pluja o neu: Un dels primers productes que es va desenvolupar fora de la cadena estàndard, arran d'una col·laboració amb el Servei Meteorològic Noruec. Consisteix en la combinació de la informació radar, que serveix per indicar si hi ha precipitació o no en superfície, amb les observacions de la Xarxa d'Estacions Meteorològiques Automàtiques (XEMA) de l'SMC, que permeten estimar quines condicions atmosfèriques hi ha a cada punt del territori on hi ha precipitació. En l'actualitat, després de diferents actualitzacions, el producte es genera amb el camp de reflectivitat EHIMI i les interpolacions generades de les observacions de les EMA ([Casellas et al., 2021](#)).

- Probabilitat de pedra: Producte generat a partir de la combinació de les dades dels Echo-TOP amb llimdars de 35 i 45 dBZ i l'estimació de l'altura de la isozero proporcionada pel model operatiu a l'SMC WRF (*Weather Research and Forecasting*), mitjançant les equacions del mètode de [Waldvogel et al. \(1979\)](#) Per fer la validació de les equacions, es varen considerar les observacions proporcionades per la xarxa de granímetres gestionada conjuntament entre l'SMC i l'Agrupació de Defensa Vegetal (ADV-Terres de Ponent), i que posteriorment analitza el Grup de Física de l'Atmosfera del Departament de Química i Física Aplicades de la *Universidad de León* ([Aran et al., 2007](#)).
- Estimacions de precipitació combinades amb pluviòmetres: integració de les dades del camp corregit de precipitació per a la composició EHIMI amb les observacions dels pluviòmetres de la XEMA, les quals s'empren com a valor veritat a terra, mentre que el camp de pluja radar permet fer una estimació qualitativa, integrada mitjançant tècniques geo-estadístiques. Es genera per diferents intervals de temps: 1 hora i 24 hores (aquest darrer es regenera vuit dies després amb les dades validades de la XEMA a través del procés fet per l'Equip de Control de Qualitat de l'SMC).
- Alertes de pluja: es generen a partir de les dades estimades al camp de precipitació 30-minutal de l'EHIMI, sense integració amb dades de la XEMA. Mitjançant una sèrie de llimdars de pluja i d'àrea en una determinada comarca, aquelles comarques que compleixen els criteris es genera un avís que s'envia a l'Equip de Predicció i Vigilància de l'SMC, que és l'encarregat de decidir si es crea un avís de situació meteorològica de perill.

2.4.3. Productes hidrològics propis: L'Eina Hidro-Meteorològica Integrada

Una de les línies de treball més importants de la XRAD, en l'àmbit operatiu, són els productes hidro-meteorològics. Cal tenir present que, per una banda, l'SMC és el responsable de realitzar els avisos d'observació per intensitat de pluja que arriben a Protecció Civil de Catalunya. D'altra banda, és important generar el camp de precipitació, amb la millor estimació possible de precipitació acumulada (per diferents períodes d'acumulació) per posar-lo a disposició d'usuaris com l'ACA o altres interessats en aquest tipus de producte.

L'ús hidrològic del radar requereix tota una sèrie de processos com són el tractament i correcció de les dades de pluja enregistrades pel radar, la generació de productes hidro-meteorològics a partir d'aquestes dades, i finalment la introducció d'aquesta informació sobre la pluja en un model hidrològic que generi una previsió de cabals. Addicionalment, és necessari disposar d'eines de visualització i anàlisi de les dades i els productes generats.

Per aquest motiu, i ja des de 2001, es treballa conjuntament amb la mateixa ACA i el Centre de Recerca Aplicada en HidroMeteorologia (CRAHI) de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC) per desenvolupar una eina dedicada a la generació de productes hidrometeorològics. Així, al llarg d'aquests anys, s'han signat diferents convenis entre aquests organismes per a desenvolupar, posar en operatiu, seguir, mantenir i millorar l'Eina de previsió Hidro Meteorològica Integrada (EHIMI). Es tracta d'una plataforma amb un conjunt d'eines orientades al tractament i postprocessament de les

dades de radar meteorològic, implementant tots els procediments necessaris de correcció, modelització i visualització per possibilitar l'ús hidrològic del radar de forma adient ([Sánchez-Diezma, 2001](#); [Sánchez-Diezma et al., 2002](#)).

Resumint, l'EHIMI és l'eina actual per al desenvolupament i la generació de productes hidro-meteorològics corregits i disposa d'un conjunt de màquines dedicades a aquesta finalitat (PC-EHIMI). Cal tenir present que aquests productes són utilitzats per diferents usuaris finals, tant a dins com a fora de l'SMC (el més destacat és l'ACA), i que existeix una sèrie temporal de gran interès meteorològic i climatològic que caldria intentar mantenir en un format el més semblant possible.

QPE corregida

Els camps d'estimació quantitativa de precipitació generats per l'EHIMI es basen en dues fonts:

- Les observacions en superfície de les estacions de la XEMA, que es consideren com a veritat terreny al píxel on es troba cada estació i el seu entorn.
- Les dades de radar, corregint inicialment el camp de reflectivitat: anomalies lligades a "speckle", ecos anòmals de terra i de mar, interferències electromagnètiques, ecos associats als generadors dels parcs eòlics, anomalies lligades a la banda brillant, zones apantallades o semibloquejades.

Un cop s'han aplicat les correccions a les dades volumètriques (a la tasca de llarg abast no es poden aplicar, excepte algunes versions molt simplificades), es genera un camp de reflectivitat en superfície, aplicant el perfil vertical de reflectivitat. Aquest camp individual és el que després es combina per generar una composició de reflectivitat que, a diferència de la resta de productes de la cadena operativa, es genera segons aspectes de la distància al radar i de si les dades són volumètriques o només a l'elevació més baixa. Finalment, es converteix la reflectivitat a intensitat de precipitació i, a partir d'aquí, es fa una integració per al període d'interès (que va, actualment, des dels 10 minuts fins a les 24 hores) ([Trapero et al., 2009](#)).

Productes EHIMI

- El producte principal de l'EHIMI és la composta de reflectivitat, que és el producte que es publica al web de l'SMC. Es genera cada 6 minuts i té un desfasament d'uns 8 minuts respecte a l'inici de la generació, a causa del procés de correcció, arribant 5 minuts més tard que la composta generada amb només les dades de la tasca de llarg abast, i només un minut en referència a la composta de curt abast.
- Un altre producte important de l'EHIMI és l'acumulació 30 minutal, que es fa servir en l'àmbit operatiu per fer avisos d'observació d'intensitat de precipitació, en aquelles situacions en les quals no s'ha avisat una comarca anteriorment. Es genera cada 6 minuts.
- També cal destacar les acumulacions horàries, que poden ser sense i amb integració de dades d'estacions. Es generen cada hora i tenen un desfasament de 15 i 30 minuts, respectivament. La diferència de temps entre un producte i l'altre té a veure amb la disponibilitat d'almenys un 80%

de les 180 estacions de la XEMA. Aquests productes serveixen a l'equip de Control de Qualitat per la validació de les dades de precipitació de la XEMA. També s'envien a l'ACA per a la gestió d'avingudes sobtades. Segons paraules dels tècnics de l'organisme hidrològic, la millora del segon producte justifica la diferència de temps.

- Finalment, cal anomenar les acumulacions diàries, sense i amb integració de dades d'estacions. La primera es genera 30 minuts a posteriori, mentre que la segona arriba amb un endarreriment de 4.5 hores, per tal que hi hagi disponibles el màxim nombre d'estacions de la XEMA. A més, en ser una cadència temporal més gran, no interfereix en cap mena de gestió hidrometeorològica i per això no hi ha problema que s'envii amb aquest desfasament. El fan servir, entre d'altres, l'equip de Control de Qualitat, l'àrea de Recerca (per validar dades de models numèrics), l'ACA i Bombers de la Generalitat (per saber l'estat dels boscos), entre d'altres. Aquest producte es torna a generar 8 dies després, assegurant que ja s'ha fet una validació i correcció de totes les dades pluviomètriques de la XEMA, per tal de disposar d'un camp final de l'episodi.

REFERÈNCIES

- Altube, P., Bech, J., Argemí, O., Rigo, T., Pineda, N., Collis, S., & Helmus, J. (2017). Correction of dual-PRF Doppler velocity outliers in the presence of aliasing. *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, 34(7), 1529-1543.
- Aran, M., Sairouni, A., Bech, J., Toda, J., Rigo, T., Cunillera, J., & Moré, J. (2007). Pilot project for intensive surveillance of hail events in Terres de Ponent (Lleida). *Atmospheric research*, 83(2-4), 315-335.
- Bech, J., Rigo, T., Pineda, N., Segalà, S., Vilaclara, E., Sánchez-Diezma, R., ... & Velasco, E. (2005, October). Implementation of the EHIMI software package in the weather radar operational chain of the catalan meteorological service. In *Proceedings 32 nd International Conference on Radar Meteorology*, Albuquerque, NM, USA.
- Casellas, E., Bech, J., Veciana, R., Pineda, N., Rigo, T., Miró, J. R., & Sairouni, A. (2021). Surface precipitation phase discrimination in complex terrain. *Journal of Hydrology*, 592, 125780.
- Rigo, T., Pineda, N., & Bech, J. (2010). Analysis of warm season thunderstorms using an object-oriented tracking method based on radar and total lightning data. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 10(9), 1881-1893.
- Sánchez-Diezma, R. (2001). Optimización de la medida de lluvia por radar meteorológico para su aplicación hidrológica. Ph.D. thesis, Centre de Recerca Aplicada en Hidrometeorologia, Universitat Politècnica de Catalunya, 330 pp.
- Sánchez-Diezma, R., Sempere-Torres, D., Bech, J., & Velasco, E. (2002). Development of a hydrometeorological flood warning system (EHIMI) based on radar data, 2nd Eur. In *Radar Conf. European Meteorological Society*. Copernicus Gesellschat, Delft, Holland, 619-622.
- Trapero, L., Bech, J., Rigo, T., Pineda, N., & Forcadell, D. (2009). Uncertainty of precipitation estimates in convective events by the Meteorological Service of Catalonia radar network. *Atmospheric Research*, 93(1-3), 408-418.
- Waldvogel, A., Federer, B., & Grimm, P. (1979). Criteria for the detection of hail cells. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 18(12), 1521-1525.

3. Capítol 3 LA NOVA XARXA DE RADARS METEOROLÒGICS DE L'SMC

Tenint presents els objectius generals descrits al primer Capítol, el present s'ocupa de descriure els requisits que ha de tenir la nova xarxa de radars de l'SMC. Es defineixen **requisits d'obligat compliment (OBL)** i **requisits valorables (VAL)** segons criteris tècnics. La descripció detallada de cadascun dels requisits es detalla al **document adjunt 'taula_requisits_tècnics.xlsx'** (vegeu la secció 5.3). La puntuació de per cada requisit valorable no es fracciona, i per tant assignaran tots els punts quan es compleixi totalment el requisit, o zero punts si no es compleix.

3.1. REQUISITS GENERALS

(OBL) L'adjudicatari del contracte haurà de fabricar, lliurar, instal·lar i posar en marxa quatre (4) radars estacionaris Doppler de banda C de doble polarimetria i d'última generació. El sistema d'emissió ha de ser de tipus magnetró i el receptor i el servo han de ser digitals.

(OBL) Tot i que els sistemes radar subministrats hauran d'estar dissenyats i fabricats per operar amb un emissor tipus magnetró, hauran d'incorporar alhora les adaptacions necessàries per facilitar un possible canvi a estat sòlid (SSPA) en un futur, amb les mínimes modificacions necessàries als sistemes radar. Les adaptacions per facilitar el canvi a SSPA no han d'afectar, en cap cas, l'operació i la qualitat de l'execució de les funcions del sistema magnetró. Per tant, el licitador haurà de descriure en l'oferta totes les adaptacions als sistemes radar necessàries per al canvi de transmissor, justificant i diferenciant clarament aquelles que s'inclouran amb els sistemes radar subministrats, d'aquelles que inevitablement només es puguin fer en el moment del canvi, incloent-hi una estimació desglossada del cost d'aquestes últimes.

(OBL) Els quatre radars oferts hauran de ser completament nous i idèntics entre si. Els sistemes han de tenir un disseny comercial integral, amb marca i model certificats, i tots els equipaments han de provenir de la producció en sèrie. Així, tots els subsistemes han d'estar adientment integrats per tal de conformar un sistema completament funcional. No s'acceptaran assemblatges de components de diferents models, ni reutilitzats, ni renovats.

(OBL) Els equipaments oferts hauran de tenir el marcatge CE (*Conformité Européenne*); no és legal, ni vàlida, cap altra marca. A més, el fabricant haurà de lliurar una declaració de conformitat en compliment de la Directiva 2014/53/UE (Directiva RED) (vegeu l'Annex 8 per conjunt de compliments de Normativa).

(OBL) L'empresa licitadora haurà de presentar evidència de les capacitats del sistema radar proposat pel fabricant, a partir de l'experiència continuada de dos (2) o més clients internacionals diferents durant els últims tres (3) anys. Aquesta experiència ha de correspondre amb el funcionament del sistema radar meteorològic de forma operativa (funcionament continuat amb escanejos i tasques programades, etc.) i, en cap cas, en mode recerca.

(OBL) Els sistemes radar han de tenir prou robustesa i fiabilitat per operar de manera autònoma i estable sense supervisió durant llargs períodes de temps i sota un ampli ventall de situacions meteorològiques.

(OBL) L'adjudicatari del contracte haurà de lliurar i instal·lar els nous radars en els quatre (4) edificis que allotgen els radars actuals de la XRAD (vegeu l'Annex 3). L'SMC s'ocuparà de les adaptacions necessàries als edificis segons les necessitats del nou model de radar detallades pel fabricant (vegeu el Capítol 4). En qualsevol cas, el model de radar ofert pel fabricant ha de poder adaptar-se a l'edifici sense necessitat de realitzar canvis substancials o estructurals a l'edifici existent.

(OBL) Tenint present que les instal·lacions de tots els radars de la XRAD no disposen de personal, totes les funcions essencials de control i manteniment dels radars s'hauran de poder realitzar tant de manera local com remota.

(OBL) Per tal de garantir l'òptim funcionament del sistema sota temperatures màximes extremes que podrien arribar 50 °C, tots els elements actius del sistema han d'estar adequadament refrigerats. L'empresa adjudicatària haurà de tenir presents les condicions climatològiques dels quatre emplaçaments dels radars (vegeu l'Annex 1), amb l'objectiu de minimitzar efectes adversos sobre les infraestructures i els equipaments i components dels sistemes de la nova xarxa.

(OBL) Prenent en consideració que les condicions meteorològiques poden arribar a ser extremes, especialment pel que fa a temperatures elevades a tots els radars, és requisit d'aquest plec que l'empresa adjudicatària instal·li un sistema de sensors de control ambiental, com a mínim en la sala del radom i en la sala tècnica (sala del *rack* radar), i allà on es considerin necessaris. Aquests sistemes han de poder ser gestionats telemàticament i el sistema radar ha de disposar d'un sistema d'avisos i d'aturada automàtica del sistema en superar llindars de temperatura i humitat crítics, per tal de minimitzar els possibles riscos de mal funcionament dels diferents sistemes en aquestes condicions (Secció 3.6.2).

(OBL) Els sistemes radar subministrats per l'adjudicatari hauran de complir les especificacions i requisits informàtics (TIC) que es detallen a la Secció 3.9. Així mateix, s'hauran d'adaptar al sistema de comunicacions que ja disposen els radars actuals, sistema que ha de permetre el control remot del sistema, a l'hora que aquest segueix en funcionament operatiu i enviant dades. En el cas que l'amplada de banda de les telecomunicacions descrita a la Secció 3.9.3 sigui insuficient per als radars d'última generació, l'adjudicatari ho haurà de comunicar amb antelació a la instal·lació perquè l'SMC pugui fer les adaptacions i modificacions oportunes (Secció 4.3.2.2).

(OBL) Els sistemes radar subministrats per l'adjudicatari hauran d'adaptar-se a les condicions de subministrament elèctric de cadascun dels emplaçaments (vegeu l'Annex 3). En cas que el subministrament elèctric sigui insuficient per als radars a subministrar, l'adjudicatari ho haurà de comunicar amb sis (6) mesos d'antelació a la instal·lació perquè l'SMC pugui fer les adaptacions i modificacions oportunes (Secció 4.3.2.2).

(OBL) Tenint present que els radars de la XRAD estan exposats als llamps, els radars hauran de disposar d'un sistema de protecció contra el llamp, adequat al nivell ceràmic de la localització del radar (vegeu l'Annex 1) i que alhora tingui una influència mínima en les mesures polarimètriques del radar. El sistema de protecció contra el llamp haurà de complir les especificacions de les normatives nacional i internacional (vegeu l'Annex 8).

(OBL) Tot el maquinari i programari s'ha de subministrar conjuntament amb tota la documentació tècnica pertinent. Aquesta documentació ha de contenir tota la informació referent a les especificacions tècniques així com el manual d'usuari, configuració i manteniment. A l'Annex 4, així com a la taula de requisits, el licitador trobarà la informació detallada de tota documentació a subministrar.

3.2. SISTEMA D'ANTENA I PEDESTAL

És requisit d'aquest plec la renovació del conjunt antena-pedestal-controladora i elements auxiliars per cadascun dels quatre (4) radars de la XRAD.

El sistema de l'antena inclou el reflector parabòlic, l'il·luminador de doble polarimetria i el sistema d'alimentació, les guies d'ones (si s'escau), tots els *drives*, el pedestal amb el sistema de posicionament mecànic i l'alçador (*riser*) del radom (si s'escau), els transductors d'angle, el sistema per a la transmissió de les dades, els mòduls de control i monitoratge, i l'estructura de recepció.

(OBL) El nou pedestal (i radom) s'hauran d'adaptar a les infraestructures existents. El licitador ha de presentar un sistema de subjecció comú, en la mesura del possible, per a tots els radars, adequat per a poder-lo anivellar amb precisió i el més fàcilment possible.

(OBL) Per seguretat, el sistema subministrat haurà d'incloure un mecanisme automàtic d'interrupció de l'emissió i del moviment de l'antena, sincronitzat amb l'obertura de la porta d'accés a la sala del radom. Així mateix, també ha de disposar d'un interruptor al pedestal per l'aturada manual de l'emissió i el moviment de l'antena (vegeu l'Annex 8 per la Normativa que aplica a aquest sistema de seguretat).

3.2.1. Antena i patró de radiació

(OBL) L'antena subministrada ha de ser adequada a l'operació amb doble polarimetria (amb ona lineal horitzontal H i ona lineal vertical V).

(OBL) El reflector ha de ser parabòlic de diàmetre major o igual a 4.0 m i menor o igual a 4.5 m.

(OBL) L'antena proposada ha de ser d'il·luminació central, amb un il·luminador de doble polarimetria, i ha d'estar dissenyada per minimitzar els lòbuls laterals i proporcionar patrons de radiació coincidents en les polaritzacions H i V.

(OBL) El guany d'antena ha de ser com a mínim 45 dB i la diferència en guany entre els canals H i V ha de ser com a màxim 0.2 dB.

(OBL) L'amplada de feix efectiva (FWHM, *Full Width at Half Maximum*) proporcionada per l'antena ha de ser menor o igual a 1°, tant en elevació i azimuth com en les polaritzacions H i V. La diferència en la FWHM entre les polaritzacions H i V ha de ser menor de 0.1°.

(OBL) Tant en elevació i azimuth com en les polaritzacions H i V, els primers lòbuls laterals del patró de radiació de l'antena han d'estar, com a mínim, a -28 dB (per sota) de la potència del lòbul principal i l'atenuació de la resta de lòbuls laterals ha de ser de, com a mínim, -40 dB.

(OBL) La ràtio d'aïllament en polarització creuada (CPIR, *Cross Polarization Isolation Ratio*) ha de ser millor de -30 dB.

3.2.2. Moviment i posicionament

(OBL) El sistema de posicionament ha de permetre el gir complet de l'antena en direcció azimuthal (0° a 360°) i la realització d'escanejos en direcció zenital.

(OBL) El sistema de posicionament ha de permetre l'operació de l'antena entre -2° i 90° en elevació. En tot cas, es requereix que el sistema d'antena permeti la realització d'escanejos azimuthals en posició zenital (al voltant de 90° en elevació) amb finalitats de calibratge (Secció 3.6.3).

(VAL) Es valorarà amb un (1) punt si l'antena oferta pot operar entre -2° i 182° en elevació.

(OBL) La velocitat de rotació de l'antena ha de ser contínuament ajustable a velocitats constants entre 0 °/seg i 36 °/seg (6 rpm) en azimuth i entre 0°/seg i 20°/seg (3.34 rpm) en elevació (en sentit ascendent i descendent), amb una variabilitat i exactitud millor que 0.2 °/seg.

(OBL) La precisió total del sistema de posicionament en azimuth i elevació ha de ser millor que +/-0.1°.

(VAL) Es valorarà amb quatre (4) punts si la precisió total del sistema de posicionament en azimuth i elevació és millor que +/-0.05°.

3.2.3. Guies d'ona

En aquells sistemes que requereixin guies d'ona per a la transmissió o recepció del senyal:

(OBL) Les guies d'ona han d'estar dissenyades per proporcionar una Raó d'Ona Estacionària (SWR, *Standing Wave Ratio*) menor o igual a 1.3 a la sortida dels circuladors.

(OBL) Les guies d'ones han d'estar pressuritzades al llarg de tot el seu recorregut, incloent-hi les juntes rotatòries.

(OBL) Les pèrdues de les guies d'ona han de ser menors de 0.05 dB/m.

(OBL) Les guies d'ones han d'incloure acobladors per a la mesura directa de les pèrdues entre el disc d'antena i el transmissor/receptor i acobladors direccionals que permetin mesures de calibratge i manteniment en ambdós canals de polarització (Secció 3.4.4).

3.2.4. Pedestal

(OBL) L'antena ha d'estar centrada en el centre del radom. L'empresa licitadora ha de proporcionar el *riser* que pugui ser requerit a conseqüència de les adaptacions a l'anell de la base del radom.

(OBL) El sistema de pedestal ha d'operar amb precisió, sense oscil·lacions o sobreimpuls excessiu.

(OBL) Els *drives*, rodaments, engranatges i anell col·lector (*slip ring*) han de requerir el mínim manteniment possible.

(OBL) La reparació o substitució de qualsevol part dels drives ha de ser possible sense la retirada del radom i sense el desmuntatge de l'antena.

(OBL) L'empresa licitadora ha de proporcionar un procediment senzill d'implementar que permeti determinar l'error d'anivellament del pedestal de forma precisa.

(OBL) La inclinació del pedestal ha de ser ajustable amb una exactitud millor de 0.1°, en totes les direccions azimuthals.

3.3. RADOM

Tenint en compte que els sistemes radar operen de forma automàtica en localitzacions remotes, el sistema d'antena i pedestal ha d'estar protegit per un radom davant tota mena de situacions meteorològiques.

El licitador haurà de proporcionar un radom amb un disseny que minimitzi la distorsió del feix i l'afectació dels senyals de doble polarimetria. Així mateix, haurà de proporcionar informació fiable i conceptes convinents sobre, en particular, com afecta el radom als nivells de lòbuls laterals (vegeu la documentació requerida a l'Annex 4).

D'acord amb les condicions meteorològiques descrites a l'Annex 1, es requereix que el radom ofert pugui suportar les forces del vent i les condicions meteorològiques típiques i extremes, així com minimitzar l'atenuació del senyal per pols i precipitació (pluja i neu) en les localitzacions particulars dels radars.

L'empresa adjudicatària haurà d'instal·lar sensors de temperatura i humitat relativa dins del radom, per tal de monitorar el sistema (vegeu els requisits generals Secció 3.1). En aquest sentit, el sistema

de control (Secció 3.6.1 i Secció 3.6.2) ha de verificar que dins el radom es compleixen les condicions necessàries per al correcte funcionament de tot el sistema radar, en especial de l'antena.

(OBL) L'oferta del licitador ha d'incloure el radom i la interfase entre el radom i l'edifici (anell de base), per a més detalls consultar el Capítol 4.

3.3.1. Característiques específiques del radom

(OBL) El radom ha de ser completament blanc, sense cap dibuix, logotip o marca.

(OBL) Per tal de minimitzar el desgast i l'erosió, el radom ha de ser hidròfob, resistent a l'aigua (impermeable) i a la pols i suportar els esforços afegits en condicions de neu i gelada. Les característiques hidrofòbiques i de protecció i estabilitat davant vent i ratxes de vent del radom han de ser adequades a les condicions meteorològiques en la localització del radar (vegeu l'Annex 1).

(OBL) El radom i el sistema d'antena han de poder operar contínuament a temperatures exteriors d'entre -10 °C i 50 °C, amb una humitat relativa de fins al 100% i amb figures màximes de vent constant de 60 m/s i ratxes màximes de 80 m/s.

(OBL) Totes les superfícies metàl·liques han d'estar adequadament tractades contra la corrosió i la radiació solar.

(OBL) L'empresa licitadora haurà de proveir una solució per evitar la condensació d'aigua en la superfície interna del radom, així com en les superfícies de l'interior de la sala del radom, incloent-hi, si escau, les eines pel control de la humitat i temperatura a la sala.

(OBL) El radom ofert ha de tenir un disseny estructural pseudo-aleatori perquè no interfereixi en la qualitat de les dades polarimètriques.

(OBL) L'atenuació del radom quan la seva superfície està seca ha de ser, com a màxim, de 0.25 dB (una direcció, *one-way*). L'atenuació addicional deguda a la precipitació ha de ser tan baixa com sigui possible, i no superar els 0.5 dB a una intensitat de 10 mm/h i 1 dB a una intensitat 50 mm/h (una direcció, *one-way*).

(OBL) Totes les característiques anteriors s'han de mantenir constants al llarg del cicle de vida esperat del radar de vint (20) anys.

(OBL) L'adjudicatari haurà d'equipar el radom amb, amb un sistema de senyalització per il·luminació (balisa) segons la reglamentació de OACI (*Organización de Aviación Civil Internacional*) en matèria de seguretat aèria. El sistema de balisa haurà d'estar dissenyat per tenir una vida útil de com a mínim deu (10) anys. La balisa haurà d'estar lleugerament desplaçada del cim del radom, per no interferir amb el calibratge de la ZDR amb el mètode d'escaneig zenital (*Bird-bath*). El radom haurà de disposar d'una escotilla d'accés a la part superior, per poder accedir a la balisa. Com en el cas de la balisa, la posició

de l'escotilla haurà de ser compatible amb el calibratge de la ZDR amb el mètode d'escaneig zenital (*Bird-bath*).

(OBL) L'anell ofert haurà de tenir un diàmetre mínim de 4.5 m i 6.15 m. L'SMC ha dut a terme un estudi estructural dels actuals edificis que ha determinat que aquests diàmetres són el mínim i màxim que es poden assumir per tal que les adaptacions estructurals siguin factibles.

3.4. SISTEMA DE TRANSMISSIÓ I RECEPCIÓ

(OBL) És requisit essencial d'aquest PPT que el sistema radar subministrat tingui capacitats Doppler i de doble polarimetria, com a mínim en mode de transmissió i recepció simultànies (STAR, *Simultaneous Transmit And Receive*), de forma que el sistema transmeti simultàniament una ona lineal en polarització horitzontal H i una ona lineal en polarització vertical V i que cada ona sigui simultàniament rebuda en el canal de recepció corresponent.

(VAL) Es valorarà amb tres (3) punts que el sistema radar ofert pugui operar en mode de transmissió en un únic canal i recepció simultània en dos canals (transmissió H/recepció H+V i transmissió V/recepció H+V).

(OBL) El transmissor subministrat ha de ser de tipus magnetró amb modulador d'estat sòlid. En ambdós casos, el receptor ha de ser digital.

(OBL) El sistema de transmissió/recepció ha de proporcionar una estabilitat de fase millor o igual a 0.2°.

(OBL) El sistema ha d'incorporar circuits d'autoprotecció davant fallades del receptor i generació d'arcs elèctrics en les guies d'ones.

(OBL) El sistema de transmissió/recepció ha d'estar dissenyat i fabricat per filtrar i minimitzar la generació i recepció de senyals espúries i d'harmònics fora de la banda de freqüència d'operació del radar (Secció 3.4.1) i garantir que es compleix la legislació corresponent (vegeu l'Annex 8).

(VAL) En particular, es valorarà amb cinc (5) punts si el licitador inclou en l'oferta propostes pel filtratge en recepció, amb efectivitat provada, de senyals interferents externes per radiofreqüència (RFI, *Radio Frequency Interference*), com ara les provinents de dispositius WLAN. Aquestes propostes no han d'afectar el rendiment del sistema i la qualitat de les dades, i han de permetre obtenir les dades radar amb filtratge i sense.

3.4.1. Freqüència d'operació

(OBL) En tant que instruments d'una xarxa radioelèctrica, per l'ús eficient i efectiu de l'espectre radioelèctric, els nous radars de la XRAD hauran de complir amb la legislació corresponent, especificada a l'Annex 8.

(OBL) Actualment, cada radar de la XRAD té reservat un canal dins la banda assignada pel *Cuadro Nacional de Asignación de Frecuencias* (CNAF) (Vegeu l'Annex 5). Per tant, els radars lliurats pel fabricant hauran d'operar en banda-C, dins el rang de freqüències 5600 – 5650 MHz. La freqüència concreta d'operació en cada cas serà l'assignada en el CNAF.

Tanmateix, l'SMC està analitzant la possibilitat de canviar la freqüència d'operació d'alguns o tots els radars de la xarxa a la subbanda entre 5410 – 5470 MHz, per tal de mitigar l'impacte de les RFI als radars. Per tant:

(OBL) Durant l'execució del contracte, l'SMC es reserva el dret a notificar, com a mínim amb seixanta (60) setmanes d'antelació abans del FAT del radar corresponent, el canvi de freqüència d'operació a la subbanda 5410-5470 MHz d'alguns o tots els radars a renovar, per tal que el sistema es pugui optimitzar durant la fabricació per a l'operació en el nou rang de freqüències. El licitador haurà de descriure en l'oferta les modificacions respecte al sistema per defecte que es portarien a terme durant la fabricació.

(OBL) En cas que es mantinguin les freqüències d'operació en el rang habitual (5600 – 5650 MHz), ha de ser possible el canvi futur de freqüència d'operació a la subbanda 5410 – 5470 MHz. Així, els sistemes radar subministrats hauran d'estar dissenyats i fabricats amb totes les adaptacions que facilitin el canvi, però que no afectin l'operació i la qualitat de l'execució de les funcions del sistema. El licitador haurà de descriure en l'oferta totes les adaptacions als sistemes radar necessàries per al canvi de freqüència, justificant i diferenciant clarament aquelles que s'inclourien amb els sistemes radar subministrats, d'aquelles que inevitablement només es puguin fer en el moment del canvi, incloent-hi una estimació desglossada del cost d'aquestes últimes. L'SMC es reserva el dret a decidir, durant el procediment de clarificació del contracte, quines de les adaptacions es porten a terme durant la fabricació del sistema.

(VAL) Es valoraran amb cinc (5) punts les ofertes de sistemes magnetró que, un cop instal·lats, permetin l'ajust de la freqüència des de la banda 5600 – 5650 MHz a la subbanda 5410 – 5470MHz directament, sense necessitat de reemplaçar el transmissor.

(OBL) L'empresa adjudicatària haurà d'avaluar i confirmar que la diferència en les freqüències d'operació és suficient per evitar interferències entre radars i amb els radars de l'*Agencia Estatal de Meteorología* (AEMET). En cas de ser necessari, la reassignació de les freqüències d'operació se sol·licitarà a la *Dirección General de Telecomunicaciones y Ordenación de los Servicios de Comunicación Audiovisual* (DGTEL), l'organisme responsable de les telecomunicacions.

3.4.2. Potència i emissió de polsos

(OBL) La potència de pic emesa ha d'estar entre 250 kW i 400 kW, per totes les amplades de pols i per totes les PRF, ha de dividir-se idènticament en els canals H i V i la seva variació entre polsos ha de ser menor del 5%.

(VAL) Es valoraran amb sis (6) punts les ofertes de sistemes amb potència pic d'emissió igual o major de 400 kW, per totes les amplades de pols i per totes les PRF, dividida idènticament en els canals H i V.

(OBL) L'amplada de pols ha de ser ajustable, amb un pas d'ajust màxim de $0.5\mu\text{s}$, en el rang mínim entre $0.5\mu\text{s}$ i $2.0\mu\text{s}$.

(VAL) Es valorarà amb un (1) punt si el sistema ofert permet l'operació amb amplades de pols per sota de $0.5\mu\text{s}$.

(OBL) La freqüència de repetició dels polsos ha de ser ajustable, amb pas d'ajust màxim de 1Hz, en el rang mínim entre 250 Hz i 2400 Hz.

(OBL) Per a totes les opcions d'amplada de pols, ha de ser possible operar el radar en mode d'escaneig de dual-PRF (com a mínim amb les ràtios 3:2, 4:3 i 5:4), incloent-hi el processament de dades específic del mode de dual-PRF (Secció 3.5.1).

3.4.3. Receptor

(OBL) La figura total de soroll del receptor ha de ser menor o igual a 2 dB, i la diferència màxima entre les figures de soroll dels receptors H i V ha de ser menor o igual a 0.2 dB.

(OBL) Per una amplada de pols de $2.0\mu\text{s}$, el rang dinàmic de resposta lineal del receptor en els canals horitzontal i vertical ha de ser, com a mínim, de 95 dB i la potència mínima detectable (MDS, *Minimum Detectable Signal*) ha de ser menor o igual a -114 dBm.

(VAL) Es valorarà amb tres (3) punts l'oferta d'un receptor WDR (*Wide Dynamic Range*) amb doble canal (amb canals diferenciats d'alt i baix guany) per cada polarització, que proporcioni un rang dinàmic lineal de, com a mínim, 115 dB per una amplada de pols de $2.0\mu\text{s}$.

(OBL) El receptor ha de proporcionar una proporció d'eliminació de la imatge (IMRR, *Image Rejection Ratio*) millor de 70 dB.

(OBL) El receptor ha d'estar protegit amb un *TR-limiter* no radioactiu.

3.4.4. Calibratge i monitoratge

(OBL) El sistema haurà de permetre el calibratge en línia, *online*, de la potència de radiofreqüència RF, mitjançant la presa de mostres de referència dels polsos emesos.

(OBL) El sistema haurà d'integrar un sensor/dispositiu que permeti mesurar i monitorar la potència mitjana emesa, independentment de la mesura de potència pròpia del receptor digital.

(OBL) El sistema haurà de permetre dur a terme el calibratge dels receptors i la mesura de la figura de soroll de forma *online* (dins el cicle d'adquisició de dades), *offline* (via el programari de control i monitoratge, Secció 3.6.3). En particular:

- El sistema haurà d'integrar un generador de senyal que injecti, després del *TR limiter* (no inclou el *TR limiter*), un senyal de referència que permeti el calibratge dels receptors H i V a nivells alts del rang dinàmic.
- El sistema haurà d'integrar una font de soroll que injecti, abans del *TR limiter*, un senyal de soroll que permeti determinar la figura de soroll i el calibratge dels receptors H i V a nivells baixos-mitjans del rang dinàmic.

(VAL) Es valorarà amb quatre (4) punts quan el generador de senyal integrat permeti l'ajust de l'amplada de pols i proporcioni diversos punts de calibratge (amb potències diverses) en el calibratge *online/offline* dels receptors.

(OBL) Per al calibratge manual dels receptors (amb connexió d'un generador de senyal extern), per a la mesura de la potència emesa i inversa i per a la mesura de les pèrdues en les guies d'ones (si s'escau) durant les tasques de manteniment, el sistema haurà de disposar d'acobladors bidireccionals, fàcilment accessibles, com a mínim en les següents localitzacions:

- Sortida del transmissor.
- Abans del circulador en cada canal H i V.
- Abans de la protecció del *front-end* del receptor (e.g. *TR limiter*) en cada canal H i V.
- Pròxim a l'il·luminador en cada canal H i V.

3.5. PROCESSAMENT DEL SENYAL

El processament del senyal el durà a terme una unitat de processament (RSP, *Radar Signal Processor*) *in situ* dissenyada de forma modular i específicament per a l'operació amb doble polarimetria, consistent en el receptor digital i el processador del senyal.

Les tasques principals seran la gestió dels disparadors (*triggers*) del sistema, la desmodulació, la digitalització, la integració (en temps i rang) i la correcció del senyal, el processat Doppler i el filtratge (Secció 3.5.1 i Secció 3.5.2), el càlcul dels moments radar i de les variables de la doble polarimetria i la producció de les sèries de dades base (Secció 3.5.3).

(OBL) El receptor digital/processador del senyal ofert haurà d'estar dissenyat i optimitzat per treballar amb doble polarimetria i haurà d'incloure un mòdul de control digital automàtic de la freqüència (DAFC) que determini digitalment la fase i la freqüència dels polsos emesos.

(VAL) Es valorarà amb tres (3) punts que el filtre adaptat (*matched filter*) sigui dinàmic pols-a-pols i estigui dissenyat a partir del mostreig individual dels polsos emesos (TX *burst sampling*).

(OBL) El receptor digital ha de convertir els senyals analògics en digitals amb una resolució mínima de 16 bits i una freqüència mínima de mostreig de 60 MHz.

(OBL) La resolució mínima de processat en rang ha de ser menor o igual a 25 m.

(OBL) El rang d'observació del radar ha de ser divisible en, com a mínim, 2500 bins per canal (nombre de bins de rang per pols). Ha de ser possible fer la mitjana en rang, agrupant bins consecutius, i fer la mitjana en azimuth, tant seleccionant el nombre de polsos a amitjar (en un rang mínim entre 1 i 256 polsos) com seleccionant l'amplada del sector angular a amitjar (mode *angle-sync*).

(OBL) El processador ha de ser totalment programable amb relació a la resolució espacial i temporal de les dades, mitjana de dades, correccions aplicades en funció del rang, filtratge d'ecos de terra (*clutter*) i especificació dels llindars pels filtres de qualitat de dades (Secció 3.5.1).

(OBL) El programari del processador ha de ser portable. A més, ha de ser possible guardar les dades I/Q localment durant un temps mínim de setanta-dues (72) hores i màxim de set (7) dies, i l'empresa adjudicatària haurà d'indicar l'espai de disc assignat a aquest objecte i el procediment per accedir a les dades.

3.5.1. Correccions i filtres

(OBL) El processador ha de corregir els senyals de reflectivitat per l'atenuació en rang ($1/r^2$) i per l'atenuació atmosfèrica per gasos (O_2). La forma funcional i els paràmetres del factor d'atenuació per gasos han de ser definibles per l'operador.

(OBL) Pel càlcul del factor de calibratge de la reflectivitat, el processador ha de fer servir una constant derivada d'un procés de calibratge automàtic (Secció 3.6.3) o una constant directament definible per l'operador.

(OBL) El processament del senyal ha d'incloure els algorismes de 'desdoblament' de la velocitat necessaris per al processament de les dades recollides amb els modes d'escaneig de dual-PRF disponibles.

(OBL) Ha de ser possible estimar i corregir el soroll en recepció de forma dinàmica en cada elevació (*sweep*) durant el processat, per tal de maximitzar la sensibilitat en la detecció d'ecos meteorològics i la qualitat de les dades radar. El processador ha de proporcionar l'estimació del nivell de soroll juntament amb les dades base (Secció 3.5.3).

(VAL) Es valorarà amb cinc (5) punts que sigui possible estimar i corregir el soroll en recepció de forma dinàmica en cada radial.

(OBL) El processador ha d'estimar les variables de qualitat ràtio senyal-soroll (SNR), ràtio senyal-clutter (SCR) i coherència del senyal (SQI), i permetre el filtratge del senyal (*signal thresholding*) per a cada bin d'acord amb valors llinars (a seleccionar per l'usuari) d'aquestes variables.

(OBL) El processament ha d'incloure el filtratge de bins aïllats amb valors irrealment/extremes (*speckle filter*).

(OBL) Ha de ser possible traslladar part d'aquestes correccions, en particular el *signal thresholding* i l'*speckle filter*, al processador de dades central (Secció 3.7.3). Per tant, el processador del senyal ha de poder calcular els valors de SNR, SCR i SQI i proporcionar-los com a dades de sortida juntament amb les dades base (Secció 3.5.3).

3.5.2. Ecos no meteorològics

(OBL) El processament del senyal ha d'incloure, com a mínim, un algorisme de processament espectral amb paràmetres fixos i un algorisme amb paràmetres dinàmics/adaptatius per a l'eliminació i interpolació dels senyals d'ecos de terra per tots els tipus de dades de sortida (Secció 3.5.3).

(VAL) Es valorarà amb quatre (4) punts quan el processament inclogui algorismes per minimitzar les interferències dels aerogeneradors i parcs eòlics propers.

(VAL) Es valorarà amb quatre (4) punts quan el processament inclogui algorismes per minimitzar les interferències RFI.

3.5.3. Dades de sortida

(OBL) El processador ha d'estimar els moments radar a partir dels coeficients de la funció d'autocorrelació derivats de les mostres dels senyals I/Q. Ha de ser possible programar el processador per calcular els coeficients de la funció tant en el domini del temps (*Pulse Pair Processing*, PPP) com en el domini de la freqüència (DFT, *Digital Fourier Transform*).

(OBL) El processador ha de proporcionar els moments radar bàsics, amb i sense filtratge d'ecos de terra, per cada bin del rang.

1. Reflectivitat radar per les polaritzacions horitzontal i vertical (Z_H , Z_V)
2. Velocitat Doppler radial per la polarització horitzontal (V)
3. Amplada d'espectre Doppler per la polarització horitzontal (W)

(OBL) Addicionalment, el processador ha de proporcionar, com a mínim, les següents variables polarimètriques, amb i sense filtratge d'ecos de terra, per cada bin del rang:

1. Reflectivitat diferencial (ZDR)
2. Fase diferencial (PhiDP)

3. Fase diferencial específica (KDP)
4. Coeficient de correlació copolar (ρ_{HV}).

(OBL) El processador ha de poder proporcionar, juntament amb les dades processades, l'estimació del soroll en recepció (Secció 3.5.1).

(OBL) El processador ha de poder proporcionar, per cada bin del rang, les variables de qualitat de les dades, com ara l'SNR, l'SCR i l'SQL, que permetin fer el filtratge i correcció de les dades base en el processador de dades central (Secció 3.7.3).

(VAL) Es valorarà amb dos (2) punts quan el processador proporioni, juntament amb els moments esmentats, les dades de la desviació estàndard pols a pols de la reflectivitat (H i V).

(OBL) Les dades de sortida han d'estar en coordenades polars i han d'incloure la informació de posicionament i temps (data i hora, elevació, azimuth i rang) a l'inici i final de la mesura per a cada radial/bin.

(OBL) El format de les dades de sortida ha de ser binari, amb precisió, com a mínim, de 8 bits.

(OBL) Les dades de sortida (brutes o corregides) han d'incloure metadades que continguin tota la informació rellevant per al reprocessat i postprocessat: e.g. data, hora i lloc de les mesures, paràmetres de calibratge (constant radar, constant de calibratge, nivell de soroll...) i paràmetres de processat (amplada de pols, PRF, nombre de polsos per fer la mitjana, nombre de bins de rang per fer la mitjana, resolució de bin, filtres aplicats i llindars...).

(OBL) Ha de ser possible el 'marcatge' de les dades individuals en les dades de sortida, de forma que s'indiqui quin filtre o procediment ha modificat o eliminat la dada en cada cas.

3.6. CONTROL, DIAGNÒSTIC I MANTENIMENT DEL SISTEMA

El sistema radar haurà d'incorporar un sistema pel control, monitoratge i diagnòstic de l'operació del maquinari.

(OBL) El sistema de control ha de garantir que el maquinari operi dins uns límits establerts que evitin qualsevol dany al maquinari o al personal en cas de mal funcionament dels subsistemes. Aquests límits operacionals han de ser editables, però han d'estar protegits per compte d'usuari amb contrasenya.

(OBL) El sistema de control ha de permetre l'apagat i reinici forçat manual i remot de cada unitat del sistema així com l'aturada programada i reinici del programari i de l'operativa en menys de 5 minuts. En cas de tall de subministrament elèctric, ha de disposar d'un sistema d'engegada i de recuperació del servei operatiu automàtic, sempre després de l'emissió del missatge d'alarma corresponent i quan es pugui garantir l'operació del maquinari dins els límits de seguretat.

(OBL) El sistema de control haurà d'incorporar un procés de vigilància (*Watchdog*) que supervisarà contínuament l'ús dels recursos del sistema i haurà de poder reiniciar processos que són vitals per a la continuïtat de l'operativa.

(OBL) El subministrament ha d'incloure una interfície humà-màquina (HMI, *Human-Machine Interface*) local per a la comunicació amb el sistema de control. La HMI subministrada podrà ser un sistema tipus *notebook* o un conjunt de pantalla, teclat i ratolí.

(OBL) La HMI ha d'estar disponible i llesta per utilitzar en engegar el sistema radar.

(OBL) El sistema de control, a través de la HMI haurà de facilitar, com a mínim, les següents funcionalitats de control, diagnòstic i manteniment:

- Transmissió dels comandaments de control des de l'usuari als diferents subsistemes del maquinari radar (com a mínim, els llistats en la Secció 3.6.1).
- Configuració i gestió dels senyals del BITE (*Built-In Test Equipment*, Equipament integrat de comprovació) i consulta de la informació d'estat del sistema (Secció 3.6.2).
- Execució i control dels procediments de calibratge (Secció 3.6.3).
- Definició i programació de tasques radar (Secció 3.8.1) i configuració dels paràmetres de processat (Secció 3.5).
- Configuració i control de l'enviament intel·ligent de dades base, fitxers LOG i productes en xarxa, cap al servidor central de l'SMC (Secció 3.7.2).
- Visualització del pols emès (amplada, nivell i forma).
- Visualització de dades I/Q en temps real, en format A-scope.
- Visualització de l'espectre de potència del senyal rebut.
- Visualització de les dades base (moments i variables polarimètriques) en temps real, en format PPI/RHI.
- Emissió de missatges d'alerta/advertència a l'usuari en cas de rebre ordres incorrectes o conflictives.

(VAL) A més de les funcionalitats indicades en el punt anterior, es valorarà amb cinc (5) punts quan, des de la HMI, sigui possible programar l'enviament de correus electrònics i/o missatges de text amb alarmes de funcionament.

3.6.1. Control

(OBL) Des de la HMI s'han de poder controlar, com a mínim:

- L'estat de radiació del transmissor (on/off).
- L'engegat/apagat del transmissor (on/off).
- L'engegat/apagat del receptor (on/off).
- L'engegat/apagat del sistema d'antena i pedestal (on/off).
- La velocitat i la posició de l'antena en azimuth i elevació.
- L'amplada de pols i la PRF.

(OBL) Ha de ser possible blocar qualsevol control extern del sistema, permetent només el control des de la HMI local.

3.6.2. Estat i diagnòstic

(OBL) El radar ha d'incorporar tot l'equipament BITE necessari per monitorar, de forma automàtica i contínua, l'estat general del sistema i dels seus components.

(OBL) El BITE ha de monitorar tots els subsistemes que en cas d'alerta o fallada puguin afectar el funcionament normal del radar, com a mínim:

- La velocitat i la posició de l'antena en azimuth i elevació.
- Els corrents i voltatges dels motors del sistema d'antena.
- L'SWR.
- L'estat de pressurització de les guies d'ones.
- El temps d'operació dels deshidratadors de les guies d'ones.
- L'estat de radiació del transmissor (on/off).
- Potència emesa i inversa del transmissor en les polaritzacions H i V.
- Voltatge/corrent del transmissor.
- Voltatge/corrent del filament
- Tensions de càtode i de col·lector del transmissor
- Polaritat de l'alimentació del transmissor
- El DAFC (*Digital Automatic Frequency Control*).
- L'estatus (on/off) de totes les fonts d'alimentació, en particular: l'alimentació del pedestal d'antena, l'alimentació del transmissor i l'alimentació del receptor.
- Els nivells d'oli i gasoil
- La temperatura i humitat en els punts crítics del sistema (e.g. receptor, transmissor...).
- L'amplada i la forma del pols emès.
- La PRF i els paràmetres de processat (e.g. resolucions, filtres i llindars).

(OBL) La HMI ha de permetre l'usuari configurar els diferents senyals del BITE.

(OBL) El sistema ha de generar automàticament fitxers LOG amb la informació d'estatus del BITE (com a mínim amb els estats d'alerta) i emmagatzemar-los en local durant com a mínim set (7) dies.

(OBL) Des de la HMI ha de ser possible consultar l'estat de funcionament dels diferents subsistemes monitorats pel BITE, sense interferir amb l'operativa del sistema ni amb el processament de dades.

(OBL) Des de la HMI ha de ser possible visualitzar de forma gràfica i immediata (p. ex. amb un diagrama de blocs del sistema i codis de colors) l'estat de funcionament (OK, ALERTA o FALLADA) general del radar i dels seus subsistemes.

(OBL) Des de la HMI ha de ser possible executar l'apagat i reinici forçat (*hard reset*) de cada unitat del sistema en cas de fallada.

(OBL) La HMI ha de permetre configurar i consultar canals addicionals, com a mínim aquells necessaris per monitorar els sensors i equipament de les instal·lacions, en particular:

- El nivell de gasoil.
- Situacions d'intrusisme (obertura de porta principal, porta de la sala del grup electrogen, porta de la sala del SAI, etc.).
- Els sensors de fum i foc.
- Les proteccions de sobretensió (permanents, transitòries o d'una mala connexió a terra).
- Les proteccions elèctriques per sobrecorrent, sobrecàrrega o corrents de fuga.
- L'estat de funcionament del SAI amb bateries.
- L'estat de funcionament del grup electrogen.
- La temperatura i la humitat (sala tècnica, sala del radom...).
- La balisa.

(OBL) Des de la HMI ha de ser possible visualitzar fitxers LOG amb la informació històrica d'estatus del sistema.

(OBL) El sistema de control i el programari de la HMI han de poder incorporar i gestionar un conjunt addicional d'entrades i sortides analògiques i digitals, en vista a futures extensions dels canals de control i/o de BITE.

3.6.3. Calibratge

(OBL) Des de la HMI ha de ser possible habilitar i gestionar l'execució automàtica *online* i *offline* de, com a mínim, els següents procediments de calibratge:

- Seguiment i escaneig del disc solar pel calibratge de l'apuntament d'antena i del guany d'antena.
- Calibratge i monitoratge dels sistemes de transmissió i recepció (Secció 3.4.4).
- Mesures de soroll ambiental en cada canal H i V.
- Estimació del factor de calibratge de la reflectivitat (Zcal) per cada canal H i V, amb una exactitud mínima de 1 dB.
- Calibratge de la ZDR del sistema amb una exactitud mínima de 0.2 dB en qualsevol situació meteorològica.
- Calibratge de la ZDR amb el mètode d'escaneig zenital (Bird-bath).
- (Si s'escau) Determinació de la ràtio de polarització creuada (LDR, Linear Depolarization Ratio) amb una exactitud mínima de 0.2 dB.

(OBL) El sistema radar haurà d'incloure tot l'equipament necessari per executar els procediments de calibratge automàtic llistats en el punt anterior. També haurà d'incloure l'equipament adequat per al control continu de l'estabilitat del receptor i l'estimació dels guanys del LNA (*Low Noise Amplifier*) i del

convertidor digital (amb la mesura de senyals de potència de referència). Aquest monitoratge intern ha de ser automàtic i aplicat a tots dos canals horitzontal i vertical.

3.7. FLUX DE DADES I MAQUINARI

(OBL) L'empresa adjudicatària ha de garantir la implementació d'una estructura de flux de dades tal com es descriu a continuació (Figura 3.1):

En concret, ha de ser possible transferir automàticament els moments i variables polarimètriques brutes i les dades de control de qualitat des del servidor local del radar (Secció 3.8.1) al centre de processament de dades (CPD) de l'SMC.

Al CPD, haurà d'haver-hi un servidor central virtual (SC-HUB), desplegat a un clúster VMWare, que actuï com a *hub* receptor i distribuïdor de les dades base procedents del radar cap a les diferents màquines de producció i visualització de la xarxa LAN (*Local Area Network*) de l'SMC i cap a les unitats d'emmagatzematge.

Al clúster VMWare, una altra màquina virtual amb el programari del processador de dades (RDP-OPE) rebrà les dades del servidor SC-HUB i durà a terme el processament de les dades base i la generació de productes, la distribució i l'emmagatzematge dels productes generats (Secció 3.8.3 i Secció 3.9.3). Aquesta màquina actuarà com a RDP operatiu.

Al clúster VMWare, una segona màquina virtual amb el programari del processador de dades (RDP-DEV), també rebrà les dades de l'SC-HUB i actuarà com a RDP de desenvolupament, amb la finalitat d'implementar i testejar noves correccions i productes.

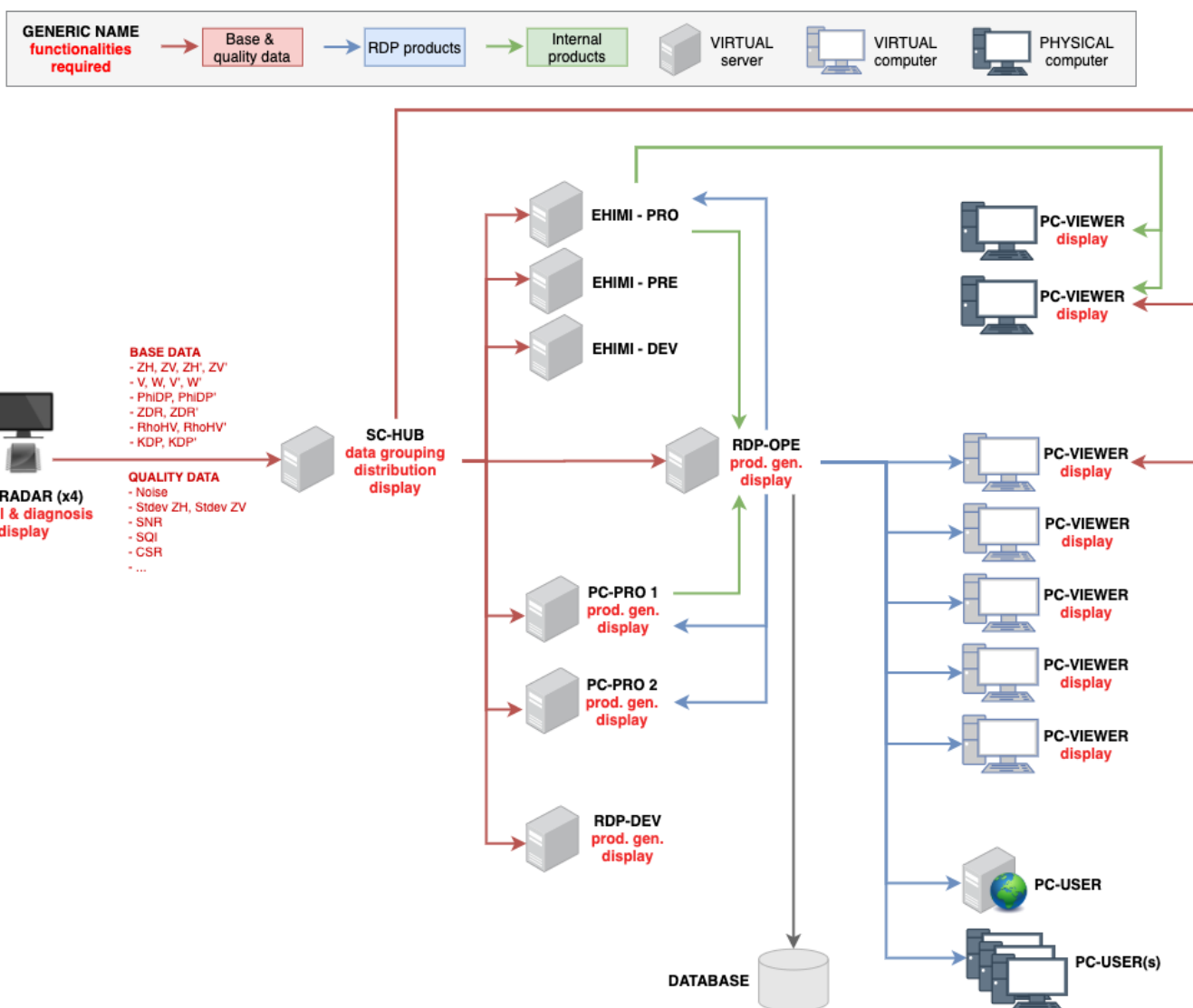


Figura 3.1. Esquema del flux de dades la nova XRAD, amb les funcionalitats requerides per cada element de la cadena.

(OBL) Per cada màquina involucrada en el flux de dades (Figura 3.1), l'empresa adjudicatària ha de detallar les característiques de maquinari, programari i configuració necessàries per executar les tasques corresponents, per tal que es puguin virtualitzar de forma conjunta entre l'empresa adjudicatària i el SMC. O, altrament, l'empresa adjudicatària, si en disposa, podrà proporcionar les imatges, *templates* o *appliance* compatibles amb VMWare 7 pel seu desplegament. En cas que sigui necessari, l'empresa adjudicatària ha de proporcionar màquines que puguin acomplir amb la resta de les tasques requerides.

(OBL) La solució de maquinari i programari proporcionada ha de ser virtual o permetre ser virtualitzada, tot garantint el funcionament òptim i la compatibilitat amb hypervisor VMWare 7. Aquest requisit, estrictament necessari per a les màquines receptores/distribuïdores de les dades, processadores i de control o visors, permet garantir l'alta disponibilitat del sistema i temps d'interrupció per contingències de curta durada.

3.7.1. Centre de treball local

Cada radar subministrat haurà d'incloure una interfase d'usuari HMI que funcioni com a centre de treball local (Secció 3.6) amb tot el programari necessari llest per utilitzar i amb la llicència d'ús corresponent (Secció 3.8).

(OBL) Ha de ser possible accedir remotament a la HMI local via SSH. Així mateix, des de la HMI local de cada radar, ha de ser possible accedir remotament, via SSH, a les HMI locals de la resta de radars. La connexió remota a altres radars ha de proporcionar les mateixes funcionalitats que la connexió local.

3.7.2. Enviament de dades

(OBL) El procés d'enviament de dades ha de seguir els requisits de seguretat de l'SMC (Secció 3.9).

(OBL) Ha de ser possible enviar les dades base per tasques, amb els escanejos agrupats en diferents tasques, com es descriu en la Secció 2.2. Tanmateix, també ha de ser possible enviar les dades escaneig a escaneig (per *slices*), per tal de tenir un flux de dades més uniforme i optimitzar l'amplada de banda de les comunicacions.

(OBL) Els enviaments es faran via protocol TCP/IP amb SCP, des del servidor local del radar cap al servidor central.

(OBL) Les dades de sortida del processador del radar s'han d'emmagatzemar localment durant set (7) dies al radar, per tal que si hi ha problemes de comunicacions amb les oficines centrals, els volums no es perdin i es puguin recuperar a posteriori (i així integrar-los dins la base de dades).

(OBL) El cas d'incidència per problemes de comunicacions que resulti en la impossibilitat d'enviar les dades des del servidor local del radar al servidor central de l'SMC, es resoldrà depenent de la seva durada:

- Si és més curta o igual a tres (3) tasques volumètriques o a 15 minuts en cas d'enviament continu, el mateix sistema enviarà de forma automàtica les dades al servidor central tan aviat com sigui possible.
- Si és més llarga, l'adjudicatari haurà de proporcionar una solució per a la recuperació/enviament, al final del dia, de les dades o fitxers no enviats. L'empresa adjudicatària ha de seguir el procediment descrit anteriorment, podent proposar noves formes d'optimització dels enviaments, però sempre compatibles amb la resta d'elements de l'actual XRAD (almenys, fins que no s'hagi acabat el procés de renovació tecnològica de tots els elements de la xarxa).

(OBL) La solució ha d'estar dissenyada per funcionar de manera plenament operativa amb els enllaços d'accés actuals als radars, que són de 2 Mbps per cadascú (1600 Kbps efectius). Si l'amplada de banda disponible actualment no fos suficient per a l'enviament de les dades base i les dades que qualitat (Figura 3.1), l'oferta haurà d'incloure l'estimació de l'amplada de banda necessària (Secció 3.9.3)

3.7.3. Servidor central i Processador de Dades

El servidor central SC-HUB, l'RDP operatiu RDP-OPE i l'RDP de desenvolupament RDP-DEV, localitzats al CPD de l'SMC (Figura 3.1), seran màquines virtuals VMWare 7 allotjades al clúster de producció, per garantir l'alta disponibilitat del servei i temps breus d'interrupció per contingències.

(OBL) L'SC-HUB, l'RDP-OPE i l'RDP-DEV tindran com a sistema operatiu una distribució GNU/Linux LTS, preferiblement Ubuntu Linux LTS 22, per facilitar l'automatització, els desenvolupaments propis i la integració amb altres sistemes existents.

(OBL) Les màquines podran ser proporcionades per l'empresa adjudicatària pel seu desplegament com a imatge, *template* o *appliance* compatibles amb VMWare 7. En tot cas, seran instal·lades i configurades de forma conjunta entre l'empresa adjudicatària i el servei informàtic de l'SMC.

(OBL) L'empresa licitadora haurà de detallar les característiques i configuració necessàries per executar les tasques assignades al servidor central i als processadors de dades. En concret, haurà d'especificar els requisits pel que fa a processament (CPU), memòria (RAM), espai a disc (HDD) i programari, així com qualsevol altra informació necessària per a la correcta instal·lació i configuració de la solució proposada.

(OBL) L'SC-HUB ha de proporcionar, com a mínim, les següents funcionalitats:

- Recepció i distribució de les dades base procedents del servidor local cap a les diferents màquines de producció i visualització de la xarxa LAN.
- Recepció, distribució i arxivat de fitxers LOG.
- Arxivat de les dades base procedents del servidor local en les unitats d'emmagatzematge. En cas que l'enviament de dades es faci escaneig a escaneig, el servidor central haurà de poder agrupar les dades en arxius volumètrics.

(OBL) L'RDP-OPE i l'RDP-DEV han de proporcionar, com a mínim, les següents funcionalitats:

- Processament de dades i configuració i generació de productes (Secció 3.8.2), amb tots els mòduls de correcció de dades i de generació de productes que el programari de l'empresa adjudicatària tingui disponibles.
- Arxivat de productes.
- Distribució de productes cap a màquines de processat internes i clients interns i externs.

3.8. PROGRAMARI I LLICÈNCIES

(OBL) Tot el programari subministrat ha de tenir una arquitectura modular, oberta i independent de la plataforma d'instal·lació. En concret, el programari instal·lat al servidor central i als processadors de dades haurà de ser compatible amb Linux, preferentment Ubuntu Linux LTS 22.

(OBL) El llenguatge de totes les interfícies d'usuari i tota la documentació ha de ser l'anglès i les unitats mètriques les del Sistema Internacional d'unitats de mesura (SI).

(OBL) Tot el programari subministrat ha de correspondre a la versió més recent al moment del subministrament i es proporcionaran, sense cost afegit, les actualitzacions de programari durant el període de vigència de les llicències.

(OBL) El subministrament haurà d'incloure les llicències d'ús de programari necessàries per mantenir el flux de dades (Figura 3.1) amb les funcionalitats requerides per cada màquina tal com es descriu en la Secció 3.7. En particular, es requereix:

- Quatre (4) llicències de programari de control local (amb les funcionalitats llistades en la Secció 3.6) del sistema; una per cada radar subministrat.
- Dues (2) llicències de processament de dades i generació de productes (com a mínim amb les funcionalitats llistades en la Secció 3.8.3), per màquines internes de treball (TDT-PRO).
- Pel servidor de processament de dades en proves (RDP-DEV) i pel servidor de processament de dades (RDP-OPE), dues (2) llicències de processament de dades i generació de productes amb les funcionalitats llistades en la Secció 3.8.3, però incloent també tots els mòduls de correcció de dades i de generació de productes que el programari tingui disponibles.
- Llicències per a la visualització i anàlisi avançada de dades i productes (amb les funcionalitats llistades en la Secció 3.8.4) per, com a mínim, dotze (12) màquines. En cas que l'oferta inclogui una solució de visualització de dades i productes tipus Web, la llicència haurà d'incloure un mínim de sis (6) usuaris simultanis amb plena funcionalitat.

(OBL) Vigència de les llicències:

- Llicències del programari de control local: definitiva (durant el temps de vida del sistema).
- Llicències de visualització: definitiva (durant el temps de vida del sistema).
- Llicències de processament de dades i generació de productes: hauran d'incloure un període mínim de tres (3) anys de manteniment, incloent-hi el suport, les renovacions i actualitzacions a noves versions des de l'acceptació del correcte funcionament de la solució. També inclouran pegats de seguretat, correccions o qualsevol altra distribució necessària o recomanada per garantir el bon funcionament del programari i corregir vulnerabilitats.

En el cas que el cicle de vida del programari (EOL) finalitzi abans dels tres (3) anys des de l'acceptació del correcte funcionament de la solució, l'empresa adjudicatària haurà de proporcionar les noves versions del programari que estiguin vigents per garantir el correcte funcionament de la solució durant la resta del període de garantia

En cas que la política d'empresa sigui la de cobrar un manteniment anual per aquest programari de generació de productes, el cost del manteniment anual, un cop finalitzat el període de garantia, no podrà ser superior al 20% del cost original del programari.

3.8.1. Definició i programació de tasques

(OBL) En una primera instància i durant la incorporació progressiva dels nous sistemes radar a la xarxa XRAD, es mantindrà l'estratègia d'escaneig descrita en la Secció 2.2, i tant el motor com la controladora d'antena han de ser adequats per poder implementar-la.

Tanmateix, l'SMC es reserva la possibilitat de canviar l'estratègia d'escaneig actual per tal de reduir la freqüència d'escaneig complet a 5 minuts, modificant les elevacions programades, la seqüència d'escaneig o d'altres paràmetres com la velocitat de rotació de l'antena o la PRF.

(OBL) L'empresa adjudicatària haurà de proporcionar les recomanacions necessàries per a una bona praxi en la definició de les tasques i l'estratègia d'escaneig, que garanteixi la integritat i seguretat del sistema mecànic de l'antena i la qualitat de les dades recollides.

(OBL) Ha de ser possible, mitjançant el programari, definir i programar les tasques d'adquisició de dades del radar. Així, el programari de programació de tasques ha de permetre a l'operador:

- Definir i executar escanejos en 2D en azimuth i elevació, així com escanejos volumètrics en 3D, consistents en sèries consecutives d'escanejos 2D azimuthals.
- Definir i executar escanejos sectorials (entre dos azimuths donats) en 2D i 3D.
- Ocultar sectors, és a dir: en els escanejos 2D i 3D, definir sectors en azimuth i elevació pels quals el radar no emet radiació durant l'execució de la tasca.
- Incloure tasques de mesura de soroll ambiental (*noise test/zero check*) i de calibratge automàtic (Secció 3.6.3) entre escanejos i després de la repetició d'un nombre definit de programacions.
- En les tasques 3D, definir, lliurement i sense restriccions d'ordre i o de repetició, els angles d'elevació; ha de ser possible programar angles en ordre ascendent i descendent i angles repetits dins la mateixa tasca.
- Definir individualment per cada elevació: la velocitat de rotació, l'amplada de pols, la PRF, el mode d'escaneig (PRF única, dual-PRF...), la resolució angular, el nombre de *bins*, la resolució i el càlcul de la mitjana en rang, el filtre Doppler, l'*speckle filter*, el filtre d'interferències (si es proporciona) i els paràmetres dels filtres de qualitat de dades del processador (*thresholding filters*), així com els diferents tipus de dades radar de sortida. El programari ha d'evitar la selecció de paràmetres incompatibles o que puguin excedir o posar en perill la capacitat operacional del radar.
- Establir una programació consistent en múltiples escanejos en 2D o 3D i especificar l'hora d'inici i el temps de repetició de la programació. Les programacions s'han d'emmagatzemar localment. El programari ha d'emetre una alerta automàticament quan el compliment de la programació no sigui possible.
- Definir escanejos amb diferents intervals de repetició i establir l'ordre de prioritat.
- En la generació de productes a partir dels escanejos volumètrics, determinar quines elevacions es fan servir per a cada producte.

(OBL) En cas de pèrdua de comunicacions amb el radar, el sistema ha de continuar amb l'execució de la programació i, quan es recuperi d'una fallada total d'energia, ha de continuar amb l'última programació definida.

3.8.2. Processament de dades i generació de productes

(OBL) El processament de dades i generació de productes es durà a terme en el CPD de l'SMC (Secció 3.7.3) i el programari de les màquines RDP ha de permetre l'usuari configurar la generació de productes, seleccionant les dades i tasques d'entrada, els algorismes de control de qualitat (identificació i correcció de fonts d'error) a aplicar i la resolució i la projecció de sortida del producte en cada cas.

(OBL) El control de qualitat de dades ha de tenir disponibles, com a mínim els següents algorismes:

- Filtratge de dades segons els valors de les variables de qualitat (com ara l'SNR, l'SCR i l'SQI). Els llindars dels filtres han de ser definibles per l'operador.
- Filtratge d'ecos espuris (*speckle filter*).
- Correcció de la reflectivitat per l'atenuació per pluja a partir de la PhiDP. La forma funcional i els paràmetres d'aquesta correcció han de ser definibles per l'operador.
- Classificació d'ecos a partir de les dades polarimètriques amb detecció d'ecos no meteorològics i classificació d'hidrometeors.
- Identificació i correcció d'ecos de terra i mar a partir de les variables polarimètriques.
- Correcció de la banda brillant.
- Correcció del perfil vertical de reflectivitat a partir dels perfils derivats a prop del radar o a partir de perfils introduïts per l'usuari.

(OBL) El programari ha de permetre configurar i generar, com a mínim, els següents productes meteorològics i hidrometeorològics:

- PPI i RHI.
- CAPPI i Pseudo-CAPPI a qualsevol altitud, definible per l'usuari.
- VAD (*Velocity-Azimuth Display*) a qualsevol elevació i rang, definibles per l'usuari.
- Productes d'altura d'ecos: Echo-TOP, Echo-BASE, Echo-MAX i Echo-THICKNESS.
- Talls verticals en qualsevol direcció i de qualsevol llargada, definibles per l'usuari.
- Estimació del vent horitzontal.
- Estimació de la intensitat de precipitació a partir de la Z, permetent l'usuari especificar la relació Z/R i els paràmetres d'aquesta.
- Estimació de la intensitat de precipitació a partir de les variables polarimètriques.
- Acumulació de precipitació durant un interval de temps definible per l'usuari.
- VIL (*Vertically Integrated Liquid*) i densitat de VIL.

(OBL) El programari ha de poder generar productes compostos integrant i combinant les dades de diferents radars, incloent-hi formats de dades radar de diferents tipus. L'usuari ha de poder configurar

el procediment de composició, especificant els radars a incloure, el criteri de combinació de dades en zones de superposició i l'algorisme de projecció, entre d'altres.

(OBL) El programari ha de poder generar productes meteorològics a partir dels productes compostos, com a mínim productes d'acumulació de precipitació.

(OBL) Per tal d'integrar dades de radars diferents i facilitar la transició durant el procés d'actualització de la xarxa XRAD, el programari ha d'incorporar un convertidor de formats de dades, que permeti convertir les dades base (RAW) de/a, com a mínim, qualsevol dels següents formats:

- NETCDF (genèric i CfRadial).
- ODIM_H5.
- WMO-BUFR.
- IRIS-Sigmat.

(OBL) El programari ha de ser capaç de generar productes radar com a mínim, en els següents formats:

- NETCDF (genèric).
- ODIM_H5.
- WMO-BUFR.
- GeoTIFF.
- PNG, JPG, GIF.

(OBL) El programari ha de permetre l'usuari seleccionar la projecció de sortida, que pot ser diferent per cada producte. Aquestes projeccions de sortida han d'incloure, com a mínim:

- EPSG:25831 (ETRS89/UTM_31N).
- EPSG: 4258 (ETRS89 latitud, longitud).
- Lambert.
- EPSG:3857 (WGS 84 / Pseudo-Mercator, per Google Maps, OpenStreetMap, Bing, ArcGIS).

(OBL) S'ha de poder configurar la resolució espacial dels productes cartesianes, així com el mètode de re-projecció de les dades polars a cartesianes (veí més proper, convolució espacial, etc.).

(OBL) El subministrador ha de mirar de facilitar l'adaptació del nou programari als requisits de l'EHIMI (Secció 2.4.3) o, en cas contrari, proporcionar eines que puguin fer tasques semblants a les que realitza aquest programari, per tal de proporcionar productes d'estimació de la precipitació tan acurats com sigui possible per al seu ús hidro-meteorològic.

(VAL) Es valorarà amb un (1) punt si el programari permet la inclusió directa d'algorismes externs en la cadena de processament de dades i generació de productes, tant els desenvolupats a l'SMC com els implementats en llibreries de programari lliure, com ara Py-ART, wradlib, LROSE-TITAN o BALTRAD (Heistermann et al., 2015).

(OBL) L'empresa adjudicatària haurà de lliurar documentació amb la descripció dels algorismes de control de qualitat, d'interpolació, de generació i de composició de productes implementats i oferts, amb el llistat i descripció dels paràmetres fixes i ajustables.

(OBL) L'empresa adjudicatària haurà de lliurar documentació amb la descripció de tots els formats de dades i productes i projeccions de sortida disponibles.

3.8.3. Visualització

(OBL) El programari de visualització ha de ser compatible amb qualsevol sistema operatiu i proporcionar una interfície gràfica que permeti l'anàlisi i visualització de les dades i productes radar.

(OBL) El sistema de visualització en 2D ha d'incloure, com a mínim, les següents funcionalitats:

- Aplicar diferents projeccions cartogràfiques.
- Visualitzar els productes radar amb escales de color de fins a 256 nivells. L'usuari ha de poder configurar els nivells de l'escala de color.
- Mostrar, sota la imatge del producte radar, diversos mapes topogràfics. El programari de visualització ha de tenir capacitats GIS (Sistemes d'Informació Geogràfica) per permetre superposar dades geogràfiques de referència com límits administratius, xarxa de carreteres, xarxa hidrogràfica, etc. L'usuari ha de poder seleccionar els mapes i configurar-los en diferents capes.
- Permetre l'usuari mostrar/ocultar individualment les diferents capes.
- Permetre l'usuari ampliar la imatge i navegar al voltant d'un punt fix (*zoom, pan, scroll*).
- Permetre l'usuari obtenir de forma interactiva, informació de la posició geogràfica, distància al radar i valor de la dada, en clicar amb el ratolí en un punt de la imatge.
- Permetre l'usuari generar i visualitzar talls verticals entre dos punts arbitraris de la imatge, seleccionats de forma interactiva clicant amb el ratolí sobre la imatge.
- Permetre l'usuari configurar i visualitzar animacions en bucle de productes radar.

(VAL) Es valorarà amb quatre (4) punts si l'oferta inclou, addicionalment al programari de visualització, una solució Web, tipus aplicació web dinàmica o portal, per a la visualització i anàlisi avançada de dades i productes. La solució web oferta ha de proporcionar, com a mínim, les funcionalitats llistades en el punt anterior i permetre la gestió d'usuaris, perfils i preferències individuals. La solució haurà de ser accessible mitjançant navegador web i, com a mínim, compatible amb navegadors basats en el motor Chromium. Pel que fa a la seguretat, tindrà, com a mínim, un sistema d'autenticació per usuari/contrasenya. Els requisits per córrer aquestes solucions serà sobre programari lliure o *Open Source*. La llicència d'ús de l'aplicació haurà d'incloure un mínim de sis (6) usuaris simultanis amb plena funcionalitat.

3.8.4. Monitoratge i control de qualitat

(VAL) Es valorarà amb quatre (4) punts que l'oferta inclogui una solució de programari, o preferentment tipus Web, per al monitoratge remot passiu dels sistemes radar, que permeti comprovar el funcionament dels radars i dels seus subsistemes, l'estat de les connexions de la xarxa i la continuïtat del flux de dades i avaluar la qualitat de les dades. Aquest sistema de monitoratge addicional haurà d'incloure, com a mínim, les següents funcionalitats:

- Visualització de forma gràfica i immediata de l'estat de funcionament (OK, ALERTA o FALLADA) general de tots els radars i els seus subsistemes.
- Càlcul i visualització (sèrie temporal) del percentatge/nombre d'escanejos completats.
- Càlcul i visualització (sèrie temporal) del percentatge/nombre de fitxers rebuts al servidor central i en els sistemes d'emmagatzematge.
- Visualització del valor de la constant de calibratge del receptor en tots dos canals.
- Visualització dels biaixos d'apuntament i del biaix de la ZDR estimats en els processos de calibratge automàtics.
- Enviament d'alarmes (en forma de correu electrònic o missatge de text al mòbil) quan els indicadors surtin dels llindars especificats per l'usuari.

Opcionalment i desitjable, aquesta aplicació web també podrà incloure funcionalitats que requereixin el processament de les dades generades pel radar, com ara:

- Càlcul i visualització (sèrie temporal) del percentatge/nombre de bins amb valor de reflectivitat (corregida i sense corregir) vàlid (no filtrat) en cada escaneig, així com del percentatge/nombre de *bins* filtrats per presència de *clutter*.
- Càlcul i visualització d'indicadors estadístics per escaneig, com per exemple la reflectivitat horitzontal mitjana (corregida, sense corregir i la diferència), la ZDR mitjana o la mitjana de la textura de la PhiDP.
- Càlcul i visualització de resultats de metodologies de monitoratge *online* publicades en la literatura, com ara: monitor solar (Huuskonen and Holleman, 2007; Holleman et al., 2010), monitor d'ecos de terra (Rinehart, 1978; Silberstein et al., 2008; Wolff et al., 2015), comparativa entre radars (Seo et al. 2013, Vukovic et al., 2014) i autoconsistència de les variables polarimètriques (Gorgucci et al., 1992; Scarchilli et al., 1996), entre d'altres.

3.9. REQUISITS I PROTOCOLS DE SEURETAT INFORMÀTICA

La solució proposada pel licitador s'haurà d'adaptar a les normes de seguretat informàtica establertes per l'SMC, amb les implicacions que això suposi en l'arquitectura del sistema proposat.

(OBL) Els sistemes radar lliurats hauran de complir les especificacions i requisits TIC que es detallen a continuació:

- El sistema operatiu (SO) del conjunt del sistema haurà de ser Linux. És preferible que sigui una distribució *Open Source* com per exemple Ubuntu. En qualsevol cas, hauran de ser sempre versions actuals estables (LTS, long-term support). Actualment, l'SMC treballa amb la versió Ubuntu 22.04.
- L'autenticació d'usuaris s'haurà de fer localment en Linux (usuaris de sistema), i en l'àmbit de domini Active Directory pel cas SO Windows i per servidors de l'entorn de l'SMC. Als radars, per SO Windows, usuaris locals també.
- La solució lliurada a l'SMC ha de permetre tenir privilegis de superusuari per poder realitzar instal·lacions i modificacions amb posterioritat.
- Els diferents servidors i estacions de treball han de tenir capacitat per sincronitzar-se amb precisió amb un rellotge GPS de Protocol de sincronització de xarxa (NTP).
- El sistema ha d'incloure totes les llicències necessàries.

3.9.1. Seguretat

(OBL) L'adjudicatari no haurà de proporcionar un tallafoc (*firewall*), ni local ni d'entorn, ja que la configuració d'aquest aspecte correspon a l'SMC.

(OBL) Les directives de seguretat, com SELINUX, de SO en cas de Linux, hauran d'estar desactivades.

3.9.2. Accés remot

Durant el període d'instal·lació i posada en marxa, l'SMC donarà accés a l'entorn del sistema radar al personal designat per l'adjudicatari. L'accés es farà sempre per VPN, prèvia autorització de l'SMC.

Per tal d'executar tasques de configuració i manteniment en un hipotètic contracte de manteniment postinstal·lació, caldrà definir l'accés telemàtic (preferiblement xarxa privada virtual VPN, *Virtual Private Network*) que permeti a l'adjudicatari accedir al sistema, tot respectant les normes de seguretat de l'SMC.

Per tal de poder entrar-hi remotament, l'adjudicatari haurà de sol·licitar una VPN a escala personal, mitjançant una petició on indiqui el nom de l'empresa, CIF, la identificació completa de la persona de contacte, i els noms dels tècnics i la documentació acreditativa personal corresponent.

3.9.3. Enviament de dades

(OBL) L'enviament de dades entre els radars i la seu de l'SMC es farà a través d'un enllaç dedicat.

(OBL) El protocol de comunicacions entre Radars i Servidors haurà d'estar basat en el model TCP/IP amb protocol SSH. (de preferència amb protocols segurs: SCP, SFTP, HTTPS...)

(OBL) El licitador haurà de descriure a la seva oferta els protocols necessaris (ports TCP/UDP) entre els diferents components del sistema a implementar, així com els aplicatius utilitzats (servidor web, etc.) i els mecanismes de seguretat associats a tot el sistema de transmissió/recepció de dades.

(OBL) Es requereix un sistema de compressió de dades i una estratègia de transmissió per optimitzar els enviaments de dades.

(OBL) En cas que l'amplada de banda necessària sigui superior als 2 Mbps disponibles actualment, l'empresa licitadora haurà d'indicar les necessitats d'amplada de banda, que seran proveïdes per l'SMC a través del Centre de Telecomunicacions i Tecnologies de la Informació de la Generalitat de Catalunya (CTTI).

REFERÈNCIES

- Gorgucci, E., Scarchilli, G., & Chandrasekar, V. (1992). Calibration of radars using polarimetric techniques. *IEEE transactions on geoscience and remote sensing*, 30(5), 853-858.
- Heistermann, M., Collis, S., Dixon, M. J., Giangrande, S., Helmus, J. J., Kelley, B., ... & Wolff, D. B. (2015). The emergence of open-source software for the weather radar community. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 96(1), 117-128.
- Holleman, I., Huuskonen, A., Gill, R., & Tabary, P. (2010). Operational monitoring of radar differential reflectivity using the sun. *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, 27(5), 881-887.
- Huuskonen, A., & Holleman, I. (2007). Determining weather radar antenna pointing using signals detected from the sun at low antenna elevations. *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, 24(3), 476-483.
- Rinehart, R. E. (1978). On the use of ground return targets for radar reflectivity factor calibration checks. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 17(9), 1342-1350.
- Scarchilli, G., Gorgucci, V., Chandrasekar, V., & Dobaie, A. (1996). Self-consistency of polarization diversity measurement of rainfall. *IEEE transactions on geoscience and remote sensing*, 34(1), 22-26.
- Seo, B. C., Krajewski, W. F., & Smith, J. A. (2014). Four-dimensional reflectivity data comparison between two ground-based radars: methodology and statistical analysis. *Hydrological Sciences Journal*, 59(7), 1320-1334.
- Silberstein, D. S., Wolff, D. B., Marks, D. A., Atlas, D., & Pippitt, J. L. (2008). Ground clutter as a monitor of radar stability at Kwajalein, RMI. *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, 25(11), 2037-2045.
- Vukovic, Z. R., Young, J. M., & Donaldson, N. (2014). Inter-radar comparison accounting for partially overlapping volumes. In *Proc. Eighth European Conf. on Radar in Meteorology and Hydrology*.
- Wolff, D. B., Marks, D. A., & Petersen, W. A. (2015). General application of the relative calibration adjustment (RCA) technique for monitoring and correcting radar reflectivity calibration. *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, 32(3), 496-506.

4. Capítol 4 SUBMINISTRAMENT, INSTAL·LACIÓ, POSADA EN MARXA I SERVEIS COMPLEMENTARIS

4.1. REQUISITS GENERALS

L'adjudicatari del contracte haurà de fabricar, lliurar, instal·lar i posar en funcionament quatre (4) radars meteorològics, que han de complir les especificacions tècniques descrites al Capítol 3.

En aquest capítol es descriuen els requisits generals que han de complir els licitadors durant la fase de licitació. De la mateixa manera, a continuació es descriuen els requisits que haurà de complir l'adjudicatari per a dur a terme tant el subministrament, la instal·lació, la posada en marxa; i addicionalment, els serveis complementaris descrits.

El licitador trobarà a l'Annex 4 tota la informació detallada sobre la documentació a subministrar referent a la planificació del projecte (licitació, subministrament, instal·lació i posada en marxa) així com els serveis complementaris.

4.2. FITES I DEFINICIÓ DE LES FASES

El desenvolupament del projecte es farà seguint les fases plantejades en el cronograma que es presenta a continuació. Les dates límit en cap cas es podran superar. Aquelles marcades en negreta tampoc es podran avançar, ja que venen condicionades per les adaptacions estructurals als edificis. El primer radar haurà d'haver superat el FAT la setmana 60 a comptar des de l'adjudicació del contracte.

4.3. FASE 0. CONCURS PÚBLIC.

4.3.1. Període de consultes

Fins a la data límit per la presentació de l'oferta, el licitador podrà demanar a l'SMC la informació complementària que consideri necessària per aclarir els aspectes que no queden prou detallats al plec. De la mateixa manera, i condicionat a la disponibilitat de l'SMC, es podrà sol·licitar una visita a les instal·lacions centrals de l'SMC i una visita a cadascun dels quatre emplaçaments dels radars per tal de poder definir tot el requerit en el plec de prescripcions tècniques. L'SMC es reserva el dret de fixar les dates de les visites i de convocar diferents licitadors en una mateixa visita.

Taula 4.2. Planificació de tasques, fites i dates límit del projecte.

* veure plec Administratiu

Fita	Referència al Plec	Responsable	Dates límit	Documentació
Publicació*		SMC		
Període de consultes	4.3.1			
Presentació de les ofertes	4.3.3			Pla de projecte
Avaluació i Adjudicació*		SMC		
Formalització contracte	4.4.1	SMC Adjudicatari		
Fase de clarificació Designació de Comissió i Comitès	4.4.2	SMC Adjudicatari	W2	
Projecte executiu	4.4.6	SMC Adjudicatari	W8	Projecte Executiu Documentació tècnica
Servidor/processador proves/Migració 1	4.3.2.5	Adjudicatari	W30	SAT0
Formació 1.1 Operador	4.3.2.6	Adjudicatari	W31	
Formació 3 Administrador	4.3.2.6	Adjudicatari	W31	
Fabricació	4.5.1	Adjudicatari	W60	FAT1
Subministrament	4.5.2	Adjudicatari	W62	Certificat de conformitat Document de certificació
Adaptació Infraestructures	4.5.3	SMC	W69	
Subministrament	4.5.2	Adjudicatari	W69	Certificat de conformitat Document de certificació
Instal·lació	4.5.4	Adjudicatari	W71	
Posada en servei	4.5.5	Adjudicatari	W73	SAT1
Formació 2	4.3.2.6	Adjudicatari	W73	
Formació 1.2 Operador	4.3.2.6	Adjudicatari	W74	
Formació 4 Usuari	4.3.2.6	Adjudicatari	W77	
Prova operativa	4.5.5	SMC	W77	OT1 Document de certificació
Fabricació	4.5.1	Adjudicatari	W77	FAT2
Subministrament	4.5.2	Adjudicatari	W79	Certificat de conformitat

				Document de certificació
Adaptació Infraestructures	4.5.3	SMC	W86	
Subministrament	4.5.2	Adjudicatari	W86	Certificat de conformitat Document de certificació
Instal·lació	4.5.4	Adjudicatari	W88	
Posada en servei	4.5.5	Adjudicatari	W90	SAT2
Prova operativa	4.5.5	SMC	W94	OT2 Document de certificació
Fabricació	4.5.1	Adjudicatari	W94	FAT3
Subministrament	4.5.2	Adjudicatari	W96	Certificat de conformitat Document de certificació
Adaptació Infraestructures	4.5.3	SMC	W103	
Subministrament	4.5.2	Adjudicatari	W103	Certificat de conformitat Document de certificació
Instal·lació	4.5.4	Adjudicatari	W105	
Posada en servei	4.5.5	Adjudicatari	W107	SAT3
Prova operativa	4.5.5	SMC	W111	OT3 Document de certificació
Fabricació	4.5.1	Adjudicatari	W111	FAT4
Subministrament	4.5.2	Adjudicatari	W113	Certificat de conformitat Document de certificació
Adaptació Infraestructures	4.5.3	SMC	W120	
Subministrament	4.5.2	Adjudicatari	W120	Certificat de conformitat Document de certificació
Instal·lació	4.5.4	Adjudicatari	122	
Posada en servei	4.5.5	Adjudicatari	W124	SAT4
Prova operativa	4.5.5	SMC	W128	OT4 Document de certificació

4.3.2. Pla de Projecte

(OBL) L'oferta del licitador haurà d'incloure, a banda de la documentació requerida en el Plec de clàusules administratives, una memòria amb una proposta de Pla de Projecte (PdP), amb el següent contingut:

- 4.3.2.1 Informació tècnica, esquemes i detalls de tots els equipaments que configuren el radar i que cal instal·lar a cada emplaçament.

- 4.3.2.2 Adaptacions necessàries als emplaçaments i edificis dels radars actuals.
- 4.3.2.3 Estructura de gestió i Adscripció de mitjans
- 4.3.2.4 Planificació del projecte (fites)
- 4.3.2.5 Migració del sistema i proves de funcionalitat
- 4.3.2.6 Pla de Formació
- 4.3.2.7 Manteniment
- 4.3.2.8 Recanvis i *Spare Pool*

4.3.2.1. Informació tècnica

(OBL) El PdP haurà de contenir la documentació tècnica de tots els equipaments, maquinari i programari que se subministri, així com els models de FAT i SAT (vegeu secció 4.5). A la taula de requisits es poden consultar els requisits mínims que s'han de comprovar en el SAT i el FAT.

(OBL) La documentació tècnica s'haurà de lliurar escrita en anglès o català i haurà d'incloure informació completa i detallada sobre la fabricació, instal·lació, operació i manteniment de tots els equipaments que configuren el sistema radar, abastant totes les parts, siguin fabricades pel proveïdor o per una empresa subcontractada.

4.3.2.2. Adaptacions necessàries als emplaçaments i edificis dels radars actuals

(OBL) El PdP haurà d'especificar les adaptacions que cal fer als edificis actuals per allotjar el nou model de radar a instal·lar. En concret, haurà d'especificar les actuacions necessàries abans de la instal·lació en els següents aspectes:

- Requisits tècnics i mitjans necessaris per a la instal·lació de l'anell base del radom a la llosa de la planta de l'edifici on hi ha l'antena (vegeu l'Annex 3 pels detalls de cada edifici radar), així com la descripció seqüencial de tasques. Així mateix, haurà d'incloure les instruccions per a la verificació de la "circularitat de l'anell".
- Possibles afectacions a l'escotilla d'accés al radom degudes a la instal·lació de l'anell base del radom, requisits mínims d'aquesta escotilla d'accés a l'interior del radom. Modificacions a l'escotilla i a l'escala d'accés en cas que es veiessin afectades pel nou radom.
- Disseny del sistema fixació de l'antena a la plataforma i requisits tècnics per a la seva correcta fixació. Adaptacions necessàries a la llosa de la planta d'antena si fossin necessàries, per tal que l'edifici suporti el pes de l'antena i les càrregues transferides.
- Modificacions necessàries del forat al centre de la llosa per permetre el pas de la nova guies d'ones, que es duplica en els sistemes de doble polarització. Caldrà tenir en compte que en alguns dels radars aquest pas de la guia d'ones afecta dues plantes de l'edifici (vegeu l'Annex 3).
- Disseny d'un *riser*, en cas que sigui necessari, per tal d'eleva el pedestal de l'antena, si fos necessari (per permetre la correcta alineació entre l'antena i el radom).

- Requisits pel correcte drenatge d'aigua de la plataforma de l'antena, tant per al període de la instal·lació com per a l'exterior del radom durant la vida útil del radar
- Recomanacions sobre les dimensions mínimes que ha de tenir la sala d'equipaments (on s'instal·laran els bastidors (*racks*) radar) incloent-hi la infraestructura necessària, l'espai per a la instal·lació del sistema i les tasques rutinàries de manteniment, així com de la disposició recomanada d'elements a la sala, inclosa la disposició de les connexions elèctriques.
- Nombre i dimensions dels bastidors (*racks*) necessaris, tot i que es recomana un disseny amb dos bastidors, per poder encabir-los a les sales tècniques dels edificis actuals.
- Requisits per disposar de les condicions ambientals per al funcionament òptim dels equipaments: necessitat d'aire condicionat i/o deshumidificador a la sala radar i a l'interior del radom, si s'escau.
- Requisits de subministrament elèctric: Els sistemes radar instal·lats hauran d'adaptar-se a les condicions de subministrament elèctric de cadascun dels emplaçaments existents. Els sistemes elèctrics de cada radar es descriuen a l'Annex 3.
- Especificacions i requisits mínims dels SAI (sistema d'alimentació ininterrompuda) i grups electrògens d'emergència.
- Qualsevol altre aspecte rellevant per a la instal·lació del sistema radar en els edificis actuals que s'hagi de solucionar abans de la instal·lació.

4.3.2.3. Estructura de gestió i Adscripció de mitjans

(OBL) El PdP haurà d'incloure una proposta d'estructura de gestió del projecte, que s'acabarà de definir durant la fase de clarificació. Així mateix, per tal de garantir la realització satisfactòria de les tasques que es descriuen en aquest PPT, l'adjudicatari haurà de presentar un equip de treball format per la quantitat de persones que consideri oportunes. La secció 5.1 del següent capítol dona les directrius de com ha de ser l'estructura de gestió del projecte i l'equip de treball, sobre les quals el licitador podrà basar la seva proposta.

4.3.2.4. Planificació (Fites)

(OBL) El PdP haurà d'incloure una proposta de cronograma del projecte, adaptada a les tasques i dates límit descrites a la Taula 4.2.

Condicionants a l'hora de proposar canvis al cronograma del projecte:

- La instal·lació i posada en funcionament dels radars serà seqüencial.
- No s'iniciarà una nova fase d'instal·lació fins que s'hagi certificar el SAT del radar que s'està instal·lant (secció 4.6). Aquesta condició aplica als quatre radars de la xarxa.
- L'ordre d'intervenció en l'actualització dels radars de la XRAD el decidirà l'SMC en converses amb l'adjudicatari a la fase de definició del Projecte Executiu (secció 4.4.6), tot i que el licitador pot presentar ja una proposta al PdP.

4.3.2.5. Migració del sistema i proves de funcionalitat

(OBL) El PdP ha de contemplar l'adaptació de la cadena de producció al maquinari i programari que l'adjudicatari proporcioni juntament amb els radars. Aquest conjunt de maquinari i programari haurà de permetre operar els radars, tractar-ne les dades i generar productes radar, tal com es descriu al Capítol 3.

Per tant, en paral·lel al calendari de fabricació, instal·lació i posada en marxa dels nous radars, l'adjudicatari haurà de proposar una estratègia de migració del sistema actual al nou sistema de processament basat en el nou programari. L'estratègia de migració entre sistemes s'haurà d'estar dissenyada per tal que la xarxa de radars XRAD i el flux de dades i productes actual es mantinguin operatius en tot moment.

Aquesta proposta haurà d'incloure un calendari per a les diferents etapes que s'estableixin per a la correcta migració del sistema, tenint presents els terminis de la Taula 4.2 que són un requisit essencial del PPT. Així mateix, el PEx establirà un seguit de Proves de funcionalitat per anar validant les diferents fases que s'estableixin en aquest procés de migració.

4.3.2.6. Pla de formació

(OBL) El licitador haurà de presentar una primera proposta, inclosa al PdP, que s'acabarà de concretar amb l'adjudicatari del contracte i l'SMC. La formació per al personal de l'SMC tindrà una durada mínima de quatre (4) setmanes (25 hores/setmana). Els requisits del Pla de formació es detallen a la secció 5.2.

4.3.2.7. Procediments de manteniment

És voluntat de l'SMC reduir la necessitat de visites de manteniment preventiu a cadascun dels radars, limitant el nombre de visites a les estrictament necessàries, que corresponguin només a tasques que no es poden dur a terme de forma remota.

(OBL) El PdP haurà d'incloure un protocol detallat de tots els procediments de manteniment preventius orientat a reduir la necessitat de desplaçament dels tècnics de manteniment als radars. De la mateixa manera, haurà de contenir tots els procediments de manteniment preventiu que s'hagin de dur a terme de manera presencial.

Aquest protocol de manteniment, haurà de contenir, com a mínim, procediments referents a:

- Tasques recomanades pel manteniment tècnic preventiu del sistema radar amb la seva freqüència i temps estimat.
- Procediments de neteja i manteniment del radom per tal de preservar les propietats hidrofòbiques del radom.

(OBL) S'haurà d'incloure també amb el PdP un llistat de l'equipament auxiliar necessari per a realitzar correctament els manteniments: equipaments de testatge i eines necessàries per al manteniment i ajustos del sistema radar.

4.3.2.8. Disponibilitat de recanvis

(OBL) El licitador ha de proporcionar dins el PdP una llista completa (amb preus) dels recanvis i fungibles per tot el sistema radar per un període de dos (2) anys, un període de cinc (5) anys i un període de deu (10) anys. S'haurà d'indicar quins elements recomana adquirir i emmagatzemar localment i quins estaran disponibles en un programa de *spare pool*. Per cada element també ha d'especificar el temps esperat i el temps màxim garantit d'entrega, amb i sense participació en el programa de *spare pool*. Addicionalment, haurà d'indicar aquells elements que puguin ser subministrats per un altre fabricant autoritzat.

El licitador ha d'informar sobre el sistema de reparació de fàbrica, indicant la cobertura, els costos i els temps de resolució habituals.

(OBL) El licitador proporcionarà dins el PdP estimacions de cost del cicle de vida (*Life Cycle Cost*, LCC) i del cost de suport (*Life Support Cost*, LSC) dels recanvis, inclòs el cost anual de contractar un programa de *spare pool* pels primers deu (10) anys de temps de vida del sistema.

4.4. FASE 1. PREINSTAL·LACIÓ

4.4.1. Formalització del contracte

La data que constarà a l'expedient com a data formalització del contracte es considerarà el Dia 1 del projecte (vegeu la Taula 4.2).

4.4.2. Clarificació i Designació de comitès i comissions

Un cop adjudicat el contracte (data de formalització), s'obrirà un període de dues setmanes durant el qual l'adjudicatari i l'SMC s'ocuparan de clarificar els diferents aspectes del projecte.

Un dels objectius de la fase de clarificació és identificar els actors principals del projecte. Serà durant aquesta fase quan es constitueixin les diferents comissions descrites a la secció 5.1.

Aquesta fase es tancarà amb la primera reunió del Comitè Directiu del Projecte, on es designaran els integrants del Comitè Tècnic (vegeu secció 5.1).

4.4.3. Visites a les instal·lacions

Durant aquest període de clarificació l'adjudicatari podrà dur a terme les consultes, sol·licitud d'informació complementària i fer les visites que consideri oportunes (segons la disponibilitat de l'SMC), tant a les oficines de l'SMC com a qualsevol dels quatre emplaçaments i edificis dels radars per poder definir tot el que es requereix pel projecte executiu.

L'SMC acompanyarà a l'adjudicatari durant aquestes visites. L'adjudicatari es farà càrrec dels costos d'aquestes visites.

Aquesta fase de clarificació finalitzarà amb la primera reunió del **Comitè Directiu**, on haurà de quedar aclarit i acordat tot el necessari perquè l'adjudicatari pugui redactar i lliurar el projecte executiu.

4.4.4. Documents de certificació

Durant aquest període el Comitè Tècnic haurà d'acordar i definir el model dels documents de certificació que s'hauran de validar durant el desenvolupament del projecte, que seran com a mínim:

Certificat de lliurament:

Document que haurà d'entregar l'adjudicatari cada vegada que es fa un lliurament. S'haurà d'indicar que els elements lliurats compleixen els requisits del contracte. El certificat de conformitat ha d'anar acompanyat sempre de la documentació tècnica associada als productes lliurats. Com a mínim ha d'incloure:

- Número de comanda.
- Números de sèries dels productes lliurats.
- Característiques tècniques.

Certificat de recepció:

Document emès per l'SMC cada vegada que es fa un lliurament, certificant que els elements lliurats compleixen els requisits del contracte o acceptant els resultats d'un test (FAT, SAT o RT). Aquest document haurà d'estar signat tant per part de l'SMC com per l'adjudicatari.

Els pagaments quedaran supeditats a la signatura dels certificats de recepció.

4.4.5. Projecte Executiu

Un cop adjudicat el contracte, caldrà transformar el Pla de projecte presentat a la licitació en un Projecte executiu (PEX) del contracte. L'adjudicatari, amb l'ajuda del Comitè Tècnic, revisarà el contingut del PdP, fent les modificacions oportunes i transformant-lo en el PEX que en regirà el desenvolupament del projecte. La revisió i redacció d'una versió acordada del cronograma i fites del projecte serà responsabilitat del **Comitè Tècnic**, que l'elevà al **Comitè Directiu** per a la seva aprovació. Es fixa una data límit de quatre (4) setmanes a contar des de la data de signatura per aprovar el PEX (Taula 4.2).

Juntament amb el document corresponent PEX s'haurà de fer entrega de 2 còpies impreses i enquadernades de documentació tècnica i una còpia en format digital (en format PDF). Cada document haurà d'anar marcat amb el número de versió corresponent (Vegeu l'Annex 4 i la Taula de requisits tècnics).

4.5. FASE 2. RADAR 1

4.5.1. Fabricació

L'adjudicatari del contracte haurà de fabricar quatre (4) radars meteorològics, segons les especificacions tècniques descrites al Capítol 3. Aquests hauran d'estar disponibles per a la seva instal·lació i posada en marxa segons el cronograma del PEx, on s'estableix una instal·lació seqüencial dels quatre radars. Les Prova d'acceptació de fàbrica (FAT) per cadascun dels quatre radars estableix les successives dates límit d'aquest procés de fabricació.

FAT Prova d'acceptació de fàbrica (FAT)

Un cop s'hagi completat el procés de fabricació del radar, i abans del lliurament i instal·lació, el proveïdor organitzarà una prova d'acceptació de fàbrica (*factory acceptance test*, FAT) del sistema "Radar Meteorològic" de doble polarització. El propòsit del FAT és verificar que el conjunt del sistema radar compleix els requisits especificats al capítol 3 d'aquest Plec.

El FAT tindrà les següents característiques:

- Tindrà lloc a la fàbrica de l'adjudicatari, i l'SMC tindrà l'opció de ser-hi present. Si l'SMC opta per assistir al FAT, es farà càrrec del cost de viatges, allotjament i altres despeses dels tècnics desplaçats.
- El Responsable del procés de fabricació definit a l'equip de treball (secció 4.3.2.1) serà el responsable de les proves FAT, i qui garantirà amb la seva signatura que totes les proves documentades han estat efectivament realitzades.
- La documentació associada al FAT inclourà una llista de verificació de totes les característiques tècniques que s'han de validar durant aquesta fase del projecte (vegeu taula de requisits). Qualsevol element o disfuncions que faltin es registrarà com a incidència. La identificació de qualsevol incidència implicarà automàticament la no superació del FAT.

Certificació de les proves FAT

L'SMC haurà de validar el FAT lliurat pel fabricant. La resolució podrà ser positiva (superació de la prova) o negativa. En aquest segon cas, descriurà els problemes que s'han identificat durant les proves. Si l'informe resultant és negatiu, el fabricant es farà responsable de la creació d'un pla per a solucionar el conjunt d'incidències identificades. El Consell Directiu haurà d'aprovar aquest pla, i fixarà una data per repetir el FAT, un cop solucionades les incidències.

En el cas que calgui repetir les proves FAT, l'SMC es reserva el dret de requerir la substitució del responsable de fabricació.

L'SMC emetrà un segon informe del FAT, una vegada que s'hagin resolt totes les incidències, segons el pla esmentat anteriorment.

El FAT es completarà com a màxim el termini especificat al cronograma (Taula 4.2).

Aquest FAT es realitzarà per cadascun dels quatre radars. El PEX haurà d'especificar si els quatre radars es fabricaran en sèrie i caldrà fer les proves FAT en quatre ocasions diferents o si el procés de fabricació permetrà fer proves FAT de diversos radars alhora, tot i que aquests s'instal·lin seqüencialment, tal com s'estableix al cronograma (Taula 4.2).

El resultat satisfactori del FAT permetrà a l'adjudicatari procedir a la fase d'enviament del material i d'instal·lació del radar a l'emplaçament pertinent, segons les directives i dates límit que marca el PEX.

4.5.2. Subministraments

El subministrament de cadascun dels radars es farà en dues fases. A la primera fase s'haurà de subministrar l'anell de fixació del radar a la infraestructura, i a la segona fase la resta d'elements per a la instal·lació i posada en marxa (vegeu la Taula 4.2).

Amb el subministrament de cadascun dels radars es farà entrega també de tots els manuals tècnics, ja siguin de maquinari com de programari (vegeu Annex 4).

Les condicions de subministrament es poden consultar plec de clàusules administratives particulars.

4.5.3. Adaptacions estructurals

És voluntat de l'SMC mantenir els emplaçaments i edificis dels radars actuals per allotjar el nou model de radar (vegeu el Capítol 2 i Annexos).

Correspon a l'SMC projectar i executar les modificacions pertinents als edificis radar actuals, per deixar-los preparats de manera que l'adjudicatari pugui dur a terme la instal·lació i posada en marxa del radar.

En funció del model de radar ofert per cada licitador, el PdP lliurat durant el procés de licitació haurà d'especificar les adaptacions que cal fer als edificis actuals per allotjar el nou model de radar a instal·lar.

En la fase d'adaptació del PdP al PEX, l'adjudicatari i l'SMC hauran d'haver esmenat els dubtes que hi pugui haver a la proposta del PdP. Així, el PEX ha de detallar totes les tasques que l'SMC ha de dur a terme als edificis radar per deixar-los preparats perquè pugui entrar l'adjudicatari a instal·lar.

El volum de tasques i la complexitat d'aquestes, diferents a cada radar, pot condicionar la seqüència de renovació dels quatre radars de la XRAD. Aquests aspectes seran valorats durant el procés d'adaptació del PdP al PEX i seran tinguts en compte a l'hora d'establir el cronograma i data límit definitius.

Si bé l'execució d'aquestes tasques correspon a l'SMC, l'adjudicatari donarà el suport tècnic necessari, a través del **Comitè Tècnic** (vegeu la secció 5.1 del següent capítol). L'SMC es reserva el dret de subcontractar aquestes tasques.

Segons les adaptacions que hagi establert el PdP per a cada radar, i un cop avaluades per l'SMC, el PEX haurà d'especificar les actuacions necessàries abans de la instal·lació en els següents aspectes:

- Càlcul d'esforços i pesos transferits a l'edifici per part del nou model d'antena, pedestal, anell base del radom i radom protector.
- Proposta de mesures estructurals necessàries en cas que l'edifici actual no pugui suportar els nous esforços.
- Canvis estructurals necessaris per poder fixar correctament el nou anell base del radom.
- Dimensions mínimes (superfície) del nivell superior de l'edifici per poder-hi instal·lar tant l'anell base del radom com el pedestal de l'antena.
- Disseny de la fixació de l'antena a la plataforma del radom.
- Disseny d'un "riser", en cas necessari, per elevar el pedestal de l'antena i fixació d'aquest a la plataforma d'antena (correcta alineació entre l'antena i el radom).
- Dimensionat del pas de guia d'ones per un radar de doble polarització (doble guia) i de l'escotilla d'accés a l'interior del radom (i afectacions a l'escala d'accés).
- Sistema de drenatge d'aigua, tant per al període de la instal·lació com per a l'exterior del radom un cop s'hagi instal·lat.
- Protecció/impermeabilització de la superfície de la plataforma que quedi per fora de l'anell.
- Recomanacions sobre les dimensions mínimes que ha de tenir la sala d'equipament (*rack* radar) i de la disposició recomanada en aquesta, inclosa la disposició elèctrica.
- Requisits per disposar de les condicions ambientals per al funcionament òptim dels equipaments: necessitat d'aire condicionat i/o deshumidificador a la sala radar i a l'interior del radom si s'escau
- Requisits del sistema de protecció de sobretensions i d'una posada a terra adequada, per tal de disposar d'un recorregut de terra de baixa impedància RF per al sistema de radar i proporcionar un punt de terra per a la protecció contra llamps. Recomanacions sobre el valor òhmic adequat i les recomanacions per aconseguir una connexió equipotencial amb el sistema de protecció.

4.5.4. Instal·lació

L'adjudicatari ha de proporcionar, en el PEX, un Pla d'Acció de les tasques que cal dur a terme durant les fases de subministrament, muntatge i instal·lació i posada en marxa del conjunt del sistema radar. L'estructura de gestió i l'adscripció de mitjans per aquesta fase es descriu a la Secció 5.1.

Transport i preparació per la instal·lació

L'adjudicatari s'haurà de responsabilitzar de les tasques de preparació per a la instal·lació, tals com el transport de tot el material fins a l'emplaçament de cada radar, així com del seu emmagatzematge provisional fins a la seva instal·lació.

Instal·lació de l'anell de base del radom, sistema de subjecció del pedestal i pas de la guia d'ones

Prèvia instal·lació del radom, l'encarregat de l'obra civil designat per l'SMC, seguint les indicacions del fabricant, haurà de:

- Fixar l'anell de base del radom,
- Instal·lar els elements de subjecció necessaris per a la futura instal·lació del pedestal (o *riser*) a la plataforma Antena-Radom.
- Condicionar el pas de la guia d'ones entre l'antena i el *rack* radar, a través de la plataforma Antena-Radom.

Per tant, l'adjudicatari haurà de proporcionar tota la informació detallada (amidaments, instruccions, materials recomanats) de com procedir per a la correcta instal·lació d'aquests elements, així com de la metodologia per comprovar i garantir la circularitat de l'anell.

La unió de l'anell base de Radom a la plataforma Antena-Radom i la resta de tasques s'hauran de realitzar d'acord amb les regulacions i paràmetres de construcció locals.

Tenint present que aquesta instal·lació necessita un període de curació del formigó abans de començar la instal·lació del conjunt d'antena i radom, el fabricant haurà de lliurar l'anell base de radom amb prou antelació, seguint l'establert al cronograma i al PEx, perquè pugui ser instal·lat degudament i no comprometre les dates d'instal·lació.

L'adjudicatari haurà de validar la instal·lació de l'anell i certificar que es pot procedir a la posterior instal·lació de la resta d'elements.

Bastida per l'assemblatge del radom

La tasca de muntatge del radom correspon a l'adjudicatari. Aquest haurà d'especificar-ne el procés, ja sigui amb el muntatge a nivell de terra i alçant després el conjunt del radom o si, per contra, l'assemblatge dels panells es realitzarà directament a la plataforma Antena-Radom. Els diferents aspectes relatius a la seguretat i salut laboral en relació als treballs verticals i l'ús de les bastides s'hauran de coordinar entre el Cap d'Obra (CdO), el responsable de seguretat i salut laboral i el Responsable del procés d'instal·lació i posada en marxa.

L'adjudicatari haurà de proporcionar els elements auxiliars necessaris per al muntatge i assemblatge del radom, com pot ser una bastida.

Muntatge i alçament d'antena i radom

Per tal de poder fer el muntatge i alçament del radom, l'instal·lador disposarà de l'àrea lliure que hi ha davant de cadascun dels edificis dels radars per poder fer l'assemblatge d'antena i radom. Les dimensions dels espais disponibles als emplaçaments dels radars actuals estan descrites a l'Annex 3.

Així mateix, si és necessari disposar d'una grua per poder fer l'alçament del conjunt pedestal-antena i del radom el licitador ho haurà d'especificar al PEx. El licitador haurà d'especificar el tipus de grua que requereix, amb totes les especificacions tècniques necessàries (p. ex. capacitat mínima de càrrega, alçada de ganxo mínima per sobre el centre de la plataforma Antena-Radom, longitud d'auge de la

grúa, etc.), per cadascuna de les quatre instal·lacions, en el cas que les necessitats siguin diferents. Els diferents aspectes relatius a la grua per l'alçament del radom s'hauran de coordinar entre el Cap d'Obra (CdO), el responsable de seguretat i salut laboral i el Responsable del procés d'instal·lació i posada en marxa.

La contractació d'una grua adequada per l'alçament d'antena i radom, així com la gestió dels permisos necessaris, en cadascuna de les instal·lacions, correspon a l'adjudicatari del contracte.

Configuració de les sales dels radars

Les dimensions, així com els accessos de les sales radar de cadascun dels quatre edificis, estan definides a l'Annex d'infraestructures. Per tant, els *racks* radar s'hauran d'adaptar a les condicions de cada edifici. El PEX haurà de recollir les modificacions/adaptacions que requereixin aquests espais per allotjar els armaris del maquinari del radar, o equipaments auxiliars com els d'aire condicionat, modificacions que en cap cas poden ser estructurals de l'edifici. Aquestes modificacions/adaptacions corresponen a l'SMC. Els diferents aspectes relatius al condicionament de la sala radar s'hauran de coordinar entre el Cap d'Obra (CdO) i el Responsable del procés d'instal·lació i posada en marxa.

En cas que sigui necessari disposar de qualsevol sistema d'elevació, a part dels actualment disponibles en els mateixos edificis, per fer arribar els elements necessaris a la sala radar o sales annexes, la contractació dels mateixos correspondrà a l'adjudicatari del contracte.

El mobiliari addicional, per al PC de manteniment o el sistema de telecomunicacions serà proporcionat per l'SMC.

4.5.5. Posada en Servei

4.5.5.1. Site Acceptance Test (SAT)

Un cop s'hagi instal·lat el radar meteorològic, es realitzarà el test d'acceptació "in situ" (SAT). El propòsit de la SAT és comprovar que el radar s'ha instal·lat tal com s'especifica en el contracte, que el radar té totes les funcions necessàries i que la fiabilitat és suficient per passar a la prova operativa. El proveïdor acordarà un pla per a la SAT amb l'SMC almenys catorze (14) dies abans de la SAT.

En funció dels resultats de les proves FAT la Direcció de projecte podrà decidir la realització de proves SAT completes o parcials. L'adjudicatari haurà de definir i executar les proves SAT (normalment un subconjunt de les proves FAT). La seva definició serà aprovada per la Direcció del Projecte i la seva execució serà supervisada per la DP. En cas d'existir un nombre important de correccions, la Direcció del Projecte podrà requerir l'adjudicatari, després de l'esmena de correccions i previ a la realització de noves proves SAT, la realització de nou de totes les proves a fàbrica aplicables.

En el cas que no se superi el SAT com a causa de deficiències en els equipaments no detectades durant el FAT, la DP podrà requerir la substitució de la persona responsable de les proves FAT i la repetició d'aquestes proves sota el nou responsable.

Aquest SAT es realitzarà per cadascun dels quatre radars.

4.5.5.2. Prova operativa (*Operative Test*, OT)

Un cop s'hagi superat el SAT amb resultats satisfactoris, es procedirà a fer la prova operativa (*operative test*, OT) del conjunt del sistema de radar meteorològic, que tindrà lloc durant un període quatre (4) setmanes consecutives. La fiabilitat i funcionalitat dels elements individuals seguint les especificacions tècniques, així com del sistema de maquinari i programari es comprovaran durant aquesta OT.

Si no se supera l'OT, caldrà realitzar-ne una altra després que el proveïdor doni les explicacions pertinents del perquè no s'ha obtingut un resultat satisfactori de l'OT, proposi les esmenes necessàries i les apliqui convenientment. Aquest procés pot repetir-se tres vegades abans que l'SMC tingui dret a renegociar o trencar el contracte amb el licitador. Si l'OT es completa satisfactòriament, el sistema de radar complet serà acceptat i passarà al servei operatiu.

La prova operativa es durà a terme per cadascun dels quatre radars.

Per superar la prova operativa s'ha d'assolir un índex operatiu de disponibilitat de dades de 98% durant un període de quatre (4) setmanes, que es defineix a continuació

A continuació es defineix l'índex operatiu de disponibilitat de dades:

1. L'índex operatiu de disponibilitat de dades és una mesura del temps de fallada del radar en relació amb el temps de fiabilitat operativa de seixanta (60) dies.
2. La disponibilitat total s'expressa amb un índex operatiu de $100 * (1 - (\text{temps d'error} / \text{temps operatiu acordat}))$.
3. El temps operatiu acordat és de 24 hores al dia durant els seixanta (60) dies del període de prova de fiabilitat.
4. Una fallada es defineix com un incident, quan una funció o dades del Sistema no estan disponibles amb la qualitat requerida. Això inclou possibles errors al sistema de programari que resultin en fitxers de dades danyats, buits o falta de fitxers.
5. Els errors, que es deuen a causes externes properes, com ara incendis i actes vandàlics, no es compten com a temps de fallada. El mateix implica per al període de temps en què no estigui disponible la font d'alimentació, les línies públiques de telecomunicacions o la xarxa interna de SMC.
6. El proveïdor proposarà en el pla de la OT un mètode adequat per a una mesura fiable d'aquest índex operatiu.

Un cop superada la prova operativa, SMC emetrà el document de certificació corresponent.

Un cop superada la prova operativa de l'últim radar es podrà procedir a la signatura del document de certificació de recepció final del projecte.

4.6. MIGRACIÓ DEL SISTEMA

Aquesta secció s'ocupa de les tasques del projecte que, en paral·lel a la instal·lació dels radars, l'adjudicatari haurà de dur a terme, bàsicament a l'entorn virtual VMWare de l'SMC, per tal de renovar el maquinari i programari de processament i generació de productes associats a la instal·lació i posada en marxa dels nous radars.

A partir de les directrius que es donen a continuació, esquematitzades en la Figura 4.1, el licitador haurà de presentar, al PdP (Secció 4.3.2.5), una estratègia de migració del flux de dades actual (Secció 2.3) al nou flux de dades (Secció 3.7). En el període d'aclariments amb l'adjudicatari, s'haurà de tancar una proposta efectiva, que quedarà establerta al PEx (Secció 4.4.6).

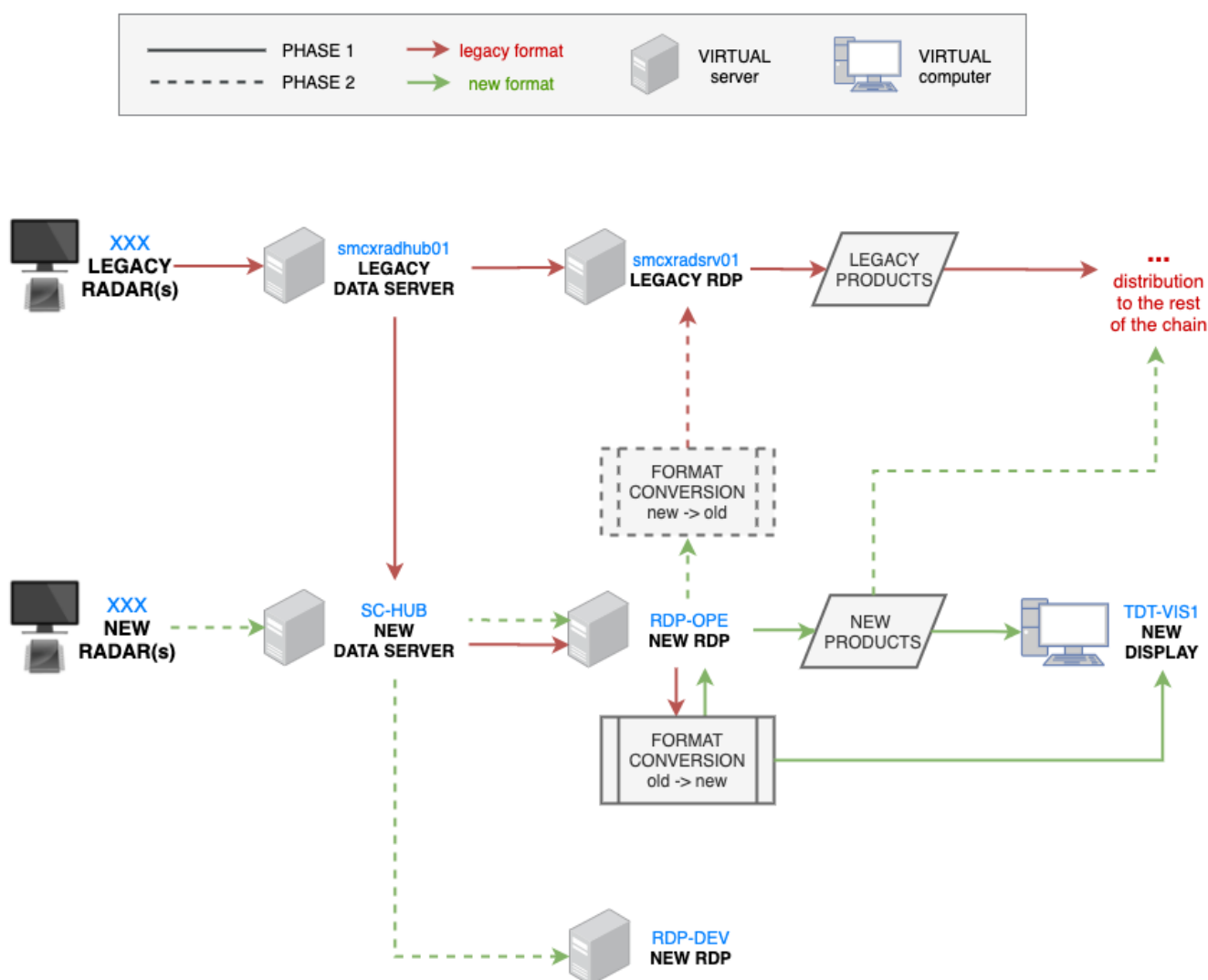


Figura 4.1. Esquema de l'estratègia de migració del flux de dades.

4.6.1. Fase 1. Sistema paral·lel en fase de proves

La finalitat d'aquesta primera fase és fer proves d'enviament i processament de dades amb el nou programari, amb les dades dels radars actuals i, opcionalment, també amb fitxers de dades de doble polarimetria provinents de radars externs a la XRAD.

Aquesta primera fase es posarà en marxa a l'inici del projecte, en paral·lel a la fabricació i instal·lació del primer radar, ja que no requereix dades dels nous radars, sinó que es treballarà amb les dades existents. Cal tenir present que en aquesta primera fase no es tracta de duplicar tota la cadena de producció, sinó de fer proves per acabar d'establir l'arquitectura de la cadena de processament del nou sistema radar.

En aquesta fase, l'adjudicatari, en coordinació amb el **Responsable de maquinari i programari**, instal·larà a l'entorn virtual VMWare de l'SMC el nou servidor central SC-HUB i el nou processador de dades RDP-OPE (Secció 3.7). Amb aquestes dues màquines, es duran a terme proves de processament de dades base i de generació de productes amb el nou programari. També s'haurà de configurar una màquina TDT-VIS1 amb el nou programari de visualització, per visualitzar i analitzar les noves dades i productes.

Durant aquesta fase, l'SC-HUB nou rebrà les dades dels radars actuals a través del HUB existent, i no directament dels radars. El nou programari de processament lliurat per l'adjudicatari, i instal·lat en la màquina RDP-OPE, haurà de poder transformar les dades del format radar actual de la XRAD al format nadiu nou programari, per tal de poder generar productes en el nou format amb els nous algorismes.

Fites que cal assolir durant aquesta fase:

- Instal·lació i configuració efectiva de les noves màquines (SC-HUB i RDP-OPE) a l'entorn virtual VMWare de l'SMC i configuració d'una màquina amb el nou programari de visualització.
- Transformació efectiva del format de dades actual al format nadiu del nou programari radar i a altres formats estàndard.
- Generació de productes amb el nou programari a partir de les dades dels radars actuals.
- Activació del sistema de visualització de dades del nou programari, perquè els diferents usuaris de l'SMC es puguin anar familiaritzant amb les noves dades i productes.

4.6.2. Fase 2. Posada en marxa del primer radar

Aquesta segona fase de la migració del sistema es posarà en marxa amb l'entrada en servei del primer radar de la nova xarxa. La finalitat d'aquesta segona fase és doble: integrar les dades del nou radar a la cadena de producció existent (fase 2.1), i desenvolupar la nova cadena operativa basada en els nous radars (fase 2.2).

Fase 2.1. Integració de les noves dades a la cadena de producció existent.

En aquesta Fase 2, les dades generades pel nou radar s'enviaran al nou servidor central, el qual les distribuirà cap a l'RDP-OPE. El programari de processament en aquesta nova màquina RDP, haurà de

poder transformar les dades procedents del nou radar, del format nadiu al format actual de la XRAD. Les dades transformades s'ingestaran després en la cadena operativa actual, per continuar generant els productes actualment en servei.

Fase 2.2. Proves de la nova cadena operativa.

A partir de les dades subministrades pel nou radar, les quals arribaran a l'RVP-OPE, es començarà a generar, en paral·lel, productes amb el nou programari.

La finalitat d'aquesta fase és establir una nova cadena de producció, que abans de la finalització del projecte ha de substituir la cadena operativa actual.

En aquesta fase, si no abans, s'haurà de duplicar el RDP, establint una màquina RDP en producció (RDP-OPE) i una màquina RDP de desenvolupament (RDP-DEV) (Secció 3.7.3).

Aquesta fase haurà de contemplar la generació de productes compostos en la nova cadena de producció, a partir del moment en què s'instal·li el segon radar.

Fites que cal assolir durant aquesta fase:

- Incorporar les noves dades radar a la cadena operativa actual a través de la transformació efectiva del format nadiu del nou programari radar al format actual.
- Establir l'arquitectura de la nova cadena de producció i validar-la generant nous productes, que hauran d'arribar a l'usuari final a través del visor de dades.

4.6.3. Fase 3. Canvi efectiu de la cadena operativa

En la data a determinar en el cronograma del projecte, que s'establirà conjuntament amb l'adjudicatari, es realitzarà el canvi efectiu de la cadena operativa.

La nova cadena operativa, que s'haurà anat configurant i testejant progressivament en les fases anteriors a mesura que hagin entrat en funcionament els nous radars, entrarà finalment en servei a substituir l'actual, cobrint les necessitats actuals de l'SMC en productes radar, així com oferint els nous productes derivats de les capacitats de doble-polarimetria dels nous radars.

Fites que cal assolir durant aquesta fase:

- Disposar d'una cadena operativa basada en els nous radars que cobreixi les necessitats de l'SMC.
- Oferir el catàleg de productes de l'SMC així com nous productes radar derivats de la tecnologia de doble-polarització.

5. Capítol 5 CONDICIONS D'EXECUCIÓ

5.1. ESTRUCTURA DE GESTIÓ

Per a garantir l'aplicació adequada del contracte, es crearà una **Comissió de Seguiment**, que a l'hora estarà formada per un **Comitè Directiu** i un **Comitè Tècnic**. Tant l'SMC com l'adjudicatari estaran representades en ambdós comitès. A priori, l'idioma emprat en aquests comitès serà l'anglès.

El **Comitè Directiu** serà el responsable de

- La coordinació general entre ambdues parts.
- El seguiment administratiu del contracte.
- La gestió i aprovació de canvis en el projecte executiu durant el desenvolupament d'aquest.
- L'Establiment d'un calendari de reunions periòdiques entre les parts.
- La redacció de les actes de seguiment del Projecte.

Després de la signatura del contracte, ambdues parts determinaran les persones que integraran el **Comitè Directiu**. En funció de les necessitats del projecte, el **Comitè Directiu** podrà decidir augmentar el nombre dels seus membres de manera temporal o permanent.

Com a mínim un membre del **Comitè Directiu** de cada part formarà part de la gestió en les respectives organitzacions i tindrà la potestat de prendre decisions amb conseqüències per al Contracte.

El **Comitè Directiu** celebrarà reunions periòdiques, almenys dues vegades a l'any. Les reunions es poden organitzar tan presencials com a videoconferència. Això no obstant, la primera reunió tindrà lloc a la seu de l'SMC. L'adjudicatari assistirà a aquesta reunió, i posteriors que tinguin format presencial sense càrrecs.

L'SMC anomenarà un secretari dins del **Comitè Directiu**, que serà el responsable d'organitzar les reunions, enviarà l'ordre del dia i s'assegurarà que es redactin i s'enviïn les actes de la reunió als participants.

Finalment, **Comitè Directiu** designarà, per cada part, els integrants del **Comitè Tècnic**. El responsable tècnic ha de tenir habilitats i experiència significatives en el camp de la tecnologia de radar meteorològic. El responsable de **Comitè Tècnic** de cada part participará en les reunions del Comitè Directiu.

El **Comitè Tècnic** serà el responsable de:

- El seguiment de tasques, compliment del calendari i contacte permanent entre les parts
- La creació de **grups de treball** per abordar temes concrets, com poden ser les necessitats de telecomunicacions, les adaptacions dels edificis abans de la instal·lació del radar, etc.
- El seguiment del procés d'instal·lació i posada en marxa del sistema radar

- El seguiment del procés d'instal·lació del programari i posada en operativa del flux de dades, enviaments i generació de productes
- La preparació dels informes d'estat requerits pel **Comitè Directiu**.

El **Comitè Tècnic** celebrarà reunions periòdiques, com a mínim dues vegades a l'any i es reunirà quan sigui necessari. Les reunions podran ser presencials o a través de videoconferència. En qualsevol cas, el personal designat per l'adjudicatari hi assistirà sense càrrecs.

5.1.1. Adscripció de mitjans

Atesa la naturalesa del contracte, els licitadors s'han de comprometre a dedicar o adscriure a l'execució del contracte els mitjans personals necessaris descrits al quadre de característiques del Plec de clàusules administratives particulars. Aquest compromís s'ha de presentar en el moment de presentar l'oferta.

Únicament l'empresa proposada com adjudicatària haurà d'acreditar que disposa de l'equip de personal tècnic suficient per executar el projecte, mitjançant les titulacions i la vida laboral, de conformitat amb l'article 150.2 de la LCSP. Aquest compromís tindrà el caràcter de requisit essencial, als efectes del que preveu l'article 211 de l'LCSP. Alternativament, i si s'escau, aquesta acreditació es podrà efectuar mitjançant declaració responsable per part de l'empresa on es declari no tenir encara contractades les persones treballadores que s'ocuparan en l'execució del contracte i que acreditarà l'afiliació i l'alta de totes elles quan les hagi contractat i sempre amb caràcter previ a l'inici de l'activitat contractada.

A banda de l'equip de treball propi de l'empresa adjudicatària, caldrà incloure també totes les empreses subcontractades i descriure el paper que juguen aquestes empreses en el projecte i les tasques que els seran assignades. Les condicions per la subcontractació estan definides als articles 215, 216 i 217 de la Llei 9/2017, de 8 de novembre, de contractes del sector públic (en endavant, LCSP).

L'adjudicatari està obligat al compliment de les disposicions vigents en matèria laboral, de seguretat social i seguretat i salut en el treball. Així mateix, haurà de complir la normativa tècnica d'àmbit estatal, autonòmic i municipal que calgui aplicar.

L'execució del present contracte es realitza a risc i ventura de l'adjudicatari.

L'incompliment d'aquestes obligacions per part de l'adjudicatari, o la infracció de les disposicions sobre seguretat per part del personal tècnic, per ell designat, no implicaran cap responsabilitat per SMC.

5.1.1.1. Equip de treball

Per tal de garantir la realització satisfactòria de les tasques que es descriuen en aquest PPT, l'adjudicatari haurà de presentar un equip format per la quantitat de persones que consideri oportunes, però és requisit d'aquest plec definir els següents responsables:

- Project Manager
- Responsable del procés de fabricació
- Responsable del procés d'instal·lació i posada en marxa
- Responsable de maquinari i programari
- Responsable de la formació
- Responsable Administratiu del Projecte

L'equip de treball proposat s'haurà de mantenir durant l'execució del contracte. En cas que sigui imprescindible canviar alguna de les persones, caldrà que la nova persona assignada compleixi els mateixos requisits que la persona substituïda i que hi hagi l'autorització prèvia per part de l'òrgan de contractació.

Experiència de l'equip de treball.

L'esmentat equip de personal tècnic haurà de disposar, com a mínim, de les següents figures:

- 1) La figura de **Project Manager** l'ocuparà un enginyer que acrediti tenir mínim cinc anys d'experiència en gestió i operació de sistemes de radar polarimètrics de banda C, similars als d'aquest projecte.
- 2) La figura de **Responsable del procés de fabricació** l'ocuparà un enginyer que acrediti tenir com a mínim tres anys d'experiència en la fabricació, muntatge i calibratge de sistemes de radar polarimètrics de banda C, similars als d'aquest projecte.
- 3) La figura de **Responsable del procés d'instal·lació i posada en marxa** l'ocuparà un enginyer que acrediti tenir com a mínim tres anys d'experiència en la instal·lació, manteniment i calibratge de sistemes de radar polarimètrics de banda C, similars als d'aquest projecte.
- 4) La figura de **Responsable de maquinari i programari** l'ocuparà un enginyer que acrediti tenir com a mínim tres anys d'experiència en el desenvolupament i instal·lació de programari dissenyat per a la gestió de sistemes de radar polarimètrics de banda C, similars als d'aquest projecte.
- 5) La figura de **Responsable de formació** l'ocuparà un enginyer que acrediti tenir mínim tres anys d'experiència en gestió i operació de sistemes de radar polarimètrics de banda C, similars als d'aquest projecte.
- 6) La figura de **Responsable Administratiu del Projecte** l'ocuparà una persona que acrediti tenir mínim tres anys d'experiència en la gestió econòmica i administrativa de projectes similars als d'aquest projecte.

5.1.2. Estructura de gestió i adscripció de mitjans per la fase d'instal·lació

L'adjudicatari designarà un Responsable del procés d'instal·lació i posada en marxa, que s'ocuparà de coordinar les tasques que cal dur a terme durant les fases de subministrament (secció 452), instal·lació (secció 454) i posada en marxa del conjunt del sistema radar (secció 455).

L'SMC designarà un Cap d'Obra (CdO) i un Coordinador de Seguretat i Salut Laboral (CSSL), que s'ocuparan de la coordinació dels projectes d'adaptació estructural dels edificis radar i preparació prèvia a les tasques pròpies d'instal·lació (secció 453), així com de les tasques que corresponen a l'SMC durant el període d'instal·lació (secció 454). Cal fer notar que l'SMC es reserva el dret de subcontractar aquesta figura i d'assignar les funcions de CdO i CSSL a la mateixa persona.

Hi haurà d'haver una comunicació directa entre el Responsable del procés d'instal·lació i posada en marxa de l'empresa adjudicatària i el CdO/CSSL designats per l'SMC. Ambdues parts hauran de coordinar-se per poder executar el PEX en la fase d'instal·lació de cadascun dels radars (secció 4.5).

Durant aquesta fase hauran de:

- Organitzar i dirigir les reunions periòdiques de seguiment del projecte (Comitè Tècnic) i reunions periòdiques extraordinàries (Comitè Directiu) si les considera necessàries.
- Presentar un Informe de seguiment cada setmana que indiqui, com a mínim, el progrés del projecte i informació sobre l'estat dels treballs en relació amb el cronograma. Aquest informe també inclourà una avaluació de riscos.

5.2. FORMACIÓ

La finalitat de la formació és transmetre el coneixement necessari, als tècnics de l'SMC, sobre el funcionament del sistema de radar meteorològic perquè, en completar el curs, puguin calibrar, operar i mantenir el sistema de radar utilitzant el programari adient i les eines adequades. Aquestes hores es distribuïran segons les necessitats dels diferents equips de l'SMC que necessiten formació sobre la nova xarxa i els nous productes derivats de la tècnica polarimètrica.

(OBL) Els requisits bàsics de la formació són els següents:

- A. La figura del **Responsable de formació** s'ocuparà de coordinar les diferents sessions de formació.
- B. La formació s'efectuarà a la seu de l'SMC o es podrà fer en línia si l'SMC ho considera adient. Si es considera necessari, alguna de les sessions es farà en un dels emplaçaments radar, a designar per l'SMC.
- C. La formació es farà en llengua anglesa.
- D. Tots els cursos de formació previstos s'hauran de dur a terme abans de la finalització fase de prova operativa del primer radar que s'instal·li en aquest contracte.

- E. En relació amb el nivell dels formadors, el **Responsable de formació** haurà de justificar l'experiència educativa, habilitats i experiència en el camp de la tecnologia Radar dels formadors de les diferents sessions.
- F. La formació es basarà en els manuals i documentació tècnica oficials del sistema de radar instal·lat (vegeu l'apartat de documentació).
- G. El material del curs es proporcionarà als aprenents per a una referència posterior. (vegeu l'apartat de documentació).
- H. Els cursos han de contenir continguts teòrics i pràctics.
- I. El licitador ha d'enumerar quin equipament (PC, portàtil, projector, etc.) necessita per a la correcta realització de la seva proposta formativa, ja sigui a la seu del SMC, en línia, o en una de les instal·lacions radar, de manera que el SMC pugui assegurar-se que aquesta s'imparteixi en les millors condicions possibles.
- J. Els cursos han de contemplar un període de temps posterior a aquesta, on els formadors que hagin impartit la formació estiguin disponibles per poder respondre a dubtes sorgits d'aquesta formació.
- K. Els participants poden ser tècnics de l'SMC, però també personal d'altres entitats i tercers designats per l'SMC.
- L. Es lliurarà un certificat d'assistència i aprofitament personalitzat als assistents de cadascuna de les formacions temàtiques que es descriuen més endavant.

(OBL) S'impartiran, com a mínim, quatre (4) cursos.

- Operador radar
- Manteniment i calibratge
- Programari i administració del sistema
- Usuari (predictor)

A la taula 5.1 es descriuen els continguts que han de cobrir els cursos així com la duració de cadascun d'ells, el lloc on s'impartirà i els destinataris.

Taula 5.1. Formació associada al projecte de renovació de la XRAD. Tipus de formació, continguts, durada, centre on es durà a terme i equips destinataris de la formació (TDT: Equip de Teledetecció, TIC: Equip d'informàtica i comunicacions, EPV: Equip de predicció i vigilància).

CURS	Continguts	Duració	Lloc	Destinataris
Formació 1 <i>Operador</i>	Principis bàsics de funcionament del receptor i el processador. Programari del sistema de radar, les mesures del radar, el processament del senyal (amb els filtres i correccions aplicades a les dades) i l'enviament de dades. Definició i programació de tasques, configuració i generació de productes (formats de dades, projeccions, algorismes de correcció), visualització de dades i productes. Eines d'anàlisi de dades i de productes. Flux de dades.	10 dies (dos períodes de 5 dies)	Oficina SMC Radar	TDT (6)
Formació 2 <i>Manteniment i calibratge</i>	Funcionament operatiu, manteniments periòdics (automatitzats i no automatitzats), calibratge, supervisió del rendiment del sistema, diagnòstic i procediments de resolució d'incidències dels principals sub-sistemes del radar: antena i pedestal, guia-ones, emissor i receptor. Programari de manteniment.	5 dies	Radar	TDT (6)
Formació 3 <i>Administrador</i>	Instal·lació, manteniment i actualització del programari. Còpies de seguretat del sistema i restauració el programari	2 dies	Oficina SMC	TIC (4), TDT (6)
Formació 4 <i>Usuari</i>	Meteorologia radar bàsica: interpretació, aplicació i visualització de dades i de productes.	3 dies	Oficina SMC	EPV (15), TDT (6)

5.3. PRESENTACIÓ DE LES OFERTES I DOCUMENTACIÓ

A banda dels requisits administratius, en l'àmbit tècnic els licitadors hauran de presentar dos documents: la Taula de requisits tècnics degudament complimentada i una memòria amb el Pla de Projecte.

1 Taula de requisits tècnics

Les empreses licitadores hauran de lliurar el document 'taula_requisits_tècnics.xlsx' degudament complimentat.

El document 'taula_requisits_tècnics.xlsx' conté dos fulls; un primer amb els requisits tècnics i un segon amb els requisits d'instal·lació i subministrament dels equipaments licitats. Les taules de requisits contenen la identificació i descripció de cada requisit, així com la documentació i/o els tests requerits per justificar-lo o acceptar-lo. La columna de 'PUNTUACIÓ MÀX.' indica si el requisit és obligatori (OBL) o valorable (VAL), en el qual cas també indica la puntuació màxima de l'ítem sobre el total de punts valorables.

Les empreses licitadores hauran d'omplir la columna 'RESPOSTA LICITADOR' d'ambdues taules per a tots els ítems obligatoris (OBL) i per aquells ítems valorables (VAL) que ofereixi, justificant breument la solució que proposa en la seva oferta per al compliment del requisit demanat. A més, haurà d'aportar la documentació requerida en la columna 'DOCUMENTACIÓ'. L'empresa licitadora podrà, pels ítems que consideri necessari, indicar la documentació justificativa addicional aportada i/o les particularitats de la solució suggerida.

2 Pla de Projecte

L'oferta del licitador haurà d'incloure una memòria amb una proposta de Pla de Projecte, tal com es detalla a la secció 4.3.2

Les empreses licitadores hauran d'incloure en les ofertes la descripció completa del material a subministrar (element, model, fabricant i garantia).

Els licitadors hauran d'acreditar que els productes a subministrar compleixen els requisits tècnics exigits, pels mitjans previstos a l'article 89 de la Llei de Contractes del Sector Públic (LCSP), en els seus apartats a) i e).

5.4. LLOC I TERMINI DE LLIURAMENT

Els diferents terminis de lliurament es comptabilitzaran a partir de la data de formalització del contracte. A partir d'aquesta data, la Taula 4.2. defineix la data dels diferents lliuraments.

El subministrament de cadascun dels radars es farà en dues fases. A la primera fase s'haurà de subministrar l'anell de fixació del radar a la infraestructura, i a la segona fase la resta d'elements per a la instal·lació i posada en marxa. El subministrament del material per cada radar es farà a l'emplaçament de cada radar. Les dates quedaran definides a partir de la data de signatura del contracte (veure Taula 4.2.)

L'adjudicatari es farà càrrec de les tasques de preparació per a la instal·lació, com és el transport de tot el material fins a l'emplaçament de cada radar. També es farà càrrec de l'emmagatzematge provisional de tot el material fins a la seva instal·lació, en unes condicions ambientals apropiades.

Tots els lliuraments relacionats amb la migració del sistema, el servidor central SC-HUB, l'RDP operatiu RDP-OPE i l'RDP de desenvolupament RDP-DEV, localitzats en màquines de l'entorn virtuals VMWare 7 al CPD de l'SMC (secció 3.7.3), es lliuraran a l'adreça postal que tingui l'SMC en data de signatura del contracte.

5.5. CONDICIONS LEGALS I DE GARANTIA

5.5.1. Abast de la garantia

La garantia ha de cobrir el conjunt de l'equipament radar i els recanvis subministrats en el cas d'una substitució deguda al mal funcionament o estat defectuós de qualsevol equip o component del sistema radar, excepte les derivades del mal ús per part de l'usuari. Aquesta garantia inclourà, en tots els casos, els costos d'enviament, en ambdós sentits, de les peces defectuoses. Així mateix, la garantia cobrirà tant el suport tècnic necessari i les despeses de mà d'obra, tant a fàbrica com als emplaçaments radar, per a la reparació nominal de l'equip (és a dir, respectant el rendiment i els requisits del PPT).

L'SMC, ja sigui a través dels seus tècnics o delegant aquesta responsabilitat al Cap d'Obra, farà una supervisió local de les tasques d'instal·lació realitzades per l'adjudicatari, per assegurar-se que segueixen estrictament els requisits de proveïdor. Aquesta supervisió garantirà que el proveïdor garanteix la garantia la sense qüestionar les condicions d'instal·lació.

Es lliuraran, amb els equips adquirits, els certificats de garantia del fabricant dels equips instal·lats i dels recanvis. L'adjudicatari garanteix que tota la informació subministrada és veraç. L'SMC conserva el dret a la indemnització, en cas d'informació incorrecta o incompleta.

L'adjudicatari està obligat a disposar dels recanvis necessaris durant un mínim de deu (10) anys a partir del lliurament de la instal·lació i, per tant, ha d'abstenir-se de posar elements que no disposin de recanvis durant aquest període mínim, amb l'objectiu de garantir el funcionament de les unitats en el cas que el fabricant descatalogui el producte dins dels deu (10) anys esmentats. Aquests recanvis han de ser idèntics als instal·lats o, en tot cas, perfectament compatibles.

Per les avaries ocasionades a conseqüència del mal ús de l'usuari, l'SMC podrà demanar a l'adjudicatari del contracte un pressupost de reparació, que s'elaborarà sense cost addicional. En el cas de ser acceptat el pressupost, l'empresa adjudicatària farà la reparació en els mateixos terminis i condicions (substitució per peces originals, manteniment de la garantia de les peces substituïdes, etc.) que pel servei de manteniment en garantia.

L'adjudicatari s'assegurarà que, durant el període d'implementació del projecte i el període de garantia posterior a la seva implementació operativa final, el conjunt del programari i microprogramari (firmware) funcioni amb l'última versió publicada dels sistemes operatius. Així mateix, haurà de proporcionar, sense cost afegit, les actualitzacions necessàries durant el període de vigència de les llicències, tal com s'estableix a la Secció 3.8 del PPT

Tenint present que els radars s'instal·laran de manera progressiva, si durant el transcurs del projecte apareixen noves versions de programari i microprogramari, aquestes s'hauran d'actualitzar als radars ja en operació, de tal manera que al final del projecte les versions de programari i microprogramari (firmware) sigui homogènia, i en la darrera versió disponible, al conjunt de la Xarxa.

5.5.2. Durada de la garantia

La garantia mínima per cada element lliurat serà de com a mínim de dos (2) anys, o, en el cas que sigui major, la pròpia que especifiqui el fabricant. La garantia sobre cada component haurà d'estar degudament documentada.

Adicionalment, l'adjudicatari haurà de donar una garantia de tres (3) anys sobre les parts mòbils de l'antena.

La garantia serà específica pels components de cada radar i es farà efectiva un cop l'SMC hagi certificat la superació del test d'acceptació "in situ" per cadascun dels radars (Site Acceptance Test, secció 4.5.5 del PPT).

La part administrativa del Plec estableix les condicions d'extensió d'aquesta garantia.

Els criteris d'adjudicació del contracte estableixen que es valorarà l'extensió de garantia fins als 5 anys.

5.6. PENALITATS

5.6.1. Penalitats per demora

Quan el contractista, per causes imputables al mateix, hagués incorregut en demora respecte al lliurament de les tasques encarregades, el SMC podrà imposar penalitats corresponents a la deducció en la factura final d'un 1% de l'import de l'encàrrec per dia de retard no justificat.

En tot cas, la constitució en demora de l'empresa contractista no requereix interpel·lació o intimació prèvia per part de l'Administració.

5.6.2. Penalitats per compliment defectuós de la prestació

Les penalitats per compliment defectuós de la prestació o per incompliment dels compromisos o de les condicions especials d'execució que no tenen caràcter d'obligació essencial, entès com a tal el fet que es constatin deficiències o errors en els informes que l'empresa contractista elabori, consistiran en la deducció en la factura final del 5% de l'import de l'encàrrec.

Aquesta penalitat s'aplicarà sense perjudici de l'obligació del contractista d'esmenar els errors sense cap cost afegit.

5.6.3. Penalitats per incompliment de les condicions essencials

Les penalitats per incompliment del compromís a adscriure a l'execució del contracte un determinat personal consistirà en la deducció del 5% en la factura final de l'encàrrec en què s'hagi imposat la penalitat.

El SMC podrà imposar penalitats pels casos especificats a les lletres 5.6..1, 5.6..2 i 5.6..3 d'aquest Plec fins al límit màxim del 10% del pressupost del contracte. El fet d'arribar a aquest llindar és causa de resolució del contracte.

5.7. PROTECCIÓ DE DADES

El licitador declara que coneix i s'obliga a complir la Llei Orgànica 3/2018, de 5 de desembre, de Protecció de Dades Personals i Garantia dels Drets Digitals., el Reglament (UE) 2016/679 del Parlament Europeu i del Consell, de 27 d'abril de 2016, relatiu a la protecció de les persones físiques pel que fa al tractament de dades personals i a la lliure circulació d'aquestes dades i pel qual es deroga la Directiva 95/46/CE, així com qualsevol altra norma que sigui d'aplicació.

El licitador és coneixedor que mitjançant la signatura d'aquest compromís de confidencialitat consent que les seves dades personals recollides a l'expedient, així com aquelles que es poguessin recollir en el futur, puguin ser incorporades per l'SMC en el seu propi fitxer automatitzat de recollida de dades amb la finalitat de gestionar correctament la relació contractual, i eventualment, per una gestió administrativa i/o comercial.

La base legal per al tractament de les dades és la relació contractual. Les dades no seran cedides a tercers, llevat obligació legal o que respongui a una necessitat per al desenvolupament, compliment i control de la relació existent. Les dades personals proporcionades es conservaran mentre es mantingui la relació contractual. Finalitzada aquesta relació, les dades seran conservades mentre sigui necessari per complir amb obligacions legals. Un cop prescrites les responsabilitats derivades d'aquestes obligacions, les dades seran suprimides.

Els signants tenen dret a accedir a les seves dades personals, a sol·licitar la rectificació d'aquelles que siguin inexactes, així com a la seva supressió quan, entre altres motius, ja no siguin necessàries per a les finalitats per a les quals van ser recollides. En determinades circumstàncies, també podran sol·licitar la limitació del seu tractament, en aquest cas únicament es conservaran per a l'exercici o la defensa de reclamacions. Així mateix, podran revocar el consentiment prestat i demanar la portabilitat de les seves dades. Per motius relacionats amb la seva situació particular, podran oposar-se al seu tractament i les parts deixaran de tractar-les, excepte per motius legítims imperiosos o per a l'exercici o la defensa de possibles reclamacions. Els signants podran exercir els seus drets en el domicili social de cadascuna de les parts, adjuntant fotocòpia del DNI i indicant el dret que exerceixen.

Les dades de contacte del delegat de protecció de dades per part del SMC és:



**Servei Meteorològic
de Catalunya**

protecciodades.meteocat@gencat.cat

Si els signants consideren que els seus drets no s'han atès degudament, tenen dret a presentar una reclamació davant l'Autoritat Catalana de Protecció de Dades.

Vistiplau,

Tècnic de l'Equip de Teledetecció

Cap de l'Àrea de Sistemes
d'Observació Meteorològica



ANNEX 1: Condicions geogràfiques i climàtiques

DADES D'ESTACIONS METEOROLÒGIQUES AUTOMÀTIQUES

Amb l'objectiu de conèixer la climatologia de les zones on s'ubiquen els quatre radars gestionats per l'SMC, s'han considerat les estacions disponibles de la XEMA (Xarxa d'Estacions Meteorològiques Automàtiques) més representatives. Aquestes estacions són o bé les més pròximes als punts on estan instal·lats els radars, o bé es troben a una altitud similar i poden representar condicions extremes de vent o de temperatura assolides. Aquestes estacions es presenten a la taula següent.

Nom del radar	Ubicació Municipi (Comarca) Altitud (m)	EMA més pròxima Codi Altitud (m)	EMA Altitud similar Codi Altitud (m)
CDV Creu del Vent - La Panadella	Creu del Vent Montmaneu (Anoia) 825 m	La Panadella XA 785 m	---
LMI La Miranda - Tivissa-Llaberia	La Miranda Tivissa (Ribera d'Ebre) 925 m	Tivissa Y6 317 m	---
PBE Puig Bernat - Vallirana	Puig Bernat Vallirana (Baix Llobregat) 626 m	Vallirana D3 252 m	PN del Garraf – el Rascler (Baix Llobregat) UF 573 m
PDA Puig d'Arques	Puig d'Arques Cruïlles, Monells i Sant Sadurní de l'Heura (Baix Empordà) 535 m	Cassà de la Selva UN 171 m	Orís (Osona) CC 626 m

Atès que, amb l'excepció del radar de la Panadella, no es disposa de mesura ni d'observació meteorològica als indrets on s'ubiquen els radars, per a la resta de radars s'ha efectuat una aproximació amb la informació disponible. Cal esmentar que les estacions no disposen d'un mateix període comú de dades, donat que les dates d'instal·lació són diferents. A més, la informació també és heterogènia respecte al moment en què s'inicia la mesura de les variables.

Les EMA pròximes als radars s'ubiquen a una altitud força inferior en relació amb els radars, de nou exceptuant el cas de la Panadella. En el cas de Puig Arques i Vallirana la diferència és d'uns 350 m (més avall l'estació), i de fins a 600 m en el cas de Tivissa. Aquest és un aspecte rellevant, sobretot en el cas del vent i la temperatura. És per això que s'han considerat també estacions que disten més del punt del radar, però que se situen a una altitud semblant.

A continuació, es mostren gràfiques amb el resum de les dades climatològiques per a cada radar (Taula A1.1); els valors mitjans i els màxims i els mínims mensuals de les variables són els corresponents a la sèrie temporal de l'EMA més propera, però els màxims i mínims absoluts consideren també l'EMA a

altura propera a la del radar. Al final de l'annex es descriuen els trets més importants de les climatologies al voltant de cada radar.

Taula A2.1: Descripció de les variables climàtiques representades en les figures del present annex.

Fig.	Variable	Valors climàtics	Descripció i unitats
(a)	Temperatura (T)	mean	Mitjana de la T mitjana diària (°C)
		max.	Mitjana de la T màxima diària (°C)
		min.	Mitjana de la T mínima diària (°C)
		absolute max.	T màxima absoluta de la sèrie (°C)
		absolute min.	T mínima absoluta de la sèrie (°C)
(b)	Humitat relativa (RH)	mean	Mitjana de la RH mitjana diària (%)
		max.	Mitjana de la RH màxima diària (%)
(c)	Velocitat del vent (WS)	mean	Mitjana de la WS mitjana diària (m/s)
		max. gust	Mitjana de la ratxa màxima diària (m/s)
		absolute max. gust	Ratxa màxima absoluta de la sèrie (m/s)
(d)	Precipitació (PPT)	month accum.	Mitjana de la PPT acumulada en el mes (mm)
		max. 1h	Màxim absolut de la sèrie de la PPT acumulada en 1h (mm)
		max. 24h	Màxim absolut de la sèrie de la PPT acumulada en 24h (mm)
(e)	Nombre de dies d'ocurrència del fenomen	frost	Dies de glaçada (dies en què la temperatura mínima ha estat inferior o igual a 0 °C)
		PPT>0.1	Dies de precipitació PPT ≥ 0.1mm
		PPT>0.2	Dies de precipitació PPT ≥ 0.2mm

Per al radar de CDV (Figura A1.1), la precipitació anual és inferior a 500 mm, amb màxims a la primavera i tardor i mínims al juliol. Anualment, es comptabilitzen, de mitjana, 72 dies de pluja superior als 0.2 mm i 48 més superior a 0.1 mm (probablement, associats a boira, que és un fenomen molt habitual). La temperatura mitjana anual és de 12.2 °C, amb 39 dies de glaçada anuals, i extrems entre els -11 °C i els 40 °C. És un indret molt ventós, amb molt pocs dies de calma a l'any i ratxes de vent típicament al voltant dels 10 m/s, però que poden arribar a superar els 30 m/s.

Per LMI (Figura A1.2), la precipitació anual es troba al voltant d'uns 615 mm, amb màxims a la tardor i mínims al juliol. 68 dies de pluja superior als 0.2 mm, més 27 amb valors d'uns 0.1 mm (probablement, associats a boira). La temperatura mitjana anual és de 15.4°C, amb 9 dies de glaçada anuals, i extrems entre els -4 °C i els 41 °C. El vent és generalment suau (per sota de 2.5 m/s), però les ratxes de vent arriben fàcilment als 10 m/s, amb màxims de fins a 25 m/s.

Per al radar de PBE (Figura A1.3), la precipitació anual es troba al voltant dels 650 mm, amb màxims a la tardor i mínims al juliol i 80 dies de pluja superior als 0.2 mm i 30 més superior a 0.1 mm (probablement, associats a boira). La temperatura mitjana es mou al voltant de 14 °C, amb uns 8 dies de glaçada/any, i un rang de temperatures entre -6 °C i 35 °C. Les ratxes de vent arriben fàcilment als 10 m/s, amb màxims que poden superar els 35 m/s a l'hivern.

Pel que respecta a PDA (Figura A1.4), la precipitació anual és d'uns 750 mm, amb màxims a la tardor i primavera i juliol com a mes més sec. De mitjana, es reporten 90 dies de pluja superior als 0.2 mm i 10 més superior a 0.1 mm (probablement, associats a boira). La temperatura mitjana es troba prop de 14 °C, amb uns 45 dies de glaçada/any i un rang de temperatures entre -11 °C i 40 °C. No és un indret particularment ventós i les ratxes màximes es registren durant els mesos de primavera i tardor amb valors entre 25 i 30 m/s.

Com a conclusió, tot i que no hi ha cap radar situat en alta muntanya, les condicions que es donen a LMI i CDV poden ser extremes en algunes circumstàncies, especialment pel que respecta a la calor i al vent, mentre que per PBE i PDA el tret més característic seria la humitat (per la proximitat al mar).

CDV Creu del Vent - La Panadella

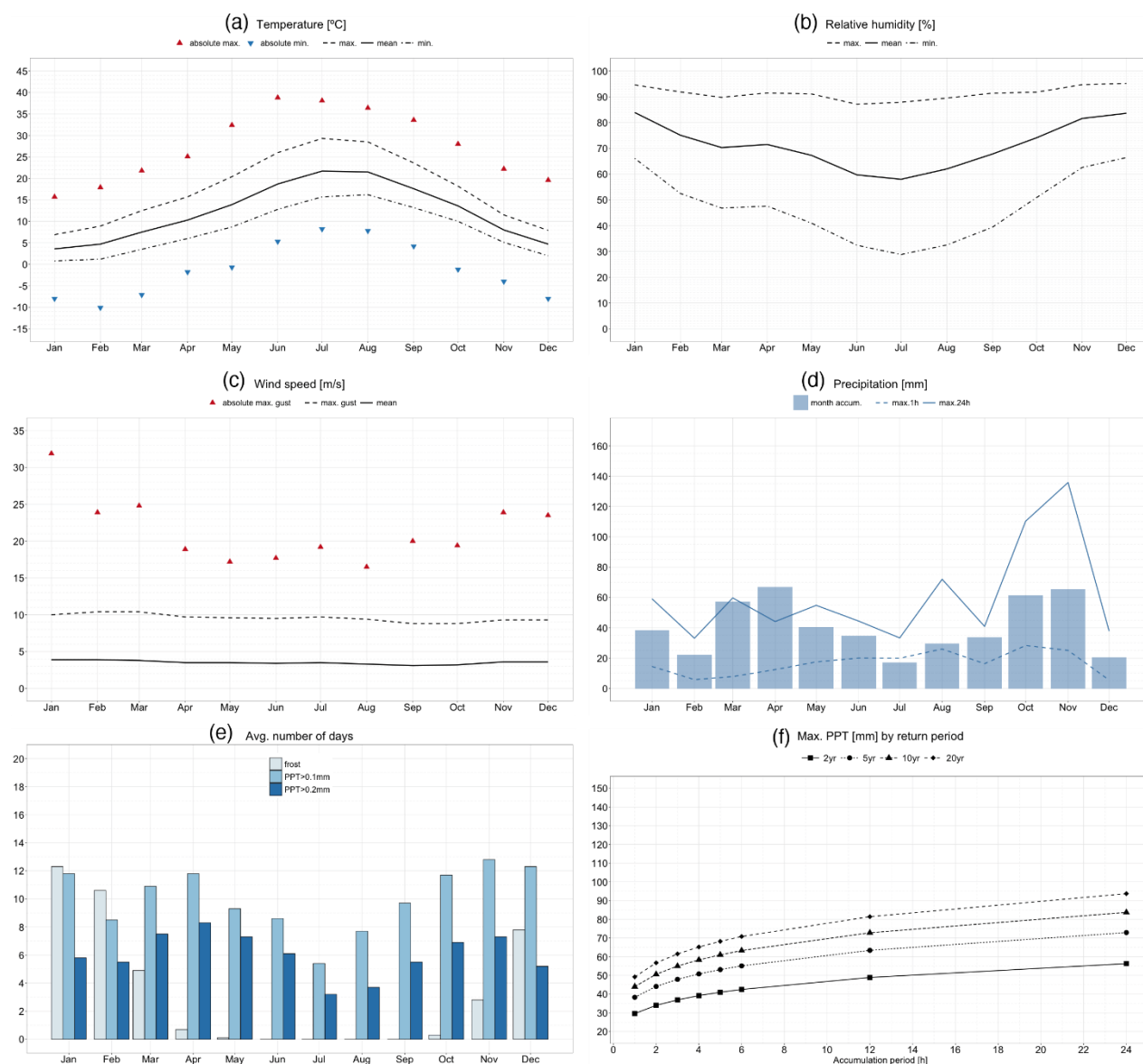


Figura A1.1: Estadístiques de les dades climatològiques mensuals pel radar de Creu del Vent (EMA La Panadella XA): (a) Temperatura (°C), període 2009-2020; (b) Humitat relativa (%), període 2010-2020; (c) Velocitat del vent, període 2010-2020; (d) Precipitació (mm), període 2010-2020; (e) Dies de glaçada i de precipitació, període 2010-2020; (f) Previsió de precipitació màxima acumulada (mm) per diferents temps de retorn.

LMI La Miranda - Tivissa

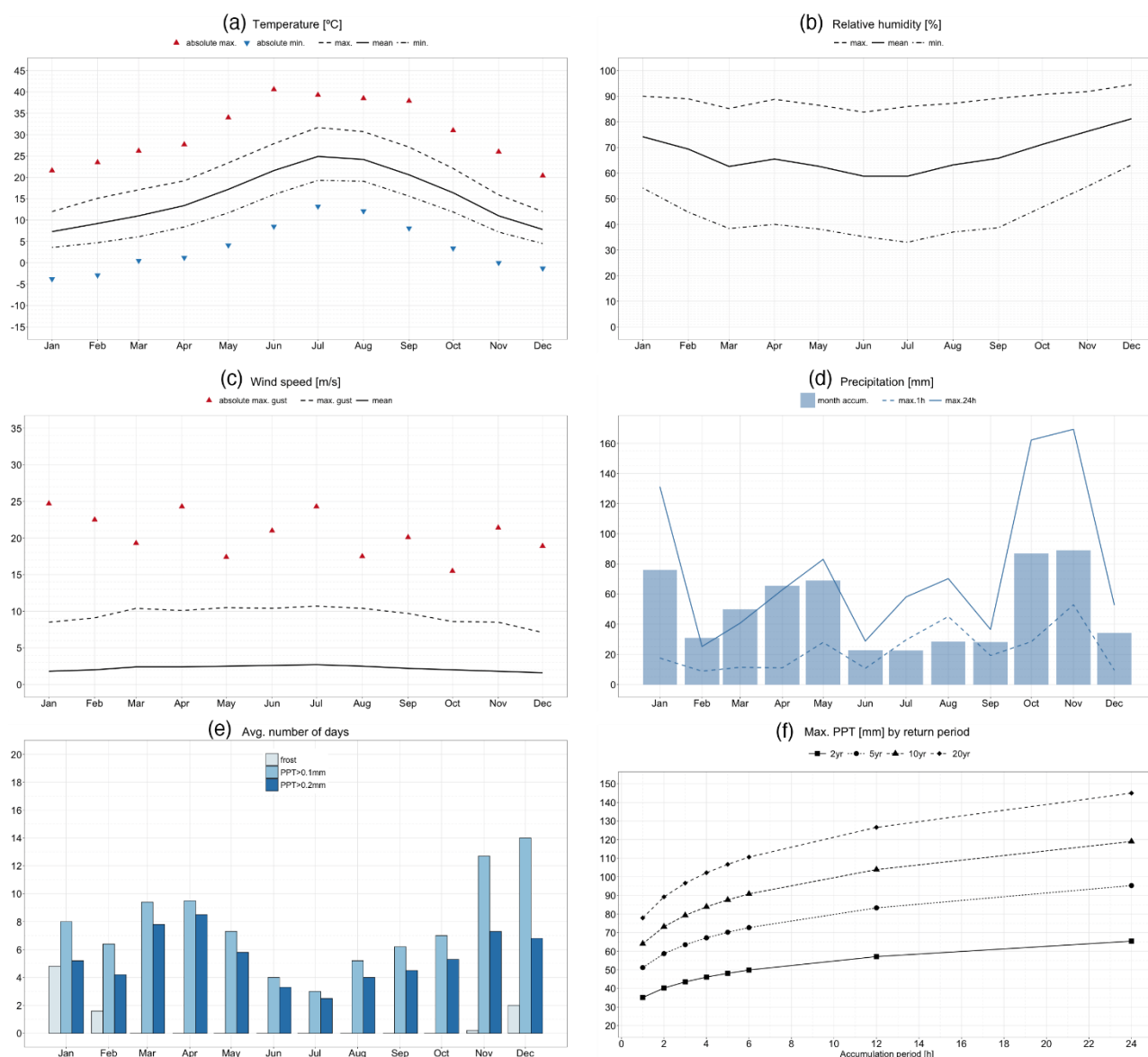


Figura A1.2: Estadístiques de les dades climatològiques mensuals pel radar de La Miranda (EMA Tivissa Y6): (a) Temperatura (°C), període 2009-2020; (b) Humitat relativa (%), període 2009-2020; (c) Velocitat del vent, període 2010-2020; (d) Precipitació (mm), període 2010-2020; (e) Dies de glaçada i de precipitació, període 2010-2020; (f) Previsió de precipitació màxima acumulada (mm) per diferents temps de retorn.

PBE Puig Bernat - Vallirana

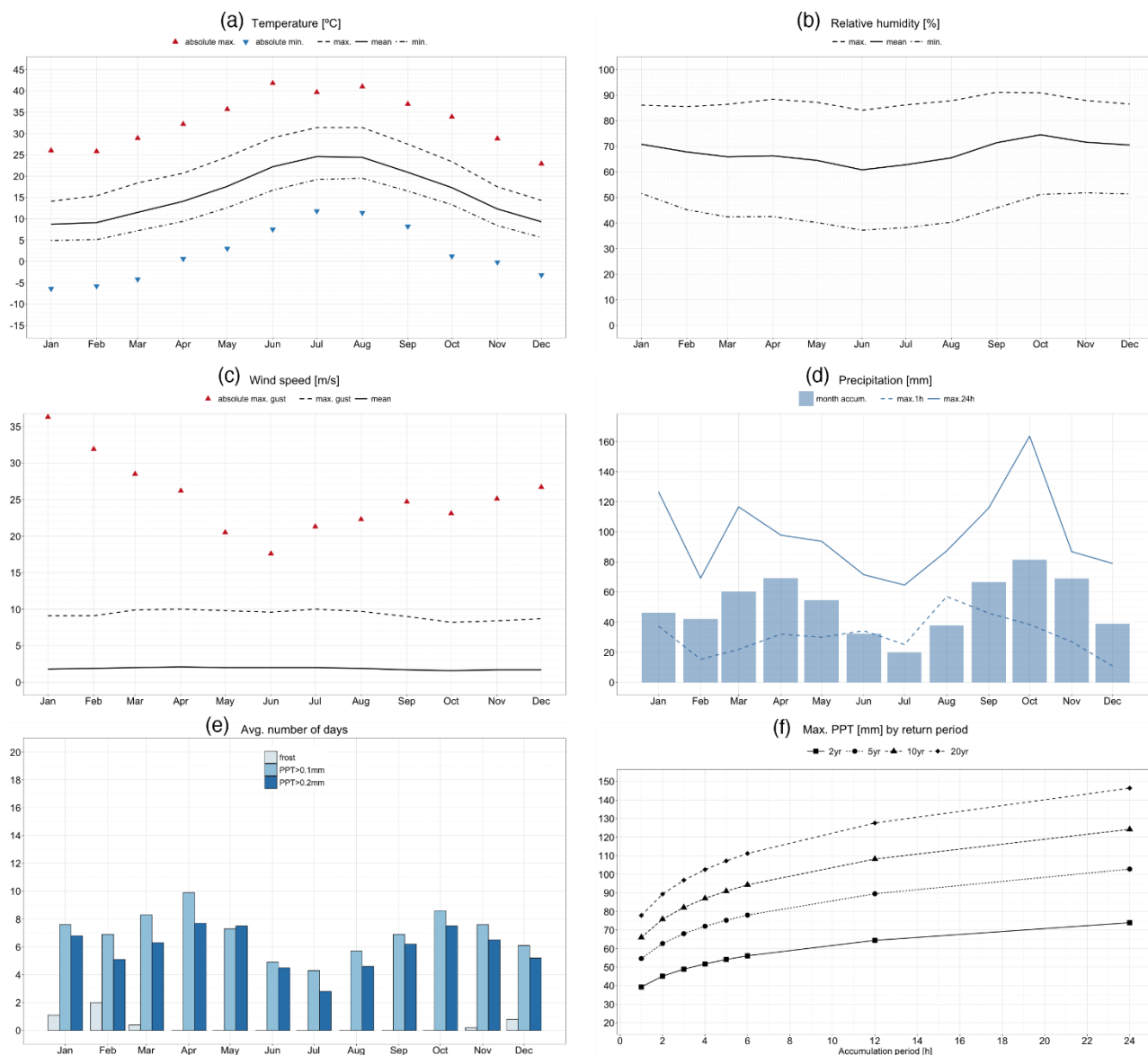


Figura A1.3: Estadístiques de les dades climatològiques mensuals pel radar de Puig Bernat (EMA Vallirana D3 i EMA PN del Garraf UF): (a) Temperatura (°C), període 1997-2020; (b) Humitat relativa (%), període 2010-2020; (c) Velocitat del vent, període 1999-2020; (d) Precipitació (mm), període 2010-2020; (e) Dies de glaçada i de precipitació, període 2004-2020; (f) Previsió de precipitació màxima acumulada (mm) per diferents temps de retorn.

PDA Puig D'Arques

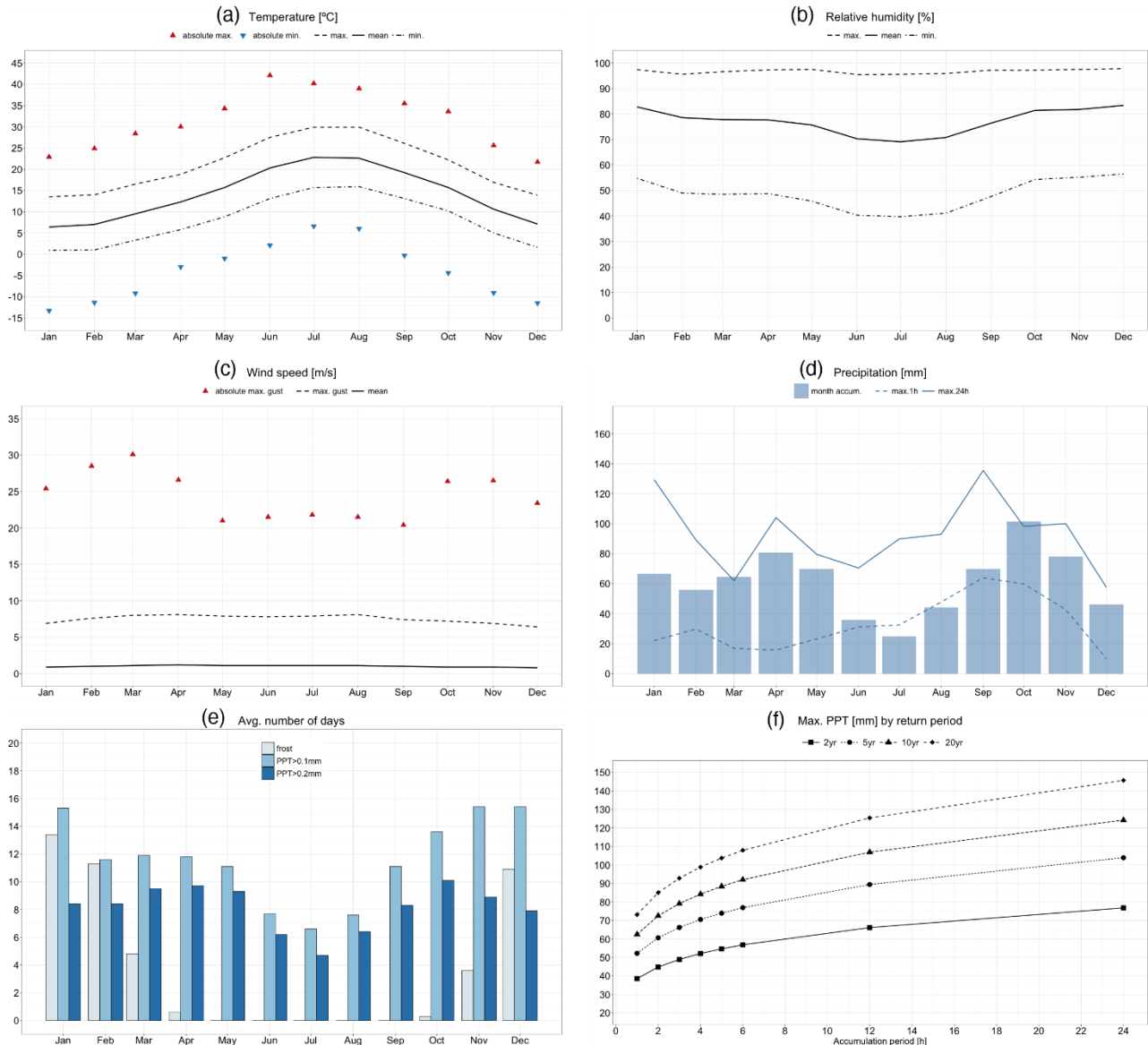


Figura A1.4: Estadístiques de les dades climatològiques mensuals pel radar de Puig D'Arques (EMA Cassà de la Selva UN i EMA Orís CC): (a) Temperatura (°C), període 2001-2020; (b) Humitat relativa (%), període 2010-2020; (c) Velocitat del vent, període 1999-2020; (d) Precipitació (mm), període 2010-2020; (e) Dies de glaçada i de precipitació, període 2004-2020; (f) Previsió de precipitació màxima acumulada (mm) per diferents temps de retorn.

DADES DE LA XARXA DE DETECCIÓ DE DESCÀRREGUES ELÈCTRIQUES

La Xarxa de Detecció de Descàrregues Elèctriques atmosfèriques (XDDE) del Servei Meteorològic de Catalunya (SMC) detecta i localitza els llamps generats per les tempestes que tenen lloc al nostre país al llarg de l'any.

Els resums anuals d'activitat i l'estudi climàtic de la base de dades de la XDDE permeten establir paràmetres com els dies de tempesta o la densitat anual de llamps, informació necessària per dimensionar, per exemple, mesures de protecció en infraestructures contra els danys que causen els llamps.

Valors mitjans (2006-2021)

Segons la sèrie de la XDDE (2006-2021) a Catalunya es registren, de mitjana, prop de quaranta-sis mil cinc-cents mil llamps a l'any, els quals e-s distribueixen en cent trenta-dos dies de tempesta.

La Figura A1.5 presenta la densitat de llamps a Catalunya (mitjana 2006-2021), i en particular per als emplaçaments dels quatre radars de la XRAD. El mapa mostra com el màxim de densitat se situa al Prepirineu, sobretot entre les comarques del Berguedà i comarques veïnes. Per contra, el mínim es troba al nord de la Costa Brava, fet que genera un notable gradient de densitat en poc més de 100 km entre màxim i mínim.

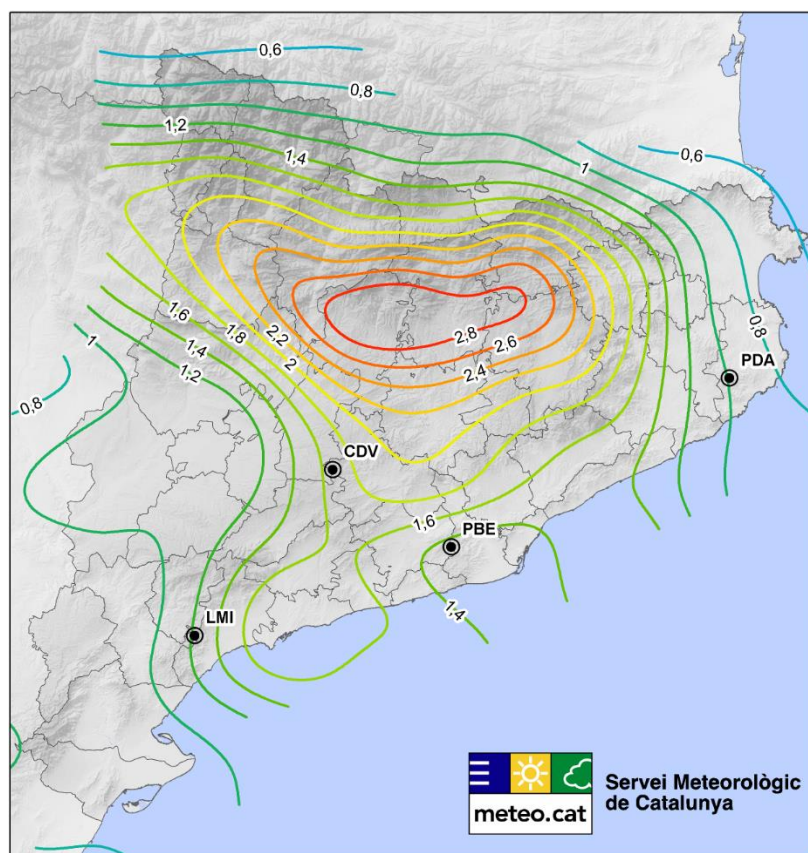


Figura A1.5 Densitat anual de llamps (llamps NT km⁻² any⁻¹), mitjana del període 2006-2021.

Dies de tempesta (Nivell Ceràunic)

Els dies de tempesta (referits també com a nivell ceràunic en l'àmbit de la protecció contra el llamp o en les telecomunicacions) representen el nombre de dies de l'any on hi ha tempesta en una determinada zona. La Figura A1.6 presenta el mapa de dies de tempesta a Catalunya, i en particular per als emplaçaments dels quatre radars de la XRAD . La Taula A2.2 presenta un resum de dues variables climàtiques relatives als llamps, densitat de llamps per km² i any (Ng) i dies de tempesta (DT) per als 4 radars.

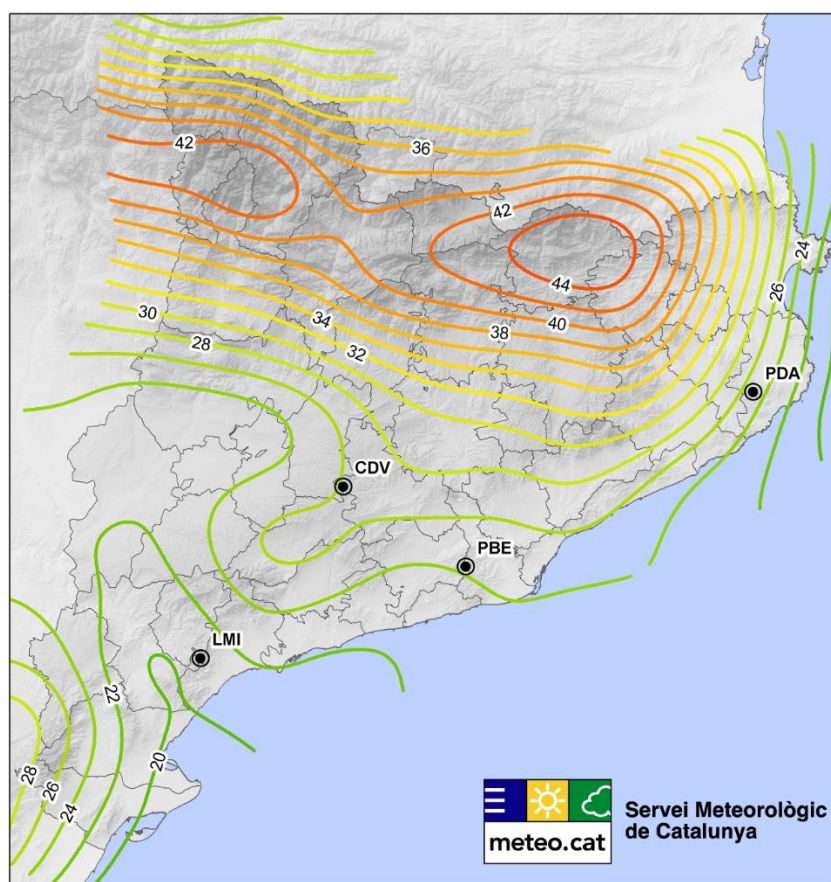


Figura A1.6: Dies de tempesta anuals del període 2006-2021, elaborat a partir de les dades de la XDDE.
Cercles: localització dels quatre radars de la XRAD.

Taula A2.2. Valors climàtics de densitat de llamps per km² i any (Ng) i dies de tempesta anuals (DT) pel conjunt de radars de l'SMC (mitjana 2011-2020).

Radar	Altitud (m)	Latitud	Longitud	Ng	DT
Puig d'Arques (PDA)	526	41.888851	2.997196	1.0	25
Vallirana (PBE)	612	41.373375	1.882153	1.4	24
La Panadella (CDV)	793	41.601793	1.402786	1.7	26
Tivissa-Llaberia (LMI)	916	41.09172	0.863474	1.2	21

ANNEX 2: Cobertura i bloqueig orogràfic

En aquest annex es presenten dades d'interès sobre la cobertura dels radars de la XRAD, tenint en compte la seva localització, a l'estratègia d'escaneig actual (Secció 2.2) i a l'orografia del territori català.

La Figura A2.1(a) mostra l'abast sobre el terreny dels radars de la xarxa per a l'elevació més baixa (0.6°) de les tasques volumètriques, i indica el nombre de radars que cobreixen cada zona del territori. La Figura A2.1(b) indica quina és l'altura més baixa de feix en cada punt del territori; l'altura del feix ha estat estimada en condicions de refracció estàndard amb el model-k de propagació ($k=4/3$) i l'altura mínima en un punt és aquella corresponent al feix del radar més proper al punt.

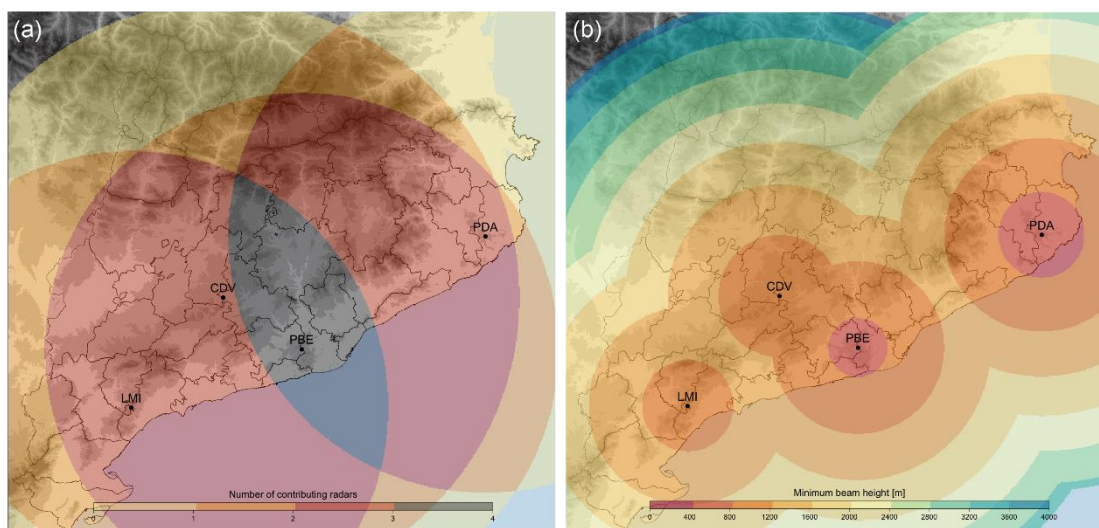


Figura A2.1: (a) abast i cobertura de la XRAD per l'elevació de 0.6° de les tasques volumètriques i (b) altura mínima del feix en cada punt del territori (sense tenir en compte l'orografia del terreny).

La cobertura de la xarxa que es mostra en les imatges anteriors no té en compte l'orografia del terreny i el bloqueig del feix radar pels obstacles orogràfics que es troben al llarg de la seva trajectòria. El bloqueig del feix pot ser total o parcial, depenent de la fracció d'energia bloquejada per l'obstacle, i s'acumula al llarg de la trajectòria, si el pols es troba amb obstacles més i més alts.

En la Figura A2.2 es mostra l'estimació del factor de bloqueig dins l'abast individual de cada radar a l'elevació més baixa de les tasques volumètriques. El factor de bloqueig representa la fracció d'energia del feix bloquejada pels elements orogràfics i, en aquest cas, ha estat estimat amb el mètode de Bech et al. (2003)¹, a partir d'un Model Digital d'Elevació (DEM) amb resolució de 100 m.

¹ Bech, J., Codina, B., Lorente, J., & Bebbington, D. (2003). The sensitivity of single polarization weather radar beam blockage correction to variability in the vertical refractivity gradient. *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, 20(6), 845-855.

D'acord amb aquestes simulacions, veiem que CDV pateix bloquejos importants a partir d'un rang de 55km per la Serralada Prepirenaica (al NE-NO del radar), sobretot en el sector entre 0° i 30° Nord, on el 80-100% del feix està bloquejat. Així, per a l'elevació més baixa, la comarca de la Cerdanya i part de les comarques de l'Alt Urgell i el Ripollès queden ocultes a l'observació del radar.

El radar de PDA també pateix bloquejos significatius, en aquest cas en tota la regió SO-NO i a partir de 30-50 km de rang, principalment per la proximitat de la Serralada Prelitoral (Serres del Montseny, les Guilleries i Collsacabra). El bloqueig per la Serra del Montseny en la Serralada Prelitoral (250°-260° N) i per la Serra del Cadí en l'Alt Pirineu oriental (330°-350°N) és pràcticament absolut.

A causa de la seva localització i la gran altura sobre el nivell del mar a què es troba, el radar de LMI no pateix bloquejos significatius en l'elevació més baixa, excepte un lleu bloqueig parcial (per sota del 40%) en el sector Nord per la Serra de Montsant.

Els bloquejos més rellevants pel radar de PBE, deguts a la Serralada Prepirenaica, es troben al Nord de la seva localització. Els bloquejos de la regió Nord afecten majorment els trams finals del rang d'abast del radar (a partir de 100 km), però és significatiu el fort bloqueig en el sector 340°-350°N per la Serra de Montserrat, el qual afecta el feix a partir de rangs de 25 km. En aquest sentit, també és destacable el bloqueig per la Serra del Montseny al NE.

Per tal de considerar l'efecte de la composició dels radars de la XRAD en la reducció del bloqueig en el territori, en la Figura A2.3 es mostren dos casos que pretenen aproximar el resultat dels dos criteris de composició més habituals: la Figura A2.3(a) mostra el factor de bloqueig mínim en cada punt, relacionat amb el criteri de composició de valor màxim de reflectivitat; i la Figura A2.3(b) mostra el factor de bloqueig corresponent a l'altura més baixa del feix (vegeu Figura A2.1(a)), relacionat amb el criteri de composició de distància mínima al radar.

Aquestes figures mostren com la composició de radars atenua l'efecte del bloqueig en gran part del territori i indica que el criteri de màxim és el més efectiu en minimitzar l'efecte. Tanmateix, s'observa que, tot i aplicar la composició, la precipitació en les regions Pirenaiques al Nord del territori és de difícil accés per la XRAD actual, tant per l'important bloqueig com per l'altura mínima del feix radar.

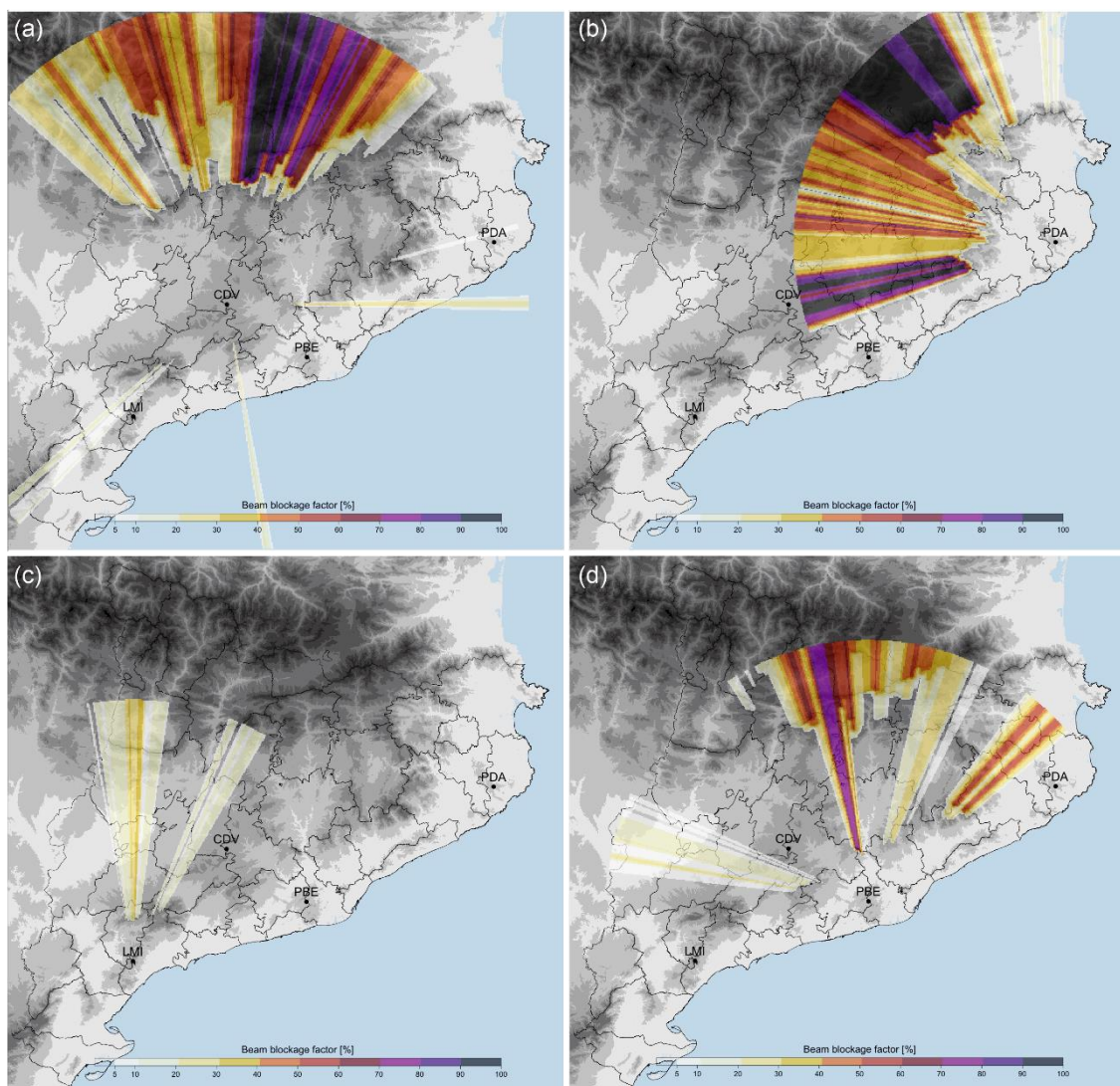


Figura A2.2: factor de bloqueig orogràfic en l'abast del radar a una elevació d'escaneig de 0.6° , per a cada radar de la XRAD: (a) CDV, (b) PDA, (c) LMI i (d) PBE.

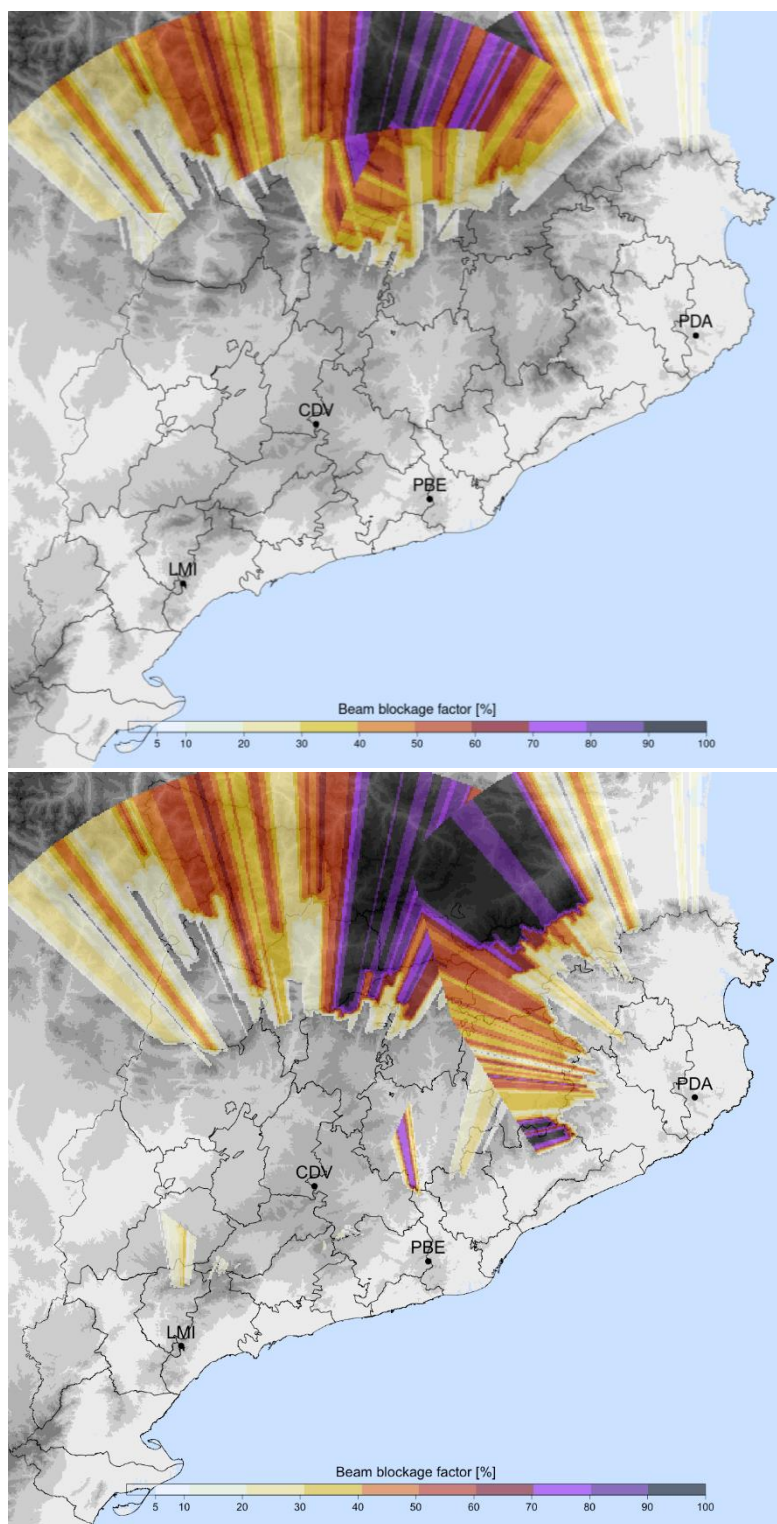


Figura A2.3: factor de bloqueig orogràfic, considerant la cobertura composta dels radars de la XRAD: (a) bloqueig mínim en cada punt, i (b) bloqueig a l'altura mínima del feix en cada punt.

ANNEX 3: Emplaçaments i infraestructures

En aquest annex es detallen els emplaçaments i les infraestructures dels 4 radars de la XRAD, així com els accessos fins els mateixos.

Radar de Vallirana (PBE)

Indicacions per arribar al radar:

1. B-24 direcció oest, rotonda, segona sortida, cap a N-340
2. Girar a l'esquerra cap Carrer Baix Llobregat
3. Rotonda, primera sortida cap a Carrer Comtes d'Arruga
4. Girar a la dreta cap a carrer Marquès de Castillejos
5. Girar a l'esquerra cap Avinguda Olesa de Bonesvalls
6. Desviament a l'esquerra cap Carrer País Basc
7. Girar a la dreta cap Carrer Puig Bernat
8. Girar a la dreta cap Carrer Serrall Llarg
9. Arribada al radar de PBE

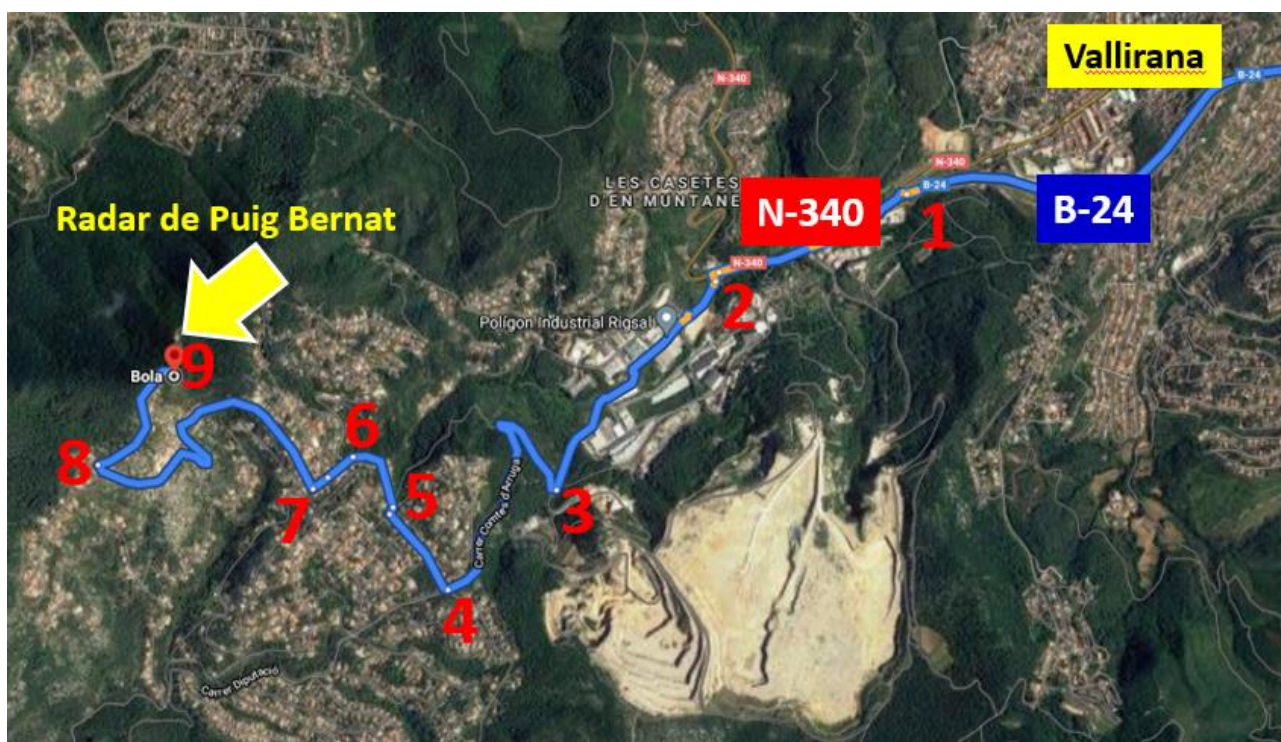


Figura A3.1 – Plànol d'indicacions per arribar al radar de PBE

Taula A3.1 - Característiques general de la infraestructura del radar de PBE

Espai (planta)	Equipaments actuals	Electricitat	Accés	Dimensions
Edifici Auxiliar (Figura A3.4)	Grup emergència (1) Quadre elèctric (2) SAI (3) Georator (4)	Arribada xarxa pública	Porta: 0,9 m1 x 2,40 m	Altura Àrea Emmagatzematge: ~ 25 m ²
Accés - Planta baixa Fig. A2.5	---	---	Porta: 0,82m x 2,06m	Dimensions: 5,5 m x 5,5 m x 5,5 m
Guaita - Primera planta primera (Figura A3.6)	---	---	---	---
Sala de control - Segona planta (Figura A3.7)	1 x Rack radar 19"(1) Taula PC de control (2) Rack comunicacions (3) Polispast 250 kg (4) Quadre elèctric (5)	12 x Endoll monofàsic	Porta: 0,83m x 2,03m Porta exterior caiguda lliure (1,08m x 2,11m)	Altura: 2,64 m Dimensions: 9 m x 9 m x 9 m
Radom (Figura A3.8)	Antena Pedestal Deshumidificador Bastida	1 x Endoll monofàsic	Porta; 0,84 m x 2,05 m Forat accés: 1,7 m x 0,8 m	Diàmetre Ring 1: 5,13 m Diàmetre Ring 2: 6,15 m Dimensions Plataforma: 9 m x 9 m x 9 m

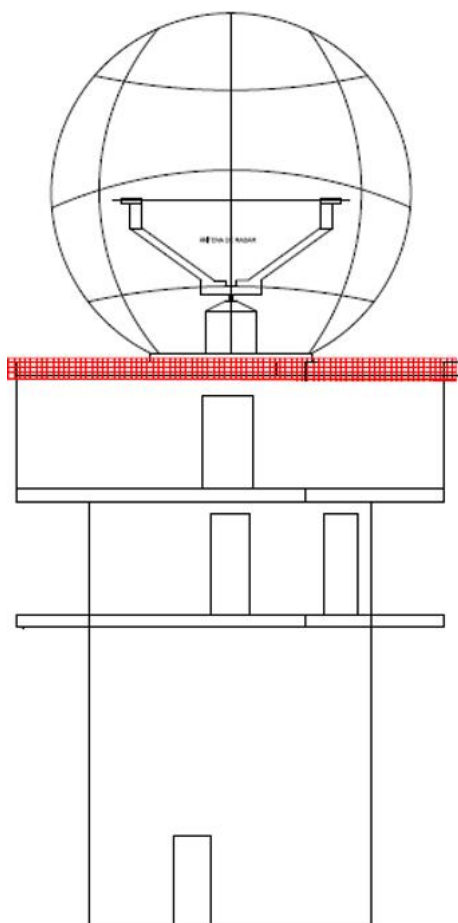


Figura A3.2 – Vista general del radar de PBE



Figura A3.3 – Vista general de l'edifici auxiliar del radar de PBE

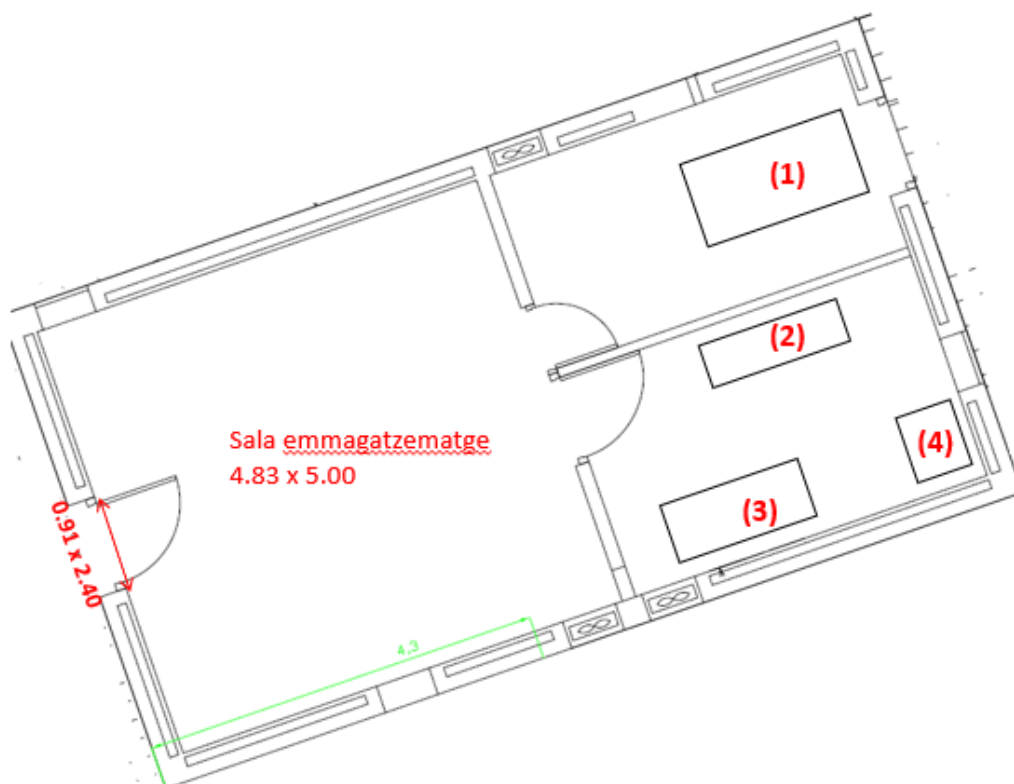


Figura A3.4 – Plànol de l'edifici auxiliar del radar de PBE.

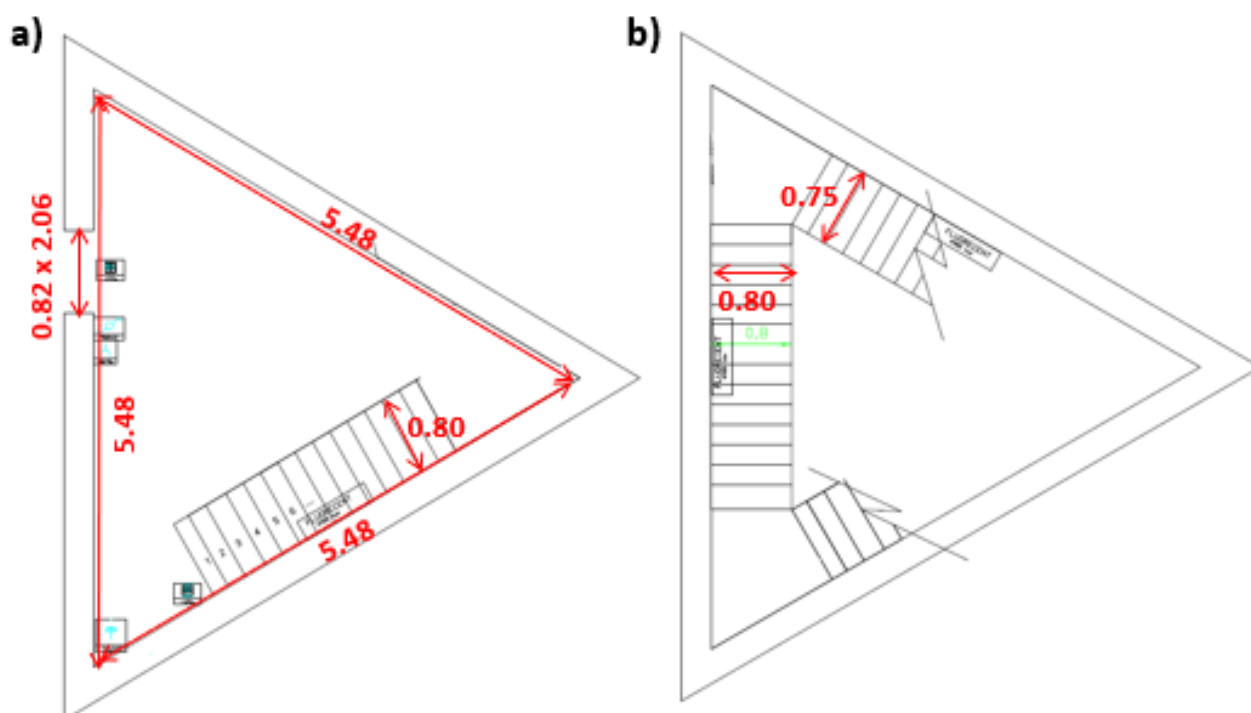


Figura A3.5 – Plànols de l'accés i la planta baixa (a) i de les escales d'accés al primer pis (b) del radar de PBE.

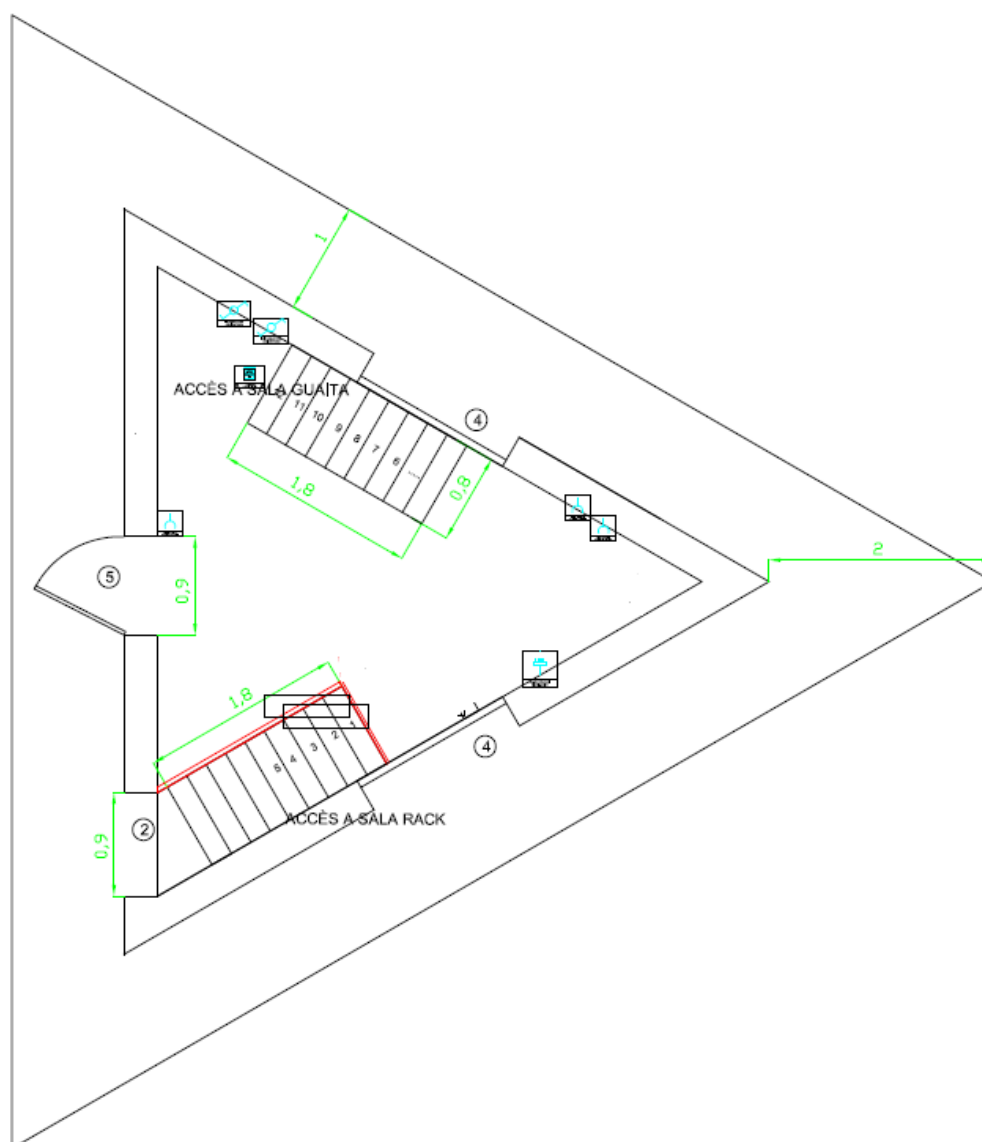


Figura A3.6 – Plànol del primer pis (guaita) del radar de PBE.

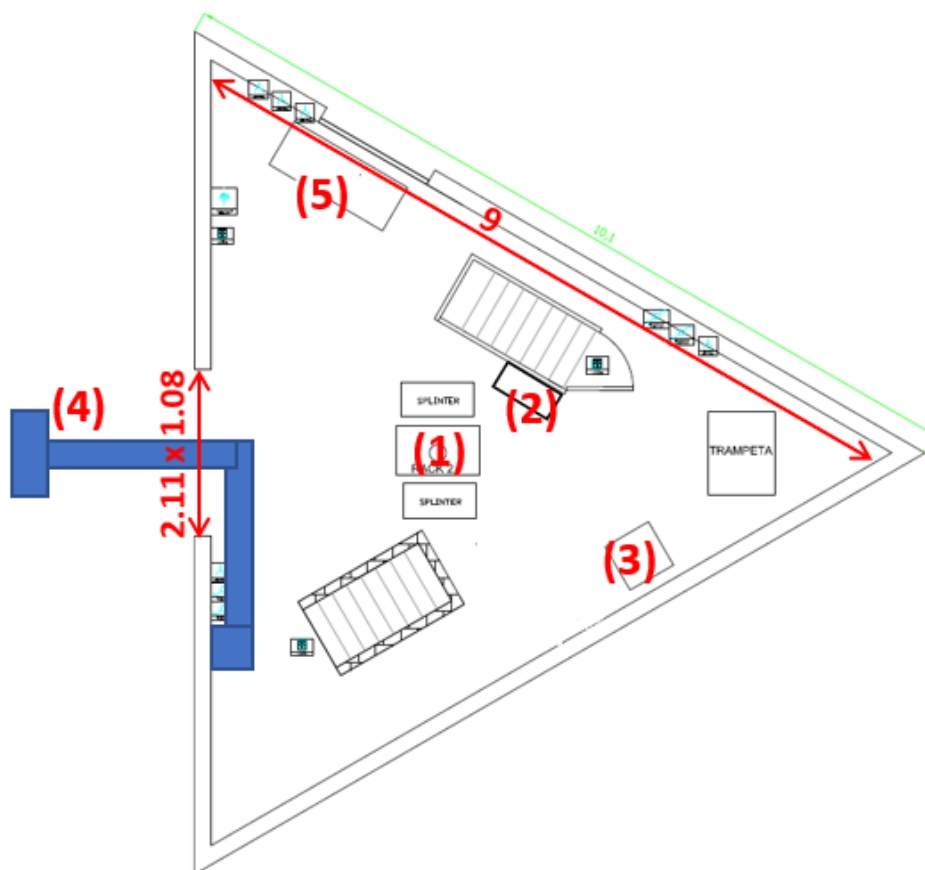


Figura A3.7 – Plànol del segon pis (sala de control) del radar de PBE.

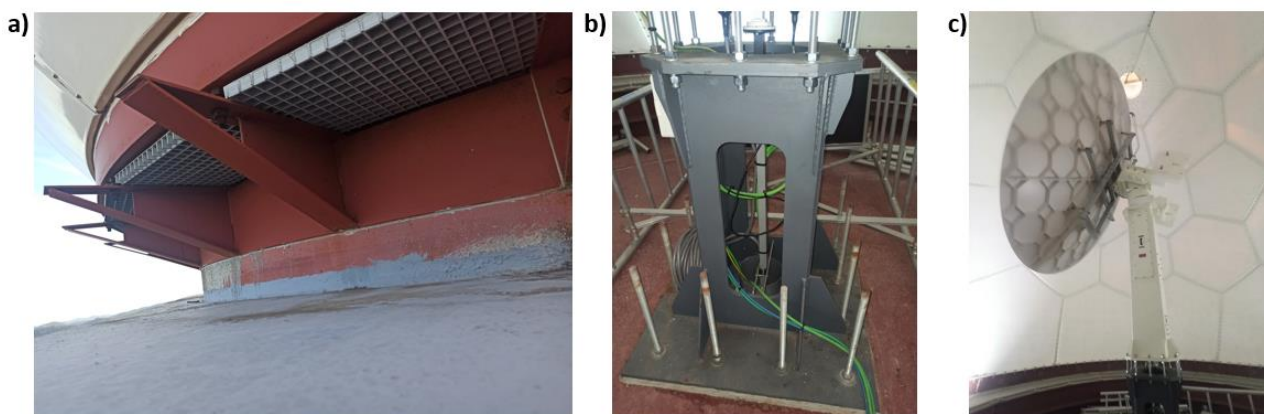


Figura A3.8 – Anell (a), riser (b) i antena (c) del radar de PBE.

Sistema elèctric:

El radar de PBE està connectat a la xarxa de distribució d'energia elèctrica. Actualment, té contractada una tarifa de potència fixa de 13.856 kW. El radar disposa també d'un SAI SLC-40-CUBE3+ B1 de 40 kVA i d'un grup electrogen de gasoil d'emergència de 30 kVA.

Radar de Puig d'Arques (PDA)

Indicacions per arribar al radar:

1. Sortida 5 C-65
2. Rotonda, GIV-6613
3. Incorporar-se a la dreta a GIV-6612
4. Desviament a l'esquerra cap a Puig d'Arques
5. S'arriba al pla de Can Sabaté, es passa per la dreta i s'agafa el camí que puja cap a l'esquerra.
6. Tanca d'accés al recinte
7. Rampa
8. Corba final
9. Esplanada davant el radar

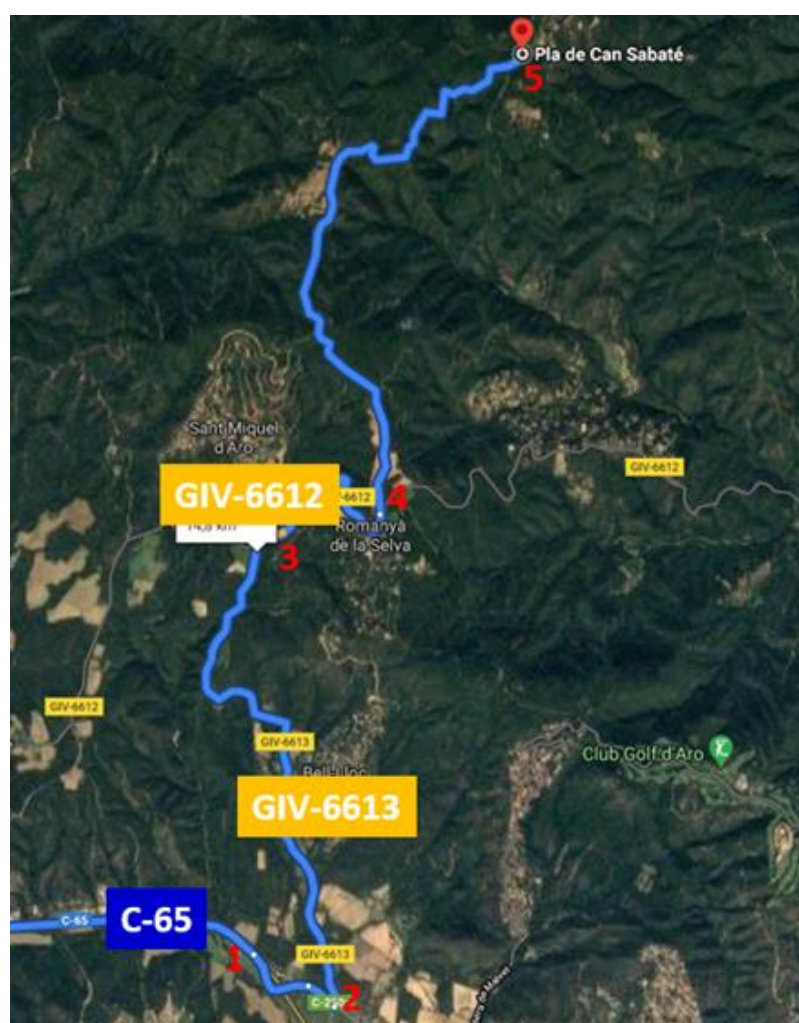


Figura A3.9 – Plànol d'indicacions per arribar al radar de PDA

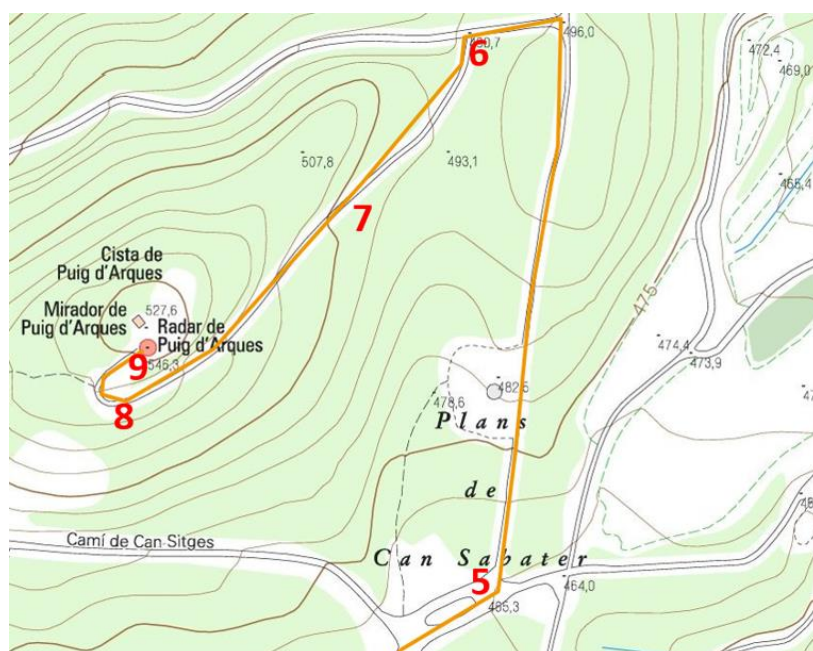
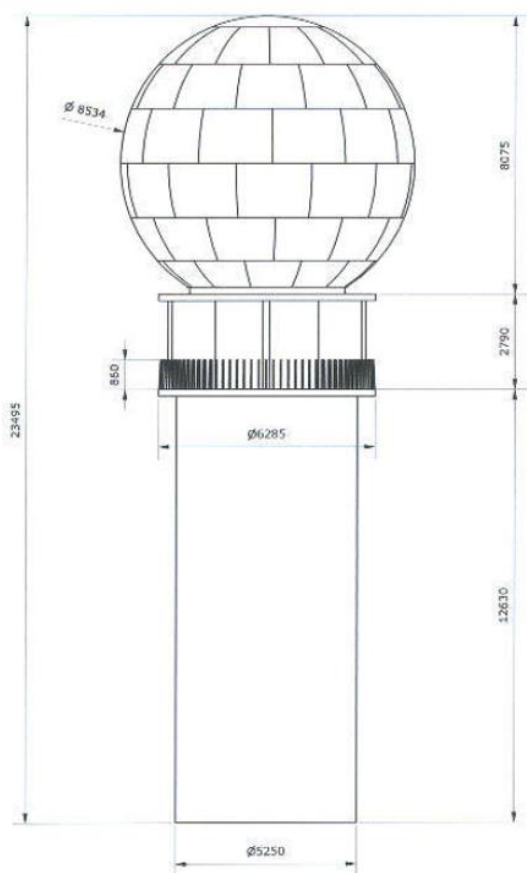


Figura A3.10– Plànol d'indicacions per arribar al radar de PDA

Taula A3.2 - Característiques general de la infraestructura del radar de PDA

Espai (planta)	Equipaments actuals	Electricitat	Accés	Dimensions
Sala Grup - Planta Baixa (Figura A3.12)	Grup emergència (1) Bomba (5) Quadres elèctrics (2,3,4) Quadre fusibles (6)	Arribada xarxa pública 2 x Endoll monofàsic	Porta estàndard	Altura: 4 m Radi: 2,4 m Àrea ~ 15 m ²
Sala SAI – Primera planta (Figura A3.13)	Quadre General (1) SAI (3) Bateries SAI (2)	2 x Endoll monofàsic	Porta: 0,91m x 2,03m Porta exterior caiguda lliure (1m x 1,9m)	Altura: 3,68 m Àrea ~ 7,5 m ²
Sala de control – Segona planta (Figura A3.14)	1 x Rac radar 19" (1) Taula PC de control (3) Rac comunicacions (2) Polispast 250 kg (4)	18 x Endoll monofàsic	Porta: 0,7m x 2,1m Porta exterior caiguda lliure (1,55m x 0,96m)	Altura: 4 m Radi: 2,4 m Àrea ~ 15 m ²
Guaita – Tercera planta tercera (Figura A3.15)	Guia d'ones (1)	---	Escala vertical – Altura: 4 m	Altura: 2,7 m Radi interior: 1,4 m Radi total: 2,96 m
Radom (Figura A3.16)	Antena Pedestal Deshumificador Bastida	1 x Endoll monofàsic	Escala vertical – Altura: 2,7 m	Diàmetre Ring: 4,51 m Diàmetre Plataforma: 6.285 mat



Figura

A3.11 – Vista general del radar de PDA.

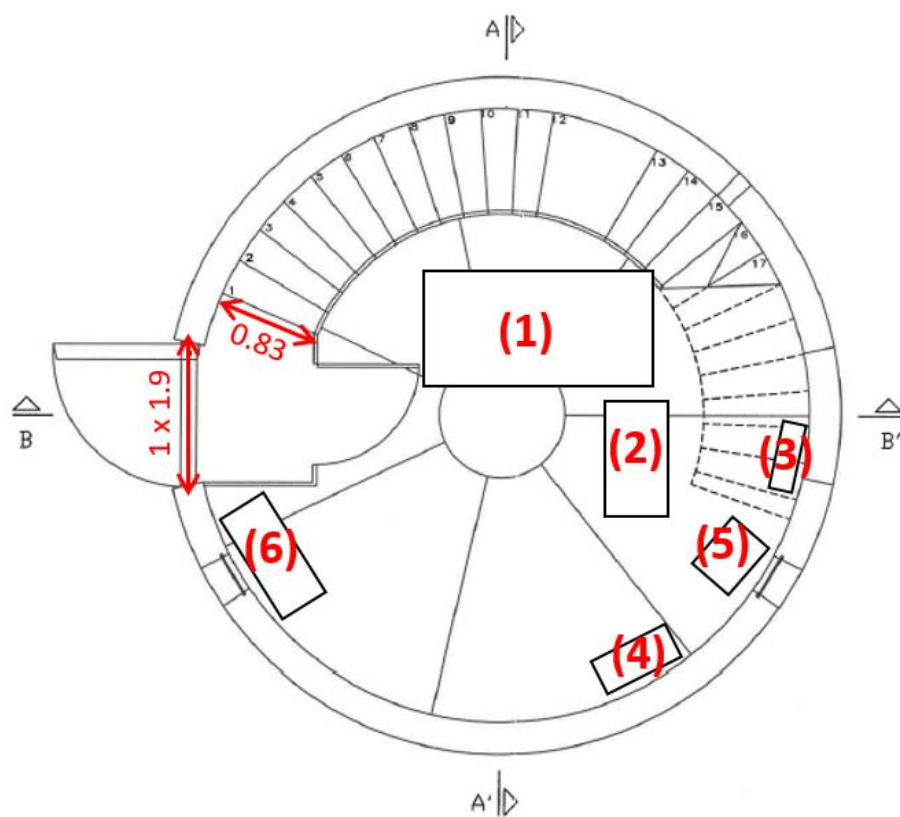


Figura A3.12 – Plànol de l'accés i la planta baixa (sala del grup d'emergència) del radar de PDA.

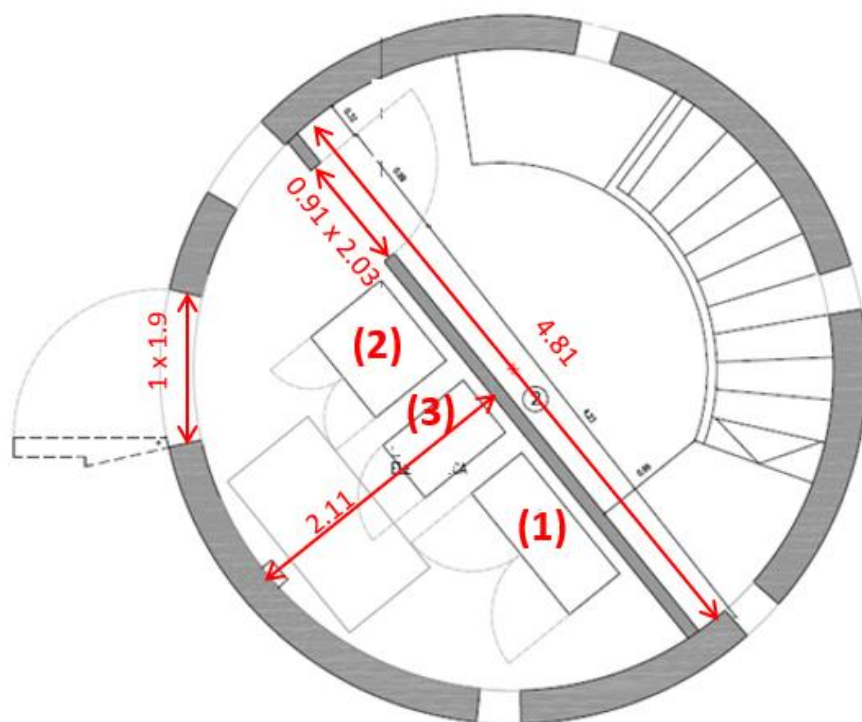


Figura A3.13 – Plànol de la primera planta (sala del SAI) del radar de PDA.

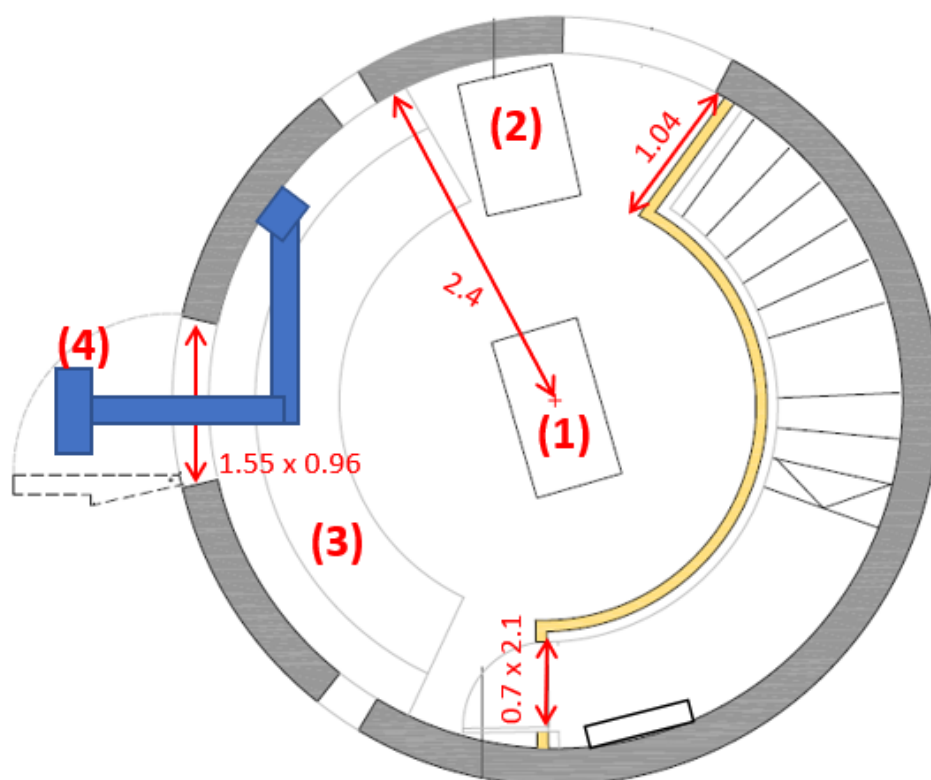


Figura A3.14 – Plànol de la segona planta (sala del control) del radar de PDA.

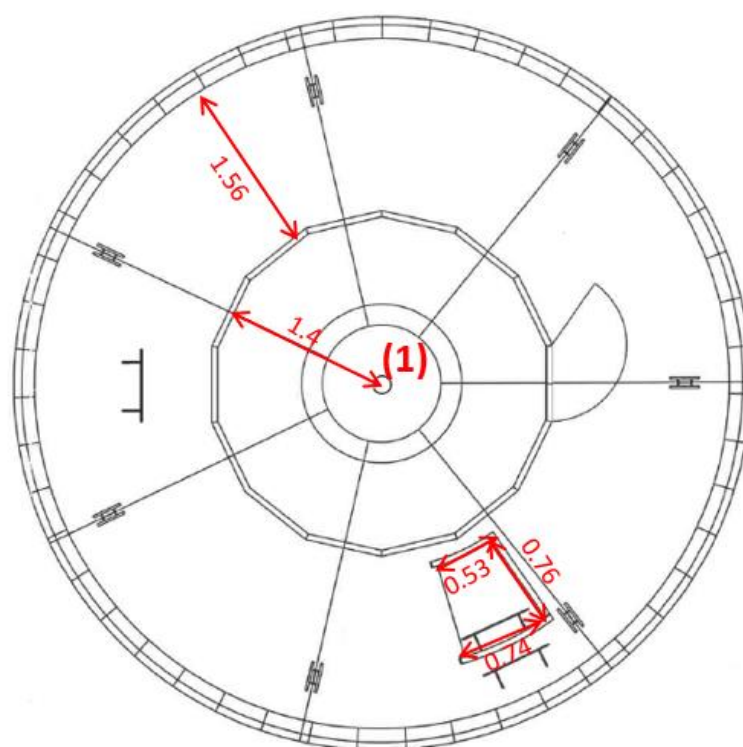


Figura A3.15 – Plànol de la tercera planta (sala de guaita) del radar de PDA.

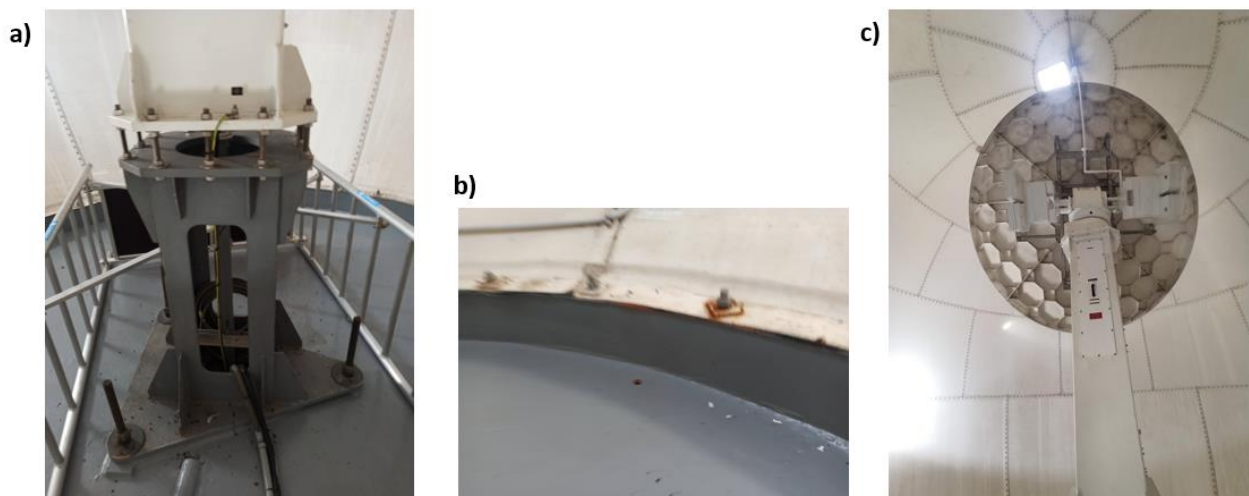


Figura A3.16 – Riser, (a), anell (b) i antena (c) del radar de PDA.

Sistema elèctric:

El radar de PDA està connectat a la xarxa de distribució d'energia elèctrica. Actualment, té contractada una tarifa de potència fixa de 10.392 kW.

El radar disposa també d'un SAI SLC-40-CUBE3+ B1 de 40 kVA i d'un grup electrogen de gasoil d'emergència de 30 kVA.

Radar de La Panadella (CDV)

Indicacions per arribar al radar:

1. Sortida 532 A-2
2. Rotonda, tercera sortida cap a B-100
3. Rotonda, segona sortida cap a B-221
4. Girar a l'esquerra sortint de la B-221 per camí de la Creu del Vent
5. Girar a la dreta
6. Esplanada davant el radar

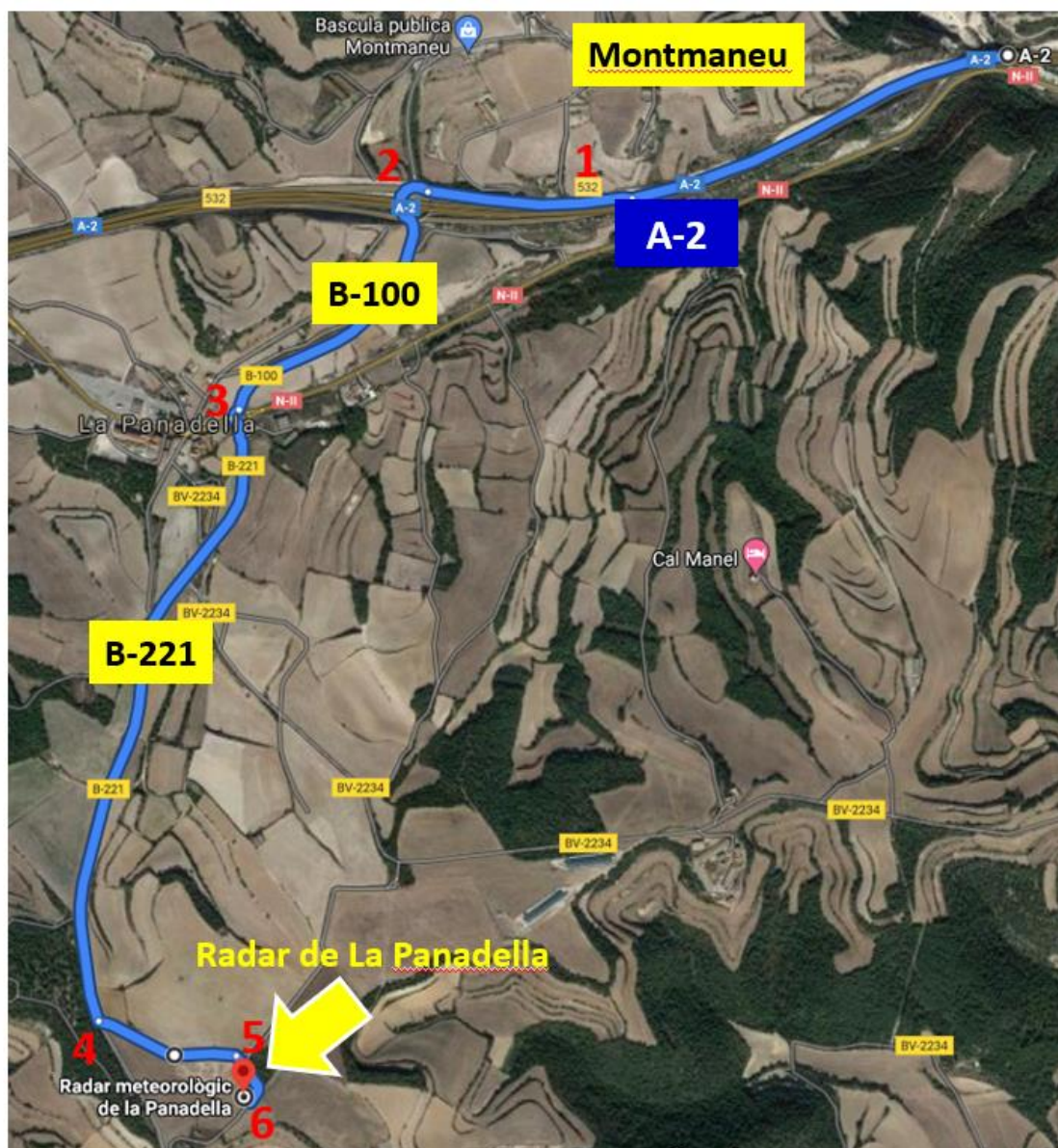


Figura A3.17 – Plànol d'indicacions per arribar al radar de CDV.

Taula A3.3 - Característiques general de la infraestructura del radar de PDA

Espai (planta)	Equipaments actuals	Electricitat	Accés	Dimensions
Accés - Planta baixa (Figura A3.19)	---	2 x Endoll monofàsic	Porta: 1,54 m x 2,22m	Dimensions: ~4,45 m x 5,28 m x 4,88 m
Sala Grup - Primera planta (Figura A3.20)	Grup emergència (1) Bomba (2)	4 x Endoll monofàsic	Porta: 0,79 m x 2,16m Esglaó: 0,4 m	
Sala de control – Segona planta (Figura A3.21)	Taula PC de control (1) Rac comunicacions (2)	8 x Endoll monofàsic	Porta estàndard Forat Polispast: 1,58 m x 0,95 m	Altura: 2,5 m Dimensions: 9,32 x 7,95 m x 8,52 m
Sala Rac - Segona planta (Figura A3.22)	1 x Rac radar 19”(1)	4 x Endoll monofàsic	2 Portes estàndard	Altura: 2,5 m Dimensions: vegeu figura X
Sala Visites - Tercera planta (Figura A3.23)	---	3 x Endoll monofàsic	Escala vertical	Altura: 2,5 m
Sala SAI - Tercera planta (Figura A3.24)	Quadre elèctric SAI Polispast 1000 kg	---	Porta Sala SAI Escala de cargol Forat Polispast: 1,58 m x 0,95 m	Altura: 2,5 m
Radom (Figura A3.25)	Antena Pedestal Deshumidificador Bastida	1 x Endoll monofàsic	Escala quasi vertical	Diàmetre Ring: 5,41 m Dimensions Plataforma: 12,4 m x 13,37 m x 10,55 m

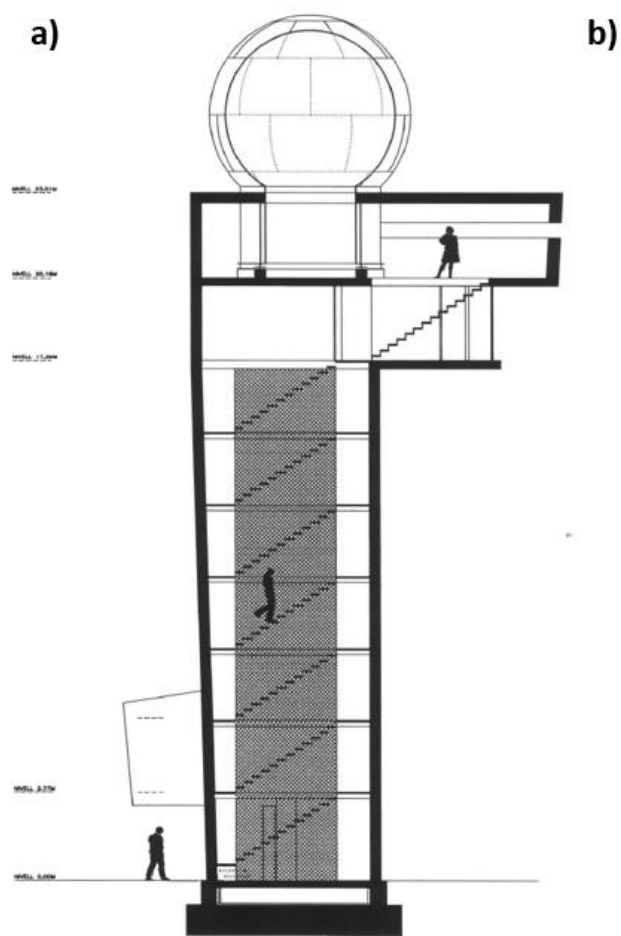


Figura A3.18 – Vista general del radar de CDV

Accés – Planta Baixa

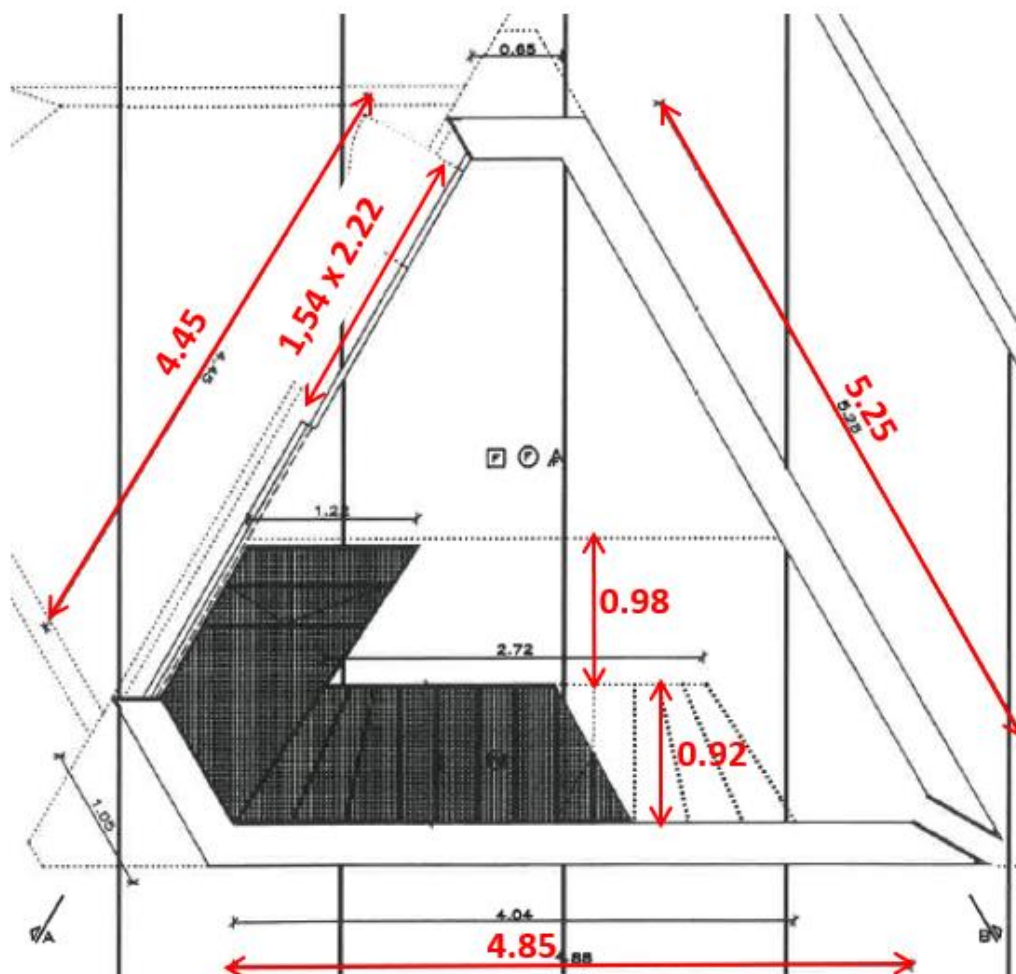


Figura A3.19 – Plànol de l'accés i planta baixa al radar de PDA.

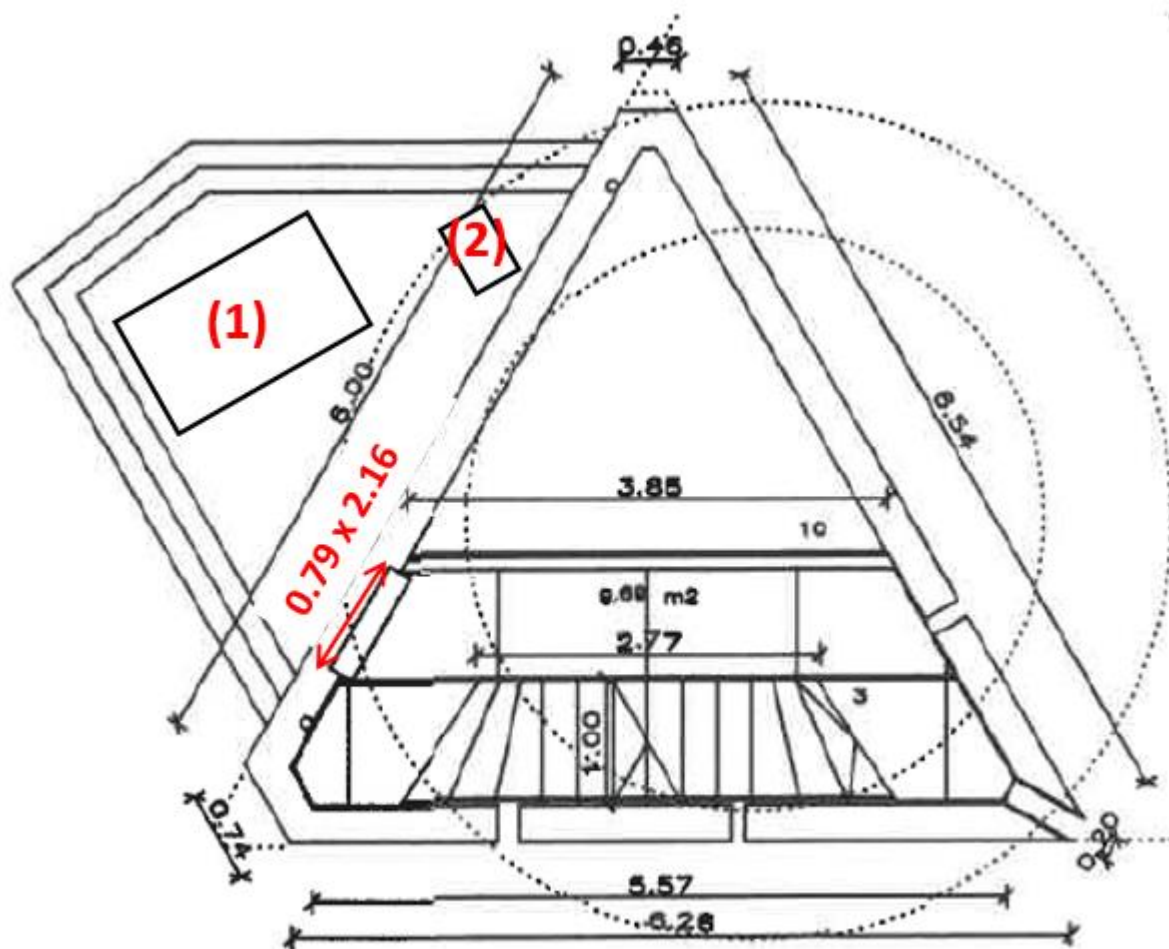


Figura A2.20 – Plànol de la primera planta (sal del grup d'emergència) del radar de CDV.

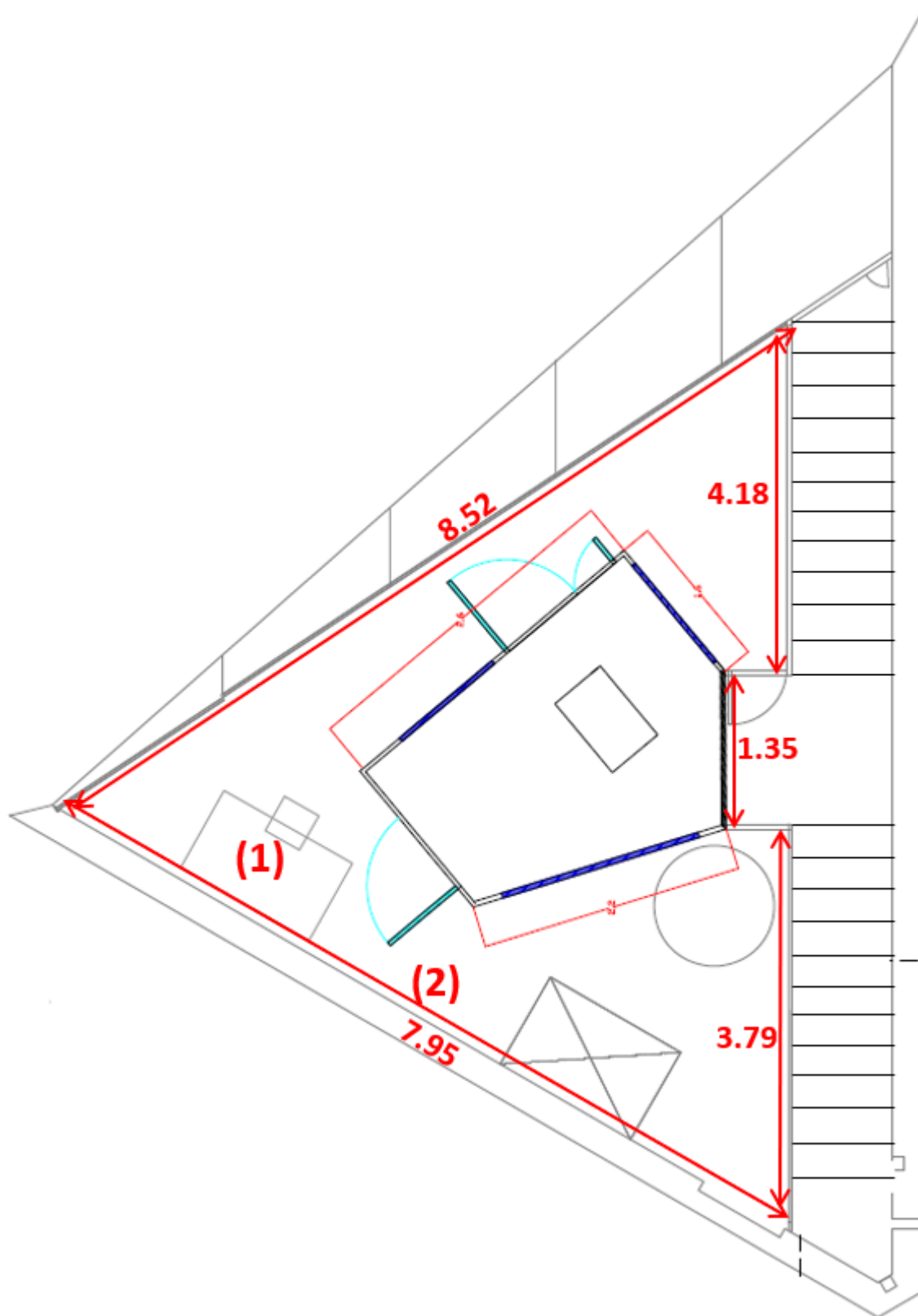


Figura A3.21 – Plànol de la segona planta (sala de control) del radar de CDV.

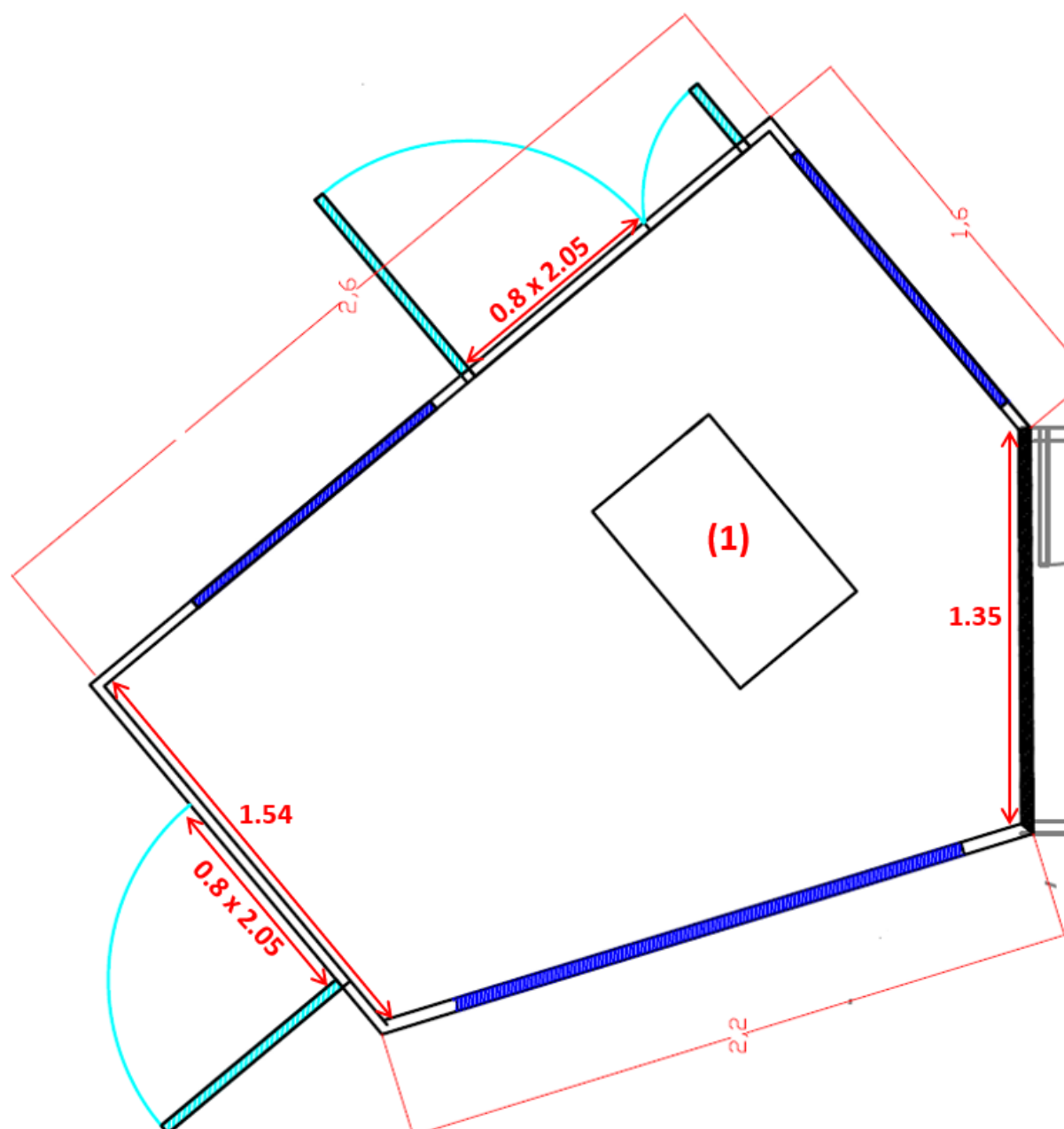


Figura A3.22 – Plànol de la sala del rack del radar de CDV.



Figura A3.23 – Sala de visites del radar de CDV.



Figura A3.24 – Sala del SAI i polispast del radar de CDV, (a) accés i (b) vista general.

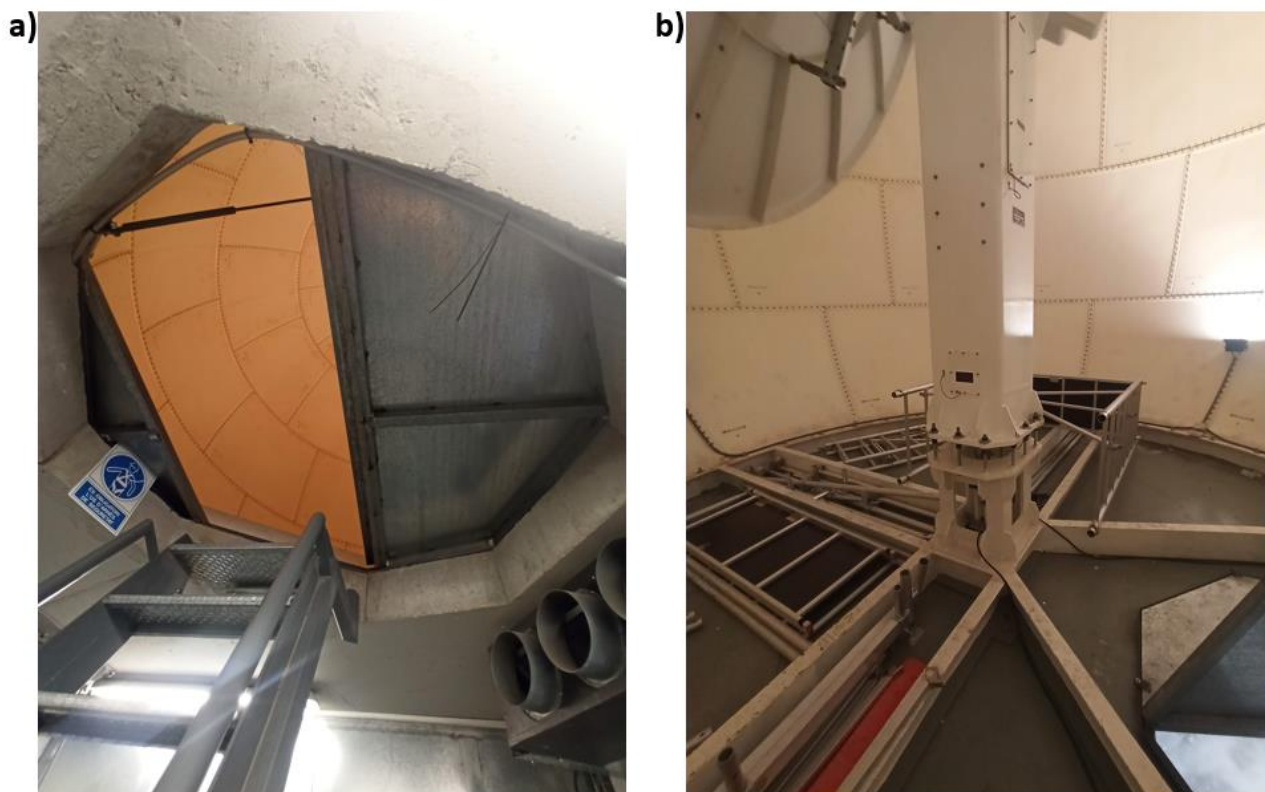


Figura A3.25 – Sala de l'accés al radom (a) i del riser i el pedestal (b) del radar de CDV.

Sistema elèctric:

El radar de CDV està connectat a la xarxa de distribució d'energia elèctrica. Actualment té contractada una tarifa de potència variable en tres franges horàries, que són de 5.58 kW, 6.33 kW i 50 kW.

El radar disposa també d'un SAI SLC-40-CUBE3+ B1 de 40 kVA i d'un grup electrogen de gasoil d'emergència de 60 kVA.

Radar de Tivissa-Llaberia (LMI)

Indicacions per arribar al radar:

1. Sortida 38 AP-7
2. Rotonda, cinquena sortida cap a C-44
3. Girar a la dreta cap a T-318
4. Girar a l'esquerra cap a T-310
5. Girar a la dreta cap a T-3111
6. Desviament a la dreta cap a Camí de la Miranda
7. Esplanada davant el radar

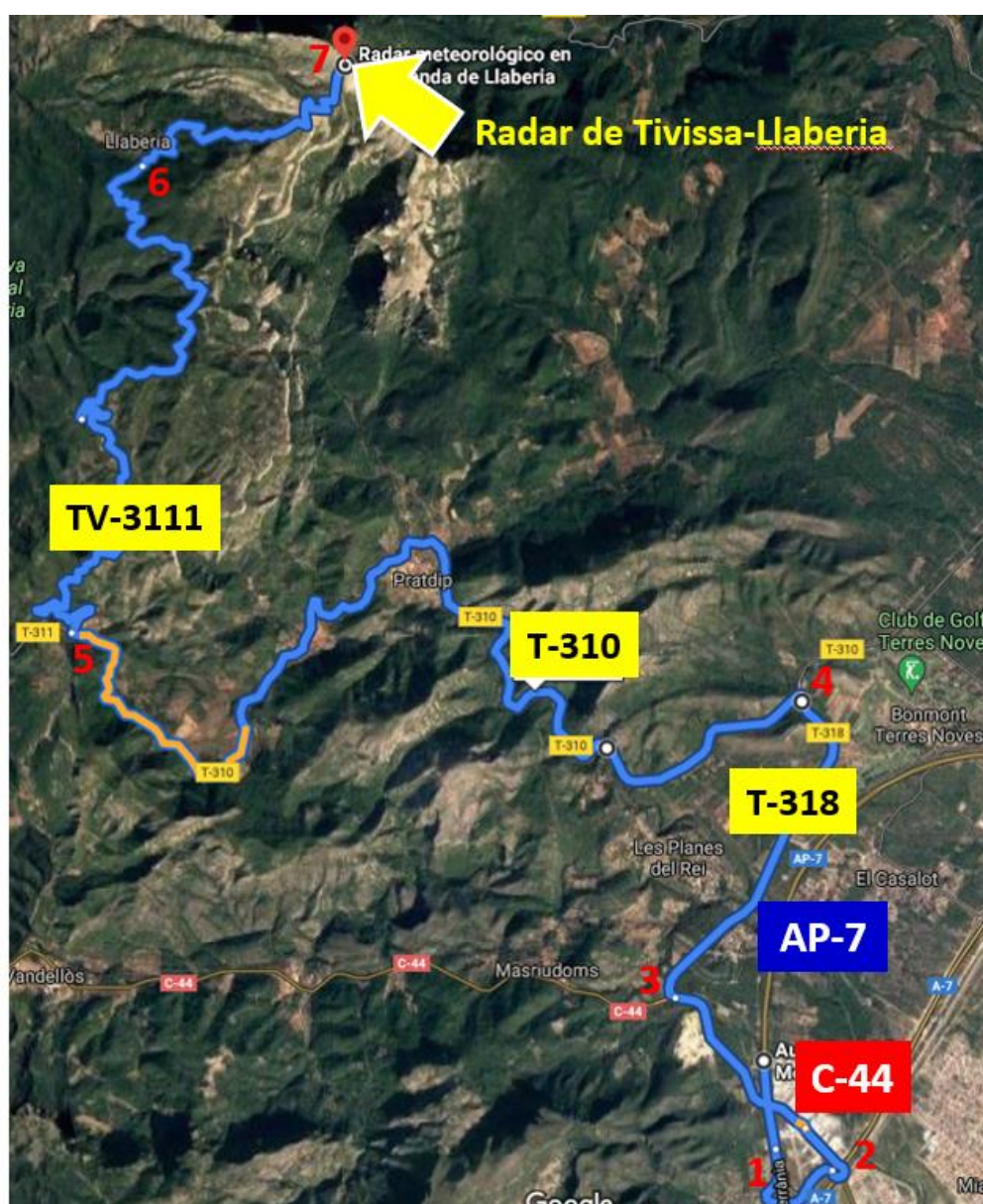


Figura A3.26 – Plànol d'indicacions per arribar al radar de LMI.

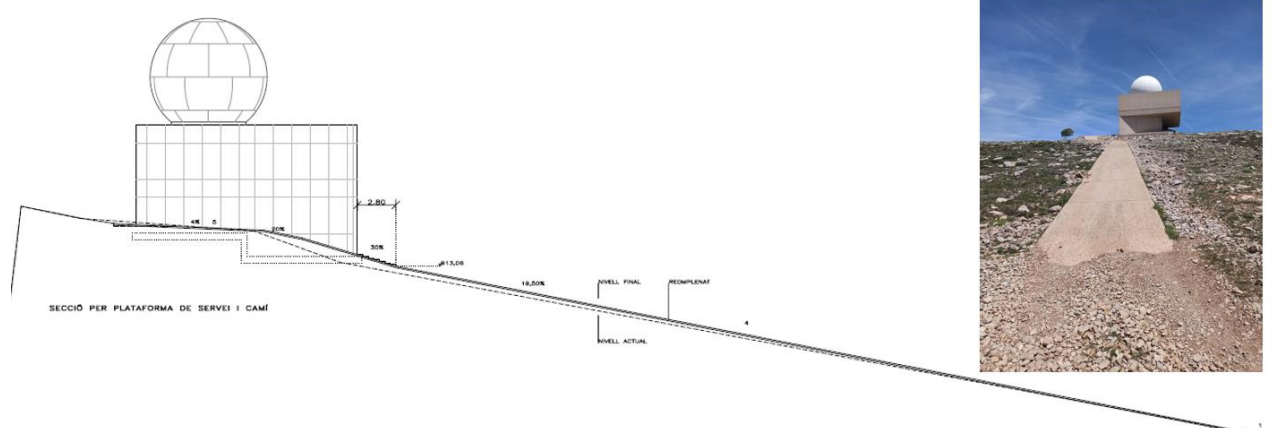


Figura A3.27 – Plànol (a) i fotografia (b) de la rampa d'accés al radar de LMI.

Taula A3.4 - Característiques general de la infraestructura del radar de PDA

Espai (planta)	Equipaments actuals	Electricitat	Accés	Dimensions
Sala Gran - Planta baixa (Figura A3.30)	SAI (1) Armari elèctric (2)	6 x Endoll monofàsic	Porta: 1,30 m x 2,50m Rampa	Altura: 3,75 m Dimensions: vegeu figura A2.29
Sala de control - Planta baixa (Figura A3.31)	1 x Rac radar 19"(1) Rac comunicacions (2) Taula PC de control (3)	23 x Endoll monofàsic	Porta estàndard	Altura: 3 m Dimensions: 4 m x 3 m
Sala grups - Planta baixa (Figura A3.32)	Grups electrògens (1) Armaris control grups (2) Inversors (3) Quadre Fusibles (4) Armari grup emergència (5)	---	Porta: 1 m x 2,88 m	Altura: 3,75 m Dimensions: vegeu figura A2.29
Sala bateries - Planta baixa (Figura A3.32)	Regulador de corrent (6) Bancada bateries 2 x 12 x2600Ah (7 i 8)	---	Porta: 1 m x 2,88 m	Altura: 3,75 m Dimensions: vegeu figura A2.29
Pati - Planta baixa (Figura A3.32)	Grup emergència (9)	---	Porta: 1 m x 2,88 m	Altura: 3,75 m Dimensions: vegeu figura A2.29
Sala accés radom – Primera planta (Figura A3.33)	---	---	Escala Forat accés: 2,13 m x 1,1 m	Altura: 3,75 m Radi: 2,65 m
Terrassa – Primera planta (Figura A3.33)			Porta: 1,24 m x 2,50 m	
Radom (Figura A3.34)	Antena Pedestal Deshumidificador Bastida	1 x Endoll monofàsic	Escala	Diàmetre Ring: 5,41 m Radi Plataforma: 2,85m

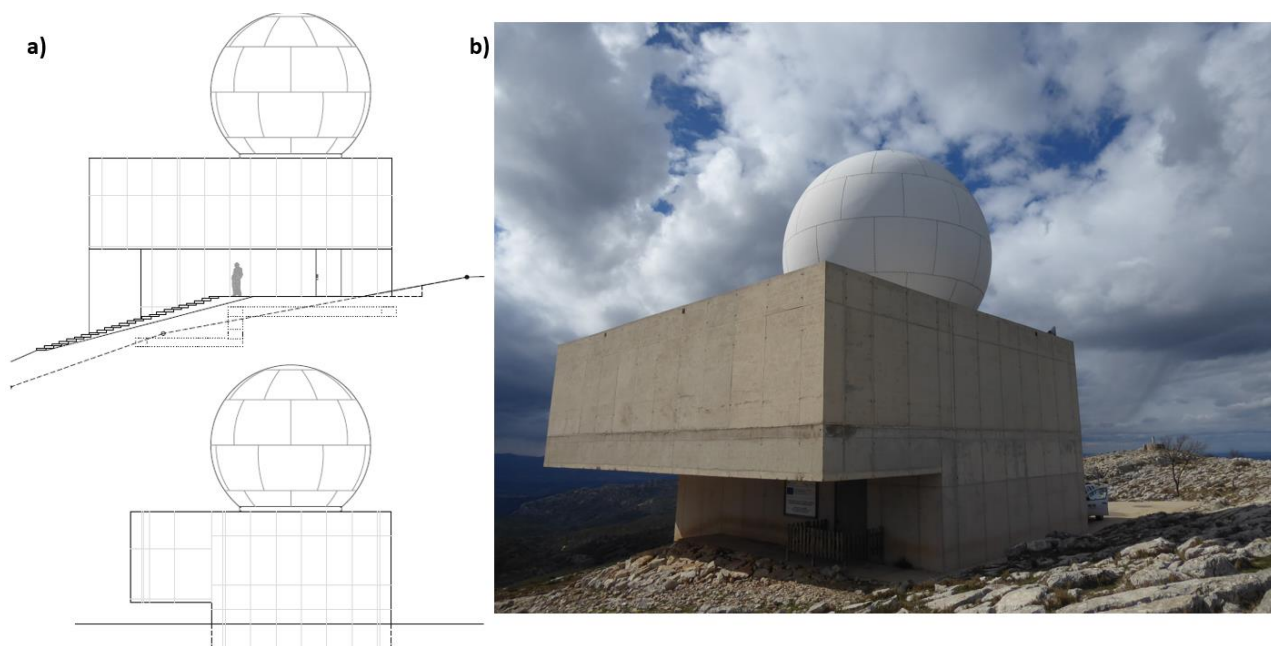
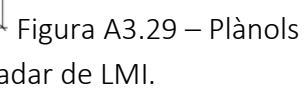


Figura A3.28 – Vista general del radar de LMI



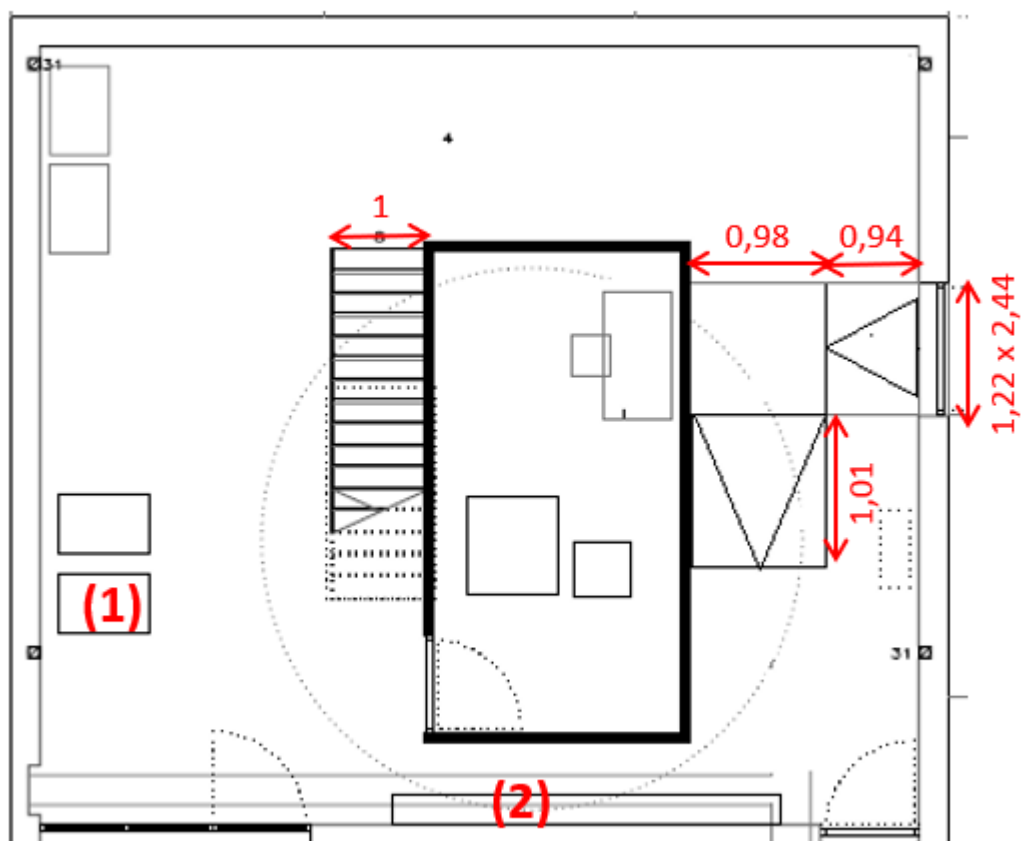


Figura A3.30 – Plànol de la sala gran (SAI) del radar de LMI.

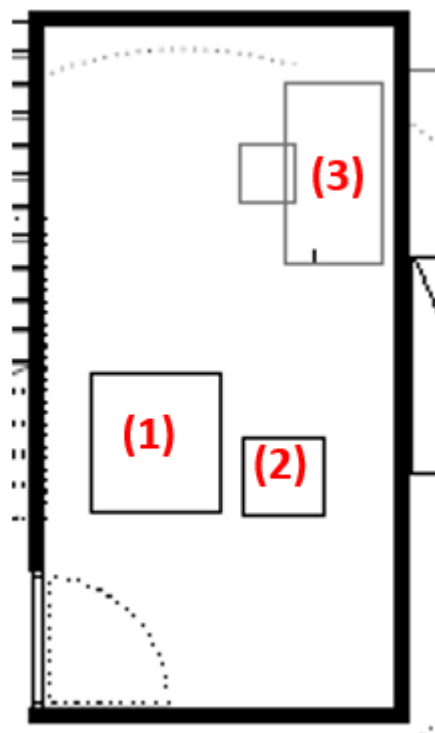


Figura A3.31 – Plànol de la sala de control del radar de LMI.

Figura A3.32 – Plànol de la sala dels grups electrògens, bateries i pati (grup d'emergència) del radar de LMI.

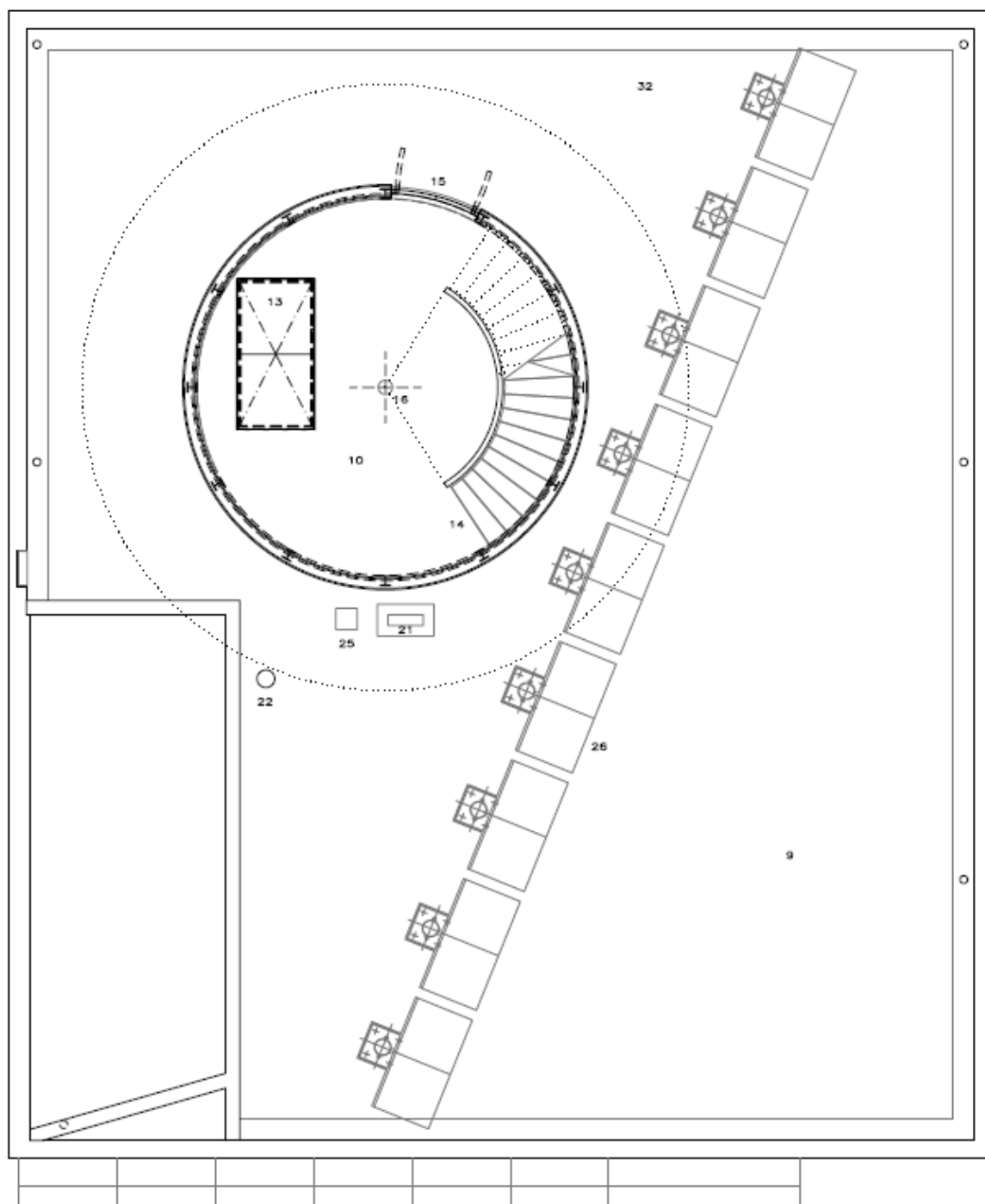


Figura A3.33 – Plànol de la sala d'accés al radom i de la terrassa (plaques fotovoltaiques) del radar de LMI.

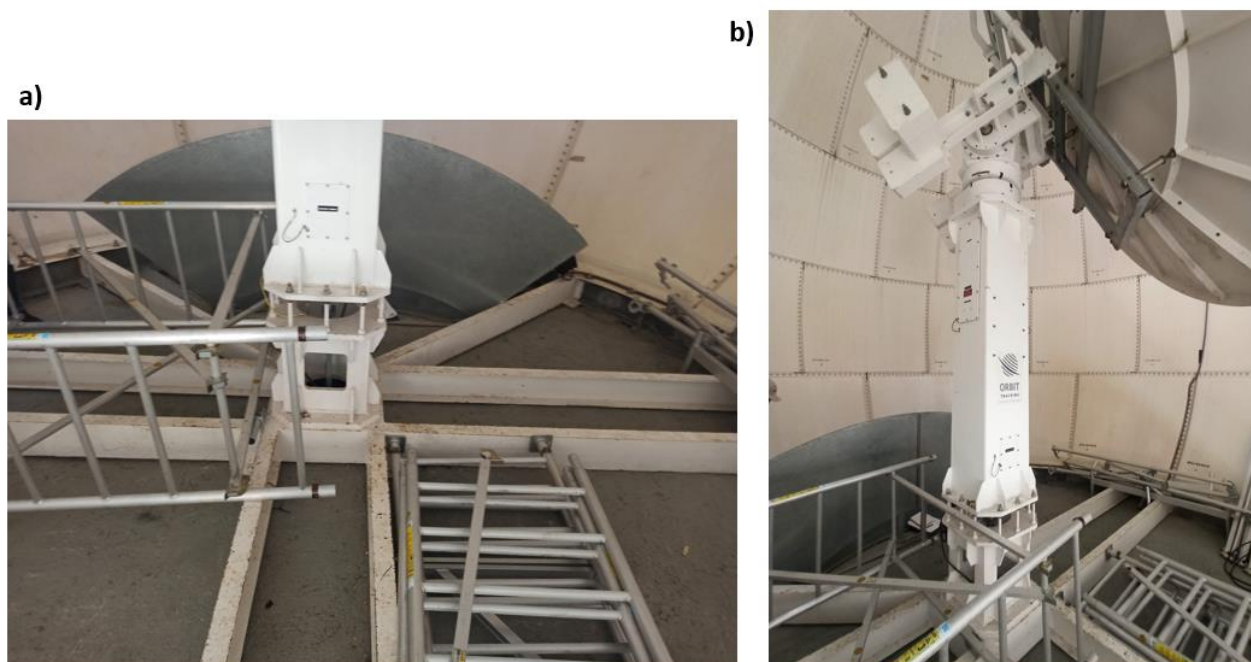


Figura A3.34 – Riser, (a) i antena (b) del radar de LMI.

Sistema elèctric

El radar de LMI no està connectat a la xarxa de distribució d'energia elèctrica. És un sistema aïllat dissenyat per funcionar de manera autònoma de manera contínua.

L'actual sistema d'energia està format per:

- 18 plaques fotovoltaïques Atersa bifacials de 450 W (Figura A3.33)
- 24 bateries de 2V i 2600 Ah (7 i 8 de Figura A3.32)
- 1 inversor/regulador Ingecon Sun Storage 1 Play Serie TLM (6 de Figura A3.32)
- 3 inversors Sunny Island SMA (3 de Figura A3.32)
- 2 grups electrògens GLP Himoina de 9.9 kW (1 de Figura A3.32)
- 1 grup electrogen d'emergència de gasoil de 33 kW (9 de Figura A3.32)
- 1 SAI APC MGE Galaxy 3500 de 30 kVA (1 de Figura A3.30)

El funcionament del sistema d'energia està regulat pels 3 inversors Sunny. L'element principal de subministrament d'energia és el conjunt de 24 bateries que es carrega per mitjà de les plaques fotovoltaïques o dels grups de GLP. En cas que sigui necessari, els grups de GLP poden subministrar energia directament al radar.

ANNEX 4: Documentació a lliurar

1. DOCUMENTACIÓ A LLIURAR EN EL MOMENT DE LA LICITACIÓ

L'oferta del licitador haurà d'incloure una memòria amb una proposta de pla de projecte per al subministrament, la instal·lació i la posada en marxa, així com la informació tècnica i els serveis complementaris:

1.1. Informació tècnica

Per cadascun dels equipaments que configuren el sistema radar i que cal instal·lar a cada emplaçament radar i a l'oficina central, l'oferta del licitador haurà d'incloure tota la documentació tècnica, les proves realitzades pel fabricant, els esquemes i els detalls necessaris per certificar el compliment dels requisits obligatoris detallats en el Capítol 3 així com el compliment de qualsevol requisit addicional o valorable ofert.

En el document "Taula_requisits_tècnics.xlsx" adjunt al present plec es pot trobar el llistat de requisits tècnics obligatoris i valorables amb la documentació/informació i els tests d'acceptació requerits en cada cas. És requisit essencial d'aquest plec subministrar tota aquesta informació i documentació, la qual es recull a continuació:

REQUISITS GENERALS (Secció 3.1)

- Descripció i diagrama del sistema amb els subsistemes principals i els elements d'enllaç.
- Mides, pesos i distribució dels elements del maquinari (*hardware*).
- Requisits d'energia i d'instal·lació elèctrica.
- Marcatge CE dels equipaments del sistema.
- Declaració de conformitat en compliment de la Directiva 2014/53/UE (Directiva RED).
- Llistat de components del sistema radar fabricats per tercers amb fabricants alternatius pel cas de discontinuïtat en el subministrament.
- Llistat d'instal·lacions del mateix model de radar funcionant operativament en l'àmbit europeu/internacional.
- Per dos (2) o més clients del llistat anterior: certificació (emesa pels clients) d'operativitat durant els últims 3 anys i figures MTBF (*Mean Time Between Failure*) del sistema radar, per tal de certificar la robustesa i fiabilitat del sistema.
- Pel sistema de protecció contra el llamp: descripció i diagrama de la proposta, nivell de protecció/figures d'eficàcia nominals i estudi de l'afectació a les mesures radar.

SISTEMA ANTENA PEDESTAL (Secció 3.2)

- Esquema, dimensions i pes de l'antena i el pedestal.
- La resposta dinàmica (p. ex. inèrcia, amortiment, sobre impuls) dels *drives* en azimuth i elevació.
- Les figures de precisió de la velocitat d'antena en azimuth i elevació.
- La precisió màxima del sistema de lectura d'angles en azimuth i elevació, així com la precisió absoluta del posicionament de l'antena en situacions d'apuntament fix i de rotació.
- Les mesures de tots els paràmetres del patró de radiació en els eixos principals i per a les dues polaritzacions, incloent-hi evidència de la simetria axial del lòbul principal.
- La descripció i caracterització del sistema de pressurització de les guies d'ones.
- Els valors nominals de SWR, atenuació i pèrdues (afectació a la sensibilitat del radar) per les possibles longituds de les guies d'ones.
- La localització dels punts de mesura (acobladors) i la descripció de la funcionalitat en cada cas.
- El temps requerit per a la substitució (temps d'obtenció de recanvis) i reparació dels *drives*.
- Indicacions pel manteniment dels *drives*, rodaments, engranatges i *slip ring*.
- Proposta d'un procediment precís per a la determinació de l'error d'anivellament del pedestal.
- Les figures d'exactitud de l'ajust de l'anivellament del pedestal.

RADOM (Secció 3.3)

- Les propietats hidrofòbiques del radom i les figures (preferentment mesurades) d'atenuació en condicions d'humitat o precipitació, i com aquestes poden degradar-se al llarg del cicle de vida del radar sota les condicions climàtiques de la seva localització.
- Descripció de com el radom afecta el patró de radiació de l'antena i el nivell dels lòbuls laterals de les dues polaritzacions.
- Avaluació de les forces sobre el radom i la transferència d'aquestes a la torre ocasionades pel vent segons les condicions típiques i extremes en la localització del radar, tant en cas de velocitat de vent constant sostingut com en cas de vent en ratxes.
- Requisits per la neteja i manteniment del radom.
- Descripció, proposta d'instal·lació i documents d'homologació del sistema de senyalització per il·luminació (balisa)

SISTEMA DE TRANSMISSIÓ I RECEPCIÓ (Secció 3.4)

- Documentació acreditativa de conformitat amb la normativa dels equipaments electromagnètics (Annex 9).
- Evidència de l'estabilitat de fase del sistema de transmissió i recepció.

- Els detalls tècnics i proves del fabricant del transmissor i del receptor
- Les corbes de resposta en recepció per diferents amplades de pols significatives (p.e. $0.5\mu s$, $1.0\mu s$ i $2.0\mu s$), amb descripció detallada del mètode de mesura.
- Els detalls tècnics del sistema de calibratge i monitoratge i de l'equipament de calibratge integrat.
- Especificacions de la tecnologia de protecció del receptor durant l'emissió del senyal.
- Característiques, descripció i figures de mèrit dels mètodes de filtratge i reducció de senyals espúries i harmònics fora-banda.
- Característiques, descripció i figures de mèrit dels filtres de senyals RFI proposats.

PROCESSAMENT DEL SENYAL (Secció 3.5)

- Detalls tècnics i proves del fabricant del receptor digital.
- Per tots els filtres, correccions i algorismes del processament del senyal: descripció detallada amb els formalismes i operacions matemàtiques aplicades i el llistat i descripció dels paràmetres fixes i ajustables i estimació de l'eficàcia en situacions de precipitació.
- Recomanacions documentades sobre l'ús i aplicació dels filtres i correccions del processador (p. ex. dades i situacions en què aplicar-los i valors recomanats dels paràmetres i llindars).
- Documentació sobre tots els formats de dades i fitxers de sortida disponibles, en particular, la descripció detallada del format de les dades I/Q emmagatzemades, del format nadiu de les dades i de l'estructura dels fitxers de sortida. Aquestes descripcions han de permetre l'usuari desenvolupar el seu propi lector/convertidor de dades I/Q i de dades en format nadiu.
- Espai de disc assignat a l'emmagatzematge local de dades I/Q.

CONTROL, DIAGNÒSTIC I MANTENIMENT DEL SISTEMA (Secció 3.6)

- Llistat de funcionalitats de la unitat controladora del sistema.
- Documentació amb dades tècniques i localització de tot l'equipament del BITE així com informació sobre els paràmetres mesurats, els valors de funcionament normal i els límits superior i inferior d'aquests.
- Llistat de funcionalitats i manual d'ús de la HMI local; en particular, configuració de paràmetres de processat, configuració de tasques, d'enviaments i d'alertes, visualització de dades, configuració i visualització de senyals del BITE, programació, execució i visualització dels procediments de calibratge i connexió remota.
- Descripció detallada dels mètodes de calibratge i dels procediments matemàtics involucrats.

FLUX DE DADES I MAQUINARI (Secció 3.7)

- Esquema i descripció (amb funcionalitats) del flux de dades i del maquinari implicat, incloent-hi una proposta de solució per a l'enviament de les dades des del servidor local al servidor central adequada als condicionants requerits.
- Per cada màquina involucrada:
 - Característiques de maquinari, programari i configuració necessàries per executar les tasques corresponents, o bé;
 - Les imatges, templates o appliance compatibles amb VMWare 7 pel seu desplegament.

PROGRAMARI I LLICÈNCIES (Secció 3.8)

- Descripció de l'arquitectura del programari.
- Manual d'ús de tot el programari ofert que ha d'incloure com a mínim: instal·lació, manteniment i actualització, ús del programari i descripció de totes les funcions.
- Llistat de les llicències de programari incloses en l'oferta, indicant les funcionalitats i actualitzacions cobertes, la vigència i el cost de renovació.
- Recomanacions per una bona praxi en la definició de les tasques i l'estratègia d'escaneig, que garanteixi la integritat i seguretat del sistema mecànic de l'antena i la qualitat de les dades recollides.
- Descripció dels algorismes de control de qualitat, d'interpolació, de generació i de composició de productes implementats i oferts, amb el llistat i descripció dels paràmetres fixes i ajustables.
- Descripció de les projeccions de sortida disponibles.
- Descripció dels formats de dades disponibles.

REQUISITS I PROTOCOLS DE SEGURETAT INFORMÀTICA (Secció 3.9)

- Descripció dels protocols necessaris (ports TCP/UDP) entre els diferents components del sistema a implementar, els aplicatius utilitzats (servidor web, etc.) i els mecanismes de seguretat associats a tot el sistema de transmissió/recepció.
- Estimació de l'amplada de banda necessària per a l'enviament de dades, tal com es descriu en la Secció 3.5.3 i la Secció 3.7.2.

1.2. Adaptacions necessàries als emplaçaments i edificis dels radars actuals

- Descripció i detall de les adaptacions que cal fer als edificis actuals per allotjar el nou model de radar a instal·lar (vegeu 4.3.2.2).

1.3. Estructura de gestió i Adscripció de Mitjans

- Proposta d'estructura de gestió del projecte (veure 5.1).

1.4. Planificació del projecte (milestones)

- Proposta de cronograma del projecte, adaptada a les tasques i dates límit del Plec de Prescripcions Tècniques (veure 4.3.2.4).

1.5. Migració del sistema i proves de funcionalitat

- Proposta d'estratègia de migració del sistema actual al nou sistema de processament basat en el nou programari. Ha de contemplar l'adaptació de la cadena de producció al maquinari i programari que l'adjudicatari proporcioni juntament amb els radars (vegeu 4.3.2.5 i 4.8).

1.6. Pla de formació

- Proposta de Pla de Formació seguint els requisits del Plec de Prescripcions Tècniques (vegeu 5.2).

1.7. Manteniment

- Protocol detallat de tots els procediments de manteniments (vegeu 4.3.2.7).
- Llistat de l'equipament auxiliar necessari per a realitzar correctament els manteniments.

1.8. Recanvis i spare pool

- Llista completa (amb preus) dels recanvis i fungibles per tot el sistema radar per un període de dos (2) anys, un període de cinc (5) anys i un període de deu (10) anys. S'haurà d'indicar quins elements recomana adquirir i emmagatzemar localment i quins estaran disponibles en un programa de 'spare pool'. Per cada element també ha d'especificar el temps esperat i el temps màxim garantit d'entrega, amb i sense participació en el programa de "spare pool".
Addicionalment, haurà d'indicar aquells elements que puguin ser subministrats per un altre fabricant autoritzat.
- Estimacions de cost del cicle de vida (Life Cycle Cost, LCC) i del cost de suport (Life Support Cost, LSC), inclòs el cost anual de participació en el programa 'spare pool', pels primers deu anys de temps de vida del sistema.

2. DOCUMENTACIÓ A LLIURAR AMB EL PROJECTE EXECUTIU

Juntament amb el Projecte Executiu (veure 4.4.5) s'haurà de fer entrega dels documents FAT i SAT (veure 4.5) i de dues còpies impreses i enquadernades i una còpia en format digital (PDF) de tota la documentació tècnica, que hauran d'anar marcades amb el número de versió.

Els manuals tècnics tècnica associats al programari i al maquinari haurà d'incloure els següents apartats:

- Guia d'instal·lació
- Guia de configuració
- Manual de l'usuari
- Manual de manteniment preventiu i correctiu per a treballs a distància i in situ inclòs descripció detallada de la normativa sobre procediments d'intervenció, llistes de control i plantilla per informes de manteniment.
- Llista de problemes recurrent i el seu tractament
- Preguntes freqüents
- Documentació que contingui aspectes generals de seguretat

Respecte a la informació tècnica, a part de tots els punts indicats a l'apartat 1 d'aquest Annex, s'haurà d'indicar tota la informació referent als punts que s'indiquen a continuació.

MAQUINARI

- Identificador dels proveïdors per a cada component (utilitzant, per exemple, diagrames o llistes de les parts)
- Dibuixos de totes les parts mecàniques, per exemple els mecanismes de rotació de l'antena, en un nivell de detall que en permetin el desmuntatge, manteniment i substitució.
- Una llista completa de peces de recanvi, components i peces utilitzades en l'equip.
- Tots els diagrames de circuits necessaris dels components. S'hauran de donar també voltatges i formes d'ona quan es considerin apropiades.
- Per a les parts del subcontractista / tercer: Nom dels fabricants, nom de la part dels fabricants, número de la part i número de sèrie seran llistats, a més, es proporcionarà un full de dades dels fabricants.
- Una llista de components que es troben dins del sistema de radar, que pot suposar una amenaça per a la salut dels operadors/enginyers de serveis o per al medi ambient, si no es manegen amb especial cura.
- S'han d'incloure descripcions del procediment correcte per a gestionar aquests elements, tant pel que fa al manteniment durant la vida útil del sistema de radar com al desmantellament del sistema de radar.

- Documentació del procediment d'inici del sistema de radar després d'una fallada d'energia completa. El proveïdor proporcionarà la informació següent per a cada subsistema:
 - Mètode d'inici
 - Mètodes per a la intervenció remota de l'operador
 - El temps des de l'estat d'engegada fins a l'estat completament operatiu
- Documentació de la distribució d'energia. El proveïdor ha de descriure la distribució de subministraments d'energia en el sistema i cada subsistema.

PROGRAMARI

- Llista de microprogramari/programari. El proveïdor llistarà tots els components i subcomponents que contenen microprogramari/programari i llistarà la seva funcionalitat.
- El proveïdor ha de llistar tots els mòduls que continguin microprogramari/programari.
- Numeració de versions del microprogramari/programari.
- Descripció sobre com actualitzar el microprogramari
- Detalls sobre el sistema operatiu proporcionat del servidor de radar.
- Procediment per la instal·lació total i actualitzacions (sistema operatiu i programari) per totes les màquines (RSP, HMI, CS-HUB, RDP-OPE, RDP-DEV, TDT-PRO i visualització).
- Informació de la llicència (qualsevol problema de llicència serà especificat pel proveïdor)
- Llista explícita de programari de tercers
- Guia de l'usuari per als programes d'aplicació i utilitat
- Una guia d'instal·lació i manteniment
- Una guia d'interfície i format d'un programador que conté, com a mínim, descripcions de format de fitxer, models de flux d'informació i una descripció completa de les entrades de tots els fitxers de configuració del sistema.
- Documentació sobre el maquinari i els formats de fitxer. El proveïdor proporcionarà documentació sobre tots els mitjans i formats utilitzats per a transferir, emmagatzemar i actualitzar programari (p. ex. EPROM, ROM, disc dur, llapis, etc.).
- Documentació sobre els paràmetres de configuració. Es proporcionarà documentació sobre els mètodes necessaris per canviar els paràmetres del programari i la configuració del sistema. La documentació inclourà una llista de paràmetres de programari ajustables.
- Documentació de programari. El proveïdor proporcionarà documentació completa per a tots els mòduls de programari associats amb el sistema.
- Per a tots els mòduls de tercers parts que continguin programari s'ha de proporcionar:
 - Configuració del mòdul des del valor predeterminat de la fàbrica.
 - Procediment per actualitzar el microprogramari (firmware) i la configuració posterior.
 - Eines de programari per fer aquesta gestió.

3. DOCUMENTACIÓ A LLIURAR AMB EL SUBMINISTRAMENT I INSTAL·LACIÓ

Abans del subministrament de cadascun dels elements, s'haurà de fer entrega del document FAT , en el format pactat durant la fase de clarificació.

Cadascun dels elements que es lliurin haurà d'anar acompanyat del corresponent certificat de lliurament

Un cop feta la instal·lació de cada radar i dels equips instal·lats a l'oficina central, s'haurà de fer entrega de SAT , en el format pactat durant la fase de clarificació, abans de l'inici de la prova operativa.

Finalment, un cop superada la prova operativa s'haurà d'entregar un certificat de lliurament del radar.

ANNEX 5: Freqüència d'operació

Actualment, cada un dels radars de la XRAD té reservat un canal dins la banda assignada pel *Cuadro Nacional de Asignación de Frecuencias* (CNAF), corresponent a la subbanda dins la banda C per a l'ús dels radars meteorològics (5600 – 5650 MHz).

En concret, l'SMC té la reserva de quatre canals de freqüència del domini públic radioelèctric (Taula A5.1), amb referència d'expedient BZZ-0000138 (Taula A5.2), del Ministerio de Industria, Energía y Turismo, a través del Centre de Telecomunicacions i Tecnologies de la Informació (CTTI) de la Generalitat de Catalunya, i abona la taxa anual corresponent, d'acord amb la llei de pressupostos de l'Estat.

TAULA A5.1: freqüències reservades per cada radar de la XRAD (reserva vigent en data de publicació del present document).

Radar	Freqüència	Polarització
Creu del Vent (CDV)	5632 MHz	Horitzontal (H)
La Miranda (LMI)	5610 MHz	Horitzontal (H)
Puig Bernat (PBE)	5648 MHz	Horitzontal (H)
Puig d'Arques (PDA)	5625 MHz	Horitzontal (H)

TAULA A5.2: característiques tècniques dels equipaments de la XRAD tal com apareixen en l'expedient BZZ-0000138 (vigents en data de publicació del present document) i previsió provisional de la modificació/ampliació de l'expedient per a la nova XRAD (ombrejat taronja). Font: Centre de Telecomunicacions i Tecnologies de la Informació (CTTI).

1-2 Estación transmisora			3 Estaciones receptoras o zonas de recepción			5-6 Antenas			7 Vano	8 Enlace	9 Receptor	10a Frecuencia Tx (MHz) y Polarización
1a Estación / Emplazamiento	2a Clase estación	3a Estación / Emplazamiento	4 Potencia (dBm) ⁽¹⁾	5a Marca y Modelo Tx	6a Ganancia Tx/Rx	7a Long (Km)	8a Den.Emisión	9a Umbral(dBm) ⁽²⁾				
1b Provincia / Municipio	2b Cota(m)	3b Provincia / Municipio						9b C/I(canal)(dB) ⁽³⁾				
1c Longitud Latitud (deg. min. sec. E/W/N/S)	2c Alt.(antfm)/AltAnt.(m) E/W/N/S)	3c Longitud Latitud (deg. min. sec. E/W/N/S)		5b Marca y Modelo Rx	6b Ap.haz(º) Tx/Rx	7b Azimut (º)	8b Modulación					10b Código de modalidad
						7c Elevación (º)	8c Capacidad (Mbps)	9c C/Iadyacente (dB)				
RED ACTUAL	PUIG BERNAT / PUIG BERNAT B / OLESA DE BONESVALLS	LR 616 15	50,49	Y	41.1 / 0.1	250,00	200KP0N		5648 H			
	01° 52' 43.82" E 41° 22' 07.92" N				1.5 /	182			4311			
						0,7						
	PUIG D'ARQUES / PUIG D'ARCE / CRUÏLLES, MONELL'S	LR 535 20	50,49	Y	44.1 /	250,00	200KP0N		5625 H			
	02° 59' 49.92" E 41° 53' 19.99" N				0.95 /	184			4311			
						0.5						
	CREU DEL VENT / CREU DEL L / TALAVERA	LR 804 40		Y	44.1 /	250,00	200KP0N		5632 H			
	01° 24' 05.76" E 41° 35' 59.94" N		50,49		1 /	182			4311			
						0,6						
	LA MIRANDA / LA MIRANDA T / COLLDEJOU	LR 942 20		Y	44.1 /	250,00	200KP0N		5610 H			
00° 51' 45.72" E 41° 05' 34.88" N		50,49		1 /	181			4311				
						0,6						
AMPLIACIÓN	PUIG BERNAT / PUIG BERNAT B / OLESA DE BONESVALLS	LR 616 15	50,49	Y	41.1 / 0.1	250,00	200KP0N		5648 H			
	43.82" E 41° 22' 07.92" N				1.5 /	182			4311			
						0,7						
	PUIG D'ARQUES / PUIG D'ARCE / CRUÏLLES, MONELL'S	LR 535 20	50,49	Y	44.1 /	250,00	200KP0N		5625 H			
	49.92" E 41° 53' 19.99" N				0.95 /	184			4311			
						0.5						
	CREU DEL VENT / CREU DEL L / TALAVERA	LR 804 40		Y	44.1 /	250,00	200KP0N		5632 H			
	01° 24' 05.76" E 41° 35' 59.94" N		50,49		1 /	182			4311			
						0,6						
	LA MIRANDA / LA MIRANDA T / COLLDEJOU	LR 942 20		Y	44.1 /	250,00	200KP0N		5610 H			
00° 51' 45.72" E 41° 05' 34.88" N		50,49		1 /	181			4311				
						0,6						
(1) Cresta X. Media Y.			(2) Para una BER = 10 ⁻⁶			(3) Para una degradación del umbral de 1dB						

⁽³⁾ Para una degradación del umbral de 1dB

⁽²⁾ Para una BER = 10⁻⁶

⁽¹⁾ Cresta X, Media Y,

ANNEX 6: Interferències per radiofreqüència (RFI)

Tot emissor extern dins l'horitzó del radar que emeti directament o ocupi parcialment la seva banda d'operació, genera un senyal interferent en el receptor del radar (RFI, Radio-Frequency Interference). Els estudis de RFI als radars meteorològics indiquen que aquestes interferències es manifesten al receptor com soroll additiu no correlacionat; el senyal interferent s'afegeix al soroll de base del radar, disminuint la sensibilitat i dificultant la detecció dels ecos meteorològics.

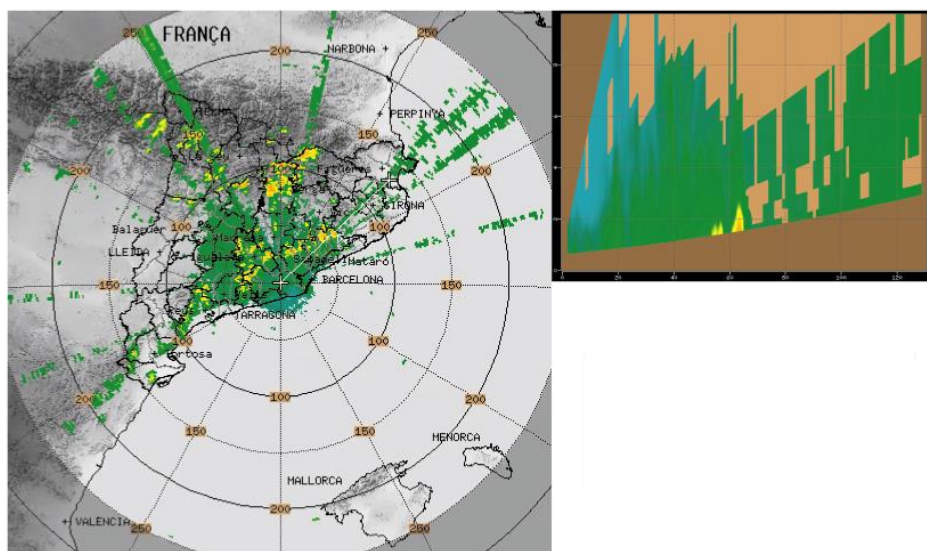


Figura A6.1: Exemple d'interferència RFI al radar de PBE; afectació al llarg del radial i per diferents elevacions (tall vertical al llarg del radial).

Les RFI són fàcilment identificables en les imatges PPI dels radars perquè, gràcies a la direccionalitat de l'antena, queden limitades a un sector azimutal estret en la direcció de l'emissor extern i apareixen característicament com a línies o pues de reflectivitat allargades en direcció radial (Figura A6.1). Depenent del tipus d'emissió, aquest senyal interferent es pot manifestar de forma contínua o intermitent al llarg del radial afectat i a diferents elevacions.

Tal com es veu en la Figura A6.2, l'aplicació d'un valor agressiu del filtre de coherència SQI (Signal-Quality Index) del processador del radar, permet eliminar gran part dels senyals interferents de les imatges. Tanmateix, un filtratge agressiu comporta el risc de perdre una part del senyal meteorològic en tots els bins de dades/píxels de la imatge i no és una solució adequada ni acceptable a llarg termini.

Per evitar aquestes interferències externes, els radars de la XRAD tenen oficialment reservats canals individuals dins la banda de freqüència d'operació (Annex 5) i, en l'actualitat, en el cas de la XRAD, l'única opció viable és la detecció, caracterització i monitoratge de les interferències per reportar-les a l'autoritat nacional/regional competent en la regulació de l'ocupació de les bandes reservades, qui s'ha d'encarregar d'identificar i aturar els emissors interferents.

Per monitorar les interferències de cada radar de la xarxa, l'equip de teledetecció compta amb un algorisme propi de postprocessat que identifica interferències en les imatges radar diàries. Quan l'algorisme detecta una signatura de caràcter constant i continu en la imatge radar, la registra en la base de dades indicant data, hora, posició (azimut i elevació) i potència mediana. Aquestes dades s'utilitzen per a l'anàlisi periòdica de la incidència de les RFI a cada radar de la xarxa, en particular la incidència diària i la incidència per hores i elevació, les quals es reporten directament a les autoritats competents.

En les Figures A6.3, Figura A6.4 i Figura A6.5 es mostra l'estat actual de l'afectació per RFI dels radars operatius de la XRAD. Tal com es pot observar en aquestes figures, els radars de PBE i de PDA fa mesos que estan críticament afectats per la presència d'interferències en amplis sectors al Nord-est i Sud-oest del territori. En aquests casos, les autoritats responsables de regular l'ocupació de la banda encara no han estat capaces de trobar els emissors, ja que operen clandestinament i, actualment, la sensibilitat en la detecció de la precipitació en aquestes regions està molt disminuïda.

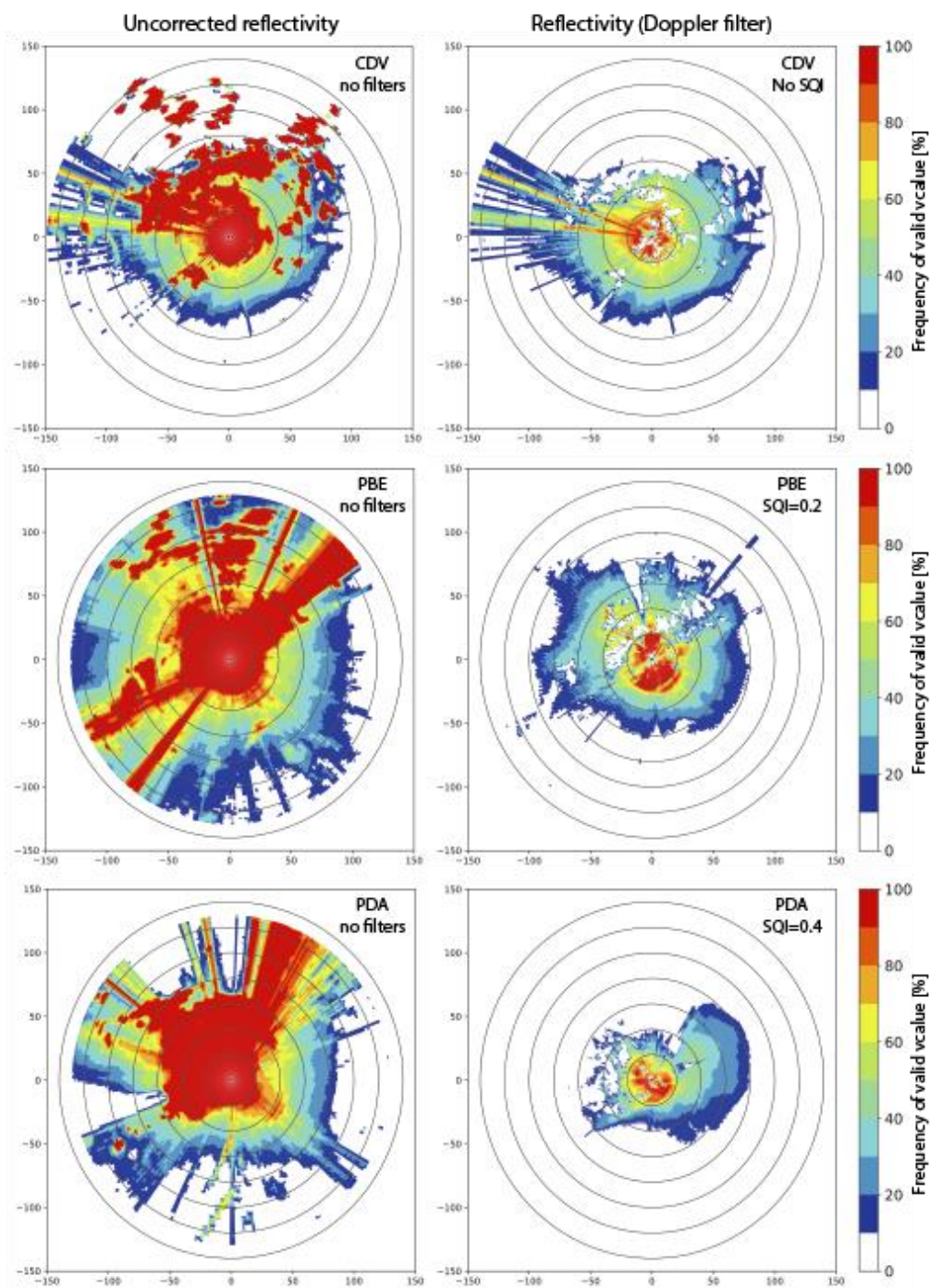


Figura A6.2: Efecte de l'aplicació del filtre l·lindar de coherència del processador (SQI) amb diferents valors: radar de CDV sense aplicació del SQI (a dalt), radar de PBE amb aplicació de filtre SQI de 0.2 (centre) i radar de PDA amb aplicació de filtre SQI de 0.4 (a baix). Les figures mostren la freqüència relativa amb què cada píxel de la imatge radar té un valor vàlid de reflectivitat sense correccions (esquerra) i de reflectivitat corregida amb filtre Doppler i filtre SQI (dreta).

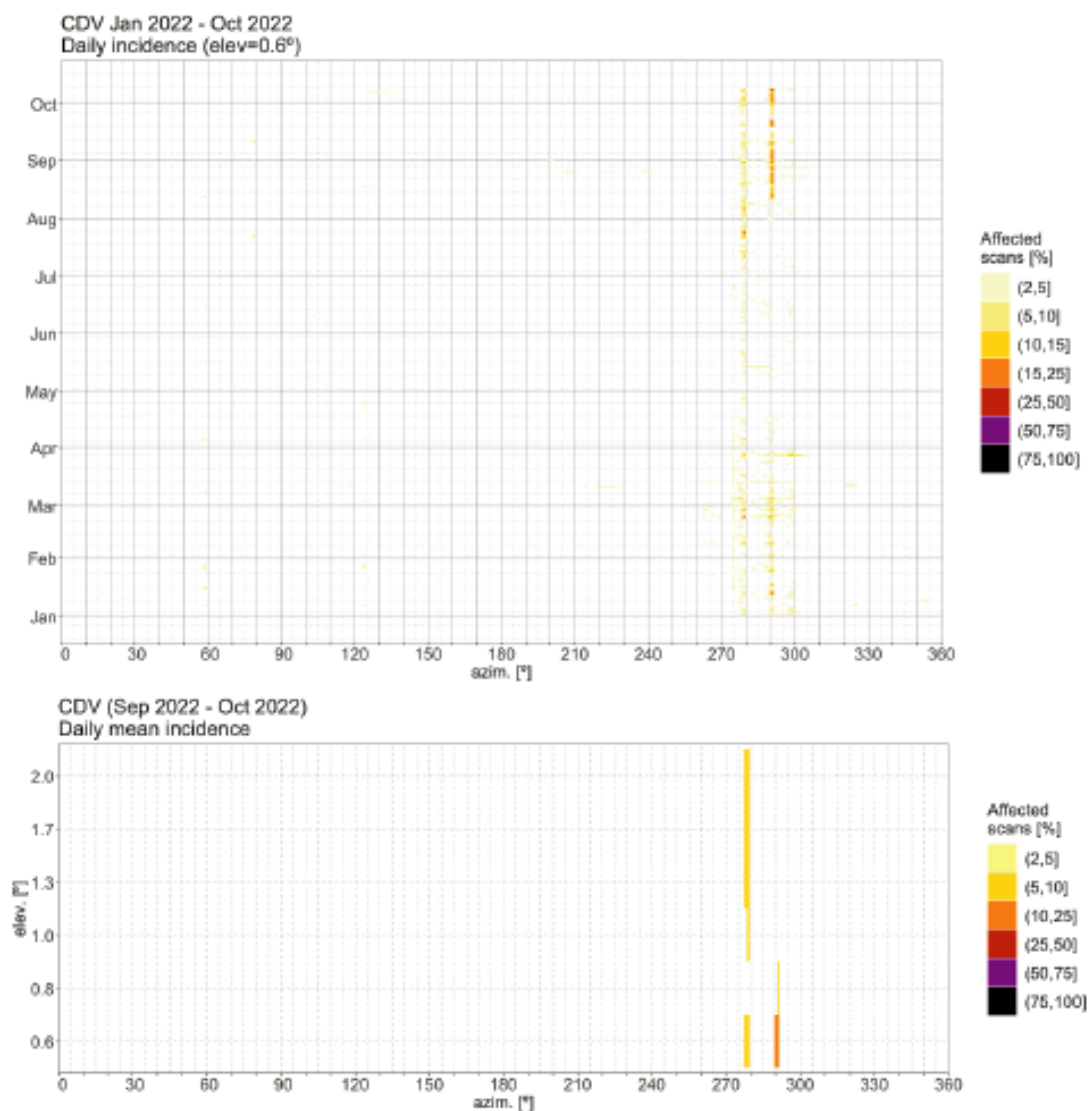


Figura A6.3: Incidència de les interferències RFI al radar de CDV: sèrie temporal del percentatge d'imatges afectades per dia (a dalt) i mitjana d'imatges afectades per dia en cada elevació durant el període entre agost de 2022 i octubre de 2022 (a baix).

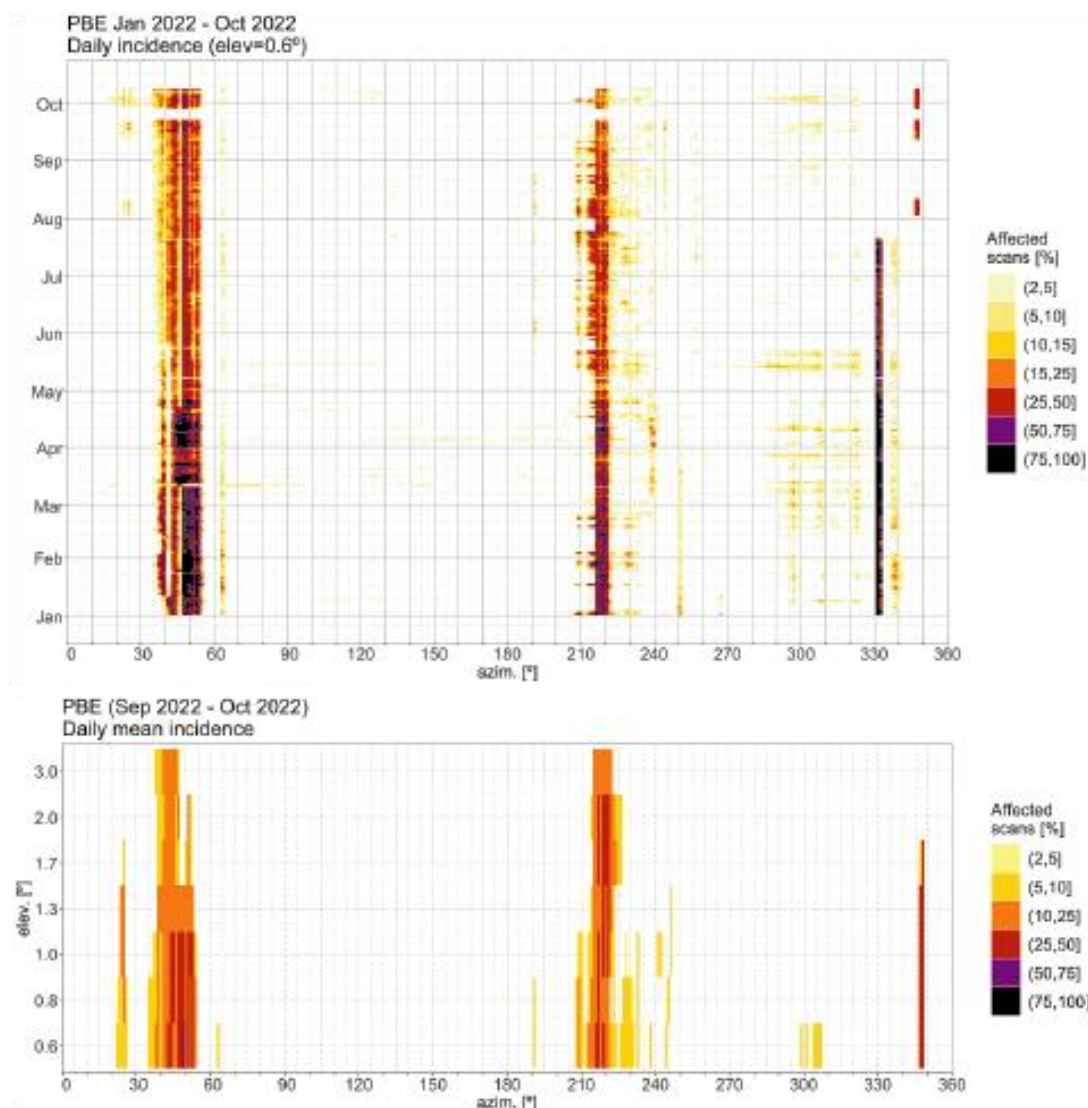


Figura A6.4: Incidència de les interferències RFI al radar de PBE: sèrie temporal del percentatge d'imatges afectades per dia (a dalt) i mitjana d'imatges afectades per dia en cada elevació durant el període entre agost de 2022 i octubre de 2022 (a baix).

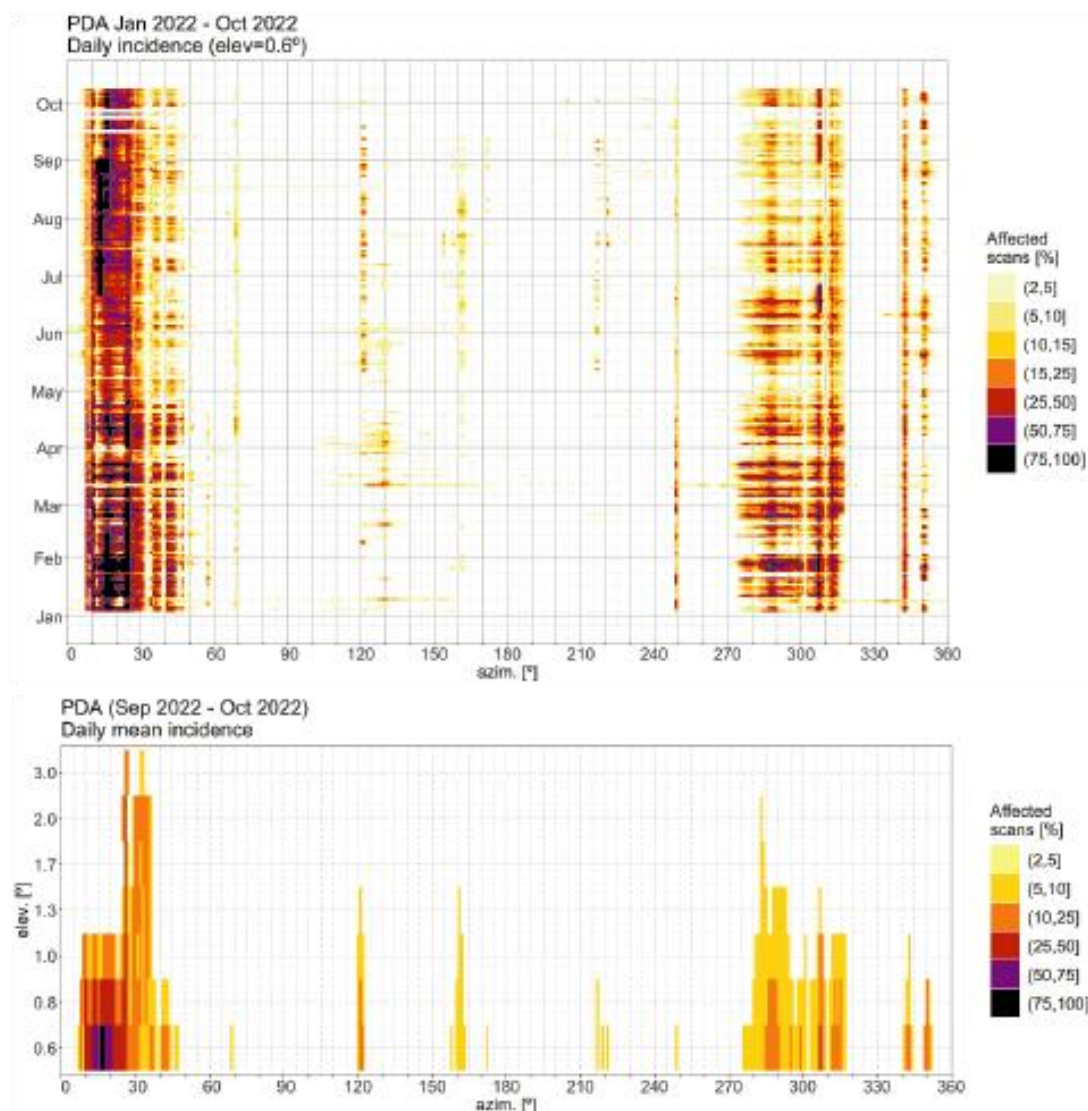


Figura A6.5: Incidència de les interferències RFI al radar de PDA: sèrie temporal del percentatge d'imatges afectades per dia (a dalt) i mitjana d'imatges afectades per dia en cada elevació durant el període entre agost de 2022 i octubre de 2022 (a baix).

ANNEX 7: Impacte dels aerogeneradors

La creixent demanda d'energies renovables està proliferant la instal·lació de parcs eòlics arreu del món. Segons la base de dades de la Generalitat de Catalunya, actualment hi ha 811 aerogeneradors en servei (cercles) i 139 autoritzats per la posada en servei (punts) en el territori català, distribuïts segons es mostra en la Figura A7.1.

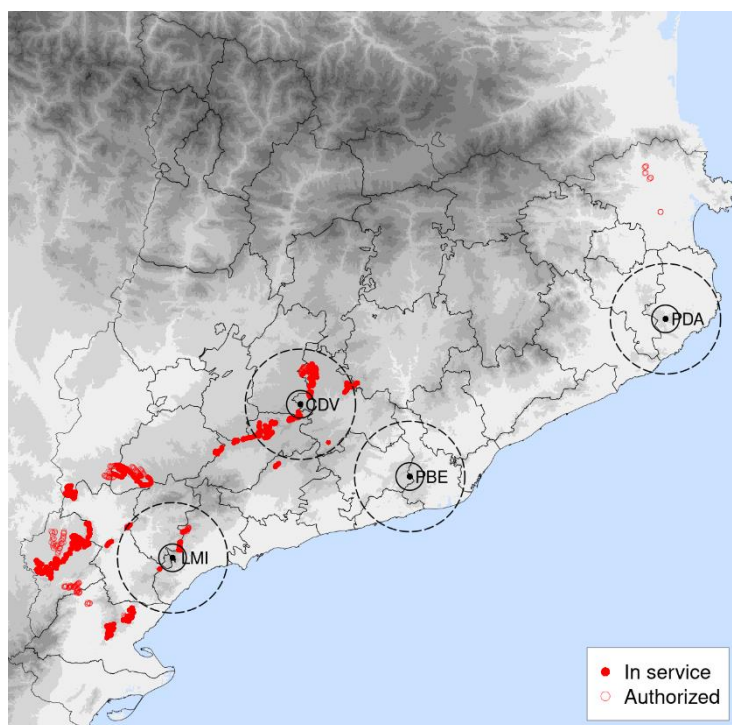


Figura A7.1: Localització de les turbines eòliques (en servei i autoritzades per a la posada en servei) en el territori català. Al voltant de cada radar de la xarxa XRAD s'indiquen les zones d'afectació crítica (línia sòlida, 5 km de radi) i d'afectació moderada (línia discontinua, 20 km de radi).

Els aerogeneradors situats en la línia d'observació d'un radar meteorològic, especialment els que es troben en l'entorn proper dels radars tenen un impacte negatiu en les mesures radar. Els efectes sobre les mesures dels radars deguts a la proximitat d'aquestes infraestructures són principalment de tres tipus: (a) atenuació parcial o completa del senyal radar per bloqueig, (b) generació de *clutter* i contaminació de les dades de reflectivitat per reflexió del senyal, i (c) contaminació de la velocitat Doppler i eixamplament de l'amplada d'espectre deguts al moviment de les pales.

Generalment, el grau d'afectació dels tipus descrits anteriorment s'incrementa en disminuir la distància entre l'aerogenerador i el radar, però efectes com la dispersió múltiple (entre múltiples turbines o entre les turbines i el terra) poden estendre l'afectació de les mesures fins a més de 20

km darrere l'aerogenerador. Distingim quatre zones de grau d'afectació segons la distància al radar (Taula A7.1):

- Zona d'afectació baixa: $d > 20$ km
- Zona d'afectació moderada: $5 \text{ km} < d < 20$ km
- Zona d'afectació crítica: $1 \text{ km} < d < 5$ km
- Zona incompatible: $d < 1$ km

Taula A7.1: Localització de les turbines eòliques (en servei i autoritzades per a la posada en servei) en el territori català. Al voltant de cada radar de la xarxa XRAD s'indiquen les zones d'afectació crítica (línia sòlida, 5 km de radi) i d'afectació moderada (línia discontinua, 20 km de radi).

Zones d'Afectació	BAIXA	MODERADA	CRÍTICA	INCOMPATIBLE
Distància al radar (km)	>20	5-20	1-5	0-1
Atenuació (dB)	~0	< 0.5	~0.5	RADAR INOPERATIU
Elevacions afectades	Primera (0.6°)	Diverses	Diverses	
Azimut afectat	<10%	>10%	>10%	
Pèrdua d'eficiència	POC SIGNIFICATIVA	SIGNIFICATIVA	MOLT SIGNIFICATIVA	
Nivell de soroll	BAIX	MODERAT	ALT	
Afectació per bloqueig	BAIXA	MODERADA	ELEVADA	
Perill per als treballadors	---	BAIX	MODERAT	ALT

Per a la coexistència amb l'energia eòlica garantint la qualitat de les dades, la comunitat internacional d'operadors de radar meteorològic recomana que: (i) no s'instal·li cap aerogenerador dins les zones incompatible i crítica i (ii) que tot projecte de parc eòlic situat dins la zona moderada se sotmeti a un estudi d'impacte abans de la seva autorització.

Malauradament, tal com s'observa en La Figura A8.2, actualment ja hi ha turbines operatives en servei dins les zones d'afectació crítica i moderada al voltant dels radars de CDV i de LMI de la XRAD. El cas del radar de CDV és especialment crític per la gran quantitat de turbines i perquè la turbina més propera es troba a menys de 2.5 km de distància del radar.

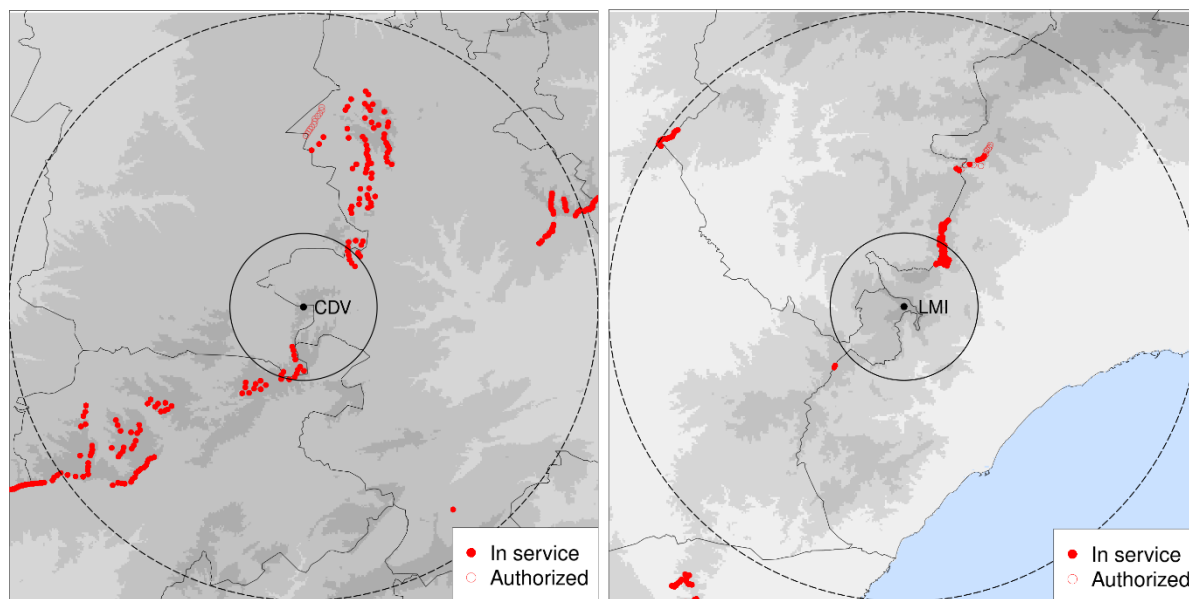


Figura A7.2: Localització de turbines eòliques (en servei i autoritzades per a la posada en servei) en la zona d'afectació moderada dels radars de Creu Del Vent (CDV, imatge esquerra) i La Miranda (LMI, imatge dreta). Al voltant de cada radar s'indiquen les zones d'afectació crítica (línia sòlida, 5 km de radi) i d'afectació moderada (línia discontinua, 20 km de radi).

En la Figura A7.3 es mostra un exemple de l'impacte dels aerogeneradors en les dades dels radars de la XRAD. Analitzant els valors mitjans dels moments (per a un període de tres dies de dades) en una zona de 60 km al voltant dels radars, veiem que aquestes estructures generen ecos no meteorològics de velocitat radial i de reflectivitat tant en la posició de les turbines com darrere d'aquestes, perquè el filtre Doppler no és efectiu en identificar-les i eliminar-les. Fem notar que les dades del radar de PBE, tot i que no hi ha cap turbina dins la seva zona d'afectació moderada, estan afectades per les turbines localitzades a més de 40 km de distància en direcció Nord-oest. En canvi, les observacions del radar de LMI no es veuen afectades pels aerogeneradors en la seva zona d'afectació moderada, ja que, per la gran altitud en què es troba el radar, aquestes estructures queden per sota de la línia d'observació.

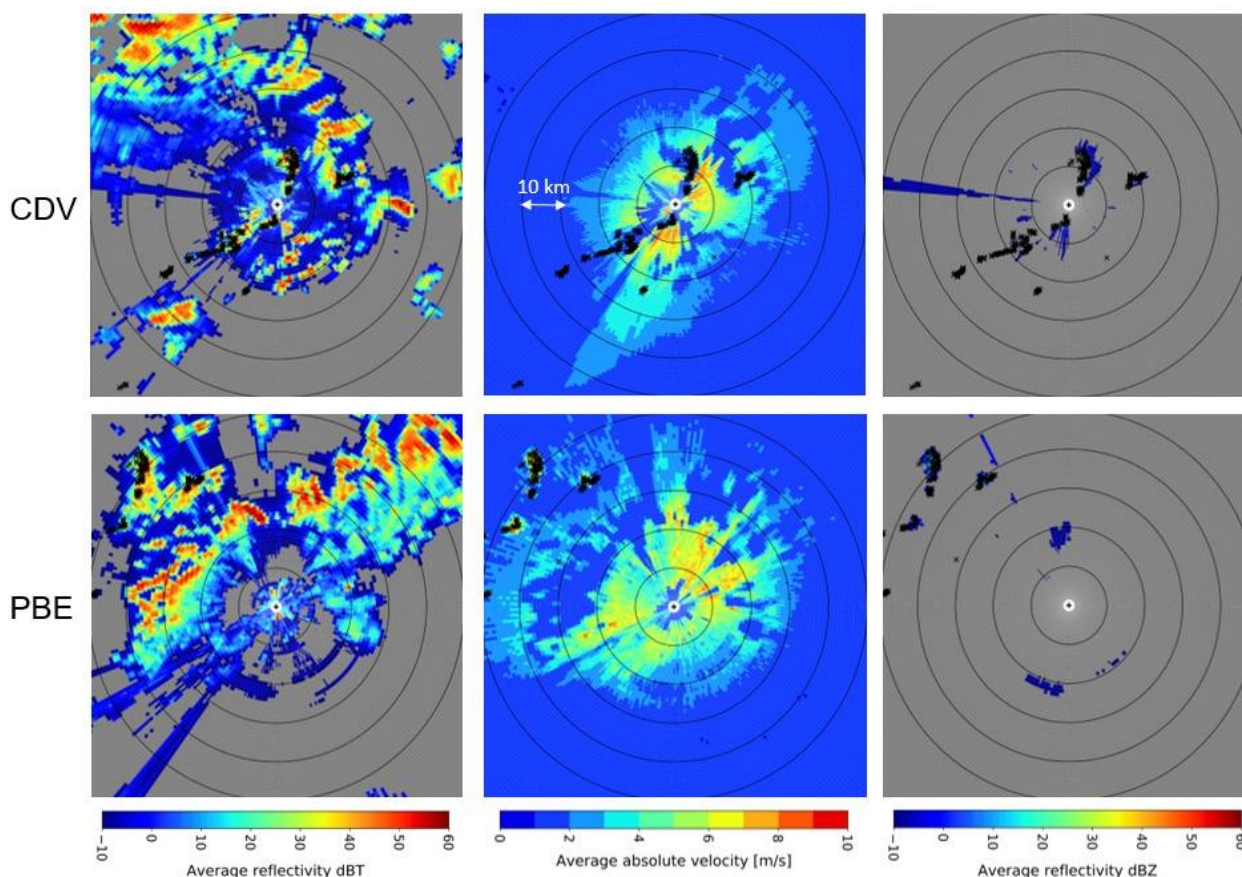


Figura A7.3: Impacte dels aerogeneradors en les dades de CDV (a dalt) i PBE (a baix) en un radi de 60 km al voltant dels radars. Es mostra el valor mitjà durant un període de tres dies de la reflectivitat sense correccions (esquerra), de la velocitat radial (centre) i de la reflectivitat corregida amb filtre Doppler (dreta).

ANNEX 8: Normativa

1. NORMATIVA GENERAL

Quan els productes oferts estiguin subjectes a compliment de requisits essencials establerts en Directives Europees o en altres disposicions d'obligat compliment, els subministradors seran responsables del coneixement i compliment d'aquests.

Tenint present que el subministrament i instal·lació es farà a Espanya, és requisit essencial del contracte que els productes subministrats compleixin amb la normativa vigent, tant espanyola com comunitària, així com qualsevol altra norma que sigui d'aplicació.

En concret, s'haurà de complir, entre d'altres, amb:

- La Directiva 2006/42/CE de màquines (Machine Directive, MD) del Parlament Europeu i del Consell de 17 de maig de 2006, relativa a la lliure circulació de maquinària i a la protecció dels treballadors i consumidors d'aquesta.
- La Directiva 2014/35/UE de baixa tensió (*Low Voltage Directive*, LVD) del Parlament Europeu i del Consell, de 26 de febrer de 2014, que garanteix que els equips elèctrics dins de determinats límits de tensió proporcionin un alt nivell de protecció als usuaris i que aquests es beneficiïn plenament del mercat únic.
- Els equipaments oferts hauran de tenir el marcatge CE (Conformité Européenne) No és legal, ni vàlida, cap altra marca; en particular, no és legal el marcat China Export, que simula el Marcat CE, per a la seva comercialització a Europa.
- A més, el fabricant haurà de lliurar una declaració de conformitat en compliment de la Directiva 2014/53/UE (Directiva RED), referent a la protecció de la salut i seguretat de persones i animals i béns; als nivells adequats de compatibilitat electromagnètica; i a l'ús eficient de l'espectre radioelèctric

Així mateix, en l'acompliment del present contracte, s'exigirà a l'adjudicatari i als seus subcontractistes (si n'hi ha), que compleixin totes les obligacions aplicables en l'àmbit del Dret mediambiental, social i laboral que s'apliquin a Espanya, tal com han estat establerts per la legislació de la UE, la legislació nacional espanyola, els convenis col·lectius o la legislació internacional, mediambiental, social i laboral.

2. NORMATIVA EN RELACIÓ AL SISTEMA AUTOMÀTIC D'INTERRUPCIÓ DE L'ANTENA

El sistema radar subministrat haurà d'incloure un mecanisme automàtic d'interrupció de l'emissió i del moviment de l'antena, sincronitzat amb l'obertura de la porta d'accés a la sala del radom Així mateix, també ha de disposar d'un interruptor al pedestal per l'aturada manual de l'emissió i el moviment de l'antena (secció 3.2. del PPT).

Aquest sistema de seguretat té com a finalitat bàsica la protecció de la salut del personal operatiu i de manteniment, que hauran de poder treballar amb seguretat a l'interior del radom. Aquest sistema de

seguretat haurà de complir amb la Norma IEC 60204-1:1997 d'Equipament elèctric de les màquines industrials.

3. NORMATIVA DELS EQUIPAMENTS RADIOELÈCTRICS

En tant que xarxa radioelèctrica, la nova XRAD ha de complir amb la legislació sobre l'ús del domini radioelèctric.

En concret, amb:

- El Reglament de Radiocomunicacions de la Unió Internacional de Telecomunicacions: ITU Radio Regulations, 2020.
- Les directives del Parlament Europeu: 2014/30/UE (*Electromagnetic Compatibility*, EMC) i 2014/53/UE (*Radio Equipment Directive*, RED), en particular amb l'estàndard harmonitzat ETSI EN 303 347-2 V2.1.0 (2021-06). "*Meteorological Radars; Harmonized Standard for access to radio spectrum; Part 2: Meteorological Radar Sensor operating in the frequency band 5 250 MHz to 5 850 MHz (C band)*".
- Les recomanacions del Comitè Europeu de Radiocomunicacions: CEPT/ERC/Recommendation 74-01E (Updated 1 October 2021).
- La legislació nacional sobre l'ús del domini radioelèctric: en concret, el que es desplega de la Llei General de Telecomunicacions 11/2022, de 28 de juny, el Reial Decret 123/2017, de 24 de febrer, i la resta de disposicions d'aplicació.
- La Norma EN 60204-1:2018 sobre seguretat en maquinària i Equipaments elèctrics.
- Estàndard harmonitzat que cobreix els requisits essencials de l'article 3.2 de la Directiva 2014/53/EU (ETSI EN 301 893 V2.1.1)

4. PROTECCIÓ DELS TREBALLADORS CONTRA RADIACIONS IONITZANTS

El públic en general haurà d'estar protegit contra la radiació de RF del sistema de radar d'acord amb les Directrius ICNIRP (*International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection*) sobre la limitació de l'exposició als camps electromagnètics són per a la protecció de les persones exposades a camps electromagnètics de radiofreqüència (RF) en el rang de 100 kHz a 300 GHz.

En aquest sentit, cal tenir presents les recomanacions del Consell Europeu (1999/519/CE: de 12 de juliol de 1999) relativa a la exposició del públic en general a camps electromagnètics (0 Hz a 300 GHz): així com els Reials decrets 53/1992, de 24 de gener, pel qual s'aprova el Reglament de protecció sanitària contra radiacions ionitzants; i el Reial decret 783/2001, de 6 de juliol, pel qual s'aprova el Reglament sobre protecció sanitària contra radiacions ionitzants; que són transposició de les Directives 80/836, 84/467, i 90/641 d'EURATOM, relatives a la protecció operacional dels treballadors exteriors amb el risc d'exposició a radiacions ionitzants per intervenció en zona controlada.

Finalment, caldrà seguir l'estàndard Europeu (EN 60950-1:2001) sobre els equipaments tecnològics.

5. NORMATIVA DEL MARCATGE CE

Els equipaments lliurats hauran de tenir el marcatge CE (Conformité Européenne), el qual requereix el compliment de:

- Totes les obligacions del Reial decret 188/2016, de 6 de maig, pel qual s'aprova el Reglament pel qual s'estableixen els requisits per a la comercialització, la posada en servei i l'ús d'equips radioelèctrics, i se'n regula el procediment per avaluar la conformitat, la vigilància del mercat i el règim sancionador dels equips de telecomunicació.
- El Reial decret 374/2021, de 25 de maig, pel qual es modifica el Reglament pel qual s'estableixen els requisits per a la comercialització, posada en servei i ús d'equips radioelèctrics, i es regula el procediment per a l'avaluació de la conformitat, la vigilància del mercat i el règim sancionador dels equips de telecomunicació, aprovat pel Reial decret 188/2016, de 6 de maig.
- La Directiva 2014/53/UE del Parlament Europeu i del Consell, de 16 d'abril del 2014, relativa a l'harmonització de les legislacions dels estats membres sobre la comercialització d'equips radioelèctrics, i per la qual es deroga la Directiva 1999/5/CE.
- El reglament d'Execució (UE) 2017/1354 de la Comissió de 20 de juliol de 2017 pel qual especifica la manera de presentar la informació prevista a l'article 10, apartat 10, de la Directiva 2014/53/UE del Parlament Europeu i del Consell.

D'acord amb l'anterior, actualment la XRAD té certificat el seu funcionament per mitjà del Col·legi d'Enginyers de Telecomunicació de Catalunya, amb data de 12 d'abril de 2012. Un cop instal·lada i operativa la nova xarxa de radars, caldrà una nova certificació del Col·legi d'Enginyers.

6. NORMATIVA DEL SISTEMA DE PROTECCIÓ CONTRA EL LLAMP

El sistema de protecció contra el llamp haurà de complir les especificacions de les normatives nacional i internacional, en particular amb la Norma Espanyola de protecció contra el llamp (UNE-EN 62305). Aquesta norma és la versió oficial en castellà de la Norma Europea EN 62305-1:2006, que al seu torn adopta la Norma Internacional IEC 62305-1:2006

7. SEGURETAT ELÈCTRICA DE LA INSTAL·LACIÓ

Totes les connexions a les xarxes principals, els equips connectats a les xarxes principals i qualsevol cablejat principal s'ajustaran a les regulacions i normatives europees i espanyoles sobre seguretat elèctrica

- *UNE EN 60664-1 Coordinación de aislamiento de los equipos en los sistemas (redes) de baja tensión.*
- *RBT Reglamento electrotécnico de baja tensión.*

L'instal·lador s'haurà d'assegurar que no hi haurà potencial de voltatge en cap lloc dins del radar després que la potència principal (i UPS) del radar s'hagin desactivat.

La sobrecàrrega i els circuits de seguretat protegiran el transmissor i el magnetró contra la sobrecàrrega. Aquesta protecció serà autònoma i no serà anul·lada pel programari.

7.1. Protecció electrostàtica

El licitador ha d'implementar els estàndards antiestàtics necessaris, utilitzant material per assegurar que l'equip no es vegi danyat per descàrregues electroestàtiques. En aquest sentit, haurà de lliurar la informació sobre els estàndards usats per a la protecció electroestàtica.

7.2. Connexió a Terra (Earthing)

El licitador haurà d'indicar la màxima resistència a terra recomanada pel sistema.

Tots els equips requereixen una presa de terra, tal com estableix el Reglament espanyol i europeu per a la seguretat elèctrica i la compatibilitat electromagnètica (*European Regulations for Electrical Safety and the IEC/TR 61000-5-2 Electromagnetic compatibility – Part 5: Installation and mitigation guidelines – Section 2: Earthing and cabling.*).