

**Núria Pla Vallès**

**PROJECTE EXECUTIU D'UNA INSTAL·LACIÓ  
SOLAR FOTOVOLTAICA DE 5 MWP  
CONNECTADA, MITJANÇANT UNA LÍNIA DE 25  
KV, A LA SUBESTACIÓ ELÈCTRICA LA SELVA  
DEL CAMP**

**TREBALL DE FI DE GRAU**

**Grau en Enginyeria Elèctrica**

**Dirigit per Lluís Massagués Vidal**



**UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI**

**Tarragona**

**Curs 2022-23**

## FULL D'IDENTIFICACIÓ

<b>Descripció</b>	Disseny i càlcul d'una instal·lació solar fotovoltaica de 5 MWp connectada, mitjançant una línia de 25 kV, a la subestació elèctrica de La Selva del Camp.
<b>Situació</b>	Ubicació: Polígon 13, Parcel·la 25 i 27 Localitat: La Selva del Camp Codi postal: 43470      Província: Tarragona Coordenades: 41.199237, 1.163013
<b>Promotor</b>	Nom o raó social: ETSE Universitat Rovira i Virgili Motiu: Treball de Fi de Grau Direcció: Avinguda dels Països Catalans, 26 Població: Tarragona Codi postal: 43007      Província: Tarragona Telèfon: (+34) 977 55 97 00 Correu electrònic: <a href="mailto:etse@urv.cat">etse@urv.cat</a>
<b>Autor del projecte tècnic</b>	Nom o raó social: Núria Pla Vallès Titulacions: Grau en Enginyeria Elèctrica Correu electrònic: <a href="mailto:nuria.pla@estudiants.urv.cat">nuria.pla@estudiants.urv.cat</a>
<b>Data de presentació</b>	Divendres, 9 de juny de 2023

**Núria Pla Vallès**

**TREBALL DE FI DE GRAU**

**Grau en Enginyeria Elèctrica**

**Dirigit per Lluís Massagués Vidal**

**PROJECTE EXECUTIU D'UNA INSTAL·LACIÓ SOLAR FOTOVOLTAICA DE 5  
MWP CONNECTADA A LA SUBESTACIÓ ELÈCTRICA LA SELVA DEL CAMP**

**ÍNDEX GENERAL**



**UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI**

**Tarragona**

**Curs 2022-23**

## **ÍNDEX GENERAL**

**Document número 1: MEMÒRIA TÈCNICA**

**Document número 2: ANNEXES**

**Document número 3: PLÀNOLS**

**Document número 4: PLEC DE CONDICIONS**

**Document número 5: ESTAT D'AMIDAMENTS**

**Document número 6: PRESSUPOST**



## ÍNDEX GENERAL

### Document número 1: MEMÒRIA TÈCNICA

1.1	ANTECEDENTS .....	16
1.2	OBJECTE DEL PROJECTE.....	16
1.3	ABAST .....	16
1.4	NORMES I REFERÈNCIES .....	17
1.4.1	NORMATIVA APLICABLE .....	17
1.4.1.1	<i>Normativa estatal</i> .....	18
1.4.1.2	<i>Normativa autonòmica</i> .....	19
1.4.2	PROGRAMES DE CÀLCUL .....	20
1.4.3	PLA DE GESTIÓ DE QUALITAT APLICAT EN LA REDACCIÓ DEL PROJECTE .....	20
1.4.4	BIBLIOGRAFIA.....	21
1.4.5	ALTRES REFERÈNCIES .....	21
1.5	DEFINICIONS I ABREVIATURES.....	21
1.6	REQUISITS DE DISSENY .....	22
1.6.1	DADES DE PARTIDA.....	22
1.6.1.1	<i>Situació de la instal·lació</i> .....	22
1.6.1.2	<i>Emplaçament de la instal·lació</i> .....	23
1.6.1.3	<i>Superfícies ocupades</i> .....	25
1.6.1.4	<i>Camp d'actuació del parc solar fotovoltaic</i> .....	26
1.6.1.5	<i>Accessos</i> .....	26
1.6.2	DESCRIPCIÓ GENERAL DE LA INSTAL·LACIÓ.....	27
1.7	ANÀLISI DE LES SOLUCIONS.....	28
1.7.1	PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA.....	28
1.7.2	LÍNIA DE DISTRIBUCIÓ.....	30
1.8	RESULTATS FINALS .....	32
1.8.1	PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA.....	32
1.8.1.1	<i>Descripció general del disseny de la instal·lació</i> .....	32
1.8.1.2	<i>Components i materials de la instal·lació en baixa tensió</i> .....	33
1.8.1.3	<i>Posada a terra de la instal·lació fotovoltaica</i> .....	39
1.8.2	LÍNIA DE DISTRIBUCIÓ.....	40
1.8.2.1	<i>Traçat de la línia</i> .....	40
1.8.2.2	<i>Camp d'actuació de la línia de distribució</i> .....	40
1.8.2.3	<i>Línia subterrània de mitja tensió</i> .....	41

1.8.2.4	<i>Línia aèria de mitja tensió</i> .....	47
1.8.2.5	<i>Conversió aeri subterrani</i> .....	51
1.8.3	<b>CENTRES DE TRANSFORMACIÓ</b> .....	52
1.8.3.1	<i>Edifici prefabricat</i> .....	52
1.8.3.2	<i>Cablejat de mitja tensió</i> .....	53
1.8.3.3	<i>Cel·les de mitja tensió</i> .....	53
1.8.3.4	<i>Transformador</i> .....	54
1.8.3.5	<i>Posada a terra</i> .....	54
1.8.4	<b>QUADRE DE BAIXA TENSIÓ</b> .....	55
1.8.5	<b>OBRA CIVIL</b> .....	55
1.8.5.1	<i>Estudi geotècnic i topogràfic</i> .....	55
1.8.5.2	<i>Moviment de terres</i> .....	56
1.8.5.3	<i>Tanca perimetral</i> .....	56
1.8.5.4	<i>Enclavament de l'estructura</i> .....	56
1.8.5.5	<i>Obra civil edificis prefabricats</i> .....	57
1.8.5.6	<i>Execució de les rases de la línia subterrània de mitja tensió</i> .....	57
1.8.5.7	<i>Fonaments dels suports de la línia aèria de mitja tensió</i> .....	57
1.9	<b>PLANIFICACIÓ</b> .....	58
1.10	<b>ORDRE DE PRIORITAT ENTRE ELS DOCUMENTS</b> .....	59

## **Document número 2: ANNEXES**

ANNEX I: CÀLCULS ENERGÈTICS .....	65
I.1 OBJECTE.....	66
I.2 RADIACIÓ SOLAR.....	66
I.3 PRODUCCIÓ ANUAL DE LA INSTAL·LACIÓ .....	68
I.3.1 SIMULACIÓ.....	68
ANNEX II: CÀLCULS DE DISSENY DEL PARC SOLAR FOTOVOLTAIC .....	76
II.1 OBJECTE .....	77
II.2 ORIENTACIÓ I INCLINACIÓ DELS MÒDULS .....	77
II.3 DISTÀNCIES ENTRE ELS MÒDULS .....	77
II.4 NOMBRE D'INVERSORS DEL PARC FOTOVOLTAIC .....	78
II.5 NOMBRE DE MÒDULS EN SÈRIE (STRING) .....	79
II.5 NOMBRE D'STRINGS TOTALS DE LA INSTAL·LACIÓ.....	80
II.6 NOMBRE D'STRINGS PER INVERSOR.....	80
II.7 NOMBRE D'STRINGS EN PARAL·LEL PER ENTRADA DC .....	80



<b>ANNEX III: CÀLCUL DE SECCIONS DELS CONDUCTORS I PROTECCIONS ELÈCTRIQUES</b> .....	82
<b>III.1 OBJECTE</b> .....	83
<b>III.2 CÀLCUL DE SECCIONS D'UNA LÍNIA ELÈCTRICA</b> .....	83
<b>III.3 CÀLCUL DE SECCIONS EN BT</b> .....	84
<b>III.3.1 CONDICIONS GENERALS</b> .....	85
<b>III.3.2 CONDUCTORS ELÈCTRICS DE CORRENT CONTINU</b> .....	85
<b>III.3.3 CONDUCTORS ELÈCTRICS DE CORRENT ALTERN</b> .....	97
<b>III.4 CÀLCUL DE SECCIONS EN MT</b> .....	101
<b>III.4.1 CORRENT DE CURTCIRCUIT</b> .....	101
<b>III.3.2 CABLEJAT DE MITJA TENSIÓ</b> .....	102
<b>III.5 PROTECCIONS ELÈCTRIQUES</b> .....	103
<b>ANNEX IV: CÀLCULS DELS CENTRES DE TRANSFORMACIÓ</b> .....	106
<b>IV.1 OBJECTE</b> .....	107
<b>IV.2 CENTRE DE MESURA I TRANSFORMACIÓ (CT1)</b> .....	107
<b>IV.2.1 INTENSITAT EN MT</b> .....	107
<b>IV.2.2 INTENSITAT EN BT</b> .....	107
<b>IV.2.3 CURTCIRCUITS</b> .....	108
<b>IV.2.4 DIMENSIONAMENT DE L'EMBARRAT</b> .....	108
<b>IV.2.5 SELECCIÓ DE LES PROTECCIONS</b> .....	110
<b>IV.2.6 DIMENSIONAMENT DE LA VENTILACIÓ DEL CENTRE DE TRANSFORMACIÓ</b> .....	111
<b>IV.2.7 CÀLCUL DE LES INSTAL·LACIONS DE POSADA A TERRA</b> .....	112
<b>IV.3 CENTRE DE TRANSFORMACIÓ (CT)</b> .....	118
<b>IV.3.1 INTENSITAT EN MT</b> .....	118
<b>IV.3.2 INTENSITAT EN BT</b> .....	118
<b>IV.3.3 CURTCIRCUITS</b> .....	119
<b>IV.3.4 DIMENSIONAMENT DE L'EMBARRAT</b> .....	120
<b>IV.3.5 SELECCIÓ DE LES PROTECCIONS</b> .....	121
<b>IV.3.6 DIMENSIONAMENT DE LA VENTILACIÓ DEL CENTRE DE TRANSFORMACIÓ</b> .....	122
<b>IV.3.7 CÀLCUL DE LES INSTAL·LACIONS DE POSADA A TERRA</b> .....	123
<b>ANNEX V: CÀLCULS DE LA LÍNIA DE DISTRIBUCIÓ</b> .....	130
<b>V.1 OBJECTE</b> .....	131
<b>V.2 LÍNIA AÈRIA DE MITJA TENSIÓ</b> .....	131
<b>V.2.1 DADES GENERALS DE LA LÍNIA</b> .....	131
<b>V.2.2 CÀLCULS ELÈCTRICS</b> .....	132

<b>V.2.2 CÀLCULS MECÀNICS</b> .....	133
<b>V.3 LÍNIA SUBTERRÀNIA DE MITJA TENSIÓ</b> .....	147
<b>V.3.1 FORMULES GENERALS</b> .....	147
<b>V.3.1 DADES GENERALS DE LA LÍNIA</b> .....	148
<b>ANNEX VI: DOCUMENTACIÓ TÈCNICA DELS EQUIPS</b> .....	158
<b>VI.1 OBJECTE</b> .....	159
<b>VI.2 MÒDULS FOTOVOLTAICS</b> .....	159
<b>VI.3 INVERSOR</b> .....	159
<b>VI.4 ESTRUCTURA</b> .....	159
<b>VI.5 CAIXA D'STRINGS</b> .....	159
<b>VI.5 CENTRES DE TRANSFORMACIÓ</b> .....	159
<b>ANNEX VII: ESTUDI DE SEGURETAT I SALUT</b> .....	180
<b>VII.1 OBJECTE</b> .....	181
<b>VII.2 INTRODUCCIÓ</b> .....	181
<b>VII.4.1 MITJANS I MAQUINARIA</b> .....	184
<b>VII.4.2 TREBALLS PREVIS</b> .....	185
<b>VII.4.3 RAM DE PALETA</b> .....	185
<b>VII.4.4 INSTAL·LACIONS</b> .....	185
<b>VII.4.5 RELACIÓ NO EXHAUSTIVA DELS TREBALLS QUE IMPLIQUEN RISCOS ESPECIALS (ANNEX II DEL RD 1627/1997)</b> .....	186
<b>VII.5.1 REQUISITS</b> .....	186
<b>VII.5.2 DISPOSICIONS MÍNIMES</b> .....	187
<b>VII.5.3 SENYALS EN FORMA DE PLAFÓ</b> .....	188
<b>VII.5.4 SENYALS LLUMINOSOS I ACÚSTIQUES</b> .....	188
<b>VII.6 MESURES DE PREVENCIÓ I PROTECCIÓ</b> .....	188
<b>VII.6.1 MESURES DE PROTECCIÓ COL·LECTIVA</b> .....	189
<b>VII.6.2 MESURES DE PROTECCIÓ INDIVIDUAL</b> .....	189
<b>VII.6.3 MESURES DE PROTECCIÓ A TERCERS</b> .....	190
<b>VII.7 MEDICINA PREVENTIVA I PRIMERS AUXILIS</b> .....	190
<b>VII.7.1 PLANIFICACIÓ DE L'ACCIÓ PREVENTIVA</b> .....	190
<b>VII.7.2 PRIMERS AUXILIS</b> .....	190
<b>VII.7.3 EN CAS D'ACCIDENT MENOR</b> .....	191
<b>VII.7.4 EN CAS D'ACCIDENT GREU O MORTAL</b> .....	191
<b>VII.7.5 EN CAS D'ASFIXIA O ELECTROCUCIÓ</b> .....	191
<b>VII.7.5 EN CAS DE FERIDES O TALLADES</b> .....	191
<b>VII.8 PROTECCIÓ CONTRA INCENDIS</b> .....	191

<b>VII.8.1 GENERALITATS .....</b>	<b>191</b>
<b>VII.8.2 EXTINTORS D'INCENDIS I SENYALITZACIÓ.....</b>	<b>192</b>
<b>VII.9 NORMATIVA APLICABLE.....</b>	<b>192</b>
<b>ANNEX VIII: ESTUDI D'IMPACTE AMBIENTAL .....</b>	<b>193</b>
<b>VIII.1 OBJECTE.....</b>	<b>194</b>
<b>VIII.3 ACTIVITAT DEL PROJECTE .....</b>	<b>194</b>
<b>VIII.4 ESTUDI DELS IMPACTES MEDIAMBIENTALS .....</b>	<b>194</b>
<b>VIII.4.1 IMPACTES SOBRE LES ACTIVITATS AGRÍCOLES .....</b>	<b>194</b>
<b>VIII.4.2 IMPACTES SOBRE LA BIODIVERSITAT DEL TERRENY .....</b>	<b>195</b>
<b>VIII.4.3 IMPACTES PAISATGÍSTICS .....</b>	<b>195</b>
<b>VIII.4.4 IMPACTES ACÚSTICS .....</b>	<b>195</b>
<b>VIII.5 MESURES CORRECTORES DELS IMPACTES MEDIAMBIENTALS .....</b>	<b>195</b>
<b>VIII.5.1 MESURES PER SOLVENTAR ELS IMPACTES SOBRE LES ACTIVITATS AGRÍCOLES .....</b>	<b>196</b>
<b>VIII.5.2 MESURES PER SOLVENTAR ELS IMPACTES SOBRE LA BIODIVERSITAT DEL TERRENY .....</b>	<b>196</b>
<b>VIII.5.3 MESURES PER SOLVENTAR ELS IMPACTES PAISATGÍSTICS.....</b>	<b>196</b>
<b>VIII.5.4 MESURES PER SOLVENTAR ELS IMPACTES ACÚSTICS .....</b>	<b>196</b>
<b>VIII.6 IDENTIFICACIÓ DE L'ESPAI .....</b>	<b>197</b>
<b>ANNEX IX: ESTUDI DE GESTIÓ DE RESIDUS .....</b>	<b>198</b>
<b>IX.1 OBJECTE.....</b>	<b>199</b>
<b>IX.2 CONTINGUT.....</b>	<b>199</b>
<b>IX.3 NORMATIVA I LEGISLACIÓ APLICABLE.....</b>	<b>199</b>
<b>IX.4 IDENTIFICACIÓ DELS RESIDUS GENERATS .....</b>	<b>201</b>
<b>IX.5 ESTIMACIÓ DE LA QUANTITAT DE RESIDUS GENERATS .....</b>	<b>203</b>
<b>IX.6 MESURES PER A LA PREVENCIÓ DE RESIDUS GENERATS .....</b>	<b>204</b>
<b>IX.7 OPERACIONS DE REUTILITZACIÓ, VALORACIÓ O ELIMINACIÓ ALS QUE ES DESTINARAN ELS RESIDUS .....</b>	<b>205</b>
<b>ANNEX X: CRONOGRAMA.....</b>	<b>206</b>
<b>X.1 OBJECTE .....</b>	<b>207</b>
<b>X.2 CRONOGRAMA .....</b>	<b>207</b>

### **Document número 3: PLÀNOLS**

<b>3.1 SITUACIÓ .....</b>	<b>212</b>
<b>3.2 EMPLAÇAMENT.....</b>	<b>213</b>
<b>3.3 PLANTA GENERAL PARC FOTOVOLTAIC.....</b>	<b>214</b>
<b>3.4 PLANTA GENERAL DISTRIBUCIÓ DE PLAQUES .....</b>	<b>215</b>

<b>3.5</b>	<b>PLANTA GENERAL TANCA PERIMETRAL .....</b>	<b>216</b>
<b>3.6</b>	<b>DETALL TANCA PERIMETRAL .....</b>	<b>217</b>
<b>3.7</b>	<b>DETALL ESTRUCTURA .....</b>	<b>218</b>
<b>3.8</b>	<b>DETALL DISTÀNCIES ENTRE MÒDULS.....</b>	<b>219</b>
<b>3.9</b>	<b>DETALL CONNEXIONAT STRINGS.....</b>	<b>220</b>
<b>3.10</b>	<b>ESQUEMA UNIFILAR BT TRANSFORMADOR 1 .....</b>	<b>221</b>
<b>3.11</b>	<b>ESQUEMA UNIFILAR BT TRANSFORMADOR 2 .....</b>	<b>222</b>
<b>3.12</b>	<b>ESQUEMA UNIFILAR CT-1 .....</b>	<b>223</b>
<b>3.13</b>	<b>ESQUEMA UNIFILAR CT-2 .....</b>	<b>224</b>
<b>3.14</b>	<b>ESQUEMA UNIFILAR MT .....</b>	<b>225</b>
<b>3.15</b>	<b>EDIFICI PREFABRICAT PFU-5 .....</b>	<b>226</b>
<b>3.16</b>	<b>DISPOSICIÓ APARAMENTA CT-1.....</b>	<b>227</b>
<b>3.17</b>	<b>DISPOSICIÓ APARAMENTA CT-2.....</b>	<b>228</b>
<b>3.18</b>	<b>EDIFICI PREFABRICAT INVERSOR PFU-4 .....</b>	<b>229</b>
<b>3.19</b>	<b>POSADA A TERRA CT .....</b>	<b>230</b>
<b>3.20</b>	<b>PLANTA GENERAL LINIA MT.....</b>	<b>231</b>
<b>3.21</b>	<b>PLANTA GENERAL LINIA MT TRAM 1.....</b>	<b>232</b>
<b>3.22</b>	<b>PLANTA GENERAL LINIA MT TRAM 2.....</b>	<b>233</b>
<b>3.23</b>	<b>PLANTA GENERAL LINIA MT TRAM 3.....</b>	<b>234</b>
<b>3.24</b>	<b>PERFIL LINIA AÈRIA.....</b>	<b>235</b>
<b>3.25</b>	<b>ESQUEMA UNIIFILAR LINIA AÈRIA TRAM 1 .....</b>	<b>236</b>
<b>3.26</b>	<b>ESQUEMA UNIIFILAR LINIA AÈRIA TRAM 2 (1) .....</b>	<b>237</b>
<b>3.27</b>	<b>ESQUEMA UNIIFILAR LINIA AÈRIA TRAM 2 (2) .....</b>	<b>238</b>
<b>3.28</b>	<b>ESQUEMA UNIIFILAR LINIA AÈRIA TRAM 3.....</b>	<b>239</b>
<b>3.29</b>	<b>PLANTA LINIA SUBTERRÀNIA MT TRAM 1 (1).....</b>	<b>240</b>
<b>3.30</b>	<b>PLANTA LINIA SUBTERRÀNIA MT TRAM 1 (2).....</b>	<b>241</b>
<b>3.31</b>	<b>PLANTA LINIA SUBTERRÀNIA MT TRAM 3 .....</b>	<b>242</b>
<b>3.32</b>	<b>DETALL PERFIL LONGITUDINAL MUNTATGE.....</b>	<b>243</b>
<b>3.33</b>	<b>DETALL FONAMENTS SUPORT.....</b>	<b>244</b>
<b>3.34</b>	<b>CONVERSIÓ AERI-SUBTERRÀNIA .....</b>	<b>245</b>
<b>3.35</b>	<b>DETALL SUPORT I CIMENTACIÓ.....</b>	<b>246</b>
<b>3.36</b>	<b>DETALL POSADA A TERRA SUPORT .....</b>	<b>247</b>
<b>3.37</b>	<b>RASA TUB FORMIGONAT EN TERRA .....</b>	<b>248</b>
<b>3.38</b>	<b>RASA TUB FORMIGONAT EN CALÇADA .....</b>	<b>249</b>

## **Document número 4: PLEC DE CONDICIONS**

<b>4.1</b>	<b>DISPOSICIONS GENERALS .....</b>	<b>252</b>
<b>4.2</b>	<b>DISPOSICIONS FACULTATIVES .....</b>	<b>253</b>
<b>4.3</b>	<b>DISPOSICIONS TÈCNIQUES.....</b>	<b>257</b>
<b>4.4</b>	<b>DISPOSICIONS ECONÒMIQUES .....</b>	<b>290</b>

## **Document número 5: ESTAT D'AMIDAMENTS**

## **Document número 6: PRESSUPOST**

<b>6.1</b>	<b>QUADRE DE PREUS 1 .....</b>	<b>305</b>
<b>6.2</b>	<b>QUADRE DE PREUS 2.....</b>	<b>317</b>
<b>6.3</b>	<b>PREUS DESCOMPOSTOS .....</b>	<b>329</b>
<b>6.4</b>	<b>PRESSUPOST GENERAL .....</b>	<b>338</b>
<b>6.5</b>	<b>RESUM DEL PRESSUPOST .....</b>	<b>349</b>

**Núria Pla Vallès**

**TREBALL DE FI DE GRAU**

**Grau en Enginyeria Elèctrica**

**Dirigit per Lluís Massagués Vidal**

**PROJECTE EXECUTIU D'UNA INSTAL·LACIÓ SOLAR FOTOVOLTAICA DE 5  
MWP CONNECTADA A LA SUBESTACIÓ ELÈCTRICA LA SELVA DEL CAMP**

**Document número 1: MEMÒRIA TÈCNICA**



**UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI**

**Tarragona**

**Curs 2022-23**

## **Document número 1: MEMÒRIA TÈCNICA**

<b>1.1</b>	<b>ANTECEDENTS</b> .....	16
<b>1.2</b>	<b>OBJECTE DEL PROJECTE</b> .....	16
<b>1.3</b>	<b>ABAST</b> .....	16
<b>1.4</b>	<b>NORMES I REFERÈNCIES</b> .....	17
<b>1.4.1</b>	<b>NORMATIVA APLICABLE</b> .....	17
<b>1.4.1.1</b>	<i>Normativa estatal</i> .....	18
<b>1.4.1.2</b>	<i>Normativa autonòmica</i> .....	19
<b>1.4.2</b>	<b>PROGRAMES DE CÀLCUL</b> .....	20
<b>1.4.3</b>	<b>PLA DE GESTIÓ DE QUALITAT APLICAT EN LA REDACCIÓ DEL PROJECTE</b> .....	20
<b>1.4.4</b>	<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	21
<b>1.4.5</b>	<b>ALTRES REFERÈNCIES</b> .....	21
<b>1.5</b>	<b>DEFINICIONS I ABREVIATURES</b> .....	21
<b>1.6</b>	<b>REQUISITS DE DISSENY</b> .....	22
<b>1.6.1</b>	<b>DADES DE PARTIDA</b> .....	22
<b>1.6.1.1</b>	<i>Situació de la instal·lació</i> .....	22
<b>1.6.1.2</b>	<i>Emplaçament de la instal·lació</i> .....	23
<b>1.6.1.3</b>	<i>Superfícies ocupades</i> .....	25
<b>1.6.1.4</b>	<i>Camp d'actuació del parc solar fotovoltaic</i> .....	26
<b>1.6.1.5</b>	<i>Accessos</i> .....	26
<b>1.6.2</b>	<b>DESCRIPCIÓ GENERAL DE LA INSTAL·LACIÓ</b> .....	27
<b>1.7</b>	<b>ANÀLISI DE LES SOLUCIONS</b> .....	28
<b>1.7.1</b>	<b>PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA</b> .....	28
<b>1.7.2</b>	<b>LÍNIA DE DISTRIBUCIÓ</b> .....	30
<b>1.8</b>	<b>RESULTATS FINALS</b> .....	32
<b>1.8.1</b>	<b>PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA</b> .....	32
<b>1.8.1.1</b>	<i>Descripció general del disseny de la instal·lació</i> .....	32
<b>1.8.1.2</b>	<i>Components i materials de la instal·lació en baixa tensió</i> .....	33
<b>1.8.1.3</b>	<i>Posada a terra de la instal·lació fotovoltaica</i> .....	39
<b>1.8.2</b>	<b>LÍNIA DE DISTRIBUCIÓ</b> .....	40
<b>1.8.2.1</b>	<i>Traçat de la línia</i> .....	40
<b>1.8.2.2</b>	<i>Camp d'actuació de la línia de distribució</i> .....	40
<b>1.8.2.3</b>	<i>Línia subterrània de mitja tensió</i> .....	41
<b>1.8.2.4</b>	<i>Línia aèria de mitja tensió</i> .....	47
<b>1.8.2.5</b>	<i>Conversió aeri subterrani</i> .....	51



<b>1.8.3</b>	<b>CENTRES DE TRANSFORMACIÓ .....</b>	<b>52</b>
1.8.3.1	<i>Edifici prefabricat.....</i>	52
1.8.3.2	<i>Cablejat de mitja tensió .....</i>	53
1.8.3.3	<i>Cel·les de mitja tensió .....</i>	53
1.8.3.4	<i>Transformador.....</i>	54
1.8.3.5	<i>Posada a terra.....</i>	54
<b>1.8.4</b>	<b>QUADRE DE BAIXA TENSIÓ .....</b>	<b>55</b>
<b>1.8.5</b>	<b>OBRA CIVIL.....</b>	<b>55</b>
1.8.5.1	<i>Estudi geotècnic i topogràfic.....</i>	55
1.8.5.2	<i>Moviment de terres .....</i>	56
1.8.5.3	<i>Tanca perimetral .....</i>	56
1.8.5.4	<i>Enclavament de l'estructura .....</i>	56
1.8.5.5	<i>Obra civil edificis prefabricats .....</i>	57
1.8.5.6	<i>Execució de les rases de la línia subterrània de mitja tensió.....</i>	57
1.8.5.7	<i>Fonaments dels suports de la línia aèria de mitja tensió .....</i>	57
<b>1.9</b>	<b>PLANIFICACIÓ .....</b>	<b>58</b>
<b>1.10</b>	<b>ORDRE DE PRIORITAT ENTRE ELS DOCUMENTS .....</b>	<b>59</b>



## 1.1 ANTECEDENTS

El context energètic actual es caracteritza per un considerable increment en la demanda d'energia per part de tots els consumidors, i per tant, es requereix de nous projectes de generació d'energia elèctrica. No obstant, en l'actualitat ens trobem davant d'una situació d'emergència climàtica davant l'emissió de gasos d'efecte hivernacle i el canvi climàtic.

Aquests fets han desencadenat una sèrie d'accions que porten a la transició energètica que es presenta en l'actualitat, amb l'establiment d'un nou model energètic que pretén la implantació de noves instal·lacions de generació d'energia elèctrica a partir de fonts renovables.

En el present document es redacta el projecte executiu d'una planta fotovoltaica de generació d'energia renovable connectada a la xarxa elèctrica. Aquesta pretén obtenir una potència estimada d'uns 5 MW en el seu pic de funcionament.

## 1.2 OBJECTE DEL PROJECTE

Es pretén realitzar una nova instal·lació solar fotovoltaica, en unes parcel·les situades en un polígon, i connectada a la subestació elèctrica de La Selva del Camp, mitjançant una línia de distribució de 25 kV.

L'objecte del present projecte és el de la realització del disseny de la instal·lació solar fotovoltaica, i dels càlculs pertinents per al seu correcte funcionament. Així com de la línia de distribució i els centres de transformació corresponents, per tal de realitzar la connexió amb la subestació elèctrica.

A més a més de la definició de les característiques tècniques i econòmiques de la instal·lació, i les actuacions destinades a la protecció i salut de les persones. Serà d'aplicació la normativa corresponent a l'abast d'aquesta instal·lació.

## 1.3 ABAST

En el present projecte es descriuen i defineixen tant les obres necessàries de la part d'obra civil, així com les instal·lacions elèctriques corresponents en Baixa Tensió i Mitja Tensió, i les infraestructures de connexió fins a la subestació.



Es realitza l'anàlisi de viabilitat tècnica de la planta solar fotovoltaica, la qual es preveu que generi aproximadament una potència de 5 MWp. L'energia generada per la planta solar serà abocada a la xarxa elèctrica, mitjançant una línia de distribució de 25 kV, fins a la subestació elèctrica més propera.

S'inclou també en l'abast del projecte l'execució de l'obra civil corresponent, tant per l'execució de la instal·lació solar fotovoltaica, com per al traçat de la línia de distribució i la col·locació dels centres de transformació. Així com, de les postes a terra corresponents en tota la instal·lació.

## 1.4 NORMES I REFERÈNCIES

Tota la documentació inclosa en el present projecte dona compliment a la normativa especificada i a les fonts d'informació nomenades a continuació.

### 1.4.1 NORMATIVA APLICABLE

- Reial Decret llei 15/2018, de 5 d'octubre, de mesures urgents per a la transició energètica i la protecció dels consumidors.
- Reial Decret 1699/2011, de 18 de novembre, pel qual es regula la connexió a xarxa d'instal·lacions de producció d'energia elèctrica de petita potència.
- Reglamentació electrotècnica de baixa tensió, centrals elèctriques i estacions transformadores, així com instruccions complementàries.
- Ordre de el 6 de Juliol de 1984 (BOE de l'1 d'agost de 1984), pel qual s'aproven les instruccions tècniques complementàries del Reglament sobre Condicions Tècniques i Garanties de Seguretat en Centrals Elèctriques, Subestacions i Centres de Transformació.
- Ordre de 18 d'Octubre de 1984 (BOE de 25 d'Octubre de 1984), complementària a l'anterior.
- Ordre de 5 de Setembre de l'any 1985 per la qual s'estableixen normes administratives i tècniques per al funcionament i connexió a les xarxes elèctriques de centrals hidroelèctriques de fins a 5000 kVA i centrals d'autogeneració elèctrica.
- Reial Decret 2366/1994 de 9 de desembre sobre producció d'energia elèctrica per a les instal·lacions hidràuliques de cogeneració i altres abastides per recursos o fonts d'energia renovables. (BOE de 31 de Desembre de 1994).

- Reial Decret 1751/1998 de 31 de Juliol, pel qual s'aprova el Reglament d'instal·lacions tèrmiques en els edificis (RITE) i les seves instruccions tècniques complementàries (ITE).
- Reial Decret 661/2007, de 25 de maig, pel qual es regula l'activitat de producció d'energia elèctrica en règim especial.
- Plec de Condicions Tècniques d'instal·lacions connectades a xarxa sobre instal·lacions d'energia solar fotovoltaica redactat per l'IDAE.
- Condicions Tècniques de la Companyia Elèctrica que han de complir les instal·lacions fotovoltaiques.

#### **1.4.1.1 Normativa estatal**

- Reial decret 3275/1982, de 12 de novembre, Reglament sobre condicions tècniques i garanties de seguretat en centrals elèctriques i centres de transformació.
- Ordre de 12 de desembre de 1983, del Ministeri d'Obres Públiques i Urbanisme, per la qual s'aprova la Norma tecnològica de l'edificació NTE-IET Instal·lacions d'electricitat. Centres de transformació.
- Resolució de 19 de juny de 1984, de la Direcció General d'Energia, per la qual s'estableixen les normes sobre ventilació i accés de certs centres de transformació.
- Ordre de 6 de juliol de 1984, del Ministeri d'Indústria i Energia, per la qual s'aproven les Instruccions tècniques complementàries del Reglament sobre condicions tècniques i garanties de seguretat en centrals elèctriques, subestacions i centres de transformació, i posteriors modificacions del 18/10/84, del 27/11/87, i del 10/3/00.
- Ordre de 23 de juny de 1988, del Ministeri d'Indústria i Energia, per la qual s'actualitzen diverses Instruccions tècniques complementàries MIE-RAT del Reglament sobre condicions tècniques i garanties de seguretat en centrals elèctriques, subestacions i centres de transformació, i posteriors modificacions del 03/10/88.
- Ordre de 16 d'abril de 1991, del Ministeri d'Indústria, Comerç i Turisme, per la qual es modifica la instrucció tècnica complementària MIE-RAT 06 del reglament sobre condicions tècniques i garanties de seguretat en centrals elèctriques i centres de transformació.



- Reial decret 1942/1993, de 5 de novembre, pel que s'aprova el Reglament d'instal·lacions de protecció contra incendis.
- Decret 241/1994, de 26 de juliol, sobre condicionants urbanístics i de protecció contra incendis en els edificis, complementaris a la NBE-CPI/91.
- Ordre de 10 de març de 2000, del Ministeri d'Indústria i Energia, per la que es modifiquen les ITC MIE-RAT 01, MIE-RAT 02, MIE-RAT 06, MIE-RAT 14, MIERAT 15, MIE-RAT 16, MIE-RAT 17, MIE-RAT 18, MIE-RAT 19 del Reglament sobre condicions tècniques i garanties de seguretat en centrals elèctriques i centres de transformació i posterior modificació del 18/10/00.
- Reial decret 842/2002, de 2 d'agost, pel que s'aprova el Reglament electrotècnic de baixa tensió (REBT).
- Reial decret 2267/2004, de 3 de desembre, pel que s'aprova el Reglament de seguretat contra incendis en establiments industrials (RSCIEI).
- Document bàsic seguretat contra incendis (DB-SI) del CTE, Reial Decret 314/2006, de 17 de març, pel que s'aprova el Codi tècnic de l'edificació.
- Reial Decret 228/2006, de 24 de febrer, pel que s'estableixen mesures per l'eliminació i gestió dels policlorobifenils, policloroterfenils i aparells que els continguin

#### **1.4.1.2 Normativa autonòmica**

- Ordre de 2 de febrer de 1990, del Departament d'Indústria i Energia, per la qual es regula el procediment d'actuació administrativa per l'aplicació dels reglaments electrònics per alta tensió en les instal·lacions privades.
- Decret 120/1992, de 28 d'abril, pel que es regulen les característiques que han de complir les proteccions a instal·lar entre les xarxes dels diferents subministres públics que passen pel terra, modificat pel Decret 1936/1992 del 4 d'agost, ambdues del Departament d'Indústria i Energia de la Generalitat de Catalunya.
- Decret 241/1994, de 26 de juliol, sobre condicionants urbanístics i de protecció contra incendis en els edificis, complementaris a la NBE-CPI/91, i posteriors modificacions.
- Resolució ECF/4548/2006, de 29 de desembre, per la qual s'aproven a Fecsa-Endesa les Normes tècniques particulars relatives a la xarxa a les instal·lacions d'enllaç.



- Instrucció 10/2005 de 16 de Desembre de la Direcció General d'Energia i Mines.

#### **1.4.2 PROGRAMES DE CàLCUL**

Els programes informàtics utilitzats per a la realització del projecte s'especifiquen en el llistat següent.

- AutoCAD: Programa de disseny amb el que es generarà la documentació gràfica de tots els detalls del projecte.
- CYPE Generador de precios: Base de dades per obtenir preus dels materials.
- Base de dades BEDEC (ITeC): Base de dades per obtenir preus dels materials.
- Presto: Software per gestionar els costos i pressupost de projectes.
- DMElect: Software de càlcul i disseny de instal·lacions elèctriques.
- PVSyst: Simulador per al disseny de sistemes d'energia solar fotovoltaica.

#### **1.4.3 PLA DE GESTIÓ DE QUALITAT APLICAT EN LA REDACCIÓ DEL PROJECTE**

En el present projecte es segueix un pla de gestió de qualitat, basat en el seguiment exhaustiu de les eines corresponents per tal d'assegurar la qualitat en el resultat final de la instal·lació.

En primer lloc, s'ha analitzat amb detall i precisió els requisits de la instal·lació, per tal de garantir que es compleixen tots els requeriments que es demanen per a la instal·lació. Es per tant que, al llarg de tota la redacció del projecte es proporcionen els resultats que es volen implementar i les corresponents justificacions que satisfan les necessitats de forma coherent, així com els processos de treball a seguir per assolir els objectius especificats.

Una vegada analitzats els requisits, es defineixen els resultats finals i es comprova que tots els detalls coincideixen amb les partides marcades en els amidaments del projecte i amb les especificacions marcades en els plànols, així com en els plec de condicions. D'aquesta manera s'aconsegueix que el projecte estigui definit de manera òptima per a la corresponent execució de la instal·lació.



#### 1.4.4 BIBLIOGRAFIA

- Instruccions tècniques complementàries (ITC) del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió (REBT) publicades en el Butlletí Oficial de l'Estat (BOE).
- Norma Tècnica Particular (NTP) per Instal·lacions de Baixa Tensió publicades per ENDESA.

#### 1.4.5 ALTRES REFERÈNCIES

No s'han utilitzat altres referències a més de les que s'han mencionat anteriorment.

### 1.5 DEFINICIONS I ABREVIATURES

Es defineixen les diferents abreviatures, amb les seves corresponents definicions, que s'utilitzaran al llarg de tota la memòria:

- PCI: Protecció contra incendis
- REBT: Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió
- ITC-BT: Instruccions Tècniques Complementaries de Baixa Tensió.
- BOE: Butlletí Oficial de l'Estat
- RD: Reial Decret
- IVA: Impost sobre el Valor Afegit
- DG: Despeses Generals
- BI: Benefici Industrial
- PIA: Petit Interruptor Automàtic
- IGA: Interruptor General Automàtic
- CPM: Quadre de Protecció i Mesura
- PST: Protecció contra Sobretensions
- PAT: Posada a terra
- QGBT: Quadre General de Baixa Tensió
- BT: Baixa Tensió
- MT: Mitja Tensió
- SE: Subestació Elèctrica

## 1.6 REQUISITS DE DISSENY

### 1.6.1 DADES DE PARTIDA

#### 1.6.1.1 Situació de la instal·lació

La província de Tarragona, concretament la comarca del Baix Camp, on està previst situar el parc solar fotovoltaic, presenta unes condicions molt favorables de temperatura i un alt nivell de radiació solar.

Segons dades del *Instituto de Diversificación y Ahorro de Energía (IDAE)* i la *Agencia Estatal de Meteorología (AEMET)*, la radiació solar mitjana anual a Tarragona es troba al voltant de 1.600 kWh/m<sup>2</sup>. Aquesta xifra indica un potencial solar significatiu per a la generació d'energia fotovoltaica. A més, la província de Tarragona també es caracteritza per tenir una gran quantitat d'hores de sol durant l'any, amb més de 2.500 hores de sol, es crea un entorn òptim per aprofitar al màxim la generació d'energia solar.

Es important destacar que també es disposa d'una sòlida infraestructura elèctrica, fet que facilita la connexió del parc solar amb la xarxa elèctrica i la distribució eficient de l'energia generada.

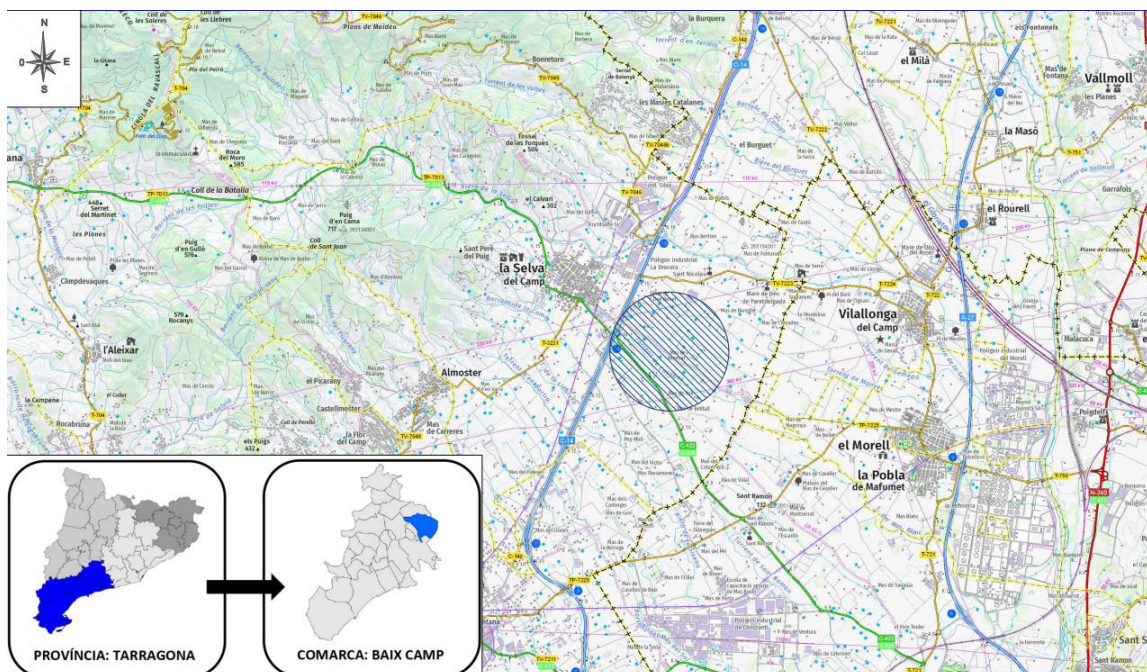


Figura 1. Situació de la instal·lació.

### 1.6.1.2 *Emplaçament de la instal·lació*

La instal·lació solar fotovoltaica es connecta a la subestació més propera al seu emplaçament, i els mòduls fotovoltaics estaran ubicats sobre el terreny, tot seguint la normativa vigent.

L'emplaçament del parc solar fotovoltaic es disposarà sobre les parcel·les número 25 i 27 situades en el polígon número 13, a la població de la Selva del Camp. La línia de distribució, que connectarà la planta solar amb la subestació, es disposarà amb cablejat aeri i subterrani, seguint el recorregut del camí existent, sent els principis i finals de la línia, les corresponents connexions amb els centres de transformació.

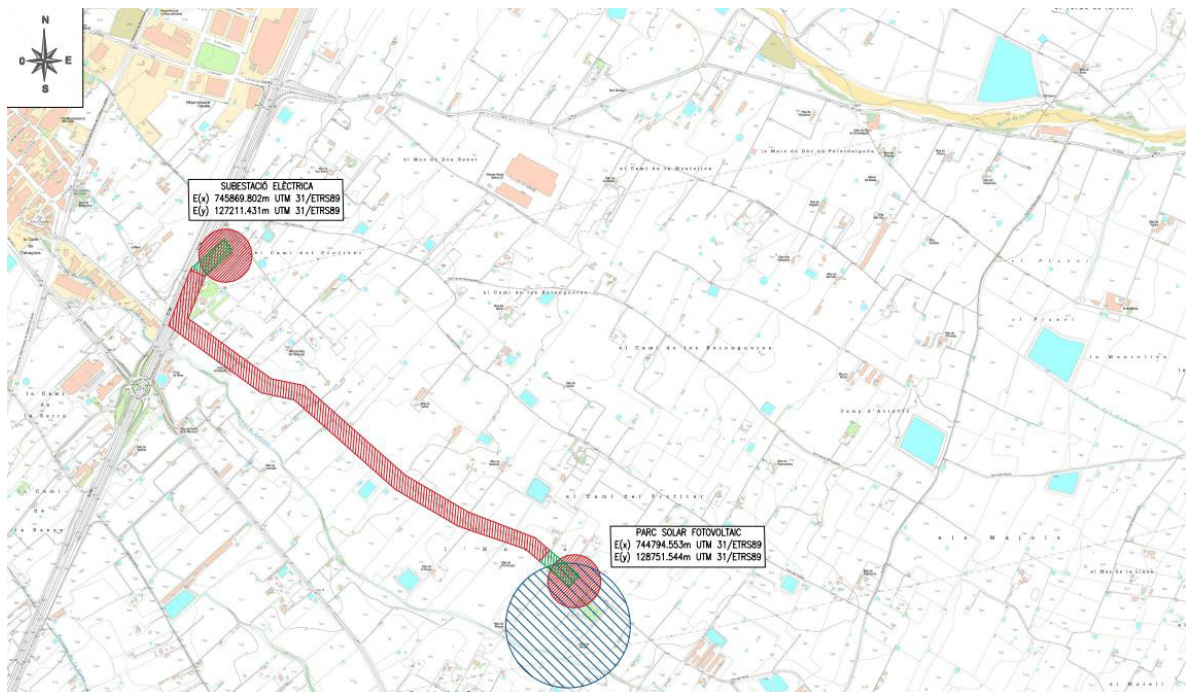


Figura 2. Emplaçament i abast de la instal·lació.

El terreny d'actuació inclou des de les parcel·les indicades anteriorment i el camí que comprèn des de la ubicació dels equips fins la subestació de connexió indicada.

L'adreça i la informació cadastral corresponent es la següent:

Torrent de Casans, La Selva Del Camp, 43470 (Tarragona).

Polígono 13, Parcel·la 25 (Ref. Cadastral: 43147A01300025).

SECRETARÍA DE ESTADO DE HACIENDA  
DIRECCIÓN GENERAL DEL CATASTRO

### CONSULTA DESCRIPTIVA Y GRÁFICA DE DATOS CATASTRALES DE BIEN INMUEBLE

Referencia catastral: 43147A013000250000DX

**DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE**

**Localización:**  
Polígono 13 Parcela 25  
TORREN DE CASANS. LA SELVA DEL CAMP [TARRAGONA]

**Clase:** RÚSTICO  
**Uso principal:** Agrario  
**Superficie construida:** 25 m<sup>2</sup>  
**Año construcción:** 1975

**Construcción**

Destino	Escala / Planta / Puerta	Superficie m <sup>2</sup>
AGRARIO	1/00/01	25

**Cultivo**

Subparcela	Cultivo/aprovechamiento	Intensidad Productiva	Superficie m <sup>2</sup>
a	AV Avellano regadio	03	32.105
b	AV Avellano regadio	03	18.999
c	FR Frutales regadio	03	5.182
d	I- Improductivo	00	1.168
e	I- Improductivo	00	27
f	I- Improductivo	00	44
g	I- Improductivo	00	15

**PARCELA**

**Superficie gráfica:** 57.741 m<sup>2</sup>  
**Participación del inmueble:** 100,00 %  
**Tipo:** Parcela, a efectos catastrales, con inmuebles de distinta clase [urbano y rústico]

**COORDINACIÓN GRÁFICA CON EL REGISTRO DE LA PROPIEDAD**

**Registro:** REUS 2  
**Código registral único:** 43013000593347  
**Fecha coordinación:** 29/01/2019

Este documento no es una certificación catastral, pero sus datos pueden ser verificados a través del "Acceso a datos catastrales no protegidos de la SEC"

Domingo, 19 de Marzo de 2023

Polígono 13, Parcel·la 27 (Ref. Cadastral: 43147A01300027).

SECRETARÍA DE ESTADO DE HACIENDA  
DIRECCIÓN GENERAL DEL CATASTRO

### CONSULTA DESCRIPTIVA Y GRÁFICA DE DATOS CATASTRALES DE BIEN INMUEBLE

Referencia catastral: 43147A013000270000DJ

**DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE**

**Localización:**  
Polígono 13 Parcela 27  
TORREN DE CASANS. LA SELVA DEL CAMP [TARRAGONA]

**Clase:** RÚSTICO  
**Uso principal:** Agrario  
**Superficie construida:**  
**Año construcción:**

**Cultivo**

Subparcela	Cultivo/aprovechamiento	Intensidad Productiva	Superficie m <sup>2</sup>
0	AV AVELLANO	05	19.620

**PARCELA**

**Superficie gráfica:** 19.620 m<sup>2</sup>  
**Participación del inmueble:** 100,00 %  
**Tipo:**

**COORDINACIÓN GRÁFICA CON EL REGISTRO DE LA PROPIEDAD**

**Registro:** REUS 2  
**Código registral único:** 43013000593347  
**Fecha coordinación:** 29/01/2019

Este documento no es una certificación catastral, pero sus datos pueden ser verificados a través del "Acceso a datos catastrales no protegidos de la SEC"

Domingo, 19 de Marzo de 2023

Pel que fa a la disposició del parc solar fotovoltaic en aquesta ubicació, es considera que es una ubicació idònia per a l'aprofitament i explotació de l'energia solar, ja que, es molt fàcil accedir a l'emplaçament, la tipologia del terreny no suposa dificultats en la instal·lació, i no es troba en zones de protecció especial.

A més, actualment en aquest àmbit no hi ha limitacions amb les llicències urbanístiques per a la implantació d'una instal·lació com la prevista. Segons l'Article 9 bis.1 a) del Decret Legislatiu 1/2010, de 3 d'agost, pel qual s'aprova el Text refós de la Llei d'urbanisme, afegit per l'article 5.1 del Decret Llei 16/2019, de 26 de novembre, de mesures urgents per a l'emergència climàtica i l'impuls a les energies renovables, s'admet la implantació de les instal·lacions per a l'aprofitament de l'energia solar mitjançant captadors solars tèrmics o panells fotovoltaics, sense necessitat de modificar el planejament urbanístic.

### **1.6.1.3 Superfícies ocupades**

El parc solar es disposa en una superfície aproximada de 7,73 hectàrees. A continuació, es mostra una taula amb les superfícies ocupades de cadascuna de les parcel·les afectades.

<b>Polígon</b>	<b>Parcel·la</b>	<b>Superfície total parcel·la segons cadastre (ha)</b>
13	25	5,77
13	27	1,96

Taula 1. Superfícies disponibles.

La superfície real ocupada pels mòduls solars fotovoltaics es correspon amb la quantitat de mòduls que sigui necessari instal·lar, i la superfície útil que correspongui tenint en compte les delimitacions amb els camins propers, segons la normativa vigent, i les zones de pas corresponents per al correcte manteniment de la instal·lació.

El càlcul d'aquest valor serà justificat en apartats posteriors del projecte, i es correspondrà amb un valor de 7600 mòduls, per lo que la superfície total ocupada per mòduls fotovoltaics, amb unes dimensions de 2.384x1.303x35mm, serà de 2,36 ha.



Figura 3. Límits de les parcel·les afectades pel parc solar fotovoltaic.

#### **1.6.1.4 Camp d'actuació del parc solar fotovoltaic**

El parc solar s'ubica en un terreny qualificat com a rústic, i per tant, ha de complir amb la llei vigent i els criteris ambientals en els projectes de plantes solars fotovoltaïques establerts per la comunitat autònoma de Catalunya.

#### **1.6.1.5 Accessos**

L'accés a la instal·lació es podrà realitzar a través de la carretera C-422, fins a la interconnexió amb el Camí de l'Horta, a l'altura de la població de La Selva del Camp. Aquest limita amb les parcel·les que es veuen afectades pel parc solar, per tant, no es requereix de la realització de cap vial d'accés als voltants de la instal·lació.

Per a l'accés a l'interior de la instal·lació es realitzarà un tancat seguint el perímetre de les parcel·les corresponents al parc solar, mitjançant reixat d'acer galvanitzat. Les especificacions tècniques del tancat es descriuran en apartats posteriors.

## 1.6.2 DESCRIPCIÓ GENERAL DE LA INSTAL·LACIÓ

L'energia elèctrica generada pel parc solar serà abocada a la xarxa, mitjançant una línia de distribució de 25 kV, en el punt fixat per la companyia. En aquest cas, la connexió es realitzarà en una nova posició de línia de la Subestació Elèctrica de La Selva del Camp.

Des de la SE, sortirà una línia subterrània de MT a 25 kV d'aproximadament 600 metres, fins a una conversió de línia subterrània a aèria. Per tant, es seguirà el traçat del camí a través d'una línia aèria, d'aproximadament 1,5 quilòmetres, fins a una conversió de línia aèria a subterrània, per tant, es finalitzarà el traçat de la línia amb una línia subterrània, d'aproximadament 650 metres, fins al centre de protecció i mesura del parc solar, on s'ubicaran les cel·les de línia, protecció i mesura de la planta, i els serveis auxiliars del centre.

El parc solar fotovoltaic estarà constituït per 2 inversors de 2500 kVA, als quals se'ls connectarà un total de 380 strings de 20 mòduls cadascun, repartits entre els dos inversors, per tant, el total resultarà de 7600 mòduls de 670 Wp, i per tant, una potència nominal total de 5092,0 kWp.

Els mòduls estaran disposats en vertical sobre les estructures metàl·liques, orientades de nord a sud, ja que es considera l'orientació més òptima segons la ubicació d'aquesta instal·lació. A més, aquest criteri ha sigut confirmat per el programa de simulació PVSyst, que assegura l'existència d'una radiació solar suficientment bona per a l'explotació del parc solar.

El resum de la configuració del parc solar fotovoltaic es el següent:

<b>PARC SOLAR FOTOVOLTAIC (5 MW)</b>	
Terme municipal del PFV	La Selva del Camp, Tarragona
Potència màxima	5,09 MW
Mòduls fotovoltaics	7600 mòduls de 670 Wp
Inversors	2 inversors de 2500 kVA
Superfície vallada del PFV	763,51 ha

Taula 2. Resum i dades generals del parc solar fotovoltaic.

<b>LÍNIA DE DISTRIBUCIÓ DE MITJA TENSÍO (25 KV)</b>	
Tensió nominal	25 kV
Tensió més elevada	30 kV
Cablejat tram aeri	LA-110 (94 AL1/22-ST1A) (Secció: 116,20 mm <sup>2</sup> )
Cablejat tram subterrani	RHZ1 18/30 kV Al 3x1x240 mm <sup>2</sup>
Longitud en planta	2.750,00 m

Taula 3. Resum i dades generals de la línia de distribució.

## 1.7 ANÀLISI DE LES SOLUCIONS

### 1.7.1 PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA

Per tal de realitzar una simulació el més ajustada a la realitat sobre la producció de la planta solar fotovoltaica es fa us del programa PVSyst, però prèviament a introduir totes les especificacions en el programa, es necessari realitzar un estudi de les opcions que es tenen per determinar quines son les més òptimes per al disseny de la instal·lació fotovoltaica. S'analitzarà quines son les característiques més adients que ha de disposar el mòdul fotovoltaic escollit per a la instal·lació en curs.

Els mòduls fotovoltaics son un element molt important en la present instal·lació, ja que, per tal de general 5 MW de potència pic, s'ha d'escollir un model de placa que permeti generar aproximadament la potència requerida amb la superfície que es disposa, tenint en compte que la disposició dels mòduls fotovoltaics ha de complir amb les especificacions de la normativa.

Per tal d'ajustar-nos al màxim a aquestes especificacions es realitza una comparativa entre les especificacions tècniques de diferents models de panells fotovoltaics que es troben al mercat, considerant com a dada important la seva potència pic de generació i les dimensions.

Totes les plaques que es comparen son plaques amb tecnologia monocristal·lina, ja que son les ofereixen una eficiència superior en comparació amb les policristal·lines, a més, que permeten produir més energia en unes dimensions de panell més reduïdes.

Fabricant	LONGI SOLAR	JINKO SOLAR	CANADIAN SOLAR
Model	Hi-Mo LR5- 72HPH 550	Tiger Neo JKM615N- 78HL4-(V)	HiKu7 Mono PERC CS7N-670MS
<b>Característiques elèctriques</b>			
Potència màxima (Wp)	550	615	670
Eficiència (%)	21,50	22,00	21,60
Tensió MPP (Vmp)	41,95	42,39	38,70
Corrent MPP (Imp)	13,12	10,91	17,32
Tensió a circuit obert (Voc)	49,80	52,62	45,80
Corrent de curtcircuit (Isc)	13,98	11,45	18,55
<b>Coefficients de temperatura</b>			
Coefficient Pmax (%/°C)	(-) 0,350	(-) 0,300	(-) 0,340
Coefficient Voc (%/°C)	(-) 0,270	(-) 0,250	(-) 0,260
Coefficient Isc (%/°C)	(+) 0,048	(+) 0,046	(+) 0,050
<b>Característiques mecàniques</b>			
Nº de cel·les	144(6x24)	156(2x78)	132(2x66)
Dimensions (mm)	2256x1133x35	2465x1134x35	2384x1303x35
Pes (kg)	27,2	30,6	34,4

Taula 4. Comparativa panells solars.

Una vegada comparades les característiques dels diferents panells seleccionats, la conclusió es que, al disposar d'un terreny amb una superfície limitada per generar 5 MW, s'escull el model de placa solar fotovoltaica que generi la màxima potència, independentment d'altres factors. D'aquesta manera es garanteix la producció seleccionada amb un nombre de plaques mes reduït, i considerant i respectant totes les



especificacions que marca la normativa vigent sobre els parcs solars fotovoltaics en terreny agrícola.

La placa fotovoltaica seleccionada correspon a la del fabricant Canadian Solar, model HiKu7 Mono PERC CS7N-670MS, que té una potència de generació pic de 670 Wp i unes dimensions de 2384x1303x35 mm.

Per tant, si es pretenen generar 5 MW de potència amb una placa de 670 Wp, el nombre de panells solars a instal·lar correspon a un valor de 7463 panells. Que segons les dimensions especificades en la fitxa tècnica del fabricant, la superfície que ocuparien els panells seria de 2,32 ha.

### **1.7.2 LÍNIA DE DISTRIBUCIÓ**

Per tal de realitzar el disseny de la línia de distribució es fa ús del programa informàtic DMElect, el qual permet determinar les característiques i especificacions necessàries, i en genera automàticament els càlculs i resultats corresponents. Prèviament a introduir totes les especificacions en el programa es necessita realitzar un estudi del terreny d'actuació, per tal d'observar quines són les opcions més òptimes per disposar el recorregut de la línia de distribució.

Pel que fa a l'emplaçament sobre el que es treballa, es tracta d'un terreny agrícola, i la disposició de la línia es realitza sobre un camí rural, el qual permet l'accés a diferents parcel·les. Per tant, el disseny de la línia es farà seguint el recorregut natural del camí ja existent, encara que es necessita estudiar quina de les diferents opcions disponibles és la més idònia.

En primer lloc, una de les opcions seria disposar la línia sobre la part inferior de la parcel·la on es situa el parc fotovoltaic. Però al tractar-se d'un torrent, resulta menys òptim realitzar el traçat per aquest costat que per qualsevol de la resta d'opcions. A més a més, en la seva proximitat es troba una altra línia aèria d'alta tensió ja existent, la qual dificulta els càlculs mecànics del disseny. Es per tant que, sent que existeixen altres possibilitats es descarta aquesta primera opció.

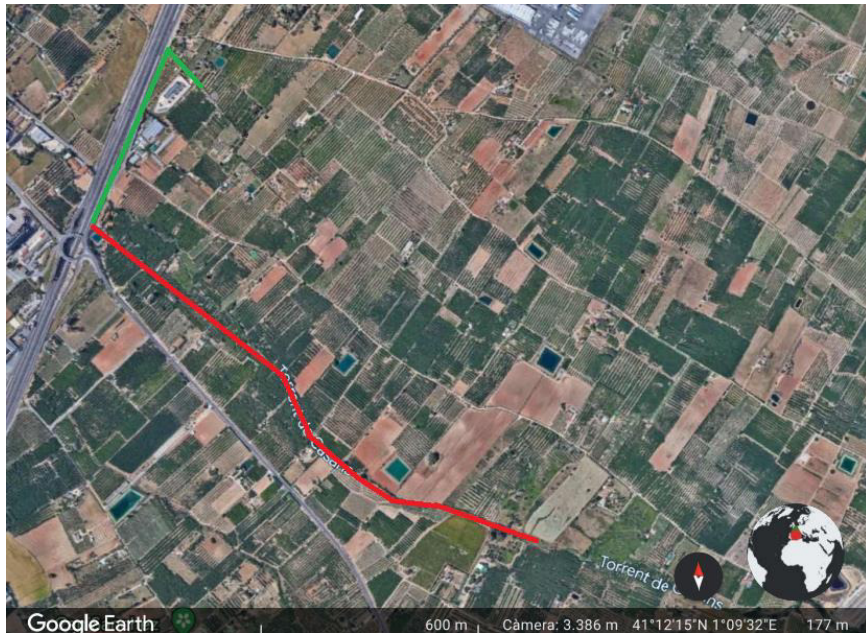


Figura 4. Simulació del traçat de la línia per l'anàlisi de la primera opció.

En segon lloc, una opció que es podria valorar per disposar la línia sobre el camí que es troba en la part superior de la parcel·la, en la part més propera a la parcel·la origen, però hi ha torres existents i girs amb angles bruscus que dificulten la disposició del traçat de forma rectilínia. Per tant, tot i que aquesta opció seria més viable que l'anterior, es descarta perquè resulta més òptima la darrera esmentada.

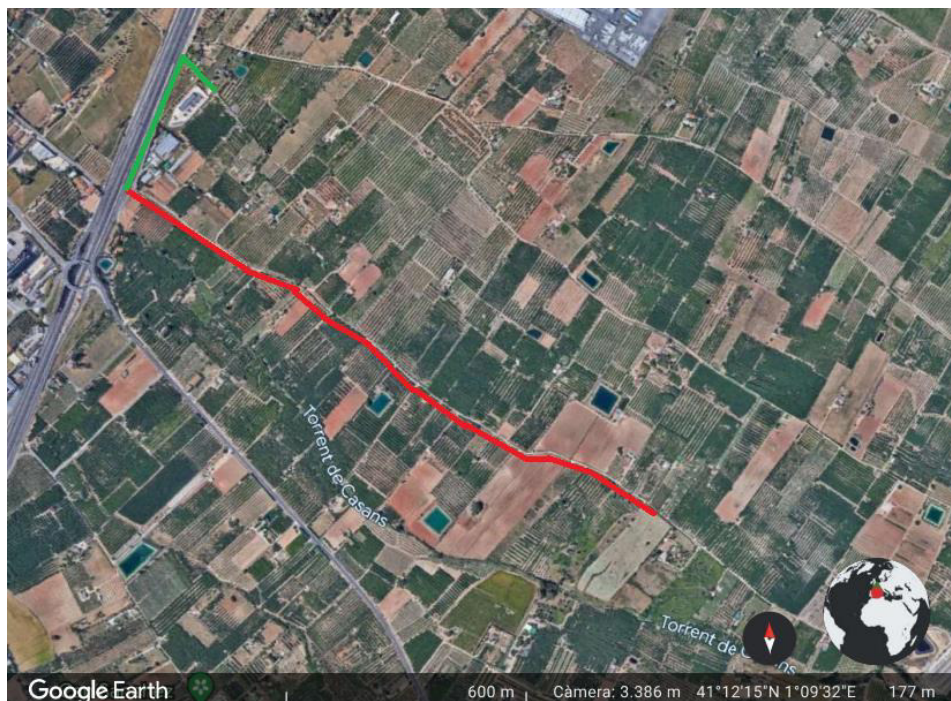


Figura 5. Simulació del traçat de la línia per l'anàlisi de la segona opció.

Finalment, l'opció més òptima es l'escollida, per l'altra banda del camí a la comentada anteriorment, ja que es pot disposar la línia se forma gairebé rectilínia i no hi ha interferències tant destacables com en les opcions anteriors.

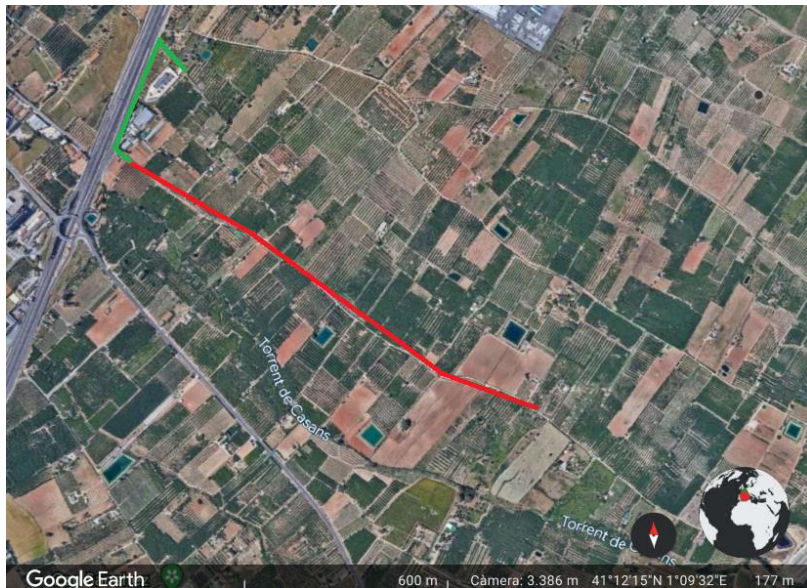


Figura 6. Simulació del traçat de la línia per l'anàlisi de la tercera opció.

## 1.8 RESULTATS FINALS

### 1.8.1 PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA

#### 1.8.1.1 *Descripció general del disseny de la instal·lació*

El parc solar fotovoltaic que s'instal·larà tindrà una potència pic de 5 MWp, aproximadament, i estarà constituït per 7600 mòduls fotovoltaics de 670 Wp cadascun, del fabricant Canadian Solar o similar. Els mòduls es disposaran sobre unes estructures metàl·liques fixes en el terreny, amb una orientació de nord a sud.

Es disposarà de 2 inversors de 2500 kW, del fabricant KSTAR o similar, els quals connectaran amb 400 strings de 19 mòduls solars cadascun. Aquests strings s'agruparan per ser connectats en 16 caixes d'strings, per tal de correspondre amb les entrades específiques de l'inversor seleccionat.

La producció d'energia anual estimada es calcula en apartats posteriors del projecte, mitjançant programes informàtics i bases de dades.

En els apartats posteriors d'aquest projecte es descriuen amb més detall totes aquestes consideracions.

### **1.8.1.2 Components i materials de la instal·lació en baixa tensió**

#### **1.8.1.2.1 Mòduls solars fotovoltaics**

Els mòduls fotovoltaics que s'utilitzaran en aquesta instal·lació seran de la marca Canadian Solar, el model HiKu7 Mono PERC CS7N-670MS. Aquest es un mòdul solar amb tecnologia monocristal·lina que permet generar una potència d'entre 640 i 670 watts.

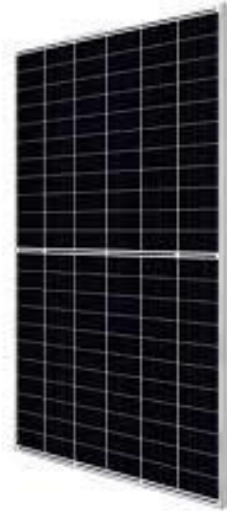


Figura 7. Panell solar fotovoltaic.

Es selecciona un panell amb cel·les monocristal·lines ja que son les que ofereixen un rendiment mes elevat de transformació de radiació solar amb energia elèctrica.

A partir de les dades que ofereix del fabricant, segons les dimensions de cada tipus de placa i la potència que permet generar, es realitza una estimació mitjana en funció de les dimensions disponibles del terreny i la potència que es pretén generar, i s'escull la que es mes adient per la instal·lació en curs.

Es per tant que, s'escull el panell que genera una potència de 670 watts, sent que es el valor mes alt comprès entre el rang de valors que ofereix el model escollit, i per tant, permet generar una major potència sense la necessitat d'instal·lar un nombre molt elevat de panells.

Les característiques tècniques es poden trobar en la fulla tècnica del fabricant: “Annex VI: Documentació tècnica dels equips”, del qual obtenim els següents valors:

<b>CANADIAN SOLAR CS7N-670MS</b>	
<b>Característiques principals</b>	
Fabricant	Canadian Solar
Gama	HiKu7 Mono PERC
Model	CS7N-670MS
Tipus de mòdul	Mono-cristal·lina
Màxima tensió DC	1.000/1.500 V
Potència màxima STC	670 Wp
Potència màxima NOCT	502 Wp
Eficiència	21,6 %
Tensió MPP	38,70 V
Corrent MPP	17,32 A
Tensió a circuit obert	45,80 V
Corrent de curtcircuit	18,55 A
<b>Coefficients de temperatura</b>	
Coefficient Pmax	- 0,34 %/°C
Coefficient Voc	- 0,26 %/°C
Coefficient Isc	- 0,05 %/°C
<b>Característiques mecàniques</b>	
Nº de cel·les	132 [2 x (11 x 6)]
Dimensions	2.384×1.303×35 mm
Pes	34,4 kg

Taula 5. Característiques tècniques del mòdul fotovoltaic.

Es consideren les condicions STC (Standard Test Condition), amb valors d'irradiància de 1.000 W/m<sup>2</sup>, temperatura de 25 °C i distribució espectral AM de 1,5.

#### **1.8.1.2.2 Estructura**

Els mòduls fotovoltaics es disposaran sobre unes estructures metàl·liques, d'acer inoxidable i alumini, per col·locar-hi dues fileres de mòduls en vertical.

La inclinació de les estructures esta configurada per a 20°, sent el valor òptim per obtenir la major producció energètica de la instal·lació durant els mesos d'estiu, i garantint una suficient producció durant la resta de mesos de l'any.

L'estructura està dissenyada per instal·lar-se sobre terreny agrícola, i l'ancoratge a terra es farà amb formigó.



Figura 8. Estructura metàl·lica.

#### **1.8.1.2.3 Inversors**

L'inversor es l'equip encarregat de convertir l'energia elèctrica generada en forma de corrent continu pels mòduls fotovoltaics, en energia elèctrica en forma de corrent altern. A més, permet la desconexió i connexió automàtica de la instal·lació en cas de pèrdua de tensió o freqüència de la xarxa, la qual cosa proporciona una garantia de seguretat.

L'inversor estarà connectat al costat de corrent continu amb els mòduls fotovoltaics, mentre que al costat de corrent altern estarà connectat al transformador del centre de transformació.

S'instal·laran 2 inversors de 2.500 kW model GSL2500C, de la marca KSTAR. Les característiques tècniques es poden trobar en la fulla tècnica del fabricant: "Annex VI: Documentació tècnica dels equips", del qual obtenim els següents valors:

<b>KSTAR GSL2500C</b>
-----------------------

<b>Característiques elèctriques</b>	
<b>Valors d'entrada (DC)</b>	
Tensió màxima entrada	1.000 Vdc
Rang de tensió MPP	580 - 850 Vdc
Nº entrades DC	16 (400 A) / 40 (200 A)
Corrent màxim entrada	4400 A
<b>Valors de sortida (AC)</b>	
Potència sortida	2750 kVA
Corrent	3608 A
Tensió nominal	400 Vac
Freqüència nominal	50 – 60 Hz
THD	<3% (a potencia nominal)
Factor de potencia regulable	0,9
Corrent màxim	3970 A
<b>Eficiència</b>	
Eficiència europea	98,7 %
Eficiència màxima	99,0 %
<b>Característiques mecàniques</b>	
Dimensions	2.991x2.438x2.591 mm
Pes	5,2 T
Tipus de protecció	IP54

Taula 6. Característiques tècniques de l'inversor.

Els inversors es disposaran a l'interior d'un edifici prefabricat tipus PFU-4 del fabricant ORMAZABAL, ja que son elements de la instal·lació que no es poden deixar a la intempèrie.

Els inversors compliran amb totes les condicions establertes en el PCT-IDAE que es detallen a continuació:

- Seran del tipus adequat per a la connexió a la xarxa elèctrica, amb una potència d'entrada variable perquè siguin capaços d'extreure en tot moment la màxima potència que el generador fotovoltaic pot proporcionar al llarg del dia.

- Les característiques bàsiques dels inversors seran les següents: principi de funcionament: font de corrent; auto commutats; seguiment automàtic del punt de màxima potència del generador; no funcionaran en illa o mode aïllat.

La caracterització dels inversors s'haurà de fer segons les normes següents:

- UNE-EN 62093: Components d'acumulació, conversió i gestió d'energia de sistemes fotovoltaics. Qualificació del disseny i assaigs ambientals.
- UNE-EN 61683: Sistemes fotovoltaics. Condicionadors de potència. Procediment per a la mesura del rendiment.
- IEC 62116. Testing procedure of islanding prevention measures for utility interactive photovoltaic inverters.

#### **1.8.1.2.4      *Caixes d'strings***

S'instal·laran caixes d'strings, per tal d'agrupar en paral·lel els mòduls connectats en sèrie que van a un mateix inversor i que es troben pròximes entre ells. La seva funció principal és la protecció de les sèries i agrupació de les mateixes de manera que es redueixin el nombre d'entrades finals a l'inversor i s'optimitzin les seccions dels conductors de corrent continu.

A les caixes de strings DC, es disposaran fusibles de 25 A per a cadascuna de les sèries que entren a les caixes, així com d'un seccionador de tall en càrrega per a la seva maniobra.

Les caixes d'strings que s'instal·laran corresponen al model StringBox M12 i M16, del fabricant INGECON SUN. Les característiques tècniques es poden trobar en la fulla tècnica del fabricant: “Annex VI: Documentació tècnica dels equips”; i la justificació de la disposició de strings en paral·lel per cadascuna de les caixes es pot trobar en l'annex: “Annex II: Càlculs de disseny del parc solar fotovoltaic”.

#### **1.8.1.2.5      *Cablejat i canalitzacions***

El conjunt dels conductors de la planta es dissenyaran per minimitzar el conjunt de pèrdues per aquest concepte als següents nivells:

- Part corrent continu - Generador fotovoltaic: 1,5% de pèrdues en condicions nominals.
- Part corrent alterna (BT): 3% a potència nominal.

Les canalitzacions es realitzaran segons condicions exigibles en el vigent REBT.

### **Conductors elèctrics de corrent continu**

Pel que fa als conductors elèctrics de la part de corrent continu, es a dir, la que es disposa entre els mòduls solars, passant per les caixes d'strings, i finalitzant amb la connexió a l'inversor corresponent, es diferencien els següents conductors.

- La connexió entre panells en sèrie d'un strings es realitzarà amb cable unipolar solar de tensió assignada 0,6/1 kV, amb conductor de coure RV-K de 4 mm<sup>2</sup> de secció. A més, es requerirà de connectors MC-4 per a realitzar les connexions.
- La connexió entre els strings i l'entrada a la caixa d'strings es realitzarà amb cable unipolar solar de tensió assignada 0,6/1 kV, amb conductor de coure RV-K de 6 mm<sup>2</sup> de secció.
- La connexió entre les sortides de les caixes d'strings i cadascuna de les entrades a l'inversor es realitzarà amb cable unipolar solar de tensió assignada 0,6/1 kV, amb conductor de coure RV-K amb seccions d'entre 150 i 400 mm<sup>2</sup>, s'escollirà la secció en funció de la distància a la que es trobin ubicats.

Els criteris de selecció dels conductors escollits es justificaran en l'apartat de càlculs dels annexes: "Annex III: Càlcul de seccions dels conductors".

### **Conductors elèctrics de corrent altern**

Pel que fa als conductors elèctrics de la part de corrent altern, es a dir, la connexió dels inversors amb els centres de transformació corresponents, es realitzarà amb cable unipolar de tensió assignada 0,6/1 kV, amb conductor lliure d'al·lògens de coure RZ1-K de 3x240 mm<sup>2</sup> de secció.

De la mateixa manera que per al cas anterior, els criteris de selecció dels conductors escollits es justificaran en l'apartat de càlculs dels annexes: "Annex III: Càlcul de seccions dels conductors".

#### **1.8.1.2.6 Proteccions de corrent continu**

Pel que fa a les proteccions de la part de corrent continu, es a dir, la que es disposa entre els mòduls solars, passant per les caixes d'strings, i finalitzant amb la connexió a l'inversor corresponent, es diferenciïen les següents proteccions.

- En l'entrada de les caixes d'strings es disposaran fusibles de 25 A per cadascun dels strings connectats.
- En la sortida de les caixes d'strings s'instal·larà un seccionador de 400 A, per cadascuna de les entrades de l'inversor.

#### **1.8.1.3 Posada a terra de la instal·lació fotovoltaica**

Amb la finalitat de garantir un funcionament fiable de les proteccions del parc solar, s'instal·larà un sistema de posada a terra. Aquest estarà connectat a les estructures metàl·liques i altres elements, i tindrà la capacitat de protegir les persones contra xocs elèctrics per contacte amb masses metàl·liques.

Les dimensions del sistema de terra i la seva baixa resistència han de permetre una bona dissipació de corrents provocats per descàrregues atmosfèriques o corrents de defecte, i s'ha de mantenir l'equipotencialitat en tot el perímetre de l'estació.

Per aconseguir una connexió a terra adequada, s'utilitzaran elèctrodes interconnectats amb cables de coure nu de 35 mm<sup>2</sup>, enterrats a 100 cm de profunditat. La connexió a terra s'extraurà a través d'un cable que alimentarà, des d'una caixa de desconexió, la línia principal de terra de la planta, amb l'objectiu de garantir la seguretat en relació amb les masses metàl·liques.

La posada a terra de la instal·lació fotovoltaica serà independent de la posada a terra del centre de transformació.

## 1.8.2 LÍNIA DE DISTRIBUCIÓ

La modalitat de la instal·lació solar fotovoltaica correspon amb l'abocament a la xarxa de l'energia generada, es per tant que s'instal·larà una línia aèria-subterrània de 25 kV que comprendrà des del parc solar fotovoltaic fins a la Subestació Elèctrica de La Selva del Camp, ja que es la mes propera.

<b>LÍNIA DE DISTRIBUCIÓ DE MITJA TENSIO (25 KV)</b>	
Tensió nominal	25 kV
Tensió més elevada	30 kV
Cablejat tram aeri	LA-110 (94 AL1/22-ST1A) (Secció: 116,20 mm <sup>2</sup> )
Cablejat tram subterrani	RHZ1 18/30 kV 1x240 mm <sup>2</sup>
Longitud en planta	2.750,00 m

Taula 8. Resum i dades generals de la línia de distribució.

### 1.8.2.1 Traçat de la línia

La línia de mitja tensió de 25 kV, destinada a la distribució d'energia elèctrica del parc solar fotovoltaic fins a la subestació elèctrica, combinarà un tram aeri i un tram subterrani. Pel que fa al tram aeri de la línia, aquest comprèn aproximadament 1,5 km de longitud, i es disposarà sobre el costat del camí que menys obstacles dificultin el seu recorregut i permeti un traçat el mes rectilini possible.

Pel que fa al tram subterrani de la línia, aquest comprèn aproximadament 1250 m de longitud, i es disposarà en canalitzacions soterrades baix domini públic, seguint el recorregut del camí existent i evitant angles pronunciats.

El valor de la tensió nominal de la xarxa aèria de MT es de 25 kV, i la tensió mes elevada del material serà de 36 kV. La freqüència de la xarxa es de 50 Hz.

### 1.8.2.2 Camp d'actuació de la línia de distribució

La situació inicial del terreny on es vol disposar el recorregut de la línia elèctrica es tracta d'un camí rural existent, aquesta comprendrà des d'un parc solar fotovoltaic, ubicat en unes parcel·les del polígon, fins a la Subestació Elèctrica mes propera.



El recorregut total de la línia es d'aproximadament 2,75 km de longitud, incloent tant el tram aeri com el subterrani. Per a la realització del disseny de la línia s'han tingut en compte les cotes del terreny en referència al nivell del mar, i s'ha determinat el recorregut de la línia el mes ajustat al recorregut del camí ja existent.

### **1.8.2.3 Línia subterrània de mitja tensió**

El tram subterrani de la nova línia de mitja tensió iniciarà el seu recorregut en la conversió d'aeri a subterrani, per ser connectat al CT de la subestació elèctrica. La longitud d'aquest tram serà d'aproximadament 600 metres i el conductor utilitzat serà del tipus RHZ1 18/30 kV 1x240 mm<sup>2</sup>.

El tram subterrani continuarà en les proximitats del parc fotovoltaic, en la conversió aeri-subterrani de la línia aèria. La longitud d'aquest tram serà d'aproximadament 650 metres, i el conductor utilitzat serà el mateix que en el tram anterior.

#### **1.8.2.3.1 Conductors elèctrics LSMT**

Es determina el conductor utilitzat per a la LSMT d'acord amb la Norma GE DND001. Aquests seran unipolars i compliran amb les especificacions de la Norma UNE-EN 620-5E.

Els conductors seran circulars compactes d'alumini, de classe 2 segons la norma UNE 21022, i estaran formats per diversos fils d'alumini cablejats. Sobre el conductor hi haurà una capa termoestable extruïda semiconductora, adherida a l'aïllament en tota la seva superfície, amb un gruix mig mínim de 0,5 mm i sense acció nociva sobre el conductor.

L'estesa d'aquesta línia subterrània es realitzarà amb conductor amb una secció nominal de 240 mm<sup>2</sup>, tipus RHZ1 18/30 kV 1x240mm<sup>2</sup>.

L'aïllament serà de polietilè reticulat (XLPE), de 8 mm de gruix mig mínim.

Sobre l'aïllament hi haurà una part semiconductora no metàl·lica, associada a una part metàl·lica. La part no metàl·lica estarà constituïda per una capa de mescla semiconductora termoestable extruïda, de 0,5 mm de gruix mig mínim, que es pugui separar de l'aïllament sense deixar sobre ell traces de mescla semiconductora apreciables a simple vista. La part metàl·lica estarà constituïda per una corona de fils continus de coure recuit, disposats en

hèlix oberta, sobre la qual es col·locarà una cinta de coure recuit en hèlix oberta disposada en sentit contrari a l'anterior. La secció real del conjunt de la pantalla metàl·lica serà com a mínim de 16 mm<sup>2</sup>.

La col·locació de la pantalla semiconductora interna, de l'aïllament i de la pantalla semiconductora externa, en el procés de fabricació dels cables, es realitzarà per triple extrusió simultània.

La coberta exterior estarà constituïda per una capa d'un compost termoplàstic a base de poliolefina. Serà de color vermell i el seu gruix nominal serà de 2,75 mm.

#### **1.8.2.3.2 Canalitzacions subterrànies**

La canalització es realitzarà soterrada baix tub formigonat. Es col·locaran tres conductors aïllats i un conductor de terra nu. El diàmetre exterior dels tubs serà de 200mm.

Les canalitzacions, llevat de casos de força major, s'executaran per terrenys de domini públic, sota les voreres o calçades, preferentment sota les primeres i s'evitaran angles pronunciats. El traçat serà com més rectilini possible, paral·lel en tota la seva longitud en voreres o façanes dels edificis principals.

En marcar el traçat de les rases, es tindrà en compte el radi mínim que calgui deixar en les corbes segons la secció del conductor o conductors que s'hagin de canalitzar.

Els cables es disposaran soterrats directament en el terreny. Sota les voreres, en les zones d'entrada i sortida de vehicles a les finques, a les quals no es prevegi el pas de vehicles de gran tonatge, es disposaran a dins de tubs en sec (sense formigonar).

En els accessos a finques de vehicles de gran tonatge i en els encreuaments de la calçada, es disposaran a dins de tubs formigonats.

La profunditat fins a la part superior del cable no serà menor de 0,80 m sota vorera, ni d'1 m sota calçada. Quan hi hagi impediments que no permetin aconseguir les profunditats esmentades, es podran reduir aquests paràmetres sempre i quan s'hi afegeixin proteccions mecàniques suficients, tal com especifiquen el Decret 120/92 i la Resolució TRI/301/2006.

### **1.8.2.3.3 Encreuaments, paral·lelismes i proximitats**

Els cables subterranis de MT quan estiguin soterrats directament al terreny hauran de complir els següents requisits.

Quan no es puguin respectar les distàncies que se senyalen per a cada un dels casos que segueixen, s'haurà d'aplicar el Decret 120/92 de 28 d'abril, i la Resolució TRI/301/2006 de 3 de febrer.

#### **Encreuaments**

Les condicions que han de complir els encreuaments de cables subterranis de MT són les següents.

- Encreuaments amb carrers i carreteres

Els cables es col·locaran en tubs formigonats en tota la seva longitud amb profunditat mínima d'1 m. Sempre que sigui possible, l'encreuament es farà perpendicular a l'eix del vial.

- Encreuaments amb ferrocarrils

Els cables es col·locaran en tubs formigonats, perpendiculars a la via sempre que sigui possible, i a una profunditat mínima d'1,3 m respecte a la cara inferior de la travessa. Els esmentats tubs ultrapassaran les vies fèrries en 1,5 m per cada extrem.

- Encreuaments amb d'altres conductors d'energia elèctrica

La distància mínima entre cables d'energia elèctrica de MT d'una mateixa empresa serà de 0,20 m. La distància mínima entre cables de MT d'empreses diferents o entre un de MT i un de BT serà de 0,25 m. La distància del punt d'encreuament a les unions, quan existeixin, serà superior a 1 m. Quan no es pugui respectar alguna d'aquestes distàncies, el cable que s'estengui en darrer lloc es disposarà separat mitjançant tubs, conductes o divisòries constituïdes per materials incombustibles d'adequada resistència mecànica.

- Encreuaments amb cables de telecomunicació

La separació mínima entre els cables d'energia elèctrica de MT i els de telecomunicació serà de



0,20 m. La distància del punt d'encreuament a les unions, tant del cable d'energia com del de comunicació, serà superior a 1 m. Quan no es pugui respectar alguna d'aquestes distàncies, el cable que s'estengui en darrer lloc es disposarà separat mitjançant tubs, conductes o divisòries constituïts per materials incombustibles d'adequada resistència mecànica.

- Encreuaments amb canalitzacions d'aigua i de gas

La separació mínima entre cables d'energia elèctrica de MT i canalitzacions d'aigua o gas serà de 0,20 m. S'evitarà l'encreuament per la vertical de les juntes de les canalitzacions d'aigua o gas, o de les unions de la canalització elèctrica, situant unes i altres a una distància superior a 1 m de l'encreuament. Quan no es pugui respectar alguna d'aquestes distàncies, es disposarà, per part de la canalització que s'estengui en darrer lloc, una separació mitjançant tubs, conductes o divisòries constituïdes per materials incombustibles d'adequada resistència mecànica.

### **Paral·lelismes**

Es procurarà evitar que els cables subterranis de MT quedin en el mateix pla vertical que les altres conduccions.

- Paral·lelismes amb altres conductors d'energia elèctrica

La separació mínima entre cables de MT d'una mateixa empresa serà de 0,20 m. Si els cables de MT instal·lats en paral·lel són d'empreses diferents, o si un cable és de MT i l'altre és de BT, la separació mínima serà de 0,25 m. Quan no es pugui respectar alguna d'aquestes distàncies, la conducció que s'estableixi en darrer lloc es disposarà separada mitjançant tubs, conductes o divisòries constituïdes per materials incombustibles d'adequada resistència mecànica.

- Paral·lelismes amb cables de telecomunicació

S'haurà de mantenir una distància mínima de 0,25 m entre els cables d'energia elèctrica de MT i els de telecomunicació. Quan aquesta distància no es pugui respectar, la conducció que s'estableixi en darrer lloc es disposarà separada mitjançant tubs, conductes o divisòries constituïts per materials incombustibles d'adequada resistència mecànica.

- Paral·lelismes amb canalitzacions d'aigua i gas

Caldrà mantenir una distància mínima de 0,25 m entre els cables d'energia elèctrica de MT i les

canalitzacions d'aigua i gas, excepte per a canalitzacions de gas d'alta pressió (més de 4 bar) on la distància serà de 0,40 m. La distància mínima entre les unions dels cables d'energia elèctrica i les juntes de les canalitzacions d'aigua o gas serà d'1 m. Quan alguna de les esmentades distàncies no es pugui respectar, la canalització que s'estableixi en darrer lloc es disposarà separada mitjançant tubs, conductes o divisòries constituïts per materials incombustibles d'adequada resistència mecànica. Es procurarà, també, mantenir una distància de 0,25 m en projecció horitzontal.

En el cas de conduccions d'aigua es procurarà que aquestes quedin per sota del cable elèctric.

Quan es tracti de canalitzacions de gas es prendran, a més, mesures per evitar la possible acumulació de gas: tancar les boques dels tubs i conductes, i assegurar la ventilació de les cambres de registre de la canalització elèctrica o omplir-les amb sorra.

### **Proximitats**

- Proximitat a conduccions de clavegueram

Es procurarà que els cables de MT passin per damunt de les clavegueres. No s'admetrà incidir en el seu interior. Si això no és possible, es passaran per sota, i els cables es disposaran amb una protecció d'adequada resistència mecànica.

- Proximitat a dipòsits de carburants

Els cables de MT es disposaran dins de tubs o conductes de suficient resistència i distaran com a mínim, 1,20 m del dipòsit. Els extrems dels tubs ultrapassaran el dipòsit en 2 m per cada extrem i es tapanen fins aconseguir que siguin estancs.

- Proximitat a connexions de servei

En cas que algun dels dos serveis que s'entrecreuen o van paral·lels sigui una connexió de servei a un edifici, s'haurà de mantenir una distància de l'un a l'altre de 0,30 m. Quan no es pugui respectar aquesta distància, la conducció que s'estableixi en darrer lloc es

disposarà separada mitjançant tubs, conductes o divisòries constituïdes per materials incombustibles d'adequada resistència mecànica.

L'entrada de les connexions de servei als edificis, tant de BT com de MT, s'hauran de tapar fins aconseguir una estanqueïtat perfecta. Així s'evitarà que, en el cas que es produeixi una fuga de gas al carrer, el gas entri a l'edifici a través d'aquestes entrades i s'acumuli a l'interior amb el consegüent risc d'explosió.

#### **1.8.2.3.4 Proteccions**

##### **Protecció contra sobrecorrents**

Els cables estaran protegits adequadament contra defectes tèrmics i dinàmics que es puguin originar per causa dels sobrecorrents que es puguin produir en la instal·lació.

Per a la protecció contra sobrecorrents s'utilitzaran interruptors automàtics associats a relés de protecció que estaran col·locats a les capçaleres dels cables subterranis.

##### **Protecció contra sobrecàrregues**

Per garantir la vida útil dels cables és recomanable que un cable en servei permanent no tingui una sobrecàrrega superior al 25 % durant 1 hora com a màxim. I a més, que l'interval entre dues sobrecàrregues successives sigui superior a 6 hores i que el nombre total d'hores de sobrecàrrega sigui com a màxim 100 a l'any i menys de 500 a la vida del cable.

##### **Protecció contra defectes**

Les proteccions garantiran la interrupció de les possibles faltes en un temps tal que la temperatura assolida pel conductor durant la falta no danyi el cable.

##### **Protecció contra sobretensions**

Els cables aïllats han d'estar protegits contra sobretensions mitjançant parallamps de característiques adequades. El marge de protecció entre el nivell d'aïllament del cable i el nivell de protecció del parallamps serà com a mínim del 80 %. Els parallamps es

col·locaran als llocs apropiats per protegir elements de la xarxa que puguin ser afectats per sobretensions, com per exemple en les conversions de línia aèria a línia subterrània.

En tots els casos, es complirà el que s'estipula pel que fa a coordinació d'aïllament i posada a terra dels parllamps que es contempla en les MIE RAT 12 i MIE RAT 13 i en la norma UNE-EN 60071 Coordinació d'Aïllament.

#### **1.8.2.3.5 Posada a terra LSMT**

Les pantalles metàl·liques dels cables de MT es connectaran a terra a cada una de les seves caixes terminals extremes.

#### **1.8.2.4 Línia aèria de mitja tensió**

El tram aeri de la nova línia de mitja tensió iniciarà el seu recorregut en les proximitats del parc solar fotovoltaic, connectat directament al CT del parc a través d'una conversió de subterrani a aeri. La longitud d'aquest tram serà d'aproximadament 1,3 km i el conductor utilitzat serà del tipus LA-110 (94 AL1/22-ST1A) amb una secció de 116,20 mm<sup>2</sup>.

El traçat de la línia es realitzarà per una altitud corresponent a la zona A, ja que es situa a una distancia inferior a 500 metres d'altitud sobre el nivell del mar, i amb una velocitat del vent de 120 km/h.

#### **1.8.2.4.1 Conductors elèctrics LAMT**

Es determina el conductor utilitzat per a la LAMT d'acord amb la Norma GE AND010 i la Norma UNE 50182, considerant una zona amb nivell de contaminació normal o alt.

L'estesa es realitzarà amb conductor nu d'alumini amb ànima d'acer galvanitzat, tipus LA-110 (94 AL1/22-ST1A) amb una secció uniforme de 116,20 mm<sup>2</sup>, amb una càrrega màxima de 315 A.

Els conductors han de ser capaços de suportar la tensió mecànica que es produeixi en les condicions mes desfavorables a les quals pugui quedar sotmesa la línia, per tant, s'ha d'establir un coeficient de seguretat igual o superior a 3. En aquest cas, i després d'haver

analitzat les diferents hipòtesis en que es pot sotmetre aquesta línia, s'estableix un coeficient de seguretat de valor 3,8.

#### **1.8.2.4.2      *Terminals***

Els terminals de la LAMT seran d'alumini, adequats per la connexió al cable per compressió hexagonal. La connexió del terminal a la instal·lació fixa s'efectuarà per caragols a pressió.

#### **1.8.2.4.3      *Aïlladors***

Els aïlladors es dimensionaran en funció del nivell d'aïllament de la línia, de la línia de fuga requerida en funció del lloc per on discorri, i de la distància entre parts actives i massa. Aquests hauran de suportar les sol·licitacions mecàniques i elèctriques de la línia.

Els aïlladors utilitzats seran del tipus polimèric amb denominació U70BS.

#### **1.8.2.4.4      *Suports***

Els suports que s'utilitzaran en la línia aèria de MT seran de gelosia, i compliran amb la Norma GE AND001. Les alçades i esforços s'indiquen en la taula següent.

<b>Esforç nominal (daN)</b>	<b>Altures totals (m)</b>
1000 a 4500	12-14-16-18-20-22-24-26
7000 i 9000	12-14-16-18-20-22-24-26

Taula 9. Suports de gelosia.

Tots seran del tipus alineació, els quals tenen la funció de sostenir els conductors mantenint-los elevats del terra a la distància establerta en el projecte.

Es armats que s'utilitzaran en la línia aèria de MT seran creueres a portell, exceptuant els que realitzen la conversió aèria-subterrània al final de la línia aèria, que seran entroncaments horitzontals.

#### **1.8.2.4.5 Proteccions elèctriques**

##### **Proteccions de sobreintensitat**

La línia disposarà d'una protecció que actuarà davant de sobrecàrregues, curtcircuits i defectes a terra, fins i tot en els punts mes allunyats de la xarxa. Per la protecció contra sobreintensitat s'utilitzaran interruptors automàtics associats a relés de protecció, col·locats a la capçalera de la línia.

##### **Proteccions contra sobretensions: parallamps**

Quan la línia aèria es converteixi en línia subterrània i passi per zones amb un alt índex isoceràunic, s'instal·laran parallamps d'òxid metàl·lic, les característiques dels quals s'ajustaran a la Norma UNE-EN 60099.

El marge de protecció entre el nivell d'aïllament del transformador i el nivell de protecció del parallamps serà com a mínim del 80%. Els parallamps s'instal·laran fixats a la pròpia estructura que suporti les terminacions del cable subterrani, i sempre per sota dels conductors de la línia.

#### **1.8.2.4.6 Posada a terra LAMT**

Els suports metàl·lics estaran proveïts d'una posada a terra, amb l'objectiu de limitar les tensions de defecte a terra que es puguin produir per descàrregues al propi suport. Aquesta instal·lació de posada a terra, complementada amb els dispositius d'interrupció de corrent adequats a la capçalera de la línia, haurà d'assegurar la descàrrega a terra de la intensitat homopolar de defecte, i contribuir, en cas de contacte amb masses susceptibles de posar-se a tensió, a eliminar el risc elèctric de tensions perilloses. El valor màxim de la resistència de posada a terra serà de 20  $\Omega$ .

L'estructura metàl·lica dels suports es connectarà a terra. Totes les ferramentes auxiliars, així com la terra dels parallamps i el xassís de l'aparellatge, si n'hi ha, es connectaran a una línia general de terra que alhora estarà connectada a l'anell de posada a terra.

#### **1.8.2.4.7 Distàncies de seguretat**

##### **Distància dels conductors al terreny**

La distància dels conductors al terreny es farà de tal manera que, en les condicions més desfavorables de sobrecàrrega o de màxima fletxa vertical, quedin situats per damunt de qualsevol punt del terreny o superfície d'aigua no navegable a una altura mínima de 7 m i de 8 m en els encreuaments amb vies de comunicació. Amb això es compensaran petites variacions del perfil del terreny aparegudes amb posterioritat a l'estudi topogràfic i es possibilitarà qualsevol petita actuació correctiva de manteniment que calgui fer (per exemple, modificació de l'aïllament, etc.).

Quan la línia passi per un terreny agrícola amb sistemes fixos o mòbils de reg per aspersió, la distància entre la part més alta del reg i la línia, en les condicions de màxima fletxa, no serà menor de 4 m.

#### **Distància entre conductors i entre conductors i suports**

La distància entre conductors de diferent fase sotmesos a tracció mecànica, així com entre conductors i suports, s'haurà de calcular de manera que no hi hagi cap risc de curtcircuit, i tenint en compte els efectes del vent i el despreniment de neu acumulada sobre els conductors.

Per determinar la distància entre conductors, s'aplicaran els criteris de càlcul indicats en el article 25 del RLAT, apartat 2, però pel coeficient K, que és funció de l'oscil·lació dels conductors amb el vent, s'agafaran els valors corresponents a instal·lacions de segona categoria.

#### **1.8.2.4.8 Prescripcions especials, encreuaments, proximitats i paral·lelismes**

Les línies aèries de MT hauran de complir les condicions senyalades en el capítol VII, articles 32 a 35 del RLAT, per a línies de 3<sup>a</sup> categoria, pel que fa a encreuaments, proximitats i paral·lelismes amb d'altres instal·lacions i vies de comunicació, pas per zones urbanitzades, proximitat a aeroports, etc. Així mateix, hauran de complir les disposicions legals que pogueren imposar altres organismes competents quan les seves instal·lacions fossin afectades per línies aèries de MT, o el que s'estableixi en convenis particulars.



No serà necessari adaptar mesures especials en els encreuaments i paral·lelismes de llits fluvials no navegables, camins de ferradura, sendes i senders, camins d'accés poc transitats i tancats no edificats.

#### **1.8.2.4.9      *Plaques de senyalització de perill***

En tots els suports s'instal·laran plaques normalitzades per numerar i identificar el suport, d'acord amb el criteri i sistema de numeració establert per l'empresa distribuïdora, i amb l'objectiu de senyalitzar el risc elèctric en la instal·lació.

Les plaques seran senyals triangulars distintives del risc elèctric, i s'instal·laran a una altura del terra de 3 metres, a la cara paral·lela o mes pròxima al camí per a que pugui ser vista fàcilment.

#### **1.8.2.5      *Conversió aeri subterrani***

Tant en el cas d'un cable subterrani intercalat en una línia aèria de MT, com en el d'un cable subterrani intercalat entre una línia aèria de MT i un CT, es tindran en compte les següents consideracions.

S'instal·larà cable d'aïllament sec de 18/30 kV i de 240 ó 400 mm<sup>2</sup> Al de secció.

La connexió del cable subterrani amb la línia aèria serà seccionable quan el cable uneixi la línia aèria amb un CT. Podrà no ser-ho quan el cable estigui intercalat a la línia aèria.

En el tram de pujada fins a la línia aèria, el cable subterrani anirà protegit dins d'un tub o safata tancada de ferro galvanitzat o de material aïllant amb un grau de protecció contra danys mecànics no inferior a IK10 segons la norma UNE-EN 50102. El tub o safata s'obturarà per la seva part superior per evitar l'entrada d'aigua i s'encastarà en la cimentació del suport. Sobresortirà 2,5 m per damunt del nivell del terreny. En el cas de tub, el seu diàmetre serà com a mínim 1,5 vegades el diàmetre aparent de la terna de cables unipolars, i en el cas de safata, la seva secció transversal tindrà una amplada mínima de 1,5 vegades el diàmetre d'un cable unipolar, i una llargada d'unes tres vegades la seva amplada.

S'hauran d'instal·lar proteccions contra sobretensions mitjançant parallamps, els terminals de terra dels quals es connectaran directament a les pantalles metàl·liques dels

cables i entre si, mitjançant una connexió com més curta possible i sense corbes pronunciades.

### 1.8.3 CENTRES DE TRANSFORMACIÓ

Per al disseny de la instal·lació en curs s'instal·laran dos centres de transformació, un d'ells amb la corresponent cel·la per realitzar la mesura abans de connectar el parc fotovoltaic amb la xarxa elèctrica.

Els dos centres de transformació estaran ubicats en el centre de gravetat de les parcel·les on es disposen els mòduls solars, per tal d'evitar les màximes pèrdues de la instal·lació a través dels conductors elèctrics.

El centre de mesura serà el que es connectarà directament amb la línia de distribució, i seguidament, amb la subestació elèctrica. Mentre que el centre de transformació es connectarà al centre de mesura a partir de la cel·la de línia corresponent. Es pot observar la connexió a partir de l'esquema següent:

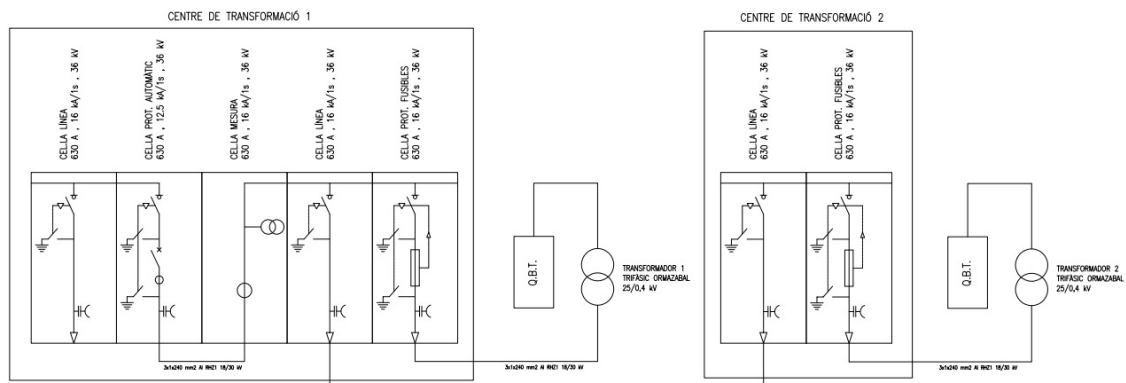


Figura 9. Esquema de connexió centres de transformació.

S'estableixen les característiques que reuniran a partir de la NTP de la distribuïdora Endesa, sobre Centres de Transformació MT/BT de distribució allotjats en edificis, connectats a la xarxa de mitja tensió.

#### 1.8.3.1 Edifici prefabricat

El centre de transformació serà un edifici prefabricat tipus PFU-5 del fabricant ORMAZABAL o similar, amb capacitat per un transformador i les cel·les de línia corresponents. Les dimensions de l'edifici prefabricat són de 6080 x 2380 x 3045 mm.

### **1.8.3.2 Cablejat de mitja tensió**

Els cables d'alimentació en mitja tensió al centre de transformació seran unipolars, d'aïllament sec per a una tensió assignada de 18/30 kV i tindran una secció de 3x1x240 mm<sup>2</sup> d'alumini.

Tanmateix, s'utilitzaran els mateixos conductors per als ponts d'interconnexió de les cel·les del centre de transformació. Per realitzar aquests ponts també s'hauran d'utilitzar terminals de la mateixa secció que el conductor utilitzat, en aquest cas de 240 mm<sup>2</sup>.

### **1.8.3.3 Cel·les de mitja tensió**

Les cel·les de MT seran cel·les prefabricades modulars contemplades a la norma GE FND003 amb tall i aïllament en SF<sub>6</sub>. Incorporaran els relés de detecció de pas de falta o indicadors de curtcircuit indicats a la norma GE DMC001.

#### **1.8.3.3.1 Cel·la de línia**

La cel·la de línia té la funció de realitzar les connexions d'entrada o sortida amb línies elèctriques del exterior del centre. Estan equipades amb un interruptor que permet la connexió o desconexió amb els elements corresponents.

Aquesta s'ha dimensionat per una tensió assignada de 36 kV i un valor d'intensitat nominal de 630 A. Les seves dimensions són de 365x735x1740 mm, amb aïllament integral de SF<sub>6</sub>, formada per cos metàl·lic, enfangat de coure i interruptor-seccionador tripolar rotatiu de 3 posicions connectat/seccionat/posat a terra.

#### **1.8.3.3.2 Cel·la de protecció amb interruptor automàtic**

La cel·la de protecció amb interruptor automàtic es l'encarregada d'interrompre el corrent elèctric quan es detecta una sobrecàrrega o un curtcircuit.

Aquest s'ha dimensionat per una tensió assignada de 36 kV i un valor d'intensitat nominal de 630 A. Les seves dimensions són de 480x845x1740 mm, amb aïllament integral de SF<sub>6</sub>, formada per cos metàl·lic, enfangat de coure, interruptor-seccionador tripolar de 3 posicions connectat/seccionat/posat a terra.

#### **1.8.3.3.3 Cel·la de mesura**

La cel·la de mesura es la que realitza la mesura i comptatge d'energia de la central generadora, abans d'abocar l'energia generada a la xarxa.

Aquesta s'ha dimensionat per una tensió assignada de 36 kV de tensió assignada. Les seves dimensions son de 1025x800x1740 mm, formada per cos metàl·lic, enfangat de coure i transformadors de mesura.

#### **1.8.3.3.4 Cel·la de protecció amb fusible**

La cel·la de protecció amb fusible es la que s'encarrega de protegir al transformador mitjançant relés indirectes que actuen sobre la bobina de dispar de l'interruptor. Així com la protecció davant curtcircuits, que la realitzen els fusibles.

Aquest s'ha dimensionat per una tensió assignada de 36 kV i un valor d'intensitat nominal de 630 A. Les seves dimensions son de 470x735x1740 mm, amb aïllament integral de SF6, formada per cos metàl·lic, enfangat de coure, interruptor-seccionador tripolar rotatiu de 3 posicions connectat/seccionat/ a terra i fusibles combinats.

#### **1.8.3.4 Transformador**

El transformador al que es connectaran les sortides dels inversors serà trifàsic del tipus submergit en oli, d'una potència de 2500 kVA.

Les seves característiques s'ajustaran al que indica la Norma UNE 21428-1 i es concreta a la GE FND001.

#### **1.8.3.5 Posada a terra**

La posada a terra dels centres de transformació serà compartida amb la posada a terra de l'edifici de l'inversor de la instal·lació fotovoltaica.

El CT estarà proveït d'una instal·lació de posada a terra, a fi de limitar les tensions de defecte a terra que puguin produir-se al propi CT. Aquesta instal·lació de posada a terra, complementada amb els dispositius d'interrupció de corrent, hauran d'assegurar la descàrrega a terra de la intensitat homopolar de defecte, i contribuir a l'eliminació del risc

elèctric, a causa de l'aparició de tensions perilloses, en el cas de contacte amb les masses que puguin posar-se en tensió. Serà independent de la terra de l'edifici.

La instal·lació de posada a terra estarà formada per dos circuits, el de protecció i el de servei, a els quals es connectaran els diferents elements del CT. Per aquest cas, s'utilitzarà un sistema de posta a terra, de terres separades.

El CT estarà envoltat perimetralment per un anell conductor, de forma quadrada o rectangular, instal·lat a una profunditat no inferior a 0,5 m, que actuarà d'elèctrode. Quan calgui, es complementarà amb un nombre suficient de piques per aconseguir la resistència de terra prevista, i aquestes tindran una separació mínima entre elles de 3 metres.

#### **1.8.4 QUADRE DE BAIXA TENSIÓ**

El CT estarà dotat d'un quadre modular de distribució, la funció dels quals es rebre el pont de BT principal procedent del transformador i distribuir-lo en un nombre determinat de circuits individuals. El quadre de BT constarà d'una unitat de seccionament sense càrrega, un enfangat general, quatre bases porta fusibles tripolars, i una sortida protegida per alimentar els serveis auxiliars del CT.

La unió entre els borns dels transformadors i dels quadres de baixa tensió es realitzarà per conductors unipolars de coure amb aïllament de XLPE, i tensió de 0,6/1 kV segons s'especifica a l'Especificació Tècnica.

#### **1.8.5 OBRA CIVIL**

A continuació es defineixen les actuacions necessàries d'obra civil per a la corresponent adequació del terreny per a la instal·lació prevista, així com per a la fonamentació i col·locació dels elements requerits.

##### ***1.8.5.1 Estudi geotècnic i topogràfic***

Es realitzarà un estudi geotècnic i topogràfic per obtenir la informació necessària del terreny abans de començar les actuacions per a la implantació de la instal·lació.

Aquest estudi permet determinar la capacitat del terreny per suportar càrregues, d'aquesta manera es poden evitar possibles afonaments, assentaments o deformacions que podrien comprometre l'estabilitat de les estructures.

A més a més, es necessari una avaluació dels riscos geotècnics del terreny sobre el que s'actuarà, perquè d'aquesta manera es poden prendre mesures preventives adequades i realitzar un disseny adequat, per tal de garantir l'estabilitat, durabilitat i seguretat del projecte.

#### ***1.8.5.2 Moviment de terres***

Es realitzarà un desbrossament superficial i una neteja del terreny, per tal d'eliminar la vegetació i altres elements, d'aquesta manera s'eliminen els obstacles en el camp d'actuació i es facilita la instal·lació dels elements corresponents.

#### ***1.8.5.3 Tanca perimetral***

Es realitzarà un tancat seguint el perímetre de les parcel·les corresponents al parc solar, aquest consistirà en una malla cinegètica 200/20/15 subjecta sobre pals metàl·lics de xapa sobre una sabata de formigó de 30x30x50 cm cada 3 metres, existint 30 metres de distància màxima entre els pals de reforç. Hi haurà una alçada lliure al terra de 15 cm, amb buits de 300 cm<sup>2</sup> per al pas de petits mamífers.

#### ***1.8.5.4 Enclavament de l'estructura***

Els perfils es fixen al terreny mitjançant sabates de formigó a 1,5 metres de profunditat.

L'enclavament de l'estructura es realitza mitjançant una maquina que introdueix els perfils metàl·lics directament al terreny a la profunditat requerida segons les característiques del terreny definides a l'estudi geotècnic, reduint de tal manera els temps i l'impacte ambiental causat per les fonamentacions de formigó soterrat.



#### ***1.8.5.5 Obra civil edificis prefabricats***

L'obra civil corresponent als edificis prefabricats, tant dels centres de transformació, com dels edificis on es disposaran els inversors, correspondrà amb la ubicació dels edificis sobre una llosa de formigó.

#### ***1.8.5.6 Execució de les rases de la línia subterrània de mitja tensió***

Les canalitzacions s'han disposat procurant que el traçat sigui el més rectilini possible i respectar els radis de curvatura mínims de cadascun dels cables a estendre. Així mateix, se n'ha dissenyat el traçat intentant minimitzar el nombre de creuaments amb els camins de servei i alhora que tinguin la mínima afecció al medi ambient i als propietaris de les finques veïnes per la que transcorren.

El disseny de la rasa per on passarà la canalització soterrada de la línia de mitja tensió, es realitza tenint en compte factors com, la capacitat de la línia, les característiques del terreny, les distàncies, etc.

Una vegada fet el disseny de la línia, es procedeix amb l'excavació del terreny, realitzada amb la maquinaria necessària i els equips adequats per assegurar el menor impacte possible en el medi ambient, i amb les proximitats de la instal·lació. Es procedirà amb la instal·lació de les canalitzacions i el cablejat elèctric de la línia. Amb la línia soterrada ja instal·lada, es realitzaran les verificacions i proves necessàries per assegurar el correcte funcionament. Això implica proves de posada a terra, de continuïtat, de resistència d'aïllament, etc. Si les proves son correctes, es procedirà al tancament de les arquetes i caixes de derivació, i a la adequació del terreny excavat.

#### ***1.8.5.7 Fonaments dels suports de la línia aèria de mitja tensió***

Per la fonamentació dels suports de gelosia, es realitza l'excavació del terreny i tot seguit es col·loquen les armadures en els fonaments, tot seguint les especificacions de la Norma Tècnica Particular d'Endesa. Finalment, es col·loca el formigó corresponent en els fonaments, i una vegada assentat, es procedeix a la verificació de l'anivellació, a partir dels equips adequats.



Les dimensions dels fonaments correspondran a les calculades segons el que s'indica per a cada tipus de suport i terreny en el qual estigui situat el suport. Les excavacions tindran les parets laterals, verticals.

La tipologia del formigó a emprar per als fonaments estàndard dels suports serà, per a terrenys normals, del tipus: HM-20/4/40/IIA.

## 1.9 PLANIFICACIÓ

Per tal de garantir l'acompliment d'un termini d'execució no molt extens, es realitza un programa de construcció mitjançant un diagrama de Gantt, que identifica els terminis i la programació definida per a la corresponent execució de la instal·lació.

Tenint en compte que es tracta de la realització d'un parc solar fotovoltaic en un terreny de mes de 7 hectàrees, una línia elèctrica de mitja tensió, amb traçat de línia aèria i subterrània, de mes de 2,75 quilòmetres, i inclou treballs d'obra civil, es preveu que el termini total d'execució de la instal·lació sigui d'aproximadament 12 mesos.

Les fases que es pretenen executar son les següents:

### Fase 1: Treballs previs

Aquesta primera fase inclou la tramitació de tota la documentació requerida per a començar l'obra, així com els permisos necessaris. A més de la realització del replanteig per analitzar els punts crítics de l'obra des del punt del cap d'obra.'

Una vegada realitzats els treballs anteriors, es comença amb els treballs d'obra civil que corresponen al moviment de terres per a la correcta neteja i desbrossament del terreny sobre el que s'ha d'actuar. Així com la realització d'estudis geotècnics del terreny per garantir que les actuacions realitzades son correctes degut a que s'han analitzat prèviament les característiques del terreny.

### Fase 2: Obra Civil

La fase d'obra civil inclou tots els treballs necessaris per a la preparació dels terrenys d'actuació, així com la preparació de les instal·lacions temporals d'obra en la qual s'ubiquin les casetes i magatzems de les empreses que participaran en la construcció.



Es procedirà amb les excavacions de les rases per al cablejat i les fonamentacions corresponents, tant dels suports de la línia aèria com dels edificis prefabricats del parc solar, i es realitzarà el tancament perimetral de la parcel·la.

### Fase 3: Muntatge

Un cop finalitzada l'obra civil, es procedirà amb el muntatge dels diversos equips i elements que intervenen en la instal·lació. La seqüència serà: muntatge mecànic, elèctric i d'instruments.

### Fase 4: Proves i Posada en Marxa

En la darrera fase d'execució, amb tots els elements de la instal·lació col·locats, es realitzaran les proves necessàries per a la correcta execució de la planta, i es procedirà amb la posada en marxa de la instal·lació.

El diagrama corresponent a la planificació prevista per a la instal·lació, tenint en compte que els dies destinats a l'execució de les activitats seran dies laborables, s'adjunta en els annexos: "Annex X: Cronograma".

## **1.10 ORDRE DE PRIORITAT ENTRE ELS DOCUMENTS**

El present projecte s'ha redactat de forma detallada per evitar les confusions que puguin sorgir en els lectors del projecte. Però per tal d'evitar alteracions en l'execució de la instal·lació, s'estableix un ordre de prioritat entre els documents que es disposen.

Donant així major importància als plànols, ja que son l'eina més representativa visualment i que descriu millor la instal·lació en si. A continuació, es dona prioritat als plecs de condicions i als amidaments, que mostren amb el màxim detall tots els elements que es disposen. I finalment, la memòria, al ser l'element que inclou més informació però que pot portar a més confusions, segons el tipus de redacció i les interpretacions que es poden donar.

Per tant, l'ordre de prioritat entre els documents que s'ha establert es el següent:

- Plànols
- Plecs de condicions
- Amidaments i pressupost
- Memòria tècnica

**Núria Pla Vallès**

**TREBALL DE FI DE GRAU**

**Grau en Enginyeria Elèctrica**

**Dirigit per Lluís Massagués Vidal**

**PROJECTE EXECUTIU D'UNA INSTAL·LACIÓ SOLAR FOTOVOLTAICA DE 5  
MWP CONNECTADA A LA SUBESTACIÓ ELÈCTRICA LA SELVA DEL CAMP**

**Document número 2: ANNEXES**



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

**Tarragona**

**Curs 2022-23**



## **Document número 2: ANNEXES**

<b>ANNEX I: CÀLCULS ENERGÈTICS .....</b>	<b>65</b>
<b>I.1 OBJECTE.....</b>	<b>66</b>
<b>I.2 RADIACIÓ SOLAR.....</b>	<b>66</b>
<b>I.3 PRODUCCIÓ ANUAL DE LA INSTAL·LACIÓ .....</b>	<b>68</b>
<b>I.3.1 SIMULACIÓ.....</b>	<b>68</b>
<b>ANNEX II: CÀLCULS DE DISSENY DEL PARC SOLAR FOTOVOLTAIC .....</b>	<b>76</b>
<b>II.1 OBJECTE .....</b>	<b>77</b>
<b>II.2 ORIENTACIÓ I INCLINACIÓ DELS MÒDULS .....</b>	<b>77</b>
<b>II.3 DISTÀNCIES ENTRE ELS MÒDULS .....</b>	<b>77</b>
<b>II.4 NOMBRE D'INVERSORS DEL PARC FOTOVOLTAIC .....</b>	<b>78</b>
<b>II.5 NOMBRE DE MÒDULS EN SÈRIE (STRING) .....</b>	<b>79</b>
<b>II.5 NOMBRE D'STRINGS TOTALS DE LA INSTAL·LACIÓ.....</b>	<b>80</b>
<b>II.6 NOMBRE D'STRINGS PER INVERSOR.....</b>	<b>80</b>
<b>II.7 NOMBRE D'STRINGS EN PARAL·LEL PER ENTRADA DC .....</b>	<b>80</b>
<b>ANNEX III: CÀLCUL DE SECCIONS DELS CONDUCTORS I PROTECCIONS ELÈCTRIQUES.....</b>	<b>82</b>
<b>III.1 OBJECTE .....</b>	<b>83</b>
<b>III.2 CÀLCUL DE SECCIONS D'UNA LÍNIA ELÈCTRICA .....</b>	<b>83</b>
<b>III.3 CÀLCUL DE SECCIONS EN BT .....</b>	<b>84</b>
<b>III.3.1 CONDICIONS GENERALS .....</b>	<b>85</b>
<b>III.3.2 CONDUCTORS ELÈCTRICS DE CORRENT CONTINU .....</b>	<b>85</b>
<b>III.3.3 CONDUCTORS ELÈCTRICS DE CORRENT ALTERN.....</b>	<b>97</b>
<b>III.4 CÀLCUL DE SECCIONS EN MT .....</b>	<b>101</b>
<b>III.4.1 CORRENT DE CURTCIRCUIT .....</b>	<b>101</b>
<b>III.3.2 CABLEJAT DE MITJA TENSÍÓ .....</b>	<b>102</b>
<b>III.5 PROTECCIONS ELÈCTRIQUES .....</b>	<b>103</b>
<b>ANNEX IV: CÀLCULS DELS CENTRES DE TRANSFORMACIÓ.....</b>	<b>106</b>
<b>IV.1 OBJECTE.....</b>	<b>107</b>
<b>IV.2 CENTRE DE MESURA I TRANSFORMACIÓ (CT1).....</b>	<b>107</b>
<b>IV.2.1 INTENSITAT EN MT .....</b>	<b>107</b>
<b>IV.2.2 INTENSITAT EN BT .....</b>	<b>107</b>
<b>IV.2.3 CURTCIRCUITS.....</b>	<b>108</b>
<b>IV.2.4 DIMENSIONAMENT DE L'EMBARRAT .....</b>	<b>108</b>

IV.2.5 SELECCIÓ DE LES PROTECCIONS .....	110
IV.2.6 DIMENSIONAMENT DE LA VENTILACIÓ DEL CENTRE DE TRANSFORMACIÓ.....	111
IV.2.7 CÀLCUL DE LES INSTAL·LACIONS DE POSADA A TERRA .....	112
IV.3 CENTRE DE TRANSFORMACIÓ (CT).....	118
IV.3.1 INTENSITAT EN MT .....	118
IV.3.2 INTENSITAT EN BT .....	118
IV.3.3 CURTCIRCUITS.....	119
IV.3.4 DIMENSIONAMENT DE L'EMBARRAT .....	120
IV.3.5 SELECCIÓ DE LES PROTECCIONS .....	121
IV.3.6 DIMENSIONAMENT DE LA VENTILACIÓ DEL CENTRE DE TRANSFORMACIÓ.....	122
IV.3.7 CÀLCUL DE LES INSTAL·LACIONS DE POSADA A TERRA .....	123
ANNEX V: CÀLCULS DE LA LÍNIA DE DISTRIBUCIÓ .....	130
V.1 OBJECTE .....	131
V.2 LÍNIA AÈRIA DE MITJA TENSÍO .....	131
V.2.1 DADES GENERALS DE LA LÍNIA .....	131
V.2.2 CÀLCULS ELÈCTRICS.....	132
V.2.2 CÀLCULS MECÀNICS .....	133
V.3 LÍNIA SUBTERRÀNIA DE MITJA TENSÍO .....	147
V.3.1 FORMULES GENERALS .....	147
V.3.1 DADES GENERALS DE LA LÍNIA .....	148
ANNEX VI: DOCUMENTACIÓ TÈCNICA DELS EQUIPS .....	158
VI.1 OBJECTE.....	159
VI.2 MÒDULS FOTOVOLTAICS.....	159
VI.3 INVERSOR .....	159
VI.4 ESTRUCTURA.....	159
VI.5 CAIXA D'STRINGS.....	159
VI.5 CENTRES DE TRANSFORMACIÓ.....	159
ANNEX VII: ESTUDI DE SEGURETAT I SALUT .....	180
VII.1 OBJECTE .....	181
VII.2 INTRODUCCIÓ .....	181
VII.4.1 MITJANS I MAQUINARIA .....	184
VII.4.2 TREBALLS PREVIS .....	185
VII.4.3 RAM DE PALETA.....	185
VII.4.4 INSTAL·LACIONS .....	185



<b>VII.4.5 RELACIÓ NO EXHAUSTIVA DELS TREBALLS QUE IMPLIQUEN RISCOS ESPECIALS (ANNEX II DEL RD 1627/1997)</b> .....	186
<b>VII.5.1 REQUISITS</b> .....	186
<b>VII.5.2 DISPOSICIONS MÍNIMES</b> .....	187
<b>VII.5.3 SENYALS EN FORMA DE PLAFÓ</b> .....	188
<b>VII.5.4 SENYALS LLUMINOSOS I ACÚSTICS</b> .....	188
<b>VII.6 MESURES DE PREVENCIÓ I PROTECCIÓ</b> .....	188
<b>VII.6.1 MESURES DE PROTECCIÓ COL·LECTIVA</b> .....	189
<b>VII.6.2 MESURES DE PROTECCIÓ INDIVIDUAL</b> .....	189
<b>VII.6.3 MESURES DE PROTECCIÓ A TERCERS</b> .....	190
<b>VII.7 MEDICINA PREVENTIVA I PRIMERS AUXILIS</b> .....	190
<b>VII.7.1 PLANIFICACIÓ DE L'ACCIÓ PREVENTIVA</b> .....	190
<b>VII.7.2 PRIMERS AUXILIS</b> .....	190
<b>VII.7.3 EN CAS D'ACCIDENT MENOR</b> .....	191
<b>VII.7.4 EN CAS D'ACCIDENT GREU O MORTAL</b> .....	191
<b>VII.7.5 EN CAS D'ASFIXIA O ELECTROCUCIÓ</b> .....	191
<b>VII.7.5 EN CAS DE FERIDES O TALLADES</b> .....	191
<b>VII.8 PROTECCIÓ CONTRA INCENDIS</b> .....	191
<b>VII.8.1 GENERALITATS</b> .....	191
<b>VII.8.2 EXTINTORS D'INCENDIS I SENYALITZACIÓ</b> .....	192
<b>VII.9 NORMATIVA APLICABLE</b> .....	192
<b>ANNEX VIII: ESTUDI D'IMPACTE AMBIENTAL</b> .....	193
<b>VIII.1 OBJECTE</b> .....	194
<b>VIII.3 ACTIVITAT DEL PROJECTE</b> .....	194
<b>VIII.4 ESTUDI DELS IMPACTES MEDIAMBIENTALS</b> .....	194
<b>VIII.4.1 IMPACTES SOBRE LES ACTIVITATS AGRÍCOLES</b> .....	194
<b>VIII.4.2 IMPACTES SOBRE LA BIODIVERSITAT DEL TERRENY</b> .....	195
<b>VIII.4.3 IMPACTES PAISATGÍSTICS</b> .....	195
<b>VIII.4.4 IMPACTES ACÚSTICS</b> .....	195
<b>VIII.5 MESURES CORRECTORES DELS IMPACTES MEDIAMBIENTALS</b> .....	195
<b>VIII.5.1 MESURES PER SOLVENTAR ELS IMPACTES SOBRE LES ACTIVITATS AGRÍCOLES</b> .....	196
<b>VIII.5.2 MESURES PER SOLVENTAR ELS IMPACTES SOBRE LA BIODIVERSITAT DEL TERRENY</b> .....	196
<b>VIII.5.3 MESURES PER SOLVENTAR ELS IMPACTES PAISATGÍSTICS</b> .....	196
<b>VIII.5.4 MESURES PER SOLVENTAR ELS IMPACTES ACÚSTICS</b> .....	196
<b>VIII.6 IDENTIFICACIÓ DE L'ESPAI</b> .....	197



<b>ANNEX IX: ESTUDI DE GESTIÓ DE RESIDUS .....</b>	<b>198</b>
<b>IX.1 OBJECTE.....</b>	<b>199</b>
<b>IX.2 CONTINGUT.....</b>	<b>199</b>
<b>IX.3 NORMATIVA I LEGISLACIÓ APLICABLE.....</b>	<b>199</b>
<b>IX.4 IDENTIFICACIÓ DELS RESIDUS GENERATS .....</b>	<b>201</b>
<b>IX.5 ESTIMACIÓ DE LA QUANTITAT DE RESIDUS GENERATS .....</b>	<b>203</b>
<b>IX.6 MESURES PER A LA PREVENCIÓ DE RESIDUS GENERATS .....</b>	<b>204</b>
<b>IX.7 OPERACIONS DE REUTILITZACIÓ, VALORACIÓ O ELIMINACIÓ ALS     QUE ES DESTINARAN ELS RESIDUS .....</b>	<b>205</b>
<b>ANNEX X: CRONOGRAMA.....</b>	<b>206</b>
<b>X.1 OBJECTE .....</b>	<b>207</b>
<b>X.2 CRONOGRAMA .....</b>	<b>207</b>

**Núria Pla Vallès**

**TREBALL DE FI DE GRAU**

**Grau en Enginyeria Elèctrica**

**Dirigit per Lluís Massagués Vidal**

**PROJECTE EXECUTIU D'UNA INSTAL·LACIÓ SOLAR FOTOVOLTAICA DE 5  
MWP CONNECTADA A LA SUBESTACIÓ ELÈCTRICA LA SELVA DEL CAMP**

**ANNEX I: CÀLCULS ENERGÈTICS**



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

**Tarragona**

**Curs 2022-23**



## **I.1 OBJECTE**

En aquest annex número I, es mostren els càlculs de la producció d'energia elèctrica que es preveu que generi la planta solar fotovoltaica de 5 MWp.

## **I.2 RADIACIÓ SOLAR**

Per tal de calcular la producció prevista de la instal·lació solar, en primer lloc, s'han analitzat els valors de la quantitat d'energia solar prevista en la localització del parc solar.

Per calcular la previsió de potencia de radiació solar rebuda, s'ha tingut en compte la ubicació geogràfica del parc solar i les condicions específiques del lloc. A més, s'han avaluat diverses bases de dades per determinar la irradiància solar.

La base de dades utilitzada es PVGIS (Photovoltaic Geographical Information System) de l'Institut per a l'Energia i el Transport (IET) de la Comissió Europea. A continuació, s'adjunta l'informe detallat que executa el programa PVGIS:

# Rendimiento de un sistema FV conectado a red

PVGIS-5 valores estimados de la producción eléctrica solar:

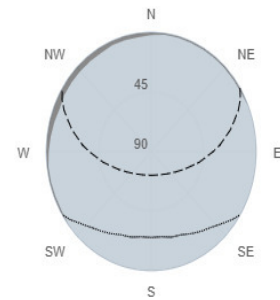
## Datos proporcionados:

Latitud/Longitud: 41.202,1.163  
 Horizonte: Calculado  
 Base de datos: PVGIS-SARAH2  
 Tecnología FV: Silicio cristalino  
 FV instalado: 5000 kWp  
 Pérdidas sistema: 1.5 %

## Resultados de la simulación

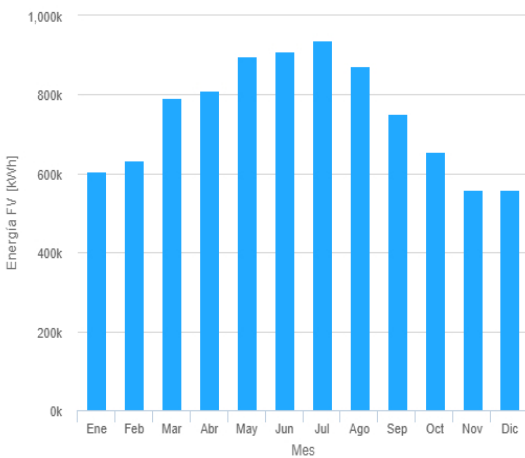
Ángulo de inclinación: 30 °  
 Ángulo de azimut: 0 °  
 Producción anual FV: 8983692.41 kWh  
 Irradiación anual: 2001.21 kWh/m<sup>2</sup>  
 Variación interanual: 255354.80 kWh  
 Cambios en la producción debido a:  
 Ángulo de incidencia: -2.66 %  
 Efectos espectrales: 0.85 %  
 Temperatura y baja irradiancia: -7.15 %  
 Pérdidas totales: -10.22 %

## Perfil del horizonte en la localización seleccionada

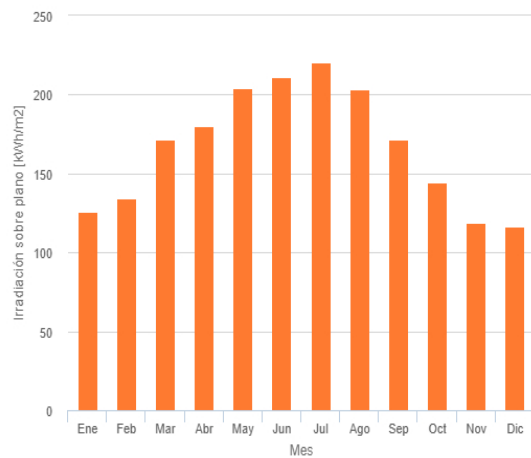


■ Altura del horizonte  
 - - Elevación solar, Junio  
 - - - Elevación solar, Diciembre

## Producción de energía mensual del sistema FV fijo:



## Irradiación mensual sobre plano fijo:



## Energía FV y radiación solar mensual

Mes	E_m	H(i)_m	SD_m
Enero	606014.5	25.8	81938.3
Febrero	633622.3	33.9	78999.4
Marzo	791094.4	71.6	69408.2
Abril	809103.0	79.9	62159.8
Mayo	898832.2	103.8	72155.5
Junio	910700.1	111.2	31723.3
Julio	939325.2	120.3	40585.2
Agosto	871158.2	103.1	33798.9
Septiembre	751793.3	71.7	43085.4
Octubre	653737.0	44.8	69912.2
Noviembre	558448.7	19.0	74819.9
Diciembre	559862.1	16.1	50447.3

E\_m: Producción eléctrica media mensual del sistema definido [kWh].

H(i)\_m: Suma media mensual de la irradiación global recibida por metro cuadrado por los módulos del sistema dado [kWh/m²].

SD\_m: Desviación estándar de la producción eléctrica mensual debida a la variación interanual [kWh].



## I.3 PRODUCCIÓ ANUAL DE LA INSTAL·LACIÓ

Es realitzen els càlculs que estimen quins seran els valors de la quantitat de generació d'energia elèctrica de la planta fotovoltaica. Aquests valors inclouen la producció diària, mensual i anual màximes teòriques, en funció de la irradiància, la potència instal·lada i la configuració del parc solar.

Per a la realització del càlcul de la producció estimada, s'ha utilitzat el software informàtic PVSyst, el qual permet realitzar l'estudi, la simulació i l'anàlisi de dades complet del sistema fotovoltaic.

### I.3.1 SIMULACIÓ

Amb la utilització del programa de simulació PVSyst s'obté el document final amb la informació principal dels resultats de la simulació que es recull a l'informe. En aquest informe es poden trobar els següents aspectes:

- Tots els paràmetres bàsics d'aquesta simulació: situació geogràfica i dades meteorològiques utilitzades, orientació plana, informació general sobre ombres (horitzó i ombres propers), components utilitzats i configuració de matriu, paràmetres de pèrdua, etc.
- Un recordatori dels paràmetres principals i els principals resultats de la simulació, amb una taula mensual i gràfics de valors normalitzats.

A continuació, s'adjunta l'informe detallat de la simulació, que es pot extreure directament del programa PVSyst.

# PVsyst - Simulation report

## Grid-Connected System

---

Project: TFG\_NuriaPlaValles

Variant: Nueva variante de simulación

No 3D scene defined, no shadings

System power: 5092 kWp

La Selva del Camp - Spain



**PVsyst V7.3.4**

VCO, Simulation date:  
21/05/23 09:25  
with v7.3.4

**Project summary**

**Geographical Site**

La Selva del Camp  
Spain

**Situation**

Latitude 41.20 °N  
Longitude 1.16 °E  
Altitude 152 m  
Time zone UTC+1

**Project settings**

Albedo 0.20

**Meteo data**

La Selva del Camp  
Meteonorm 8.1 (1997-2017), Sat=100% - Sintético

**System summary**

**Grid-Connected System**

No 3D scene defined, no shadings

**PV Field Orientation**

Fixed plane  
Tilt/Azimuth 20 / 0 °

**Near Shadings**

No Shadings

**User's needs**

Unlimited load (grid)

**System information**

**PV Array**

Nb. of modules 7600 units  
Pnom total 5092 kWp

**Inverters**

Nb. of units 2 units  
Pnom total 5000 kWac  
Pnom ratio 1.018

**Results summary**

Produced Energy 8274986 kWh/year Specific production 1625 kWh/kWp/year Perf. Ratio PR 87.52 %

**Table of contents**

Project and results summary	2
General parameters, PV Array Characteristics, System losses	3
Main results	4
Loss diagram	5
Predef. graphs	6
Single-line diagram	7

**PVsyst V7.3.4**

VC0, Simulation date:  
21/05/23 09:25  
with v7.3.4

**General parameters****Grid-Connected System**

No 3D scene defined, no shadings

**PV Field Orientation****Orientation**

Fixed plane

Tilt/Azimuth 20 / 0 °

**Sheds configuration**

No 3D scene defined

**Models used**

Transposition Perez

Diffuse Perez, Meteonorm

Circumsolar separate

**Horizon**

Free Horizon

**Near Shadings**

No Shadings

**User's needs**

Unlimited load (grid)

**PV Array Characteristics****PV module**

Manufacturer

Generic

Model

CS7N-670MS

(Custom parameters definition)

Unit Nom. Power

670 Wp

Number of PV modules

7600 units

Nominal (STC)

5092 kWp

Modules

400 Strings x 19 In series

**At operating cond. (50°C)**

Pmpp

4671 kWp

U mpp

659 V

I mpp

7089 A

**Inverter**

Manufacturer

Generic

Model

GSL2500C

(Original PVsyst database)

Unit Nom. Power

2500 kWac

Number of inverters

2 units

Total power

5000 kWac

Operating voltage

580-850 V

Max. power (=&gt;45°C)

2750 kWac

Pnom ratio (DC:AC)

1.02

Power sharing within this inverter

**Total PV power**

Nominal (STC)

5092 kWp

Total

7600 modules

Module area

23608 m<sup>2</sup>**Total inverter power**

Total power

5000 kWac

Max. power

5500 kWac

Number of inverters

2 units

Pnom ratio

1.02

**Array losses****Thermal Loss factor**

Module temperature according to irradiance

Uc (const) 20.0 W/m<sup>2</sup>KUv (wind) 0.0 W/m<sup>2</sup>K/m/s**DC wiring losses**

Global array res.

1.5 mΩ

Loss Fraction

1.5 % at STC

**Module Quality Loss**

Loss Fraction

-0.4 %

**Module mismatch losses**

Loss Fraction 2.0 % at MPP

**Strings Mismatch loss**

Loss Fraction

0.2 %

**IAM loss factor**

Incidence effect (IAM): User defined profile

10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
0.998	0.998	0.995	0.992	0.986	0.970	0.917	0.763	0.000



**PVsyst V7.3.4**

VC0, Simulation date:  
 21/05/23 09:25  
 with v7.3.4

**Main results**

**System Production**

Produced Energy 8274986 kWh/year

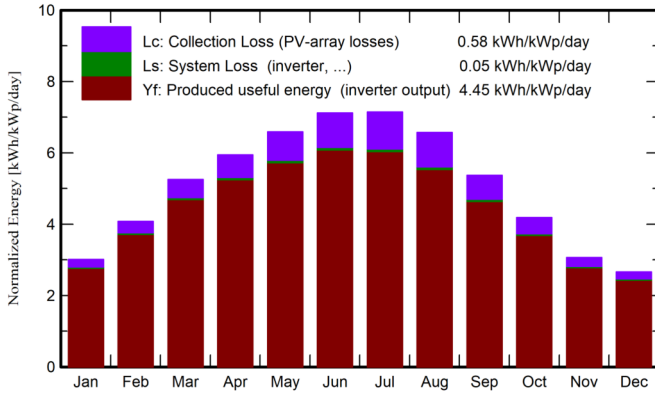
Specific production

1625 kWh/kWp/year

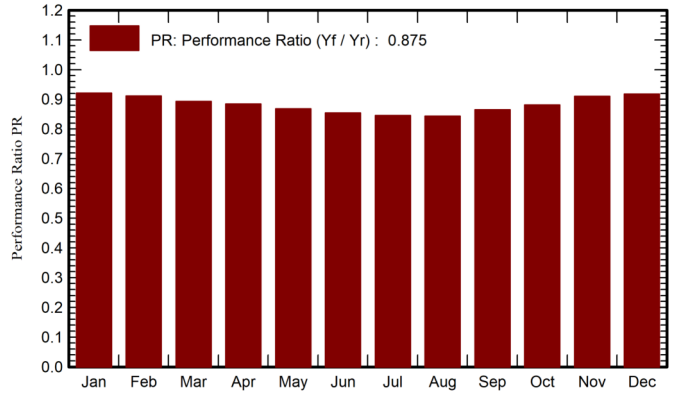
Perf. Ratio PR

87.52 %

**Normalized productions (per installed kWp)**



**Performance Ratio PR**



**Balances and main results**

	GlobHor kWh/m <sup>2</sup>	DiffHor kWh/m <sup>2</sup>	T_Amb °C	GlobInc kWh/m <sup>2</sup>	GlobEff kWh/m <sup>2</sup>	EArray kWh	E_Grid kWh	PR ratio
January	63.2	26.44	8.76	93.2	91.2	442839	437221	0.921
February	83.8	30.71	9.67	114.2	111.9	536833	530386	0.912
March	135.3	49.67	12.76	162.9	159.7	749954	740870	0.893
April	162.7	67.05	15.04	178.2	174.7	812393	802616	0.885
May	199.9	75.40	18.82	204.4	200.4	915150	903887	0.868
June	214.6	81.14	23.20	213.6	209.4	940326	929305	0.854
July	220.0	81.61	26.22	221.6	217.4	964977	953660	0.845
August	190.2	69.44	26.28	203.6	199.9	885751	874910	0.844
September	139.6	62.09	22.34	161.1	157.7	718175	709693	0.865
October	101.1	38.79	18.45	129.8	127.2	589523	582109	0.881
November	64.5	29.53	12.59	91.9	89.8	430959	425511	0.910
December	53.4	21.64	9.24	82.4	80.5	389841	384816	0.917
Year	1628.3	633.51	16.99	1856.8	1819.8	8376721	8274986	0.875

**Legends**

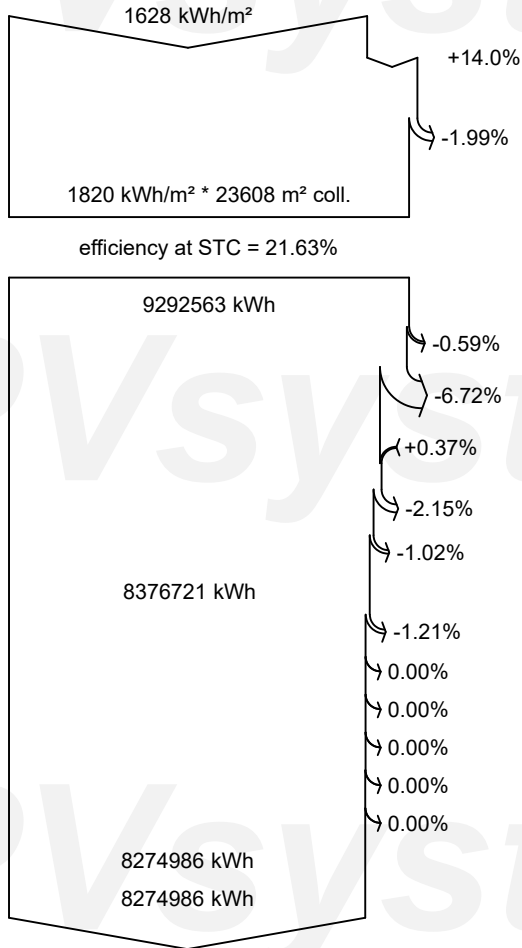
- GlobHor Global horizontal irradiation
- DiffHor Horizontal diffuse irradiation
- T\_Amb Ambient Temperature
- GlobInc Global incident in coll. plane
- GlobEff Effective Global, corr. for IAM and shadings
- EArray Effective energy at the output of the array
- E\_Grid Energy injected into grid
- PR Performance Ratio



**PVsyst V7.3.4**

VC0, Simulation date:  
 21/05/23 09:25  
 with v7.3.4

**Loss diagram**



**Global horizontal irradiation**  
**Global incident in coll. plane**

IAM factor on global

**Effective irradiation on collectors**

PV conversion

**Array nominal energy (at STC effic.)**

PV loss due to irradiance level

PV loss due to temperature

Module quality loss

Mismatch loss, modules and strings

Ohmic wiring loss

**Array virtual energy at MPP**

Inverter Loss during operation (efficiency)

Inverter Loss over nominal inv. power

Inverter Loss due to max. input current

Inverter Loss over nominal inv. voltage

Inverter Loss due to power threshold

Inverter Loss due to voltage threshold

**Available Energy at Inverter Output**

**Energy injected into grid**

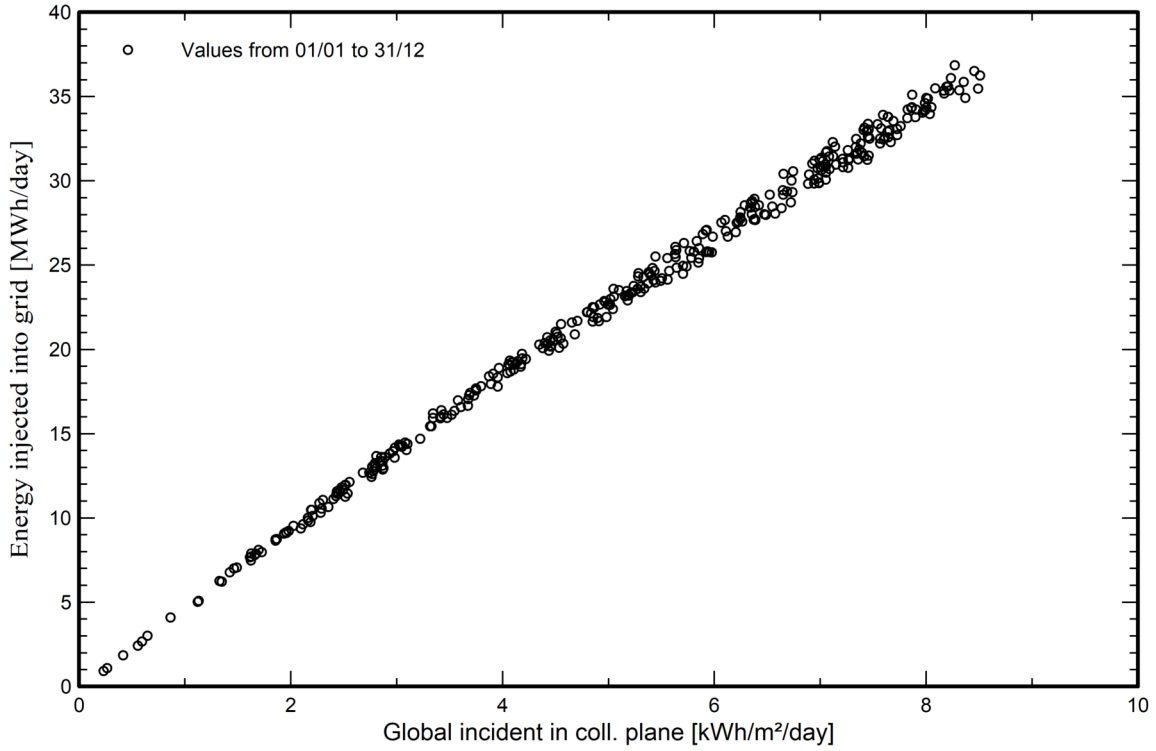


**PVsyst V7.3.4**

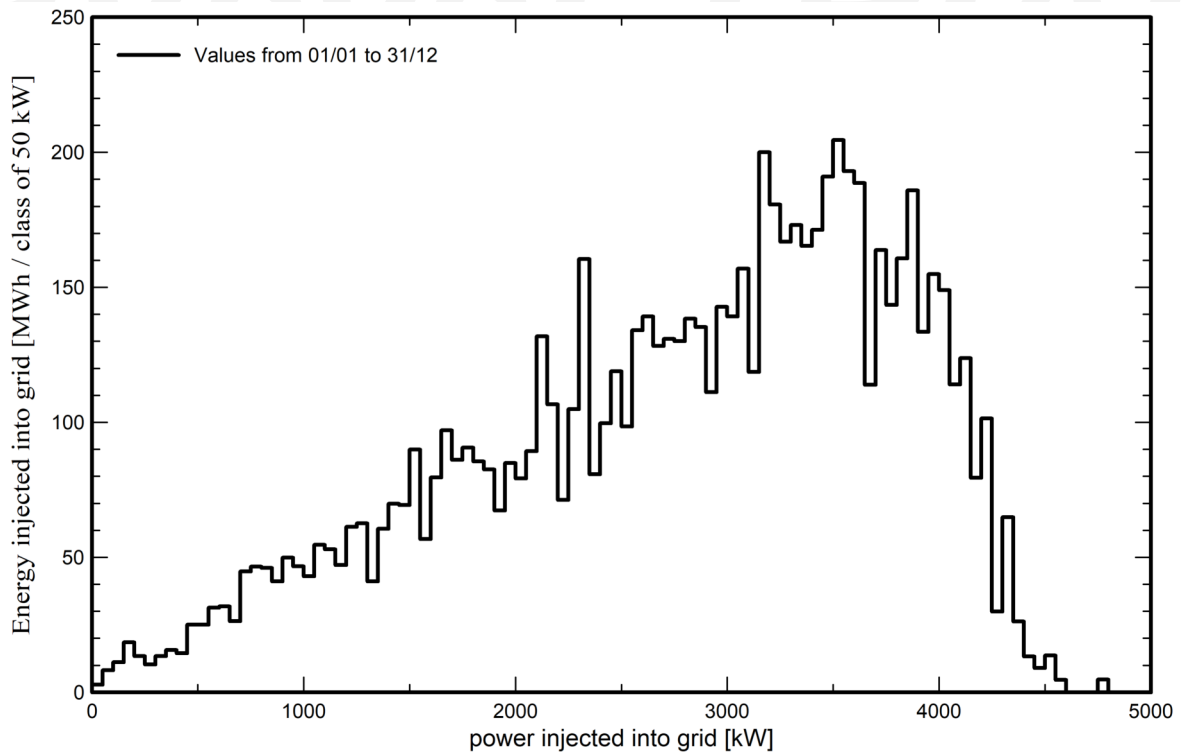
VC0, Simulation date:  
21/05/23 09:25  
with v7.3.4

**Predef. graphs**

**Diagrama entrada/salida diaria**



**Distribución de potencia de salida del sistema**

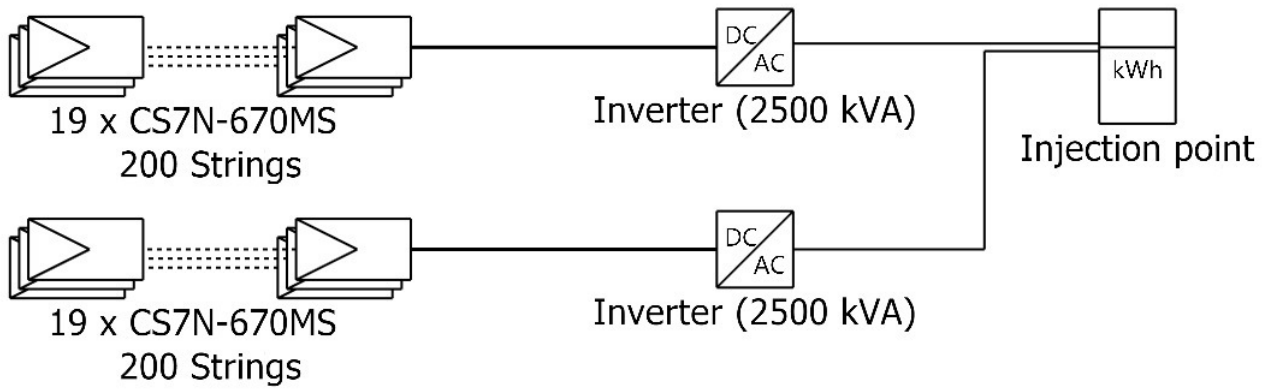




**PVsyst V7.3.4**

VC0, Simulation date:  
21/05/23 09:25  
with v7.3.4

# Single-line diagram



PV module	CS7N-670MS
Inverter	GSL2500C
String	19 x CS7N-670MS

TFG\_NuriaPlaValles

VC0 : Nueva variante de simulación

21/05/23

**Núria Pla Vallès**

**TREBALL DE FI DE GRAU**

**Grau en Enginyeria Elèctrica**

**Dirigit per Lluís Massagués Vidal**

**PROJECTE EXECUTIU D'UNA INSTAL·LACIÓ SOLAR FOTOVOLTAICA DE 5  
MWP CONNECTADA A LA SUBESTACIÓ ELÈCTRICA LA SELVA DEL CAMP**

**ANNEX II: CÀLCULS DE DISSENY DEL PARC SOLAR  
FOTOVOLTAIC**



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

**Tarragona**

**Curs 2022-23**

## **II.1 OBJECTE**

En aquest annex número II, es mostren els càlculs i les justificacions per al disseny i dimensionament del parc solar fotovoltaic.

Tenint coneixement de les especificacions tècniques de cadascun dels elements a instal·lar, es procedeix amb la realització dels càlculs corresponents per al disseny de la instal·lació.

## **II.2 ORIENTACIÓ I INCLINACIÓ DELS MÒDULS**

Els mòduls fotovoltaics es disposaran sobre estructures fixes, sense cap tipus de seguiment solar, per tant, es disposen els mòduls amb una orientació i inclinació que permeti garantir el màxim rendiment durant totes les hores d'incidència solar diàries, i per a tots els mesos de l'any.

L'orientació òptima en que s'han de disposar les plaques solars dependrà de factors com la latitud, la longitud i la radiació solar incident de l'emplaçament en que es realitza la instal·lació. Per tant, es considera que la manera més òptima de disposar les plaques solars es amb una orientació Nord-Sud, ja que d'aquesta manera la radiació solar incideix perpendicularment sobre la superfície.

La inclinació dels mòduls serà de 20°, ja que es tracta del valor d'inclinació òptim en aquesta ubicació, degut a que a menys inclinació, menor serà la distància que s'haurà de deixar entre fileres de panells, i per tant, s'aconsegueix un major aprofitament de l'espai disponible, i per conseqüent, una major producció d'energia.

## **II.3 DISTÀNCIES ENTRE ELS MÒDULS**

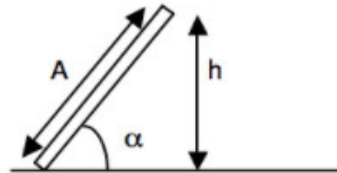
Tal com s'ha especificat en la memòria, per tal d'optimitzar la generació dels mòduls fotovoltaics i alhora garantir les distàncies mínimes a considerar segons la normativa vigent, es disposen els mòduls sobre l'estructura amb dos mòduls de forma vertical.

La distància entre els mòduls solars fotovoltaics en la instal·lació s'ha calculat de manera que s'ocupi la mínima superfície de terreny disponible i es minimitzin les ombres que es puguin generar entre els mòduls, per tant, optimitzant al màxim el rendiment de la instal·lació.

Es calcula l'altura ( $h$ ) en funció de la longitud del panell solar, multiplicada per dues vegades, i el valor d'inclinació adoptat, sent la longitud del panell escollit de 2384 mm i la inclinació de  $20^\circ$  ( $0,349$  rad), tal com s'ha especificat anteriorment.

$$h = A * \sin(\alpha)$$

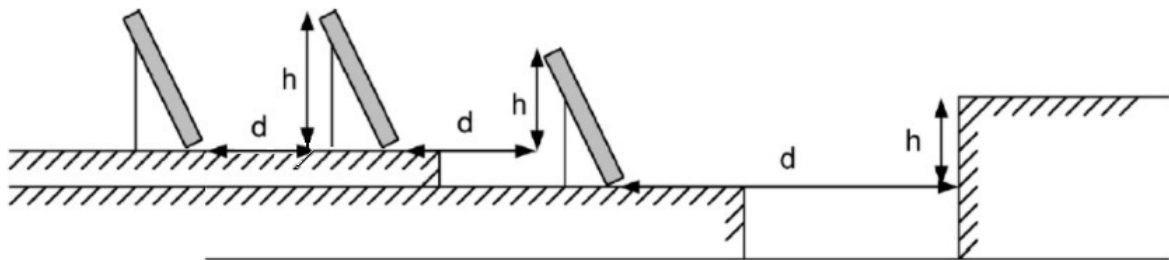
$$h = (2 * 2384) * \sin(20^\circ) = 1630,75 \text{ mm}$$



Es calcula la distància ( $d$ ) entre les fileres de panells solars en funció de la latitud del terreny, ja que en funció d'aquest paràmetre varia l'angle d'incidència solar, sent en aquesta ubicació un valor de latitud de  $41^\circ$  ( $0,715$  rad).

$$d = \frac{h}{\text{tg}(61^\circ - \text{latitud})}$$

$$d = \frac{1630,75}{\text{tg}(61^\circ - 41^\circ)} = \frac{1630,75}{\text{tg}(20^\circ)} = 4480,45 \text{ mm}$$



En funció dels resultats obtinguts tenim que la distància entre les fileres de mòduls fotovoltaics serà de **4,48 metres**.

## II.4 NOMBRE D'INVERSORS DEL PARC FOTOVOLTAIC

Per tal de determinar la quantitat d'inversors necessaris per a la planta solar fotovoltaica es realitza el càlcul en funció de la potència pic prevista total i la potència nominal de l'inversor.

$$N^{\circ} \text{ inversors} = \frac{P_{pic \text{ camp solar}}}{P_{nominal \text{ inversor}}} = \frac{5.000 \text{ kW}}{2.500 \text{ kW}} = 2 \text{ inversors}$$

En funció dels resultats obtinguts tenim que el parc solar disposarà de **2 inversors**.

## II.5 NOMBRE DE MÒDULS EN SÈRIE (STRING)

El nombre màxim de mòduls connectats en sèrie està limitat per la tensió màxima d'entrada a l'inversor. Aquest valor correspon a la tensió de circuit obert del generador fotovoltaic quan la temperatura del mòdul es mínima.

Es calcula el nombre màxim de mòduls per cadena en funció dels paràmetres esmentats anteriorment.

$$N^{\circ} \text{ max/string} = \frac{V_{cc \text{ max inversor}}}{V_{oc} (T_{min})}$$

Es considera una temperatura mínima de  $-10^{\circ}\text{C}$  com a llindar per a realitzar els càlculs, ja que per a l'emplaçament on es realitza la instal·lació es improbable que a una temperatura de  $-5^{\circ}\text{C}$  es tingui una radiació de  $1.000\text{W}/\text{m}^2$ . Per tant, es calcula la tensió de circuit obert:

$$V_{oc} (-10^{\circ}\text{C}) = V_{oc} + \alpha (T_1 - 25^{\circ}\text{C})$$

Sent  $V_{oc}$  d'un valor de  $43,3 \text{ V}$ , i  $\alpha$ , de  $-0,26 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , segons les característiques de la placa escollida, es substitueixen els valors per obtenir el resultat.

$$V_{oc} (-10^{\circ}\text{C}) = 43,3 + (-0,26)(-10 - 25) = 52,4 \text{ V}$$

$$N^{\circ} \text{ moduls/string} = \frac{1.000}{52,4} = 19 \text{ mòduls}$$

En funció dels resultats obtinguts prenem un valor de **19 mòduls en sèrie per string**.

Per tal de comprovar si aquest valor es adequat per les característiques de l'inversor que es vol instal·lar, calculem la tensió total d'entrada i observem si aquesta resulta d'un valor que comprèn entre el rang de valors especificats per l'equip.

$$\text{Tensió string} = 38,7 \text{ V} * 19 \text{ mòduls} = 735,3 \text{ V}$$

El valor obtingut anteriorment es correcte, ja que la tensió obtinguda per string es un valor que comprèn entre el rang especificat segons les característiques de l'inversor, que es d'entre  $580$  i  $850 \text{ V}$ .

## II.5 NOMBRE D'STRINGS TOTALS DE LA INSTAL·LACIÓ

El nombre d'strings total que hi haurà en la instal·lació es calcula en funció del nombre de panells i els mòduls en sèrie per cadascun dels strings, valor que ja s'ha calculat anteriorment.

$$N^{\circ} \text{ strings total} = \frac{N^{\circ} \text{ total moduls}}{\text{Panells per string}}$$

$$N^{\circ} \text{ strings total} = \frac{7600}{19} = 400 \text{ strings}$$

En funció dels resultats obtinguts tenim que el nombre d'strings total de la instal·lació serà de **400 strings**.

## II.6 NOMBRE D'STRINGS PER INVERSOR

El nombre d'strings que es connectaran a cada inversor resulta de la divisió entre dos del valor obtingut anteriorment, ja que els dos inversors estan dimensionats amb les mateixes característiques.

$$N^{\circ} \text{ strings per inversor} = \frac{400}{2} = 200 \text{ strings per inversor}$$

En funció dels resultats obtinguts tenim que el nombre d'strings per inversor serà de **200 strings per inversor**.

## II.7 NOMBRE D'STRINGS EN PARAL·LEL PER ENTRADA DC

El nombre d'strings en paral·lel que es connectaran a cadascuna de les entrades de l'inversor anirà en funció de les entrades DC que tingui aquest. Segons les especificacions del fabricant, l'inversor escollit pot tenir dues configuracions diferents en funció de la capacitat de corrent de cadascuna de les entrades.

El nombre d'entrades de l'inversor escollit depèn de la capacitat de corrent que cadascuna d'aquestes pugui suportar. Es pot escollir entre 16 entrades amb una capacitat de corrent de 400 A cadascuna, o 40 entrades amb una capacitat de corrent de 200 A cadascuna.

Tenint en compte que es preferible agrupar la major quantitat d'strings en una mateixa caixa, per evitar un excés en les pèrdues de la instal·lació, es fa la repartició d'strings per un dimensionament de l'inversor de 16 entrades, amb una capacitat de corrent de 400 A per entrada.

Per tant, s'instal·laran tantes caixes d'strings com entrades DC disposa l'inversor, sabent que el fabricant INGECON ofereix un rang d'entre 12, 16, 18, 20, 24 i 32 entrades per cadascuna de les caixes d'strings.

A continuació, es realitzen els càlculs corresponents per obtenir el nombre d'strings en paral·lel que es connectaran a cadascuna de les 16 caixes d'strings, i seguidament, a cadascuna de les entrades de l'inversor. Els resultats obtinguts es poden aplicar de la mateixa manera per als dos inversors, ja que estan dimensionats amb els mateixos valors.

$$N^{\circ} \text{ string/entrada DC} = \frac{200 \text{ strings}}{16 \text{ entrades DC}} = 12,5 \text{ strings per entrada DC}$$

Es evident que no es pot procedir amb un resultat decimal, per tant, s'ha de realitzar la repartició amb nombres enters, donant com a solució el següent:

- De la caixa n° 1 a la caixa n° 14 es connectaran **12 strings en paral·lel**.
- De la caixa n° 15 a la caixa n° 16 es connectaran **16 strings en paral·lel**.

Per tal de comprovar si aquest valor es adequat per les característiques de l'inversor que es vol instal·lar, calculem la corrent total de cadascuna de les entrades DC i observem si aquesta resulta d'un valor que comprèn entre el rang de valors especificats per l'equip.

$$\text{Corrent 12 strings en paral·lel} = 17,32 \text{ A} * 12 \text{ strings} = 207,84 \text{ A}$$

$$\text{Corrent 16 strings en paral·lel} = 17,32 \text{ A} * 16 \text{ strings} = 277,12 \text{ A}$$

Observem que els valors obtinguts anteriorment son correctes, per cadascuna de les configuracions que es vol realitzar, ja que, els valors de corrent per cada conjunt de strings en paral·lel es un valor que comprèn entre el rang especificat per capacitat de corrent a l'entrada DC, segons les característiques de l'inversor. Tal com s'ha esmentat anteriorment, per 16 entrades DC es té una capacitat de 400 A per entrada.

**Núria Pla Vallès**

**TREBALL DE FI DE GRAU**

**Grau en Enginyeria Elèctrica**

**Dirigit per Lluís Massagués Vidal**

**PROJECTE EXECUTIU D'UNA INSTAL·LACIÓ SOLAR FOTOVOLTAICA DE 5  
MWP CONNECTADA A LA SUBESTACIÓ ELÈCTRICA LA SELVA DEL CAMP**

**ANNEX III: CÀLCUL DE SECCIONS DELS CONDUCTORS I  
PROTECCIONS ELÈCTRIQUES**



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

**Tarragona**

**Curs 2022-23**

### III.1 OBJECTE

En aquest annex número III, es mostren els càlculs i justificacions per a la determinació de les seccions dels conductors necessaris per a la instal·lació.

### III.2 CÀLCUL DE SECCIONS D'UNA LÍNIA ELÈCTRICA

La determinació reglamentària de la secció d'un cable consisteix en calcular la secció mínima normalitzada que compleixi simultàniament les tres condicions següents:

- *Criteri de la intensitat màxima admissible o d'escalfament.* La temperatura del conductor del cable, quan està sota càrrega completa i en règim permanent, no ha de superar en cap moment la temperatura màxima admissible assignada dels materials utilitzats per a l'aïllament del cable. Aquesta temperatura és especificada en les normes específiques de cablejat i generalment és de 70°C per a cables amb aïllament termoplàstic i de 90°C per a cables amb aïllament termoestable.
- *Criteri de la caiguda de tensió.* A mesura que circula corrent pels conductors, es produeix una pèrdua de potència en el cable i una disminució de la tensió entre l'origen i l'extrem de la canalització. Aquesta caiguda de tensió ha de ser inferior als límits establerts pel Reglament en cada part de la instal·lació, amb la finalitat de garantir el correcte funcionament dels receptors alimentats pel cable. Això implica que la tensió en el punt de recepció no ha de ser massa inferior respecte a la tensió d'origen.
- El criteri de la intensitat de curtcircuit estableix que la temperatura que pot assolir el conductor del cable a causa d'un curtcircuit o una sobreintensitat de curta durada no pot superar la temperatura màxima admissible de curta durada (inferior a 5 segons) assignada als materials utilitzats per a l'aïllament del cable. Aquesta temperatura està especificada en les normes específiques dels cables i generalment és de 160°C per als cables amb aïllament termoplàstic i de 250°C per als cables amb aïllament termoestable.
- *Criteri de la intensitat de curtcircuit.* La temperatura que pot assolir el conductor del cable a causa d'un curtcircuit o una sobreintensitat de curta durada no pot superar la temperatura màxima admissible de curta durada (inferior a 5 segons)



assignada als materials utilitzats per a l'aïllament del cable. Aquesta temperatura està especificada en les normes específiques dels cables i generalment és de 160°C per als cables amb aïllament termoplàstic i de 250°C per als cables amb aïllament termoestable.

Aquest criteri és particularment rellevant en instal·lacions d'alta i mitjana tensió, ja que en aquestes situacions les proteccions de sobreintensitat limiten la durada del curtcircuit a temps molt breus. A més, les impedàncies dels cables fins al punt de curtcircuit també limiten la intensitat de curtcircuit. No obstant això, en instal·lacions de baixa tensió, aquest criteri és menys determinant ja que les proteccions de sobreintensitat ja limiten la durada del curtcircuit i les impedàncies dels cables també limiten la intensitat de curtcircuit.

### III.3 CÀLCUL DE SECCIONS EN BT

Per al dimensionament i càlcul del cablejat de baixa tensió de la instal·lació projectada, es seguiran les consideracions corresponents del Reglament de Baixa Tensió en la seva instrucció ITC-BT-40 per a “Instal·lacions generadores de Baixa Tensió”, juntament amb les Normes UNE de aplicació en instal·lacions fotovoltaïques. Tanmateix, es seguiran les condicions marcades en el IDAE.

Segons s'indica en la ITC-BT-40, en el punt 5, els cables de connexió hauran d'estar dimensionats per a una intensitat no inferior al 125% de la màxima intensitat del generador, i la caiguda de tensió entre el generador i el punt de connexió a la xarxa elèctrica, no serà superior al 1,5% de la intensitat nominal.

Segons indica la Norma UNE 50618, els conductors seran de coure i els filferros estaran recoberts d'una capa continua d'estany.

Segons indica el Plec de Condicions del IDAE, els conductors positius i negatius han d'estar separats i protegits, els conductors seran de coure, i el cablejat tindrà sobre aïllament i estarà classificat per utilitzar a la intempèrie.



### III.3.1 CONDICIONS GENERALS

El conjunt dels conductors de la planta es dissenyaran per minimitzar el conjunt de pèrdues per aquest concepte als següents nivells:

- Part corrent continu - Generador fotovoltaic: 1,5% de pèrdues en condicions nominals.
- Part corrent alterna (BT): 3% a potència nominal.

Les canalitzacions es realitzaran segons condicions exigibles en el vigent REBT.

### III.3.2 CONDUCTORS ELÈCTRICS DE CORRENT CONTINU

En aquest apartat es detallaran les característiques dels conductors elèctrics de la part de corrent continu de la instal·lació, es a dir, la que es disposa entre els mòduls solars, passant per les caixes d'strings, i finalitzant amb la connexió a l'inversor corresponent.

Es per tant que, es diferencien tres trams diferents:

- Cablejat CC en baixa tensió de les connexions entre panells en sèrie, que conformen els strings, per cable de 4 mm<sup>2</sup> i connectat amb connectors multicontact MC-4.
- Cablejat CC en baixa tensió de les connexions entre els strings i l'entrada a la caixa d'strings.
- Cablejat CC en baixa tensió de les connexions entre les sortides de les caixes d'strings i cadascuna de les entrades a l'inversor.

#### III.3.2.1 CONNEXIÓ PANELLS EN SÈRIE (STRINGS)

La connexió entre panells en sèrie d'un string es realitzarà de manera directa, connectant el positiu de la placa al negatiu de la següent, de la mateixa manera consecutivament fins finalitzar el nombre de plaques que conformen un string.

Es realitzarà amb cable unipolar solar de tensió assignada 0,6/1 kV, amb conductor de coure RV-K de 4 mm<sup>2</sup> de secció. A més, es requerirà de connectors MC-4 per a realitzar les connexions.



Per tal de comprovar que la secció del cable escollida es correcta per al dimensionament d'aquest tram de la instal·lació, es justifica amb les formules i procediments descrits a continuació.

La corrent que circula es calcula amb la següent formula:

$$I = \frac{P}{V}$$

On,

- I: Intensitat (A)
- P: Potència (W)
- V: Tensió (V)

La caiguda de tensió de corrent continua es calcula amb la següent formula:

$$\Delta V = \frac{2 * L * I}{\gamma * S}$$

On,

- $\Delta V$ : Caiguda de tensió
- L: Longitud de la línia (m)
- I: Intensitat (A)
- $\gamma$ : Resistivitat conductor (Coure = 56 m/ $\Omega$ \*mm<sup>2</sup>, Alumini = 35 m/ $\Omega$ \*mm<sup>2</sup>)
- S: Secció del conductor (mm<sup>2</sup>)
- V: Tensió nominal (V)

### **Corrent màxima admissible**

Es calcula la corrent màxima de funcionament del cable, seguint el que estipula la normativa UNE-EN 60364-5-52 sobre "Selecció i instal·lació d'equips elèctrics. Canalitzacions".

El màxim corrent que el cable és capaç de suportar depèn de diversos factors:








$$I_{z \text{ cable}} = I_n * f_1 * f_2 * f_3 * f_4$$

On,

- Iz cable: Corrent màxim admissible sota condicions contínues d'operació
- In: Corrent admissible inicial
- f1: Factor de correcció per temperatura ambient
- f2: Factor de correcció per agrupació de circuits en una envoltant
- f3: Factor de correcció per agrupació de tubs soterrats
- f4: Factor de correcció per resistivitat tèrmica del sòl

Tenint en compte el tipus de cable i l'estructura de l'instal·lació, és possible obtenir els valors de corrents admissibles inicials consultant la taula B.52.3 de la norma UNE-EN 60364-5-52. Aquesta taula proporciona informació sobre els corrents màxims admissibles de partida (In) en funció del tipus o mètode d'instal·lació utilitzat.

**Tabla B.52.3 – Corrientes admisibles, en amperios, para los métodos de instalación de la tabla B.52.1 –  
Cables aislados con XLPE/EPR, dos conductores cargados, cobre o aluminio –  
Temperatura del conductor: 90 °C, temperatura ambiente: 30 °C en el aire, 20 °C en el terreno**

Sección nominal del conductor mm <sup>2</sup>	Método de instalación de la tabla B.52.1						
	A1	A2	B1	B2	C	D	D1
							
1	2	3	4	5	6	7	8
Cobre							
1,5	19	18,5	23	22	24	25	27
2,5	26	25	31	30	33	33	35
4	35	33	42	40	45	43	46
6	45	42	54	51	58	53	58
10	61	57	75	69	80	71	77
16	81	76	100	91	107	91	100
25	106	99	133	119	138	116	129
35	131	121	164	146	171	139	155
50	158	145	198	175	209	164	183
70	200	183	253	221	269	203	225
95	241	220	306	265	328	239	270
120	278	253	354	305	382	271	306
150	318	290	393	334	441	306	343
185	362	329	449	384	506	343	387
240	424	386	528	459	599	395	448
300	486	442	603	532	693	446	502

Tenint en compte que l'instal·lació es realitza a l'aire i que els cables estan subjectes al llarg dels perfils metàl·lics de l'estructura de suport dels mòduls, s'utilitzaran cables del tipus C, segons la taula presentada anteriorment. En aquest cas, considerant un cable de 4, 6 i 10 mm<sup>2</sup> de coure, el corrent nominal serà de 45, 58, 80 A, respectivament.

### Factors de correcció

- $f_1$  – factor de correcció per temperatura

El cable estarà a l'aire a 25 ° a STC. Observant la taula de correcció per temperatura, tindrem un valor de 1 per a XLPE:

**Tabla B.52.14 – Factores de corrección para temperaturas ambiente diferentes de 30 °C a aplicar a los valores de las corrientes admisibles para cables en el aire**

Temperatura ambiente <sup>a</sup> °C	Aislamiento			
	PVC	XLPE y EPR	Mineral <sup>a</sup>	
			Cubierta de PVC o cable desnudo y accesible 70 °C	Cable desnudo e inaccesible 105 °C
10	1,22	1,15	1,26	1,14
15	1,17	1,12	1,20	1,11
20	1,12	1,08	1,14	1,07
25	1,06	1,04	1,07	1,04
30	1,00	1,00	1,00	1,00
35	0,94	0,96	0,93	0,96
40	0,87	0,91	0,85	0,92
45	0,79	0,87	0,78	0,88
50	0,71	0,82	0,67	0,84
55	0,61	0,76	0,57	0,80
60	0,50	0,71	0,45	0,75
65	–	0,65	–	0,70
70	–	0,58	–	0,65
75	–	0,50	–	0,60
80	–	0,41	–	0,54
85	–	–	–	0,47
90	–	–	–	0,40
95	–	–	–	0,32

<sup>a</sup> Para temperaturas ambiente más elevadas, consultar al fabricante.

- $f_2$  – factor per agrupament

Com que es tracta d'un únic cable a l'aire que es connecta amb el mòdul següent, mitjançant connector multicontact MC-4, es considerarà,  $f_2=1$ .

**Tabla B.52.17 – Factores de reducción para un circuito o un cable multipolar o para un grupo de más de un circuito, o más de un cable multipolar para usarse con las corrientes admisibles de las tablas B.52.2 a B.52.13.**

Punto	Disposición (En contacto)	Número de circuitos o de cables multipolares											Para usarse con las corrientes admisibles, referencia	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16		20
1	Agrupados en el aire, sobre una superficie, empotrados o en el interior de una envolvente	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38	B.52.2 a B.52.13 Métodos A a F
2	Capa única sobre pared, suelo o sistemas de bandejas de cables sin perforar	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70	Sin factor de reducción suplementario para más de nueve circuitos o cables multipolares			B.52.2 a B.52.7 Método C
3	Capa única fijada directamente bajo techo de madera	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61				
4	Capa única sobre sistemas de bandejas perforadas horizontales o verticales	1,00	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72				
5	Capa única sobre sistemas de bandejas de escalera, o bridas de amarre, etc.	1,00	0,87	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78				
														B.52.8 a B.52.13 Métodos E y F

- $f_3$  – factor per tubs enterrats
- $f_4$  – factor de resistivitat tèrmica del terra

Els darrers factors de correcció no s'apliquen en aquest tram, al no tractar-se de conductors enterrats. Per tant, aplicant la formula anterior, obtenim el corrent màxim admissible pel conductor:

$$I_z (4 \text{ mm}^2) = 45 * 1,04 * 1 = \mathbf{46,80 A}$$

$$I_z (6 \text{ mm}^2) = 58 * 1,04 * 1 = 60,32 A$$

$$I_z (10 \text{ mm}^2) = 80 * 1,04 * 1 = 83,20 A$$

### Potència

Per tal de calcular la potència en un string s'utilitza la fórmula de la potència en corrent contínua:

$$P = V * I$$

En aquest cas, un string està dimensionat per 19 mòduls, amb una tensió  $V_{mpp}$  de 38,70 V i  $I_{mpp} = 17,32$  A.

$$P = 19 * 38,70 * 17,32 = 12735,39 \text{ W per string}$$

### Caiguda de tensió

Per tal de calcular la caiguda de tensió del cablejat en un string s'utilitza la fórmula esmentada anteriorment, a partir de tots els valors obtinguts.

$$\Delta V = \frac{2 * L * I}{\gamma * S}$$

$$\Delta V = \frac{2 * 45,49 * 17,32}{56 * 4} = 7,03 \text{ V}$$

### Caiguda de tensió màxima admissible

La caiguda de tensió del cable amb la secció escollida, segons indica la normativa, no pot superar la caiguda de tensió màxima permissíble del 1,5% de la tensió màxima de la línia.

$$\Delta V_{max} = 1,5\% * 735,3 = 11,03 \text{ V}$$

Per tant, la secció de cable seleccionada serà de 4 mm<sup>2</sup> de coure, i es considera una secció correcta, ja que no supera la intensitat màxima admissible per el cable i tampoc supera la caiguda de tensió màxima permissíble de 1,5%.

$$17,32 \text{ A} < 46,80 \text{ A}$$

$$7,03 \text{ V} < 11,03 \text{ V}$$



### III.3.2.2 CONNEXIÓ ENTRE STRINGS I ENTRADA CAIXA STRINGS

La connexió entre els strings i l'entrada a la caixa d'strings es realitzarà considerant cable unipolar solar de tensió assignada 0,6/1 kV, amb conductor de coure RV-K de 6 mm<sup>2</sup> de secció.

Per tal de comprovar que la secció del cable escollida es correcta per al dimensionament d'aquest tram de la instal·lació, es justifica amb les formules i procediments descrits en l'apartat anterior, però en aquest cas, per al conjunt d'agrupacions d'strings connectats en paral·lel.

#### Corrent màxima admissible

Es calcula la corrent màxima de funcionament del cable, seguint el que estipula la normativa UNE-EN 60364-5-52 sobre "Selecció i instal·lació d'equips elèctrics. Canalitzacions".

El màxim corrent que el cable és capaç de suportar depèn de diversos factors:

$$I_z \text{ cable} = I_n * f_1 * f_2 * f_3 * f_4$$

Per una secció de 6 mm<sup>2</sup> ja s'ha realitzat el càlcul en l'apartat anterior, donant com a resultat el següent:

$$I_z (6 \text{ mm}^2) = 58 * 1,04 * 1 = \mathbf{60,32 A}$$

#### Caiguda de tensió

Per tal de calcular la caiguda de tensió del cablejat s'utilitza la fórmula esmentada anteriorment, a partir de tots els valors obtinguts.

$$\Delta V = \frac{2 * L * I}{\gamma * S}$$

$$\Delta V = \frac{2 * 100 * 17,32}{56 * 6} = 10,31 V$$



### Caiguda de tensió màxima admissible

La caiguda de tensió del cable amb la secció escollida, segons indica la normativa, no pot superar la caiguda de tensió màxima permissibile del 1,5% de la tensió màxima de la línia.

$$\Delta V_{max} = 1,5\% * 735,3 = 11,03 V$$

Per tant, la secció de cable seleccionada serà de 6 mm<sup>2</sup> de coure, i es considera una secció correcta, ja que no supera la intensitat màxima admissible per el cable i tampoc supera la caiguda de tensió màxima permissibile de 1,5%.

$$17,32 A < 60,32 A$$

$$10,31 V < 11,03 V$$

### **III.3.2.3 CONNEXIÓ ENTRE SORTIDA CAIXA STRINGS I ENTRADA INVERSOR**

La connexió entre les sortides de les caixes d'strings i cadascuna de les entrades a l'inversor es realitzarà considerant una secció de cable d'alumini entre 150 i 400 mm<sup>2</sup>, s'escollirà la secció en funció de la distància a la que es trobin ubicats.



S'utilitzarà una secció de cable de 400mm<sup>2</sup> en casos en els quals la caixa d'strings estigui situada a una distància superior a 200 m de l'inversor. Aquest fet es degut a que, segons la normativa, la caiguda de tensió no pot superar l'1,5% de la tensió de l'string. En lloc de connectar dos conductors per terminal, s'opta per augmentar la secció del conductor, reduint així l'espai i el cost que suposaria afegir mes cablejat.

### Corrent màxima admissible

Es calcula la corrent màxima admissible del cable, seguint el que estipula el Reglament de baixa tensió en la seva instrucció ITC-BT-07 sobre "Xarxes subterrànies per a distribució en baixa tensió".

Prenem els valors de la taula corresponents a les seccions expressades anteriorment, per un aïllament XLPE de cables d'alumini unipolars.

**Tabla 4. Intensidad máxima admisible, en amperios, para cables con conductores de aluminio en instalación enterrada (servicio permanente)**

SECCIÓN NOMINAL mm <sup>2</sup>	Terna de cables unipolares (1) (2)			1 cable tripolar o tetrapolar (3)		
						
	TIPO DE AISLAMIENTO					
	XLPE	EPR	PVC	XLPE	EPR	PVC
16	97	94	86	90	86	76
25	125	120	110	115	110	98
35	150	145	130	140	135	120
50	180	175	155	165	160	140
70	220	215	190	205	220	170
95	260	255	225	240	235	210
120	295	290	260	275	270	235
150	330	325	290	310	305	265
185	375	365	325	350	345	300
240	430	420	380	405	395	350
300	485	475	430	460	445	395
400	550	540	480	520	500	445
500	615	605	525	-	-	-
630	690	680	600	-	-	-

Tipo de aislamiento

XLPE - Polietileno reticulado - Temperatura máxima en el conductor 90°C (servicio permanente).

EPR - Etileno propileno - Temperatura máxima en el conductor 90°C (servicio permanente).

PVC - Policloruro de vinilo - Temperatura máxima en el conductor 70°C (servicio permanente).

Temperatura del terreno 25°C.

Profundidad de instalación 0,70 m.

Resistividad térmica del terreno 1 K.m/W.

S'optarà per un aïllament de tipus XLPE (polietilè reticulat) amb una temperatura màxima al conductor de 90°C.

Es calcula la corrent màxima de funcionament del cable:

$$I_z \text{ cable} = I_n * f_1 * f_2 * f_3 * f_4$$

### Factors de correcció

Es determina a partir dels valors de les dades donades en la taula anterior.

- f1 – factor de correcció per temperatura

**Tabla 6. Factor de corrección  $F$ , para temperatura del terreno distinto de 25°C**

Temperatura de servicio $\Theta_s$ (°C)	Temperatura del terreno, $\Theta_t$ , en °C								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
90	1.11	1.07	1.04	1	0.96	0.92	0.88	0.83	0.78
70	1.15	1.11	1.05	1	0.94	0.88	0.82	0.75	0.67

–  $f_2$  – factor per agrupament

**Tabla 7. Factor de corrección para resistividad térmica del terreno distinta de 1 K.m/W.**

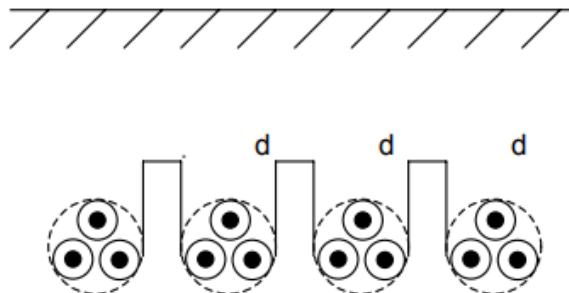
Tipo de cable	Resistividad térmica del terreno, en K.m/W										
	0.80	0.85	0.90	1	1.10	1.20	1.40	1.65	2.00	2.50	2.80
Unipolar	1.09	1.06	1.04	1	0.96	0.93	0.87	0.81	0.75	0.68	0.66
Tripolar	1.07	1.05	1.03	1	0.97	0.94	0.89	0.84	0.78	0.71	0.69

Es considera una resistivitat tèrmica del terreny de 1 K.m/W.

–  $f_3$  – factor per tubs enterrats

**Tabla 8. Factor de corrección para agrupaciones de cables trifásicos o ternas de cables unipolares**

Factor de corrección								
Separación entre los cables o ternas	Número de cables o ternas de la zanja							
	2	3	4	5	6	8	10	12
D=0 (en contacto)	0,80	0,70	0,64	0,60	0,56	0,53	0,50	0,47
d= 0,07 m	0,85	0,75	0,68	0,64	0,6	0,56	0,53	0,50
d= 0,10 m	0,85	0,76	0,69	0,65	0,62	0,58	0,55	0,53
d= 0,15 m	0,87	0,77	0,72	0,68	0,66	0,62	0,59	0,57
d= 0,20 m	0,88	0,79	0,74	0,70	0,68	0,64	0,62	0,60
d= 0,25 m	0,89	0,80	0,76	0,72	0,70	0,66	0,64	0,62





Es determina que el factors de correcció considerat serà prenent com a valor 1, atès que aquesta restricció només és aplicable a separacions inferiors o iguals a 0,25 m, es deixarà un espai superior per tal de tenir una intensitat màxima admissible més elevada.

– *f4 – factor de resistivitat tèrmica del terra*

**Tabla 9. Factores de corrección para diferentes profundidades de instalación**

Profundidad de instalación (m)	0,4	0,5	0,6	0,7	0,80	0,90	1,00	1,20
Factor de corrección	1,03	1,02	1,01	1	0,99	0,98	0,97	0,95

Un cop obtinguts tots els valors corresponents als factors de correcció, aplicant la formula anterior, obtenim el corrent màxim admissible pel conductor:

$$I_z (150 \text{ mm}^2) = 330 * 1 * 1 * 0,97 = 320,1 \text{ A}$$

$$I_z (185 \text{ mm}^2) = 375 * 1 * 1 * 0,97 = 363,75 \text{ A}$$

$$I_z (240 \text{ mm}^2) = 430 * 1 * 1 * 0,97 = 417,1 \text{ A}$$

$$I_z (400 \text{ mm}^2) = 550 * 1 * 1 * 0,97 = 533,5 \text{ A}$$

Tal com ja s'ha calculat anteriorment, la corrent que circula per cadascuna de les configuracions d'agrupacions d'strings es la següent:

$$\text{Corrent 12 strings en paral·lel} = 17,32 \text{ A} * 12 \text{ strings} = 207,84 \text{ A}$$

$$\text{Corrent 16 strings en paral·lel} = 17,32 \text{ A} * 16 \text{ strings} = 277,12 \text{ A}$$

Una vegada obtinguts tots els valors de les intensitats màximes admissibles, per cadascuna de les seccions de conductor normalitzat, s'ha de calcular la caiguda de tensió en cadascuna de les línies, la qual, segons especifica el reglament no pot superar un 1,5% la tensió nominal aplicada.

Per tant, seguint el mateix procediment que anteriorment, els valors corresponents per cadascuna de les línies de la instal·lació que es troben entre la sortida de la caixa d'strings i l'entrada a l'inversor.

Inversor	Caixa strings	Potència (W)	Tensió (V)	Corrent (A)	Longitud (m)	Secció (mm <sup>2</sup> )	Cdt max (V)	Cdt (V)
1	1.1	152,76	735,3	207,84	200	240	11,0295	9,897142857
	1.2	152,76	735,3	207,84	160	240	11,0295	7,917714286
	1.3	152,76	735,3	207,84	110	150	11,0295	8,709485714
	1.4	152,76	735,3	207,84	145	240	11,0295	7,175428571
	1.5	152,76	735,3	207,84	150	240	11,0295	7,422857143
	1.6	152,76	735,3	207,84	200	240	11,0295	9,897142857
	1.7	152,76	735,3	207,84	160	240	11,0295	7,917714286
	1.8	152,76	735,3	207,84	110	150	11,0295	8,709485714
	1.9	152,76	735,3	207,84	145	240	11,0295	7,175428571
	1.10	152,76	735,3	207,84	150	240	11,0295	7,422857143
	1.11	152,76	735,3	207,84	200	240	11,0295	9,897142857
	1.12	152,76	735,3	207,84	160	240	11,0295	7,917714286
	1.13	152,76	735,3	207,84	110	150	11,0295	8,709485714
	1.14	152,76	735,3	207,84	145	240	11,0295	7,175428571
	1.15	203,68	735,3	277,12	150	240	11,0295	9,897142857
	1.16	203,68	735,3	277,12	200	400	11,0295	7,917714286
2	2.1	152,76	735,3	207,84	160	240	11,0295	7,917714286
	2.2	152,76	735,3	207,84	110	150	11,0295	8,709485714
	2.3	152,76	735,3	207,84	145	240	11,0295	7,175428571
	2.4	152,76	735,3	207,84	150	240	11,0295	7,422857143
	2.5	152,76	735,3	207,84	200	400	11,0295	5,938285714
	2.6	152,76	735,3	207,84	160	240	11,0295	7,917714286
	2.7	152,76	735,3	207,84	110	240	11,0295	8,709485714
	2.8	152,76	735,3	207,84	145	240	11,0295	7,917714286
	2.9	152,76	735,3	207,84	150	240	11,0295	7,87657143
	2.10	152,76	735,3	207,84	200	240	11,0295	9,897142857
	2.11	152,76	735,3	207,84	160	240	11,0295	7,917714286
	2.12	152,76	735,3	207,84	110	240	11,0295	5,443428571
	2.13	152,76	735,3	207,84	145	240	11,0295	7,175428571
	2.14	152,76	735,3	207,84	150	240	11,0295	7,422857143
	2.15	203,68	735,3	277,12	160	240	11,0295	10,55695238
	2.16	203,68	735,3	277,12	110	240	11,0295	7,257904762

Per tant, les seccions de cable d'alumini seleccionades estaran en un rang entre 150 i 400 mm<sup>2</sup>, depenent de la distància a la que es trobin ubicats, tal com es pot observar en la taula anterior.



Tots els trams han estat dimensionats per a que la secció escollida sigui correcta, es a dir, que no superi la intensitat màxima admissible per el cable, i tampoc la caiguda de tensió màxima permissible de 1,5%.

### III.3.3 CONDUCTORS ELÈCTRICS DE CORRENT ALTERN

En aquest apartat es detallaran les característiques dels conductors elèctrics de la part de corrent alterna en baixa tensió de la instal·lació, es a dir, la que es disposa entre la sortida de l'inversor fins al centre de transformació.

El traçat d'aquesta estesa es realitzarà amb cable unipolar de tensió assignada 0,6/1 kV, amb conductor lliure d'al·lògens de coure RZ1-K de 3x240 mm<sup>2</sup> de secció.

Segons el que queda estipulat en el Reglament de baixa tensió, instrucció ITC-BT-07, en l'apartat 2.1.2 per a canalitzacions sota tub, no es podrà instal·lar mes d'un circuit per tub. A més, especifica que s'evitaran, tant com sigui possible, els canvis de direcció dels tubs. Als punts on es produeixin i per facilitar la manipulació dels cables, es disposaran arquetes amb tapa.

#### Corrent màxima admissible

Es calcula la corrent màxima admissible del cable, seguint el que estipula el Reglament de baixa tensió en la seva instrucció ITC-BT-07 sobre "Xarxes subterrànies per a distribució en baixa tensió".

Per al càlcul de la corrent màxima admissible s'utilitzaran les formules següents:

- Línies monofàsiques

$$I = \frac{P}{V \times \cos\varphi}$$

- Línies trifàsiques

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos\varphi}$$

On,

- P: Potència (W)
- I: Intensitat (A)
- V: Tensió nominal (V)
- Cos  $\varphi$ : Factor de potència

Per al càlcul de la caiguda de tensió s'utilitzaran les formules següents:

- Línies monofàsiques

$$\Delta V = \frac{2 * L * I}{\gamma * S}$$

- Línies trifàsiques



$$\Delta V = \frac{L * I}{\gamma * S}$$

On,

- $\Delta V$ : Caiguda de tensió
- L: Longitud de la línia (m)
- I: Intensitat (A)
- $\gamma$  : Resistivitat conductor (Coure = 56 m/ $\Omega$ \*mm<sup>2</sup>, Alumini = 35 m/ $\Omega$ \*mm<sup>2</sup>)
- S: Secció del conductor (mm<sup>2</sup>)
- V: Tensió nominal (V)

Prenem els valors de la taula corresponents a les seccions expressades anteriorment, per un aïllament XLPE de cables d'alumini unipolars.

**Tabla 4. Intensidad máxima admisible, en amperios, para cables con conductores de aluminio en instalación enterrada (servicio permanente)**

SECCIÓN NOMINAL mm <sup>2</sup>	Terna de cables unipolares (1) (2)			1 cable tripolar o tetrapolar (3)		
						
	TIPO DE AISLAMIENTO					
	XLPE	EPR	PVC	XLPE	EPR	PVC
16	97	94	86	90	86	76
25	125	120	110	115	110	98
35	150	145	130	140	135	120
50	180	175	155	165	160	140
70	220	215	190	205	220	170
95	260	255	225	240	235	210
120	295	290	260	275	270	235
150	330	325	290	310	305	265
185	375	365	325	350	345	300
240	430	420	380	405	395	350
300	485	475	430	460	445	395
400	550	540	480	520	500	445
500	615	605	525	-	-	-
630	690	680	600	-	-	-

Tipo de aislamiento

XLPE - Polietileno reticulado - Temperatura máxima en el conductor 90°C (servicio permanente).

EPR - Etileno propileno - Temperatura máxima en el conductor 90°C (servicio permanente).

PVC - Policloruro de vinilo - Temperatura máxima en el conductor 70°C (servicio permanente).

Temperatura del terreno 25°C.

Profundidad de instalación 0,70 m.

Resistividad térmica del terreno 1 K.m/W.

Es calcula la corrent màxima de funcionament del cable:

$$I_z \text{ cable} = I_n * f_1 * f_2 * f_3 * f_4$$

### Factors de correcció

Es determina a partir dels valors de les dades donades en la taula anterior.

- f1 – factor de correcció per temperatura

**Tabla 6. Factor de corrección  $F$ , para temperatura del terreno distinto de 25°C**

Temperatura de servicio $\Theta_s$ (°C)	Temperatura del terreno, $\Theta_t$ , en °C								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
90	1.11	1.07	1.04	1	0.96	0.92	0.88	0.83	0.78
70	1.15	1.11	1.05	1	0.94	0.88	0.82	0.75	0.67

–  $f_2$  – factor per agrupament

**Tabla 7. Factor de corrección para resistividad térmica del terreno distinta de 1 K.m/W.**

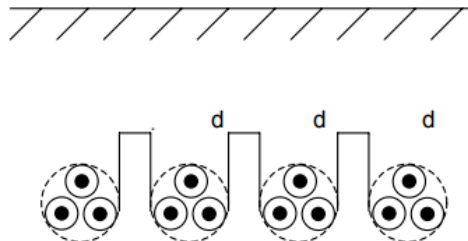
Tipo de cable	Resistividad térmica del terreno, en K.m/W										
	0.80	0.85	0.90	1	1.10	1.20	1.40	1.65	2.00	2.50	2.80
Unipolar	1.09	1.06	1.04	1	0.96	0.93	0.87	0.81	0.75	0.68	0.66
Tripolar	1.07	1.05	1.03	1	0.97	0.94	0.89	0.84	0.78	0.71	0.69

Es considera una resistivitat tèrmica del terreny de 1 K.m/W.

–  $f_3$  – factor per tubs enterrats

**Tabla 8. Factor de corrección para agrupaciones de cables trifásicos o ternas de cables unipolares**

Factor de corrección								
Separación entre los cables o ternas	Número de cables o ternas de la zanja							
	2	3	4	5	6	8	10	12
D=0 (en contacto)	0,80	0,70	0,64	0,60	0,56	0,53	0,50	0,47
d= 0,07 m	0,85	0,75	0,68	0,64	0,6	0,56	0,53	0,50
d= 0,10 m	0,85	0,76	0,69	0,65	0,62	0,58	0,55	0,53
d= 0,15 m	0,87	0,77	0,72	0,68	0,66	0,62	0,59	0,57
d= 0,20 m	0,88	0,79	0,74	0,70	0,68	0,64	0,62	0,60
d= 0,25 m	0,89	0,80	0,76	0,72	0,70	0,66	0,64	0,62



Es determina que el factors de correcció considerat serà prenent com a valor 1, atès que aquesta restricció només és aplicable a separacions inferiors o iguals a 0,25 m, es deixarà un espai superior per tal de tenir una intensitat màxima admissible més elevada.

- $f_4$  – factor de resistivitat tèrmica del terra

**Tabla 9. Factores de corrección para diferentes profundidades de instalación**

Profundidad de instalación (m)	0,4	0,5	0,6	0,7	0,80	0,90	1,00	1,20
Factor de corrección	1,03	1,02	1,01	1	0,99	0,98	0,97	0,95

Un cop obtinguts tots els valors corresponents als factors de correcció, aplicant la fórmula anterior, obtenim el corrent màxim admissible pel conductor:

$$I_z (240 \text{ mm}^2) = 330 * 1 * 1 * 0,97 = 320,1 \text{ A}$$

Pel que fa als conductors elèctrics de la part de corrent altern, es realitzarà la connexió amb cable unipolar de tensió assignada 0,6/1 kV, amb conductor lliure d'al·lògens de coure RZ1-K de 3x240 mm<sup>2</sup> de secció.

### III.4 CÀLCUL DE SECCIONS EN MT

#### III.4.1 CORRENT DE CURTCIRCUIT

Per al càlcul del corrent de curtcircuit, s'utilitza com a dada inicial la potència de curtcircuit de la xarxa de mitjana tensió, subministrada per la companyia elèctrica proveïdora. Aquesta potència sol ser aproximadament de 2-2,5 vegades la potència dels Centres de Transformació i els inversors.

$$I_{cc} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} * U_{cc}} = \frac{500 \text{ MVA}}{\sqrt{3} * 25 \text{ kV}} = 11,547 \text{ kA}$$

On,

- $I_{cc}$ : Corrent de curtcircuit en primari (kA)
- U: Tensió de primari (kV)
- $S_{cc}$ : Potència de curtcircuit de la xarxa (MVA).

Tenint en compte que la Companyia Subministradora ens sol donar com a dada un temps de desconexió d'un segon de les proteccions a la subestació, la intensitat de curtcircuit màxima admissible pel conductor, vindrà donada per la següent expressió:

$$I_{cc} = \frac{S * K}{\sqrt{t_{cc}}} = \frac{150 * 94}{\sqrt{1}} = 14,10 \text{ kA}$$

On,

- $I_{cc}$ : Corrent de curtcircuit (kA) màxima suportada pel cable.
- S: Secció del conductor (mm<sup>2</sup>).
- K: Densitat de corrent en curtcircuit (A/mm<sup>2</sup>). Segons la taula 26 de la ITC-LAT 06, RD 216/2008, per a conductors d'alumini i aïllament XLPE, és de 94.
- $t_{cc}$ : Temps de durada del curtcircuit (s). Segons les companyies elèctriques, aquest temps, sol ser de 1s

### III.3.2 CABLEJAT DE MITJA TENSIÓ

El conductor utilitzat per a la LSMT es determina d'acord amb la Norma GE DND001, els cables seran unipolars i compliran amb les especificacions de la Norma UNE-EN 620-5E.

Els conductors seran circulars compactes d'alumini, de classe 2 segons la norma UNE 21022, i estaran formats per diversos fils d'alumini cablejats. Sobre el conductor hi haurà una capa termoestable extruïda semiconductor, adherida a l'aïllament en tota la seva superfície, amb un gruix mig mínim de 0,5 mm i sense acció nociva sobre el conductor.

L'estesa d'aquesta línia subterrània es realitzarà amb conductor amb una secció nominal de 240 mm<sup>2</sup>, tipus RHZ1 18/30 kV 1x240mm<sup>2</sup>. L'aïllament serà de polietilè reticulat (XLPE), de 8 mm de gruix mig mínim.

#### Característiques de la línia

Tensió nominal: U = 30 kV

Freqüència: 50 Hz

Factor de potència: cos φ = 0,8848

#### Característiques del cable RHZ-1 3x1x240 mm<sup>2</sup> Al

Tipus de cable: RHZ1-OL

Secció: 150 mm<sup>2</sup>



Conductor: Alumini

Tensió: 18/30 kV

Intensitat màxima:  $I = 260$  A

Disposició cables: Tres cables unipolars agrupats

Pantalla metàl·lica:  $16 \text{ mm}^2$  Cu

### III.5 PROTECCIONS ELÈCTRIQUES

En aquest apartat es busca seleccionar els elements de protecció requerits a les instal·lacions fotovoltaïques connectades a xarxa.

A la instrucció ITC-BT-40 del REBT, s'estableixen les proteccions mínimes a disposar en aquest tipus d'instal·lacions:

- Proteccions de sobreintensitat, mitjançant reles directes magnetotèrmics o solució equivalent.
- Proteccions de mínima tensió instantanis, connectats entre les tres fases i neutre i que actuaran, en un temps inferior a 0,5 segons, a partir que la tensió arribi al 85% del valor assignat.
- Proteccions de sobretensió, connectat entre una fase i neutre, i l'actuació del qual ha de ser produir-se en un temps inferior a 0,5 segons, a partir que la tensió arribi al 110% del valor assignat.
- Proteccions de màxima i mínima freqüència, connectat entre fases, i l'actuació dels quals s'ha de produir quan la freqüència sigui inferior a 49 Hz o superior a 51 Hz durant més de 5 períodes.

#### III.5.1 PROTECCIONS DE CORRENT CONTINUA

### III.5.1.1 CONNEXIÓ PANELLS EN SÈRIE (STRINGS)

Les proteccions dels panells estan integrades en els propis panells fotovoltaics, com a díodes de by-pass. En aquest cas, el model CS7N-670MS del fabricant CanadianSolar, disposa de 3 díodes de by-pass, amb un grau de protecció IP68.

La funció dels díodes de by-pass es evitar les problemàtiques de reducció de generació de potència i punts calents. D'aquesta manera millora el rendiment del sistema, i proporciona una via de desviament per a la corrent generada per les cèl·lules solars individuals en un panell.

Els díodes de bypass es connecten en paral·lel amb cada cèl·lula o grup de cèl·lules en un panell solar. Quan una cèl·lula o grup de cèl·lules genera una menor quantitat de corrent, el díode de bypass es converteix en un camí alternatiu per a aquesta corrent, evitant que afecti les altres cèl·lules que generen una major quantitat de corrent. Això ajuda a evitar la pèrdua de potència i a mantenir un millor rendiment del panell en condicions de ombres parcials.

### III.5.1.2 CONNEXIÓ ENTRE STRINGS I ENTRADA CAIXA STRINGS

En el tram que es conforma entre la connexió dels strings amb cadascuna de les entrades de la caixa d'strings, s'instal·larà un fusible a cadascuna d'aquestes entrades. La principal funció dels fusibles es limitar els valors de les corrents inverses que es poden donar amb la connexió dels strings en paral·lel.

Per tal de dimensionar els fusibles s'utilitza la formula següent:

$$I_{nominal} \geq \frac{I_{sc} (STC)}{K} \geq \frac{18,55}{0,6} \geq 30,92 A$$

Es seleccionen els fusibles dels strings a la entrada de la caixa d'strings per un valor de 25 A, amb una tensió assignada de 1000 V.

Com a protecció a la sortida de la caixa d'strings s'instal·larà un interruptor seccionador de corrent continua de 400 A, tetrapolar.

### III.5.1.3 CONNEXIÓ ENTRE SORTIDA CAIXA STRINGS I ENTRADA INVERSOR

En el tram que es conforma entre la sortida de la caixa d'strings amb cadascuna de les entrades de l'inversor, per a cada cas, s'instal·larà un fusible de tipus NH, tenint en compte que a l'entrada de cada inversor hi circula un corrent de 277,12 A.

$$I_{adm} = 277,12 * 1,25 = 346,40 A$$

El fusible normalitzat més adient estarà dimensionat a 400 A.

**Núria Pla Vallès**

**TREBALL DE FI DE GRAU**

**Grau en Enginyeria Elèctrica**

**Dirigit per Lluís Massagués Vidal**

**PROJECTE EXECUTIU D'UNA INSTAL·LACIÓ SOLAR FOTOVOLTAICA DE 5  
MWP CONNECTADA A LA SUBESTACIÓ ELÈCTRICA LA SELVA DEL CAMP**

**ANNEX IV: CÀLCULS DELS CENTRES DE  
TRANSFORMACIÓ**



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

**Tarragona**

**Curs 2022-23**

## IV.1 OBJECTE

En aquest annex número IV, es mostren els càlculs i les justificacions per al disseny i dimensionament dels centres de transformació de la instal·lació, els quals han estat generats pel programa dmElect.

## IV.2 CENTRE DE MESURA I TRANSFORMACIÓ (CT1)

### IV.2.1 INTENSITAT EN MT

En un transformador trifàsic la intensitat del circuit primari  $I_p$  ve donada per l'expressió:

$$I_p = S / (1,732 \cdot U_p) ; \text{ sent:}$$

$S$  = Potència del transformador en kVA.

$U_p$  = Tensió composta primària en kV.

$I_p$  = Intensitat primària en A.

Substituint valors:

Transformador	Potència (kVA)	$U_p$ (kV)	$I_p$ (A)
1	2500	13,2	109,35

### IV.2.2 INTENSITAT EN BT

En un transformador trifàsic la intensitat del circuit secundari  $I_s$  ve donada per l'expressió:

$$I_p = (S \cdot 1000) / (1,732 \cdot U_p) ; \text{ sent:}$$

$S$  = Potència del transformador en kVA.

$U_s$  = Tensió composta secundària en kV.

$I_s$  = Intensitat secundària en A.

Substituint valors:

Transformador	Potència (kVA)	$U_s$ (V)	$I_p$ (A)
1	2500	25.000	57,74

### IV.2.3 CURTCIRCUITS

Per al càlcul de la intensitat primària de curtcircuit es tindrà en compte una potència de curtcircuit de 350 MVA a la xarxa de distribució, dada proporcionada per la Cia subministradora.

Per al càlcul dels corrents de curtcircuit utilitzarem les següents expressions:

- Intensitat primària per a curtcircuit a la banda d'Alta Tensió:

$$I_{ccp} = S_{cc} / (1,732 \cdot U_p) ; \text{ sent:}$$

S = Potència de curtcircuit de la xarxa en MVA.

$U_p$  = Tensió composta primària en kV.

$I_{ccp}$  = Intensitat de curtcircuit primària en kA.

S <sub>cc</sub> (MVA)	U <sub>p</sub> (kV)	I <sub>ccp</sub> (A)
350	13,2	15,31

- Intensitat secundària per a curtcircuit al costat de Baixa Tensió (menyspreant la impedància de la xarxa d'Alta Tensió):

$$I_{ccs} = (100 \cdot S) / (1,732 \cdot U_{cc} (\%) \cdot U_s) ; \text{ sent:}$$

S = Potència del transformador en kVA.

U<sub>cc</sub> (%) = Tensió en curtcircuit en % del transformador

U<sub>s</sub> = Tensió composta secundària en kV.

I<sub>s</sub> = Intensitat secundària en A.

Transformador	Potència (kVA)	U <sub>s</sub> (V)	U <sub>cc</sub> (%)	I <sub>ccs</sub> (kA)
1	2500	25000	6	0,96

### IV.2.4 DIMENSIONAMENT DE L'EMBARRAT

Les característiques de l'embarrat són:

- Intensitat assignada: 400 A.
- Límit tèrmic, 1 s. : 16 kA eficaços.

- Límit electrodinàmic: 40 kA cresta.

Per tant, aquest enfangat ha de suportar la intensitat nominal sense superar la temperatura de règim permanent (comprovació per densitat de corrent), així com els esforços electrodinàmics i tèrmics que es produeixin durant un curtcircuit.

### **Comprovació per densitat de corrent**

La comprovació per densitat de corrent té per objecte verificar que el conductor que constitueix l'embarrat és capaç de conduir el corrent nominal màxim sense sobrepassar la densitat de corrent màxim en règim permanent. Atès que es utilitzen cel·les sota envolupant metàl·lica fabricades per Orma-SF6 conforme a la normativa vigent, es garanteix el que s'indica per a la intensitat assignada de 400 A.

### **Comprovació per sol·licitació electrodinàmica**

La resistència mecànica dels conductors haurà de verificar, en cas de curtcircuit que:

$$\delta_{\text{màx}} \geq (I_{\text{ccp}}^2 \cdot L^2) / (60 \cdot d \cdot W), \text{ sent:}$$

$\delta_{\text{màx}}$  = Valor de la càrrega de trencament de tracció del material dels conductors. Per coure semidur 2800 Kg/cm<sup>2</sup>

$I_{\text{ccp}}$  = Intensitat permanent de curtcircuit trifàsic, en kA.

$L$  = Separació longitudinal entre suports, en cm.

$d$  = Separació entre fases, en cm.

$W$  = Mòdul resistent dels conductors, en cm<sup>3</sup>

Atès que s'utilitzen cel·les sota envolupant metàl·lica fabricades per Orma-SF6 conforme a la normativa vigent es garanteix el compliment de l'expressió anterior.

### **Comprovació per sol·licitació tèrmica a curtcircuit**

La sobreintensitat màxima admissible en curtcircuit per a l'embarrat es determina:

$$I_{\text{th}} = \alpha \cdot S \cdot \sqrt{(\Delta T / t)}, \text{ sent:}$$



$I_{th}$  = Intensitat eficaç, a A.

$\alpha$  = 13 per al Cu.

S = Secció de l'embarrat, en mm<sup>2</sup>

$\Delta T$  = Elevació o increment màxim de temperatura, 150°C per a Cu.

t = Temps de durada del curtcircuit, en s.

Com que s'utilitzen cel·les sota envolupant metàl·lica fabricades per Orma-SF6 d'acord amb la normativa vigent, es garanteix que:  $I_{th} \geq 16$  kA durant 1 s.

#### **IV.2.5 SELECCIÓ DE LES PROTECCIONS**

Els transformadors estan protegits tant a AT com a BT. A Alta tensió la protecció l'efectuen les cel·les associades a aquests transformadors, i en baixa tensió, la protecció s'incorpora als quadres de BT.

##### **Protecció general a AT**

La protecció general en AT d'aquest CT es fa utilitzant una cel·la d'interruptor amb fusibles combinats; que efectuen la protecció davant de curtcircuits. Són limitadors de corrent i es produeix la fusió abans que el corrent de curtcircuit hagi assolit el seu valor màxim.

Els fusibles se seleccionen per a:

- Permetre el pas de la punta de corrent produïda a la connexió del transformador en buit.
- Suportar la intensitat nominal en servei continu.

La intensitat nominal dels fusibles s'escollirà en funció de la potència total: 2500 kVA

Per a la protecció contra sobrecàrregues s'instal·larà un relé electrònic amb captadors d'intensitat per fase el senyal del qual alimentarà un disparador electromecànic alliberant el dispositiu de retenció de l'interruptor.

##### **Protecció transformador 1**



La protecció del transformador en AT d'aquest CT es fa utilitzant una cel·la d'interruptor amb fusibles combinats; aquests els que efectuen la protecció davant de curtcircuits. Aquests fusibles són limitadors de corrent, produint-se la seva fusió abans que el corrent de curtcircuit hagi assolit el seu valor màxim.

Els fusibles se seleccionen per a:

- Permetre el pas de la punta de corrent produïda a la connexió del transformador en buit.
- Suportar la intensitat nominal en servei continu.

Per a la protecció contra sobrecàrregues s'instal·larà un relé electrònic amb captadors d'intensitat per fase, el senyal dels quals alimentarà un disparador electromecànic alliberant el dispositiu de retenció de l'interruptor.

### **Protecció general a BT**

Al circuit de baixa tensió de cada transformador segons RU6302 s'instal·larà un Quadre de Distribució de 4 sortides amb possibilitat d'extensionament. S'instal·laran fusibles a totes les sortides, amb una intensitat nominal igual al valor de la intensitat exigida a aquesta sortida, i un poder de tall més gran o igual al corrent de curtcircuit al costat de baixa tensió, calculada a l'apartat 3.4.

La descàrrega del transformador al quadre de Baixa Tensió es realitzarà amb conductors XLPE 0,6/1kV 240 mm<sup>2</sup> Al unipolars instal·lats al aire la intensitat del qual admissible a 40°C de temperatura ambient és de 390 A.

Per al transformador 1, la potència del qual és de 2500 kVA i la intensitat del qual a Baixa Tensió s'ha calculat a l'apartat 2, s'utilitzaran 1 conductor per fase i 1 per al neutre.

## **IV.2.6 DIMENSIONAMENT DE LA VENTILACIÓ DEL CENTRE DE TRANSFORMACIÓ**

Per al càlcul de la superfície mínima de les reixetes d'entrada d'aire a l'edifici del centre de transformació, s'utilitza la expressió següent:

$$S_r = (W_{cu} + W_{fe}) / \sqrt{(0,24 \cdot k \cdot (h \cdot \Delta T^3))}, \text{ sent:}$$

$W_{cu}$  = Pèrdues en el coure del transformador, en kW.

$W_{fe}$  = Pèrdues en el ferro del transformador, en kW.

$k$  = Coeficient en funció de la forma de les reixetes d' entrada d'aire, 0,5.

$h$  = Distància vertical entre centres de les reixetes d' entrada i sortida, en m.

$\Delta T$  = Diferència de temperatura entre l' aire de sortida i el d' entrada, 15°C.

$S_r$  = Superfície mínima de la reixeta d' entrada de ventilació del transformador, en m<sup>2</sup>

No obstant això, atès que s' utilitzen edificis prefabricats d' Orma-mn aquests han patit assajos d'homologació quant al dimensionament de la ventilació del centre de transformació.

## IV.2.7 CÀLCUL DE LES INSTAL·LACIONS DE POSADA A TERRA

### Investigació de les característiques del terra

Segons la investigació prèvia del terreny on s'instal·larà aquest Centre de Transformació, es determina una resistivitat mitjana superficial de 150  $\Omega\text{m}$ .

### Determinació de les corrents màximes de posada a terra i temps màxim corresponent a la eliminació del defecte

En instal·lacions d'alta tensió de tercera categoria els paràmetres de la xarxa que intervenen en els càlculs de faltes a terres són:

#### Tipus de neutre

El neutre de la xarxa pot estar aïllat, rígidament unit a terra, o mitjançant impedància (resistència o reactància), la qual cosa produirà una limitació dels corrents de falta a terra.

#### Tipus de proteccions a l'origen de la línia

Quan es produeix un defecte, és eliminat mitjançant l'obertura d'un element de tall que actua per indicació d'un relé d'intensitat, el qual pot actuar en un temps fix (relé a temps independent), o segons una corba de tipus invers (relé a temps dependent).



Així mateix poden existir reenganxaments posteriors al primer tret que només influiran en els càlculs si es produeixen en un temps inferior a 0,5 s.

Segons les dades de la xarxa proporcionades per la companyia subministradora, es té:

- Intensitat màxima de defecte a terra (Inicial),  $I_{dm\grave{a}x}$  (A): 300.
- Durada de la falta.

Desconnexió inicial: Temps màxim d'eliminació del defecte(s): 0.7.

### *Disseny de la instal·lació de terra*

Per als càlculs a realitzar s'empraran els procediments del Mètode de càlcul i projecte d'instal·lacions de posada a terra per a centres de transformació de tercera categoria”, editat per UNESA.

### TERRA DE PROTECCIÓ

Es connectaran a aquest sistema les parts metàl·liques de la instal·lació que no estiguin en tensió normalment però poden estar-ho per defectes d'aïllament, avaries o causes fortuïtes, com ara xassís i bastidors dels aparells de maniobra, envoltants metàl·liques de les cabines prefabricades i carcasses dels transformadors.

### TERRA DE SERVEI

Es connectaran a aquest sistema el neutre del transformador i la terra dels secundaris dels transformadors de tensió i intensitat de la cel·la de mesura.

Per a la posada a terra de servei s'utilitzaran piques en filera de diàmetre 14 mm. i longitud 2 m., unides mitjançant conductor nu de Cu de 50 mm<sup>2</sup> de secció. El valor de la resistència de posada a terra d'aquest elèctrode ha de ser inferior a 37 W.

La connexió des del centre fins a la primera pica de l'elèctrode es farà amb cable de Cu de 50 mm<sup>2</sup>, aïllat de 0,6/1 kV baix tub plàstic amb grau de protecció a l'impacte mecànic de 7 com a mínim.



### Càlcul de la resistència del sistema de terra

Les característiques de la xarxa d'alimentació són:

- Tensió de servei,  $U = 13200 \text{ V}$ .
- Nivell d'aïllament de les instal·lacions de Baixa Tensió,  $U_{bt} = 10000 \text{ V}$ .
- Característiques del terreny:  $\rho_{\text{terreny}} (\Omega\text{m}): 150$ .  $\cdot \rho_H$  formigó (m): 3000.

### TERRA DE PROTECCIÓ

Per al càlcul de la resistència de la posada a terra de les masses ( $R_t$ ), la intensitat i tensió de defecte ( $I_d$ ,  $U_E$ ), s'utilitzaran les següents fórmules

- Resistència del sistema de posada a terra,  $R_t$ :  $R_t = K_r \cdot \rho (\Omega)$
- Intensitat de defecte,  $I_d$ :  $I_d = I_{d\text{màx}} (\text{A})$
- Augment del potencial de terra,  $U_E$  :  $U_E = R_t \cdot I_d (\text{V})$

L'elèctrode adequat per a aquest cas té les següents propietats:

- Configuració seleccionada: 70-25/5/00.
- Geometria: Anell.
- Dimensions (m): 7x2.5.
- Fondària de l'elèctrode (m): 0.5.

Els paràmetres característics de l'electrodomèstic són:

- De la resistència,  $K_r (\Omega/\Omega\text{m}) = 0.108$ .
- De la tensió de pas,  $K_p (\text{V}/((\Omega\text{m})\text{A})) = 0.0214$ .
- De la tensió de contacte exterior,  $K_c (\text{V}/((\Omega\text{m})\text{A})) = 0.0645$ .

Substituint valors en les expressions anteriors, es té:

$$R_t = K_r \cdot \rho = 0.108 \cdot 150 = 16.2 \text{ W.}$$

$$I_d = I_{d\text{màx}} = 300 \text{ A.}$$

$$U_E = R_t \cdot I_d = 16.2 \cdot 300 = 4860 \text{ V.}$$

### TERRA DE SERVEI

L'elèctrode adequat per a aquest cas té les següents propietats:

- Configuració seleccionada: 5/32.
- Geometria: piques en filera.
- Fondària de l'elèctrode (m): 0.5.
- Nombre de piques: 3.
- Longitud de les piques (m): 2.
- Separació entre piques (m): 3.

Els paràmetres característics de l'electrodomèstic són:

- De la resistència,  $K_r (\Omega/\Omega m) = 0.135$ .

Substituint valors:  $R_{tNEUTRO} = K_r \cdot \rho = 0.135 \cdot 150 = 20.25 \text{ W}$ .

### **Càlcul de les tensions en l'exterior de la instal·lació**

Per evitar l'aparició de tensions de contacte elevades a l'exterior de la instal·lació, les portes i reixetes metàl·liques que donen a l'exterior del centre no tindran cap contacte elèctric amb masses conductores que, a causa de defectes o avaries, siguin susceptibles de quedar sotmeses a tensió.

Amb aquestes mesures de seguretat, no caldrà calcular les tensions de contacte a l'exterior, ja que aquestes seran pràcticament nul·les. D'altra banda, la tensió de pas a l'exterior vindrà donada per les característiques de l'elèctrode i la resistivitat del terreny segons l'expressió:

$$U'p = K_p \cdot r \cdot I_d = 0.0214 \cdot 150 \cdot 300 = 963 \text{ V}.$$

### **Càlcul de les tensions en l'interior de la instal·lació**

Al terra del Centre de Transformació s'instal·larà una malla electrosoldada, amb rodons de diàmetre no inferior a 4 mm. formant una retícula no superior a 0,30 x 0,30 m. Aquesta malla es connectarà com a mínim en dos punts oposats de la posada a terra de protecció del Centre.

Aquesta malla estarà coberta per una capa de formigó de 10 cm. com a mínim. Amb aquesta mesura s'aconsegueix que la persona que hagi d'accedir a una part que pugui quedar en tensió, de manera eventual, estarà sobre una superfície equipotencial, de



manera que desapareix el risc de la tensió de contacte i de pas interior. D'aquesta manera no caldrà el càlcul de les tensions de contacte i de pas a l'interior, ja que el seu valor serà pràcticament zero. Així mateix, l'existència d'una superfície equipotencial connectada a l'elèctrode de terra fa que la tensió de pas a l'accés sigui equivalent al valor de la tensió de contacte exterior.

$$U_p(\text{acc}) = K_c \cdot p \cdot I_d = 0.0645 \cdot 150 \cdot 300 = 2902.5 \text{ V.}$$

### Càlcul de les tensions aplicades

Per a l'obtenció dels valors màxims admissibles de la tensió de pas exterior i en l'accés, s'utilitzen les següents expressions:

$$U_p = 10 \cdot U_{ca} \cdot (1 + (2 \cdot R_{ac} + 6 \cdot r_s \cdot C_s) / 1000) \text{ V.}$$

$$U_p(\text{acc}) = 10 \cdot U_{ca} \cdot (1 + (2 \cdot R_{ac} + 3 \cdot r_s \cdot C_s + 3 \cdot r_H \cdot CH) / 1000) \text{ V.}$$

$$C_s = 1 - 0,106 \cdot [(1 - r / r_s) / (2 \cdot h_s + 0,106)].$$

$$CH = 1 - 0,106 \cdot [(1 - r / r_H) / (2 \cdot h_H + 0,106)].$$

$$t = t' + t'' \text{ s.}$$

Sent:

$U_p$  = Tensió de pas admissible a l' exterior, en volts.

$U_p(\text{acc})$  = Tensió en l'accés admissible, en volts.

$U_{ca}$  = Tensió de contacte aplicada admissible segons ITC-RAT 13 (Taula 1), en volts.

$R_{ac}$  = Resistències addicionals, com calçat, aïllament de la torre, etc.

$C_s$  = Coeficient reductor de la resistència superficial del sòl.

$CH$  = Coeficient reductor de la resistència del formigó.

$h_s$  = Gruix de la capa superficial del terreny, en m.

$h_H$  = Gruix de la capa de formigó, en m.

$r$  = Resistivitat natural del terreny, en  $\Omega\text{m}$ .

$p_s$  = Resistivitat superficial del sòl, en  $\Omega\text{m}$ .



$\rho_H$  = Resistivitat del formigó, 3000  $\Omega\text{m}$ .

$t$  = Temps de durada de la falta, en segons.

$t'$  = Temps de desconexió inicial, en segons.

$t''$  = Temps de la segona desconexió, en segons.

Segons el punt 8.2. el temps de durada de la falta és:

$$t' = 0.7 \text{ s}; t = t' = 0.7 \text{ s.}$$

Substituint valors:

$$U_p = 10 \cdot U_{ca} \cdot (1 + (2 \cdot R_{ac} + 6 \cdot r_s \cdot C_s) / 1000) = 10 \cdot 165.2 \cdot (1 + (2 \cdot 2000 + 6 \cdot 150 \cdot 1) / 1000) = 9746.8 \text{ V.}$$

$$U_p(\text{acc}) = 10 \cdot U_{ca} \cdot (1 + (2 \cdot R_{ac} + 3 \cdot r_s \cdot C_s + 3 \cdot r_H \cdot C_H) / 1000) = 10 \cdot 165.2 \cdot (1 + (2 \cdot 2000 + 3 \cdot 150 \cdot 1 + 3 \cdot 3000 \cdot 0.67) / 1000) = 18978.56 \text{ V.}$$

$$C_s = 1 - 0,106 \cdot [(1 - r / r_s) / (2 \cdot h_s + 0,106)] = 1 - 0,106 \cdot [(1 - 150 / 150) / (2 \cdot 0.1 + 0,106)] = 1$$

$$C_H = 1 - 0,106 \cdot [(1 - r / r_H) / (2 \cdot h_H + 0,106)] = 1 - 0,106 \cdot [(1 - 150 / 3000) / (2 \cdot 0.1 + 0,106)] = 0.67$$

Els resultats obtinguts es presenten a la taula següent:

Tensió de pas en l'exterior i de pas en l'accés

Concepte	Valor calculat	Condicció	Valor admissible
Tensió pas exterior	$U_p = 963 \text{ V}$	$\leq$	$U_p = 9746,8 \text{ V}$
Tensió pas accés	$U_p(\text{acc}) = 2902,5 \text{ V}$	$\leq$	$U_p(\text{acc}) = 18978,56 \text{ V}$

Tensió i intensitat de defecte

Concepte	Valor calculat	Condicció	Valor admissible
Augment potencial	$U_e = 4860 \text{ V}$	$\leq$	$UBT = 10000 \text{ V}$
Intensitat defecte	$I_d = 300 \text{ A}$	$>$	

**Investigació de les terres transferibles a l'exterior**



Com que no hi ha mitjans de transferència de tensions a l'exterior no es considera necessari un estudi per a la seva reducció o eliminació.

No obstant això, per garantir que el sistema de posada a terra de servei no assoleixi tensions elevades quan es produeix un defecte, hi haurà una distància de separació mínima (Dn-p), entre els elèctrodes dels sistemes de posada a terra de protecció i de servei.

$$Dn-p \geq (P \cdot Id) / (2000 \cdot \pi) = (150 \cdot 300) / (2000 \cdot \pi) = 7.16 \text{ m.}$$

Sent:

P = Resistivitat del terreny a  $\Omega\text{m}$ .

Id = Intensitat de defecte a A.

La connexió des del centre fins a la primera pica de l'elèctrode de servei es farà amb cable de Cu de 50 mm<sup>2</sup>, aïllat de 0,6/1 kV sota tub plàstic amb grau de protecció a l'impacte mecànic de 7 com a mínim.

## IV.3 CENTRE DE TRANSFORMACIÓ (CT)

### IV.3.1 INTENSITAT EN MT

En un transformador trifàsic la intensitat del circuit primari  $I_p$  ve donada per l'expressió:

$$I_p = S / (1,732 \cdot U_p) ; \text{ sent:}$$

S = Potència del transformador en kVA.

$U_p$  = Tensió composta primària en kV.

$I_p$  = Intensitat primària en A.

Substituint valors:

Transformador	Potència (kVA)	$U_p$ (kV)	$I_p$ (A)
2	2500	13,2	109,35

### IV.3.2 INTENSITAT EN BT

En un transformador trifàsic la intensitat del circuit secundari  $I_s$  ve donada per l'expressió:



$$I_p = (S \cdot 1000) / (1,732 \cdot U_p) ; \text{ sent:}$$

S = Potència del transformador en kVA.

U<sub>s</sub> = Tensió composta secundària en kV.

I<sub>s</sub> = Intensitat secundària en A.

Substituint valors:

Transformador	Potència (kVA)	U <sub>s</sub> (V)	I <sub>p</sub> (A)
2	2500	25.000	57,74

### IV.3.3 CURTCIRCUITS

Per al càlcul de la intensitat primària de curtcircuit es tindrà en compte una potència de curtcircuit de 350 MVA a la xarxa de distribució, dada proporcionada per la Cia subministradora.

Per al càlcul dels corrents de curtcircuit utilitzarem les següents expressions:

- Intensitat primària per a curtcircuit a la banda d'Alta Tensió:

$$I_{ccp} = S_{cc} / (1,732 \cdot U_p) ; \text{ sent:}$$

S = Potència de curtcircuit de la xarxa en MVA.

U<sub>p</sub> = Tensió composta primària en kV.

I<sub>ccp</sub> = Intensitat de curtcircuit primària en kA.

S <sub>cc</sub> (MVA)	U <sub>p</sub> (kV)	I <sub>ccp</sub> (A)
350	13,2	15,31

- Intensitat secundària per a curtcircuit al costat de Baixa Tensió (menyspreant la impedància de la xarxa d'Alta Tensió):

$$I_{ccs} = (100 \cdot S) / (1,732 \cdot U_{cc} (\%) \cdot U_s) ; \text{ sent:}$$

S = Potència del transformador en kVA.

U<sub>cc</sub> (%) = Tensió en curtcircuit en % del transformador



$U_s$  = Tensió composta secundària en kV.

$I_s$  = Intensitat secundària en A.

Transformador	Potència (kVA)	$U_s$ (V)	$U_{cc}$ (%)	$I_{ccs}$ (kA)
2	2500	25000	6	0,96

#### IV.3.4 DIMENSIONAMENT DE L'EMBARRAT

Les característiques de l'embarrat són:

- Intensitat assignada: 400 A.
- Límit tèrmic, 1 s. : 16 kA eficaços.
- Límit electrodinàmic: 40 kA cresta.

Per tant, aquest enfangat ha de suportar la intensitat nominal sense superar la temperatura de règim permanent (comprovació per densitat de corrent), així com els esforços electrodinàmics i tèrmics que es produeixin durant un curtcircuit.

##### Comprovació per densitat de corrent

La comprovació per densitat de corrent té per objecte verificar que el conductor que constitueix l'embarrat és capaç de conduir el corrent nominal màxim sense sobrepassar la densitat de corrent màxim en règim permanent. Atès que es utilitzen cel·les sota envolupant metàl·lica fabricades per Orma-SF6 conforme a la normativa vigent, es garanteix el que s'indica per a la intensitat assignada de 400 A.

##### Comprovació per sol·licitació electrodinàmica

La resistència mecànica dels conductors haurà de verificar, en cas de curtcircuit que:

$$\delta_{\max} \geq (I_{ccp}^2 \cdot L^2) / (60 \cdot d \cdot W), \text{ sent:}$$

$\delta_{\max}$  = Valor de la càrrega de trencament de tracció del material dels conductors. Per coure semidur 2800 Kg/cm<sup>2</sup>

$I_{ccp}$  = Intensitat permanent de curtcircuit trifàsic, en kA.

L = Separació longitudinal entre suports, en cm.



$d$  = Separació entre fases, en cm.

$W$  = Mòdul resistent dels conductors, en cm<sup>3</sup>

Atès que s'utilitzen cel·les sota envolupant metàl·lica fabricades per Orma-SF6 conforme a la normativa vigent es garanteix el compliment de l'expressió anterior.

### **Comprovació per sol·licitació tèrmica a curtcircuit**

La sobreintensitat màxima admissible en curtcircuit per a l'embarrat es determina:

$I_{th} = \alpha \cdot S \cdot \sqrt{(\Delta T / t)}$ , sent:

$I_{th}$  = Intensitat eficaç, a A.

$\alpha$  = 13 per al Cu.

$S$  = Secció de l'embarrat, en mm<sup>2</sup>

$\Delta T$  = Elevació o increment màxim de temperatura, 150°C per a Cu.

$t$  = Temps de durada del curtcircuit, en s.

Com que s'utilitzen cel·les sota envolupant metàl·lica fabricades per Orma-SF6 d'acord amb la normativa vigent, es garanteix que:  $I_{th} \geq 16$  kA durant 1 s.

## **IV.3.5 SELECCIÓ DE LES PROTECCIONS**

Els transformadors estan protegits tant a AT com a BT. A Alta tensió la protecció l'efectuen les cel·les associades a aquests transformadors, i en baixa tensió, la protecció s'incorpora als quadres de BT.

### **Protecció transformador 2**

La protecció del transformador en AT d'aquest CT es fa utilitzant una cel·la d'interruptor amb fusibles combinats; aquests els que efectuen la protecció davant de curtcircuits. Aquests fusibles són limitadors de corrent, produint-se la seva fusió abans que el corrent de curtcircuit hagi assolit el seu valor màxim.

Els fusibles se seleccionen per a:

- Permetre el pas de la punta de corrent produïda a la connexió del transformador en buit.
- Suportar la intensitat nominal en servei continu.

Per a la protecció contra sobrecàrregues s'instal·larà un relé electrònic amb captadors d'intensitat per fase, el senyal dels quals alimentarà un disparador electromecànic alliberant el dispositiu de retenció de l'interruptor.

### **Protecció general a BT**

Al circuit de baixa tensió de cada transformador segons RU6302 s'instal·larà un Quadre de Distribució de 4 sortides amb possibilitat d'extensionament. S'instal·laran fusibles a totes les sortides, amb una intensitat nominal igual al valor de la intensitat exigida a aquesta sortida, i un poder de tall més gran o igual al corrent de curtcircuit al costat de baixa tensió, calculada a l'apartat 3.4.

La descàrrega del transformador al quadre de Baixa Tensió es realitzarà amb conductors XLPE 0,6/1kV 240 mm<sup>2</sup> Al unipolars instal·lats al aire la intensitat del qual admissible a 40°C de temperatura ambient és de 390 A.

Per al transformador 1, la potència del qual és de 2500 kVA i la intensitat del qual a Baixa Tensió s'ha calculat a l'apartat 2, s'utilitzaran 1 conductor per fase i 1 per al neutre.

### **IV.3.6 DIMENSIONAMENT DE LA VENTILACIÓ DEL CENTRE DE TRANSFORMACIÓ**

Per al càlcul de la superfície mínima de les reixetes d' entrada d' aire a l' edifici del centre de transformació, s' utilitza la expressió següent:

$$S_r = (W_{cu} + W_{fe}) / \sqrt{ ( 0,24 \cdot k \cdot (h \cdot \Delta T^3) ) }, \text{ sent:}$$

$W_{cu}$  = Pèrdues en el coure del transformador, en kW.

$W_{fe}$  = Pèrdues en el ferro del transformador, en kW.

$k$  = Coeficient en funció de la forma de les reixetes d' entrada d'aire, 0,5.

$h$  = Distància vertical entre centres de les reixetes d' entrada i sortida, en m.



$\Delta T$  = Diferència de temperatura entre l'aire de sortida i el d'entrada, 15°C.

$S_r$  = Superfície mínima de la reixeta d'entrada de ventilació del transformador, en m<sup>2</sup>

No obstant això, atès que s'utilitzen edificis prefabricats d'Orma-mn aquests han patit assajos d'homologació quant al dimensionament de la ventilació del centre de transformació.

### **IV.3.7 CÀLCUL DE LES INSTAL·LACIONS DE POSADA A TERRA**

#### **Investigació de les característiques del terra**

Segons la investigació prèvia del terreny on s'instal·larà aquest Centre de Transformació, es determina una resistivitat mitjana superficial de 150  $\Omega\text{m}$ .

#### **Determinació de les corrents màximes de posada a terra i temps màxim corresponent a la eliminació del defecte**

En instal·lacions d'alta tensió de tercera categoria els paràmetres de la xarxa que intervenen en els càlculs de faltes a terres són:

##### Tipus de neutre

El neutre de la xarxa pot estar aïllat, rígidament unit a terra, o mitjançant impedància (resistència o reactància), la qual cosa produirà una limitació dels corrents de falta a terra.

##### Tipus de proteccions a l'origen de la línia

Quan es produeix un defecte, és eliminat mitjançant l'obertura d'un element de tall que actua per indicació d'un relé d'intensitat, el qual pot actuar en un temps fix (relé a temps independent), o segons una corba de tipus invers (relé a temps dependent).

Així mateix poden existir reenganxaments posteriors al primer tret que només influiran en els càlculs si es produeixen en un temps inferior a 0,5 s.

Segons les dades de la xarxa proporcionades per la companyia subministradora, es té:

- Intensitat màxima de defecte a terra (Inicial),  $I_{d\text{màx}} (A)$ : 300.
- Durada de la falta.

Desconnexió inicial: Temps màxim d'eliminació del defecte(s): 0.7.

### **Disseny de la instal·lació de terra**

Per als càlculs a realitzar s'empraran els procediments del Mètode de càlcul i projecte d'instal·lacions de posada a terra per a centres de transformació de tercera categoria”, editat per UNESA.

### **TERRA DE PROTECCIÓ**

Es connectaran a aquest sistema les parts metàl·liques de la instal·lació que no estiguin en tensió normalment però poden estar-ho per defectes d'aïllament, avaries o causes fortuïtes, com ara xassís i bastidors dels aparells de maniobra, envoltants metàl·liques de les cabines prefabricades i carcasses dels transformadors.

### **TERRA DE SERVEI**

Es connectaran a aquest sistema el neutre del transformador i la terra dels secundaris dels transformadors de tensió i intensitat de la cel·la de mesura.

Per a la posada a terra de servei s'utilitzaran piques en filera de diàmetre 14 mm. i longitud 2 m., unides mitjançant conductor nu de Cu de 50 mm<sup>2</sup> de secció. El valor de la resistència de posada a terra d'aquest elèctrode ha de ser inferior a 37 W.

La connexió des del centre fins a la primera pica de l'elèctrode es farà amb cable de Cu de 50 mm<sup>2</sup>, aïllat de 0,6/1 kV baix tub plàstic amb grau de protecció a l'impacte mecànic de 7 com a mínim.

### **Càlcul de la resistència del sistema de terra**

Les característiques de la xarxa d'alimentació són:

- Tensió de servei,  $U = 13200$  V.
- Nivell d'aïllament de les instal·lacions de Baixa Tensió,  $U_{bt} = 10000$  V.
- Característiques del terreny:  $\rho_{\text{terreny}} (\Omega\text{m}): 150$ . ·  $\rho_H$  formigó (m): 3000.



## TERRA DE PROTECCIÓ

Per al càlcul de la resistència de la posada a terra de les masses ( $R_t$ ), la intensitat i tensió de defecte ( $I_d$ ,  $U_E$ ), s'utilitzaran les següents fórmules

- Resistència del sistema de posada a terra,  $R_t$ :  $R_t = K_r \cdot \rho$  ( $\Omega$ )
- Intensitat de defecte,  $I_d$ :  $I_d = I_{d\text{màx}}$  (A)
- Augment del potencial de terra,  $U_E$  :  $U_E = R_t \cdot I_d$  (V)

L'elèctrode adequat per a aquest cas té les següents propietats:

- Configuració seleccionada: 70-25/5/00.
- Geometria: Anell.
- Dimensions (m): 7x2.5.
- Fondària de l'elèctrode (m): 0.5.

Els paràmetres característics de l'electrodomèstic són:

- De la resistència,  $K_r$  ( $\Omega/\Omega\text{m}$ ) = 0.108.
- De la tensió de pas,  $K_p$  ( $\text{V}/((\Omega\text{m})\text{A})$ ) = 0.0214.
- De la tensió de contacte exterior,  $K_c$  ( $\text{V}/((\Omega\text{m})\text{A})$ ) = 0.0645.

Substituint valors en les expressions anteriors, es té:

$$R_t = K_r \cdot \rho = 0.108 \cdot 150 = 16.2 \text{ W.}$$

$$I_d = I_{d\text{màx}} = 300 \text{ A.}$$

$$U_E = R_t \cdot I_d = 16.2 \cdot 300 = 4860 \text{ V.}$$

## TERRA DE SERVEI

L'elèctrode adequat per a aquest cas té les següents propietats:

- Configuració seleccionada: 5/32.
- Geometria: piques en filera.
- Fondària de l'elèctrode (m): 0.5.
- Nombre de piques: 3.
- Longitud de les piques (m): 2.
- Separació entre piques (m): 3.



Els paràmetres característics de l'electrodomèstic són:

- De la resistència,  $K_r (\Omega/\Omega m) = 0.135$ .

Substituint valors:  $R_{tNEUTRO} = K_r \cdot \rho = 0.135 \cdot 150 = 20.25 \text{ W}$ .

### **Càlcul de les tensions en l'exterior de la instal·lació**

Per evitar l'aparició de tensions de contacte elevades a l'exterior de la instal·lació, les portes i reixetes metàl·liques que donen a l'exterior del centre no tindran cap contacte elèctric amb masses conductores que, a causa de defectes o avaries, siguin susceptibles de quedar sotmeses a tensió.

Amb aquestes mesures de seguretat, no caldrà calcular les tensions de contacte a l'exterior, ja que aquestes seran pràcticament nul·les. D'altra banda, la tensió de pas a l'exterior vindrà donada per les característiques de l'elèctrode i la resistivitat del terreny segons l'expressió:

$$U'_p = K_p \cdot r \cdot I_d = 0.0214 \cdot 150 \cdot 300 = 963 \text{ V}.$$

### **Càlcul de les tensions en l'interior de la instal·lació**

Al terra del Centre de Transformació s'instal·larà una malla electrosoldada, amb rodons de diàmetre no inferior a 4 mm. formant una retícula no superior a 0,30 x 0,30 m. Aquesta malla es connectarà com a mínim en dos punts oposats de la posada a terra de protecció del Centre.

Aquesta malla estarà coberta per una capa de formigó de 10 cm. com a mínim. Amb aquesta mesura s'aconsegueix que la persona que hagi d'accedir a una part que pugui quedar en tensió, de manera eventual, estarà sobre una superfície equipotencial, de manera que desapareix el risc de la tensió de contacte i de pas interior. D'aquesta manera no caldrà el càlcul de les tensions de contacte i de pas a l'interior, ja que el seu valor serà pràcticament zero. Així mateix, l'existència d'una superfície equipotencial connectada a l'elèctrode de terra fa que la tensió de pas a l'accés sigui equivalent al valor de la tensió de contacte exterior.

$$U'_p (\text{acc}) = K_c \cdot p \cdot I_d = 0.0645 \cdot 150 \cdot 300 = 2902.5 \text{ V}.$$

### Càlcul de les tensions aplicades

Per a l'obtenció dels valors màxims admissibles de la tensió de pas exterior i en l'accés, s'utilitzen les següents expressions:

$$U_p = 10 \cdot U_{ca} \cdot (1 + (2 \cdot R_{ac} + 6 \cdot r_s \cdot C_s) / 1000) \text{ V.}$$

$$U_p(\text{acc}) = 10 \cdot U_{ca} \cdot (1 + (2 \cdot R_{ac} + 3 \cdot r_s \cdot C_s + 3 \cdot r_H \cdot CH) / 1000) \text{ V.}$$

$$C_s = 1 - 0,106 \cdot [(1 - r / r_s) / (2 \cdot h_s + 0,106)].$$

$$CH = 1 - 0,106 \cdot [(1 - r / r_H) / (2 \cdot h_H + 0,106)].$$

$$t = t' + t'' \text{ s.}$$

Sent:

$U_p$  = Tensió de pas admissible a l' exterior, en volts.

$U_p(\text{acc})$  = Tensió en l'accés admissible, en volts.

$U_{ca}$  = Tensió de contacte aplicada admissible segons ITC-RAT 13 (Taula 1), en volts.

$R_{ac}$  = Resistències addicionals, com calçat, aïllament de la torre, etc.

$C_s$  = Coeficient reductor de la resistència superficial del sòl.

$CH$  = Coeficient reductor de la resistència del formigó.

$h_s$  = Gruix de la capa superficial del terreny, en m.

$h_H$  = Gruix de la capa de formigó, en m.

$r$  = Resistivitat natural del terreny, en  $\Omega\text{m}$ .

$r_s$  = Resistivitat superficial del sòl, en  $\Omega\text{m}$ .

$r_H$  = Resistivitat del formigó, 3000  $\Omega\text{m}$ .

$t$  = Temps de durada de la falta, en segons.

$t'$  = Temps de desconexió inicial, en segons.

$t''$  = Temps de la segona desconexió, en segons.

Segons el punt 8.2. el temps de durada de la falta és:

$$t' = 0.7 \text{ s}; t = t' = 0.7 \text{ s.}$$

Substituint valors:

$$U_p = 10 \cdot U_{ca} \cdot (1 + (2 \cdot R_{ac} + 6 \cdot r_s \cdot C_s) / 1000) = 10 \cdot 165.2 \cdot (1 + (2 \cdot 2000 + 6 \cdot 150 \cdot 1) / 1000) = 9746.8 \text{ V.}$$

$$U_p(\text{acc}) = 10 \cdot U_{ca} \cdot (1 + (2 \cdot R_{ac} + 3 \cdot r_s \cdot C_s + 3 \cdot r_H \cdot C_H) / 1000) = 10 \cdot 165.2 \cdot (1 + (2 \cdot 2000 + 3 \cdot 150 \cdot 1 + 3 \cdot 3000 \cdot 0.67) / 1000) = 18978.56 \text{ V.}$$

$$C_s = 1 - 0,106 \cdot [(1 - r / r_s) / (2 \cdot h_s + 0,106)] = 1 - 0,106 \cdot [(1 - 150 / 150) / (2 \cdot 0.1 + 0,106)] = 1$$

$$C_H = 1 - 0,106 \cdot [(1 - r / r_H) / (2 \cdot h_H + 0,106)] = 1 - 0,106 \cdot [(1 - 150 / 3000) / (2 \cdot 0.1 + 0,106)] = 0.67$$

Els resultats obtinguts es presenten a la taula següent:

#### Tensió de pas en l'exterior i de pas en l'accés

Concepte	Valor calculat	Condicció	Valor admissible
Tensió pas exterior	$U'_p = 963 \text{ V}$	$\leq$	$U_p = 9746,8 \text{ V}$
Tensió pas accés	$U'_p(\text{acc}) = 2902,5 \text{ V}$	$\leq$	$U_p(\text{acc}) = 18978,56 \text{ V}$

#### Tensió i intensitat de defecte

Concepte	Valor calculat	Condicció	Valor admissible
Augment potencial	$U_e = 4860 \text{ V}$	$\leq$	$UBT = 10000 \text{ V}$
Intensitat defecte	$I_d = 300 \text{ A}$	$>$	

#### **Investigació de les terres transferibles a l'exterior**

Com que no hi ha mitjans de transferència de tensions a l'exterior no es considera necessari un estudi per a la seva reducció o eliminació.

No obstant això, per garantir que el sistema de posada a terra de servei no assoleixi tensions elevades quan es produeix un defecte, hi haurà una distància de separació mínima ( $D_{n-p}$ ), entre els elèctrodes dels sistemes de posada a terra de protecció i de servei.

$$D_{n-p} \geq (P \cdot I_d) / (2000 \cdot \pi) = (150 \cdot 300) / (2000 \cdot \pi) = 7.16 \text{ m.}$$

Sent:

$P$  = Resistivitat del terreny a  $\Omega\text{m}$ .

$I_d$  = Intensitat de defecte a A.

La connexió des del centre fins a la primera pica de l'elèctrode de servei es farà amb cable de Cu de 50 mm<sup>2</sup>, aïllat de 0,6/1 kV sota tub plàstic amb grau de protecció a l'impacte mecànic de 7 com a mínim.

**Núria Pla Vallès**

**TREBALL DE FI DE GRAU**

**Grau en Enginyeria Elèctrica**

**Dirigit per Lluís Massagués Vidal**

**PROJECTE EXECUTIU D'UNA INSTAL·LACIÓ SOLAR FOTOVOLTAICA DE 5  
MWP CONNECTADA A LA SUBESTACIÓ ELÈCTRICA LA SELVA DEL CAMP**

**ANNEX V: CÀLCULS DE LA LÍNIA DE DISTRIBUCIÓ**



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

**Tarragona**

**Curs 2022-23**



## V.1 OBJECTE

En aquest annex número V, es mostren els càlculs i les justificacions per al disseny i dimensionament de la línia de distribució en mitja tensió, els quals han estat generats pel programa dmElect.

## V.2 LÍNIA AÈRIA DE MITJA TENSIÓ

### V.2.1 DADES GENERALS DE LA LÍNIA

<b>LÍNIA DE MT</b>		
Tensió de la línia	25	kV
Tensió més elevada de la línia	30	kV
Velocitat del vent	120	km/h
Zones	A	
<b>CONDUCTOR</b>		
Denominació	LA-110 (94-AL1/22-ST1A)	
Secció	116,2	mm <sup>2</sup>
Diàmetre	14	mm
Càrrega de Trencament	4310	daN
Mòdul d'elasticitat	8000	daN/mm <sup>2</sup>
Coeficient de dilatació lineal	$17,8 \cdot 10^{-6}$	
Pes propi	0,425	daN/m
Pes propi més sobrecàrrega de vent	0,941	daN/m
Pes propi més sobrecàrrega amb la meitat del vent	0,598	daN/m
Pes propi més sobrecàrrega de gel (Zona B)	1,098	daN/m
Pes propi més sobrecàrrega de gel (Zona C)	1,772	daN/m

## V.2.2 CÀLCULS ELÈCTRICS

### Capacitat de transport del cable

La potència màxima a transportar per la línia serà:

$$P_{m\grave{a}x} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I_{m\grave{a}x} \cdot \cos \varphi_{med}$$

Essent:

$P_{m\grave{a}x}$ : Potència màxima a transportar, en kW.

U: Tensió nominal de la línia, en kV.

$I_{m\grave{a}x}$ : Intensitat màxima admissible del conductor, en A.

$\cos \varphi_{med}$ : Factor de potència mitjà de les càrregues receptores.

La intensitat màxima admissible de corrent s'obté d'acord amb el que s'indica en el l' apartat 4.2 de la ITC-LAT 07.

La densitat màxima de corrent admissible per un conductor de secció S s'obté de la taula 11 de l'apartat esmentat, interpolant entre la secció inferior i superior i aplicant el corresponent coeficient reductor en funció de la seva composició.

$$I_{m\grave{a}x} = \sigma \cdot S$$

Essent:

$\sigma$ : Densitat màxima admissible per un conductor, en A/mm<sup>2</sup>.

S: Secció del conductor, en mm<sup>2</sup>.

### Caiguda de tensió

La caiguda de tensió vindrà donada per la següent expressió:

$$\Delta U = \frac{P \cdot L}{U} \cdot (R_{50} + X \cdot \tan \varphi) \text{ en valor absolut}$$

$$\Delta U(\%) = \frac{P \cdot L}{10 \cdot U^2} \cdot (R_{50} + X \cdot \tan \varphi) \text{ en valor percentual}$$

Essent:

$\Delta U$ : Caiguda de tensió, en V.

P: Potència a transportar, en kW.

L: Longitud de la línia, en km.

U: Tensió nominal de la línia, en kV.

R<sub>50</sub>: Resistència del conductor a 50°C a Ω/km.

X. Reactància del conductor, en Ω /km.

φ: Angle de desfasament, en radians.

### **Pèrdues de potència**

S'analitzaran les pèrdues de potència per efecte Joule en la línia calculades d'acord a la següent expressió:

$$\Delta P = 3 \cdot R_{50} \cdot L \cdot I^2$$

Essent:

ΔP: Perdudes de potència per efecte Joule

R<sub>50</sub>: Resistència del conductor a 50°C a Ω/km.

L: Longitud de la línia, en km.

I: Intensitat de la línia, en ampers.

## **V.2.2 CÀLCULS MECÀNICS**

### **Distàncies de seguretat**

#### **Distància dels conductors al terreny**

L'alçada dels suports serà la necessària perquè els conductors, amb la seva màxima fletxa vertical, quedin situats per sobre de qualsevol punt del terreny o superfícies d'aigua no navegables a una alçada mínima de:

$$dst_{des} = D_{add} + D_{el} = 5,3 + 0,27 = 5,57 \text{ m.}; \text{mínim } 6\text{m.}$$

$$dst_{des} = 6 \text{ m}; dst_{ais} = 6 \text{ m}; dst_{rec} = 6 \text{ m.}$$

Sent,

Dadd = Distància d'aïllament addicional, per assegurar el valor Del amb el terreny.

Del = Distància d' aïllament en l' aire mínima especificada, per prevenir una descàrrega disruptiva entre conductors de fase i objectes a potencial de terra en sobretensions de front lent o ràpid.

Distància dels conductors entre si

La distància dels conductors entre si D ha de ser com a mínim:

$$D_{des} = k \cdot \sqrt{(F + L)} + k' \cdot D_{pp}; D_{rec} = 1/3 \cdot k \cdot \sqrt{(F + L)} + k' \cdot D_{pp}$$

Sent, k = Coeficient que depèn de l' oscil·lació dels conductors amb el vent.

L = Longitud de la cadena de suspensió (m). Si la cadena és d'amarrament L = 0.

F = Fletxa màxima (m).

Dpp = Distància d'aïllament en l'aire mínima especificada, per prevenir una descàrrega disruptiva entre conductors de fase durant sobretensions de front lent o ràpid.

<b>Suport 13</b>	
$D_{des} = 0,6 \cdot \sqrt{(2,55 + 0,6)} + 0,75 \cdot 0,33$	1,31 m
<b>Suport 14</b>	
$D_{des} = 0,6 \cdot \sqrt{(2,21 + 0,6)} + 0,75 \cdot 0,33$	1,25 m
<b>Suport 15</b>	
$D_{des} = 0,6 \cdot \sqrt{(2,21 + 0,6)} + 0,75 \cdot 0,33$	1,25 m
<b>Suport 16</b>	
$D_{des} = 0,6 \cdot \sqrt{(2,21 + 0,6)} + 0,75 \cdot 0,33$	1,25 m
<b>Suport 17</b>	
$D_{des} = 0,6 \cdot \sqrt{(2,21 + 0,6)} + 0,75 \cdot 0,33$	1,25 m
<b>Suport 18</b>	
$D_{des} = 0,6 \cdot \sqrt{(2,29 + 0,6)} + 0,75 \cdot 0,33$	1,37 m
<b>Suport 19</b>	
$D_{des} = 0,6 \cdot \sqrt{(2,29 + 0,6)} + 0,75 \cdot 0,33$	1,37 m
<b>Suport 20</b>	
$D_{des} = 0,6 \cdot \sqrt{(2,29 + 0,6)} + 0,75 \cdot 0,33$	1,37 m

### Distància dels conductors al suport

La distància mínima dels conductors al suport desa serà de:

$$d_{sa} = D_{el} = 0,27 \text{ m.}; \text{mínim } 0,2 \text{ m.}$$

$$d_{sa} = 0,27 \text{ m.}$$

Sent:

$D_{el}$  = Distància d' aïllament en l' aire mínima especificada, per prevenir una descàrrega disruptiva entre conductors de fase i objectes a potencial de terra en sobretensions de front lent o ràpid.

### Angle de desviació de la cadena de suspensió

A causa de l'esforç del vent sobre els conductors, les cadenes de suspensió en els suports pateixen una desviació respecte a la vertical. L'angle màxim de desviació de la cadena a no podrà ser superior a l' angle  $\beta$  màxim permès perquè es mantingui la distància del conductor al suport.

$$\text{tg } \gamma = (P_v + E_{ca}/2) / (P - X^{\circ}C + V/2 + P_{ca}/2) = E_{tv} / P_t, \text{ en suports d'alineació.}$$

$$\text{tg } \gamma = (P_v \cdot \cos[(180-\alpha)/2] + R_{av} + E_{ca}/2) / (P - X^{\circ}C + V/2 + P_{ca}/2) = E_{tv} / P_t, \text{ en suports d'angle.}$$

Sent,

$\text{tg } \gamma$  = Tangent de l' angle que forma la cadena de suspensió amb la vertical, en desviar-se per l' acció del vent.

$P_v$  = Esforç de la meitat de la pressió de vent sobre el conductor (120 km/h) (daN).

$E_{ca}$  = Esforç de la meitat de la pressió de vent sobre la cadena d'aïlladors i ferramentes (120 km/h) (daN).

$P - X^{\circ}C + V/2$  = Pes total del conductor que gravita sobre el suport en les condicions d'una  $T^a X$  (- 5 °C en zona A, -10 °C en zona B, -15 °C en zona C) amb sobrecàrrega meitat de la pressió de vent (120 km/h) (daN).

$P_{ca}$  = Pes de la cadena d'aïlladors i ferramentes (daN).

$\alpha$  = Angle que formen els conductors de la línia (gr. sexa.).

Rav = Resultant d'angle en les condicions de -5 °C en zona A, -10 °C en zona B i -15 °C en zona C amb sobrecàrrega meitat de la pressió de vent (120 km/h) (daN).

Si el valor de l'angle de desviació de la cadena "g" és major de l'angle màxim permès "m", s'haurà de col·locar un contrapès de valor:

$$G = E_{tv} / \operatorname{tg} \mu - P_t$$

### Suports amb cadenes de suspensió

<b>Suport 13</b>	
$\operatorname{tg} \gamma = (P_v + E_{ca}/2) / (P_{-5^\circ\text{C}} + V/2 + P_{ca}/2) = (51,75 + 3,4/2) / (67,46 + 10,02/2)$	0,74
$\gamma = 36,41^\circ$	
$\mu = 63,26^\circ$	
<b>Suport 14</b>	
$\operatorname{tg} \gamma = (P_v + E_{ca}/2) / (P_{-5^\circ\text{C}} + V/2 + P_{ca}/2) = (49,69 + 3,4/2) / (34,69 + 10,02/2)$	1,29
$\gamma = 52,31^\circ$	
$\mu = 63,26^\circ$	
<b>Suport 15</b>	
$\operatorname{tg} \gamma = (P_v + E_{ca}/2) / (P_{-5^\circ\text{C}} + V/2 + P_{ca}/2) = (56,31 + 3,4/2) / (76,04 + 10,02/2)$	0,72
$\gamma = 35,59^\circ$	
$\mu = 63,26^\circ$	
<b>Suport 16</b>	
$\operatorname{tg} \gamma = (P_v + E_{ca}/2) / (P_{-5^\circ\text{C}} + V/2 + P_{ca}/2) = (56,31 + 3,4/2) / (37,93 + 10,02/2)$	1,35
$\gamma = 53,49^\circ$	
$\mu = 63,26^\circ$	
<b>Suport 17</b>	
$\operatorname{tg} \gamma = (P_v + E_{ca}/2) / (P_{-5^\circ\text{C}} + V/2 + P_{ca}/2) = (56,32 + 3,4/2) / (66,52 + 10,02/2)$	0,81

$\gamma = 39,05^\circ$	
$\mu = 63,26^\circ$	
<b>Suport 18</b>	
$\text{tg } \gamma = (P_v + E_{ca}/2) / (P - 5^\circ\text{C} + V/2 + P_{ca}/2) = (60,51 + 3,4/2) / (59,28 + 10,02/2)$	0,97
$\gamma = 44,06^\circ$	
$\mu = 63,26^\circ$	
<b>Suport 19</b>	
$\text{tg } \gamma = (P_v + E_{ca}/2) / (P - 5^\circ\text{C} + V/2 + P_{ca}/2) = (64,72 + 3,4/2) / (65,49 + 10,02/2)$	0,94
$\gamma = 43,29^\circ$	
$\mu = 63,26^\circ$	
<b>Suport 20</b>	
$\text{tg } \gamma = (P_v + E_{ca}/2) / (P - 5^\circ\text{C} + V/2 + P_{ca}/2) = (64,72 + 3,4/2) / (65,5 + 10,02/2)$	0,94
$\gamma = 43,29^\circ$	
$\mu = 63,26^\circ$	

***Tensions i fletxes en hipòtesis reglamentaries***

Vano	Conductor	Longitud (m)	Desnivell (m)	Vano Regula. (m)	Hipòtesi de tensió màxima	Hipòtesi de fletxa màxima				Hipòtesi de fletxa mínima	Hipòtesi de càlcul de suports	Desviació cadenes d'aïlladores
					-5°C+V Toh (daN)	15°C+V		50°C		-5°C F (m)	-5°C Th (daN)	-5°C + V/2 Th (daN)
						Th (daN)	F (m)	Th (daN)	F (m)			
12-13	LA-110 (94-AL1/22-ST1A)	143,78	4,67	140,69	1.129,3	977,1	2,49	431,2	2,55	1,36	1.129,3	920
13-14	LA-110 (94-AL1/22-ST1A)	102,5	0,96	140,69	1.129,3	977,1	1,27	431,2	1,29	0,69	1.129,3	920
14-15	LA-110 (94-AL1/22-ST1A)	134	4,45	140,69	1.129,3	977,1	2,16	431,2	2,21	1,18	1.129,3	920
15-16	LA-110 (94-AL1/22-ST1A)	134	0,55	140,69	1.129,3	977,1	2,16	431,2	2,21	1,18	1.129,3	920
16-17	LA-110 (94-AL1/22-ST1A)	134	4,45	140,69	1.129,3	977,1	2,16	431,2	2,21	1,18	1.129,3	920
17-18	LA-110 (94-AL1/22-ST1A)	134	2,5	140,69	1.129,3	977,1	2,16	431,2	2,21	1,18	1.129,3	920
18-19	LA-110 (94-AL1/22-ST1A)	154	3,33	140,69	1.129,3	977,1	2,86	431,2	2,92	1,56	1.129,3	920

19- 20	LA-110 (94- AL1/22- ST1A)	154	3,33	140,69	1.129,3	977,1	2,86	431,2	2,92	1,56	1.129,3	920
20- 21	LA-110 (94- AL1/22- ST1A)	154	3,33	140,69	1.129,3	977,1	2,68	431,2	2,92	1,56	1.129,3	920

***Tensions i fletxes de l'estesa***

Vano	-5°C		0°C		5°C		10°C		15°C		20°C		25°C		30°C		35°C		40°C		45°C		50°C		EDS
	T (da N)	F (m)	T (da N)	F (m)	T (da N)	F (m)	T (da N)	F (m)	T (da N)	F (m)	T (da N)	F (m)	T (da N)	F (m)	T (da N)	F (m)	T (da N)	F (m)	T (da N)	F (m)	T (da N)	F (m)	T (da N)	F (m)	
12-13	808,5	1,36	756,1	1,45	707,6	0,79	663,2	1,66	622,7	1,76	586	1,88	553	1,99	523,2	2,1	496,5	2,21	472,4	2,33	450,7	2,44	431,2	2,55	14,45
13-14	808,5	0,69	756,1	0,74	707,6	1,35	663,2	0,84	622,7	0,9	586	0,95	553	1,01	523,2	1,07	496,5	1,12	472,4	1,18	450,7	1,24	431,2	1,29	14,45
14-15	808,5	1,18	756,1	1,26	707,6	1,35	663,2	1,44	622,7	1,53	586	1,63	553	1,73	523,2	1,82	496,5	1,92	472,4	2,02	450,7	2,12	431,2	2,21	14,45
15-16	808,5	1,18	756,1	1,26	707,6	1,35	663,2	1,44	622,7	1,53	586	1,63	553	1,73	523,2	1,82	496,5	1,92	472,4	2,02	450,7	2,12	431,2	2,21	14,45
16-17	808,5	1,18	756,1	1,26	707,6	1,35	663,2	1,44	622,7	1,53	586	1,63	553	1,73	523,2	1,82	496,5	1,92	472,4	2,02	450,7	2,12	431,2	2,21	14,45
17-18	808,5	1,18	756,1	1,26	707,6	1,35	663,2	1,44	622,7	1,53	586	1,63	553	1,73	523,2	1,82	496,5	1,92	472,4	2,02	450,7	2,12	431,2	2,21	14,45
18-19	808,5	1,56	756,1	1,67	707,6	1,78	663,2	1,9	622,7	2,02	586	2,15	553	2,28	523,2	2,41	496,5	2,54	472,4	2,67	450,7	2,8	431,2	2,92	14,45
19-20	808,5	1,56	756,1	1,67	707,6	1,78	663,2	1,9	622,7	2,02	586	2,15	553	2,28	523,2	2,41	496,5	2,54	472,4	2,67	450,7	2,8	431,2	2,92	14,45
20-21	808,5	1,56	756,1	1,67	707,6	1,78	663,2	1,9	622,7	2,02	586	2,15	553	2,28	523,2	2,41	496,5	2,54	472,4	2,67	450,7	2,8	431,2	2,92	14,45



**Càlcul de suports**

Suport	Tipus	Hipòtesi 1 <sup>a</sup> (vent)		Hipòtesi 3 <sup>a</sup> (desequilibri de traccions)			Distància mínima conductor (m)
		V (daN)	T (daN)	V (daN)	T (daN)	L (daN)	
13	Alineació suspensió	347,5	283,7	347,5		232,3	1,31
14	Alineació suspensió	269,5	264,8	269,5	187,6	232	1,25
15	Alineació suspensió	370,6	307,2	370,6		232,3	1,25
16	Alineació suspensió	281,5	297,8	281,5		225,2	1,25
17	Alineació suspensió	348,3	307,2	348,3		232,3	1,25
18	Alineació suspensió	334,2	328,8	334,2	61,9	233	1,37
19	Alineació suspensió	351,6	350,4	351,6		232,3	1,37
20	Alineació suspensió	351,6	350,4	351,6		232,3	1,37

**Suports adoptats**

Suport	Tipus	Constitució	Co ef. seg	Altura total (m)	Esf. Nomina l (daN)	Esf.V er.s.T ors. (daN)	Esf.V er.c.T ors (daN)	Dist. Torsió (m)	Pes (daN)
13	Alineació suspensió	Gelosia recte	N	14	500	600	500	1,5	372
14	Alineació suspensió	Gelosia recte	N	12	500	600	500	1,5	307
15	Alineació suspensió	Gelosia recte	N	14	500	600	500	1,5	372
16	Alineació suspensió	Gelosia recte	N	12	500	600	500	1,5	307
17	Alineació suspensió	Gelosia recte	N	14	500	600	500	1,5	372
18	Alineació suspensió	Gelosia recte	N	14	500	600	500	1,5	372
19	Alineació suspensió	Gelosia recte	N	14	500	600	500	1,5	372
20	Alineació suspensió	Gelosia recte	N	14	500	600	500	1,5	372



**Creueres adoptades**

Suport	Tipus	Constitució	Muntatge	D.C. Creue ta (m)	Braç sup. (m)	Braç mig (m)	Braç inf. (m)	D.V. Braç (m)	Pes (daN)
13	Alineació suspensió	Gelosia recte	A portell	2,4	1,25	1,5	1,25	1,2	125
14	Alineació suspensió	Gelosia recte	A portell	2,4	1,25	1,5	1,25	1,2	125
15	Alineació suspensió	Gelosia recte	A portell	2,4	1,25	1,5	1,25	1,2	125
16	Alineació suspensió	Gelosia recte	A portell	2,4	1,25	1,5	1,25	1,2	125
17	Alineació suspensió	Gelosia recte	A portell	2,4	1,25	1,5	1,25	1,2	125
18	Alineació suspensió	Gelosia recte	A portell	2,4	1,25	1,5	1,25	1,2	125
19	Alineació suspensió	Gelosia recte	A portell	2,4	1,25	1,5	1,25	1,2	125
20	Alineació suspensió	Gelosia recte	A portell	2,4	1,25	1,5	1,25	1,2	125

**Càlcul de cimentacions**

Suport	Tipus	Esf.Ut il Punta (daN)	Alt.Lliure Sup. (m)	Mom. Cond. (daN.m)	Esf.V. Sup. (daN)	Alt.V. Sup. (m)	Mom. V. Sup. (m)	Mom. Tot.F.E (daN.m)	Ampl e ciment A (m)	Altura ciment H (m)	MONOBLOQUE	
											Coef. Comp. (daN/m <sup>3</sup> )	Mom.Abs.C (daN.m)
13	Alineació suspensió	500	12,6	6.300	318,7	5,8	1.847,8	8.147,8	1,09	1,65	10	13.561,62
14	Alineació suspensió	500	10,65	5.325	273,7	4,98	1.363,3	6.688,3	1,02	1,6	10	11.138,61
15	Alineació suspensió	500	12,6	6.300	318,7	5,8	1.847,8	8.147,8	1,09	1,65	10	13.561,62
16	Alineació suspensió	500	10,65	5.325	273,7	4,98	1.363,3	6.688,3	1,02	1,6	10	11.138,61
17	Alineació suspensió	500	12,6	6.300	318,7	5,8	1.847,8	8.147,8	1,09	1,65	10	13.561,62
18	Alineació suspensió	500	12,6	6.300	318,7	5,8	1.847,8	8.147,8	1,09	1,65	10	13.561,62
19	Alineació suspensió	500	12,6	6.300	318,7	5,8	1.847,8	8.147,8	1,09	1,65	10	13.561,62
20	Alineació suspensió	500	12,6	6.300	318,7	5,8	1.847,8	8.147,8	1,09	1,65	10	13.561,62

**Càlcul de cadenes d'aïlladors**

Supor t	Tipus	Denom.	Qa (daN)	Diam. Aïll. (mm)	Llf (mm)	Long. Aïll (m)	Pes. Aïll. (daN)	N.Ai ll	Nia (cm/ KV)	Lca (m)	L.A. (m)	Pca (daN)	Eca (daN)	Pv+Pca (daN)	Csmv	Toh.ncf (daN)	Csmh	E.V. - 5°C (daN)
13	Alineació suspensió	U70BS	7.000	255	295	0,13	3,34	3	2,5	0,56	0,05	10,02	6,8	74,16	94,39	103,52	67,62	243,1
14	Alineació suspensió	U70BS	7.000	255	295	0,13	3,34	3	2,5	0,56	0,05	10,02	6,8	48,16	145,3 5	119,7	58,48	123,1
15	Alineació suspensió	U70BS	7.000	255	295	0,13	3,34	3	2,5	0,56	0,05	10,02	6,8	81,87	85,5	112,65	62,14	271,6
16	Alineació suspensió	U70BS	7.000	255	295	0,13	3,34	3	2,5	0,56	0,05	10,02	6,8	52,16	134,2	112,65	62,14	130,4
17	Alineació suspensió	U70BS	7.000	255	295	0,13	3,34	3	2,5	0,56	0,05	10,02	6,8	74,45	94,03	112,66	62,13	236,3
18	Alineació suspensió	U70BS	7.000	255	295	0,13	3,34	3	2,5	0,56	0,05	10,02	6,8	69,74	100,3 7	121,06	57,82	206,5
19	Alineació suspensió	U70BS	7.000	255	295	0,13	3,34	3	2,5	0,56	0,05	10,02	6,8	75,53	92,68	129,48	54,06	226,5
20	Alineació suspensió	U70BS	7.000	255	295	0,13	3,34	3	2,5	0,56	0,05	10,02	6,8	75,54	92,67	129,48	54,06	226,5



**Fletxes en hipòtesi de tracció màxima**

Vano	Conductor	Longitud (m)	Desnivell l (m)	Vano Regula. (m)	Hipòtesi de tensió màxima
					-5°C+V F (m)
12-13	LA-110 (94-AL1/22- ST1A)	143,78	4,67	140,69	2,16
13-14	LA-110 (94-AL1/22- ST1A)	102,5	0,96	140,69	1,09
14-15	LA-110 (94-AL1/22- ST1A)	134	4,45	140,69	1,87
15-16	LA-110 (94-AL1/22- ST1A)	134	0,55	140,69	1,87
16-17	LA-110 (94-AL1/22- ST1A)	134	4,45	140,69	1,87
17-18	LA-110 (94-AL1/22- ST1A)	134	2,5	140,69	1,87
18-19	LA-110 (94-AL1/22- ST1A)	154	3,33	140,69	2,47
19-20	LA-110 (94-AL1/22- ST1A)	154	3,33	140,69	2,47
20-21	LA-110 (94-AL1/22- ST1A)	154	3,33	140,69	2,47

## V.3 LÍNIA SUBTERRÀNIA DE MITJA TENSIO

### V.3.1 FORMULES GENERALS

Emprarem les següents:

$$I = S \times 1000 / 1.732 \times U = \text{Ampers (A)}$$

$$e = 1.732 \times I [(L \times \text{Cos } \varphi / k \times s \times n) + (X_u \times L \times \text{Sen } \varphi / 1000 \times n)] = \text{volts (V)}$$

On,

I = Intensitat en Ampers.

e = Caiguda de tensió en Volts.

S = Potència de càlcul en kVA.

U = Tensió de servei en volts.

s = Secció del conductor en mm<sup>2</sup>.

L = Longitud de càlcul en metres.

K = Conductivitat.

Cos  $\varphi$  = Cosinus de fi. Factor de potència.

X<sub>u</sub> = Reactància per unitat de longitud en mW/m.

n = N<sup>o</sup> de conductors per fase.

#### Fórmula conductivitat elèctrica

$$K = 1/\rho$$

$$r = \rho_{20} [1 + \alpha (T - 20)]$$

$$T = T_0 + [(T_{\text{max}} - T_0) (I/I_{\text{max}})^2]$$

Enviat,

K = Conductivitat del conductor a la temperatura T.

$\rho$  = Resistivitat del conductor a la temperatura T.

$\rho_{20}$  = Resistivitat del conductor a 20°C. (Conductors bimetàl·lics,  $\rho_{20} = S_{\text{total}}/\Sigma(s/\rho)$ ,

sent  $\rho$  i s la resistivitat i secció dels diferents metalls que componen el conductor)

$$C_u = 0,017241 \text{ ohmiosxmm}^2/\text{m}$$

$$A_l = 0.028264 \text{ ohmiosxmm}^2/\text{m}$$

$$A_{lMgSi} = 0,03250 \text{ ohmiosxmm}^2/\text{m}$$

$$A_c \text{ (Acer)} = 0.192 \text{ ohmiosxmm}^2/\text{m}$$

$$A_c\text{-}A_l \text{ (Acer recobert Al)} = 0.0848 \text{ ohmiosxmm}^2/\text{m}$$

$\alpha$  = Coeficient de temperatura:

$$C_u = 0.003929$$



$\Delta l$  y altres conductors = 0.004032

T = Temperatura del conductor (°C).

T<sub>0</sub> = Temperatura ambient (°C):

Cables soterrats = 25 ° C

Cables a l' aire = 40 ° C

T<sub>max</sub> = Temperatura màxima admissible del conductor (°C):

XLPE, EPR = 90 ° C

HEPR = 90 ° C (105 ° C, U<sub>0</sub> /U <= 18/30 sq)

PVC = 70 ° C

Conductors Recoberts = 90 ° C

Conductors Nus = 85 ° C

I = Intensitat prevista pel conductor (A).

I<sub>max</sub> = Intensitat màxima admissible del conductor (A).

### V.3.1 DADES GENERALS DE LA LÍNIA

LÍNIA DE MT	
Tensió (V)	25.000
Caiguda de tensió màxima (%)	0,5
Cos φ	0,8
Coefficient de simultaneïtat	1

#### Caiguda de tensió total en els diferents itineraris

1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20-21-22-23-24-25-26 = **0.05 %**

27-28-29-30-31-32-33-34-35-36-37-38-39-40-41-42-43-44-45 = **0.05 %**



**Pèrdues de potència activa en kW**

Línia	Nus Orig.	Nus Dest.	Pèrdua Potencia Activa Rama. $3RI^2(kW)$	Pèrdua Potencia Activa Total Itinerario. $3RI^2(kW)$
1	1	2	0,036	
2	2	3	0,036	
3	3	4	0,036	
4	4	5	0,036	
5	5	6	0,036	
6	6	7	0,036	
7	7	8	0,036	
8	8	9	0,012	
9	9	10	0,036	
10	10	11	0,036	
11	11	12	0,036	
12	12	13	0,035	
13	13	14	0,036	
14	14	15	0,036	
15	15	16	0,036	
16	16	17	0,036	
17	17	18	0,036	
18	18	19	0,036	
19	19	20	0,036	
20	20	21	0,027	
21	21	22	0,036	
22	22	23	0,036	
23	23	24	0,036	
24	24	25	0,029	
25	25	26	0,015	0,848
26	26	27	0,036	
27	27	28	0,036	
28	28	29	0,036	
29	29	30	0,036	

30	30	31	0,036	
31	31	32	0,036	
32	32	33	0,036	
33	33	34	0,012	
34	34	35	0,036	
35	35	36	0,036	
36	36	37	0,036	
37	37	38	0,035	
38	38	39	0,036	
39	39	40	0,036	
40	40	41	0,036	
41	41	42	0,036	
42	42	43	0,036	
43	43	44	0,036	
44	44	45	0,036	
45	45	46	0,027	1,526

**Resultats de rames i nusos**

Nu s Ori g.	Nu s De st.	Lon g. (m)	Metall/Xu (mW/m)	Canal.	Desing	Polar.	I. Càl cul (A)	Secció (mm <sup>2</sup> )	D.tub (mm)	I. Adm (A)/Fci	C.d.t. (V)	Tensi ó Nus (V)	C.d. t. (%) )	Carreg a Nus
1	2	30	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 H25	18/30 Unip.	57,73	3x240	200	263,68/0,824	0	25.000	0	57,735 A (2.500 kVA)
2	3	30	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 H25	18/30 Unip.	57,74	3x240	200	263,68/0,824	0,562	24.999,43 8	0,002	0 A (0 kVA)
3	4	30	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 H25	18/30 Unip.	57,73	3x240	200	263,68/0,824	1,124	24.998,87 7	0,004	0 A (0 kVA)
4	5	30	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 H25	18/30 Unip.	57,73	3x240	200	263,68/0,824	1,686	24.998,31 4	0,007	0 A (0 kVA)
5	6	30	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 H25	18/30 Unip.	57,74	3x240	200	263,68/0,824	2,248	24.997,75 2	0,009	0 A (0 kVA)
6	7	30	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 H25	18/30 Unip.	57,73	3x240	200	263,68/0,824	2,809	24.997,19 1	0,011	0 A (0 kVA)
7	8	30	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1	18/30 Unip.	57,73	3x240	200	263,68/0,824	3,371	24.996,62	0,013	0 A (0 kVA)

					H25							9		kVA)	
8	9	10	AI/0,15	En.B.Tu.	RHZ1	18/30	Unip.	57,74	3x240	200	263,68/0,824	3,933	24.996,06	0,016	0 A (0
					H25								6		kVA)
9	10	30	AI/0,15	En.B.Tu.	RHZ1	18/30	Unip.	57,74	3x240	200	263,68/0,824	4,121	24.995,87	0,016	0 A (0
					H25								9		kVA)
10	11	30	AI/0,15	En.B.Tu.	RHZ1	18/30	Unip.	57,73	3x240	200	263,68/0,824	4,682	24.995,31	0,019	0 A (0
					H25								8		kVA)
11	12	30	AI/0,15	En.B.Tu.	RHZ1	18/30	Unip.	57,74	3x240	200	263,68/0,824	5,244	24.994,75	0,021	0 A (0
					H25								6		kVA)
12	13	29	AI/0,15	En.B.Tu.	RHZ1	18/30	Unip.	57,73	3x240	200	263,68/0,824	5,806	24.994,19	0,023	0 A (0
					H25								3		kVA)
13	14	30	AI/0,15	En.B.Tu.	RHZ1	18/30	Unip.	57,74	3x240	200	263,68/0,824	6,349	24.993,65	0,025	0 A (0
					H25										kVA)
14	15	30	AI/0,15	En.B.Tu.	RHZ1	18/30	Unip.	57,73	3x240	200	263,68/0,824	6,911	24.993,08	0,028	0 A (0
					H25								8		kVA)
15	16	30	AI/0,15	En.B.Tu.	RHZ1	18/30	Unip.	57,74	3x240	200	263,68/0,824	7,473	24.992,52	0,03	0 A (0
					H25								7		kVA)
16	17	30	AI/0,15	En.B.Tu.	RHZ1	18/30	Unip.	57,74	3x240	200	263,68/0,824	8,035	24.991,96	0,032	0 A (0
					H25								5		kVA)
17	18	30	AI/0,15	En.B.Tu.	RHZ1	18/30	Unip.	57,74	3x240	200	263,68/0,824	8,597	24.991,40	0,034	0 A (0

					H25							2		kVA)	
18	19	30	AI/0,15	En.B.Tu.	RHZ1	18/30	Unip.	57,73	3x240	200	263,68/0,824	9,159	24.990,84	0,037	0 A (0
					H25							2		kVA)	
19	20	30	AI/0,15	En.B.Tu.	RHZ1	18/30	Unip.	57,74	3x240	200	263,68/0,824	9,721	24.990,27	0,039	0 A (0
					H25							9		kVA)	
20	21	22	AI/0,15	En.B.Tu.	RHZ1	18/30	Unip.	57,74	3x240	200	263,68/0,824	10,283	24.989,71	0,041	0 A (0
					H25							7		kVA)	
21	22	30	AI/0,15	En.B.Tu.	RHZ1	18/30	Unip.	57,74	3x240	200	263,68/0,824	10,695	24.989,30	0,043	0 A (0
					H25							5		kVA)	
22	23	30	AI/0,15	En.B.Tu.	RHZ1	18/30	Unip.	57,73	3x240	200	263,68/0,824	11,257	24.988,74	0,045	0 A (0
					H25							4		kVA)	
23	24	30	AI/0,15	En.B.Tu.	RHZ1	18/30	Unip.	57,74	3x240	200	263,68/0,824	11,818	24.988,18	0,047	0 A (0
					H25							2		kVA)	
24	25	24	AI/0,15	En.B.Tu.	RHZ1	18/30	Unip.	57,74	3x240	200	263,68/0,824	12,38	24.987,61	0,05	0 A (0
					H25							9		kVA)	
25	26	12	AI/0,15	En.B.Tu.	RHZ1	18/30	Unip.	57,73	3x240	200	263,68/0,824	12,83	24.987,17	0,051	0 A (0
					H25									kVA)	
26		31										13,055	24.986,94	0,052*	-57,735 A
												5			(-2.500 KVA)

26	27	30	AI/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 H25	18/30	Unip.	57,73	3x240	200	263,68/0,824	0	25.000	0	57,735	A
															(2.500	kVA)
27	28	30	AI/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 H25	18/30	Unip.	57,74	3x240	200	263,68/0,824	0,562	24.999,43	0,002	0	A (0
													8		kVA)	
28	29	30	AI/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 H25	18/30	Unip.	57,73	3x240	200	263,68/0,824	1,124	24.998,87	0,004	0	A (0
													7		kVA)	
29	30	30	AI/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 H25	18/30	Unip.	57,73	3x240	200	263,68/0,824	1,686	24.998,31	0,007	0	A (0
													4		kVA)	
30	31	30	AI/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 H25	18/30	Unip.	57,74	3x240	200	263,68/0,824	2,248	24.997,75	0,009	0	A (0
													2		kVA)	
31	32	4	AI/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 H25	18/30	Unip.	57,73	3x240	200	263,68/0,824	2,809	24.997,19	0,011	0	A (0
													1		kVA)	
32	33	30	AI/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 H25	18/30	Unip.	57,73	3x240	200	263,68/0,824	3,371	24.996,62	0,013	0	A (0
													9		kVA)	
33	34	30	AI/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 H25	18/30	Unip.	57,74	3x240	200	263,68/0,824	3,933	24.996,06	0,016	0	A (0
													6		kVA)	
34	35	30	AI/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 H25	18/30	Unip.	57,74	3x240	200	263,68/0,824	4,121	24.995,87	0,016	0	A (0
													9		kVA)	
35	36	30	AI/0,15	En.B.Tu.	RHZ1	18/30	Unip.	57,73	3x240	200	263,68/0,824	4,682	24.995,31	0,019	0	A (0

					H25							8		kVA)	
36	37	30	A1/0,15	En.B.Tu.	RHZ1	18/30	Unip.	57,74	3x240	200	263,68/0,824	5,244	24.994,75	0,021	0 A (0
					H25								6		kVA)
37	38	30	A1/0,15	En.B.Tu.	RHZ1	18/30	Unip.	57,73	3x240	200	263,68/0,824	5,806	24.994,19	0,023	0 A (0
					H25								3		kVA)
38	39	30	A1/0,15	En.B.Tu.	RHZ1	18/30	Unip.	57,74	3x240	200	263,68/0,824	6,349	24.993,65	0,025	0 A (0
					H25										kVA)
39	40	30	A1/0,15	En.B.Tu.	RHZ1	18/30	Unip.	57,73	3x240	200	263,68/0,824	6,911	24.993,08	0,028	0 A (0
					H25								8		kVA)
40	41	30	A1/0,15	En.B.Tu.	RHZ1	18/30	Unip.	57,74	3x240	200	263,68/0,824	7,473	24.992,52	0,03	0 A (0
					H25								7		kVA)
41	42	30	A1/0,15	En.B.Tu.	RHZ1	18/30	Unip.	57,74	3x240	200	263,68/0,824	8,035	24.991,96	0,032	0 A (0
					H25								5		kVA)
42	43	22	A1/0,15	En.B.Tu.	RHZ1	18/30	Unip.	57,74	3x240	200	263,68/0,824	8,597	24.991,40	0,034	0 A (0
					H25								2		kVA)
43	44	30	A1/0,15	En.B.Tu.	RHZ1	18/30	Unip.	57,73	3x240	200	263,68/0,824	9,159	24.990,84	0,037	0 A (0
					H25								2		kVA)
44	45	30	A1/0,15	En.B.Tu.	RHZ1	18/30	Unip.	57,74	3x240	200	263,68/0,824	9,721	24.990,27	0,039	0 A (0
					H25								9		kVA)



**Resultat del càlcul de curtcircuits**

Scc = 500 MVA, U = 25 kV, tcc = 1 s, I<sub>pccM</sub> = 11.547,01 A

Línia	Nus Orig.	Nus Dest.	Secció (mm <sup>2</sup> )	I <sub>cccs</sub> (A)	PdeC (kA)
1	1	2	3x240	22.560	
2	2	3	3x240	22.560	
3	3	4	3x240	22.560	
4	4	5	3x240	22.560	
5	5	6	3x240	22.560	
6	6	7	3x240	22.560	
7	7	8	3x240	22.560	
8	8	9	3x240	22.560	
9	9	10	3x240	22.560	
10	10	11	3x240	22.560	
11	11	12	3x240	22.560	
12	12	13	3x240	22.560	
13	13	14	3x240	22.560	
14	14	15	3x240	22.560	
15	15	16	3x240	22.560	
16	16	17	3x240	22.560	
17	17	18	3x240	22.560	
18	18	19	3x240	22.560	
19	19	20	3x240	22.560	
20	20	21	3x240	22.560	
21	21	22	3x240	22.560	
22	22	23	3x240	22.560	
23	23	24	3x240	22.560	
24	24	25	3x240	22.560	
25	25	26	3x240	22.560	12,5
26	26	27	3x240	22.560	
27	27	28	3x240	22.560	
28	28	29	3x240	22.560	



29	29	30	3x240	22.560	
30	30	31	3x240	22.560	
31	31	32	3x240	22.560	
32	32	33	3x240	22.560	
33	33	34	3x240	22.560	
34	34	35	3x240	22.560	
35	35	36	3x240	22.560	
36	36	37	3x240	22.560	
37	37	38	3x240	22.560	
38	38	39	3x240	22.560	
39	39	40	3x240	22.560	
40	40	41	3x240	22.560	
41	41	42	3x240	22.560	
42	42	43	3x240	22.560	
43	43	44	3x240	22.560	
44	44	45	3x240	22.560	
45	45	46	3x240	22.560	

### Càlcul de curtcircuits en pantalles

#### Dades generals

$I_{pcc}$  a la pantalla = 1.000 A, Temps de durada c.c. a la pantalla = 1 s

#### Resultats

Secció pantalla = 25 mm<sup>2</sup>,  $I_{cc}$  admissible en pantalla = 4.630 A

**Núria Pla Vallès**

**TREBALL DE FI DE GRAU**

**Grau en Enginyeria Elèctrica**

**Dirigit per Lluís Massagués Vidal**

**PROJECTE EXECUTIU D'UNA INSTAL·LACIÓ SOLAR FOTOVOLTAICA DE 5  
MWP CONNECTADA A LA SUBESTACIÓ ELÈCTRICA LA SELVA DEL CAMP**

**ANNEX VI: DOCUMENTACIÓ TÈCNICA DELS EQUIPS**



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

**Tarragona**

**Curs 2022-23**



## **VI.1 OBJECTE**

En aquest annex número VI, es mostren les fitxes tècniques dels elements de la instal·lació. Aquesta documentació s'ha extret directament dels fabricants, per lo que es tracta de les dades específiques dels components, i sobre les quals s'han realitzat els càlculs corresponents.

La documentació es troba adjuntada a continuació, seguint l'ordre següent:

## **VI.2 MÒDULS FOTOVOLTAICS**

## **VI.3 INVERSOR**

## **VI.4 ESTRUCTURA**

## **VI.5 CAIXA D'STRINGS**

## **VI.5 CENTRES DE TRANSFORMACIÓ**



# HiKu7 Mono PERC

640 W ~ 670 W

CS7N-640 | 645 | 650 | 655 | 660 | 665 | 670MS

## MORE POWER



Module power up to 670 W  
Module efficiency up to 21.6 %



Up to 3.5 % lower LCOE  
Up to 5.7 % lower system cost



Comprehensive LID / LeTID mitigation technology, up to 50% lower degradation



Better shading tolerance

## MORE RELIABLE



40 °C lower hot spot temperature, greatly reduce module failure rate



Minimizes micro-crack impacts



Heavy snow load up to 5400 Pa, wind load up to 2400 Pa\*



**Enhanced Product Warranty on Materials and Workmanship\***



**Linear Power Performance Warranty\***

**1<sup>st</sup> year power degradation no more than 2%  
Subsequent annual power degradation no more than 0.55%**

\*According to the applicable Canadian Solar Limited Warranty Statement.

## MANAGEMENT SYSTEM CERTIFICATES\*

ISO 9001:2015 / Quality management system  
ISO 14001:2015 / Standards for environmental management system  
ISO 45001: 2018 / International standards for occupational health & safety

## PRODUCT CERTIFICATES\*

IEC 61215 / IEC 61730 / CE / INMETRO / MCS / UKCA  
UL 61730 / IEC 61701 / IEC 62716 / IEC 60068-2-68  
UNI 9177 Reaction to Fire: Class 1 / Take-e-way



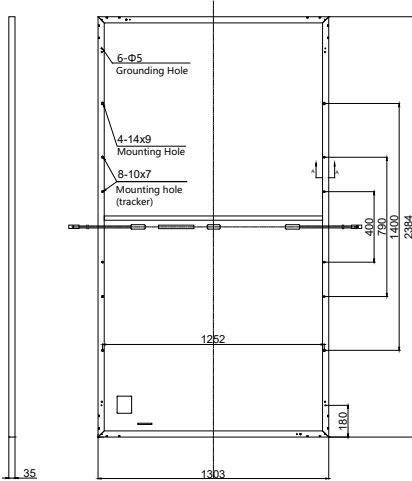
\* The specific certificates applicable to different module types and markets will vary, and therefore not all of the certifications listed herein will simultaneously apply to the products you order or use. Please contact your local Canadian Solar sales representative to confirm the specific certificates available for your Product and applicable in the regions in which the products will be used.

**CSI Solar Co., Ltd.** is committed to providing high quality solar products, solar system solutions and services to customers around the world. Canadian Solar was recognized as the No. 1 module supplier for quality and performance/price ratio in the IHS Module Customer Insight Survey, and is a leading PV project developer and manufacturer of solar modules, with over 55 GW deployed around the world since 2001.

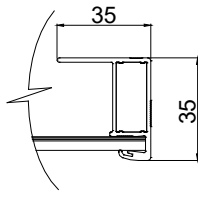
\* For detailed information, please refer to the Installation Manual.

## ENGINEERING DRAWING (mm)

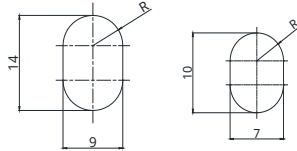
### Rear View



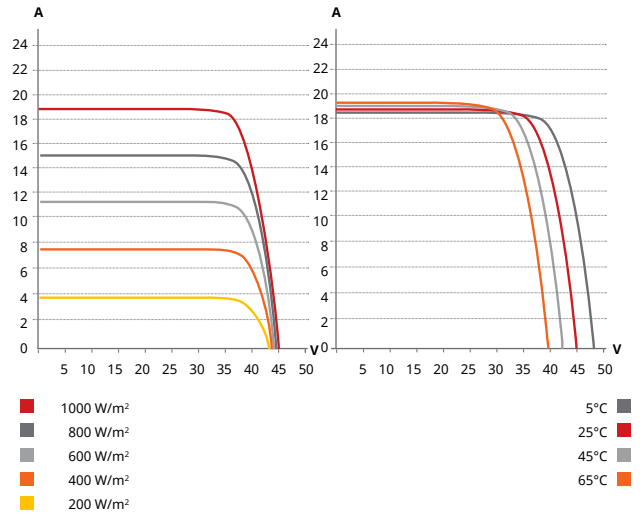
### Frame Cross Section A-A



### Mounting Hole



## CS7N-650MS / I-V CURVES



## ELECTRICAL DATA | STC\*

CS7N	640MS	645MS	650MS	655MS	660MS	665MS	670MS
Nominal Max. Power (Pmax)	640 W	645 W	650 W	655 W	660 W	665 W	670 W
Opt. Operating Voltage (Vmp)	37.5 V	37.7 V	37.9 V	38.1 V	38.3 V	38.5 V	38.7 V
Opt. Operating Current (Imp)	17.07 A	17.11 A	17.16 A	17.20 A	17.24 A	17.28 A	17.32 A
Open Circuit Voltage (Voc)	44.6 V	44.8 V	45.0 V	45.2 V	45.4 V	45.6 V	45.8 V
Short Circuit Current (Isc)	18.31 A	18.35 A	18.39 A	18.43 A	18.47 A	18.51 A	18.55 A
Module Efficiency	20.6%	20.8%	20.9%	21.1%	21.2%	21.4%	21.6%
Operating Temperature	-40°C ~ +85°C						
Max. System Voltage	1500V (IEC/UL) or 1000V (IEC/UL)						
Module Fire Performance	TYPE 1 (UL 61730 1500V) or TYPE 2 (UL 61730 1000V) or CLASS C (IEC 61730)						
Max. Series Fuse Rating	30 A						
Application Classification	Class A						
Power Tolerance	0 ~ + 10 W						

\* Under Standard Test Conditions (STC) of irradiance of 1000 W/m<sup>2</sup>, spectrum AM 1.5 and cell temperature of 25°C.

## ELECTRICAL DATA | NMOT\*

CS7N	640MS	645MS	650MS	655MS	660MS	665MS	670MS
Nominal Max. Power (Pmax)	480 W	484 W	487 W	491 W	495 W	499 W	502 W
Opt. Operating Voltage (Vmp)	35.2 V	35.3 V	35.5 V	35.7 V	35.9 V	36.1 V	36.3 V
Opt. Operating Current (Imp)	13.64 A	13.72 A	13.74 A	13.76 A	13.79 A	13.83 A	13.85 A
Open Circuit Voltage (Voc)	42.2 V	42.3 V	42.5 V	42.7 V	42.9 V	43.1 V	43.3 V
Short Circuit Current (Isc)	14.77 A	14.80 A	14.83 A	14.86 A	14.89 A	14.93 A	14.96 A

\* Under Nominal Module Operating Temperature (NMOT), irradiance of 800 W/m<sup>2</sup>, spectrum AM 1.5, ambient temperature 20°C, wind speed 1 m/s.

## MECHANICAL DATA

Specification	Data
Cell Type	Mono-crystalline
Cell Arrangement	132 [2 x (11 x 6)]
Dimensions	2384 x 1303 x 35 mm (93.9 x 51.3 x 1.38 in)
Weight	34.4 kg (75.8 lbs)
Front Cover	3.2 mm tempered glass
Frame	Anodized aluminium alloy, crossbar enhanced
J-Box	IP68, 3 bypass diodes
Cable	4 mm <sup>2</sup> (IEC), 10 AWG (UL)
Cable Length (Including Connector)	460 mm (18.1 in) (+) / 340 mm (13.4 in) (-) (supply additional jumper cable: 2 lines / Pallet) or customized length*
Connector	T4 series or MC4-EVO2
Per Pallet	31 pieces
Per Container (40' HQ)	527 pieces

\* For detailed information, please contact your local Canadian Solar sales and technical representatives.

## TEMPERATURE CHARACTERISTICS

Specification	Data
Temperature Coefficient (Pmax)	-0.34 % / °C
Temperature Coefficient (Voc)	-0.26 % / °C
Temperature Coefficient (Isc)	0.05 % / °C
Nominal Module Operating Temperature	41 ± 3°C

## PARTNER SECTION




\* The specifications and key features contained in this datasheet may deviate slightly from our actual products due to the on-going innovation and product enhancement. CSI Solar Co., Ltd. reserves the right to make necessary adjustment to the information described herein at any time without further notice. Please be kindly advised that PV modules should be handled and installed by qualified people who have professional skills and please carefully read the safety and installation instructions before using our PV modules.


CSI Solar Co., Ltd.


199 Lushan Road, SND, Suzhou, Jiangsu, China, 215129, www.csisolar.com, support@csisolar.com


**GSL2000C / GSL2500C**  
DC1000V Container Solution



 Max. PV voltage up to 1000V  
Max. 40 DC inputs

 Max. DC/AC ratio up to 1.5  
Full power output under 50°C

 IP54 outdoor protection  
Modular design for  
Easy maintenance

 AGC/AVC  
Night SVG function  
LVRT/HVRT/FRT function

Technical Specifications

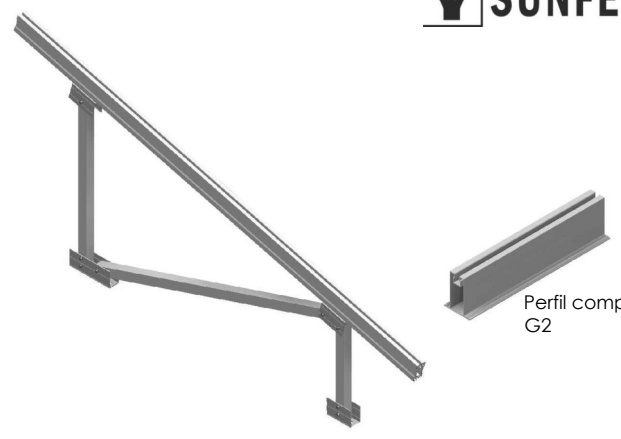
MODEL	GSL2000C	GSL2500C
<b>Input</b>		
Max. DC input voltage	1000Vdc	
MPPT voltage range	580~850Vdc	
Number of DC input	16(400A) / 40(200A)	
Max. input current	3870A	4400A
<b>Output</b>		
Rated output power	2000kW	2500kW
Max. output power	2200kW	2750kW
Rated output voltage	400Vac	
Output voltage range	(1±15%)×Rated AC Voltage (adjustable ±5%,±10%,±15%,±20%)	
Grid frequency range	50 / 60Hz(±4.5Hz) (adjustable)	
Rated AC output current	2888A	3608A
Max. AC output current	3176A	3970A
Power factor (cosΦ)	1 (0.9 leading - 0.9 lagging) (adjustable)	
THDi	<3%	
<b>System features</b>		
Max. efficiency	99%	
Euro efficiency	98.7%	
MPPT efficiency	>99%	
Standby (night time) losses	<100W	
Cooling type	Forced air cooling	
Communication interface	RS485, External Ethernet (optional)	
<b>Environment</b>		
Operating temperature range	-40 C ~ +60 C (More than 50 C derating)	
Humidity range	0 ~ 95% (non-condensing)	
Altitude	3000m	
Noise level	<65dB	
Protection rating	IP54	
<b>Protection devices</b>		
AC leakage current fault protection	Yes	
LVRT	Yes	
Ground fault protection	Yes	
Anti-islanding protection	Yes	
DC overvoltage protection	Yes	
<b>Physical</b>		
Dimensions W x D x H (mm)	2991x2438x2591	
Weight(t)	5	5.2

Specifications subject to change without prior notice.

# Ficha técnica

## Soporte inclinado para terreno para 2 filas de módulos

# 31V



Perfil compatible G2

- Soporte inclinado de 2 filas de módulos para terreno.
- Anclaje a hormigón.
- Disposición de los módulos: Vertical.
- Inclinación estándar 30°.
- Inclinaciones disponibles bajo pedido: 5°-10°-15°-20°-25°-35°
- Altura libre en punto más desfavorable 500 mm.
- Válido para espesores de módulos de 30 hasta 45 mm.
- Kits disponibles de 4 hasta 12 módulos.
- Tornillería de anclaje no incluida.

**NOTA:**  
Debido a las tolerancias del producto NO colocar los anclajes en la losa de hormigón antes de tener montado el pórtico. Una vez ensamblado el pórtico, marcar los agujeros de anclaje y perforar la losa para colocar los anclajes.

**Se recomienda** realizar un estudio geotécnico del terreno

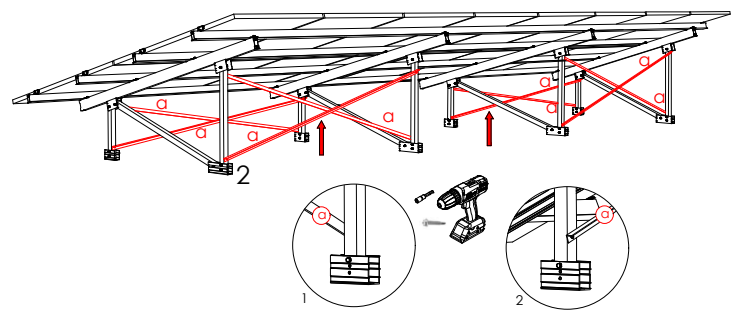
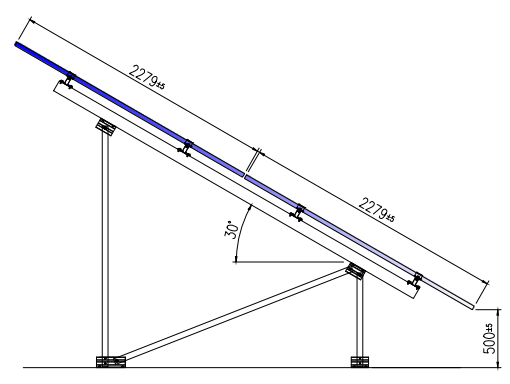
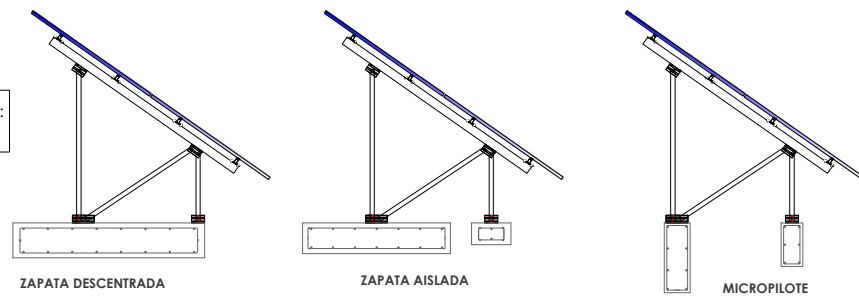
**Viento:** Hasta 150 Km/h (Ver documento de velocidades del viento)  
**Materiales:** Perfilería de aluminio EN AW 6005A T6  
 Tornillería de acero inoxidable A2-70  
*Comprobar el buen estado y la capacidad portante del terreno antes de cualquier instalación.*

Para módulos de hasta 2279x1150 - Sistema Kit

2279x1150 **Kit**

Carga de nieve: 40 kg/m<sup>2</sup>

### Ejemplos de cimentaciones

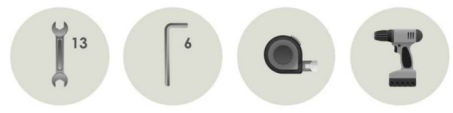


Tornillería de anclaje hasta M10

**Par de apriete:**

Tornillo Presor	7 Nm
Tornillo M8 Hexagonal	20 Nm
Tornillo M10 Hexagonal	40 Nm
Tornillo M6.3 Hexagonal	10 Nm

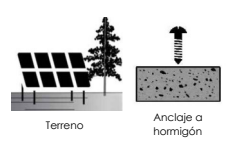
Herramientas necesarias:



Seguridad:



Reservado el derecho a efectuar modificaciones - Las ilustraciones de productos son a modo de ejemplo y pueden diferir del original.



# Velocidades de viento

Soporte inclinado para terreno para 2 filas de módulos

**31V**  
Sistema kit



- **Cargas de viento:** Según túnel del viento en modelo computacional CFD
- **Cálculo estructural:** Modelo computacional comprobado mediante EUROCÓDIGO 9 "PROYECTO ESTRUCTURAS DE ALUMINIO"



 Cuadro de velocidades máx. admisibles de viento							
Tamaño del módulo 	4	6	8	10	12	n° de módulos	
2279x1150	150	150	110	150	130	Velocidad de viento km/h	

Tabla 1 - Velocidades máximas de viento admisibles.

- Para garantizar la resistencia a la velocidad máxima de diseño se deberán utilizar anclajes adecuados y utilizar el lastre indicado por el fabricante para cada situación.

## SIMPLE AND SAFE CONNECTION OF PHOTOVOLTAIC STRINGS, 1500 V, WITH CURRENT DETECTION

### M12 / M16 / M18 / M20 / M24 / M32

The new INGECON® SUN StringBox M is a device for measuring each PV generator string current and detecting defective string current through INGECON® SUN Manager software, INGECON® SUN SCADA and/or other monitoring system. String currents can be monitored through the RS485 serial port.

The new INGECON® SUN StringBox M is a cost-effective PV string monitoring box series designed for central inverter-based PV systems. The INGECON® SUN StringBox M features efficient input and output DC wiring with fully rated DC disconnect switches for safe maintenance.

#### A complete range of equipment for all types of projects

Available in models ranging from 12 to 32 inputs and 1,500 V max. DC voltage, the INGECON® SUN StringBox M provide the maximum flexibility and expandability in system design. The compact and rugged IP65 enclosure is designed for installation in outdoor environments, such as roof-mounted systems and large-scale solar farms.

#### Maximum protection

The INGECON® SUN StringBox M is an intelligent combiner box and are equipped with touch-safe DC fuse holders, DC fuses, lightning induced DC surge arresters and load disconnect switch.

#### PROTECTIONS

- Up to 32 pairs of DC fuses.
- Available fuses: 10A, 12A, 15A, 16A, 20A, 25A, 30A, 32A (15A standard).
- Lightning induced DC surge arresters, type 2.
- Manual DC isolating switch.

#### OPTIONAL ACCESSORIES

- Lightning induced DC surge arresters, type 1+2.
- Pole mounting kit.
- PV connectors.

#### MAIN FEATURES

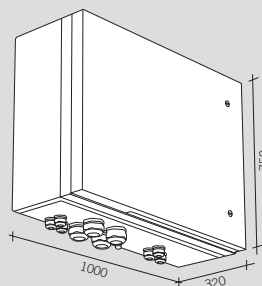
- Built to minimize system costs by providing the maximum flexibility.
- RS485 serial port for currents monitoring
- On-board temperature sensor
- Supervision of the DC isolating switch and SPD protection
- One analog input for external RTD
- Available in 12, 16, 18, 20, 24, 32 inputs versions.
- Rated for 1,500 Vdc maximum voltage.
- Simplifies input and output wiring.
- Capability to connect up to 2 DC output cables per polarity (only for 12 and 16 inputs).
- IP65 protection rating.
- Maximum protection to corrosion and pollution thanks to the isolating polyester enclosure reinforced with fiberglass.



	1,500 V			
	StringBox M 12	StringBox M 12B	StringBox M 16	StringBox M 16B
<b>Input</b>				
Maximum number of input strings	12 / 24 <sup>(1)</sup>	12 / 24 <sup>(1)</sup>	16 / 32 <sup>(1)</sup>	16 / 32 <sup>(1)</sup>
Max. number of measurable inputs	12	12	16	16
Maximum current per input (A)	12 / 24	12 / 24	12 / 24	12 / 24
Number of protection fuses	12	24	16	32
Type of fuses	gPV fuses, 10 x 85 mm, 30 kA			
Maximum DC voltage	1,500 Vdc			
Cable inlet	M40 cable glands (n.4 cables entry diameter: 6 to 10 mm for each cable gland)			
Inlet connections	Direct connection to fuse holders or distribution bar, wiring gauge 1.5 to 16 mm <sup>2</sup>			
<b>Output</b>				
Rated total current (A) <sup>(2)</sup>	144 / 288	144 / 288	192 / 384	192 / 384
Cable outlet	Up to 2 pairs of M50 cable glands (cable diameter: 27 to 35 mm)			
Outlet connections	Direct connection on copper plates, wiring gauge up to 2 x 240 mm <sup>2</sup> per pole			
DC switch disconnect rating (A)	315 / 400	315 / 400	315 / 400	315 / 400
<b>SPD</b>				
Type	Type 1 (optional: Type 1+2)			
Grounding connection	M20 cable gland (cable diameter: 7 to 13 mm, wiring gauge 2.5 to 35 mm <sup>2</sup> )			
<b>Communication</b>				
Type	RS485, 3 wires (A, B and GND)			
Protocol	Modbus RTU			
Connection	2 x M16 cable gland (cable diameter: 4.5 to 10 mm, wiring gauge 0.34 to 2.5 mm <sup>2</sup> )			
<b>Others</b>				
Digital inputs	Two digital inputs already linked to the auxiliary contact of DC isolating switch and to the surge protection device fault contact			
Analogue inputs	One analog input for one external RTD, precision: higher than 1.5%			
Analogue inputs connection	M16 cable gland (cable diameter: 4.5 to 10 mm, wiring gauge 0.34 to 2.5 mm <sup>2</sup> )			
Current measurement sensors	One sensor for each input, maximum 25 A, accuracy 0.3%			
On-board sensor	One on-board sensor for internal box temperature measurement			
<b>General Information</b>				
Enclosure type	Outdoor use, insulating cabinet (polyester reinforced with fiberglass)			
Protection rating	IP65			
Impact strength	IK10			
Operating temperature range	-20 °C to +55 °C			
Relative humidity (non-condensing)	0 to 95%			
Maximum altitude <sup>(3)</sup>	2,000 m a.s.l.			
DC switch handle	Internal, lockable in open position			
Consumption (W)	9.5		9.5	
Size (mm)	1000 x 750 x 320 (W x H x D)			
Weight (kg)	39	41	41	43
Marking	CE			
EMC and Safety standards	EN 61000-6-4, EN 61000-6-2, IEC 60364-7-712			
LV Switchgear standards	IEC 61439-1, IEC 61439-2, AS/NZS 61439-2, AS/NZS 5033			
Electric shock protection	Class II equipment			

**Notes:** <sup>(1)</sup> With external over-molding in line fuses and branch connectors <sup>(2)</sup> Over 50 °C ambient temperature, the current will be reduced at the rate of 3.5% every °C up to 55 °C <sup>(3)</sup> Please contact Ingeteam for altitudes higher than 2,000 m.

**Size** (mm)



- M 12**  
39 kg.
- M 12B**  
41 kg.
- M 16**  
41 kg.
- M 16B**  
43 kg.

## CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

# pfu gama basic

Centros de transformación prefabricados de hormigón, de superficie y maniobra interior



La familia de centros de transformación prefabricados monobloque pfu ofrece una amplia gama de configuraciones flexibles para diferentes esquemas de distribución de media tensión.

## Aplicaciones

- Centros de transformación para distribución pública
- Centros de medida en media tensión
- Centros de reparto
- Subestaciones compactas en media tensión
- Centros de control de subestaciones

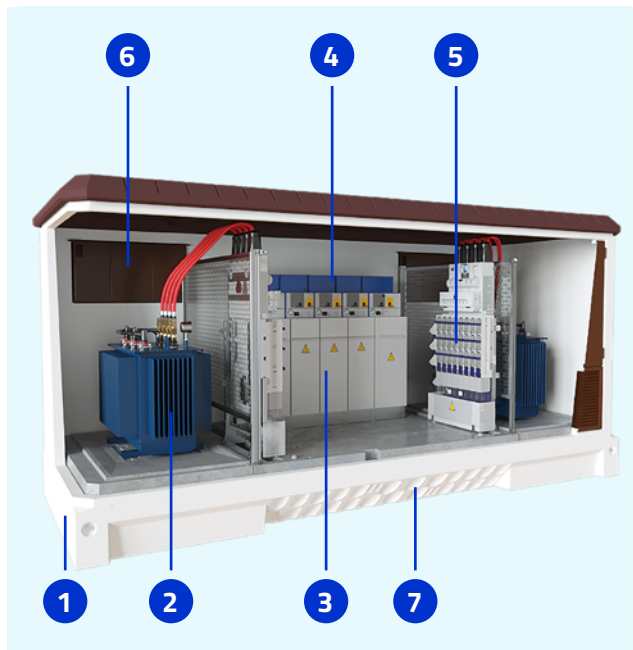
## Características generales

Diseño general	Envolvente monobloque prefabricada de hormigón armado con cubierta amovible
Aparamenta de media tensión	Celdas Ormazabal de hasta 40,5 kV
Transformador	Transformadores de distribución de MT/BT de llenado integral en dieléctrico líquido hasta 40,5 kV y 1250 kVA* de potencia unitaria
Aparamenta de baja tensión	Cuadros de BT de hasta 8 salidas por cuadro
Unidades de protección, control y medida de Ormazabal	Telemando, telemedida, control integrado, telegestión, etc.
Conexiones	Interconexiones directas por cable MT y BT
Puesta a tierra	Circuito de puesta a tierra
Conexiones auxiliares	Circuito de alumbrado y servicios auxiliares
Profundidad de excavación**	Entre 460 y 600 mm, en función de las características resistentes del terreno.
Normativa	IEC 62271-202 Bajo demanda: Normas particulares de Compañía Eléctrica. Reglamentaciones locales vigentes.

\* Para otras configuraciones y/o valores consultar con Ormazabal.

\*\* Para más detalles, consultar con Ormazabal.

## Diseño



Ejemplo de esquema correspondiente a una configuración pfu-5 con 2 transformadores.

- 1 Envoltorio pfu gama basic
- 2 Transformadores de distribución
- 3 Aparata de media tensión
- 4 Unidades de protección, control y medida
- 5 Cuadros de baja tensión
- 6 Rejillas de ventilación
  - Para transformadores de más de 1000 kVA de potencia se añaden rejillas de ventilación adicionales en la pared lateral
- 7 Pasos de cables

## Gama de producto

Gracias a la modularidad de los medios de producción, es posible fabricar tanto variantes monobloque de dimensiones predefinidas, como variantes combinadas de dimensiones ampliadas.

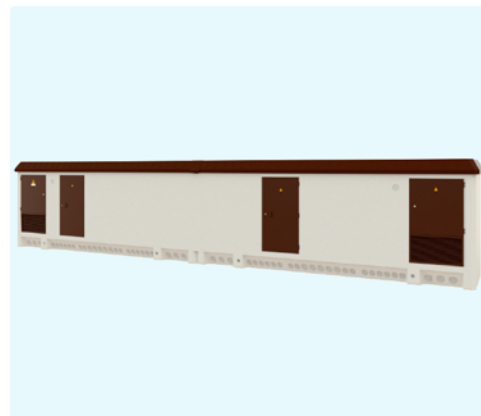
Se muestran a continuación, algunos ejemplos :

**pfu-3**



- Sin o hasta 1 transformador

**pfu-77**



- 2 transformadores y 2 puertas de acceso
- Combinación de 2 envoltorios pfu-7

# Dimensiones exteriores y pesos

## Variantes de dimensiones predefinidas

Envolventes monobloque de superficie y maniobra interior en cuatro diferentes tamaños que cubren las principales configuraciones de las redes para distribución secundaria.

### ■ Anchura de cubierta 2500:

		pfu-3	pfu-4	pfu-5	pfu-7	
Longitud*	[mm]	3280	4460	6080	8080	
Anchura*	[mm]	2380	2380	2380	2380	
Altura	[mm]	Cubierta estándar	3045	3045	3045	-
		Cubierta sobreelevada	3240	3240	3240	3240
Altura visible	[mm]	Cubierta estándar	2585	2585	2585	-
		Cubierta sobreelevada	2780	2780	2780	2790
Peso**	[kg]	10 545	13 465	17 460	29 090	

\* Dimensiones del cuerpo, para conocer la longitud y anchura totales incluyendo cubierta, habrá que sumar 120 mm a ambas dimensiones.

\*\* Peso del edificio vacío, sin equipo eléctrico. Para pesos exactos consultar con Ormazabal.

### ■ Anchura de cubierta 2720:

		pfu-7/27***
Longitud*	[mm]	7350
Anchura*	[mm]	2550
Altura	[mm]	3150
Altura visible	[mm]	2630
Peso**	[kg]	27000

\* Dimensiones del cuerpo, para conocer la longitud y anchura totales incluyendo cubierta, habrá que sumar 170 mm a ambas dimensiones.

\*\* Peso del edificio vacío, sin equipo eléctrico. Para pesos exactos consultar con Ormazabal.

\*\*\* Consultar disponibilidad con Ormazabal.

## Variantes de dimensiones ampliadas

Envolventes conformadas por combinaciones de elementos monobloque, especialmente dirigidas a aplicaciones que requieren mayor espacio interior.

		pfu-44	pfu-45	pfu-54	pfu-55	pfu-77
Longitud*	[mm]	8920	10 540	10 540	12 160	16 160
Anchura*	[mm]	2380	2380	2380	2380	2380
Altura	[mm]	3240	3240	3240	3240	3240
Altura visible	[mm]	2740	2740	2740	2740	2790
Peso**	[kg]	26 930	30 925	30 925	34 920	58 180

\* Dimensiones del cuerpo, para conocer la longitud y anchura totales incluyendo cubierta, habrá que sumar 120 mm a ambas dimensiones.

\*\* Peso del edificio vacío, sin equipo eléctrico. Para pesos exactos consultar con Ormazabal.

NOTA: Este documento contiene datos orientativos. Para más información, consultar con Ormazabal.



# Distribución de media y baja tensión

## Celdas modulares y compactas (RMU) con aislamiento en gas



Las celdas tipo GIS CGM.3 y CGMCOSMOS de ormazabal son equipos modulares de reducidas dimensiones para **red de distribución secundaria en media tensión (12-24-36 KV)**, con una funciones específicas por módulo. Cada función dispone de su propia envolvente metálica que alberga una **cuba llena de gas SF6**, en la cual se encuentran los aparatos de maniobra y agarre.

Tienen **aplicación en todo tipo de instalaciones** de media tensión como: distribución pública, infraestructura, industriales, instalaciones terciarias, hospitales, hoteles, estadios, aeropuertos, parques eólicos y fotovoltaicos.

### Seguridad

- Diseñadas para soportar los efectos de un **arco interno**.
- Los componentes bajo tensión se encuentran dentro de una **cuba de gas** de acero inoxidable sellada herméticamente.
- Cuentan con **enclavamientos mecánicos y eléctricos**, los cuales permiten un funcionamiento seguro y confiable.

### Eficiencia

- Su diseño modular ofrece **flexibilidad en su configuración** en una superficie mínima.
- Permite realizar **fácilmente una conexión mecánica y eléctrica** entre dos celdas sin necesidad de manipular el gas.
- **Fácil sustitución de los mecanismos** de maniobra y su motorización sin interrumpir el suministro.

## Componentes Clave

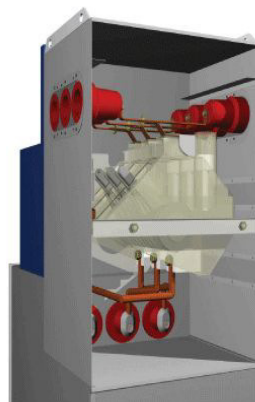
### Conjunto de unión ormalink

Permite realizar la conexión eléctrica entre diferentes módulos del sistema, mantiene los valores nominales de aislamiento, de intensidades asignadas, de cortocircuito y controla el campo eléctrico.



### Interruptor en carga

Interruptor en carga por soplado (tipo "puffer") de alto rendimiento. Incluye las funciones de interruptor, seccionador y puesta a tierra en una unidad de tres posiciones.



### Interruptor automático de vacío

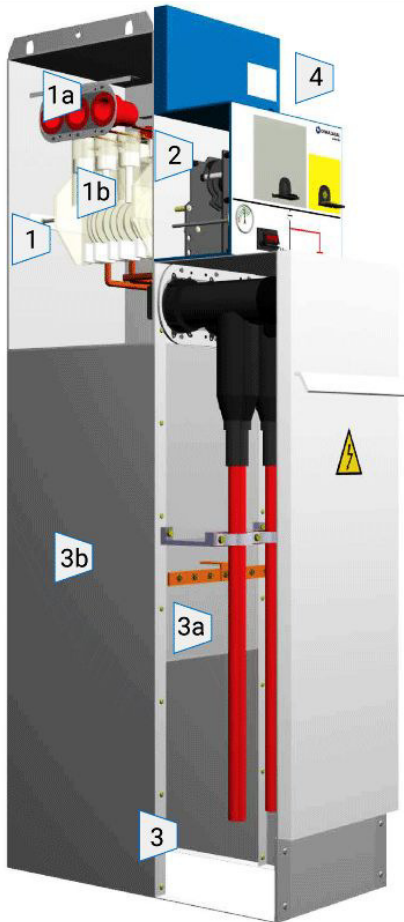
Interruptor automático con tecnología de corte en vacío, compacto. Dependiendo de los tipos, incluye endurancia eléctrica extendida (clase E2), con ciclo de reenganche rápido.



# Distribución de media y baja tensión

Ficha Técnica:

Sistema cgmcosmos modular y compacto



## Características eléctricas

Tensión nominal	12 kV	24 kV
Frecuencia asignada	50/60 Hz	
Intensidad nominal: - En barras e interconexión de celdas - Acometida línea	400/630 A	
Salida a transformador	200A	
Corriente soportada nominal de corta duración	16/20kA (1/3s) o 25kA (1s)	
Clasificación de arco interno	AF/AFL 16 kA 1s/20 kA 1s/ 25kA 1s	
Instalación	estándar 2000 MSNM	
Temperatura min/max	-5/-15/-30 °C +40 °C	

### Compartimentos principales

#### 1.Cuba de gas

- a) Conexión de barras
- b) Elementos de corte y conexión

#### 2.Mecanismos de maniobra

#### 3.Base

- a) Compartimento de cables
- b) Conducto de expansión de gases

#### 4.Cajón de control

## Normativa

### IEC

IEC 62271-1  
IEC 62271-200  
IEC 62271-100  
IEC 62271-102  
IEC 62271-105  
IEC 62271-103  
IEC 60529  
IEC 62271-206



### ANSI/IEEE

IEEE Std C37.74  
IEEE Std C37.20.3  
IEEE Std 1247  
IEEE Std C37.123  
IEEE Std C37.20.4  
IEEE Std C37.04  
IEEE Std C37.06  
IEEE Std C37.09  
IEEE Std C37.20.7



Otros: SANS, HN, GB, SDMS...

# Distribución de media y baja tensión

Ficha Técnica:

## Cgmcosmos Celdas Modulares



Módulo cgmcosmos - l	Función de línea
	<p>Celda modular de línea, equipada con un interruptor-seccionador de tres posiciones: cerrado, abierto o puesto a tierra.</p> <p><b>Aplicaciones:</b> Entrada o salida de los cables de media tensión que permiten la comunicación con el embarrado principal del centro de transformación.</p> <p><b>Configuración estándar:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Manómetro sin contactos</li> <li>• Conexión frontal con pasatapas de cable</li> <li>• Conexión lateral con extensibilidad a ambos lados</li> <li>• Palancas de accionamiento</li> <li>• Mecanismo de maniobra manual tipo B</li> <li>• Alarma sonora ekor.sas</li> <li>• Indicador capacitivo de presencia de tensión ekor.vpis</li> <li>• Compartimiento de cables con pasatapas IEC de tipo atornillable</li> <li>• Tapa para un conector por fase</li> </ul>
Módulo cgmcosmos-p	Función de protección con fusibles
	<p>Celda modular con protección con fusibles, equipada con un interruptor-seccionador de tres posiciones: cerrado, abierto o puesto a tierra y protección con fusibles limitadores.</p> <p><b>Aplicaciones:</b> Protección general y del transformador, así como maniobras de conexión o desconexión.</p> <p><b>Configuración estándar:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Manómetro sin contactos</li> <li>• Conexión frontal con pasatapas de cable</li> <li>• Conexión lateral con extensibilidad a ambos lados</li> <li>• Disparo de fusible mediante fusibles combinados</li> <li>• Portafusibles 24 kV</li> <li>• Palancas de accionamiento</li> <li>• Mecanismo de maniobra manual tipo BR</li> <li>• Bobina de disparo</li> <li>• Indicador capacitivo de presencia de tensión ekor.vpis</li> <li>• Compartimiento de cables con pasatapas IEC de tipo enchufable</li> <li>• Tapa para un conector por fase</li> </ul>

# Distribución de media y baja tensión

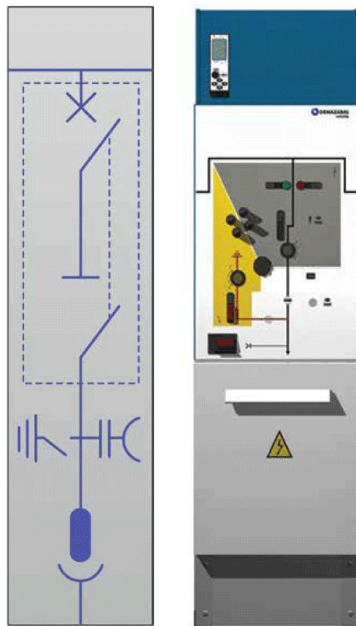
Ficha Técnica:

## Cgmcosmos Celdas Modulares



### Módulo cgmcosmos - v

Función de protección de interruptor automático con mecanismo de maniobra AV3/AMV3 (También disponible en AV/AMV)



Celda modular de protección de interruptor automático, equipada con un interruptor automático de corte en vacío de tres posiciones.

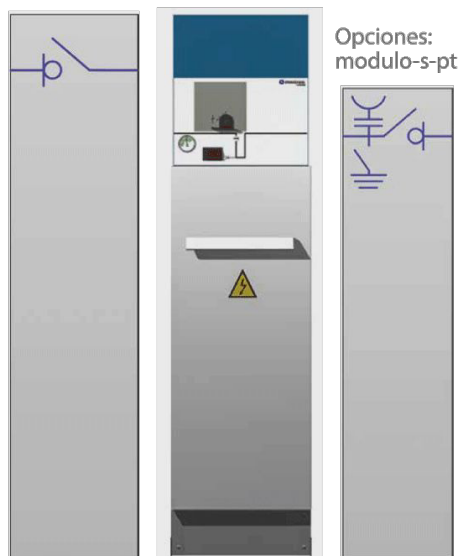
**Aplicaciones:** Celda modular de protección de interruptor automático, equipada con un interruptor automático de corte en vacío de tres posiciones.

**Configuración estándar:**

- Manómetro sin contactos
- Conexión frontal con pasatapas de cable
- Conexión lateral con extensibilidad a ambos lados
- Palancas de accionamiento
- Mecanismo de maniobra manual tipo AV3
- Bobina biestable
- Indicador capacitivo de presencia de tensión ekor.vpis
- Unidad de protección ekor.rpg
- Compartimiento de cables con pasatapas IEC de tipo atornillable
- Tapa para un conector por fase

### Módulo cgmcosmos-s

Función de interruptor pasante



Celda modular de interruptor de embarrado, equipado con un interruptor-seccionador de dos posiciones (cerrado y abierto). Opcional con seccionador de puesta a tierra (s-pt).

**Aplicaciones:** Corte de carga del embarrado principal del centro de transformación y su puesta a tierra en el lado derecho (ptd) o izquierdo (pti) del punto de corte.

**Configuración estándar:**

- Manómetro sin contactos
- Conexión frontal con pasatapas de cable
- Conexión lateral con extensibilidad a ambos lados
- Palancas de accionamiento
- Mecanismo de maniobra manual tipo B

# Distribución de media y baja tensión

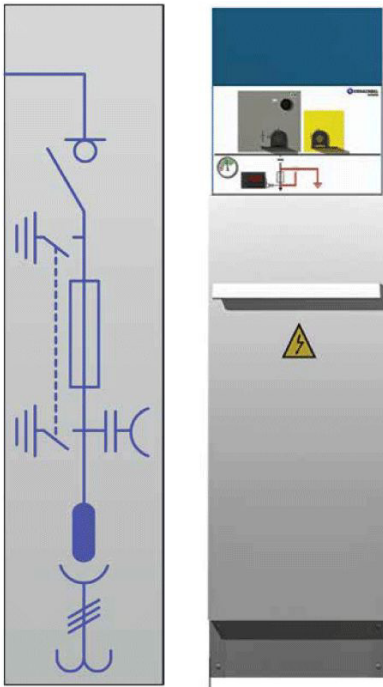
Ficha Técnica:

## Cgmcosmos Celdas Modulares



### Módulo cgmcosmos - a

Función de alimentación de servicios auxiliares



Celda modular con protección con fusibles, equipada con un interruptor-seccionador de tres posiciones: cerrado, abierto o puesto a tierra y protección con fusibles limitadores.

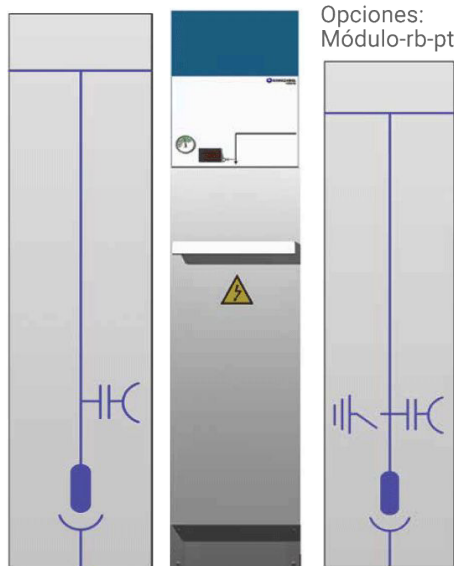
**Aplicaciones:** Medida de tensión de embarrado o suministro de servicios auxiliares.

**Configuración estándar:**

- Manómetro sin contactos
- Conexión frontal con pasatapas de cable
- Conexión lateral con extensibilidad a la izquierda/ derecha ciega
- Disparo de fusible mediante fusibles combinados
- Portafusibles 24 kV
- Palancas de accionamiento
- Mecanismo de maniobra manual tipo BR
- Bobina de disparo
- Indicador capacitivo de presencia de tensión ekor.vpis
- Compartimiento de cables con transformadores de tensión

### Módulo cgmcosmos-rb

Función de remonte de barras



Celda modular con aislamiento en gas y remonte de barras. Seccionador de puesta a tierra opcional (rb-pt).

**Aplicaciones:** Celda modular con aislamiento en gas y remonte de barras. Seccionador de puesta a tierra opcional (rb-pt).

**Configuración estándar:**

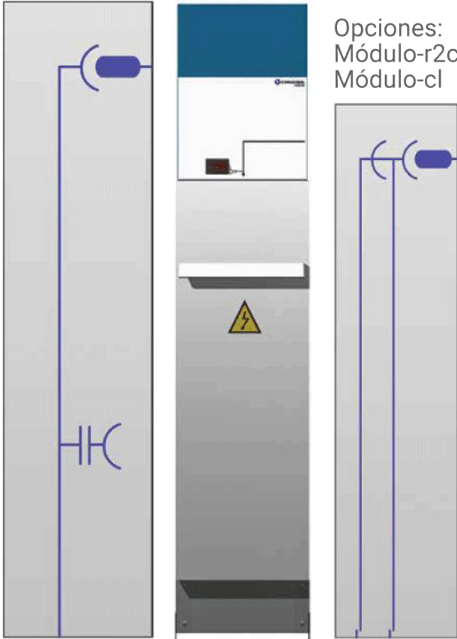
- Manómetro sin contactos
- Conexión frontal con pasatapas de cable
- Conexión lateral con extensibilidad a ambos lados
- Palancas de accionamiento
- Mecanismo de maniobra manual tipo B

# Distribución de media y baja tensión

Ficha Técnica:

## Cgmcosmos Celdas Modulares



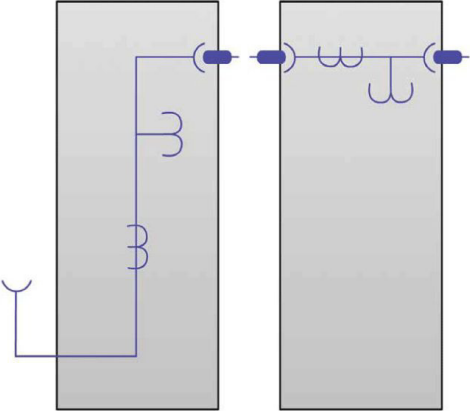
Módulo cgmcosmos -rc	Función de remonte de cables
 <p>Opciones: Módulo-r2c Módulo-cl</p>	<p>Celda modular de remonte de cables (hasta el embarrado principal) con aislamiento en aire. Función de remonte de doble cable opcional (r2c).</p> <p><b>Aplicaciones:</b> Alojamiento de los cables de acometida hasta el embarrado principal del centro de transformación, en el lado derecho (rcd) o en el lado izquierdo (rci).</p> <p><b>Opciones:</b> <b>cgmcosmos-r2c (sin opción de clase IAC)</b></p> <p>Unidad funcional de remonte de doble cable (anchura=550 mm/1' 9 21/32", peso=60 kg/132 Lbm)</p> <p><b>cgmcosmos-cl</b></p> <p>Cajón de acometida lateral (anchura=365 mm/1' 2 3/8", peso=20 kg/44 Lbm)</p>

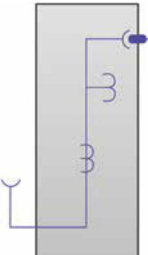
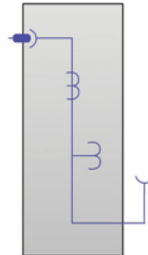
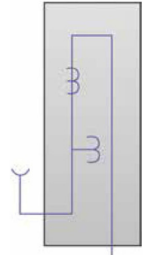
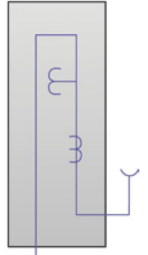
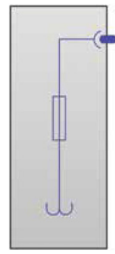
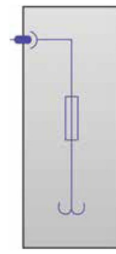
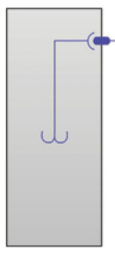

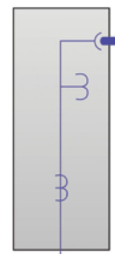
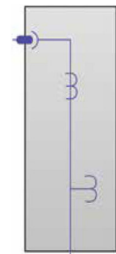

# Distribución de media y baja tensión

Ficha Técnica:

## Cgmcosmos Celdas Modulares



Módulo cgmcosmos-m	Función de medida
	<p>Celda modular de medida con aislamiento en aire.</p> <p><b>Aplicaciones:</b> Alojamiento para transformadores de medida de tensión e intensidad, permitiendo comunicar con embarrado del centro de transformación, mediante barras o cables secos.</p> <p><b>Configuración estándar:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conexión de barra superior rígida no apantallada</li> <li>• Conexión de barra superior rígida no apantallada</li> <li>• Transformadores de corriente instalados (3 TI)</li> <li>• Transformadores de tensión instalados (3 TT)</li> </ul>

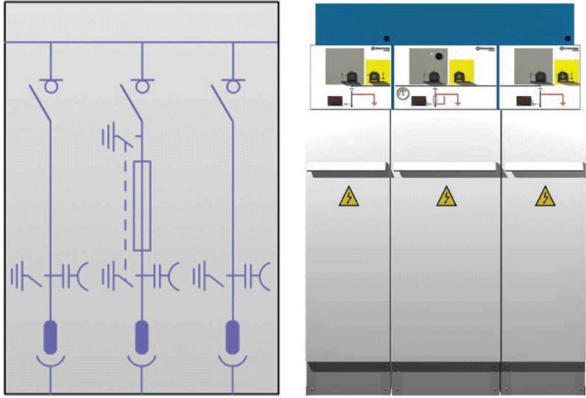
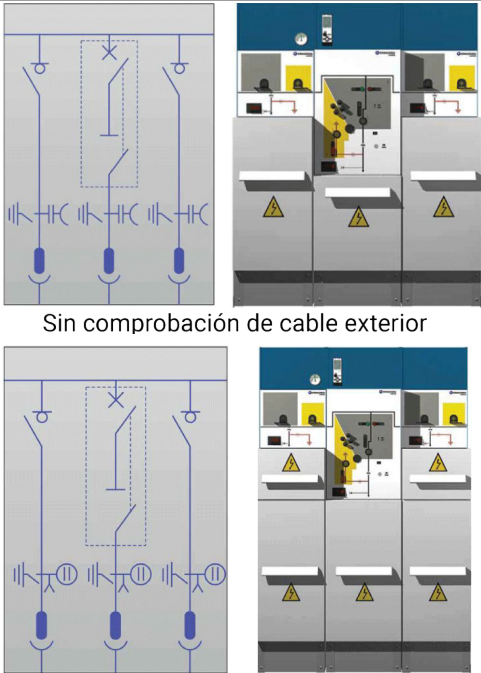
Opciones			
 <p>Tipo* 03/07</p>	 <p>Tipo* 04/08</p>	 <p>Tipo* 05-12/09-18</p>	 <p>Tipo* 06-13/10-19</p>
 <p>Tipo 15</p>	 <p>Tipo 14</p>	 <p>Tipo 17</p>	 <p>Tipo 16</p>
 <p>Tipo 22</p>	 <p>Tipo 21</p>	 <p>Tipo 11</p>	

# Distribución de media y baja tensión

Ficha Técnica:

## Cgmcosmos Celda Compacta (RMU)



Módulo cgmcosmos-2lp	Funciones de protección con fusibles y línea
	<p>Celda compacta (RMU) con dos funciones de línea y una función de protección con fusibles, alojadas en una única cuba de gas.</p> <p><b>Aplicaciones:</b> Celda compacta (RMU) que incluye las funciones de línea y las de protección.</p> <p><b>Configuración estándar:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Manómetro sin contactos</li> <li>• Conexión frontal con pasatapas de cable</li> <li>• Conexión lateral con extensibilidad a ambos lados</li> <li>• Palancas de accionamiento</li> <li>• Mecanismo de maniobra manual tipo B y BR</li> <li>• Alarma sonora ekor.sas</li> <li>• Indicador capacitivo de presencia de tensión ekor.vpis</li> <li>• Compartimiento de cables con pasatapas IEC de tipo atornillable</li> <li>• Tapa para un conector por fase</li> </ul>
Módulo cgmcosmos-2lv	Funciones de protección con interruptor automático y línea
 <p>Sin comprobación de cable exterior</p> <p>Con comprobación de cable exterior</p>	<p>Celda compacta (RMU) con dos funciones de línea y una función de protección con interruptor automático de corte en vacío en una única cuba de gas.</p> <p><b>Aplicaciones:</b> Celda compacta (RMU) que incluye las funciones de línea y las de automático.</p> <p><b>Configuración estándar:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conexión frontal con pasatapas de cable</li> <li>• Conexión lateral con extensibilidad a ambos lados</li> <li>• Palancas de accionamiento</li> <li>• Mecanismo de maniobra manual tipo B</li> <li>• Mecanismo de maniobra manual tipo AV</li> <li>• Indicador capacitivo de presencia de tensión ekor.vpis</li> </ul>

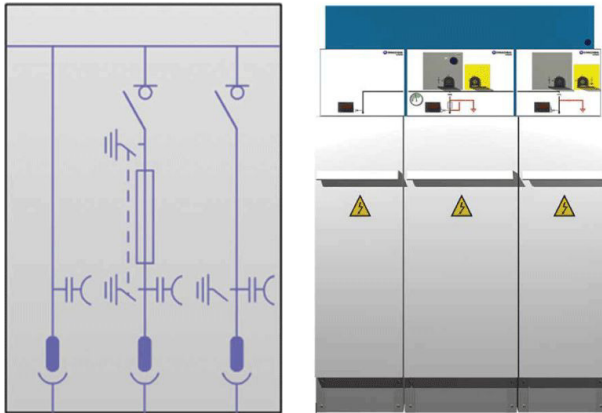
# Distribución de media y baja tensión

Ficha Técnica:

## Cgmcosmos Celda Compacta



### Módulo cgmcosmos-rlp



Funciones de protección con fusibles, línea y remonte de barras

Celda compacta con una función de remonte de barras, una función de protección con fusibles y una función de línea, alojadas en una única cuba.

**Aplicaciones:** Celda compacta para aplicaciones de energías renovables que incluye las funciones de las celdas de remonte de barras (0I), protección con fusibles (p) y línea (I).

#### Configuración estándar:

- Manómetro sin contactos
- Conexión frontal con pasatapas de cable
- Conexión lateral con extensibilidad a ambos lados
- Palancas de accionamiento
- Mecanismo de maniobra manual tipo B y BR
- Alarma sonora ekor.sas
- Indicador capacitivo de presencia de tensión ekor.vpis
- Compartimiento de cables con pasatapas IEC de tipo atornillable
- Tapa para un conector por fase

# Distribución de media y baja tensión

Ficha Técnica:

Sistema cgmcosmos modular y compacto 

Dimensiones y pesos CGM Cosmos				
Módulo	Altura [mm]	Ancho [mm]	Fondo [mm]	Peso [kg]
- l	1300	365	735	90
	1740			100
- p	1300	470	735	140
	1740			150
- s	1300	450	735	110
	1740			115
- a	1300 (SS.AA.)	470	875	195
	1740 (media tensión en barras)			237
- v (AV/RAV)	1740	480	845	240
- v (AV3)	1300	460	845	205
	1740			215
-rb /-rb-pt	1300	365	735	90
	1740			100
-rc	1740	365	735	40
-r2c	1740	550	735	60
-m	1740	800	1025	165
-ma	1800	595	1028	125
-2l	1300	730	735	210
	1740			
-3l	1300	1095	750	320
	1740			340
-rlp	1300	1190	735	275
	1740			295
-2lp	1300	1190	735	290
	1740			310
-2lv	1300	1046	845	365
	1740			385

**Núria Pla Vallès**

**TREBALL DE FI DE GRAU**

**Grau en Enginyeria Elèctrica**

**Dirigit per Lluís Massagués Vidal**

**PROJECTE EXECUTIU D'UNA INSTAL·LACIÓ SOLAR FOTOVOLTAICA DE 5  
MWP CONNECTADA A LA SUBESTACIÓ ELÈCTRICA LA SELVA DEL CAMP**

**ANNEX VII: ESTUDI DE SEGURETAT I SALUT**



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

**Tarragona**

**Curs 2022-23**



## VII.1 OBJECTE

En aquest annex número VII, es determina l'Estudi de Seguretat i Salut aplicat en el present projecte.

## VII.2 INTRODUCCIÓ

Aquest Estudi de Seguretat i Salut estableix, durant l'execució d'aquesta obra, les previsions respecte a la prevenció de riscos d'accidents i malalties professionals, així com informació útil per efectuar en el seu dia, en les degudes condicions de seguretat i salut, els previsibles treballs posteriors de manteniment.

Servirà per donar unes directrius bàsiques a l'empresa constructora per dur a terme les seves obligacions en el terreny de la prevenció de riscos professionals, facilitant el seu desenvolupament, d'acord amb el Reial Decret 1627/1997 de 24 d'octubre, pel qual s'estableixen disposicions mínimes de seguretat i de salut a les obres de construcció.

En base a l'art. 7è, i en aplicació d'aquest Estudi de Seguretat i Salut, el contractista ha d'elaborar un Pla de Seguretat i Salut en el treball en el qual s'analitzin, estudiïn, desenvolupin i complementin les previsions contingudes en el present document.

El Pla de Seguretat i Salut haurà de ser aprovat abans de l'inici de l'obra pel Coordinador de Seguretat i Salut durant l'execució de l'obra o, quan no n'hi hagi, per la Direcció Facultativa. En cas d'obres de les Administracions Públiques s'haurà de sotmetre a l'aprovació d'aquesta Administració.

Es recorda l'obligatorietat de què a cada centre de treball hi hagi un Llibre d'Incidències pel seguiment del Pla. Qualsevol anotació feta al Llibre d'Incidències haurà de posar-se en coneixement de la Inspecció de Treball i Seguretat Social en el termini de 24 hores.

Tanmateix es recorda que, segons l'art. 15è del Reial Decret, els contractistes i sot-contractistes hauran de garantir que els treballadors rebin la informació adequada de totes les mesures de seguretat i salut a l'obra.

Abans del començament dels treballs el promotor haurà d'efectuar un avis a l'autoritat laboral competent, segons model inclòs a l'annex III del Reial Decret.

La comunicació d'obertura del centre de treball a l'autoritat laboral competent haurà d'incloure el Pla de Seguretat i Salut.

El Coordinador de Seguretat i Salut durant l'execució de l'obra o qualsevol integrant de la Direcció Facultativa, en cas d'apreciar un risc greu imminent per a la seguretat dels treballadors, podrà aturar l'obra parcialment o totalment, comunicant-lo a la Inspecció de Treball i Seguretat Social, al contractista, sots-contractistes i representants dels treballadors.

Les responsabilitats dels coordinadors, de la Direcció Facultativa i del promotor no eximiran de les seves responsabilitats als contractistes i als sots-contractistes.

### **VII.3 PRINCIPIS GENERALS APLICABLES DURANT L'EXECUCIÓ DE L'OBRA**

L'article 10 del R.D.1627/1997 estableix que s'aplicaran els principis d'acció preventiva recollits en l'art. 15è de la "Ley de Prevención de Riesgos Laborales (Ley 31/1995, de 8 de noviembre)" durant l'execució de l'obra i en particular en les següents activitats:

- El manteniment de l'obra en bon estat d'ordre i neteja.
- L'elecció de l'emplaçament dels llocs i àrees de treball, tenint en compte les seves condicions d'accés i la determinació de les vies o zones de desplaçament o circulació.
- La manipulació dels diferents materials i la utilització dels mitjans auxiliars.
- El manteniment, el control previ a la posada en servei i el control periòdic de les Instal·lacions i dispositius necessaris per a l'execució de l'obra, amb objecte de corregir els defectes que poguessin afectar a la seguretat i salut dels treballadors.
- La delimitació i condicionament de les zones d'emmagatzematge i dipòsit dels diferents materials, en particular si es tracta de matèries i substàncies perilloses.
- La recollida dels materials perillosos utilitzats.
- L'emmagatzematge i l'eliminació o evacuació de residus i runes.
- L'adaptació en funció de l'evolució de l'obra del període de temps efectiu que s'haurà de dedicar a les diferents feines o fases del treball.
- La cooperació entre els contractistes, sots-contractistes i treballadors autònoms.



- Les interaccions i incompatibilitats amb qualsevol altre tipus de feina o activitat que es realitzi a l'obra o prop de l'obra.

Els principis d'acció preventiva establerts a l'article 15è de la Llei 31/95 són els següents:

L'empresari aplicarà les mesures que integren el deure general de prevenció, d'acord amb els següents principis generals:

- Evitar riscos.
- Avaluar els riscos que no es puguin evitar.
- Combatre els riscos a l'origen.
- Adaptar el treball a la persona, en particular amb el que respecta a la concepció dels llocs de treball, l'elecció dels equips i els mètodes de treball i de producció, per tal de reduir el treball monòton i repetitiu i reduir els efectes del mateix a la salut.
- Tenir en compte l'evolució de la tècnica.
- Substituir allò que és perillós per allò que tingui poc o cap perill.
- Planificar la prevenció, buscant un conjunt coherent que integri la tècnica, l'organització del treball, les condicions de treball, les relacions socials i la influència dels factors ambientals en el treball.
- Adoptar mesures que posin per davant la protecció col·lectiva a la individual.
- Donar les degudes instruccions als treballadors. L'empresari tindrà en consideració les capacitats professionals dels treballadors en matèria de seguretat i salut en el moment d'encomanar les feines.

L'empresari adoptarà les mesures necessàries per garantir que només els treballadors que hagin rebut informació suficient i adequada puguin accedir a les zones de risc greu i específic.

L'efectivitat de les mesures preventives haurà de preveure les distraccions i imprudències no temeràries que pugués cometre el treballador. Per a la seva aplicació es tindran en compte els riscos addicionals que poguessin implicar determinades mesures preventives, que només podran adoptar-se quan la magnitud dels esmentats riscos sigui substancialment inferior a les dels que es pretén controlar i no existeixin alternatives més segures.

Podran concertar operacions d'assegurances que tinguin com a finalitat garantir com a àmbit de cobertura la previsió de riscos derivats del treball, l'empresa respecte dels seus



treballadors, els treballadors autònoms respecte d'ells mateixos i les societats cooperatives respecte els socis, l'activitat dels quals consisteixi en la prestació del seu treball personal

## VII.4 IDENTIFICACIÓ DELS RISCOS GENERALS

Sense perjudici de les disposicions mínimes de Seguretat i Salut aplicables a l'obra establertes a l'annex IV del Reial Decret 1627/1997 de 24 d'octubre, s'enumeren a continuació els riscos particulars de diferents treballs d'obra, tot i considerant que alguns d'ells es poden donar durant tot el procés d'execució de l'obra o bé ser aplicables a d'altres feines.

S'haurà de tenir especial cura en els riscos més usuals a les obres, com ara són, caigudes, talls, cremades, erosions i cops, havent-se d'adoptar en cada moment la postura més adient pel treball que es realitzi.

A més, s'ha de tenir en compte les possibles repercussions a les estructures d'edificació veïnes i tenir cura en minimitzar en tot moment el risc d'incendi. Tanmateix, els riscos relacionats s'hauran de tenir en compte pels previsibles treballs posteriors (reparació, manteniment...).

### VII.4.1 MITJANS I MAQUINARIA

- Atropellaments, topades amb altres vehicles, atrapades
- Interferències amb Instal·lacions de subministrament públic (aigua, llum, gas...)
- Desplom i/o caiguda de maquinària d'obra (sitjes, grues...)
- Riscos derivats del funcionament de grues
- Caiguda de la càrrega transportada
- Generació excessiva de pols o emanació de gasos tòxics
- Caigudes des de punts alts i/o des d'elements provisionals d'accés (escales, plataformes)
- Cops i ensopegades
- Caiguda de materials, rebots
- Ambient excessivament sorollós
- Contactes elèctrics directes o indirectes
- Accidents derivats de condicions atmosfèriques



#### **VII.4.2 TREBALLS PREVIS**

- Interferències amb Instal·lacions de subministrament públic (aigua, llum, gas...)
- Caigudes des de punts alts i/o des d'elements provisionals d'accés (escales, plataformes)
- Cops i ensopegades
- Caiguda de materials, rebots
- Sobre esforços per postures incorrectes
- Bolcada de piles de materials
- Riscos derivats de l'emmagatzematge de materials (temperatura, humitat, reaccions químiques)

#### **VII.4.3 RAM DE PALETA**

- Generació excessiva de pols o emanació de gasos tòxics
- Projecció de partícules durant els treballs
- Caigudes des de punts alts i/o des d'elements provisionals d'accés (escales, plataformes)
- Contactes amb materials agressius
- Talls i punxades
- Cops i ensopegades
- Caiguda de materials, rebots
- Ambient excessivament sorollós
- Sobre esforços per postures incorrectes
- Bolcada de piles de material
- Riscos derivats de l'emmagatzematge de materials (temperatura, humitat, reaccions químiques)

#### **VII.4.4 INSTAL·LACIONS**

- Interferències amb Instal·lacions de subministrament públic (aigua, llum, gas...)
- Caigudes des de punts alts i/o des d'elements provisionals d'accés (escales, plataformes)
- Talls i punxades
- Cops i ensopegades
- Caiguda de materials, rebots



- Emanacions de gasos en obertures de pous morts
- Contactes elèctrics directes o indirectes
- Sobreesforços per postures incorrectes
- Caigudes de pals i antenes

#### **VII.4.5 RELACIÓ NO EXHAUSTIVA DELS TREBALLS QUE IMPLIQÜEN RISCOS ESPECIALS (ANNEX II DEL RD 1627/1997)**

- Treballs amb riscos especialment greus de sepultant, enfonsament o caiguda d'altura, per les particulars característiques de l'activitat desenvolupada, els procediments aplicats o l'entorn del lloc de treball
- Treballs en els quals l'exposició a agents químics o biològics suposi un risc d'especial gravetat, o pels quals la vigilància específica de la salut dels treballadors sigui legalment exigible
- Treballs amb exposició a radiacions ionitzants pels quals la normativa específica obligui a la delimitació de zones controlades o vigilades
- Treballs en la proximitat de línies elèctriques d'alta tensió
- Treballs que exposin a risc d'ofegament per immersió
- Obres d'excavació de túnels, pous i altres treballs que suposin moviments de terres subterranis
- Treballs realitzats en immersió amb equip subaquàtic
- Treballs realitzats en cambres d'aire comprimit
- Treballs que impliquin l'ús d'explosius
- Treballs que requereixin muntar o desmuntar elements prefabricats pesats.

### **VII.5 DISPOSICIONS MÍNIMES DE SENYALITZACIÓ EN EL LLOC DE TREBALL**

#### **VII.5.1 REQUISITS**

1-. Elecció del tipus de senyal, que s'escollirà en funció de les característiques de la pròpia senyal, riscs o elements a senyalitzar, l'extensió de la zona a cobrir, així com el número de treballadors.



2-. L'eficàcia de la senyal serà en funció d'impedir les circumstàncies que poguessin deteriorar el missatge, agafant mesures complementàries per a reforçar la transmissió del missatge de la senyal.

3-. Els medis i dispositius deuran ser mantinguts, verificats i reparats si fos necessari.

## VII.5.2 DISPOSICIONS MÍNIMES

A)-. Riscs, prohibicions i obligacions.

La senyalització destinada a advertir la presència d'un risc es realitzarà mitjançant formes de plafó que s'adapti a les normatives.

B)-. Riscs de caigudes i xocs

Es delimitaran les zones de desnivells o a on hagi riscs de caigudes mitjançant una banda de franges grogues i negres d'inclinació 45° i dimensions adequades.

C)-. Vies de circulació

Es procurarà la delimitació de zona de pas de vehicles amb bandes de color visible tenint en compte el color del terra, així com les vies i terrenys adjacents a les zones d'obra, excepte que ja estiguessin delimitades per altres elements divisoris, barreres o paviment.

D)-. Substàncies perilloses: senyalització i emmagatzematge.

Com norma general els productes considerats com a substàncies perilloses deuran estar etiquetades segons lo disposat en les normatives, a fi de garantir un nivell de protecció adequat.

Aquestes etiquetes es col·locaran en llocs visibles i en numero suficient, i podran ser en forma de plafó d'ús reconegut en cas de què es realitzi un transport u altres situacions.

L'emmagatzematge d'aquestes substàncies es realitzarà en un lloc protegit, permetent la identificació dels embalatges mitjançant les etiquetes que corresponguin. S'utilitzarà una senyal de "perill en general".

E)-. Senyalització dels equips de protecció contra incendis, salvament i auxili, destinades a senyalitzar les vies d'evacuació i la localització dels medis i equips, es realitzaran mitjançant formes de plafó.

F)-. Situacions d'emergència. A l'aparèixer una situació de perill, la senyalització es realitzarà mitjançant senyals lluminoses, acústiques i verbals, dirigides a identificar, alertar, evacuar si fossi precís o aïllar la zona de perill.

G)-. Maniobres perilloses. La senyalització té en aquest cas com objectiu guiar i orientar als treballadors durant l'execució de maniobres que suposen risc. Es combinaran senyals gestuals, verbals a fi d'evitar l'apropament a la zona de perill.

### **VII.5.3 SENYALS EN FORMA DE PLAFÓ**

La col·locació d'aquests plafons es farà en un lloc apropiat, amb l'alçada i posició necessàries en relació a l'angle visual i en la posició immediata del risc. Al mateix temps s'assegurarà d'un emplaçament bé il·luminat i accessible, utilitzant il·luminació artificial o fosforescències si fossi precís.

No s'utilitzaran senyals massa pròximes entre elles, a fi de no mesclar els missatges i pugui donar llos a confusions. Les senyals desapareixeran quant deixi d'existir la situació que les justificava.

### **VII.5.4 SENYALS LLUMINOSES I ACUSTIQUES**

En línies generals, es mantindrà l'execució de les senyals mentre la necessitat que li ha motivat s'estigui produint. Es comprovarà abans de la seva utilització el seu estat d'ús i manteniment.

### **VII.6 MESURES DE PREVENCIÓ I PROTECCIÓ**

Com a criteri general primaran les proteccions col·lectives en front les individuals. A més, s'hauran de mantenir en bon estat de conservació els medis auxiliars, la maquinària i les eines de treball. D'altra banda els medis de protecció hauran d'estar homologats segons la normativa vigent.

Tanmateix, les mesures relacionades s'hauran de tenir en compte pels previsibles treballs posteriors (reparació, manteniment...).



### **VII.6.1 MESURES DE PROTECCIÓ COL·LECTIVA**

- Organització i planificació dels treballs per evitar interferències entre les diferents feines i circulacions dins l'obra.
- Senyalització de les zones de perill.
- Preveure el sistema de circulació de vehicles i la seva senyalització, tant a l'interior de l'obra com en relació amb els vials exteriors.
- Deixar una zona lliure a l'entorn de la zona excavada pel pas de maquinària.
- Immobilització de camions mitjançant falques i/o topalls durant les tasques de càrrega i descàrrega.
- Respectar les distàncies de seguretat amb les Instal·lacions existents.
- Els elements de les Instal·lacions han d'estar amb les seves proteccions aïllants.
- Fonamentació correcta de la maquinària d'obra.
- Muntatge de grues fet per una empresa especialitzada, amb revisions periòdiques, control de la càrrega màxima, delimitació del radi d'acció, frenada, blocatge, etc.
- Revisió periòdica i manteniment de maquinària i equips d'obra.
- Sistema de rec que impedeixi l'emissió de pols en gran quantitat.
- Comprovació de l'adequació de les solucions d'execució a l'estat real dels elements (subsòl, edificacions veïnes).
- Comprovació d'apuntaments, condicions d'estrebats i pantalles de protecció de rases.
- Utilització de paviments antilliscants.
- Col·locació de baranes de protecció en llocs amb perill de caiguda.
- Col·locació de xarxa en forats horitzontals.
- Protecció de forats i façanes per evitar la caiguda d'objectes (xarxes, lones).
- Ús de canalitzacions d'evacuació de runes, correctament instal·lades.
- Ús d'escapes de mà, plataformes de treball i bastides.
- Col·locació de plataformes de recepció de materials en plantes altes.

### **VII.6.2 MESURES DE PROTECCIÓ INDIVIDUAL**

- Utilització de caretes i ulleres homologades contra la pols i/o projecció de partícules
- Utilització de calçat de seguretat
- Utilització de casc homologat



- A totes les zones elevades on no hi hagi sistemes fixes de protecció caldrà establir punts d'ancoratge segurs per poder subjectar-hi el cinturó de seguretat homologat, la utilització del qual serà obligatòria
- Utilització de guants homologats per evitar el contacte directe amb materials agressius i minimitzar el risc de talls i punxades
- Utilització de protectors auditius homologats en ambients excessivament sorollosos
- Utilització de mandils
- Sistemes de subjecció permanent i de vigilància per més d'un operari en els treballs amb perill d'intoxicació. Utilització d'equips de subministrament d'aire

### **VII.6.3 MESURES DE PROTECCIÓ A TERCERS**

- Tancament, senyalització i enllumenat de l'obra. Cas que el tancament envaeixi la calçada s'ha de preveure un passadís protegit pel pas de vianants. El tancament ha d'impedir que persones alienes a l'obra puguin entrar.
- Preveure el sistema de circulació de vehicles tant a l'interior de l'obra com en relació amb els vials exteriors
- Immobilització de camions mitjançant falques i/o topalls durant les tasques de càrrega i descàrrega
- Comprovació de l'adequació de les solucions d'execució a l'estat real dels elements (subsòl, edificacions veïnes)
- Protecció de forats i façanes per evitar la caiguda d'objectes (xarxes, lones)

## **VII.7 MEDICINA PREVENTIVA I PRIMERS AUXILIS**

### **VII.7.1 PLANIFICACIÓ DE L'ACCIÓ PREVENTIVA**

S'informarà a l'inici de l'obra, de la situació dels diferents centres mèdics als quals s'hauran de traslladar els accidentats. És convenient disposar a l'obra i en lloc ben visible, d'una llista amb els telèfons i adreces dels centres assignats per a urgències, ambulàncies, taxis, etc. per garantir el ràpid trasllat dels possibles accidentats.

### **VII.7.2 PRIMERS AUXILIS**

Es disposarà d'una farmaciola amb el contingut de material especificat a la normativa vigent.

### **VII.7.3 EN CAS D'ACCIDENT MENOR**

Es interrompre la situació de perill sense arriscar a l'afectat ni a cap altra persona. S'avisarà al responsable de l'obra i s'iniciaran, si fossi necessari, maniobres de primers auxilis o trasllat de la persona afectada a un centre sanitari. Es realitzarà una declaració escrita de l'accident.

### **VII.7.4 EN CAS D'ACCIDENT GREU O MORTAL**

Es realitzarà la mateixa dinàmica anterior, informant del fet a les autoritats pertinents i evitar mobilitzar a l'accidentat.

### **VII.7.5 EN CAS D'ASFIXIA O ELECTROCUCIÓ**

Es detindrà en primer lloc la causa que ho genera, sense exposar-se un mateix. Posteriorment s'avisarà als efectius de seguretat i s'actuarà amb la mateixa diligència que en els casos anteriors.

### **VII.7.5 EN CAS DE FERIDES O TALLADES**

Si són superficials, desinfectar amb un antisèptic i recobrir amb protecció adhesiva.

En el cas de què la ferida sagnar-se abundantment, es procedirà a cobrir amb gases i pressionar amb la mà o amb una banda ajustada que no interrompre la circulació normal de la sang.

## **VII.8 PROTECCIÓ CONTRA INCENDIS**

### **VII.8.1 GENERALITATS**

La resistència al foc dels elements constructius es defineix per temps en que aquell element manté les seves qualitats mecàniques, estanqueïtat al pas de flames o gasos calents, no emissió de gasos inflamables a la cara no exposada al foc i aïllaments tèrmic suficient.

El fi d'aquests conceptes és el de poder mantenir un temps determinat i suficient l'extensió de l'incendi i poder prendre les mesures necessàries per a aïllar als individus i salvaguardar tot el possible el material.



L'estructura o elements autoportants deuran mantenir una estabilitat al foc regulada en la normativa al respecte. La sectorització de les zones té com objectiu paralitzar l'incendi i la seva ràpida propagació, complir especialment en tot el referent a portes de passo, distància entre finestres.

### **VII.8.2 EXTINTORS D'INCENDIS I SENYALITZACIÓ**

S'instal·laran extintors d'incendis en no permetent la utilització d'agents extintors conductors de l'electricitat. Es procedirà a la senyalització de les sortides d'ús habitual o d'emergència sent aquestes fàcilment localitzables.

### **VII.9 NORMATIVA APLICABLE**

Serà d'aplicació el Reglament sobre obres de construcció (RD 1627/1997, de 24 d'octubre) i la llei 31/1995 de 8 de novembre (BOE : 10/11/95) Prevenió de riscos laborals, així com les lleis, decrets i ordres que han sortit fins data actual i derivades d'aquesta normativa.

**Núria Pla Vallès**

**TREBALL DE FI DE GRAU**

**Grau en Enginyeria Elèctrica**

**Dirigit per Lluís Massagués Vidal**

**PROJECTE EXECUTIU D'UNA INSTAL·LACIÓ SOLAR FOTOVOLTAICA DE 5  
MWP CONNECTADA A LA SUBESTACIÓ ELÈCTRICA LA SELVA DEL CAMP**

**ANNEX VIII: ESTUDI D'IMPACTE AMBIENTAL**



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

**Tarragona**

**Curs 2022-23**



## **VIII.1 OBJECTE**

En aquest annex número VIII, es determina l'Estudi d'Impacte Ambiental aplicat en el present projecte.

L'objectiu del present Estudi d'Impacte Ambiental es dur a terme un anàlisi detallat del conjunt d'accions que es preveu que es produeixin sobre el medi ambient, amb la finalitat d'identificar, caracteritzar i avaluar els impactes ambientals que puguin derivar-se d'aquestes accions. A partir d'aquesta avaluació, es definiran les possibles mesures correctores necessàries per a garantir la compatibilitat ambiental del Projecte Bàsic.

## **VIII.3 ACTIVITAT DEL PROJECTE**

El present projecte defineix una nova instal·lació solar fotovoltaica, en unes parcel·les situades en un polígon, i connectada a la subestació elèctrica de La Selva del Camp, mitjançant una línia de distribució de 25 kV.

## **VIII.4 ESTUDI DELS IMPACTES MEDIAMBIENTALS**

Al tractar-se d'un terreny agrícola, situat a poca distància del municipi de La Selva del Camp, s'analitzaran de forma exhaustiva els possibles impactes ambientals que es puguin generar en la zona durant la fase de construcció. Els resultats d'aquest estudi s'utilitzaran per definir les mesures preventives i correctores necessàries per garantir la compatibilitat ambiental del projecte i minimitzar els seus impactes negatius sobre el medi i les persones afectades.

### **VIII.4.1 IMPACTES SOBRE LES ACTIVITATS AGRÍCOLES**

La construcció d'un parc fotovoltaic requereix de l'ocupació de moltes hectàrees en terrenys agrícoles per a la instal·lació dels panells i les infraestructures necessàries per al seu funcionament, es per tant que, es redueix de forma considerable l'àrea disponible per als cultius i activitats agrícoles.

A més, el manteniment de la línia de mitja tensió pot dificultar l'accés als terrenys privats que es trobin en la seva proximitat; així com la maquinària agrícola, afectant la productivitat dels agricultors.



#### **VIII.4.2 IMPACTES SOBRE LA BIODIVERSITAT DEL TERRENY**

Pot afectar la fauna i la flora de la zona, ja que pot provocar canvis en els hàbitats naturals dels animals o la degradació dels sòls. Sobre aquest aspecte en instal·lacions d'aquest tipus es comú la tala d'arbres i la destrucció d'ecosistemes naturals per a la implantació de les infraestructures de la instal·lació. Això provoca la pèrdua d'hàbitat per a la fauna i la flora local, incloent-hi espècies importants per a l'equilibri ecològic de la zona. A més, l'ús de pesticides i altres substàncies per al manteniment del parc solar pot tenir impactes negatius sobre la biodiversitat.

#### **VIII.4.3 IMPACTES PAISATGÍSTICS**

La construcció d'un parc fotovoltaic i d'una línia de mitja tensió pot afectar el paisatge i alterar la percepció visual de la zona, especialment en aquest cas, ja que la major part de la línia de distribució es traça com una línia aèria, per tant s'han de construir suports metàl·lics de grans dimensions.

#### **VIII.4.4 IMPACTES ACÚSTICS**

Durant el procés de construcció es poden generar sorolls associats a les activitats de muntatge dels panells solars, l'excavació de fonaments, la instal·lació de les estructures de suport i altres tasques relacionades. Aquests sorolls poden ser temporals i de curta durada, però poden generar molèsties per als agricultors i la comunitat local propera.

#### **VIII.5 MESURES CORRECTORES DELS IMPACTES MEDIAMBIENTALS**

Les mesures correctores són el conjunt de mesures que el Projecte hauria d'incloure per intentar corregir els potencials impactes sobre el mediambient. Dins d'aquest conjunt de mesures, existeixen diferents tipologies d'actuació que es poden agrupar segons la seva incidència en el potencial impacte.

### **VIII.5.1 MESURES PER SOLVENTAR ELS IMPACTES SOBRE LES ACTIVITATS AGRÍCOLES**

Les mesures que es podrien implantar per minimitzar l'impacte sobre les activitats agrícoles, podrien ser la planificació adequada de les instal·lacions per evitar interrompre la zona de cultiu o establir restriccions temporals en les tasques d'instal·lació i manteniment per no interferir amb les activitats agrícoles.

### **VIII.5.2 MESURES PER SOLVENTAR ELS IMPACTES SOBRE LA BIODIVERSITAT DEL TERRENY**

Es podrien crear passos aeris per a fauna, la plantació d'arbres i arbustos autòctons o la implementació d'un pla de gestió per a la vegetació que garanteixi la conservació de la biodiversitat.

### **VIII.5.3 MESURES PER SOLVENTAR ELS IMPACTES PAISATGÍSTICS**

Per tal de reduir l'impacte visual es podria implantar un sistema de selecció de materials i colors adequats per a la línia i les torres, la planificació de la ruta de la línia per evitar zones amb major impacte visual o la instal·lació de pantalles vegetals.

### **VIII.5.4 MESURES PER SOLVENTAR ELS IMPACTES ACÚSTICS**

Per reduir els sorolls generats en la fase d'execució, es podria dur a terme la selecció de maquinaria i materials adequats per reduir la vibració i el soroll, la instal·lació d'absorbidors acústics o la ubicació de la línia en zones que no afectin excessivament els receptors acústics més propers.

Així com, l'ús de barreres acústiques i l'adequació de la planificació de les activitats de construcció per minimitzar els sorolls durant les hores sensibles.

També és important realitzar un estudi d'impacte acústic previ i tenir en compte les normatives i regulacions vigents per garantir que els nivells de soroll siguin acceptables i no superin els límits establerts.

## VIII.6 IDENTIFICACIÓ DE L'ESPAI

Si la instal·lació a realitzar en el present projecte es trobes en un emplaçament denominat com espai protegit, seria necessari la realització d'un Estudi d'Impacte Ambiental específic per avaluar de forma exhaustiva els efectes sobre aquest terreny.

Es considera un espai protegit aquell que inclou espècies protegides o endèmiques, àrees sensibles o en perill, i la seva distribució dins de l'àrea.

Mitjançant el Visor d'Espais Naturals Protegits de Catalunya, proporcionat per la pagina oficial de la Generalitat de Catalunya, observem en la imatge següent, que l'emplaçament no ens trobem no esta qualificat com espai protegit.



Mapa d'espais protegits de Catalunya.

**Núria Pla Vallès**

**TREBALL DE FI DE GRAU**

**Grau en Enginyeria Elèctrica**

**Dirigit per Lluís Massagués Vidal**

**PROJECTE EXECUTIU D'UNA INSTAL·LACIÓ SOLAR FOTOVOLTAICA DE 5  
MWP CONNECTADA A LA SUBESTACIÓ ELÈCTRICA LA SELVA DEL CAMP**

**ANNEX IX: ESTUDI DE GESTIÓ DE RESIDUS**



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

**Tarragona**

**Curs 2022-23**



## IX.1 OBJECTE

En aquest annex número IX, es determina l'Estudi de Gestió de Residus aplicat en el present projecte.

## IX.2 CONTINGUT

En compliment del Reial Decret 105/2008, d'1 de febrer, pel qual es regula la producció i la gestió dels residus de construcció i demolició (RCD), conforme al que disposa l'article 4 "Obligacions del productor de residus de construcció i demolició", aquest estudi desenvolupa els punts següents:

- Agents intervinents a la Gestió de RCD.
- Normativa i legislació aplicable.
- Identificació dels residus de construcció i demolició generats a l'obra, codificats segons la Ordre MAM/304/2002.
- Estimació de la quantitat generada en volum i pes.
- Mesures per a la prevenció dels residus a l'obra.
- Operacions de reutilització, valorització o eliminació a què es destinaran els residus.
- Mesures per a la separació dels residus a l'obra.
- Prescripcions en relació amb l'emmagatzematge, maneig, separació i altres operacions de gestió dels residus.
- Valoració del cost previst de la gestió de RCD

## IX.3 NORMATIVA I LEGISLACIÓ APLICABLE

Aquest estudi es redacta a l'empara de l'article 4.1 a) del Reial decret 105/2008, d'1 de febrer, sobre "Obligacions del productor de residus de construcció i demolició".

A l'obra objecte del present estudi li és aplicable el Reial decret 105/2008, en virtut de l'article 3, per generar-se residus de construcció i demolició definits a l'article 3, com:

*“Qualsevol substància o objecte que, complint la definició de Residu inclosa a l'article 3. de la Llei 10/1998, de 21 d'abril, es generi en una obra de construcció o demolició” o bé, “aquell residu no perillós que no experimenta transformacions físiques, químiques o*



*biològiques significatives, no és soluble ni combustible, ni reacciona físicament ni químicament ni de cap altra manera, no és biodegradable, no afecta negativament altres matèries amb les quals entra en contacte de manera que pugui donar lloc a contaminació del medi ambient o perjudicar la salut humana. La lixivibilitat total, el contingut de contaminants del residu i l'eco toxicitat del lixiviat han de ser insignificants, i en particular no hauran de suposar un risc per a la qualitat de les aigües superficials o subterrànies".*

No és aplicable al present estudi l'excepció que preveu l'article 3.1 del Reial decret 105/2008, en no generar-se els residus següents:

- a) Les terres i pedres no contaminades per substàncies perilloses reutilitzades a la mateixa obra, en una obra diferent o en una activitat de restauració, condicionament o farciment, sempre que es pugui acreditar de forma fefaent la destinació a reutilització.
- b) Els residus d'indústries extractives regulats per la Directiva 2006/21/CE, de 15 de març.
- c) Els llots de dragatge no perillosos reubicats a l'interior de les aigües superficials derivats de les activitats de gestió de les aigües i de les vies navegables, de prevenció de les inundacions o de mitigació dels efectes de les inundacions o les sequeres, regulades pel Text Refós de la Llei d'Aigües, per la Llei 48/2003, de 26 de novembre, de règim econòmic i de prestació de serveis dels ports d'interès general, i pels tractats internacionals dels quals Espanya sigui part.

A aquells residus que es generin a la present obra i estiguin regulats per legislació específica sobre residus, quan estiguin barrejats amb altres residus de construcció i demolició, els serà aplicable Reial Decret 105/2008 en els aspectes no contemplats a la legislació específica.

### **IX.3.1 NORMATIVA D'ÀMBIT ESTATAL**

Per elaborar aquest estudi s'ha considerat la normativa següent:

- Article 45 de la Constitució espanyola.
- Llei 10/1998, de 21 d'abril, de residus.

- Pla Nacional de Residus de Construcció i Demolició (PNRCD) 2001-2006, aprovat per Acord de Consell de Ministres, de 1 de juny de 2001.
- Llei 34/2007, del 15 de novembre, de qualitat de l'aire i protecció de l'atmosfera.
- Reial decret 105/2008, d'1 de febrer, pel qual es regula la producció i la gestió dels residus de construcció i demolició.
- Ordre MAM/304/2002, de 8 de febrer, per la qual es publiquen les operacions de valorització i eliminació de residus i la llista europea de residus.

### IX.3.2 NORMATIVA D'ÀMBIT AUTONÒMIC

- Reial Decret 209/2018, de 6 d'abril, pel qual s'aprova el Pla territorial sectorial d'infraestructures de gestió de residus municipals de Catalunya.
- Reial Decret 210/2018, de 6 d'abril, pel qual s'aprova el Programa de prevenció i gestió de residus i recursos de Catalunya.

### IX.4 IDENTIFICACIÓ DELS RESIDUS GENERATS

Tots els possibles residus de construcció i demolició generats a l'obra s'han codificat atenent a l'Ordre MAM/304/2002, de 8 de febrer, per la qual es publiquen les operacions de valorització i eliminació de residus, segons la Llista Europea de Residus (LER) aprovada per la Decisió 2005/532/CE, donant lloc als grups següents:

- RCD de Nivell I: Terres i materials petris, no contaminats, procedents d'obres d'excavació.  
El Reial decret 105/2008 (article 3.1.a), considera com a excepció de ser considerades com residus:  
*Les terres i pedres no contaminades per substàncies perilloses, reutilitzades a la mateixa obra, a una obra diferent o en una activitat de restauració, condicionament o farciment, sempre que es pugui acreditar de forma fefaent la destinació a reutilització.*
- RCD de Nivell II: Residus generats principalment en les activitats pròpies del sector de la construcció, de la demolició, de la reparació domiciliària i de la implantació de serveis.

Material según Orden Ministerial MAM/304/2002
<b>RCD de Nivel I</b>
1 Tierras y pétreos de la excavación
<b>RCD de Nivel II</b>
RCD de naturaleza no pétreo
1 Asfalto
2 Madera
3 Metales (incluidas sus aleaciones)
4 Papel y cartón
5 Plástico
6 Vidrio
7 Yeso
RCD de naturaleza pétreo
1 Arena, grava y otros áridos
2 Hormigón
3 Ladrillos, tejas y materiales cerámicos
RCD potencialmente peligrosos
1 Basuras
2 Otros

Classificació de materials segons Ordre Ministerial MAM/304/2002.

A continuació, s'enumeren els residus amb el codi LER que es poden generar una obra d'aquestes característiques.

### **Terres i petris**

- 17.05.04. Terres netes i materials petris. Procedents del moviment de terres necessari per realitzar les rases, les fonamentacions, anivellacions de terreny, etc.

### **RCD**

#### **RCD de naturalesa pètria**

- 17.01.01. Formigó.
- 17.01.02. Maons.
- 17.01.03 Teules i materials ceràmics.
- 17.09.04. Residus barrejats de construcció que no continguin substàncies perilloses.

#### **RCD de naturalesa no pètria**

- 17.02.01 Fusta. Inclou les restes de tall, d'encofrat, etc.
- 17.02.03 Plàstics
- 17.04.05. Ferro i acer. Inclou armadures d'acer o restes d'estructures metàl·liques, Restes de panells d'encofrat, etc.



- 17.04.11. Cables que no contenen hidrocarburs, quitrà d'hulla o altres substàncies perilloses.

### Altres residus

- 15.02.02 Absorbents contaminats. Principalment seran draps de neteja contaminats i sepiolita en cas que hi hagi un vessament.
- 15.01.11 Aerosols
- 15.01.10. Envasos buits de metall o plàstic contaminats.
- 17.05.03. Terres contaminades
- 20.01.21 Tubs fluorescents
- 20.01.01. Paper i cartró. Inclou restes d'embalatges, etc.
- 20.01.39. Plàstics. Material plàstic procedent d'envasos i embalatges d'equips.
- 20.03.01. Residus sòlids urbans (RSU) o assimilables a urbans. Principalment són els generats per l'activitat a vestuaris, casetes d'obra, etc.

## IX.5 ESTIMACIÓ DE LA QUANTITAT DE RESIDUS GENERATS

S'ha estimat la quantitat de residus generats a l'obra, a partir dels mesuraments del projecte, a funció del pes de materials integrants en els rendiments dels corresponents preus descompostos de cada unitat d'obra, determinant el pes de les restes dels materials sobrants i el de l'embalatge dels productes subministrats.

Els resultats es resumeixen en la taula següent:

Material	Codi LER	Pes (kg)	Volum (m <sup>3</sup> )
<b>RCD de Nivell I</b>			
1 Terres i pedres de l'excavació			
Residus de l'excavació	17 01 01	8,422	5,615
<b>RCD de Nivell II (NNP)</b>			
1 Asfalt			
Mescla bituminosa retirada asfalt	17 03 02	2,145	1,115
3 Metalls			
Residus de suports, creueres	17 01 07	12,678	14,669
Residus de cablejat	16 01 21	12,678	14,669
4 Paper i cartó			
Embalatges	15 01 02	11,678	9,669
<b>RCD de Nivell II (NP)</b>			
1 Arena, grava i altres			

Residus emplenament rasa canalització	01 04 08	67,907	102,65
2 Formigó			
Formigó de cimentacions i sabates	17 01 01	42,145	51,115
<b>RCD potencialment perillosos</b>			
1 Escombraries			
Residus de neteja	20 03 03	47,897	138,622

Estimació de residus generats.

## IX.6 MESURES PER A LA PREVENCIÓ DE RESIDUS GENERATS

En la fase de projecte s'han tingut en compte les diferents alternatives compositives, constructives i de disseny, optant per aquelles que generen el menor volum de residus a la fase de construcció i de explotació, facilitant, a més, el desmantellament de l'obra al final de la vida útil amb el menor impacte ambiental.

Per tal de generar menys residus a la fase d'execució, el constructor assumirà la responsabilitat de organitzar i planificar l'obra quant al tipus de subministrament, recollida de materials i procés d'execució.

Com a criteri general s'adoptaran les següents mesures per a la prevenció dels residus generats a l'obra:

- L'excavació s'ajustarà a les dimensions específiques del projecte, atenent les cotes dels plànols de fonamentació, fins a la profunditat indicada en el mateix que coincidirà amb l'estudi geotècnic corresponent amb el vistiplau de la Direcció Facultativa. En cas que existeixin fangs de drenatge, s'acotarà l'extensió de les bosses dels mateixos.
- S'evitarà en tant que sigui possible la producció de residus de naturalesa pètria (grava, sorra, etc.), pactant amb el proveïdor la devolució del material que no s'utilitzi a l'obra.
- El formigó subministrat serà preferentment de central. En cas que hi hagi sobrants s'utilitzaran a les parts de l'obra que es prevegi per a aquests casos, com a formigons de neteja, base de paviments, farcits, etc.
- Les peces que continguin barreges bituminoses, se subministraran justes en dimensió i extensió, amb per evitar els sobrants innecessaris. Abans de la seva col·locació es planificarà l'execució per a procedir a l'obertura de les peces mínimes, de manera que quedin dins dels envasos els sobrants no executats.



- Tots els elements de fusta es replantejaran juntament amb l'oficial de fusteria, per tal d'optimitzar la solució, minimitzar-ne el consum i generar el menor volum de residus.
- El subministrament dels elements metàl·lics i els seus aliatges, es realitzarà amb les quantitats mínimes i estrictament necessàries per a l'execució de la fase de l'obra corresponent, evitant-se qualsevol treball dins de l'obra, a excepció del muntatge dels corresponents kits prefabricats.
- Es sol·licitarà de forma expressa als proveïdors que el subministrament en obra es realitzi amb la menor quantitat d'embalatge possible, renunciant als aspectes publicitaris, decoratius i superflus.

## **IX.7 OPERACIONS DE REUTILITZACIÓ, VALORACIÓ O ELIMINACIÓ ALS QUE ES DESTINARAN ELS RESIDUS**

El desenvolupament de les activitats de valorització de residus de construcció i demolició requerirà autorització prèvia de l'òrgan competent en matèria mediambiental de la comunitat autònoma corresponent, en els termes establerts per la Llei 10/1998, de 21 d'abril.

L'autorització podrà ser atorgada per a una o diverses de les operacions que s'hagin de realitzar, i sense perjudici de les autoritzacions o llicències exigides per qualsevol altra normativa aplicable a l'activitat. S'atorgarà per un termini de temps determinat, i podrà ser renovada per períodes successius.

L'autorització només es concedirà prèvia inspecció de les instal·lacions en què es desenvolupi l'activitat i comprovació de la qualificació dels tècnics responsables de la seva direcció i que està prevista la formació professional adequada del personal encarregat de la seva explotació.

Els àrids reciclats obtinguts com a producte d'una operació de valorització de residus de construcció i demolició hauran de complir els requisits tècnics i legals per a l'ús a què es destinin.

La reutilització de les terres procedents de l'excavació, els residus minerals o petris, els materials ceràmics, els materials no petris i metàl·lics, es realitzarà preferentment al dipòsit municipal.

**Núria Pla Vallès**

**TREBALL DE FI DE GRAU**

**Grau en Enginyeria Elèctrica**

**Dirigit per Lluís Massagués Vidal**

**PROJECTE EXECUTIU D'UNA INSTAL·LACIÓ SOLAR FOTOVOLTAICA DE 5  
MWP CONNECTADA A LA SUBESTACIÓ ELÈCTRICA LA SELVA DEL CAMP**

**ANNEX X: CRONOGRAMA**



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

**Tarragona**

**Curs 2022-23**



## **X.1 OBJECTE**

En aquest annex número X, s'adjunta el cronograma amb la planificació prevista per a la instal·lació a realitzar.

## **X.2 CRONOGRAMA**



**Núria Pla Vallès**

**TREBALL DE FI DE GRAU**

**Grau en Enginyeria Elèctrica**

**Dirigit per Lluís Massagués Vidal**

**PROJECTE EXECUTIU D'UNA INSTAL·LACIÓ SOLAR FOTOVOLTAICA DE 5  
MWP CONNECTADA A LA SUBESTACIÓ ELÈCTRICA LA SELVA DEL CAMP**

**Document número 3: PLÀNOLS**



**UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI**

**Tarragona**

**Curs 2022-23**

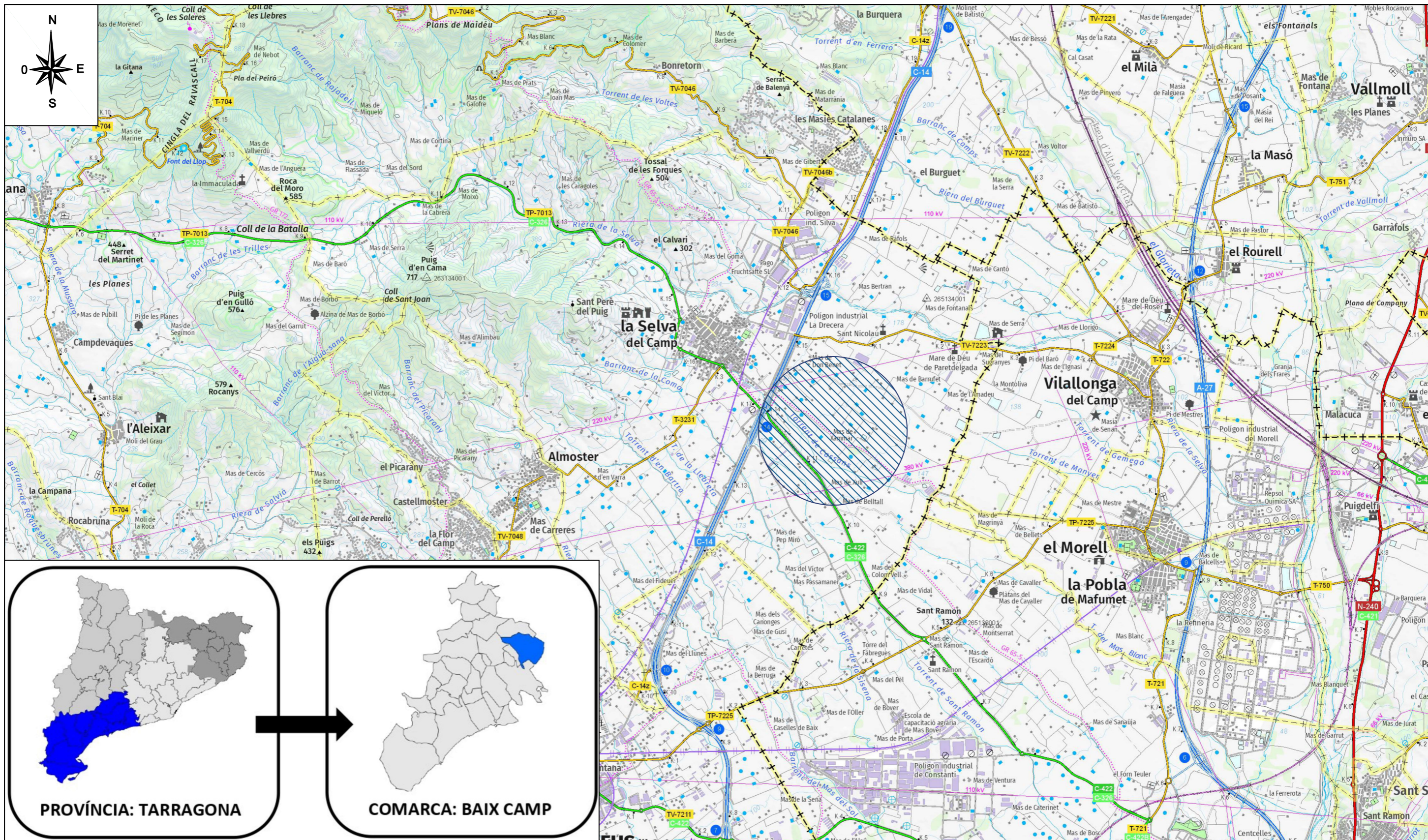


## **Document número 3: PLÀNOLS**

3.1	SITUACIÓ .....	212
3.2	EMPLAÇAMENT.....	213
3.3	PLANTA GENERAL PARC FOTOVOLTAIC.....	214
3.4	PLANTA GENERAL DISTRIBUCIÓ DE PLAQUES .....	215
3.5	PLANTA GENERAL TANCA PERIMETRAL .....	216
3.6	DETALL TANCA PERIMETRAL .....	217
3.7	DETALL ESTRUCTURA .....	218
3.8	DETALL DISTÀNCIES ENTRE MÒDULS.....	219
3.9	DETALL CONNEXIONAT STRINGS.....	220
3.10	ESQUEMA UNIFILAR BT TRANSFORMADOR 1 .....	221
3.11	ESQUEMA UNIFILAR BT TRANSFORMADOR 2 .....	222
3.12	ESQUEMA UNIFILAR CT-1 .....	223
3.13	ESQUEMA UNIFILAR CT-2 .....	224
3.14	ESQUEMA UNIFILAR MT .....	225
3.15	EDIFICI PREFABRICAT PFU-5 .....	226
3.16	DISPOSICIÓ APARAMENTA CT-1.....	227
3.17	DISPOSICIÓ APARAMENTA CT-2.....	228
3.18	EDIFICI PREFABRICAT INVERSOR PFU-4 .....	229
3.19	POSADA A TERRA CT .....	230
3.20	PLANTA GENERAL LINIA MT.....	231
3.21	PLANTA GENERAL LINIA MT TRAM 1.....	232
3.22	PLANTA GENERAL LINIA MT TRAM 2.....	233
3.23	PLANTA GENERAL LINIA MT TRAM 3.....	234
3.24	PERFIL LINIA AÈRIA.....	235
3.25	ESQUEMA UNIIFILAR LINIA AÈRIA TRAM 1 .....	236
3.26	ESQUEMA UNIIFILAR LINIA AÈRIA TRAM 2 (1) .....	237
3.27	ESQUEMA UNIIFILAR LINIA AÈRIA TRAM 2 (2) .....	238
3.28	ESQUEMA UNIIFILAR LINIA AÈRIA TRAM 3.....	239
3.29	PLANTA LINIA SUBTERRÀNIA MT TRAM 1 (1).....	240
3.30	PLANTA LINIA SUBTERRÀNIA MT TRAM 1 (2).....	241
3.31	PLANTA LINIA SUBTERRÀNIA MT TRAM 3 .....	242
3.32	DETALL PERFIL LONGITUDINAL MUNTATGE.....	243
3.33	DETALL FONAMENTS SUPORT.....	244
3.34	CONVERSIÓ AERI-SUBTERRÀNIA .....	245



<b>3.35</b>	<b>DETALL SUPORT I CIMENTACIÓ.....</b>	<b>246</b>
<b>3.36</b>	<b>DETALL POSADA A TERRA SUPORT .....</b>	<b>247</b>
<b>3.37</b>	<b>RASA TUB FORMIGONAT EN TERRA .....</b>	<b>248</b>
<b>3.38</b>	<b>RASA TUB FORMIGONAT EN CALÇADA .....</b>	<b>249</b>



PROJECTE EXECUTIU D'UNA INSTAL·LACIÓ SOLAR FOTOVOLTAICA DE 5 MWP CONNECTADA, MITJANÇANT UNA LÍNIA DE 25 KV, A LA SUBESTACIÓ ELÈCTRICA LA SELVA DEL CAMP

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Escala  
1:50.000

SITUACIÓ





NÚRIA PLA VALLÈS  
TREBALL DE FI DE GRAU  
CURS 22/23

Nº 1



SUBESTACIÓ ELÈCTRICA  
 E(x) 745869.802m UTM 31/ETRS89  
 E(y) 127211.431m UTM 31/ETRS89

PARC SOLAR FOTOVOLTAIC  
 E(x) 744794.553m UTM 31/ETRS89  
 E(y) 128751.544m UTM 31/ETRS89

-  TRAÇAT LÍNEA SUBTERRÀNEA DE MT
-  TRAÇAT LÍNEA AÈRIA DE MT
-  UBICACIÓ DELS CENTRES DE TRANSFORMACIÓ
-  UBICACIÓ DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA

PROJECTE EXECUTIU D'UNA INSTAL·LACIÓ SOLAR FOTOVOLTAICA DE 5 MWP CONNECTADA, MITJANÇANT UNA LÍNEA DE 25 KV, A LA SUBESTACIÓ ELÈCTRICA LA SELVA DEL CAMP

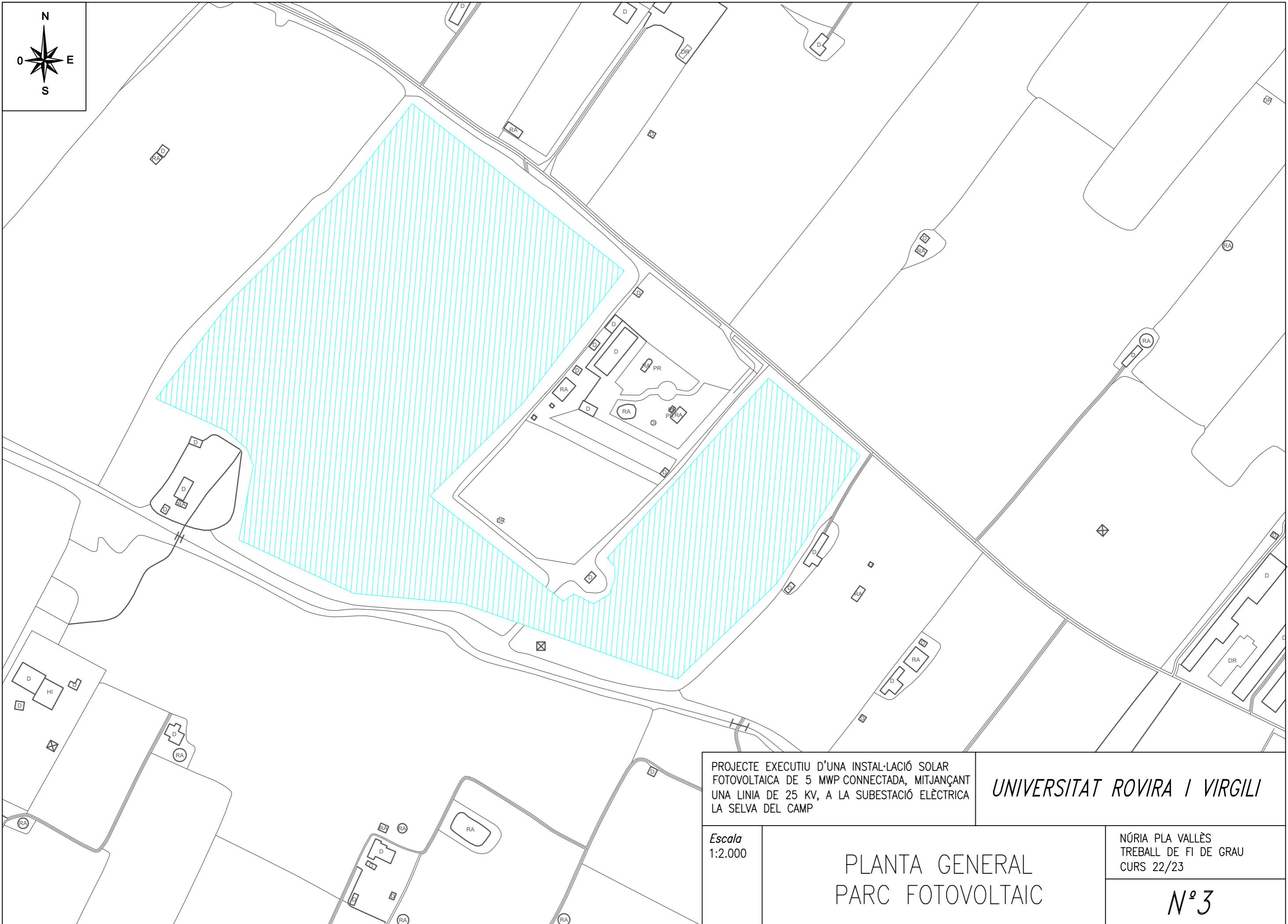
UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Escala  
1:10.000

EMPLAÇAMENT

NÚRIA PLA VALLÈS  
 TREBALL DE FI DE GRAU  
 CURS 22/23

Nº 2



PROJECTE EXECUTIU D'UNA INSTAL·LACIÓ SOLAR FOTOVOLTAICA DE 5 MWP CONNECTADA, MITJANÇANT UNA LÍNEA DE 25 KV, A LA SUBESTACIÓ ELÈCTRICA LA SELVA DEL CAMP

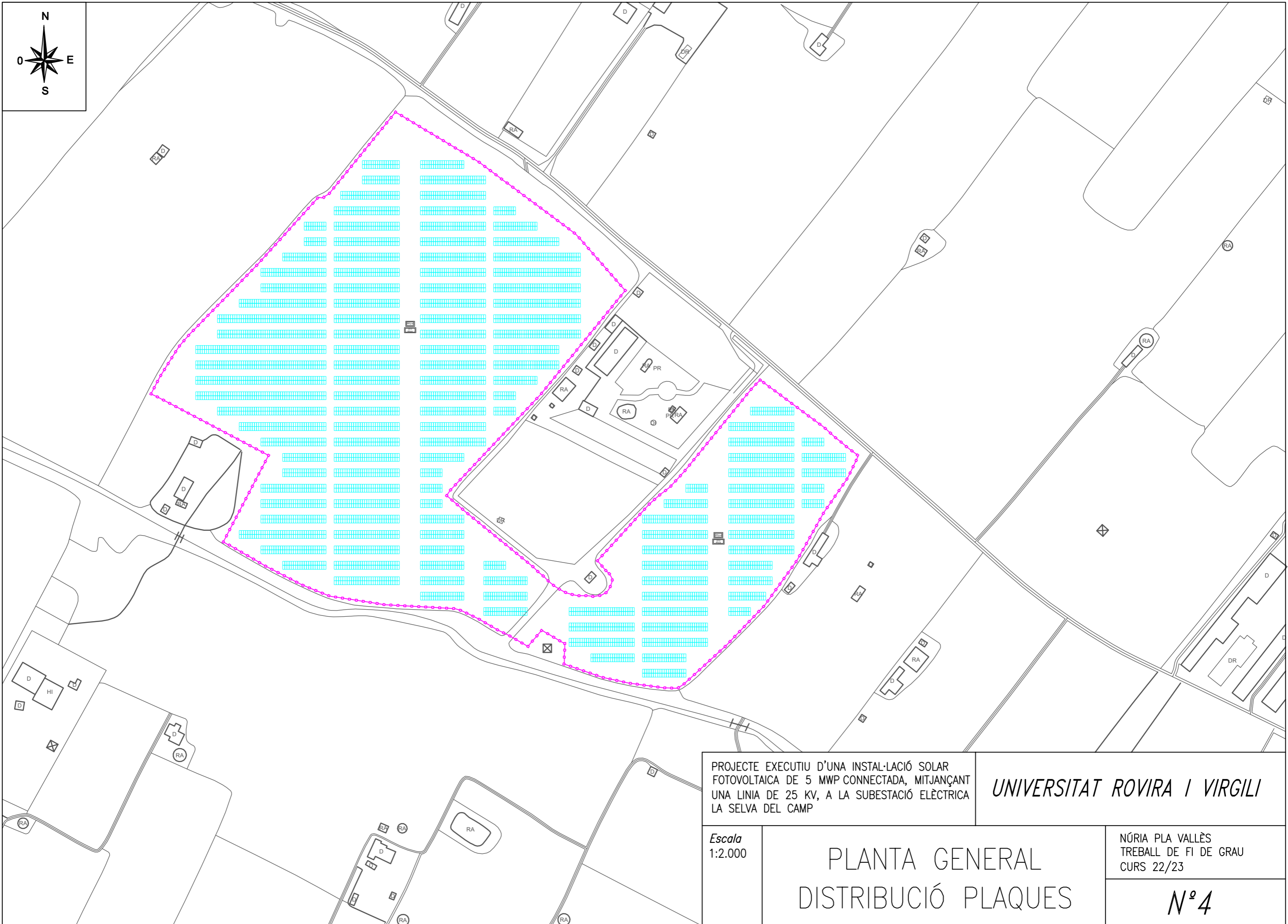
*UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI*

*Escala*  
1:2.000

PLANTA GENERAL  
PARC FOTOVOLTAIC

NÚRIA PLA VALLÈS  
TREBALL DE FI DE GRAU  
CURS 22/23

*Nº 3*



PROJECTE EXECUTIU D'UNA INSTAL·LACIÓ SOLAR FOTVOLTAICA DE 5 MWP CONNECTADA, MITJANÇANT UNA LÍNIA DE 25 KV, A LA SUBSTACIÓ ELÈCTRICA LA SELVA DEL CAMP

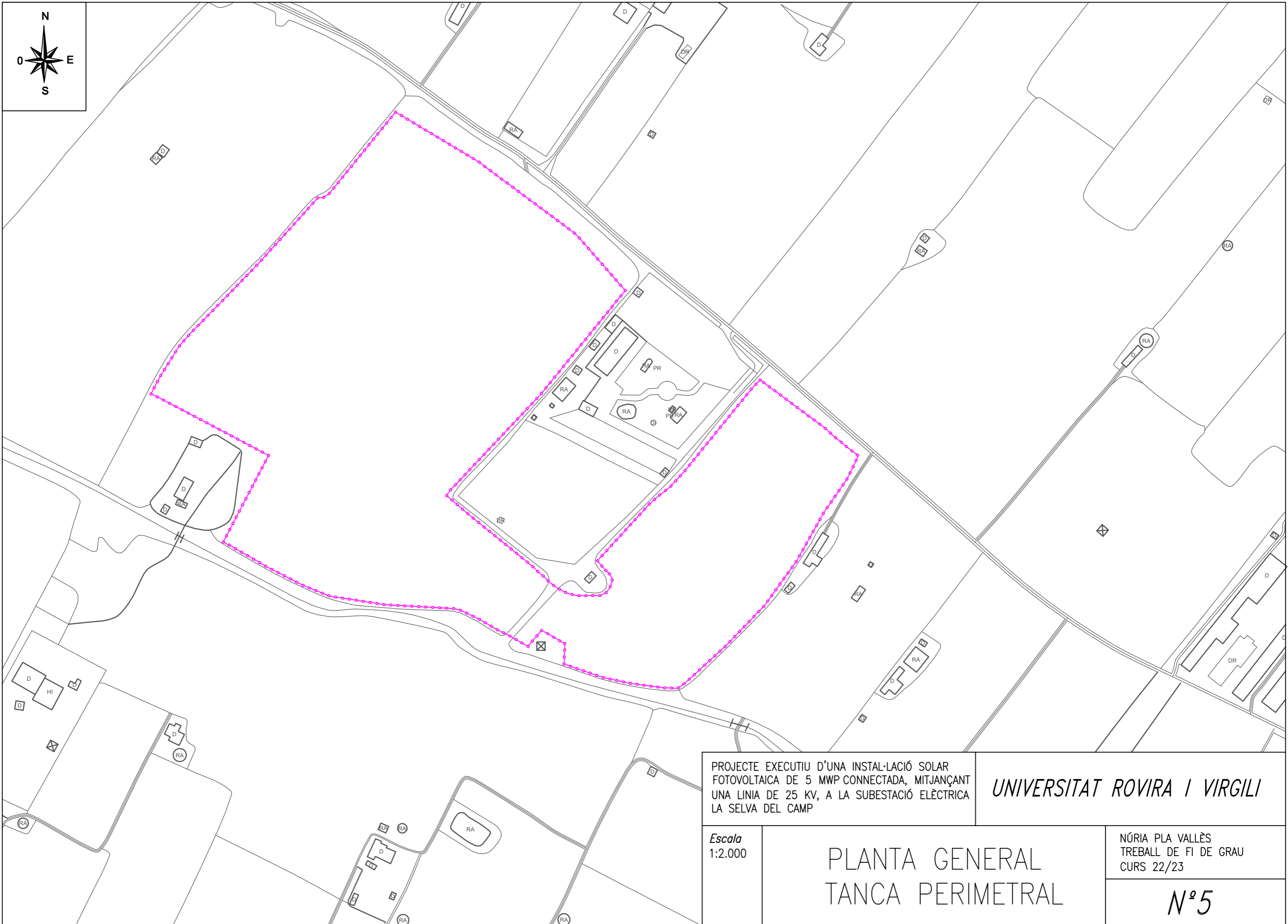
*UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI*

Escala  
1:2.000

PLANTA GENERAL  
DISTRIBUCIÓ PLAQUES

NÚRIA PLA VALLÈS  
TREBALL DE FI DE GRAU  
CURS 22/23

**Nº 4**



PROJECTE EXECUTIU D'UNA INSTAL·LACIÓ SOLAR FOTVOLTAICA DE 5 MWP CONNECTADA, MITJANÇANT UNA LÍNIA DE 25 KV, A LA SUBSTACIÓ ELÈCTRICA LA SELVA DEL CAMP

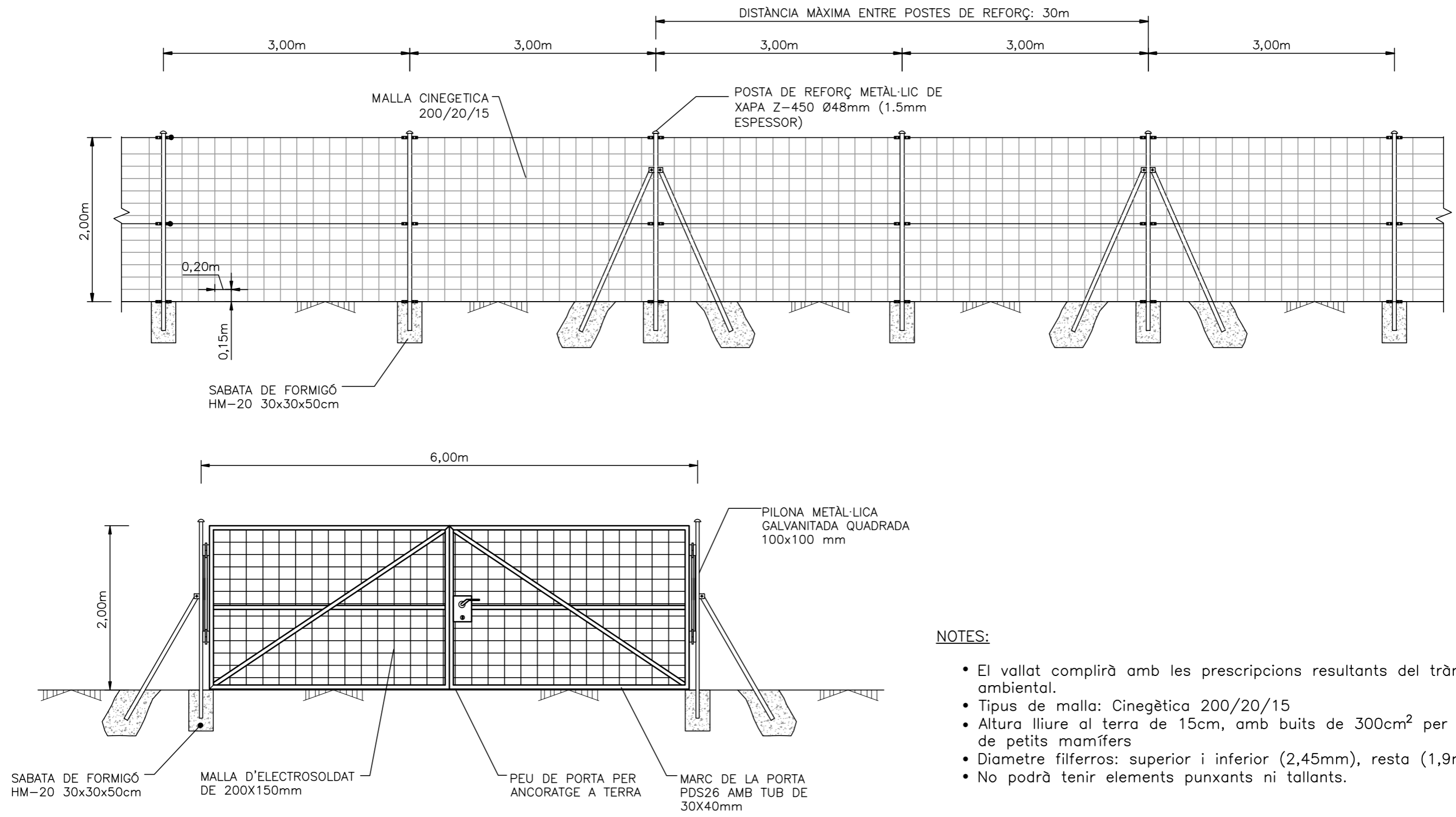
*UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI*

Escala  
1:2.000

# PLANTA GENERAL TANCA PERIMETRAL

NÚRIA PLA VALLÈS  
TREBALL DE FI DE GRAU  
CURS 22/23

## Nº 5

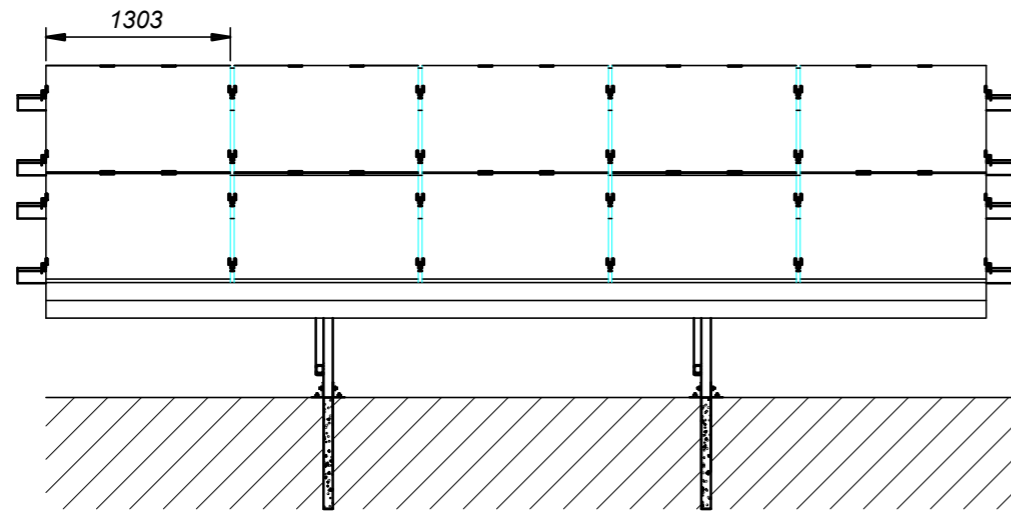


**NOTES:**

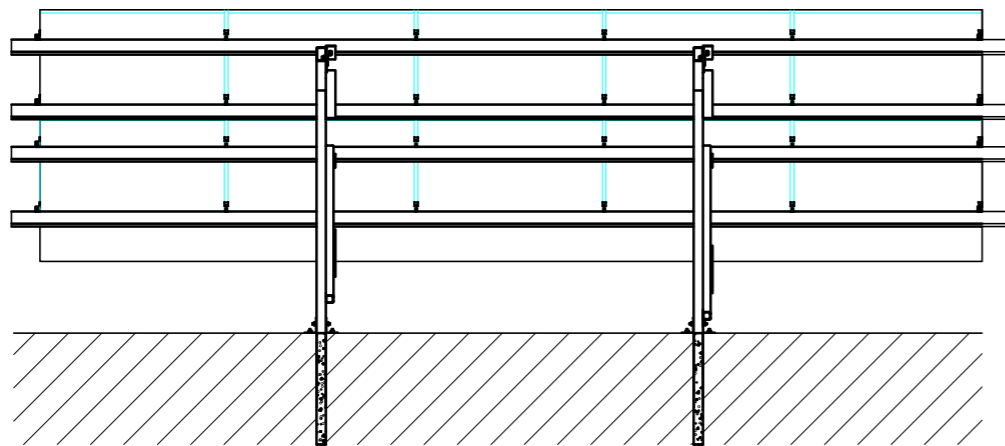
- El vallat complirà amb les prescripcions resultants del tràmit ambiental.
- Tipus de malla: Cinegètica 200/20/15
- Altura lliure al terra de 15cm, amb buits de 300cm<sup>2</sup> per a pas de petits mamífers
- Diametre filferros: superior i inferior (2,45mm), resta (1,9mm)
- No podrà tenir elements punxants ni tallants.

PROJECTE EXECUTIU D'UNA INSTAL·LACIÓ SOLAR FOTOVOLTAICA DE 5 MWP CONNECTADA, MITJANÇANT UNA LINIA DE 25 KV, A LA SUBESTACIÓ ELÈCTRICA LA SELVA DEL CAMP		<i>UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI</i>
<i>Escala</i> N/A	DETALL TANCA	NÚRIA PLA VALLÈS TREBALL DE FI DE GRAU CURS 22/23
		<i>Nº6</i>

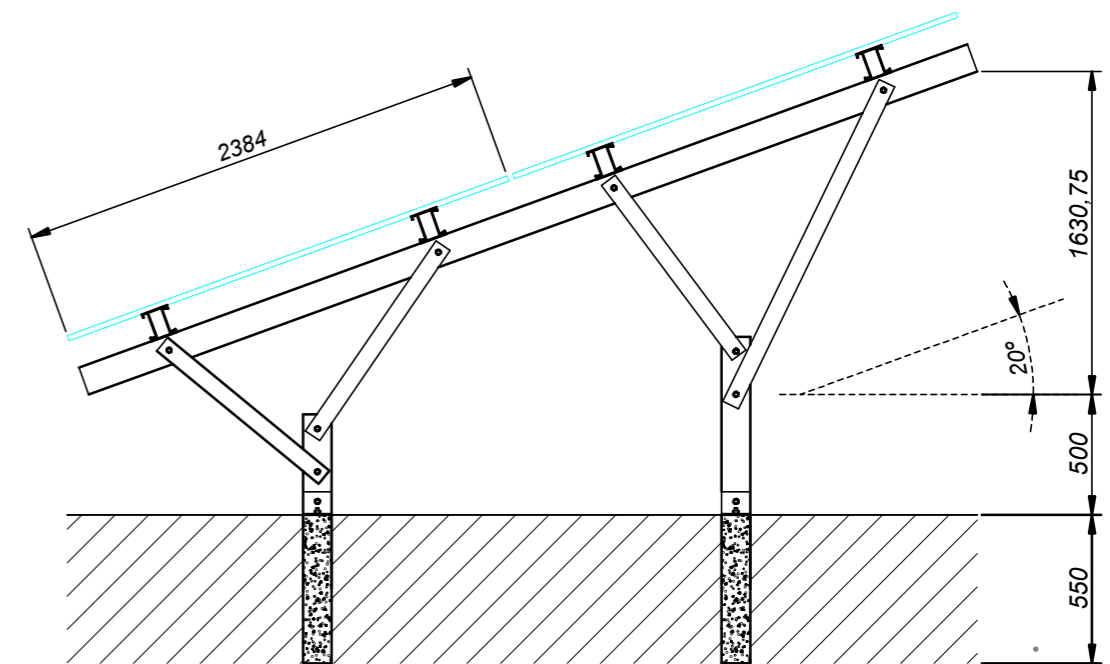
VISTA FRONTAL



VISTA POSTERIOR



VISTA LATERAL



PROJECTE EXECUTIU D'UNA INSTAL·LACIÓ SOLAR FOTVOLTAICA DE 5 MWP CONNECTADA, MITJANÇANT UNA LÍNIA DE 25 KV, A LA SUBESTACIÓ ELÈCTRICA LA SELVA DEL CAMP

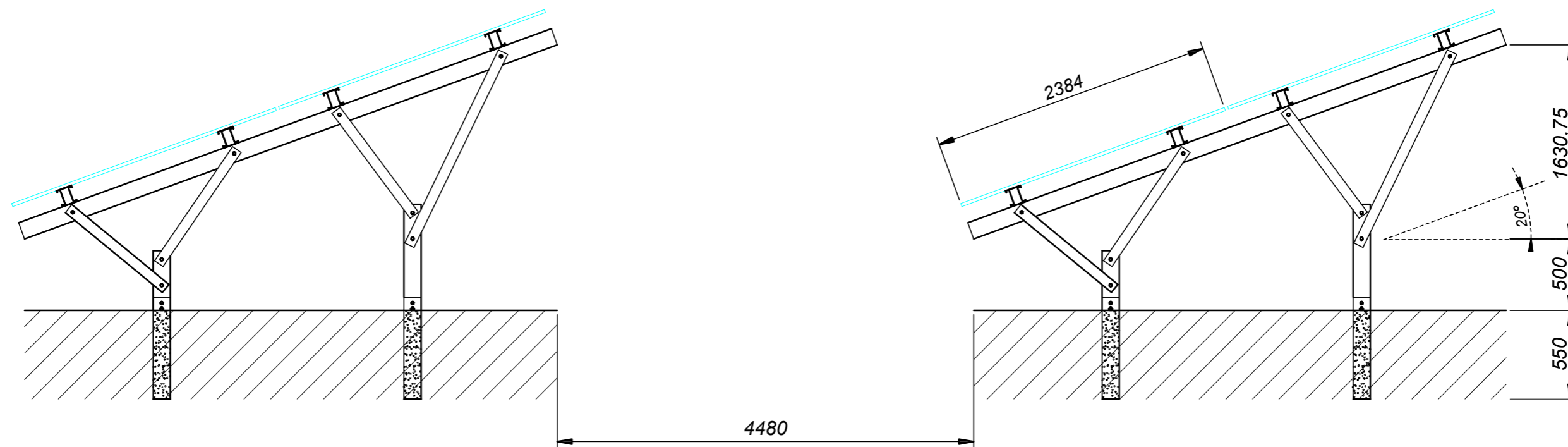
UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Escala  
N/A

DETALL ESTRUCTURA

NÚRIA PLA VALLÈS  
TREBALL DE FI DE GRAU  
CURS 22/23

Nº 7



PROJECTE EXECUTIU D'UNA INSTAL·LACIÓ SOLAR FOTVOLTAICA DE 5 MWP CONNECTADA, MITJANÇANT UNA LINIA DE 25 KV, A LA SUBESTACIÓ ELÈCTRICA LA SELVA DEL CAMP

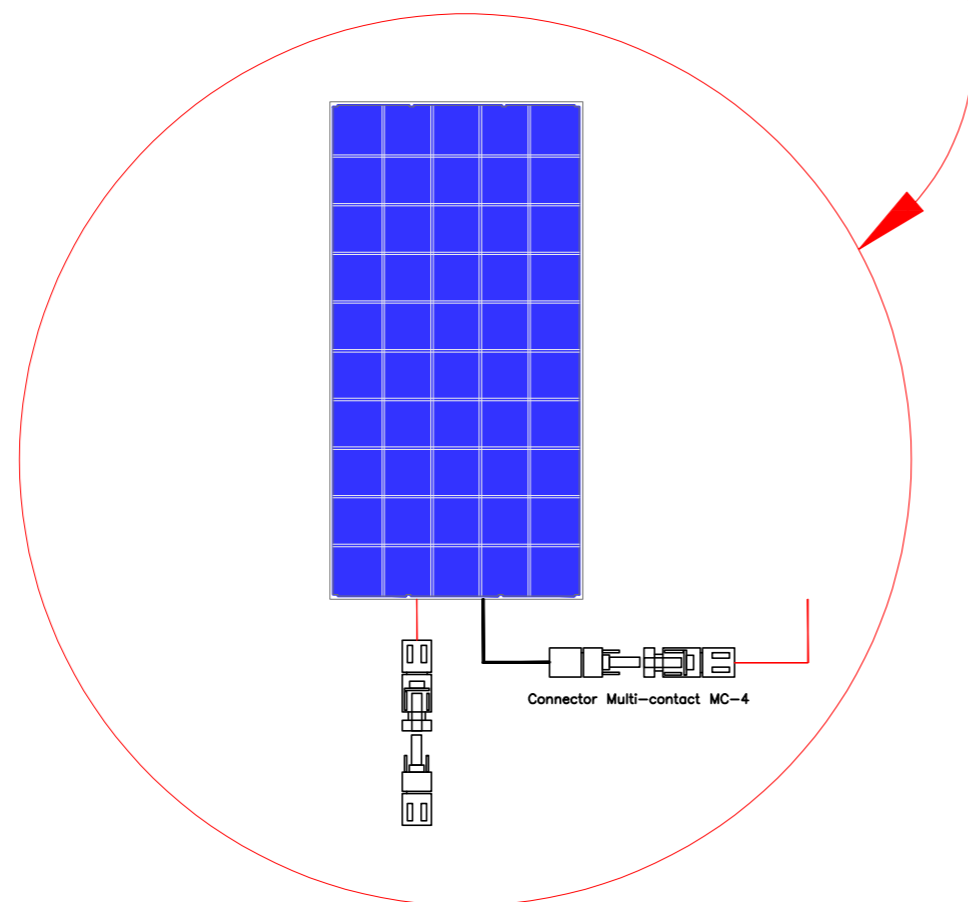
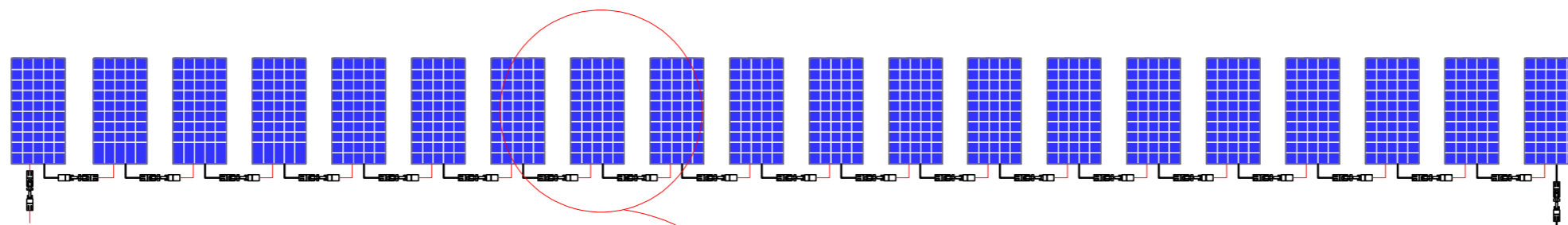
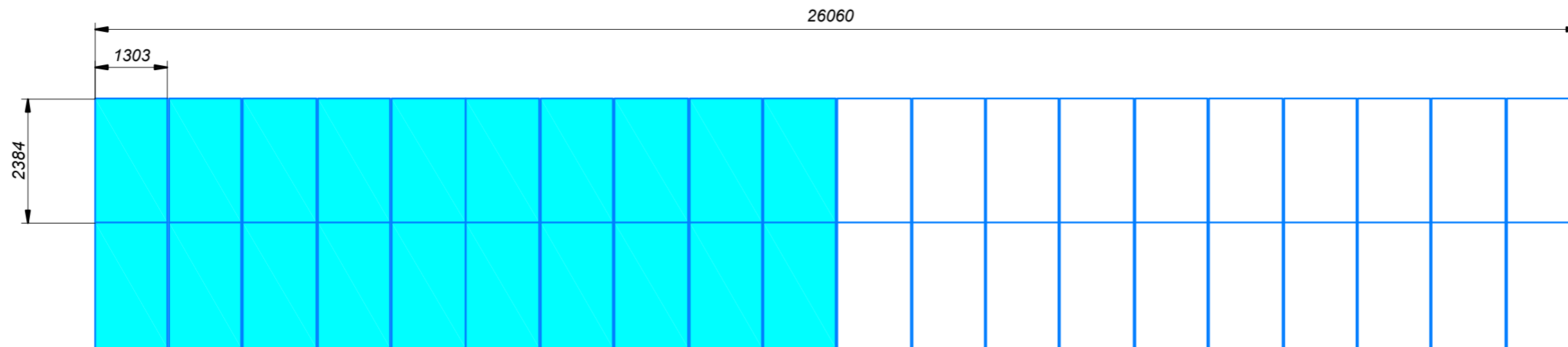
UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Escala  
N/A

DETALL DISTÀNCIES ENTRE MÒDULS

NÚRIA PLA VALLÈS  
TREBALL DE FI DE GRAU  
CURS 22/23

Nº 8



CARACTERÍSTIQUES PLACA

Fabricant: Canadian Solar  
 Gama: HiKu Mono PERC  
 Model: CS7N-670MS  
 Dimensions: 2.384x1.303x35 mm  
 Tipus de mòdul: Mono-cristal·lina  
 Màxima tensió DC1.000/1.500 V  
 Potència màxima STC: 670 Wp  
 Potència màxima NOCT: 509 Wp

PROJECTE EXECUTIU D'UNA INSTAL·LACIÓ SOLAR FOTVOLTAICA DE 5 MWP CONNECTADA, MITJANÇANT UNA LINIA DE 25 KV, A LA SUBESTACIÓ ELÈCTRICA LA SELVA DEL CAMP

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

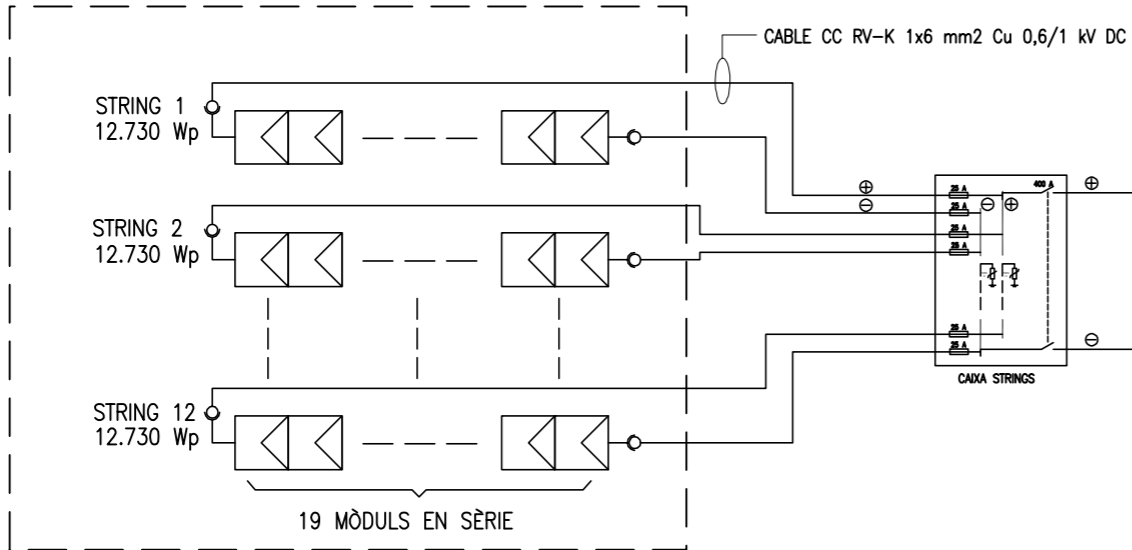
Escala  
N/A

DETALL CONNEXIONAT  
STRINGS

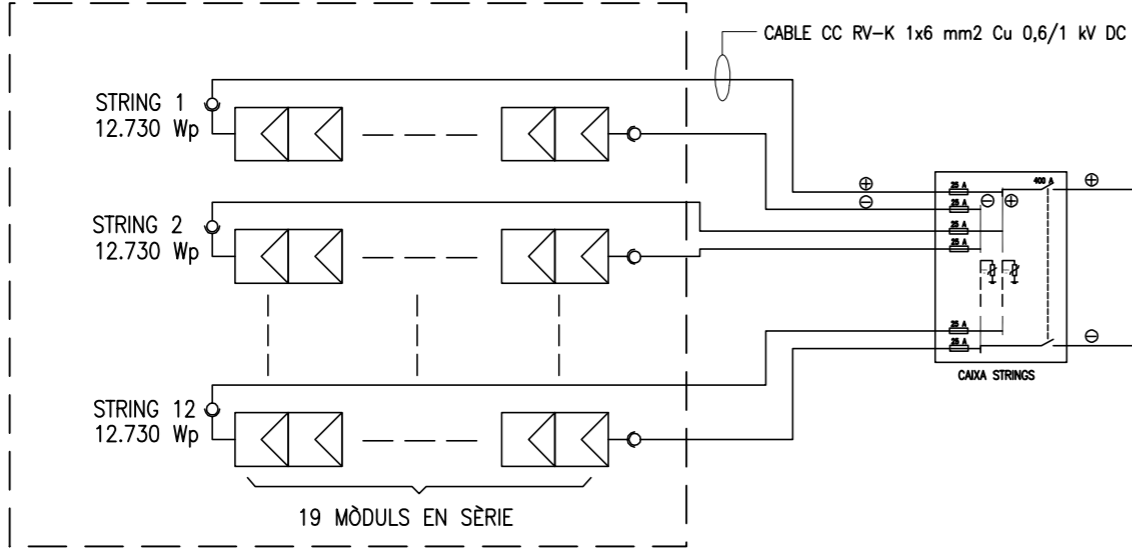
NÚRIA PLA VALLÈS  
TREBALL DE FI DE GRAU  
CURS 22/23

Nº9

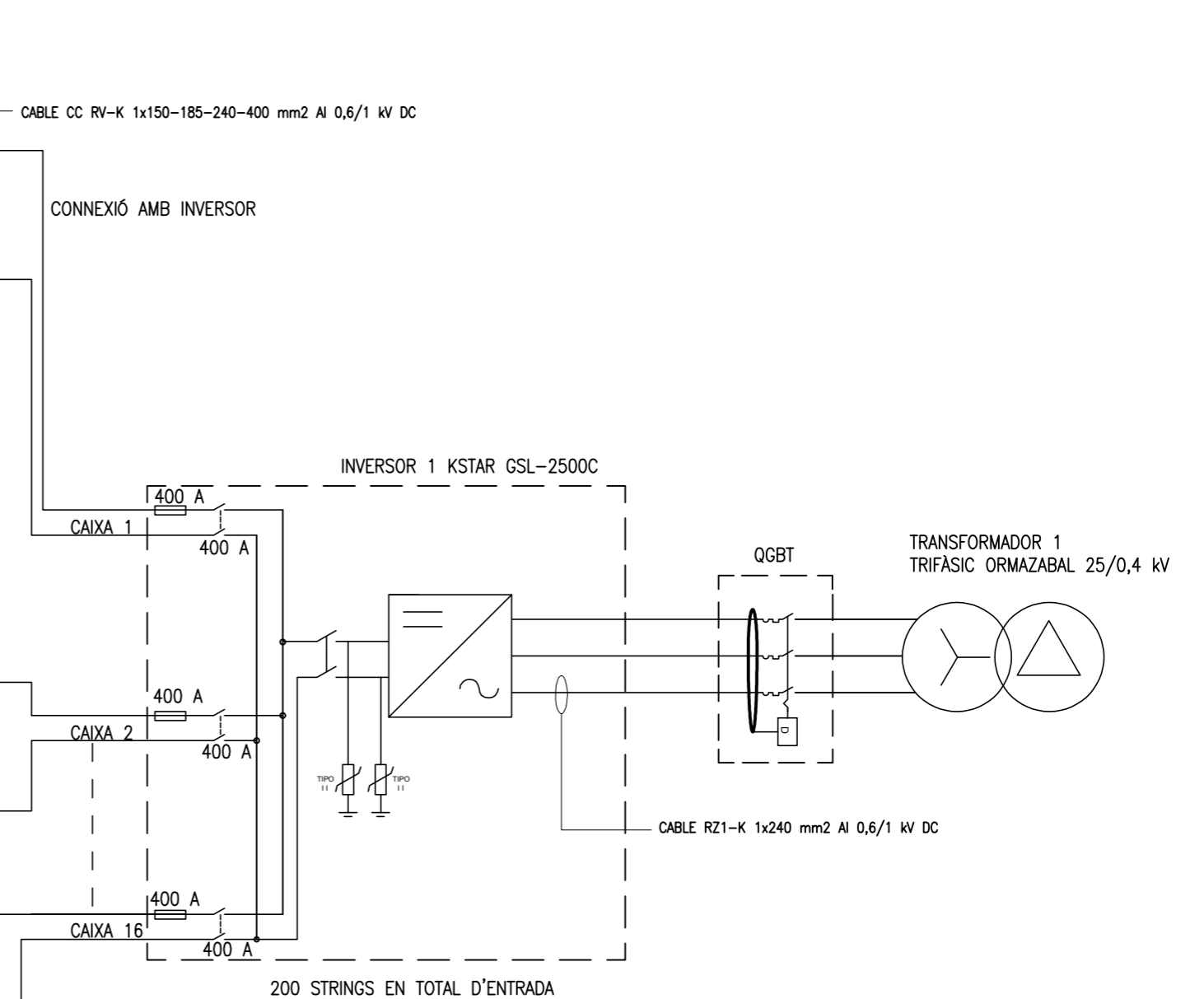
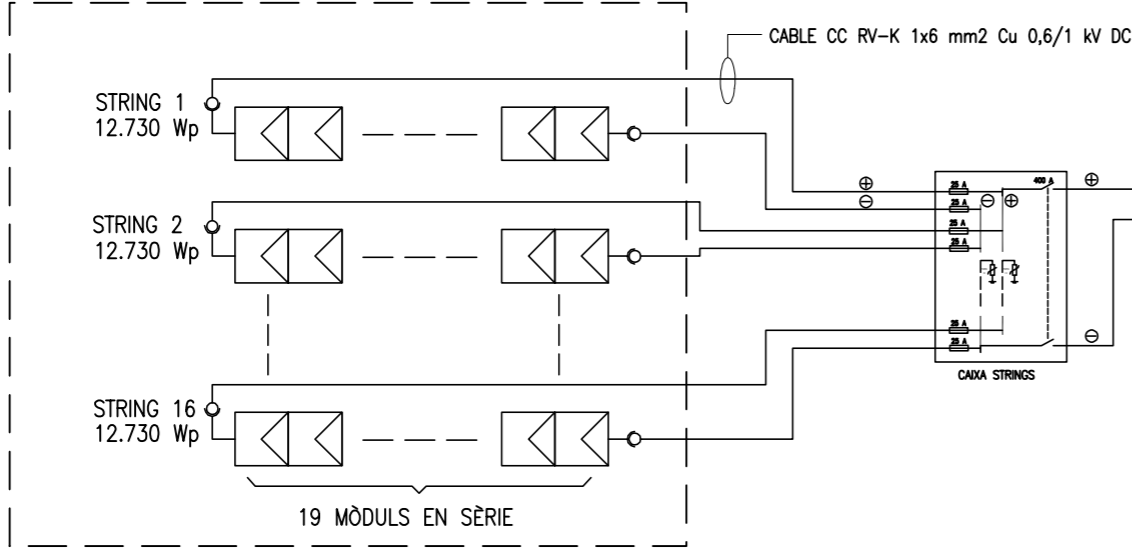
ENTRADA 1: 152,76 kWp



ENTRADA 2: 152,76 kWp



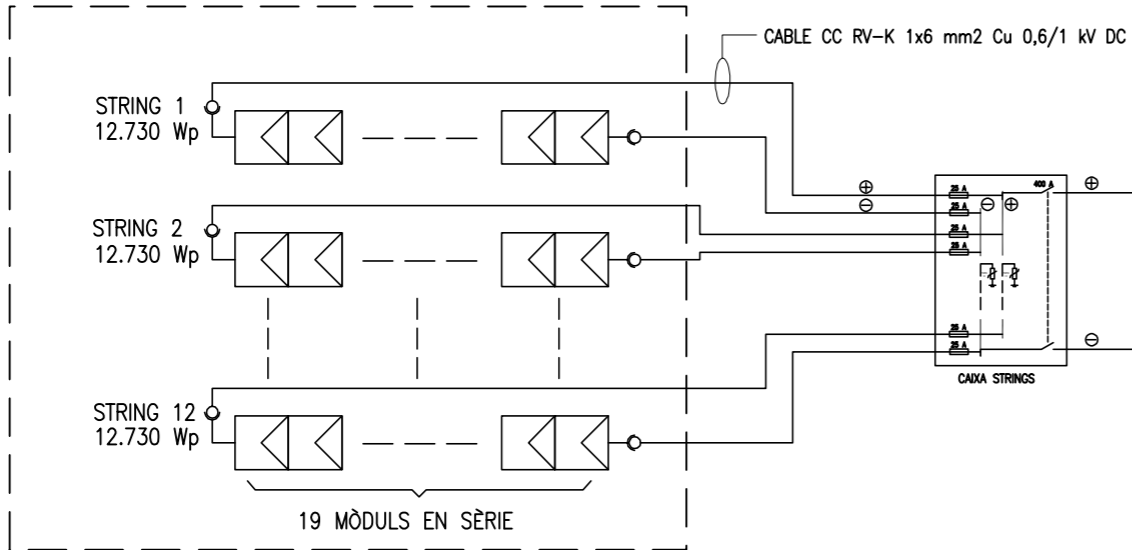
ENTRADA 16: 203,68 kWp



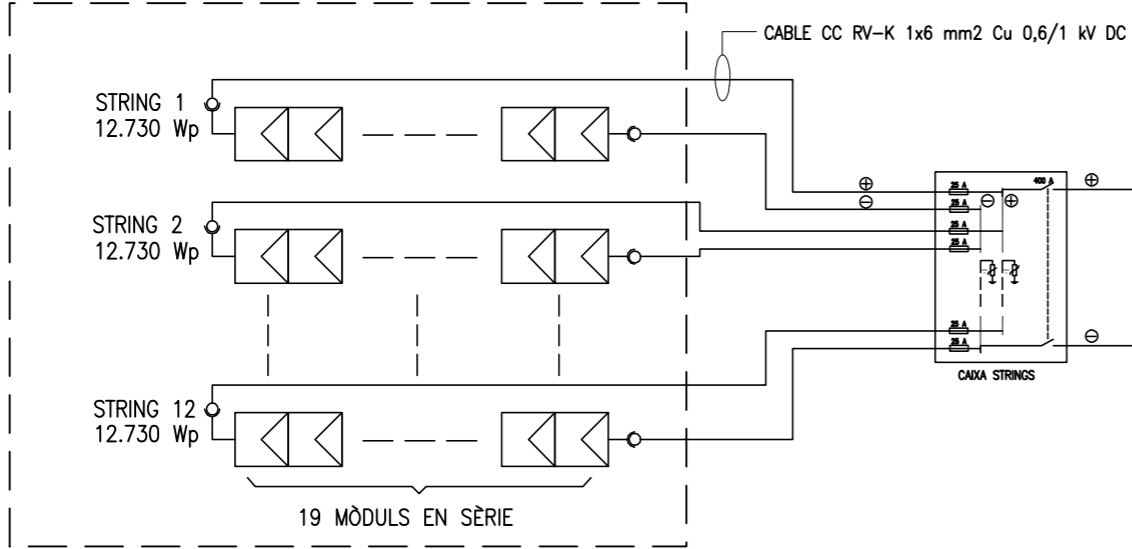
200 STRINGS EN TOTAL D'ENTRADA

PROJECTE EXECUTIU D'UNA INSTAL·LACIÓ SOLAR FOTOVOLTAICA DE 5 MWP CONNECTADA, MITJANÇANT UNA LÍNIA DE 25 KV, A LA SUBESTACIÓ ELÈCTRICA LA SELVA DEL CAMP		<i>UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI</i>
Escaleta N/A	ESQUEMA UNIFILAR BT TRANSFORMADOR 1	NÚRIA PLA VALLÈS TREBALL DE FI DE GRAU CURS 22/23
		Nº 10

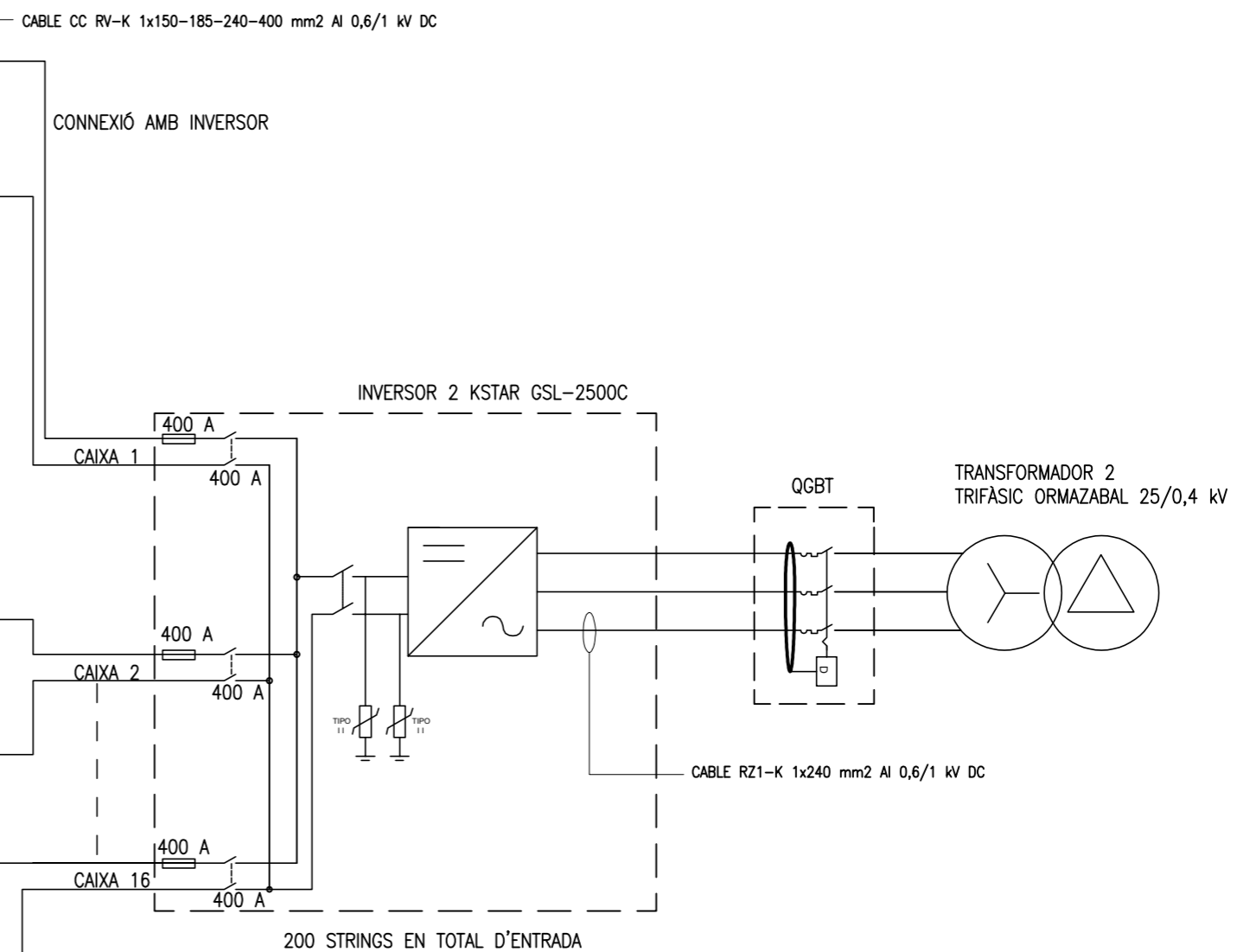
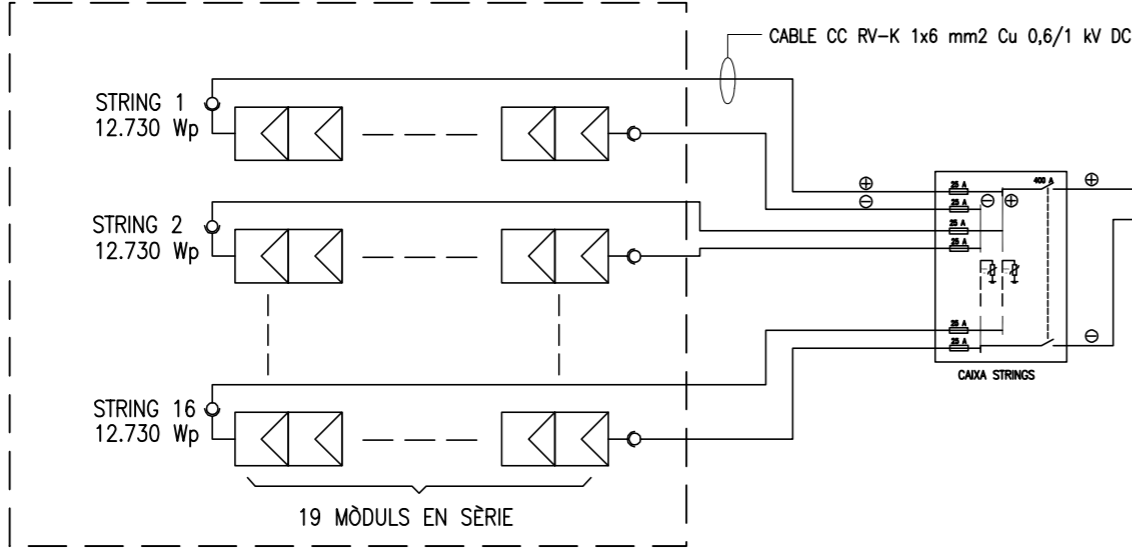
ENTRADA 1: 152,76 kWp



ENTRADA 2: 152,76 kWp



ENTRADA 16: 203,68 kWp



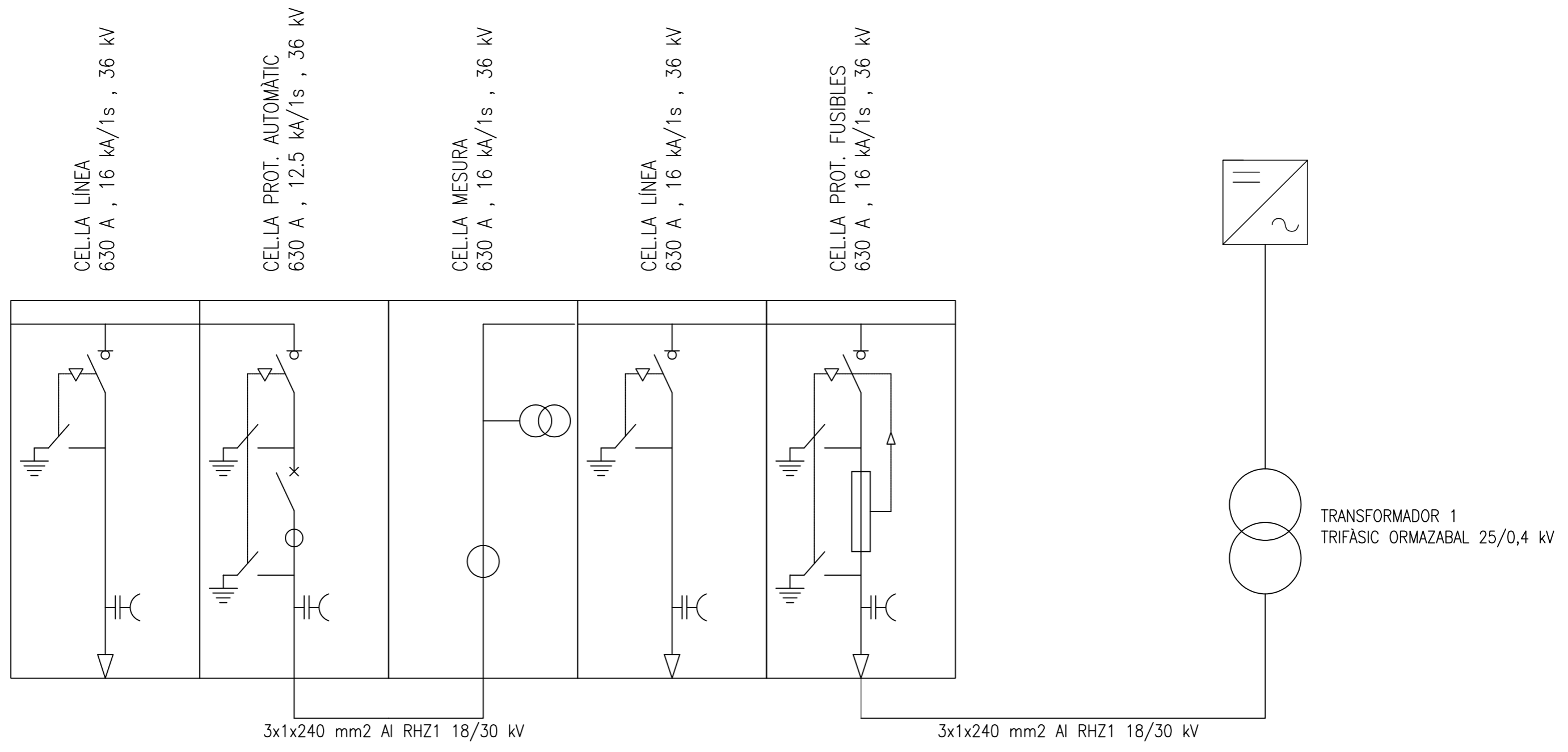
PROJECTE EXECUTIU D'UNA INSTAL·LACIÓ SOLAR FOTVOLTAICA DE 5 MWP CONNECTADA, MITJANÇANT UNA LÍNIA DE 25 KV, A LA SUBESTACIÓ ELÈCTRICA LA SELVA DEL CAMP

*UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI*

Escala  
N/A

ESQUEMA UNIFILAR BT  
TRANSFORMADOR 2

NÚRIA PLA VALLÈS  
TREBALL DE FI DE GRAU  
CURS 22/23  
**Nº 11**



PROJECTE EXECUTIU D'UNA INSTAL·LACIÓ SOLAR FOTOVOLTAICA DE 5 MWP CONNECTADA, MITJANÇANT UNA LÍNIA DE 25 KV, A LA SUBESTACIÓ ELÈCTRICA LA SELVA DEL CAMP

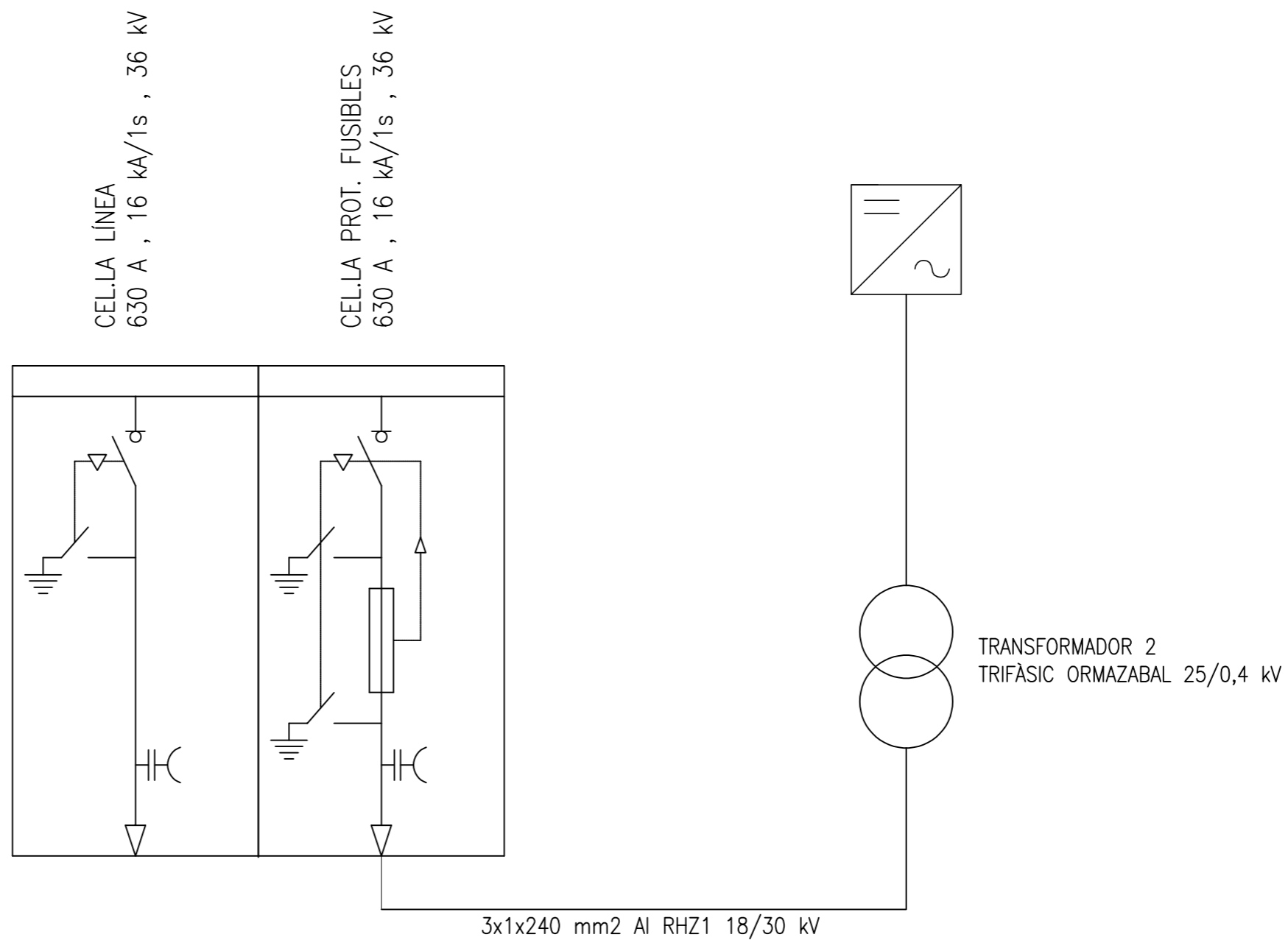
UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Escala  
N/A

ESQUEMA UNIFILAR  
CT-1

NÚRIA PLA VALLÈS  
TREBALL DE FI DE GRAU  
CURS 22/23

Nº 12



PROJECTE EXECUTIU D'UNA INSTAL·LACIÓ SOLAR FOTVOLTAICA DE 5 MWP CONNECTADA, MITJANÇANT UNA LÍNIA DE 25 KV, A LA SUBESTACIÓ ELÈCTRICA LA SELVA DEL CAMP

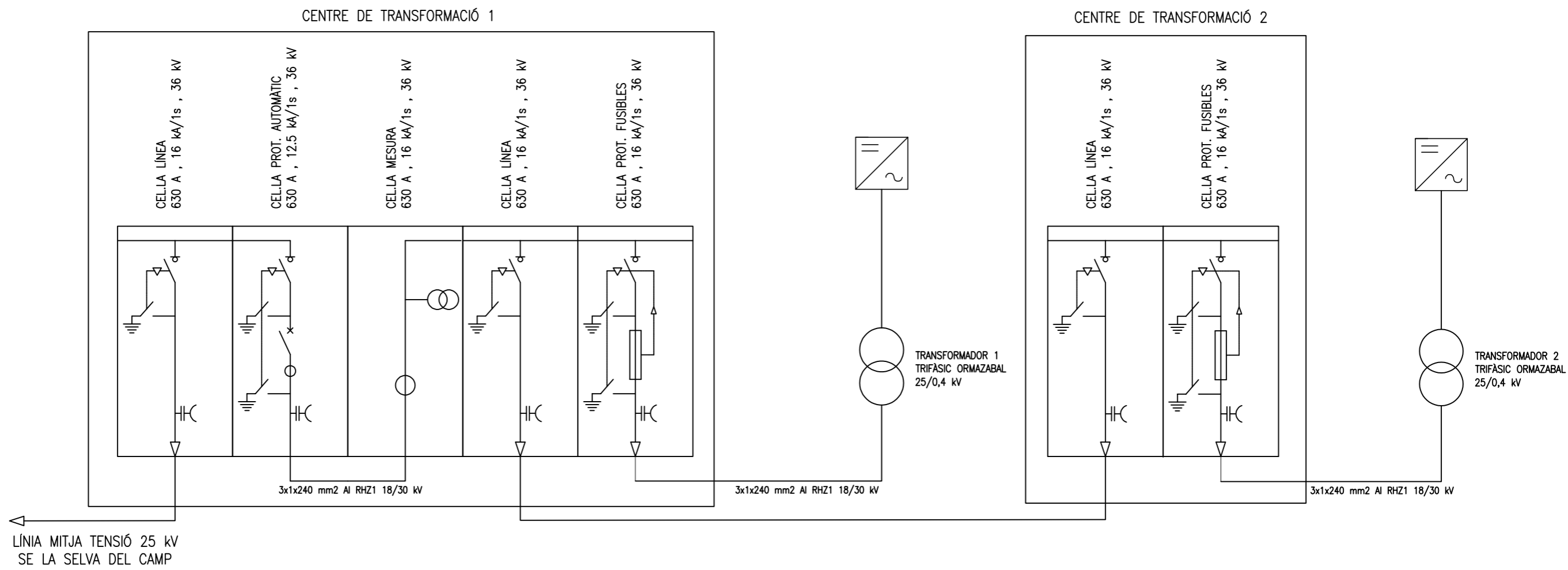
UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Escala  
N/A

ESQUEMA UNIFILAR  
CT-2

NÚRIA PLA VALLÈS  
TREBALL DE FI DE GRAU  
CURS 22/23

Nº 13



PROJECTE EXECUTIU D'UNA INSTAL·LACIÓ SOLAR FOTOVOLTAICA DE 5 MWP CONNECTADA, MITJANÇANT UNA LÍNEA DE 25 KV, A LA SUBESTACIÓ ELÈCTRICA LA SELVA DEL CAMP

*UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI*

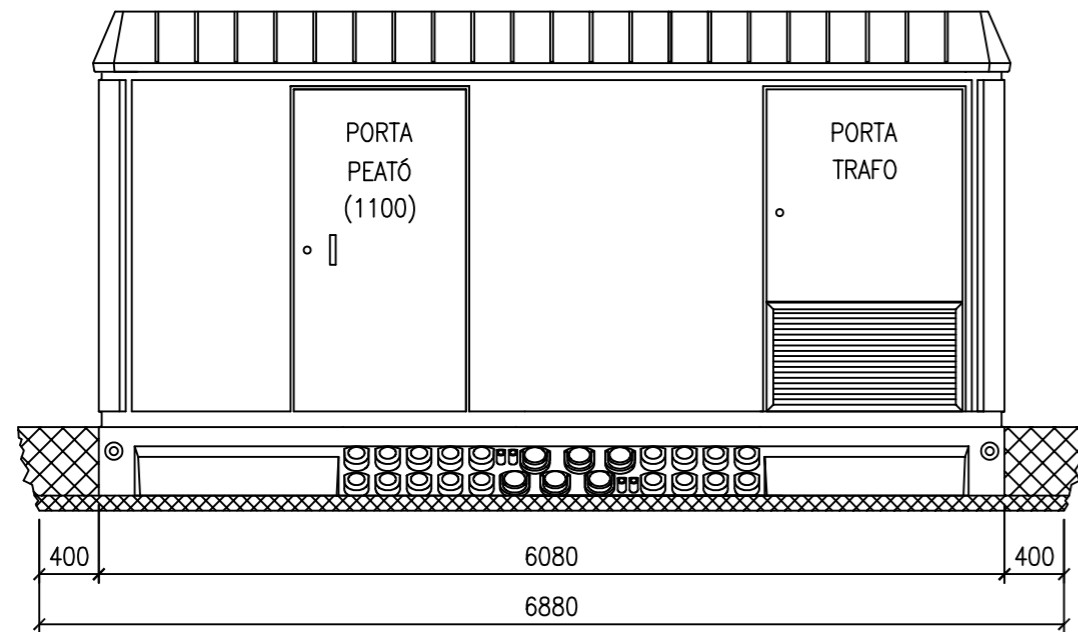
Escala  
N/A

ESQUEMA UNIFILAR MT

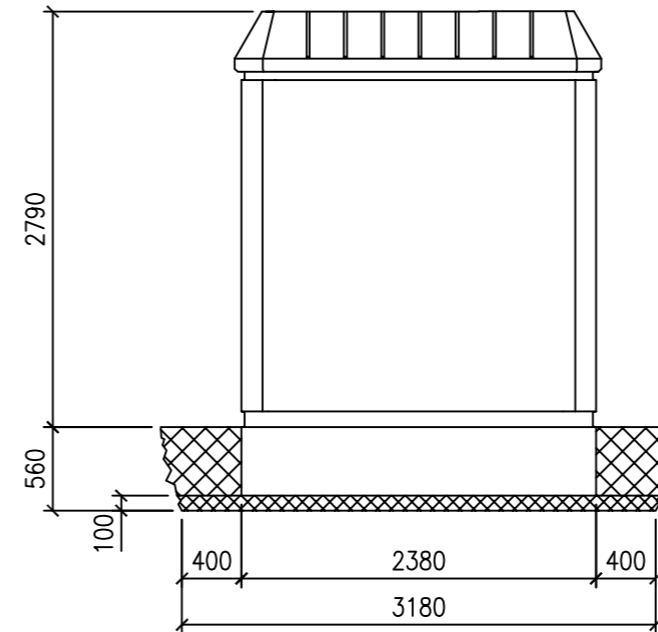
NÚRIA PLA VALLÈS  
TREBALL DE FI DE GRAU  
CURS 22/23

**Nº 14**

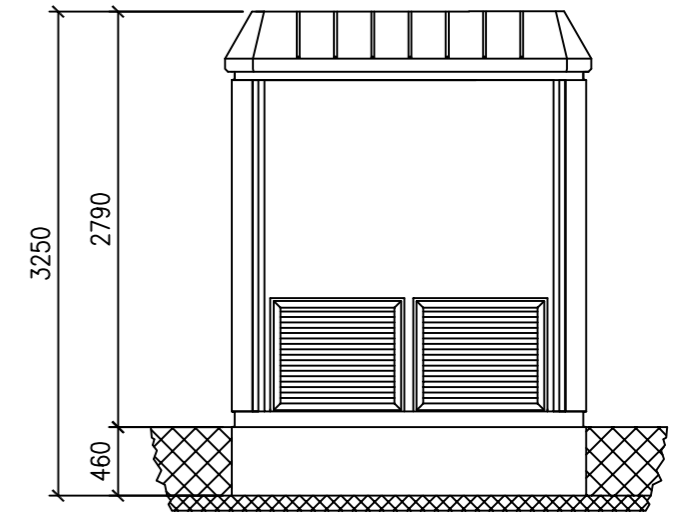
ALÇAT FRONTAL



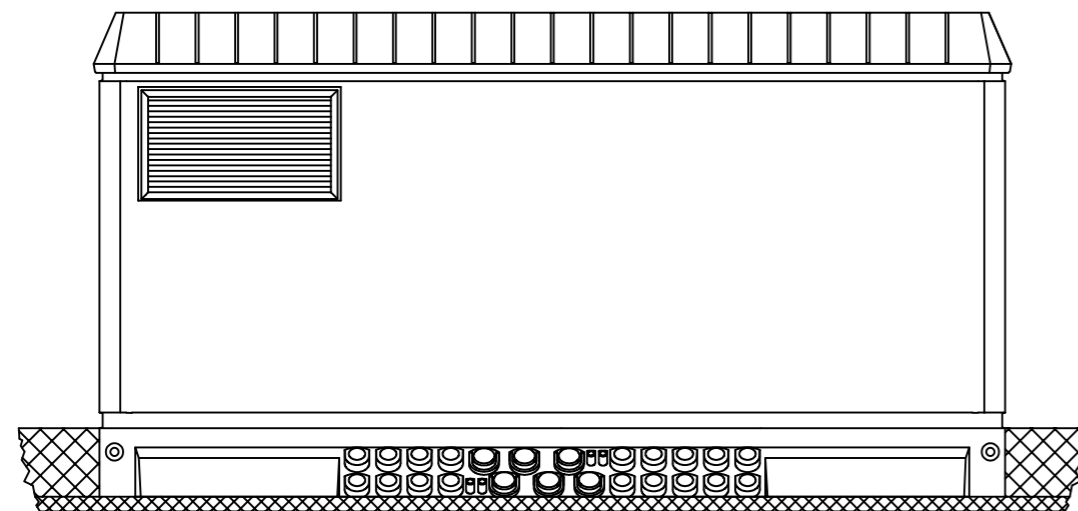
VISTA LATERAL ESQUERRA



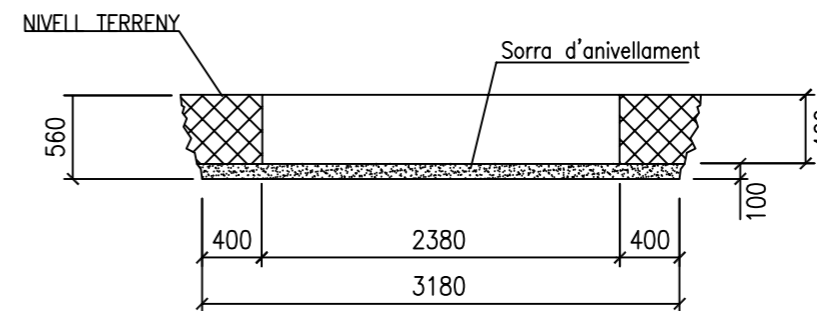
VISTA LATERAL DRETA



ALÇAT POSTERIOR



DETALL EXCAVACIÓ



DIMENSIONS DE L'EXCAVACIÓ  
6.88 m. llarg x 3.18 m. ample x 0.56 m. profunditat

PROJECTE EXECUTIU D'UNA INSTAL·LACIÓ SOLAR FOTVOLTAICA DE 5 MWP CONNECTADA, MITJANÇANT UNA LINIA DE 25 KV, A LA SUBESTACIÓ ELÈCTRICA LA SELVA DEL CAMP

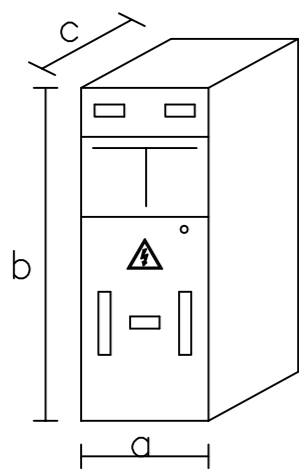
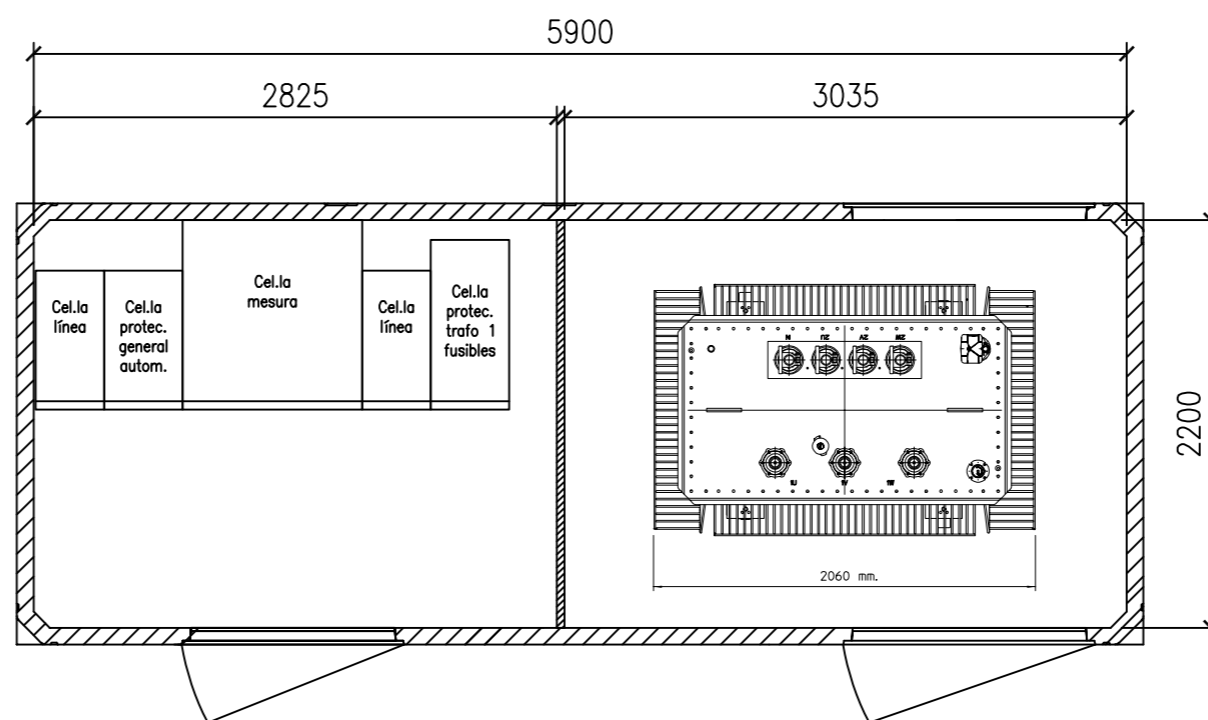
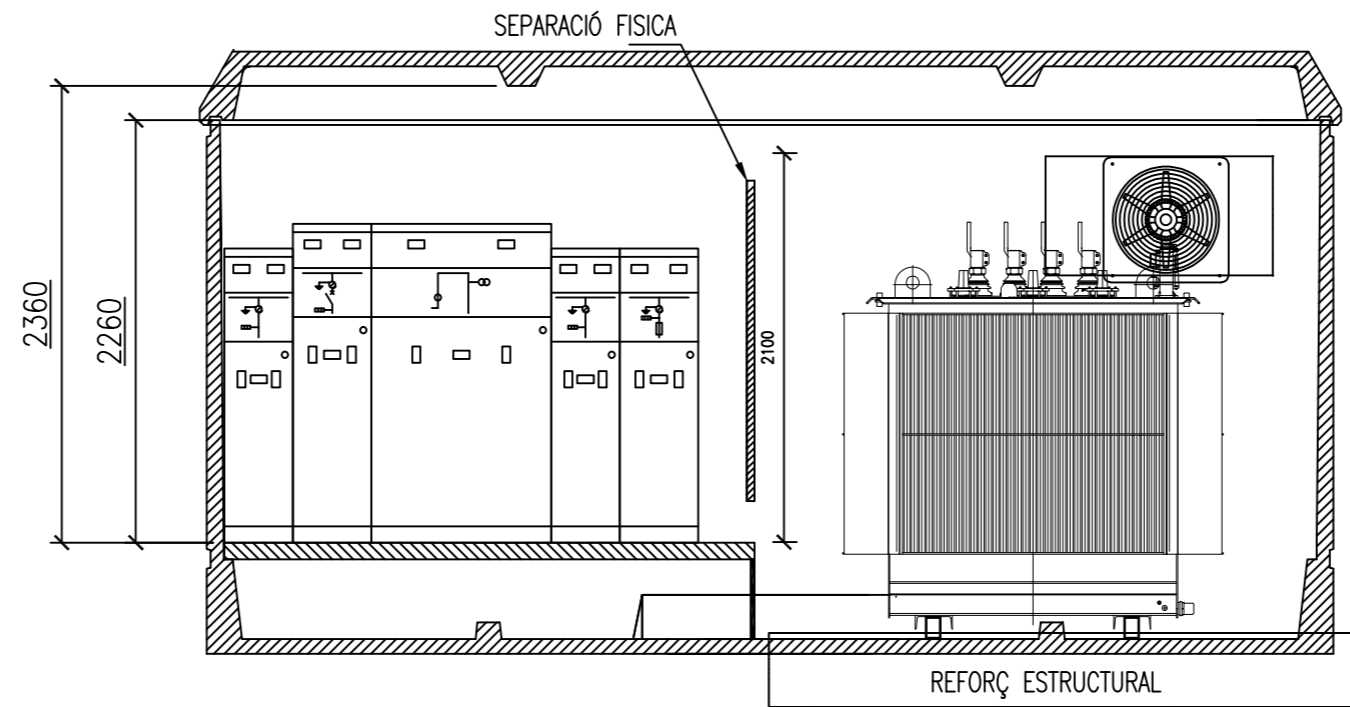
UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Escala  
N/A

EDIFICI PREFABRICAT  
PFU-5

NÚRIA PLA VALLÈS  
TREBALL DE FI DE GRAU  
CURS 22/23

Nº 15



DIMENSIONS CEL.LES

Tipus cel.la	a(m)	b(m)	c(m)
Línea	0.42	1.8	0.85
Prot. automàtic	0.48	1.95	0.85
Mesura	1.1	1.95	1.16
Línea	0.42	1.8	0.85
Prot. fusibles	0.48	1.8	1.04

PROJECTE EXECUTIU D'UNA INSTAL·LACIÓ SOLAR FOTOVOLTAICA DE 5 MWP CONNECTADA, MITJANÇANT UNA LÍNEA DE 25 KV, A LA SUBESTACIÓ ELÈCTRICA LA SELVA DEL CAMP

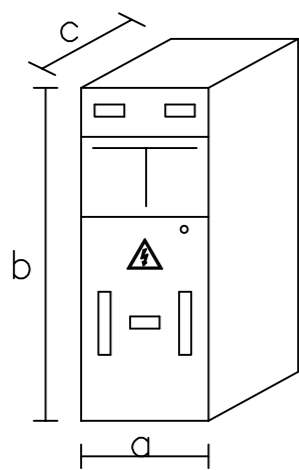
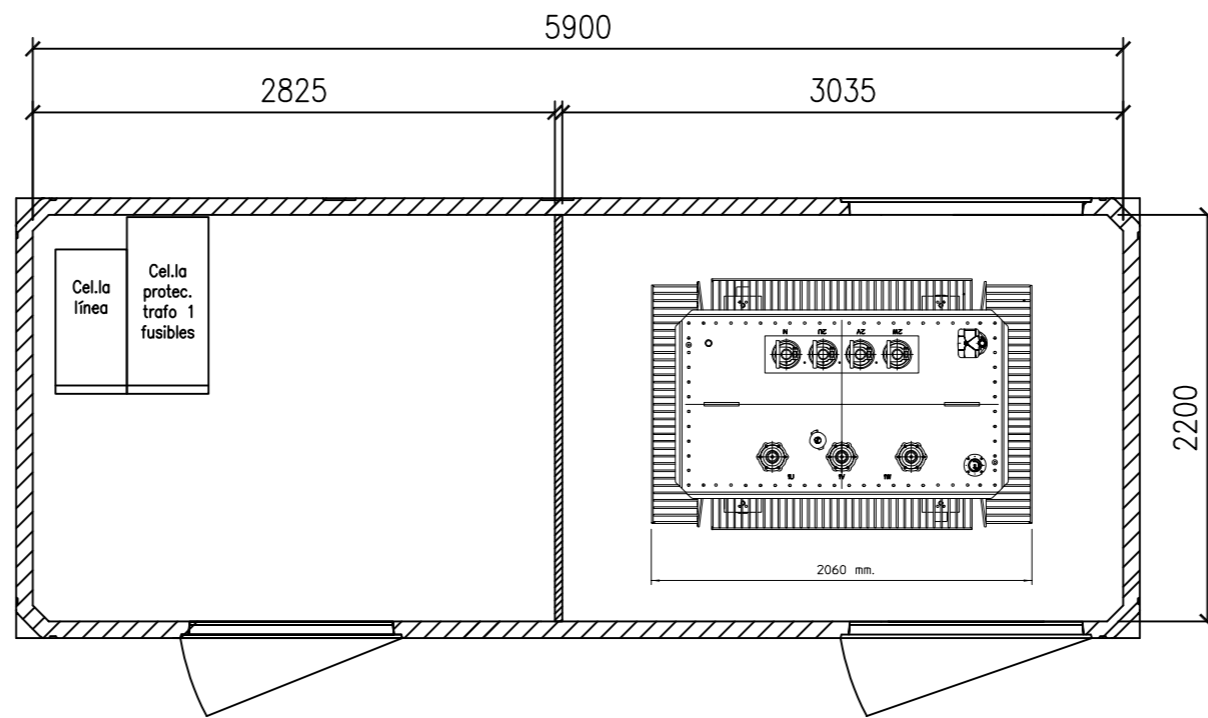
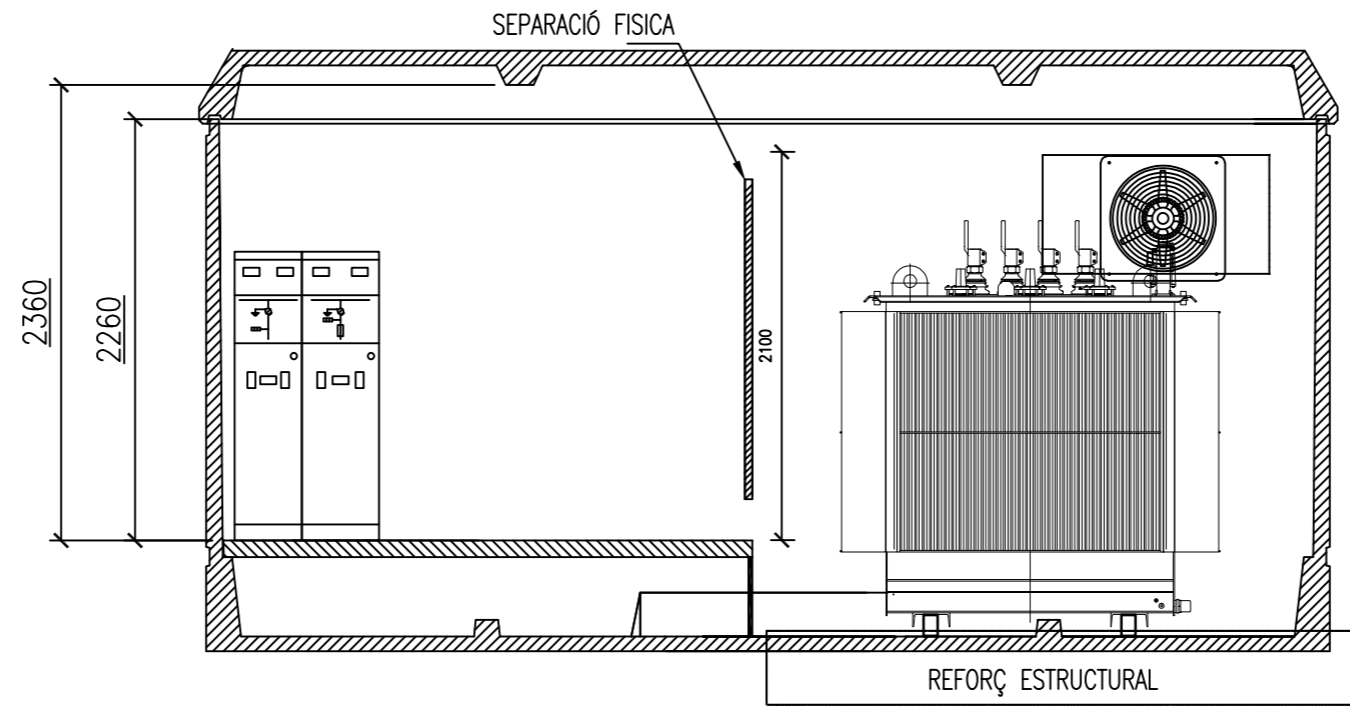
UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Escala  
N/A

DISPOSICIÓ APARAMENTA  
CT-1

NÚRIA PLA VALLÈS  
TREBALL DE FI DE GRAU  
CURS 22/23

Nº 16



DIMENSIONS CEL.LES

Tipus cel.la	a(m)	b(m)	c(m)
Línea	0.37	1.8	0.85
Prot. fusibles	0.48	1.8	0.85

PROJECTE EXECUTIU D'UNA INSTAL·LACIÓ SOLAR FOTOVOLTAICA DE 5 MWP CONNECTADA, MITJANÇANT UNA LÍNEA DE 25 KV, A LA SUBESTACIÓ ELÈCTRICA LA SELVA DEL CAMP

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

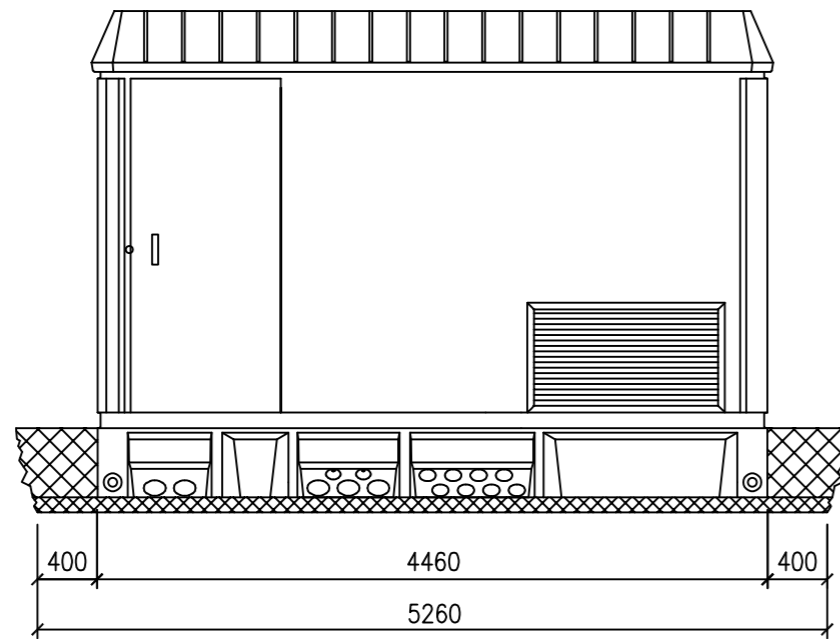
Escala  
N/A

DISPOSICIÓ APARAMENTA  
CT-2

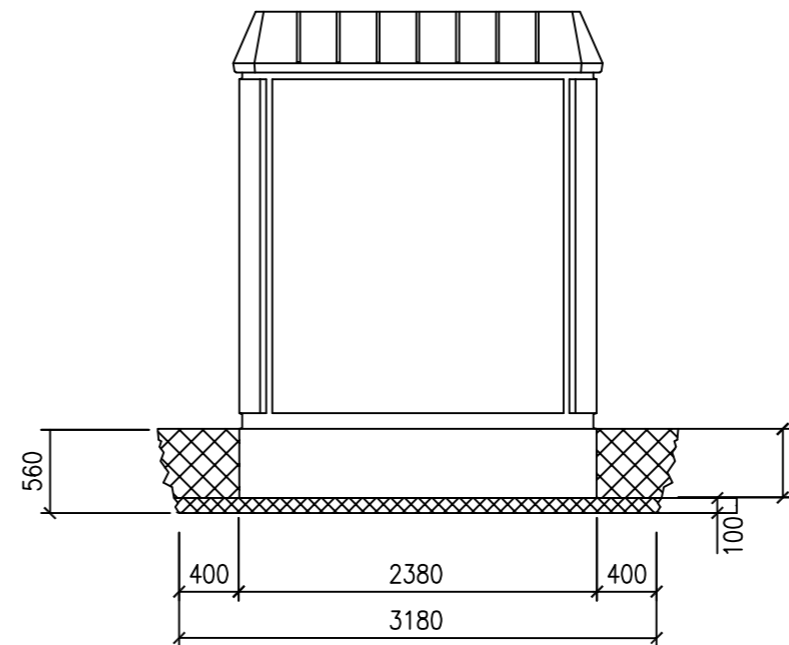
NÚRIA PLA VALLÈS  
TREBALL DE FI DE GRAU  
CURS 22/23

Nº 17

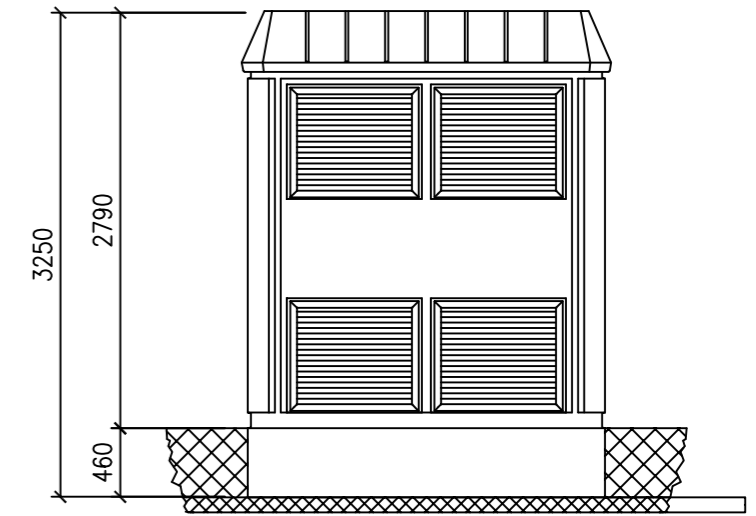
ALÇAT FRONTAL



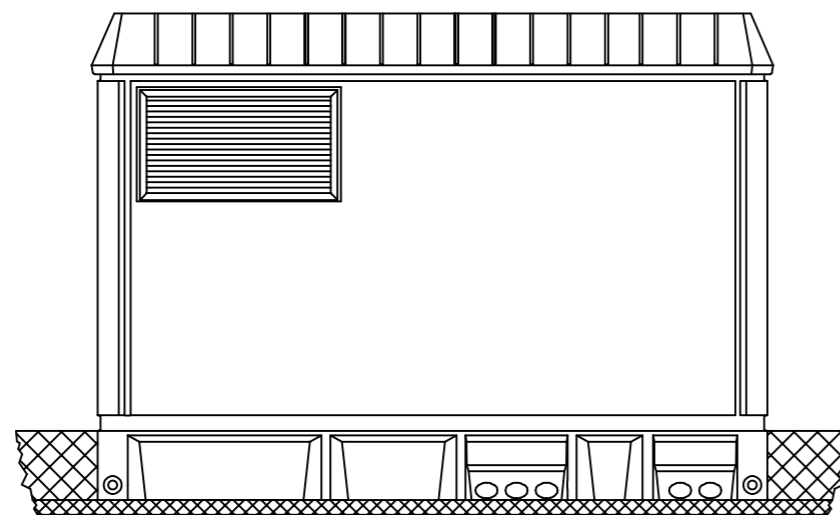
VISTA LATERAL  
ESQUERRA



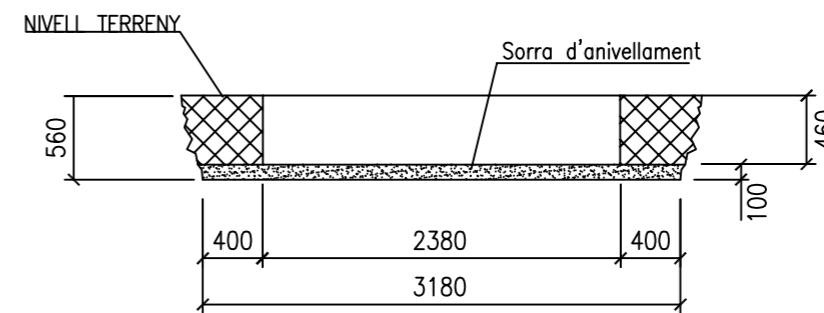
VISTA LATERAL  
DRETA



ALÇAT POSTERIOR



DETALL EXCAVACIÓ



DIMENSIONS DE L'EXCAVACIÓ  
5.26 m. llarg x 3.18 m. ample x 0.56 m. profunditat

PROJECTE EXECUTIU D'UNA INSTAL·LACIÓ SOLAR  
FOTOVOLTAICA DE 5 MWP CONNECTADA, MITJANÇANT  
UNA LINIA DE 25 KV, A LA SUBESTACIÓ ELÈCTRICA  
LA SELVA DEL CAMP

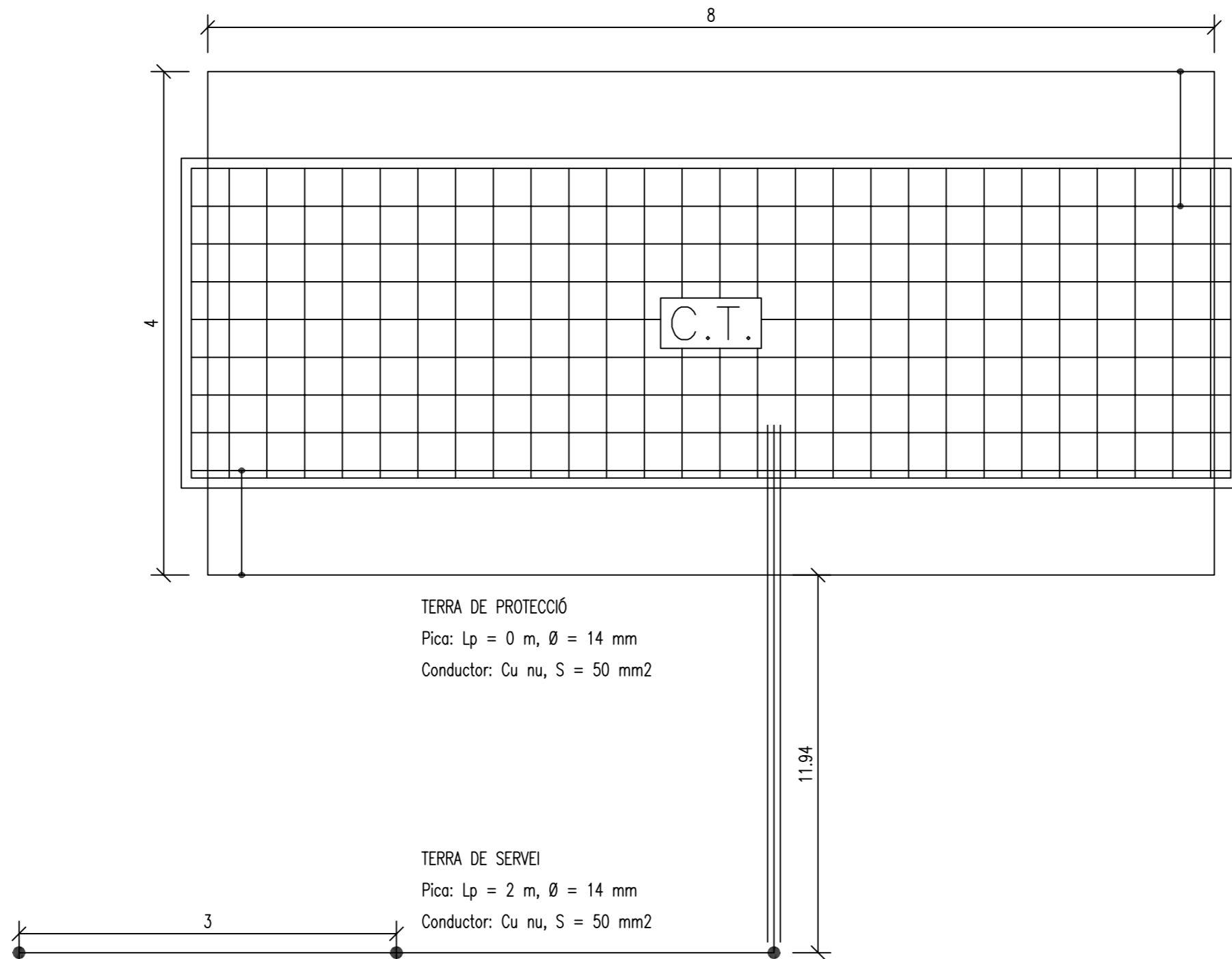
UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Escala  
N/A

EDIFICI PREFABRICAT  
INVERSOR (PFU-4)

NÚRIA PLA VALLÈS  
TREBALL DE FI DE GRAU  
CURS 22/23

Nº 18



PROJECTE EXECUTIU D'UNA INSTAL·LACIÓ SOLAR  
FOTOVOLTAICA DE 5 MWP CONNECTADA, MITJANÇANT  
UNA LINIA DE 25 KV, A LA SUBESTACIÓ ELÈCTRICA  
LA SELVA DEL CAMP

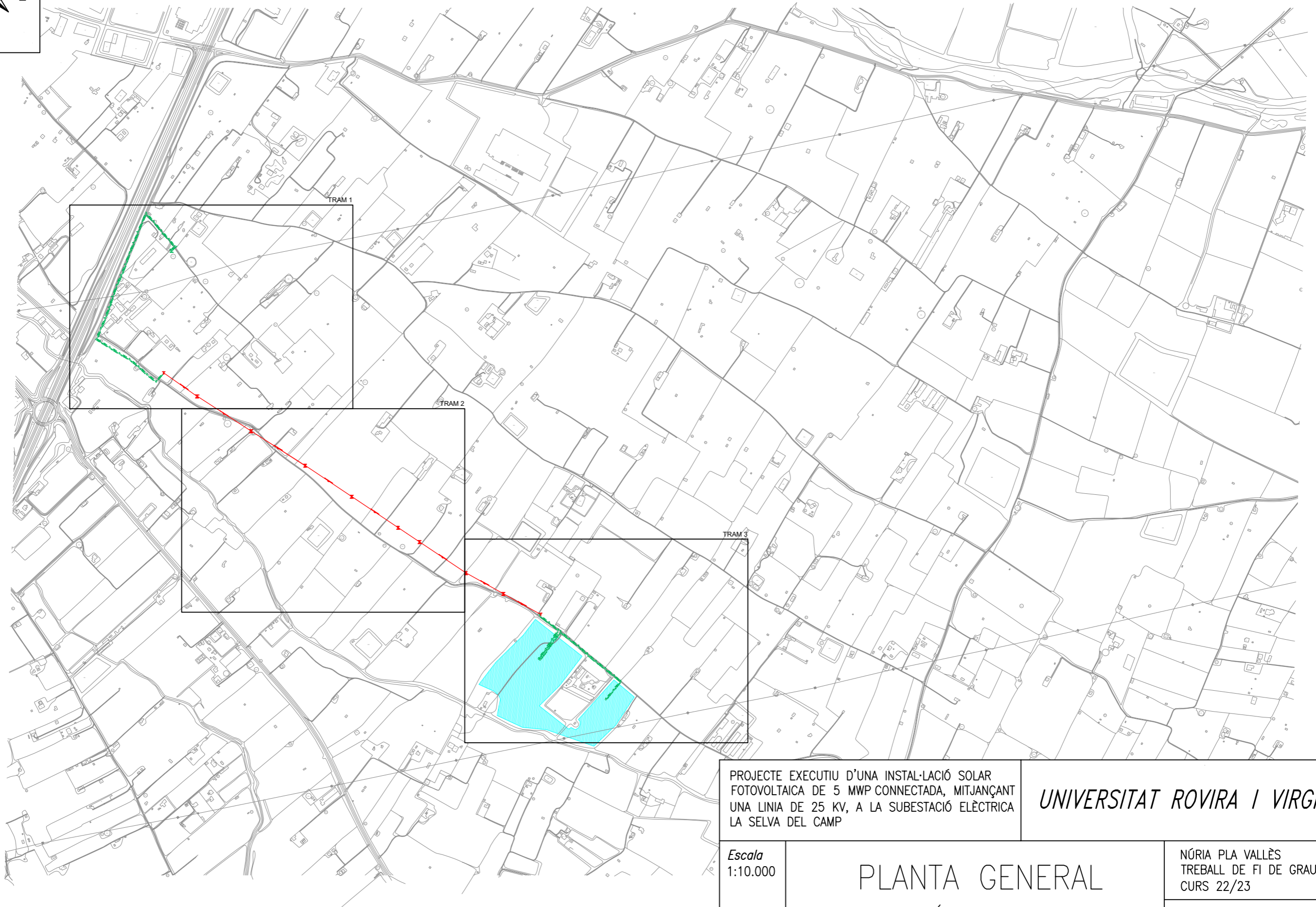
*UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI*

Escala  
N/A

POSADA A TERRA

NÚRIA PLA VALLÈS  
TREBALL DE FI DE GRAU  
CURS 22/23

*Nº 19*



PROJECTE EXECUTIU D'UNA INSTAL·LACIÓ SOLAR  
FOTOVOLTAICA DE 5 MWP CONNECTADA, MITJANÇANT  
UNA LÍNIA DE 25 KV, A LA SUBESTACIÓ ELÈCTRICA  
LA SELVA DEL CAMP

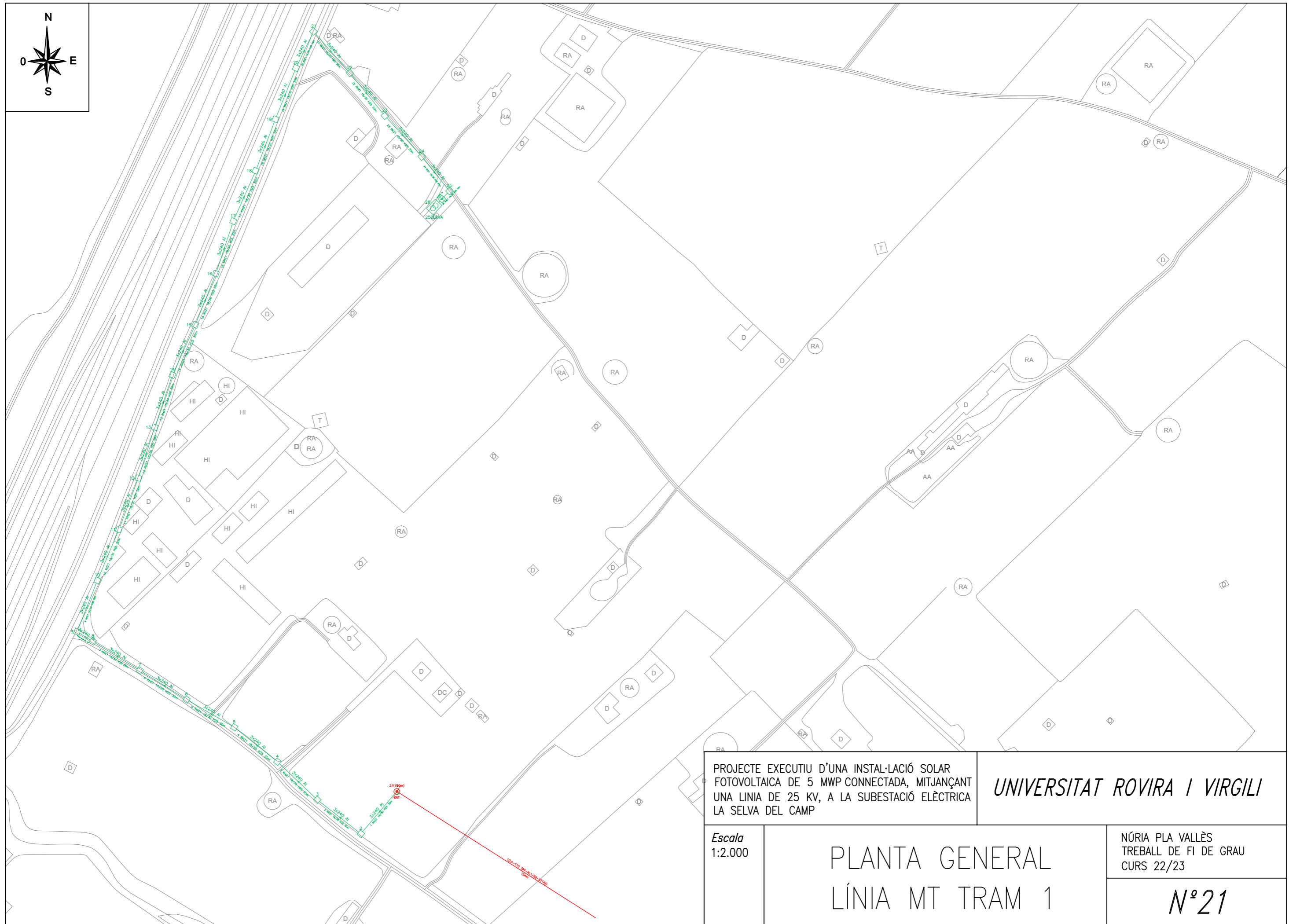
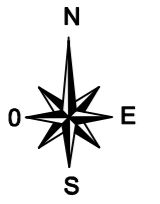
*UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI*

Escala  
1:10.000

# PLANTA GENERAL LÍNIA MT

NÚRIA PLA VALLÈS  
TREBALL DE FI DE GRAU  
CURS 22/23

*Nº 20*



PROJECTE EXECUTIU D'UNA INSTAL·LACIÓ SOLAR  
FOTOVOLTAICA DE 5 MWP CONNECTADA, MITJANÇANT  
UNA LÍNIA DE 25 KV, A LA SUBESTACIÓ ELÈCTRICA  
LA SELVA DEL CAMP

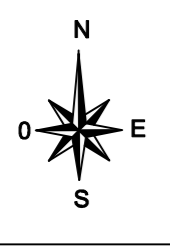
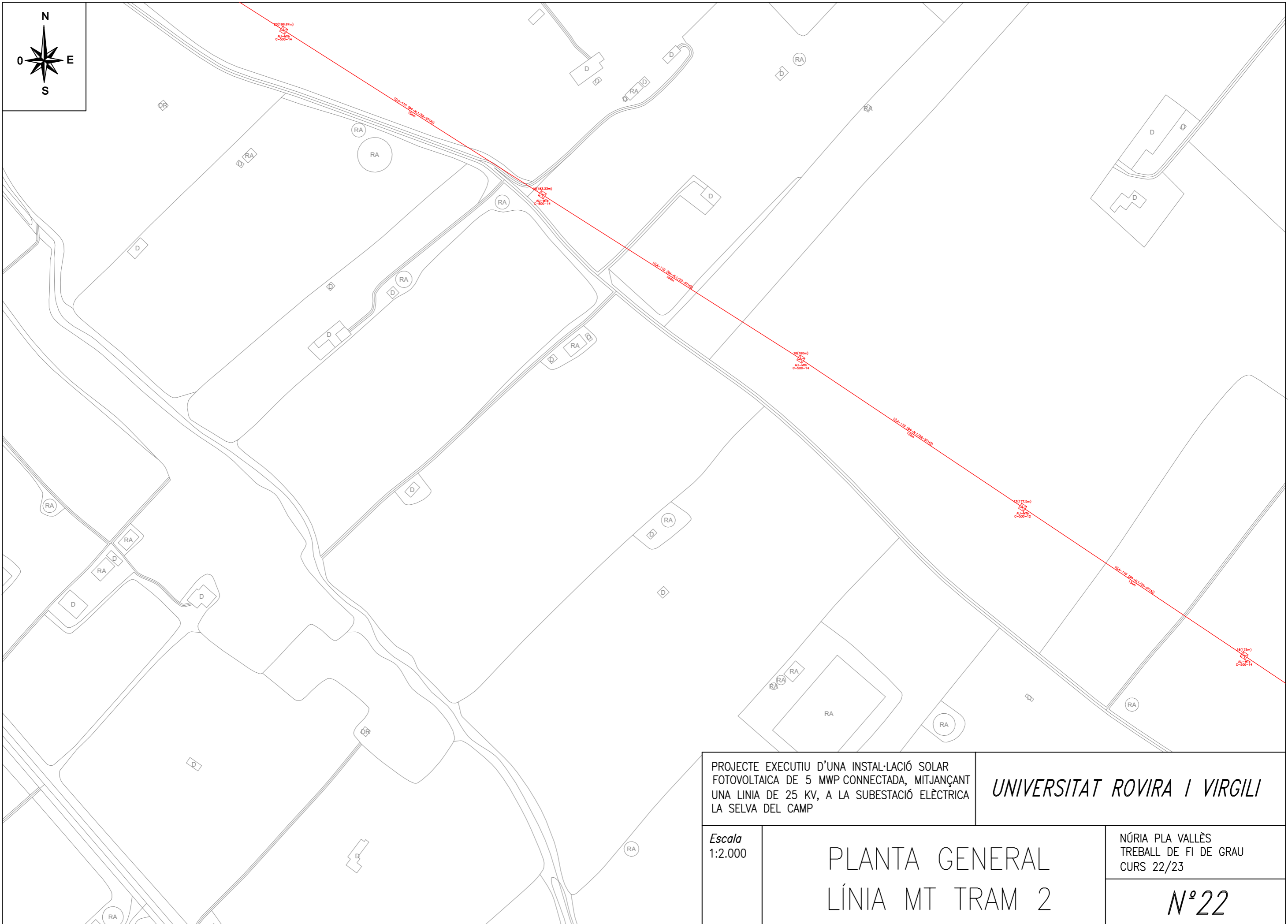
*UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI*

Escala  
1:2.000

PLANTA GENERAL  
LÍNIA MT TRAM 1

NÚRIA PLA VALLÈS  
TREBALL DE FI DE GRAU  
CURS 22/23

**Nº21**



PROJECTE EXECUTIU D'UNA INSTAL·LACIÓ SOLAR FOTVOLTAICA DE 5 MWP CONNECTADA, MITJANÇANT UNA LÍNIA DE 25 KV, A LA SUBESTACIÓ ELÈCTRICA LA SELVA DEL CAMP

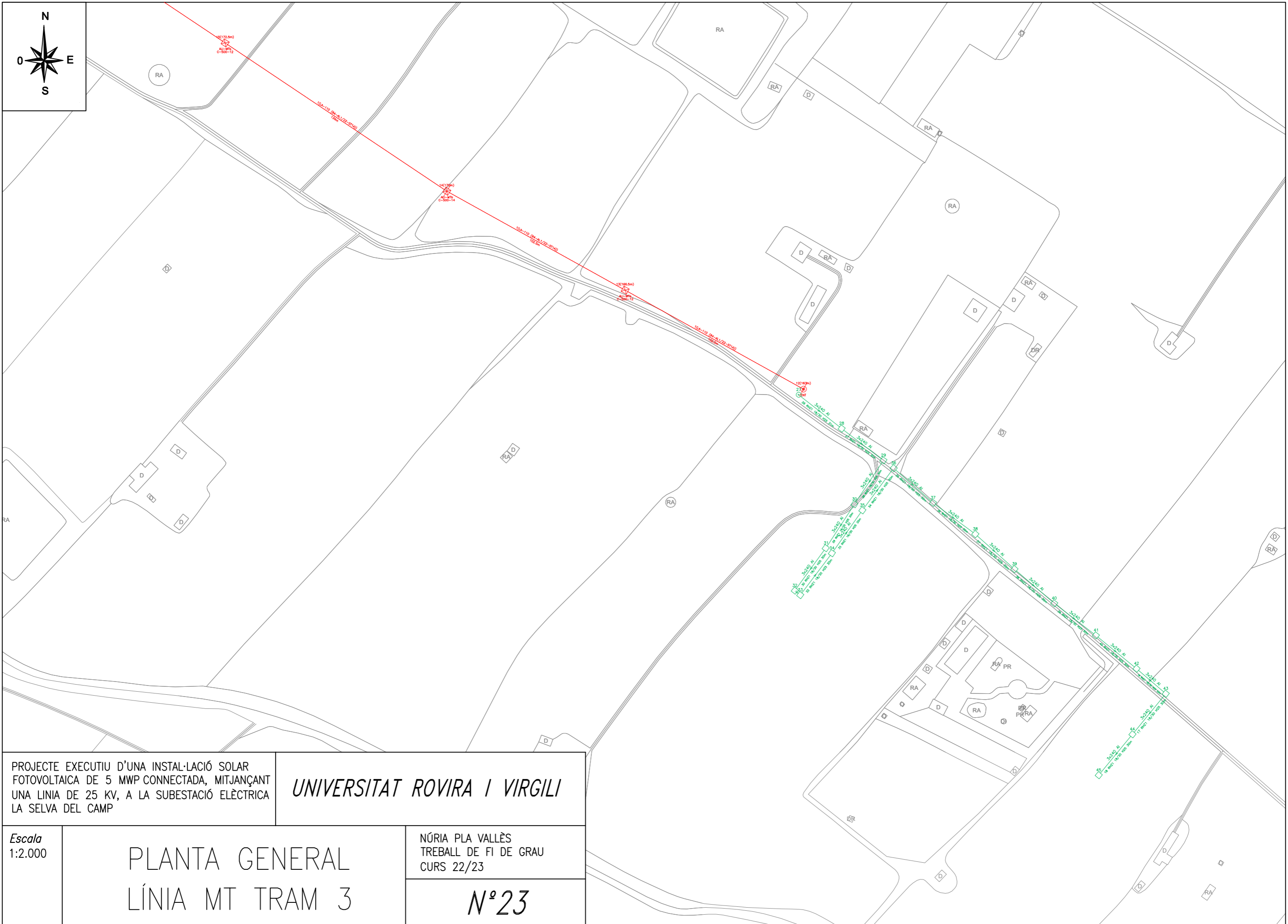
*UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI*

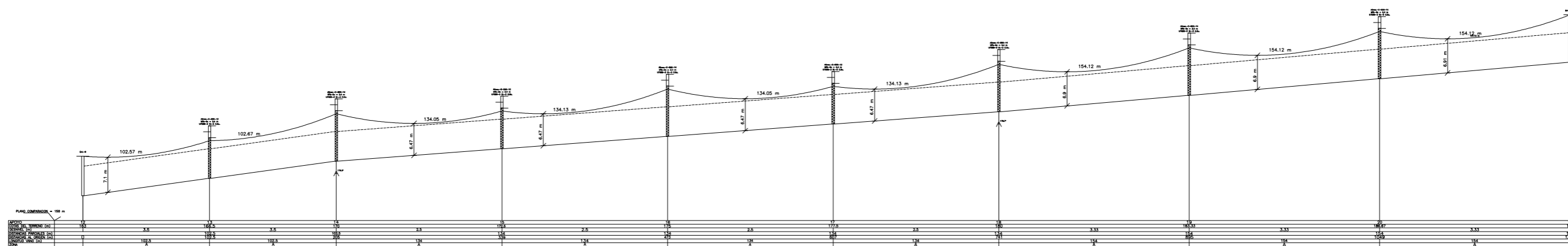
Escola  
1:2.000

PLANTA GENERAL  
LÍNIA MT TRAM 2

NÚRIA PLA VALLÈS  
TREBALL DE FI DE GRAU  
CURS 22/23

Nº 22





NOTA: Aquest plànol ha estat generat automàticament mitjançant el programa de càlcul de línies d'AT DMELECT.

PROJECTE EXECUTIU D'UNA INSTAL·LACIÓ SOLAR FOTOVOLTAICA DE 5 MWP CONNECTADA, MITJANÇANT UNA LÍNIA DE 25 KV, A LA SUBESTACIÓ ELÈCTRICA LA SELVA DEL CAMP

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Escala  
N/A

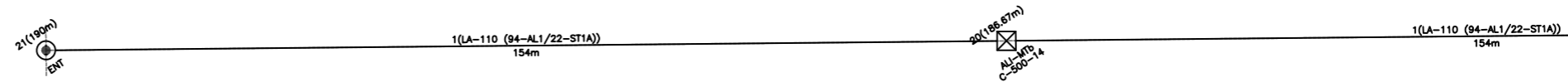
PERFIL LÍNIA AÈRIA

NÚRIA PLA VALLÈS  
TREBALL DE FI DE GRAU  
CURS 22/23

Nº 24

## SIMBOLOGIA GRÀFICA

- ⊙ Entronque en vano flojo
- ☒ Apoyo de perfiles metálicos
- ▭ Apoyo de hormigón vibrado
- Apoyo de hormigón vibrado hueco
- Apoyo de chapa metálica rectangular
- Apoyo de chapa metálica circular
- ▣ Fijación rígida



NOTA: Aquest plànol ha estat generat automàticament mitjançant el programa de càlcul de línies d'AT DMELECT.

PROJECTE EXECUTIU D'UNA INSTAL·LACIÓ SOLAR FOTOVOLTAICA DE 5 MWP CONNECTADA, MITJANÇANT UNA LÍNIA DE 25 KV, A LA SUBESTACIÓ ELÈCTRICA LA SELVA DEL CAMP

*UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI*

Escala  
N/A

ESQUEMA UNIFILAR  
LÍNIA AÈRIA TRAM 1

NÚRIA PLA VALLÈS  
TREBALL DE FI DE GRAU  
CURS 22/23

*Nº 25*

## SIMBOLOGIA GRÁFICA

- ⊙ Entronque en vano flojo
- ⊠ Apoyo de perfiles metálicos
- Apoyo de hormigón vibrado
- Apoyo de hormigón vibrado hueco
- Apoyo de chapa metálica rectangular
- Apoyo de chapa metálica circular
- ▣ Fijación rígida

19(183.33m)  
AL-AMB  
C-500-1\*

1(LA-110 (94-AL1/22-ST1A))  
154m

18(190m)  
AL-AMB  
C-500-1\*

1(LA-110 (94-AL1/22-ST1A))  
134m

17(177.5m)  
AL-AMB  
C-500-12

NOTA: Aquest plànol ha estat generat automàticament mitjançant el programa de càlcul de línies d'AT DMELECT.

PROJECTE EXECUTIU D'UNA INSTAL·LACIÓ SOLAR FOTOVOLTAICA DE 5 MWP CONNECTADA, MITJANÇANT UNA LÍNIA DE 25 KV, A LA SUBESTACIÓ ELÈCTRICA LA SELVA DEL CAMP

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Escala  
N/A

ESQUEMA UNIFILAR  
LÍNIA AÈRIA TRAM 2 (1)

NÚRIA PLA VALLÈS  
TREBALL DE FI DE GRAU  
CURS 22/23

Nº26

## SIMBOLOGIA GRÁFICA

- ⊙ Entronque en vano flojo
- ☒ Apoyo de perfiles metálicos
- Apoyo de hormigón vibrado
- Apoyo de hormigón vibrado hueco
- Apoyo de chapa metálica rectangular
- Apoyo de chapa metálica circular
- ▣ Fijación rígida

1(LA-110 (94-AL1/22-ST1A))  
134m

16(175m)  
AL-M19  
C-500-4

1(LA-110 (94-AL1/22-ST1A))  
134m

16(172.5m)  
AL-M19  
C-500-12

1(LA-110 (94-AL1/22-ST1A))  
134m

NOTA: Aquest plànol ha estat generat automàticament mitjançant el programa de càlcul de línies d'AT DMELECT.

PROJECTE EXECUTIU D'UNA INSTAL·LACIÓ SOLAR FOTOVOLTAICA DE 5 MWP CONNECTADA, MITJANÇANT UNA LÍNIA DE 25 KV, A LA SUBESTACIÓ ELÈCTRICA LA SELVA DEL CAMP

*UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI*

Escala  
N/A

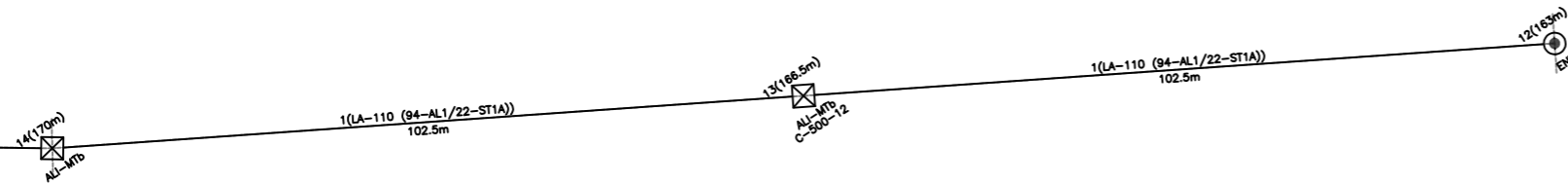
ESQUEMA UNIFILAR  
LÍNIA AÈRIA TRAM 2 (2)

NÚRIA PLA VALLÈS  
TREBALL DE FI DE GRAU  
CURS 22/23

*Nº 27*

## SIMBOLOGIA GRÀFICA

- ⊙ Entronque en vano flojo
- ⊠ Apoyo de perfiles metálicos
- Apoyo de hormigón vibrado
- Apoyo de hormigón vibrado hueco
- Apoyo de chapa metálica rectangular
- Apoyo de chapa metálica circular
- ▣ Fijación rígida



NOTA: Aquest plànol ha estat generat automàticament mitjançant el programa de càlcul de línies d'AT DMELECT.

PROJECTE EXECUTIU D'UNA INSTAL·LACIÓ SOLAR FOTVOLTAICA DE 5 MWP CONNECTADA, MITJANÇANT UNA LÍNIA DE 25 KV, A LA SUBESTACIÓ ELÈCTRICA LA SELVA DEL CAMP

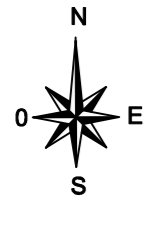
UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Escala  
N/A

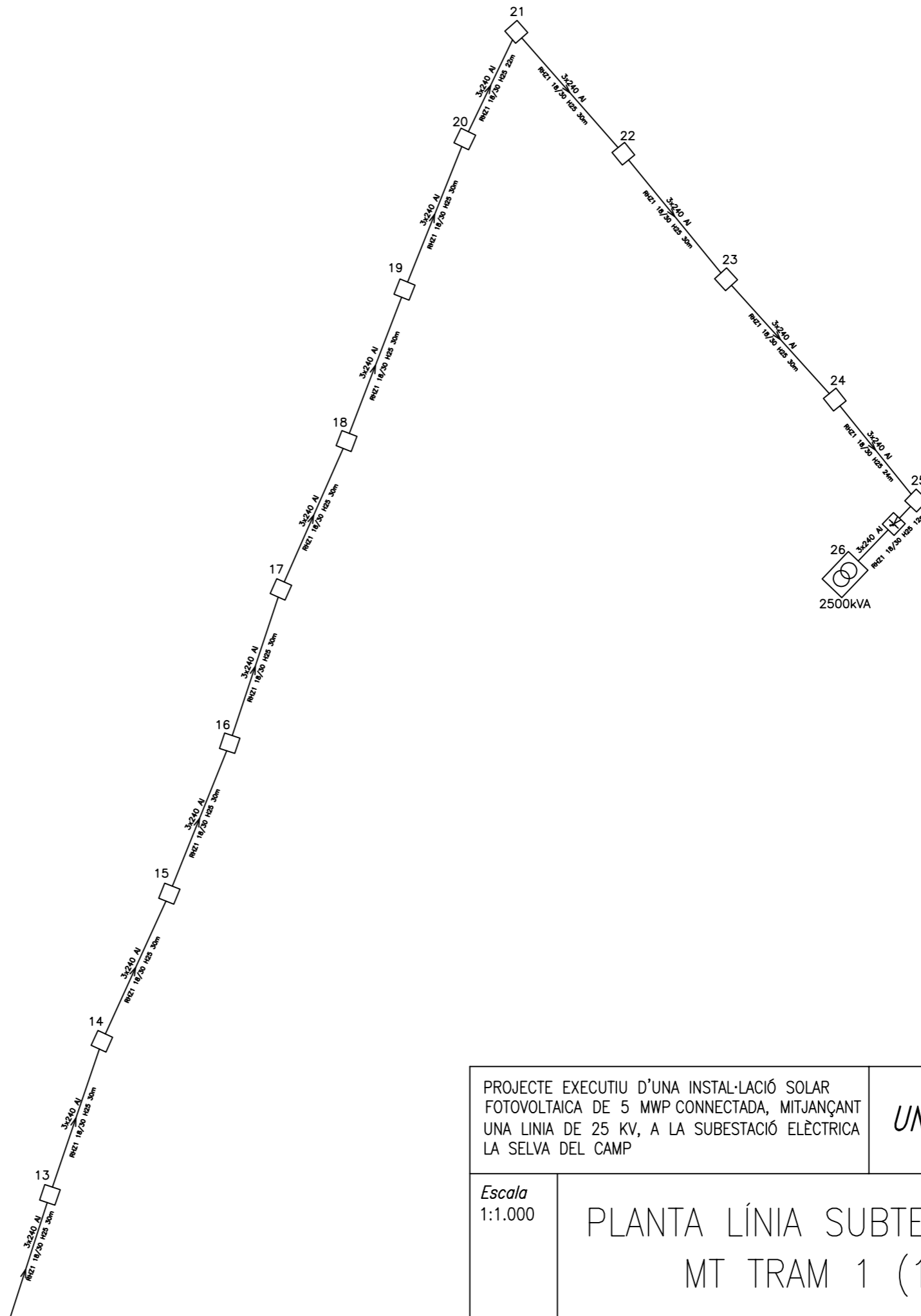
ESQUEMA UNIFILAR  
LÍNIA AÈRIA TRAM 3

NÚRIA PLA VALLÈS  
TREBALL DE FI DE GRAU  
CURS 22/23

Nº 28



SIMBOLOGIA GRÀFICA	
	Conexió a Red AT
	Centro de Transformació
	Arqueta
VALORES LÍNEA	
Tensió (V): Trif.25000	
Cos fi: 0,8	
Coef. simultaneidad: 1	



NOTA: Aquest plànol ha estat generat automàticament mitjançant el programa de càlcul de línies d'AT DMELECT.

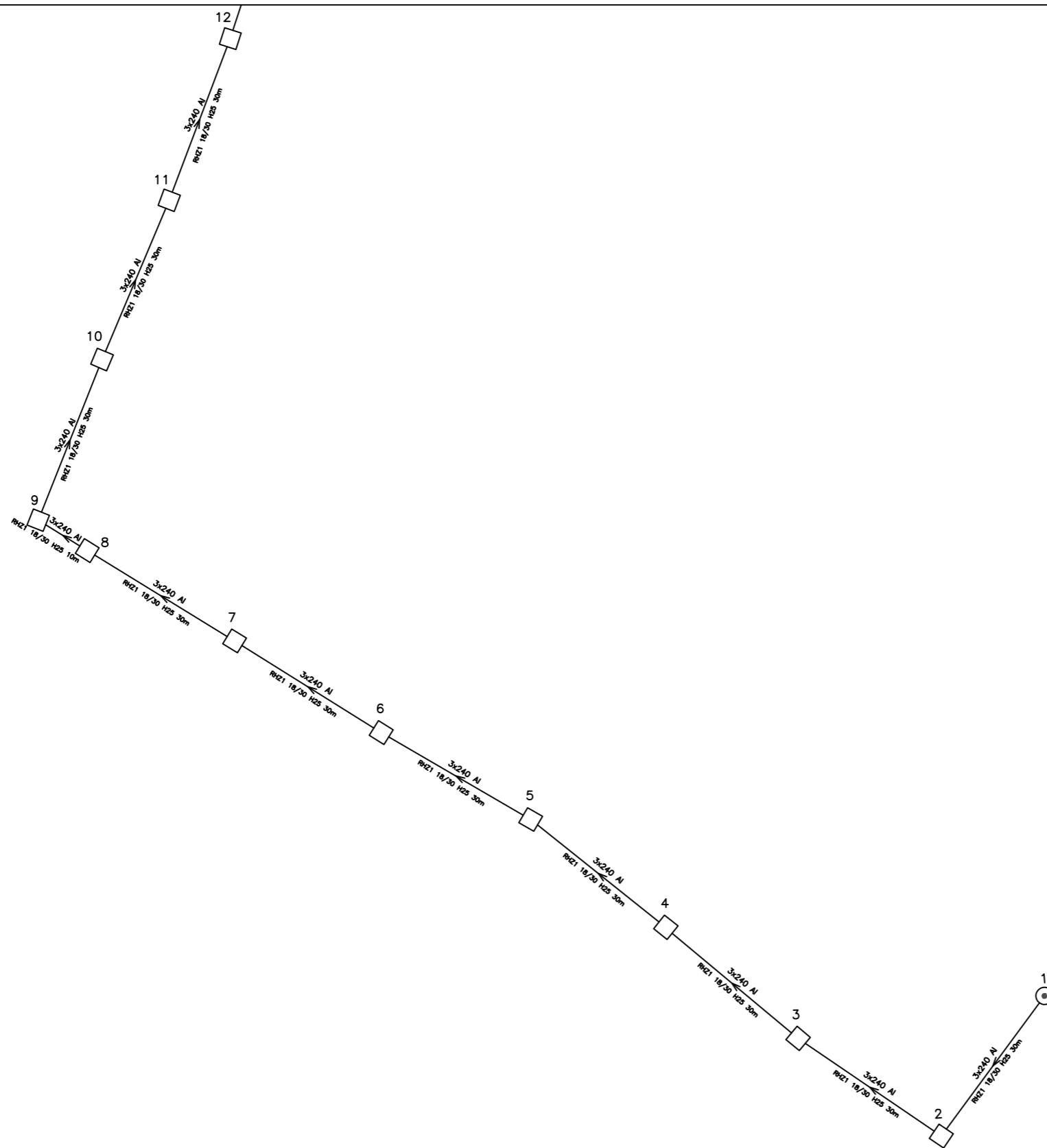
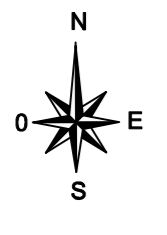
PROJECTE EXECUTIU D'UNA INSTAL·LACIÓ SOLAR FOTOVOLTAICA DE 5 MWP CONNECTADA, MITJANÇANT UNA LÍNEA DE 25 KV, A LA SUBESTACIÓ ELÈCTRICA LA SELVA DEL CAMP

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Escala  
1:1.000

PLANTA LÍNEA SUBTERRÀNIA  
MT TRAM 1 (1)

NÚRIA PLA VALLÈS  
TREBALL DE FI DE GRAU  
CURS 22/23  
**Nº 29**



SIMBOLOGIA GRÁFICA	
	Conexi3n a Red AT
	Centro de Transformaci3
	Arqueta
VALORES LÍNEA	
Tensi3n (V): Trif.25000	
Cos fi: 0,8	
Coef. simultaneidad: 1	

NOTA: Aquest plànot ha estat generat automàticament mitjançant el programa de càlcul de línies d'AT DMELECT.

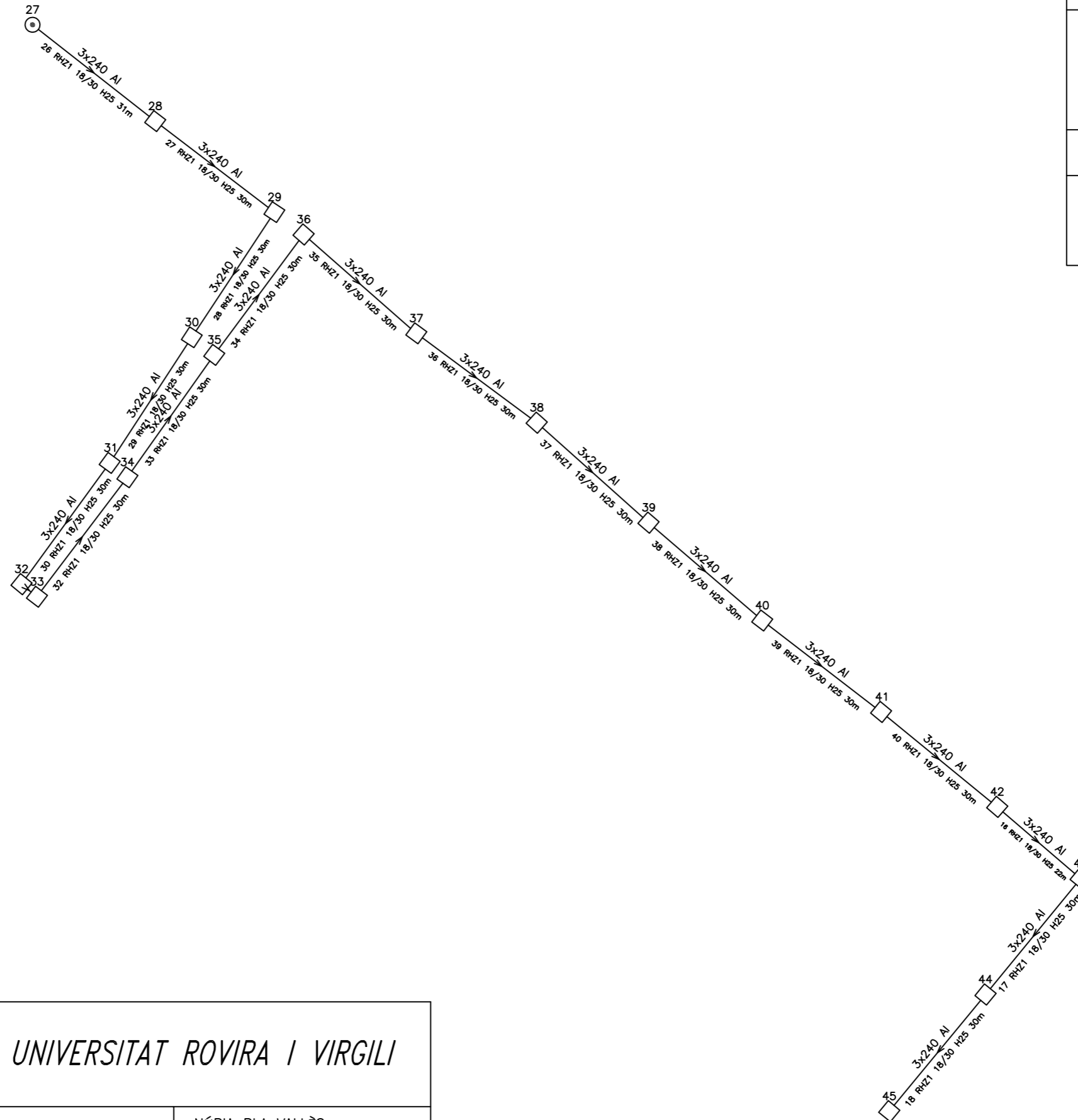
PROJECTE EXECUTIU D'UNA INSTAL·LACI3 SOLAR FOTOVOLTAICA DE 5 MWP CONNECTADA, MITJANÇANT UNA LÍNEA DE 25 KV, A LA SUBESTACI3 ELÈCTRICA LA SELVA DEL CAMP

*UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI*

Escala  
1:1.000

PLANTA LÍNEA SUBTERRÀNIA  
MT TRAM 1 (2)

NÚRIA PLA VALLÈS  
TREBALL DE FI DE GRAU  
CURS 22/23  
*Nº 30*



SIMBOLOGIA GRÁFICA	
	Conexió a Red AT
	Centro de Transformació
	Arqueta
VALORES LÍNEA	
Tensió (V): Trif.25000	
Cos fi: 0,8	
Coef. simultaneidad: 1	

PROJECTE EXECUTIU D'UNA INSTAL·LACIÓ SOLAR FOTOVOLTAICA DE 5 MWP CONNECTADA, MITJANÇANT UNA LÍNIA DE 25 KV, A LA SUBESTACIÓ ELÈCTRICA LA SELVA DEL CAMP

*UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI*

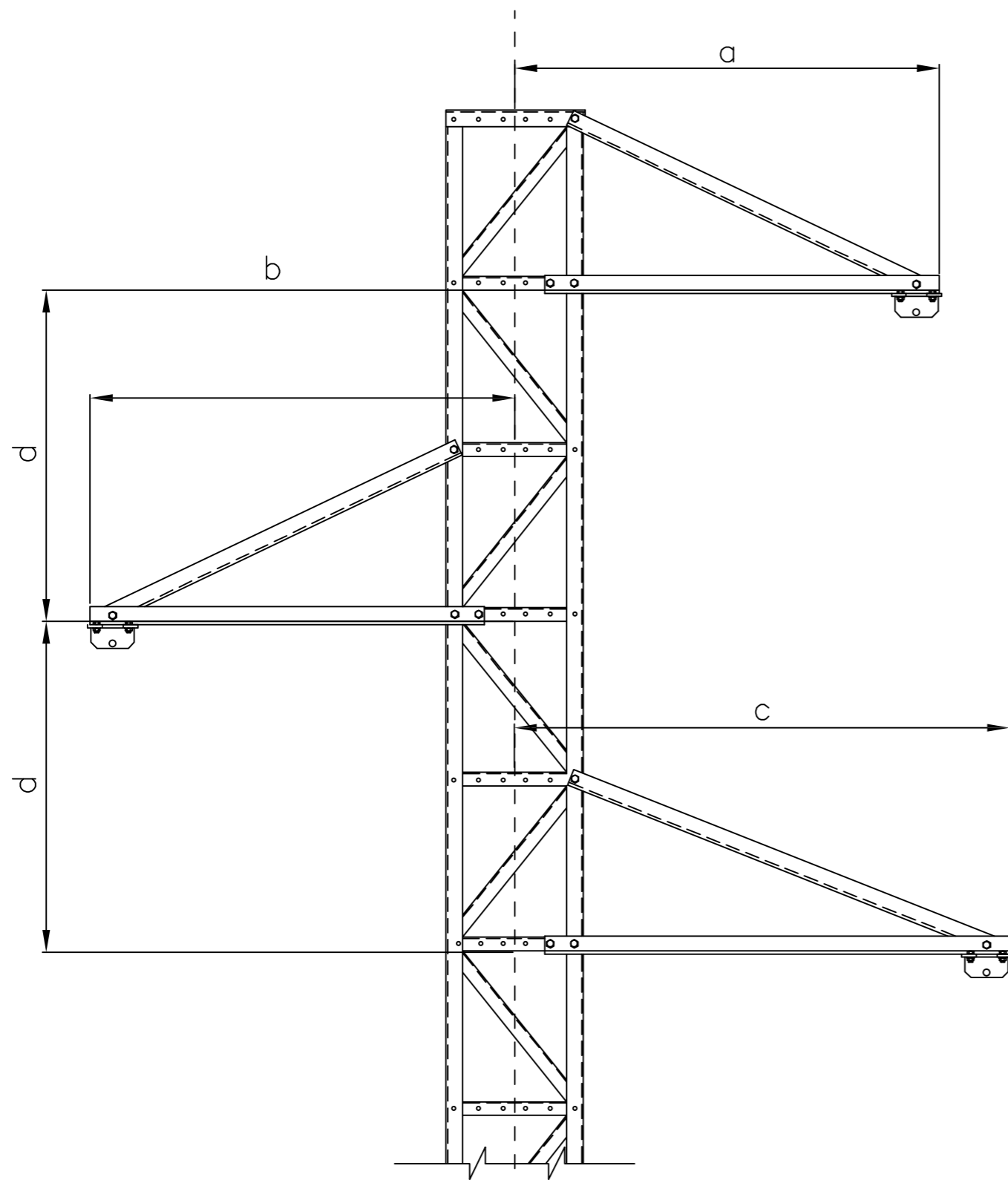
Escala  
1:1.000

PLANTA LÍNIA SUBTERRÀNIA  
MT TRAM 3

NÚRIA PLA VALLÈS  
TREBALL DE FI DE GRAU  
CURS 22/23

*Nº 31*

NOTA: Aquest plànol ha estat generat automàticament mitjançant el programa de càlcul de línies d'AT DMELECT.



Montaje Tresbolillo

APOYO	a(m)	b(m)	c(m)	d(m)
13	1.25	1.5	1.25	1.2
14	1.25	1.5	1.25	1.2
15	1.25	1.5	1.25	1.2
16	1.25	1.5	1.25	1.2
17	1.25	1.5	1.25	1.2
18	1.25	1.5	1.25	1.2
19	1.25	1.5	1.25	1.2
20	1.25	1.5	1.25	1.2

NOTA: Aquest plànol ha estat generat automàticament mitjançant el programa de càlcul de línies d'AT DMELECT.

PROFECTE EXECUTIU D'UNA INSTAL·LACIÓ SOLAR FOTOVOLTAICA DE 5 MWP CONNECTADA, MITJANÇANT UNA LÍNIA DE 25 KV, A LA SUBESTACIÓ ELÈCTRICA LA SELVA DEL CAMP

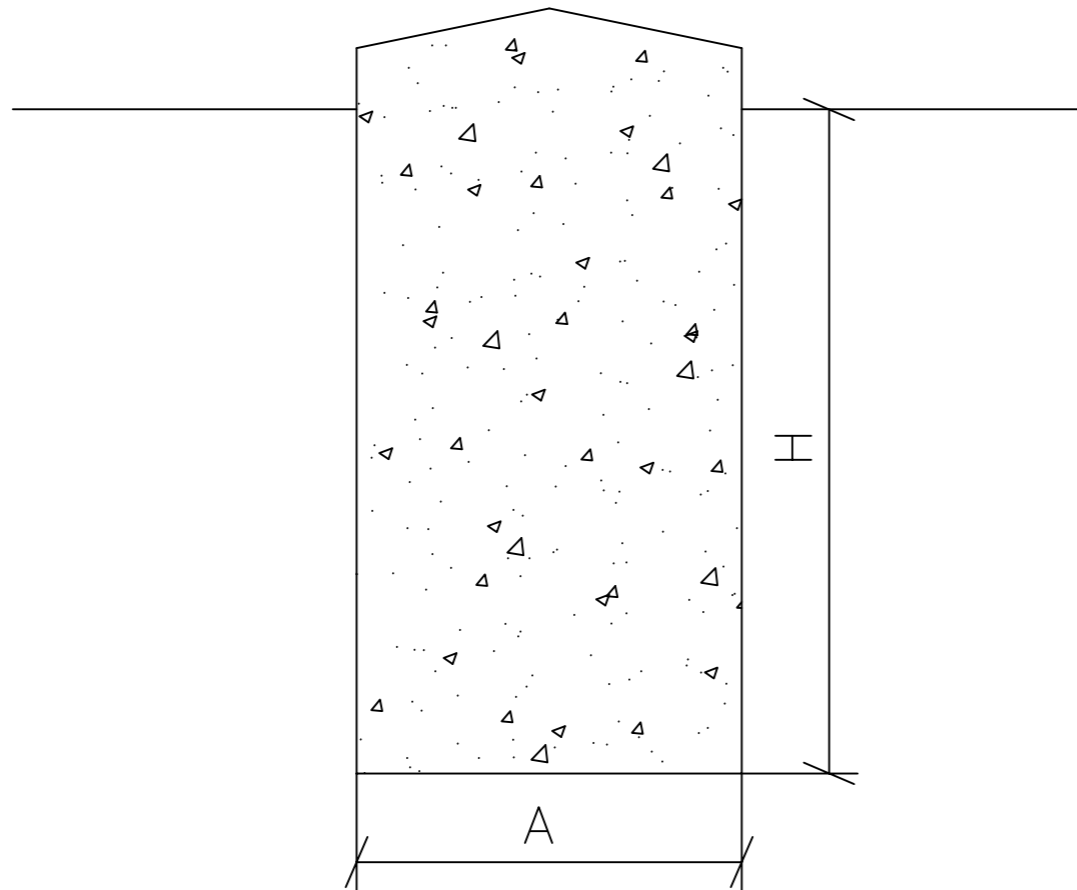
UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Escala  
N/A

DETALL PERFIL  
LONGITUDINAL MUNTATGE

NÚRIA PLA VALLÈS  
TREBALL DE FI DE GRAU  
CURS 22/23

Nº 32



APOYO	A(m)	H(m)
13	1.02	1.6
14	1.09	1.65
15	1.02	1.6
16	1.09	1.65
17	1.02	1.6
18	1.09	1.65
19	1.09	1.65
20	1.09	1.65

NOTA: Aquest plànol ha estat generat automàticament mitjançant el programa de càlcul de línies d'AT DMELECT.

PROJECTE EXECUTIU D'UNA INSTAL·LACIÓ SOLAR FOTOVOLTAICA DE 5 MWP CONNECTADA, MITJANÇANT UNA LÍNIA DE 25 KV, A LA SUBESTACIÓ ELÈCTRICA LA SELVA DEL CAMP

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Escala  
N/A

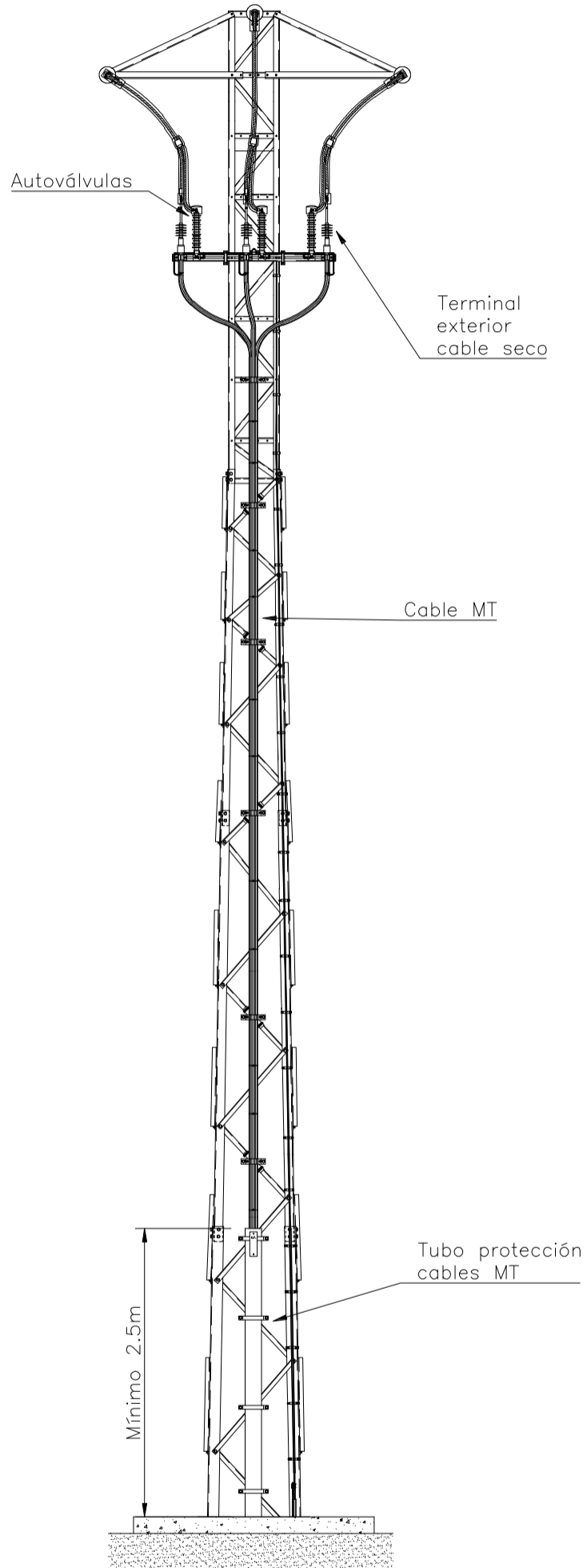
DETALL FONAMENTS  
SUPPORT

NÚRIA PLA VALLÈS  
TREBALL DE FI DE GRAU  
CURS 22/23

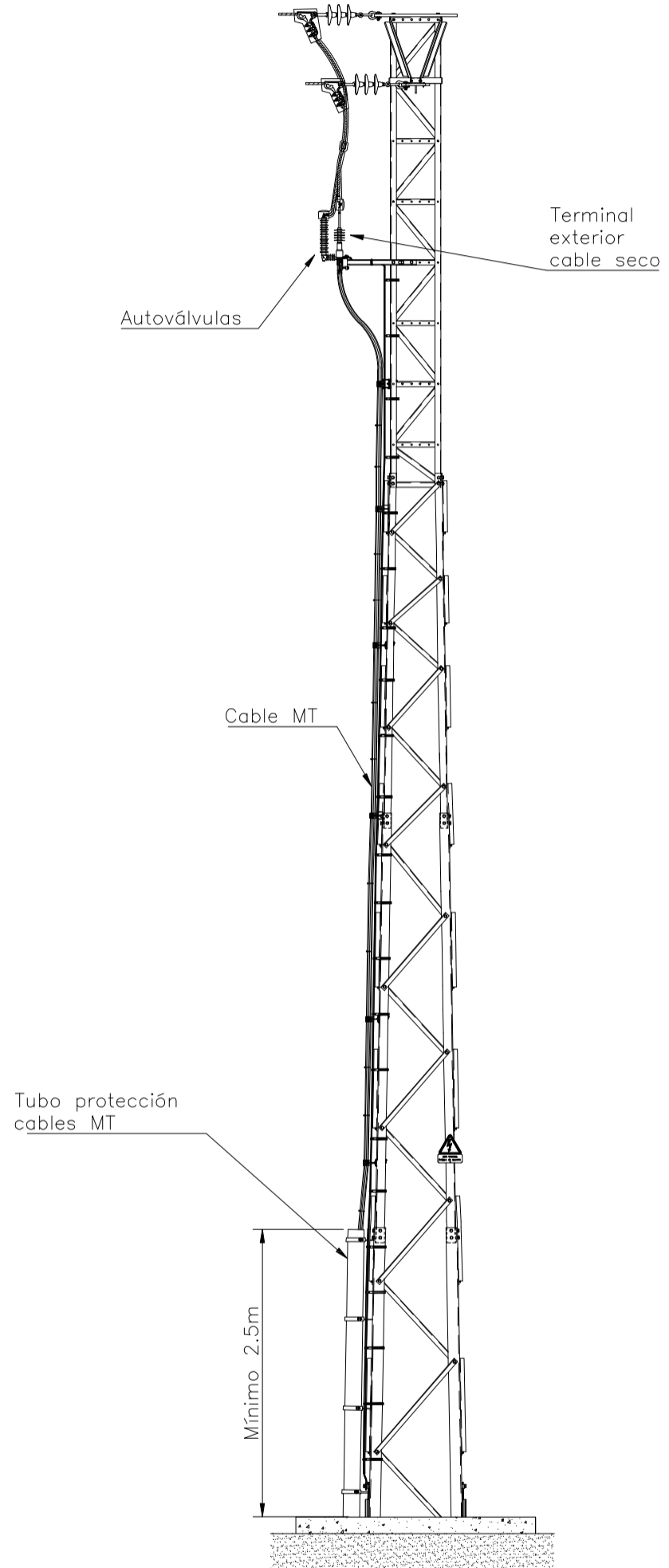
Nº 33

# CONVERSIÓN AÉREA/SUBTERRÁNEA

VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL



PROJECTE EXECUTIU D'UNA INSTAL·LACIÓ SOLAR FOTOVOLTAICA DE 5 MWP CONNECTADA, MITJANÇANT UNA LINIA DE 25 KV, A LA SUBESTACIÓ ELÈCTRICA LA SELVA DEL CAMP

*UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI*

Escala  
N/A

CONVERSIÓ  
AERI-SUBTERRÀNIA

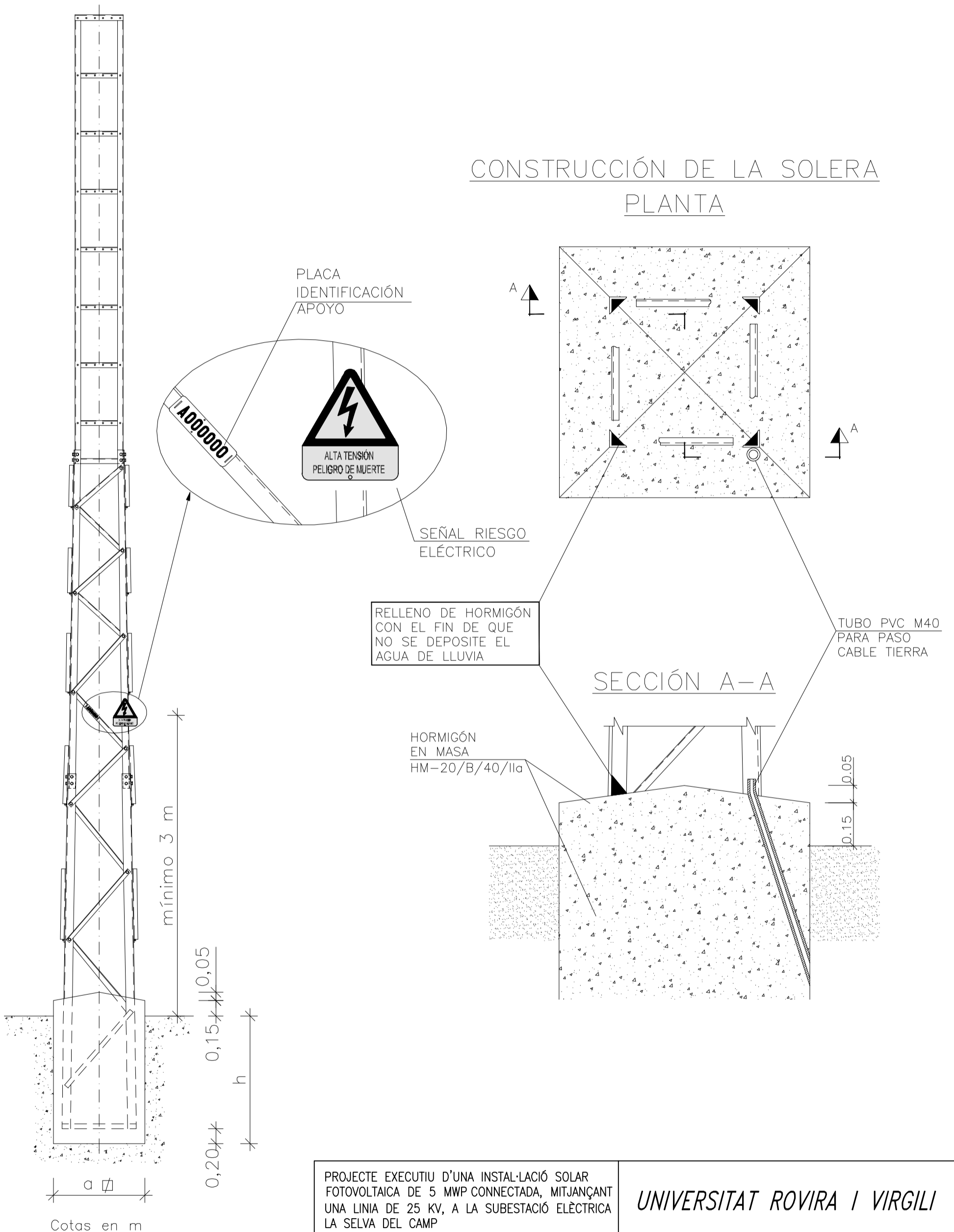
NÚRIA PLA VALLÈS  
TREBALL DE FI DE GRAU  
CURS 22/23

*Nº 34*

NOTA: Aquest plànol s'ha extret directament de la darrera versió de la Norma Tècnica Particular (NTP) de la companyia distribuïdora Endesa.

NOTA: Els valors de les cotes de cimentació, en funció de l'alçada, es poden veure en el plànol N°33

## CONSTRUCCIÓN DE LA SOLERA PLANTA



PROJECTE EXECUTIU D'UNA INSTAL·LACIÓ SOLAR FOTOVOLTAICA DE 5 MWP CONNECTADA, MITJANÇANT UNA LÍNEA DE 25 KV, A LA SUBESTACIÓ ELÈCTRICA LA SELVA DEL CAMP

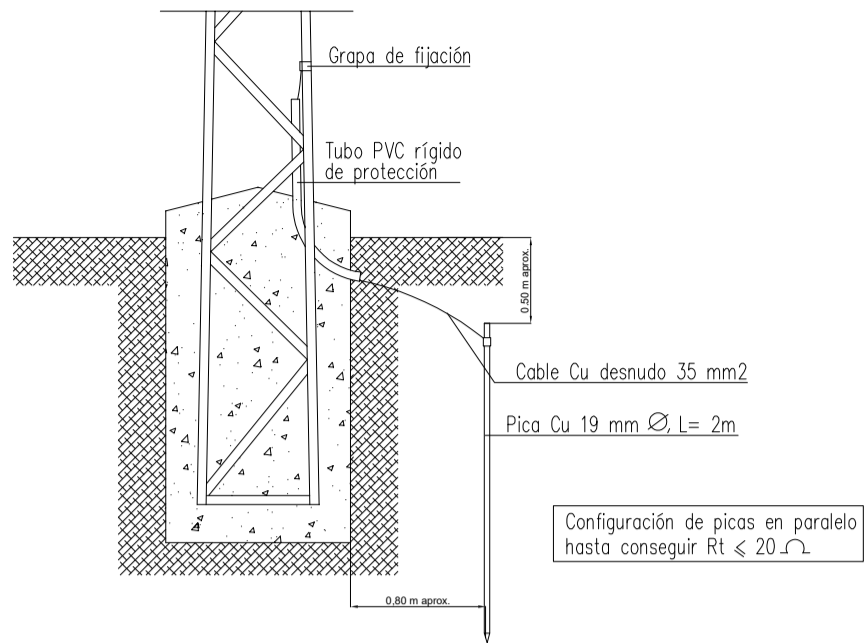
UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Escala  
N/A

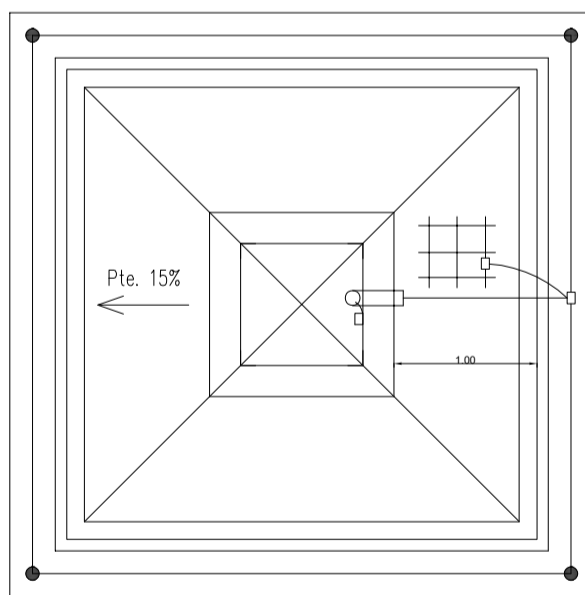
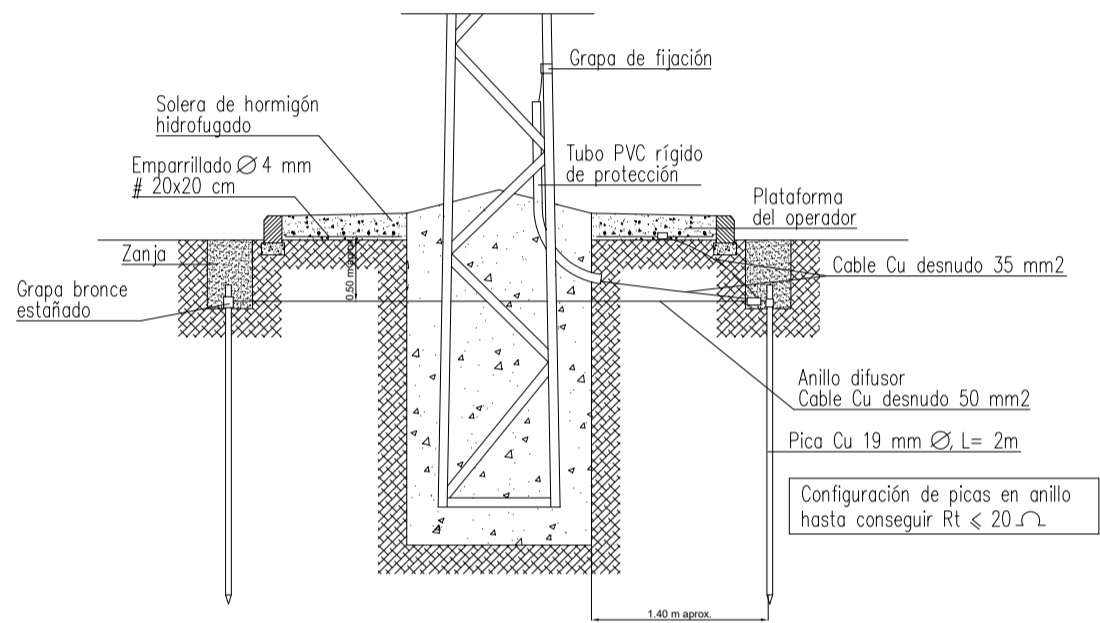
DETALL  
SUPORT I CIMENTACIÓ

NÚRIA PLA VALLÈS  
TREBALL DE FI DE GRAU  
CURS 22/23

N°35



PUESTA A TIERRA DE APOYOS



PUESTA A TIERRA DE APOYOS

PROJECTE EXECUTIU D'UNA INSTAL·LACIÓ SOLAR FOTOVOLTAICA DE 5 MWP CONNECTADA, MITJANÇANT UNA LÍNEA DE 25 KV, A LA SUBESTACIÓ ELÈCTRICA LA SELVA DEL CAMP

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Escala  
N/A

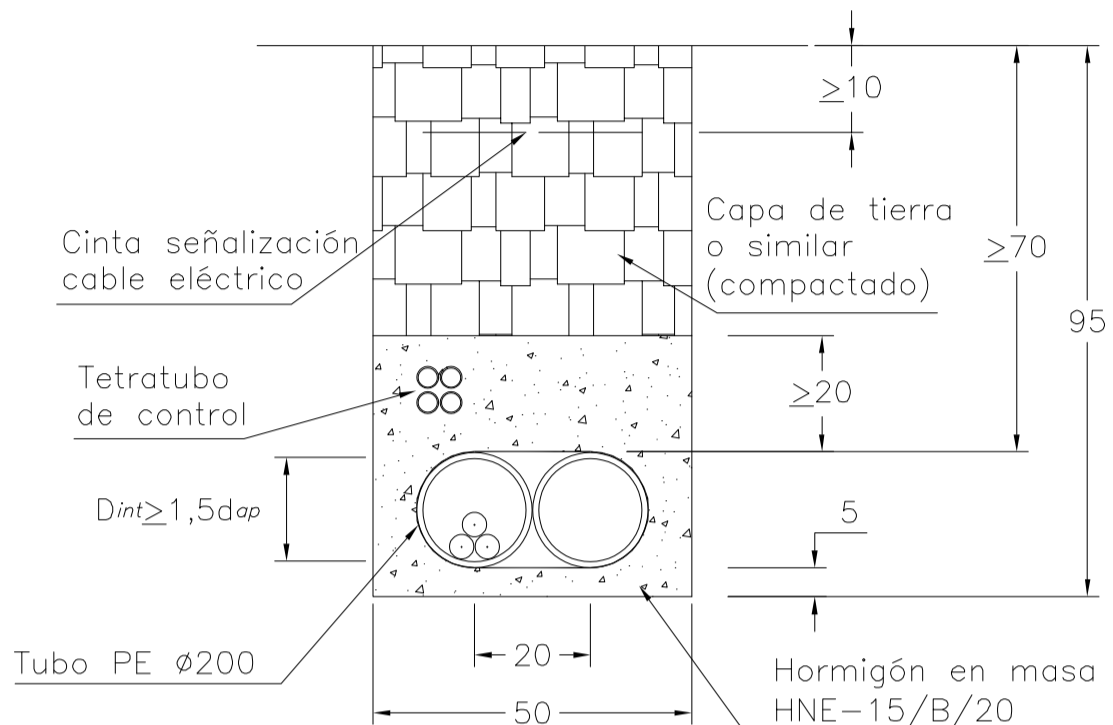
POSADA A TERRA  
SUPPORTS

NÚRIA PLA VALLÈS  
TREBALL DE FI DE GRAU  
CURS 22/23

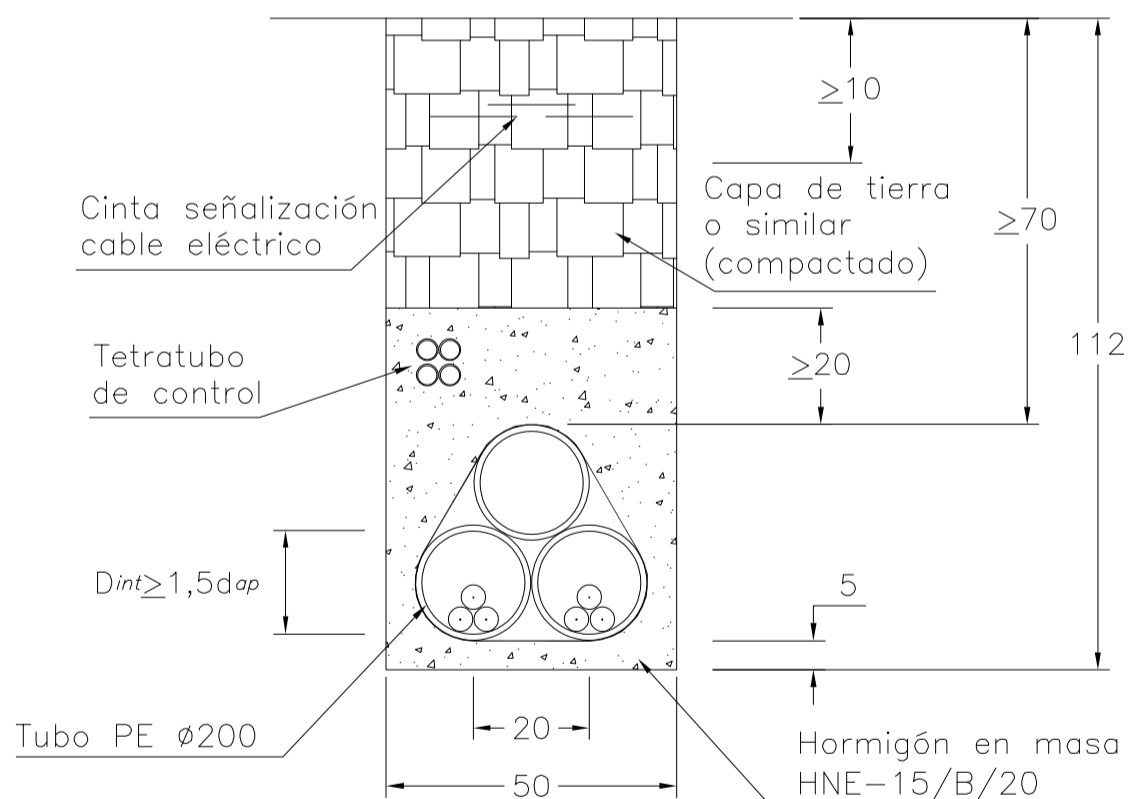
Nº 36

NOTA: Aquest plànol s'ha extret directament de la darrera versió de la Norma Tècnica Particular (NTP) de la companyia distribuïdora Endesa.

1 CIRCUITO EN TIERRA  
(EN TIERRA TUBO HORMIGONADO)



2 CIRCUITOS EN TIERRA  
(EN TIERRA TUBO HORMIGONADO)



PROJECTE EXECUTIU D'UNA INSTAL·LACIÓ SOLAR  
FOTOVOLTAICA DE 5 MWP CONNECTADA, MITJANÇANT  
UNA LINIA DE 25 KV, A LA SUBESTACIÓ ELÈCTRICA  
LA SELVA DEL CAMP

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Escala  
N/A

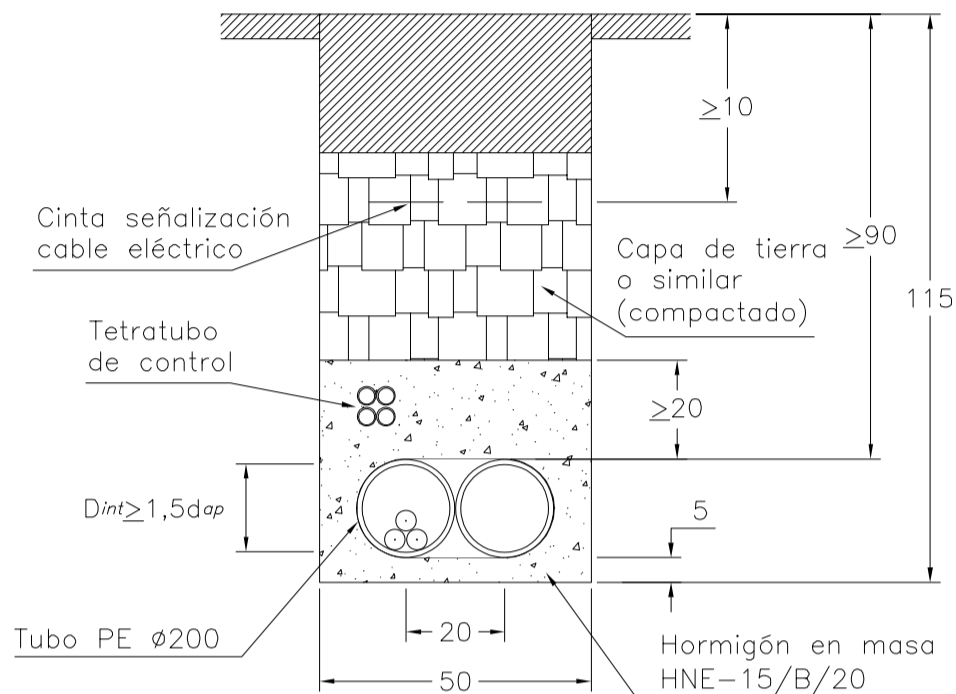
RASA TUB FORMIGONAT  
EN TERRA

NÚRIA PLA VALLÈS  
TREBALL DE FI DE GRAU  
CURS 22/23

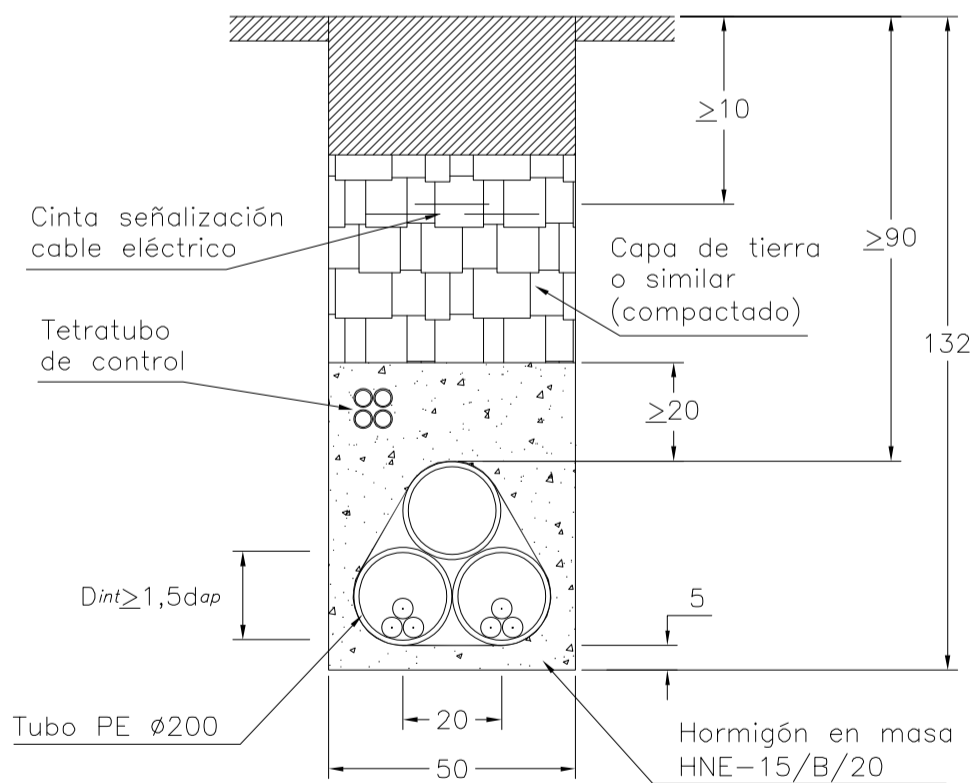
Nº 37

NOTA: Aquest plànol s'ha extret directament de la darrera versió de la Norma Tècnica Particular (NTP) de la companyia distribuïdora Endesa.

1 CIRCUITO EN CALZADA  
(EN CALZADA TUBO HORMIGONADO)



2 CIRCUITOS EN CALZADA  
(EN CALZADA TUBO HORMIGONADO)



PROJECTE EXECUTIU D'UNA INSTAL·LACIÓ SOLAR  
FOTOVOLTAICA DE 5 MWP CONNECTADA, MITJANÇANT  
UNA LINIA DE 25 KV, A LA SUBESTACIÓ ELÈCTRICA  
LA SELVA DEL CAMP

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Escala  
N/A

RASA TUB FORMIGONAT  
EN CALÇADA

NÚRIA PLA VALLÈS  
TREBALL DE FI DE GRAU  
CURS 22/23

Nº 38

NOTA: Aquest plànol s'ha extret directament de la darrera versió de la Norma Tècnica Particular (NTP) de la companyia distribuïdora Endesa.

**Núria Pla Vallès**

**TREBALL DE FI DE GRAU**

**Grau en Enginyeria Elèctrica**

**Dirigit per Lluís Massagués Vidal**

**PROJECTE EXECUTIU D'UNA INSTAL·LACIÓ SOLAR FOTOVOLTAICA DE 5  
MWP CONNECTADA A LA SUBESTACIÓ ELÈCTRICA LA SELVA DEL CAMP**

**Document número 4: PLEC DE CONDICIONS**



**UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI**

**Tarragona**

**Curs 2022-23**

## **Document número 4: PLEC DE CONDICIONS**

<b>4.1</b>	<b>DISPOSICIONS GENERALS .....</b>	<b>252</b>
<b>4.2</b>	<b>DISPOSICIONS FACULTATIVES .....</b>	<b>253</b>
<b>4.3</b>	<b>DISPOSICIONS TÈCNiques.....</b>	<b>257</b>
<b>4.4</b>	<b>DISPOSICIONS ECONÒMIQUES .....</b>	<b>290</b>



## 4.1 DISPOSICIONS GENERALS

### **Article 1. Objecte del plec de condicions**

Aquest Plec de Condicions determina els requisits a què s'ha d'ajustar l'execució del *Projecte executiu d'una instal·lació solar fotovoltaica de 5 MWp connectada, mitjançant una línia de 25 kV, a la Subestació Elèctrics de La Selva del Camp*, les característiques tècniques del qual estaran especificades en el corresponent Projecte.

Aquest document pretén servir de guia per a definir les especificacions que ha de complir aquest projecte per assegurar la seva qualitat, en benefici del propietari de les instal·lacions i del client.

### **Article 2. Documents contractuals**

Els documents contractuals d'obligat compliment corresponen a la memòria, plànols, plec de condicions, estat d'amidaments i el pressupost.

### **Article 3. Camps d'actuació**

Aquest Plec de Condicions es refereix a la construcció de xarxes aèries i subterrànies d'alta tensió i centres de transformació prefabricats i a la instal·lació de captadors d'energia solar.

Els Plecs de Condicions particulars podran modificar les presents prescripcions.

### **Article 4. Compatibilitat entre documents**

En el cas que siguin trobades algunes discrepàncies entre documents, regir-se sempre prioritàriament amb el document de plànols, seguit de la memòria i el pressupost.



## 4.2 DISPOSICIONS FACULTATIVES

El Contractista està obligat al compliment de la Reglamentació del Treball corresponent, la contractació de l'Assegurança obligatòria, Subsidi familiar i de vellesa, assegurança de Malaltia i totes aquelles reglamentacions de caràcter social vigents o que d'ara en davant es dicten. En particular, haurà de complir el que disposa la Norma UNE 24042 "Contractació d'Obres. Condicions Generals", sempre que no ho modifiqui el present Plec de Condicions.

El Contractista haurà d'estar classificat, segons Ordre del Ministeri d'Hisenda, en el Grup, Subgrup i Categoria corresponents al Projecte i que es fixarà en el Plec de Condicions Particulars, en el cas que procedeixi.

### **Article 5. Reglaments**

Reglamentació General de Contractació segons Decret 3410/75, de 25 de novembre.

Plec de Condicions Generals per a la Contractació d'Obres Públiques aprovat per Decret 3854/70, de 31 de desembre.

Article 1588 i següents del Codi Civil, en els casos que sigui procedent la seva aplicació al contracte de què es tracte.

Decret de 12 de març de 1954 pel que s'aprova el Reglament de Verificacions elèctriques i Regularitat en el subministrament d'energia.

Llei 31/1995, de 8 de novembre, sobre Prevenció de Riscos laborals i RD 162/97 sobre Disposicions mínimes en matèria de Seguretat i Salut a les Obres de Construcció.

R.D. 337/2014, del 9 de Maig, sobre Condicions Tècniques i Garanties de Seguretat en Instal·lacions Elèctriques d'Alta Tensió i les seves Instruccions Tècniques Complementàries.

R.D. 223/2008, de 15 de febrer, condicions tècniques i garanties de seguretat en les línies elèctriques d'alta tensió.

Ordre TIC /341/2003, de 22 de juliol, per la qual s'aprova el procediment de control aplicable a les obres que afectin la xarxa de distribució elèctrica soterrada.

Llei 54/1997, de 27 novembre, del Sector Elèctric.

R.D. 1955/2000, d'1 de desembre, pel que es regulen les activitats de Transport, Distribució, Comercialització, Subministrament i Procediments d'Autorització d'Instal·lacions d'Energia Elèctrica.

Llei 31/1995 de prevenció de riscos laborals.







### **Article 8. Seguretat pública**

El Contractista haurà de prendre totes les màximes precaucions en totes les operacions i usos d'equips per a protegir a les persones, animals i coses dels perills procedents del treball, sent del seu compte les responsabilitats que per tals accidents s'ocasionen.

El Contractista mantindrà pòlissa d'assegurances que protegeixi prou a ell i als seus empleats o obrers enfront de les responsabilitats per danys, responsabilitat civil, etc. que en l'un i l'altre pogueren incórrer per al Contractista o per a tercers, com a conseqüència de l'execució dels treballs.

El contractista serà responsable durant l'execució de les obres de tots els danys i perjudicis, directes o indirecte, que puguin ocasionar-se a qualsevol persona, propietat, servei públic o privat, com a conseqüència dels actes, omissions o negligències del personal al seu càrrec.

Les persones que resultin perjudicades hauran de ser compensades, a la seva costa i adequadament, restablint les seves condicions primitives o compensant els danys i perjudicis causats en qualsevol forma acceptable.



### 4.3 DISPOSICIONS TÈCNIQUES

Per a la bona marxa de l'execució d'un projecte de línia elèctrica d'alta tensió, convé fer una anàlisi dels diferents passos que cal seguir i de la forma de realitzar-los. Inicialment i abans de començar la seva execució, es faran les següents comprovacions i reconeixements de preparació i programació de l'obra:

Comprovar que es disposa de tots els permisos, tant oficials com particulars, per a l'execució del mateix (llicència Municipal d'obertura i tancament de rases, Condicionats d'Organismes, etc.).

Fer un reconeixement, sobre el terreny, del traçat de la canalització, fixant-se en l'existència de boques de reg, serveis telefònics, d'aigua, enllumenat públic, etc. que normalment es puguin apreciar per registres en via pública.

Una vegada realitzat aquest reconeixement s'establirà contacte amb els Serveis Tècnics de les Companyies Distribuïdores afectades (Aigua, Gas, Telèfons, Energia Elèctrica, etc.), perquè assenyalin sobre el pla de planta del projecte, les instal·lacions més pròximes que puguin resultar afectades.

El Contractista, abans de començar els treballs d'obertura de rases farà un estudi de la canalització, d'acord amb les normes municipals, així com dels passos que siguin necessaris per als accessos als portals, comerços, garatges, etc., així com les xapes de ferro que hagin de col·locar-se sobre la rasa per al pas de vehicles, etc.

Tots els elements de protecció i senyalització els haurà de tenir disposats el contractista de l'obra abans de donar començament a la mateixa, i serà el responsable de informar als seus treballadors del seu funcionament i col·locació per evitar possibles accidents en la realització dels treballs que puguin afectar al seu personal o a tercers, anant al seu càrrec qualsevol reclamació per danys rebuda durant l'obra per una mala protecció i senyalització del tram afectat.

En aquest apartat es diferenciaran quatre subapartats: línies subterrànies d'alta tensió, línies subterrànies de baixa tensió, línies aèries i, centres de transformació.

#### **Article 9. Línies subterrànies d'alta tensió**

En aquest subapartat es definiran les condicions tècniques mínimes acceptables per l'execució de les obres de construcció de línies d'alta subterrànies especificades en el projecte corresponent.



cable. Per damunt del cable anirà una altra capa de 24 cm de sorra. Ambdues capes de sorra ocuparan l'amplària total de la rasa.

En quant al subministrament i col·locació de plaques de protecció de PE pels cables directament enterrats, damunt de la segona capa de sorra es col·locarà una capa protectora de plaques de PE normalitzades per la companyia subministradors, sent la seva amplada d'un peu (25 cm) quan es tracta de protegir un sol cable o terna de cables en feix.

Les plaques de PE suportaran un impacte puntual d'una energia de 20 J i cobrirà la projecció en planta dels cables.

La col·locació de cables en canalització entubada estarà construïda per tubs de material sintètic, de PE de color vermell de doble capa.

El diàmetre interior dels tubs no serà inferior a una vegada i mitja del diàmetre exterior del cable o del diàmetre aparent del circuit en el cas de l'estesa de diversos cables instal·lats en el mateix tub i, l'interior dels tubs serà llis per a facilitar la instal·lació o substitució del cable o circuit avariats.

Abans de l'estesa s'eliminarà del seu interior la brutícia o terra, garantint-ne el pas dels cables mitjançant mandrinatge d'acord amb la secció interior del tub o sistema equivalent. Durant l'estesa s'hauran d'embocar correctament per a evitar l'entrada de terra o de formigó i a l'entrada de les arquetes, les canalitzacions entovades hauran de quedar degudament segellades als seus extrems.

En les canalitzacions de cables de d'alta tensió, es col·locarà una cinta de PE que denominarem "Atenció a l'existència del cable", tipus UNESA. Es col·locarà al llarg de la canalització una tira per cada cable de mitja tensió tripolar o terna d'unipolars en feix i, en el

vertical del mateix a una distància mínima a la part superior del cable de 30 cm.

La distància mínima de la cinta a la part inferior del paviment serà de 38 cm en calçada i 25 cm en vorera.

Una vegada col·locades les proteccions del cable, assenyalades anteriorment, s'omplirà tota la rasa amb terra de l'excavació o noves terres (prèvia eliminació de pedres grosses, tallants o runes que puguin portar), piconada, havent de realitzar-se els vint primers cm de forma manual, i per a la resta és convenient piconar mecànicament.

El tapat de les rases haurà de fer-se per capes successives de quinze centímetres de grossària, essent la última de deu centímetres, les quals seran piconades i regades si fóra necessari, a fi que quedi prou consolidat el terreny.

La cinta d' "atenció a l'existència del cable", es col·locarà entre dues d'aquestes capes, tal



com s'ha indicat en. El contractista serà responsable dels aforaments que es produeixin per la deficiència d'aquesta operació i, per tant, seran del seu propi compte les reparacions posteriors que hagin d'efectuar-se.

Les terres sobrants de la rasa, a causa del volum introduït en cables, sorres, plaques de protecció, rajoles, així com l'esporga normal del terreny seran retirades pel contractista i portades a l'abocador més proper.

El lloc de treball quedarà lliure d'aquestes terres i completament net.

Durant l'execució de les obres, aquestes estaran degudament senyalitzades i vallades d'acord amb els condicionaments dels organismes afectats i ordenances municipals, per evitar possibles danys a tercers i al seu propi personal, essent la responsabilitat del bon abalisament i tancat de l'obra del contractista de l'obra.

### **Dimensions i condicions generals d'execució**

Es considera com a rasa normal per a cables de d'alta tensió la que té 0,40 m. d'amplària mitjana i profunditat 1,10 m en calçada i 0,90 m en vorera. Aquesta profunditat i amplada podrà augmentar-ne per criteri exclusiu del Supervisor d'Obres, o per la inclusió en la mateixa rasa de varis circuits de conductors de MT.

Quan en obrir cales de reconeixement o rases per a l'estesa de nous cables apareguin altres serveis es compliran els següents requisits.

S'avisarà a l'empresa propietària dels mateixos i l'encarregat de l'obra prendrà les mesures necessàries. En el cas que aquests serveis quedin a l'aire, es subjectaran amb seguretat de manera que no pateixin cap deteriorament. I en el cas en què calgui moure'ls per a poder executar els treballs, es farà sempre d'acord amb l'empresa propietària de les canalitzacions.

Mai s'han de deixar els cables suspesos, de manera que aquests estiguin en tracció, a fi d'evitar que les peces de connexió, tant en entroncaments com en derivacions, puguin patir.

S'establiran els nous cables de manera que no s'entrecruaran amb els serveis establerts, guardant, si és possible, paral·lelisme amb ells.

Quan en la proximitat d'una canalització existeixin suports de línies aèries de transport públic, telecomunicació, enllumenat públic, etc., el cable es col·locarà a una distància mínima de 50 cm dels extrems dels suports o de les fundacions. Aquesta distància passarà a 150 cm quan el suport estigui sotmès a un esforç de bolcada permanent cap a la rasa.

En el cas en què aquesta precaució no es pugui prendre, s'utilitzarà una protecció



mecànica resistent al llarg de la fundació del suport, prolongada una longitud de 50 cm a un costat i a un altres dels extrems d'aquella amb l'aprovació del Supervisor de l'Obra.

En el cas d'haver rases en roca, es tindrà en compte tot el que s'ha dit en anteriorment. La profunditat mínima serà de 2/3 dels indicats anteriorment en cada cas. En aquests casos caldrà ajustar-se a les indicacions del supervisor d'obra sobre la necessitat col·locar o no protecció addicional, i en les normes tècniques de la companyia subministradora.

A més de les disposicions donades per l'entitat propietària dels paviments, per a la ruptura, haurà de tenir-se en compte el següent:

La ruptura del paviment amb maça està rigorosament prohibida, havent de fer el tall del mateix d'una manera neta, amb maquinaria adequada.

En el cas en què el paviment estigui format per lloses, llambordes, rastells de granit o altres materials, de possible posterior utilització, es trauran aquests amb la precaució deguda per a no ser danyats, col·locant-se després de manera que no pateixin deteriorament i al lloc que molesten menys a la circulació.

Els paviments seran reposats d'acord amb les normes i disposicions dictades pel propietari dels mateixos.

Haurà d'aconseguir-se una homogeneïtat, de manera que quedi el paviment nou el més igualat possible a l'antic, fent la seva reconstrucció amb peces noves si està compost per lloses, llosetes, etc.

En general seran utilitzats materials nous excepte les lloses de pedra, rastell de granit i altres de similars.

En certes ubicacions amb accés restringit al personal autoritzat, com pot ser a l'interior d'indústries o de recintes destinats exclusivament a contenir instal·lacions elèctriques, podran utilitzar-se canals d'obra amb tapes prefabricades de formigó o de qualsevol altre material sintètic d'elevada resistència mecànica (que normalment enrasen amb el nivell del sòl) manipulables a mà.

És aconsellable separar els cables de diferents tensions (aprofitant el fons i les dues parets) i, fins i tot, pot ser preferible destinar canals diferents. La canal ha de permetre la renovació de l'aire.

### **Encreuaments, proximitats i paral·lelismes**

El cablejat soterrani quan estigui directament soterrat, haurà de complir els següents requisits. En el nostre cas disposem d'encreuaments amb carrers i carreteres, amb encreuaments amb altres conductors d'energia, cablejat de telecomunicació,

canalitzacions d'aigua i, canalitzacions de gas. Els detalls dels encreuaments i paral·lelismes es detallaran als plànols.

Es prohibeix la plantació d'arbres i construcció d'edificis i instal·lacions industrials en la franja definida per la rasa on van allotjats els conductors, incrementada a cada costat en una distància mínima de seguretat igual a la meitat de l'amplària de la canalització.

El cable haurà d'anar a l'interior de canalitzacions entubades formigonades en els casos següents:

Per a l'encreuament de carrers, camins o carreteres amb tràfic rodat, per a l'encreuament de ferrocarrils, a les entrades de carruatges o garatges públics, als llocs on per diverses causes no ha de deixar-se temps la rasa oberta i, als llocs on això es cregui necessari per indicació del Projecte o del Supervisor de l'Obra.

Els materials a utilitzar als encreuaments normals seran de les següents qualitats i condicions:

Els tubs seran de PE, o fosa de ferro galvanitzats, etc. provinents de fàbriques de garantia, essent el diàmetre que s'assenyala en aquestes normes el corresponent a l'interior del tub i la longitud més apropiada per a l'encreuament a tractar. La superfície serà llisa.

Els tubs es col·locaran de manera que en els seus entroncaments la boca femella estigui situada abans que la boca mascle seguint la direcció de l'estesa probable, del cable, a fi de no danyar a aquest en l'esmentada operació.

El ciment serà pòrtland o artificial i de marca acreditada i haurà de reunir en els seus assajos i anàlisis químics, mecànics i de forjat, les condicions de la vigent instrucció espanyola del Ministeri d'Obres Públiques. Haurà d'estar envasat i emmagatzemat convenientment perquè no perdi les condicions precises.

S'emprarà l'aigua de riu o brollador, quedant prohibida l'ocupació d'aigües procedents de pantans. La dosificació a emprar serà la normal en aquest tipus de formigons per a fundacions, recomanant-se la utilització de formigons preparats en plantes especialitzades en aquest tema.

### **Dimensions i característiques generals d'execució**

Els treballs d'encreuaments, tenint en compte que la seva durada és major que els d'obertura de rases, començaran abans, per a tenir tota la rasa al mateix temps, disposada per a l'estesa del cable.

Aquests encreuaments seran sempre rectes, i en general, perpendiculars a la direcció de la calçada. Sobresortiran en la vorera, cap a l'interior, uns 20 cm del rastell.



El diàmetre dels tubs serà de 20 cm. La seva col·locació i la secció mínima formigonada respondrà a allò que s'ha indicat en els plànols. Estaran rebuts amb ciment i formigonats en tota la seva longitud.

Quan per impossibilitat de fer la rasa a la profunditat normal els cables estiguin situats a menys de 80 cm de profunditat, es disposaran en compte de tubs de PE, tubs metàl·lics o de resistència anàloga per al pas de cables per aqueixa zona o be planxes de protecció de ferro, prèvia conformitat del supervisor d'obra.

Els tubs buits, ja sigui mentre s'executa la canalització o que en acabar-se la mateixa es queden de reserva, hauran de tapar-se amb rajola i algeps, deixant al seu interior un fil d'aram galvanitzat per a guiar posteriorment els cables en la seva estesa.

Per a formigonar els tubs es procedirà de la manera següent:

Es farà prèviament una solera de formigó ben anivellada d'uns 6 cm de grossària sobre la qual s'assenta la primera capa de tubs separats entre si uns 25 cm, procedint-se a continuació a formigonar-los fins a cobrir-los enterament. Sobre aquesta nova solera es col·loca la segona capa de tubs, en les condicions ja citades, que es formigonarà igualment en forma de capa. Si hi ha més tubs es procedeix com ja s'ha dit, tenint en compte que, en l'última capa, el formigó s'aboca fins al nivell total que hagi de tenir.

En els canvis de direcció es construïran arquetes de formigó o rajola, sent les seves dimensions les necessàries perquè el radi de curvatura d'estesa sigui com a mínim 20 vegades el diàmetre exterior del cable. No s'admetran angles inferiors a 90° i encara aquests es limitaran als indispensables.

En general els canvis de direcció es faran amb angles grans. Com a norma general, en alineacions superiors a 40 m, seran necessàries les arquetes intermèdies que amitjanen els trams d'estesa i que no estiguin distants entre si més de 40 m.

Les arquetes només estaran permeses en voreres o llocs per les quals normalment no ha d'haver-hi trànsit rodat; si això excepcionalment fora impossible, es reforçaran marcs i tapes.

A l'arqueta, els tubs quedaran a uns 25 cm per damunt del fons per a permetre la col·locació de corrons en les operacions d'estesa. Una vegada estesa el cable els tubs es taponaran amb algeps de manera que el cable quedin situat en el part superior del tub.

L'arqueta s'omplirà amb arena fins a cobrir el cable com a mínim, i la situació dels tubs a l'arqueta serà la que permeti el màxim radi de curvatura. A més, les arquetes podran ser enregistrables o tancades. En el primer cas hauran de tenir tapes metàl·liques o de formigó proveïdes d'argolles o ganxos que faciliten la seva obertura.





de gas hauran de mantenir-se les distàncies mínimes següents:

Per canalitzacions i connexions en alta, mitja i baixa pressió: 0,40 m; en connexions interiors en alta pressió: 0,40 m; les connexions interiors en mitja i baixa pressió: 0,20 m.

Quan per causes justificades no puguin mantenir-se aquestes distàncies es disposarà una protecció suplementària, i en aquest cas la separació mínima serà :

En canalitzacions i connexions en alta, mitja i baixa pressió: 0,25 m; per connexions interiors en alta pressió: 0,25 m; les connexions interiors en mitja i baixa pressió: 0,10 m.

La protecció suplementària garantirà una mínima cobertura longitudinal de 0,45 m a un costat i a l'altre de l'encreuament i 0,30 m d'amplària centrada amb la instal·lació que es pretén protegir i, estarà constituïda preferentment per materials ceràmics (taulells, rajoles, rajoles, etc.).

En el cas de línia A.T. apuntalada, es considerarà com a protecció suplementària el propi tub, que serà de les característiques mecàniques definides en els encreuaments anteriors.

### **Estesa de cables en rasa oberta i tubular**

Els cables han de ser sempre desenrotllats i llocs al seu lloc amb la major atenció, evitant que pateixin torsió, facin bucles, etc. i tenint sempre pendent que el radi de curvatura del cable haver de ser superior a 20 vegades el seu diàmetre durant la seva estesa, i superior a 10 vegades el seu diàmetre una vegada instal·lat.

Quan els cables es s'estenguin a mà, els operaris estaran distribuïts d'una manera uniforme al llarg de la rasa.

També es pot canalitzar mitjançant cabrestants, estirant l'extrem del cable, a què s'haurà adoptat un cap apropiat, i amb un esforç de tracció per conductor que no ha de sobrepassar el que indica el fabricant del mateix.

En qualsevol cas l'esforç no serà superior a 4 kg/mm<sup>2</sup> en cables trifàsics i a 5 kg/mm<sup>2</sup> per a cables unipolars, ambdós casos amb conductors de coure. Quan es tracte d'alumini han de reduir-se a la meitat. Serà imprescindible la col·locació de dinamòmetre per a mesurar aquesta tracció mentre es fa l'estesa.

L'estesa es farà obligatòriament sobre corrons que puguin girar lliurement i construïts de manera que no puguin danyar el cable. Es col·locaran en les corbes els corrons de corba precisos de manera que el radi de curvatura no sigui menor de vint vegades el diàmetre del cable.

Durant l'estesa del cable es prendran precaucions per a evitar al cable esforços importants, així com que pateixi cops o fregades. No es permetrà desplaçar el cable, lateralment, per



mitjà de palanques o altres útils, sinó que s'haurà de fer sempre a mà.

Només de manera excepcional s'autoritzarà desenrotllar el cable fora de la rasa, en casos molt específics i sempre sota la vigilància del Supervisor de l'Obra. Quan la temperatura ambient sigui inferior a 0 graus centígrads no es permetrà fer l'estesa del cable degut a la rigidesa que pren l'aïllament.

La rasa, en tota la seva longitud, haurà d'estar coberta amb una capa de 6 cm de sorra fina en els fons, abans de procedir a l'estesa del cable. No es deixarà mai el cable estesa en una rasa oberta, sense haver pres abans la precaució de cobrir-ho amb la capa de 24 cm de sorra fina i la protecció de Polietilè. En cap cas es deixaran els extrems del cable en la rasa sense haver assegurat abans una bona estanquitat dels mateixos.

Quan dos cables es canalitzen per a ser empalmats, si estan aïllats amb paper impregnat, s'encreuaran almenys un metre, a fi de sanjar les puntes i si tenen aïllament de plàstic el encreuament serà com a mínim de 50 cm.

Les rases, una vegada obertes i abans de fer l'estesa del cable, es recorreran amb deteniment per a comprovar que es troben sense pedres o altres elements durs que puguin danyar als cables en la seva estesa.

Si amb motiu de les obres de canalització aparegueren instal·lacions d'altres serveis, es prendran totes les precaucions per a no danyar-les, deixant-les, en acabar els treballs, de la mateixa manera en què es trobaven primitivament. Si involuntàriament es causarà alguna avaria en els dits serveis, s'avisarà amb tota urgència a l'oficina de control d'obres i a l'empresa corresponent, a fi que procedixin a la seva reparació. L'encarregat de l'obra per part de la Contracta, tindrà els senyals dels serveis públics, així com el seu número de telèfon, per si hagués de comunicar ell mateix l'avaria produïda.

Si les pendents són molt pronunciades, i el terreny és rocós i impermeable, s'està exposat que la rasa de canalització serveixi de drenatge, amb la qual cosa s'originaria un arrossegament de la sorra que serveix de llit als cables. En aquest cas, si és un talús, s'haurà de fer la rasa al biaix, per a disminuir el pendent, i de no ser possible, convé que en aqueixa zona es portar la canalització entovada i rebuda amb ciment.

Quan dos o més cables d' A.T. discorren paral·lels entre dues subestacions, centres de repartiment, centres de transformació, etc., hauran de senyalitzar-se degudament, per a facilitar la seva identificació en futures obertures de la rasa utilitzant per a això cada metre i mig, cintes adhesives de colors distints per a cada circuit, i en faixes d'amples diferents per a cada fase si són unipolars. De totes maneres en anar separats els seus eixos 25 cm mitjançant un rajola o, rajola col·locat de canto al llarg de tota la rasa, es facilitarà el

reconeixement d'aquests cables que a més no han d'encreuar-se en tot el recorregut entre dos C.D.

En el cas de canalitzacions amb cables unipolars de mitja tensió formant ternes, la identificació és més difícil i per això és molt important el que els cables o feixos de cables no canviïn de posició en tot el seu recorregut com acabem d'indicar.

A més es tindrà en compte el següent:

Cada metre i mig seran col·locats per fase una volta de cinta adhesiva i permanent, indicatiu de la fase 1, fase 2 i fase 3 utilitzant per a això els colors normalitzats quan es tracte de cables unipolars.

D'altra banda, cada metre i mig embolicant les tres fases, es col·locaran unes voltes de cinta adhesiva que agrupi aquests conductors i els mantinguin units, excepte indicació en contra del Supervisor d'Obres. En el cas de diverses ternes de cables en feixos, les voltes de cinta esmentades hauran de ser de colors diferents que permeten distingir un circuit d'un altre.

Cada metre i mig, embolicant cada conductor de MT tripolar, seran col·locades unes voltes de cinta adhesives i permanent d'un color diferent per a cada circuit, procurant a més que l'ample de la faixa sigui diferent en cada u.

Quan es desplaça la bobina en terra rodant-la, cal fixar-se en el sentit de rotació, generalment indicat en ella amb una fletxa, a fi d'evitar que s'afluïxi el cable enrotllat en la mateixa. A més, no s'ha d'emmagatzemar sobre un sòl tou.

Abans de començar l'estesa del cable s'estudiarà el punt més apropiat per a situar la bobina, generalment per facilitat d'estesa: en el cas de sòls amb pendent, sol ser convenient el canalitzar en baixada. En el cas del cable trifàsic, no es canalitzarà des del mateix punt en dues direccions oposades.

Per a l'estesa, la bobina estarà sempre elevada i subjectada per un barrot i gats de potència apropiada al pes de la mateixa.

En l'estesa de cables en tubular, quan el cable s'estén a mà o amb cabrestants i dinamòmetre, i calgui passar el mateix per un tub, es facilitarà aquesta operació mitjançant una corda, unida a l'extremitat del cable, que portarà incorporat un dispositiu de mànega tira-cables, tenint especial atenció en què l'esforç de tracció sigui el més feble possible. Se situarà un operari a l'embocadura de cada encreuament de tub, per a guiar el cable i evitar el deteriorament del mateix o fregades en el tram de l'encreuament.

Els cables de d'alta tensió unipolars d'un mateix circuit, passaran tots junts per un mateix tub deixant-los sense encintar dins del mateix. Mai s'hauran de passar dos cables trifàsics





en les normes corresponents i segons s'estableix en la ITC-LAT 05.

### **Característiques de la línia subterrània**

La reglamentació existent sobre línies subterrànies és aquella establerta a la Instrucció Tècnica Complementària ITC-LAT 06 del Reglament sobre condicions tècniques i garanties de seguretat en les línies elèctriques d'alta tensió aprovat per Reial Decret 223/2008, de 15 de febrer, publicat al BOE. núm. 68, de 19 de març de 2008, així com la resolució TRI/301/2006, de 3 de febrer, per la qual s'estableixen els requisits de senyalització i protecció de les xarxes soterrades de distribució elèctrica de mitjana i alta tensió, a l'àmbit territorial de Catalunya, soterrant els conductors a una fondària no inferior a 0,80 m. Així mateix es tindran amb consideració el decret 120/92 de 25 d' abril i l' ordre de 5 de juliol de 1993 sobre xarxes subterrànies de servei públic.

En el document plànols del present projecte, s' hi detalla la secció i la disposició dels cables.

Al llarg del recorregut de la línia, sobre el cable, es col·locaran elements que senyalitzin la

presència dels cables. A l'execució dels treballs es compliran quantes condicions tècniques imposin els Organismes afectats.

La línia, en aquest tram, està formada per tres conductors unipolars, tipus RH5Z1 Al, les característiques dels quals s'ajustaran a les definides en la Norma UNE 211620, pels cables indicats. La tensió assignada del cable serà de 18/30 kV, el conductor serà d'alumini de 240mm<sup>2</sup> la pantalla serà de cinta longitudinal d'alumini termosoldada i adherida a la coberta, el recobriment extern estarà format per una capa de material aïllant resistent a l'erosió i als contaminants que puguin trobar-se en el subsòl.

### **Article 10. Línies subterrànies de baixa tensió**

Es definiran les condicions tècniques mínimes acceptables per l'execució de les obres de construcció de línies de baixa tensió subterrànies especificades en el present projecte.

### **Traçat**

Les canalitzacions, menys en els casos de força major, s'executaran per terreny de domini públic, sota vorera o per vial, evitant angles pronunciats. El traçat serà el més recte possible, paral·lel en tota la seva longitud a vorera o façanes dels edificis principals.

Abans de començar els treballs es marcaran en el paviment les zones a on es vagin a obrir



les rases, assenyalant tant la seva amplada com longitud i les zones a on es deixin ponts per la contenció del terreny. Si es coneixen les escomeses d'altres serveis a les finques construïdes, s'indicarà la seva situació per prendre les precaucions adequades.

Abans de procedir a l'apertura de les rases, s'obriran cales de reconeixement per confirmar o rectificar el traçat previst.

Es realitzarà la senyalització d'acord amb les normes Municipals i es determinaran les proteccions precises tant de les rases com dels passos que siguin necessaris per els accessos a portals, comerços, garatges, ... així com les xapes de ferro que es tinguin que col·locar sobre la rasa pel pas de vehicles i personal.

En marcar el traçat de les rases, es tindrà en compte el radi mínim que es té que deixar en les corbes segons la secció del conductor o conductors que es vagin a canalitzar.

### **Demolició de paviments i obertura de rases**

S'efectuarà en una amplitud d'acord amb el projecte i en funció dels cables a instal·lar utilitzant mitjans manuals o mecànics

Per donar compliment a la normativa sobre emissions de soroll en la via pública, les eines neumàtiques que s'hagin d'utilitzar, així com els compressors, seran del tipus insonoritzat.

Quan es tracti de calçades amb morter asfàltic o formigó en massa, s'efectuarà prèviament un tall rectilini amb disc de l'amplada a reposar independentment del que correspongui a la rasa tipus.

Es traslladaran a abocador autoritzat els materials i terres sobrants.

Les parets de les rases seran verticals fins la profunditat escollida, col·locant apuntalaments en els casos en que la composició del terreny ho faci precís.

Quan les característiques del terreny, l'existència de serveis o la previsió de instal·lació de nous serveis a on la seva construcció comprometi la seguretat de l'estesa subterrània, o aconsellin, s'augmentarà la profunditat de la rasa d'acord amb el tècnic encarregat de l'obra.

Es procurarà deixar un espai mínim de 50 cm entre la rasa i les terres extreteres, amb la finalitat de facilitar la circulació del personal de la obra i evitar la caiguda de terres a la rasa.

S'han de prendre les precaucions adequades per no tancar amb terra els registres d'altres serveis existents.

Durant l'execució dels treballs en la via pública, es deixaran els passos suficients per

vehicles i vianants, així com els accessos als edificis, comerços i garatges. Si es fa necessari interrompre la circulació, es farà sota l'autorització corresponent.

Si s'obre la rasa en terreny de poca consistència, s'ha de recórrer a l'apuntalament per la previsió de desprendiments.

El fons de la rasa, donada la seva profunditat, es necessari que sigui en terreny ferm, per evitar esllavissades de profunditat que sotmetin als cables a esforços d'estirament.

Les dimensions de les rases seran les mateixes que en les d'alta tensió.

### **Canalització**

Quan el projecte contempli la utilització de tubs en el creuament de vies públiques o privades i en els guals d'entrada i sortida de vehicles a les finques, es realitzarà aquest tipus de canalització ajuntant-se a les següents condicions:

Es col·locaran en posició horitzontal i recta i estaran enterrats en sorra (tubs secs) en aquells accessos que no es prevegi el pas de vehicles de gran tonatge. En els altres casos seran formigonats (tubs formigonats).

S'hauran de preveure per futures ampliacions un o varis tubs de reserva, depenent de la zona i la situació dels encreuaments (en cada cas es fixarà el número de tubs de reserva).

Els extrems de tubs en els encreuaments de calçada, sobrepassaran la línia de vorera en 50 o 80 cm, a criteri del tècnic encarregat de l'obra i, s'utilitzaran els tubs de polietilè (PE) normalitzats, de PN 160 mm de diàmetre, amb superfície llisa interna.

### **Cablejat**

Els cables directament soterrats, en el llit de la rasa anirà una capa de sorra de 4 cm de gruix sobre la que es col·locarà el cable. Per sobre del cable anirà una altra capa de 16 cm de gruix. Ambdues capes cobriran l'amplada total de la rasa.

La sorra utilitzada per la protecció dels cables serà neta, solta i exempta de substàncies orgàniques, argila o partícules terroses, la qual es rentarà convenientment si fos necessari. El tipus de sorra a utilitzar serà sorra rentada de riu.

Els cables apuntalats, s'allotjaran en l'interior de tubs de PE de PN 160, superfície interna llisa, essent el seu diàmetre interior no inferior a 120 mm.

Els tubs podran estar enterrats en sorra o formigonats en tot el seu recorregut de formigó en massa de dosificació igual a H-100.

En trams llargs es té que evitar possible acumulació d'aigua o gas al llarg de la canalització, situant convenientment pous d'escapament en relació al perfil altimètric. A



més, en les trams llargs, es construiran arquetes intermèdies en els llocs marcats en el Projecte actual, o en el seu defecte, a on s'acordi amb el tècnic encarregat de l'obra.

El cable es protegirà mecànicament mitjançant placa de polietilè normalitzada.

En les separacions amb creuaments i paral·lelismes s'utilitzaran rajols o massissos de 0,29 x 0,14 x 0,04 m.

Tot cable o conjunt de cables estarà senyalitzat amb una cinta d'atenció d'acord amb recomanació UNESA 0205 col·locada a la distància que marca el projecte.

### **Encreuaments i paral·lelismes**

Les condicions que han de complir els cables subterranis en els encreuaments són:

Amb carrers i carreteres: els cables es col·locaran en tubs formigonats en tota la seva longitud a una profunditat mínima de 0,8 m. Sempre que sigui possible l'encreuament es farà perpendicular a l'eix vial.

Amb altres conductors d'energia: la distància mínima entre cables d'energia elèctrica serà de 0,25 m amb línies d' AT i 0,10 m en BT. En cas que aquesta distància no pugui respectar-se, el cable que es col·loqui en últim lloc es disposarà separat mitjançant tubs, conductes o divisòries constituïts per materials incombustibles i d'adequada resistència mecànica. La distància del punt d'encreuament als empalmaments, quan existeixin, serà superior a 1 m.

Amb cables de telecomunicacions: la separació mínima entre cables d'energia elèctrica i els de telecomunicacions serà de 0,20 m. En el cas que no pugui respectar-se aquesta distància, el cable que es col·loqui en últim lloc es disposarà separat mitjançant tubs, conductes o divisòries constituïts per materials incombustibles i d'adequada resistència mecànica, fins a 1m a cada costat de l'encreuament.

Amb canalitzacions d'aigua i gas: la separació mínima entre cables d'energia elèctrica i canalitzacions d'aigua o gas serà de 0,20 m. En el cas que no pugui respectar-se aquesta distància, el cable que es col·loqui en últim lloc es disposarà separat mitjançant tubs, conductes o divisòries constituïts per materials incombustibles i d'adequada resistència mecànica.

Amb conduccions de clavegueram: es procurarà passar els cables per sobre del clavegueram. No s'admet incidir en el seu interior. Si no és possible es passarà per sota, disposant els cables amb una protecció d'adequada resistència mecànica.

Amb dipòsits de carburant: els cables es disposaran dins de tubs o conductes de suficient resistència i distaran com a mínim 0,20 m del dipòsit. Els extrems del tub sobrepassaran

el dipòsit 1,5 m per cada extrem.

Les condicions que han de complir els cables subterranis en els paral·lelismes són:

Amb altres conductors d'energia elèctrica: els cables de Baixa Tensió podran instal·lar-se paral·lelament a altres de Baixa o Alta Tensió, mantenint entre ells una distància no inferior a 0,25m. Quan no pugui respectar-se aquesta distància, la conducció que es col·loca en últim lloc es disposarà separada mitjançant tubs, conductes o divisòries constituïts per materials incombustibles d'adequada resistència mecànica.

Amb canalitzacions d'aigua i gas: s'haurà de mantenir una distància mínima de 0,20 m, excepte per canalitzacions de gas d'alta pressió (més de 4 bars) en que la distància serà de 0,40 m. Quan no pugui respectar-se aquesta distància, la conducció que es col·loca en últim lloc es disposarà separada mitjançant tubs, conductes o divisòries constituïts per materials incombustibles d'adequada resistència mecànica. Es procurarà igualment mantenir 0,20m en projecció horitzontal. En el cas de conduccions d'aigua es procurarà que aquestes quedin per sota del cable elèctric. Quan es tracti de canalitzacions de gas es prendran els mesures per assegurar la ventilació dels conductes, galeries i registres de la canalització elèctrica, amb la finalitat d'evitar possibles acumulacions de gas en els mateixos.

Amb cables de telecomunicacions: s'haurà de mantenir una distància mínima de 0,20 m entre els cables de telecomunicacions i els d'energia.

Quan no pugui respectar-se aquesta distància, la conducció que es col·loca en últim lloc es disposarà separada mitjançant tubs, conductes o divisòries constituïts per materials incombustibles d'adequada resistència mecànica.

### **Tancament de rases i reposició de paviments**

El re-emplenat de les rases s'efectuarà amb compactació mecànica, per tongades d'un espessor màxim de 15 cm. En els casos que es cregui necessari, es comprovarà el grau de compactació assolit, mitjançant assaig en laboratori, justificant que la densitat del re-emplenat ha assolit com a mínim el 95 % de la densitat corresponent al material.

Si en l'excavació de les rases, els materials resultants, per contenir productes de rebuig, no reuneixen les condicions necessàries per la seva utilització com a material de re-emplenat amb les garanties adequades, es substituiran els materials inutilitzables, per altres que resultin acceptables per aquesta necessitat. Aquesta substitució porta associat el transport a abocador públic dels materials rebutjats.

Respecte a la qualificació dels materials acceptables i assaigs de compactació de re-



emplenats, es consideren com a normes vigents les del Ministeri d'Obres Públiques.

La reposició de paviments tant en les calçades com en les voreres, es realitzarà en condicions tècniques de plena garantia, retallant-se la seva superfície de forma uniforme i estenent l'afectació a zones adjacents de les rases que puguin haver estat afectades per l'execució d'aquestes.

El paviment es reposarà utilitzant el mateix sistema prèviament existent, menys en els casos de variació acceptada pels Organismes afectats.

En el cas de voreres amb lloseta, aquestes es reposaran per unitats completes, no essent admissible la reposició mitjançant trossos de lloseta.

En el cas de voreres d'aglomerat asfàltic, en les que l'amplada de les rases sigui superior al 50 % de l'amplada d'aquelles, la reposició del paviment haurà d'estendre's a la totalitat de la vorera.

### **Senyalització d'obra i neteja final d'obres**

En general les obres es realitzaran sense perjudici de tercers i adoptant les disposicions de seguretat necessàries, tant pel personal que treballa en les mateixes, com pels usuaris de la via pública.

En aquest sentit s'acceptaran les indicacions que respecte a senyalització i organització del treball en relació amb el tràfic puguin assenyalar els organismes autoritzats.

Els elements que s'utilitzin per la senyalització, a més de complir adequadament amb la seva finalitat fonamental, tindran que mantenir-se en perfecte estat de conservació.

Un cop que les obres hagin finalitzat, totes les instal·lacions, dipòsits i edificis construïts amb caràcter temporal pel servei de l'obra, tindran que ser desmuntats i els llocs d'emplaçament restaurats a la seva forma original.

Tota l'execució de l'obra es fera de forma que les zones afectades quedin completament netes i en condicions estètiques d'acord amb l'entorn.

### **Article 11. Línia aèria d'alta tensió**

Es definiran les condicions tècniques mínimes acceptables per l'execució de les obres de construcció de línies de Mitja Tensió Aèries, fins a 30 kV de tensió nominal (36 kV de tensió més elevada) especificades en el projecte corresponent.

Abans del començament de les obres es facilitarà al contractista una còpia del perfil de la línia a construir, així com una relació detallada de les dimensions d'excavació i formigonat de cada un dels suports. En el cas d'existir terrenys dels que s'hagin

aconseguit els corresponents permisos de pas, s'indicarà al contractista aquesta circumstància amb l'objecte que no s'hi transiti ni es dipositin materials en aquests terrenys.

### **Accés als suports**

Els camins que s'efectuïn per l'accés als suports es realitzaran de manera que es produeixin les mínimes alteracions del terreny. S'utilitzaran preferentment els camins ja existents, encara que en alguns casos les seves característiques no siguin les més adequades.

Tots els accessos seran acordats, en cada cas, prèviament amb els corresponents propietaris.

Està prohibit alterar les naturals escorrenties de l'aigua, així com realitzar desmuntatges o terraplens sense una mínima capa de terra vegetal, que permeti l'emascament natural dels mateixos. Quan les característiques del terreny ho obliguin, es canalitzaran les aigües de manera que evitin embassaments i erosions del terreny.

### **Excavacions i explanacions**

El treball d'excavacions, es refereix a l'excavació necessària per els massissos dels fonaments dels suports. Aquesta unitat de l'obra comprèn la retirada de terra, reomplerta de l'excavació resultant després del formigonat, subministrament d'explosius, esgotament d'aigües, apuntalaments i tots els elements necessaris en cada cas per la seva execució.

En quant a les explanacions, comprèn la excavació a cel obert amb la fi de donar sortida a les aigües i anivellar el terreny en que es situa el suport, comprnent el subministrament de suports, eines i tots els elements necessaris en cada cas per la seva execució.

Es tindran presents les següents indicacions:

Es cuidarà el marcat dels forats respecte a les estakes del replanteig i l'avanç vertical de les parets de la excavació per a obtenir la distància necessària entre aquestes i els ancoratges dels suports.

Les dimensions de les excavacions s'ajustaran a les facilitades i per tant el volum per la certificació serà sempre el teòrics, si no és que el tècnic encarregat de l'obra reconsideri un nou tipus d'excavació per no coincidir la classificació del terreny amb la inicialment prevista.

Quan en realitzar la excavació, el Contractista observi que el terreny és anormalment tou,

es troba en un terreny pantanós o apareix terreny de reomplerta, s'haurà de posar en coneixement del tècnic encarregat de l'obra per si fos necessari augmentar les dimensions de la excavació. Anàlogues condicions es tindran en compte en cas d'aparició d'aigua en l fons de l'excavació, que en el forat estigui molt a la vora d'un tallant de terreny, en les proximitats d'un rierol, en terreny inundable o lliscant.

En terrenys desnivellats s'efectuarà una explanació del terreny, al nivell corresponent a l'estaca central, en les fundacions monolítiques. Com a regla general, s'estipula que la profunditat de la excavació ha de referir-se al nivell mig anteriorment citat.

L'obertura de forats s'haurà de coordinar amb el formigonat de manera que el temps entre les dues operacions es redueixi tant com la consistència del terreny o permeti. Si les causes atmosfèriques o la falta de consistència ho aconsellen, es pot imposar l'obertura i el formigonat immediat, forat a forat.

En cap cas l'excavació s'ha de avançar al formigonat en més de deu dies naturals per evitar que la meteorització del terreny provoqui l'esfondrament dels forats, podent el representant del Grup Endesa paralitzar els treballs d'excavació si els de formigonat no avancen correctament.

S'evitarà sempre que sigui possible l'ús d'explosius. Quan el seu ús sigui imprescindible, la manipulació, emmagatzematge, transport, etc., s'ajustarà a les disposicions oficials vigents en cada moment per a aquest treball, i tota la tramitació per obtenir el permís serà a càrrec de Contractista. En aquests casos es retiraran dels voltants els ramatges o qualsevol matèria que pugui propagar un incendi.

Es cuidarà que la roca no sigui danyada, havent-se d'extraure totes aquelles que estiguin mogudes i no estiguin convenientment encastades formant un bloc continu amb el terreny. El Contractista es compromet a col·locar i mantenir els senyals i proteccions necessaris, en tots els forats, que evitin la caiguda de persones o animals, assumint la responsabilitat civil o criminal en que es pogués determinar.

Els forats que puguin presentar despreniments seran tots apuntalats, per la seguretat de les persones, i per mantenir el terreny amb la seva cohesió natural. Si penetrés aigua en els forats, aquesta haurà de ser evacuada immediatament abans del formigonat.

Quan s'efectuïn desplaçaments de terres, la capa vegetal serà separada de forma que pugui ser col·locada després en el seu lloc originari, tornant-li el seu estat de sòl cultivable. L'ocupació del sòl serà només la prevista en les dimensions de la cimentació de cada suport.

La terra sobrera de l'excavació haurà de ser transportada en un lloc on dipositar-la no



ocasioni cap perjudici.

Una vegada realitzada l'excavació de tota o d'una part de la línia, i prèviament al formigonat, ( amb una antelació mínima de tres dies laborables) s'haurà d'informar al tècnic encarregat de l'obra d'aquesta circumstància per que si ho creu convenient, inspeccioni els fossats. No es podrà començar el formigonat sense haver-se complert aquest requisit. Quan s'hagi avisat al tècnic encarregat de l'obra d'aquesta circumstància, si aquest no pot, o estima convenient no efectuar la inspecció, es podrà començar el formigonat.

### **Formigó**

Les característiques tècniques del formigó s'ajustaran a la "instrucció del projecte i execució en massa o armat" EH-91, i serà del tipus H-150 fabricat preferentment en planta (només podrà ésser fabricat en obra amb autorització expressa del tècnic responsable de l'empresa elèctrica, i sempre amb formigonera, mai a mà).

Tindrà una resistència mecànica característica de 150 kp/cm<sup>2</sup> als 28 dies, amb una quantitat mínima de ciment per m<sup>3</sup> de 200 kg.

S'utilitzarà ciment de tipus Portland P-350 en condicions normals, essent preceptiva la utilització del P-350-Y quan tinguin guixos i el PUZ-II-350 en les proximitats de la costa, maresmes o qualsevol altre medi agressiu.

Quan s'efectuï el formigó al peu del forat, s'ha de tenir en compte:

L'aigua utilitzada serà procedent de riu o font, només amb la condició que la seva mineralització no sigui excessiva ni àgrica. No es podrà utilitzar aigua de mar ni la procedent d'aiguamoll en la seva fabricació. La sorra i la grava podran ser de riu, rierols i canteres, sense que continguin impureses de carbó, escòries, guix o mica. Els àrids han de ser procedents de roques naturals inerts i sense activitat sobre el ciment, donant preferència a arenes de quars davant les d'origen calí. estan prohibits els àrids que contenen calices tendres, pedres de sabonet i esquists, no podent tampoc contenir trossos allargats de roques.

Les dimensions màximes de les pedres seran de 6 cm i els encofrats seran metàl·lics.

### **Execució del formigonat**

La primera operació a realitzar, immediatament després de començar el formigonat serà, normalment i en funció de la solució constructiva a aplicar, en la clavada de la pica de posada a terra en el fons de l'excavació, així com el connexionat dels cables de la posada



a terra amb la dita pica.

Aquests cables hauran de ser introduïts dins un tub corrugat de 29 mm de diàmetre interior i amb una longitud suficient per sobresortir un mínim de 25 cm sobre la peanya del suport. Es col·locarà l'ancoratge i/o plantilla sobre el fossat, degudament emplaçat en alineació, cota i anivellament, fixant-ho a continuació en el terreny de manera que no puguin patir moviment.

En el cas de suports metàl·lics ( o de formigó), de bases encastades, prèviament es col·locaran unes pedres a sota de cada pota de l'ancoratge ( o de la base del suport, en el seu cas) de manera que tenint el suport descansant fermament, i es conservi la distància marcada en el plànol de la solució constructiva, des de la superfície del terreny en el fons de l'excavació fins al suport.

Es tindrà en compte que els suports fi de línia i angle es formigonaran amb una inclinació de 0,5 al 1 % en el sentit contrari a la resultant dels esforços permanents produïts pels conductors.

Es cuidaran les distàncies entre els ancoratges i les parets del suport, així com la col·locació prèvia del tub pels cables de posta a terra. Se suspendran els treballs quan la temperatura ambient sigui inferior a 0°C o superiors a 40 °C.

Quan s'esperin temperatures inferiors als 0 °C, durant la presa del formigó, es cobriran les bancades amb sacs, papers, palla, etc.

### **Posada a terra**

En el cas que el suport no porti posada a terra en anell, es clavarà una pica en el fons de l'excavació del suport. Aquest elèctrode ha de quedar clavat verticalment en la seva totalitat, amb la finalitat que arribi a terreny permanentment humit.

Quan no es pugui clavar totalment la pica, es tallarà el tros que no es pugui clavar i en aquest cas es buscarà un lloc que a una distància compresa entre els 2,5 i 8 metres del forat de cimentació es pugui situar un pou per clavar la segona pica i el fossat de cimentació.

La unió entre les dues piques es realitzarà mitjançant dos cables d'acer galvanitzat de 50 mm<sup>2</sup> de secció.

### **Amuntegament, armat i hissat dels suports**

Les càrregues en el magatzem i les descàrregues en el camp s'efectuaran amb els mitjans adequats per que les estructures no pateixin cap desperfecte.



Els accessos que es faran servir seran els mateixos, sempre que sigui possible que els utilitzats en l'obra civil.

Es descarregaran les estructures de tal manera que hi hagi el menor dany possible als cultius existents.

No està permès l'amuntegament a la cuneta de la carretera, en ocupació de camins i, en general, en llocs que impedeixin el normal tràfic de persones i vehicles.

No es podrà començar a hissar un suport fins transcorreguts un mínim d'una setmana des de que es va realitzar el formigonat de l'ancoratge.

En l'hissat dels suports amb grua, aquesta haurà de tenir una longitud de ploma i una càrrega útil de treball per poder hissar el suport més desfavorable, tenint en compte els coeficients d seguretat exigibles en aquest tipus de maquinaria. No està permès hissar amb grua aquells suports que per trobar-se en zones de vinyes, arbres fruiters, hortes, ets, poguessin efectuar danys als cultius. Els accessos de les grues seran els mateixos que els utilitzats en l'obra civil i amuntegaments.

Per l'hissat d'un suport que es trobi en les proximitats d'una línia elèctrica, és preceptiva la comunicació al tècnic encarregat de l'obra per que pugui determinar si és necessari demanar el descàrrec de la línia o convé prendre precaucions especials.

En cada suport es col·locarà una placa normalitzada de "risc elèctric", i es numerarà cada suport seguint la numeració donada per el tècnic encarregat de l'obra.

### **Estesa, tensat, regulació i mesura de les fletxes**

Necessàriament, abans de procedir a l'estesa dels conductors, en tots els suports hauran d'estar col·locades les plaques d'indicació de risc elèctric.

No es podrà començar l'estesa de conductors fins haver transcorregut un temps mínim d'una setmana entre la finalització del formigonat dels suports i el començament de l'estesa. Malgrat això, sempre que sigui possible, es procurarà que el temps transcorregut entre el formigonat i el començament de l'estesa sigui el més llarg possible, amb un temps òptim de 28 dies.

No es poden amuntegar les bobines en zones inundables o de fàcil incendi.

Quan sigui necessari efectuar l'estesa sobre vies de comunicació ( carreteres, autovies, ferrocarrils, camins, ets...), s'establiran proteccions de caràcter provisional que impedeixin la caiguda dels conductors sobre les vies de comunicació, permetent al mateix temps el pas per les mateixes sense interrompre la circulació. Les proteccions que es muntin en les proximitats de carreteres i camins seran degudament senyalitzades.



En tots els encreuaments de carreteres es disposaran senyals de trànsit d'obres, limitacions de velocitat, perill, etc... que l'Organisme Oficial competent de carreteres estimi oportú. Els cables pilot per a l'estesa seran flexibles i antigiratoris i s'uniran al conductor mitjançant maneguetes de rotació per impedir la torsió.

Tots els arbres que destorbin per la regulació del conductor perquè aquest, en la seva posició normal, descansi sobre ells, hauran de ser tallats. Per això serà necessari haver obtingut amb anterioritat els corresponents permisos, tant dels propietaris com els de l'Administració, responsabilitzant-se la contracta de les infraccions en que pogués incórrer el seu personal per tallar sense autorització. Per això, el Contractista passarà al tècnic encarregat de l'obra, amb temps suficient, la relació de necessitats de poda, indicant clarament el nom i l'adreça del propietari, nombre de rames a tallar, classe d'arbres, etc. Per decidir sobre la necessitat de tala es tindran en compte les següents distàncies:

Distància entre els conductors i les branques. No serà inferior a tres metres en cap cas, tenint en compte la fletxa màxima del conductor, és a dir, la que arriba quan la temperatura és màxima.

Si els arbres estan totalment desenvolupats, les mesures es realitzaran directament entre ells i els conductors; si no sigues així, la distància de tres metres s'hauria d'augmentar a que pugui augmentar l'alçada de l'arbre.

Distància entre conductors i el peu dels arbres. Aquesta distància ha de ser tal que si l'arbre cau, sigui per accident o per tala, no toqui els conductors. S'hauran doncs de tallar tots els arbres que el seu peu es trobi a una distància dels conductors igual o inferior a l'alçada màxima de l'arbre.

El Contractista tindrà la responsabilitat de la mesura de les fletxes per la regulació dels conductors, que es farà amb els mitjans i procediments adequats, inclús aportant personal i vehicles necessaris per si les condicions del terreny i la situació dels suports necessitessin la utilització de taquímetre.

### **Article 12. Centre de transformació**

L' envoltant utilitzat en l'execució d'aquest Centre compleix les condicions Generals prescrites en la ITC-RAT 14, Instrucció primera del Reglament de Seguretat en Instal·lacions d'Alta Tensió, en quant inaccessibilitat, passos i accessos, conduccions i emmagatzematge de fluids combustibles i aigua, clavegueram, canalitzacions, quadres i pupitres de control, cel·les, ventilació, pas de línies i canalitzacions elèctriques a través de parets, murs i envans, senyalització, sistemes contra incendis, enllumenats, primers



auxilis, passadissos de servei i zones de protecció i documentació.

Les cel·les utilitzades seran prefabricades, amb envoltant metàl·lica, i que fan servir SF<sub>6</sub> (hexaflorur de sofre ) per complir dues missions:

L'aïllament integral en SF<sub>6</sub> confereix als aparells les seves característiques de resistència al medi ambient, bé sigui a la pol·lució de l'aire, a la humitat, o inclòs a una eventual submersió del centre de distribució per efecte de riuades.

Per això, aquesta característica és essencial especialment en les zones d'alta pol·lució, en les zones amb clima agressiu (costes marítimes i zones humides) i en les zones més exposades a riuades o entrades d'aigua en el centre.

El tall SF<sub>6</sub> resulta més segur que l'aire, degut al seu poder aïllant. Les cel·les utilitzades hauran de permetre la extensibilitat in situ del centre de distribució, de forma que sigui possible afegir més línies o qualsevol altre tipus de funció, sense necessitar canviar els aparells prèviament existents en el Centre.

S'utilitzaran cel·les de tipus modular, de manera que, en cas d'avaría sigui possible retirar únicament la cel·la danyada, sense necessitat de desaprofitar la resta de funcions. La cel·la podran incorporar proteccions de tipus autoalimentat, és a dir, que no necessitaria imperativament alimentació externa. Tanmateix, aquestes proteccions seran electròniques, dotades de corbes CEI normalitzades (siguin normalment inverses, molt inverses o extremadament inverses), i entrada per a desconnexió per termòstat sense necessitat d'alimentació auxiliar.

Tots els materials, aparells, màquines i conjunts integrats en els circuits de la instal·lació projectada s'ajusten a les normes, especificacions tècniques i homologacions que són establertes com d'obligat compliment pel Ministeri d'Indústria i Energia.

La instal·lació s'ajustarà als plànols, materials i qualitats del projecte, llevat que hi hagi ordre facultativa en contra. Les proves i assaigs que el fabricant realitzarà a les cel·les, una vegada acabada la seva construcció, seran les següents:

Prova d'operació mecànica, prova de dispositius auxiliars, hidràulics, pneumàtics i elèctrics, verificació de cablejat, assaig a freqüència industrial, assaig dielèctric de circuits auxiliars i de control, assaig a ona de xoc 1,2/50 milisegons, verificació del grau de protecció.

### **Condicions d'us, manteniment i seguretat del recinte**

El recinte quedarà sempre tancat amb clau i no serà permès l'accés a tota persona no autoritzada i aliena al servei. A l'interior del recinte no hi hauran altres estris i objectes



que els destinats al servei del centre distribució.

No està permès fumar, ni encendre llumins, ni qualsevol altre classe de combustible a l'interior del recinte i, en cas de foc, mai es farà servir aigua com a mitjà d'extinció. No es tocarà cap part de la instal·lació en tensió, sigui AT o BT encara que s'estigui aïllat.

Totes les maniobres i accions es faran conforme totes les normes de seguretat i utilitzant tots els estris de protecció adients, comprovant periòdicament el perfecte estat d'ús d'aquest estri.

L'amplada dels passadissos ha de complir el Reglament d'Alta Tensió (ITC-RAT 14, apartat 6.1), i ha de permetre l'extracció total de qualsevol de les cel·les instal·lades, sent per tant, l'amplada útil del passadís superior al mes gran dels fondos d'aquestes cel·les.

Tota la instal·lació elèctrica ha de ser correctament senyalitzada i s'han de disposar les advertències i instruccions necessàries de manera que s'impedeixin els errors d'interrupció maniobres incorrectes i contactes accidentals amb els elements en tensió o qualsevol altra tipus d'accident.

Es col·locaran les instruccions sobre els primers auxilis que s'han de prestar en cas d'accident, en un lloc perfectament visible.

Cada grup de cel·les portarà una placa de característiques amb les següents dades:

Nom del fabricant, tipus d'aparell i número de fabricació, any de fabricació, tensió nominal, intensitat nominal, intensitat nominal de curta durada, freqüència nominal. Junt a l'accionament dels aparells de les cel·les, s'incorporaran de forma gràfica i clara les marques i indicacions necessàries per la correcta manipulació dels citats aparells. Tanmateix, si la cel·la conté SF6, bé sigui pel tall o per l'aïllament, s'ha d'instal·lar un manòmetre per la comprovació de la correcta pressió de gas abans de realitzar la maniobra.

Abans de la posada en servei del centre, es realitzarà una posada en servei en buit per la comprovació del correcte funcionament de les màquines. Es realitzaran també unes comprovacions de les resistències d'aïllament i de terra dels diferents components de la instal·lació elèctrica.

Per la posada en servei del centre de distribució, es connectarà en primer lloc, els seccionadors d'alta i tot seguit, l'interruptor d'alta, deixant connectat en buit el transformador de potència.

Després, es connectarà l'interruptor general de baixa, procedint un últim terme a la maniobra de la xarxa de baixa tensió. Si en la posada en servei una línia provoca la descàrrega de l'interruptor automàtic, abans de tornar a connectar, es revisarà



acuradament la línia i elements.

En el cas d'observar alguna irregularitat, cal avisar immediatament a l' empresa subministradora. En el cas de desconexió, es procedirà de manera inversa a la connexió, es a dir, començant per la xarxa de baixa tensió i després per l' interruptor automàtic i els seccionadors d'alta.

Periòdicament es revisarà la instal·lació en general, el transformador de potencia en particular i es netejarà els elements i el recinte. Aquesta revisió inclou les instal·lacions auxiliars com l'enllumenat i les xarxes de posades a terra.

Aquesta tasca serà a càrrec de una empresa de manteniment autoritzada i homologada oficialment.

Abans de posar en servei per primer cop, es disposarà de documentació tramitada i autoritzada que seran l'autorització administrativa si procedeix; projecte, subscrit per tècnic competent; certificat de tensions de pas i contacte, per part d'empresa homologada. També es disposarà en el centre de distribució d'un llibre d'ordres per fer constar les possibles incidències ocorregudes en el transcurs de l'explotació de les instal·lacions, sigui visites, revisions, modificacions menors, etc.

### **Instal·lació elèctrica**

Cables de MT:

Els cables d'alimentació en MT al CT que formin part de la xarxa de distribució, estaran d'acord amb la norma ENDESA GEDND001.

Els valors mínims que han de tenir els radis de curvatura per a cables unipolars d'aïllament sec és  $10(D + d)$ , on "D" és el diàmetre del cable i "d" el del conductor.

Cables i terminals de MT para connexió entre transformadors y aparellatge:

Els cables tindran les mateixes característiques que els de l'apartat anterior. S'utilitzarà cable de 95 mm<sup>2</sup> per a les cel·les de 24 kV i de 150 mm<sup>2</sup> per a les de 36 kV. Els terminals podran ser convencionals o endollables en funció de les característiques de les cel·les i del transformador.

En l'elecció d'un o altre tipus de cel·la i transformador es tindrà en consideració les característiques de la zona d'emplaçament en quant a possibilitat d'inundació o contaminació ambiental.

Cel·les de MT:

Les cel·les de Mitja Tensió correspondran al tipus de cel·les prefabricades sota embolcall metàl·lic en les modalitats de compactes o moduls contemplades en les normes



ENDESA GEFND002. Cel·les amb tall en SF6 i aïllament aire i GEFND003 tall i aïllament en SF6.

Transformadors de potència:

Els transformadors seran trifàsics i les seves característiques s'ajustaran al indicat en la Norma ENDESA GEFND001.

Pantalles de protecció:

A efectes de seguretat, quan l'edifici del CT no estigui proveït d'envà separador de sales o que el transformador no estigui dotat de borns aïllats en Alta Tensió i Baixa Tensió, caldrà instal·lar una pantalla que impedeixi el contacte accidental amb les parts en tensió, per complir el que s'indica a la MIE RAT-14.

Pont de BT

El pont de BT està constituït pels cables de baixa tensió utilitzats per a la connexió entre el transformador i el quadre de Baixa Tensió.

La unió entre els borns del transformador i el quadre de protecció de baixa tensió s'efectuarà per mitjà de cables aïllats unipolars del tipus RV 0,6 / 1 kV, que s'ajustaran a l'especificat en la Norma ENDESA GECNL001.

Quan per la intensitat a transportar sigui necessari instal·lar diversos cables en paral·lel s'aplicaran els coeficients correctors indicats a la Taula VIII de la MIE RBT 004, disposats en ternes formant una sola capa.

Quadres de Baixa Tensió:

El CT anirà dotat d'un o diversos quadres modulars de distribució, la funció és la de rebre el circuit principal de baixa tensió procedent dels transformadors i distribuir-lo en un nombre determinat de circuits individuals.

Els quadres compliran el que estableix la norma ENDESA GEFNZ001.

Instal·lació de posada a terra:

El CT estarà proveït d'una instal·lació de posta a terra, a fi de limitar les tensions de defecte a terra que puguin produir-se en el propi CD Aquesta instal·lació de posta a terra, complementada amb els dispositius d'interrupció de corrent, haurà d'assegurar la descàrrega a terra de la intensitat homopolar de defecte, contribuint a l'eliminació del risc elèctric a causa de l'aparició de tensions perilloses en el cas de contacte amb les masses que puguin posar-se en tensió.

Sistemes de posada a terra ( Instal·lació de terra general o única):

Quan la tensió de defecte a terra al CD no sigui superior a 1.000 V es connectaran a una instal·lació de terra general (de protecció i de servei), els següents elements:



Masses d'Alta Tensió.

Masses de Baixa Tensió.

Embolcalls o pantalles metàl·liques dels cables.

Pantalles o enreixats de protecció.

Armadures metàl·liques interiors de l'edifici prefabricat.

Cuba metàl·lica dels transformadors.

Parallamps Alta Tensió.

Borns de terra dels detectors de tensió.

Neutre dels transformadors.

Borns per a la posada a terra dels dispositius portàtils de posada a terra.

Borns de posada a terra dels transformadors d'intensitat de Baixa Tensió.

### **Execució de la posada a terra**

La solera del CT estarà envoltada per l'elèctrode horitzontal, de forma quadrada o rectangular, units a un anell perimetral que actuarà d'elèctrode, complementat, si escau, amb un nombre suficient de piques per aconseguir la resistència de terra prevista.

En el cas d'emprar elèctrodes a base de piques, la separació entre aquests, serà superior a 1,5 vegades la longitud de les piques.

En la instal·lació de posada a terra de masses i elements a ella connectats, es compliran les següents condicions:

Portaran dos borns accessibles per a la mesura de la resistència de terra.

L'elèctrode s'unirà al conductor de línia de terra.

Tots els elements que constitueixen la instal·lació de posada a terra estaran protegits adequadament contra deterioraments per accions mecàniques o de qualsevol altre tipus.

Els elements connectats a terra no estaran intercalats al circuit com a elements elèctrics en sèrie, sinó que la seva connexió al mateix s'efectuarà mitjançant derivacions individuals.

No s'unirà a la instal·lació de posada a terra cap element metàl·lic situat als paraments exteriors del CD.

En el cas de sistemes de posada a terra separades, estaran distanciats entre si amb una longitud no inferior a la calculada.

La línia de terra del neutre de Baixa Tensió connectarà a la barra general de neutre del quadre de Baixa Tensió.

### **Mesures addicionals de seguretat per les tensions de pas i contacte**

A més dels valors de les resistències de posada a terra anteriorment exigides, les instal·lacions de terra s'han de realitzar de manera que no s'assoleixin els valors de les tensions màximes de pas i contacte perilloses definides en la MIE RAT 013.

Procediments contra sobretensions en MT:

Quan el valor de les sobretensions i la seva freqüència aconsellin la protecció contra sobretensions d'origen atmosfèric, s'instal·laran parallamps d'òxid metàl·lic segons ETU 6.505.

Coordinació d'aïllaments:

Al marge de protecció entre el nivell d'aïllament del transformador i el nivell de protecció del parallamps serà com a mínim del 80 %.

Ubicació i connexions dels parallamps:

Els parallamps s'instal·laran el més a prop possible de l'element a protegir, sense intercalar cap element de seccionament.

Es col·locarà un joc de parallamps al punt de transició de línia aèria a subterrània. La connexió de la línia al parallamps, es farà mitjançant conductor nu de les mateixes característiques que el de la línia. Aquesta connexió serà la més curta possible evitant en el seu traçat les corbes pronunciades.

### **Enllumenat i proteccions**

Per a l'enllumenat interior del CD s'instal·laran les fonts de llum necessàries per aconseguir almenys un nivell mitjà d'il·luminació de 150 lux, existint com a mínim dos punts de llum. Els focus lluminosos estaran disposats de tal manera, que es mantingui la màxima uniformitat possible en la il·luminació.

Els punts de llum se situaran de manera que pugui efectuar-se la substitució de làmpades sense perill de contacte amb altres elements en tensió.

Els interruptors de l'enllumenat estaran situats en la proximitat de les portes d'accés amb un pilot que indiqui la seva presència.

En base a allò indicat a la MIE RAT 009 apartat 4.2.1 referent a la protecció de transformadors per a distribució, els transformadors s'han de protegir contra sobreintensitats produïdes per sobrecàrregues o curtcircuits ja siguin externs en la baixa tensió o interns en el propi transformador.

La protecció s'efectuarà limitant els efectes tèrmics i dinàmics mitjançant la interrupció del pas del corrent, o la limitació de la mateixa. Per a això s'utilitzaran tallacircuits



fusibles o interruptors accionats per relés de sobreintensitat.

Protecció contra sobrecàrrega:

S'efectuarà mitjançant els següents dispositius, que produeixin la desconexió de d'interruptor de MT:

Termòmetre □ proveït d'indicador de màxima i contacte de tir, que detecti la temperatura del medi refrigerant. Estarà regulat a 95 °C, de manera que el punt més calent del bobinat no superi els 115 °C.

Protecció contra curtcircuit externs:

La protecció contra curtcircuits externs en el pont que uneix els borns del secundari i el Quadre de BT, i en l'embarrat d'aquest estarà assignada als fusibles de MT.

Els curtcircuits que puguin produir-se en les línies de BT que surten del Centre de transformació en cap cas han de repercutir en el transformador, per la qual cosa el calibre dels fusibles que protegeixen les sortides des del quadre de BT es dimensionaran en funció de les característiques de la línia que alimenten.

Es considera que existeix selectivitat entre els fusibles de MT i els BT, quan referides les intensitats a una mateixa tensió, es compleix que la corba superior de la característica del fusible de BT talla a la corba inferior de fusió del fusible de MT, en un punt que correspon a un temps inferior a 10 ms.

Protecció contra defectes interns:

La protecció contra defectes interns s'efectuarà mitjançant fusibles de MT que per la característica de temps/corrent s'ajustarà a Norma UNE 21.120 o relés de sobreintensitat.

En tots dos casos, les corbes d'actuació estaran compreses entre els següents paràmetres:

Temps d'interrupció del circuit:

2 Int > 2 hores

10 Int > 0.1 segons

25 Int < 2 segons

Int = Intensitat nominal en MT del transformador

Per a transformadors de potència superior a 160 KVA la fusió d'un fusible produirà la desconexió total de l'alimentació.

Senyalitzacions i material de seguretat:

Els CT compliran les prescripcions següents:

Tant les portes d'accés al CD, com les portes i pantalles de protecció portaran el cartell amb la corresponent senyal triangular distintiva de risc elèctric, segons les dimensions i colors que especifica la recomanació AMYS 1.410, model AE-10.

Les cel·les prefabricades portaran també el senyal triangular distintiva de risc elèctric adhesiva.

En un lloc ben visible de d'interior del CT se situarà un cartell amb les instruccions de primers auxilis a prestar en cas d'accident i el seu contingut es referirà a la respiració boca a boca i massatge cardíac. La seva mida serà com a mínim UNE A-3.

Llevat que en els propis aparells figurin les instruccions de maniobra, al CD, i en lloc corresponent hi haurà un cartell amb les esmentades instruccions.

### **Protecció contra la contaminació**

Atès que el CT pot estar afectat per diversos tipus de contaminació a la vegada, en funció de la zona d'ubicació, es prendran les mesures addicionals que corresponguin.

Per als CT afectats pel grau de contaminació III es prendran a més les mesures següents:

Les reixes es col·locaran preferentment a la cara no afectada directament per vents dominants procedents de la contaminació, i quan això no sigui possible s'instal·laran tallavents adequats.

Els terminals dels cables de baixa tensió i les borns de Baixa Tensió del transformador i del quadre de Baixa Tensió, aniran protegits mitjançant envoltants aïllants.

Per als CD afectats pel grau de contaminació IV, a més de totes les mesures contra la contaminació ja enumerades es prendran les següents:

Les portes i reixes de ventilació seran de xapa d'alumini anoditzat de 18/21 micres, o de polièster.

Cargols, frontissa i panys seran d'acer inoxidable AISI 316.

Si utilitzessin cadenats per substituir els panys, aquests i els seus elements de subjecció seran de llautó, i l'arc del cadenat d'acer inoxidable AISI 316.

El disseny del sistema d'entrada d'aire serà de tipus laberíntic, que afavoreixi la decantació dels elements en suspensió arrossegats per l'aire, fent penetrar l'aire per la part inferior del transformador si l'alçada del local ho permet, o mitjançant del sòl.

Els nivells de contaminació seran:

Nivell de contaminació II (lleuger):

Zones amb indústries no productores de fums particularment contaminants, amb una densitat mitja de cases equipades amb calefacció.

Zones amb una gran densitat de cases o de indústries, però sotmeses a vents forts o pluges.

Zones exposades al vent del mar, però no molt a prop de la costa. (distàncies de almenys 1 km).

Nivell de contaminació III (fort):

Zones amb molta presència d'indústries i suburbis de grans ciutats amb molta densitat d'instal·lacions de calefacció contaminants.

Zones pròximes al mar o en qualsevol cas exposades a vents relativament forts que provenen del mar.

Nivell de contaminació IV (molt fort):

Zones generalment poc extenses, sotmeses a pols conductores hi ha fum industrial que produeix dipòsits conductors particularment espessos.

Zones generalment poc extenses, molt a prop de la costa i sotmeses a boira salina o a vents molt forts i contaminants procedents del mar.

Zones desèrtiques que es caracteritzen per llargs períodes de pluja caracteritzades per llargs períodes de pluja, sotmeses a vents que porten sorra i sal, sotmeses a una condensació regular.



#### **4.4 DISPOSICIONS ECONÒMIQUES**

El contractista ordenarà els treballs en la forma més eficaç per a la perfecta execució dels mateixos i les obres es realitzaran sempre seguint les indicacions del director d'obra, a l'empres de les condicions següents:

##### **Article 13. Dades de l'obra**

S'entregarà al Contractista una còpia dels plànols i plecs de condicions del Projecte, així com quants plànols o dades necessiti per a la completa execució de l'Obra.

El Contractista podrà prendre nota o treure còpia a la seva costa de la Memòria, Pressupost i annexos del Projecte, així com segones còpies de tots els documents.

El contractista es fa responsable de la bona conservació dels originals d'on obtingui les còpies, els quals seran tornats al director d'obra després de la seva utilització.

D'altra banda, en un termini màxim de dos mesos, després de la terminació dels treballs, el contractista haurà d'actualitzar els diversos plànols i documents existents, d'acord amb les característiques de l'obra acabada, entregant al director d'obra dos expedients complets relatius als treballs realment executats. No es faran pel contractista alteracions, correccions, omissions, addicions o variacions substancials en les dades fixades en el projecte, excepte aprovació prèvia per escrit del director d'obra.

##### **Article 14. Replantejament de l'obra**

El director d'obra, una vegada que el contractista estigui en possessió del projecte i abans de començar les obres, haurà de fer el replantejament de les mateixes, amb especial atenció en els punts singulars, entregant al contractista les referències i dades necessàries per a fixar completament la ubicació dels mateixos.

S'alçarà per duplicat l'acta, en la que constaran, clarament, les dades entregades, signat pel director d'obra i pel representant del contractista. Les despeses de replantejament seran a compte del contractista.

##### **Article 15. Millores i variacions del projecte**

No es consideraran millores ni variacions del projecte a no ser que hagin sigut ordenades expressament per escrit pel director d'obra i un preu convenient abans de procedir la seva execució. Les obres accessòries o delicades, no incloses en els preus d'adjudicació, podran efectuar-se amb personal independent del contractista.



### **Article 16. Organització**

El contractista actuarà de patró legal, acceptant totes les responsabilitats corresponents i quedant obligat al pagament dels salaris i càrregues que legalment estan establertes, i en general, a tot quant es legisla, decreta o ordena sobre el particular abans o durant l'execució de l'obra.

Dins d'allò que s'ha estipulat en el plec de condicions, l'organització de l'obra, així com la determinació de la procedència dels materials que s'empren, estarà a càrrec del contractista a qui correspondrà la responsabilitat de la seguretat contra accidents.

El contractista deurà, no obstant això, informar el director d'obra de tots els plans d'organització tècnica de l'obra, així com de la procedència dels materials i omplir totes les ordres que li doni aquest en relació amb dades extremes.

A les obres per administració, el contractista haurà de donar compte diari al director d'obra de l'admissió de personal, compra de materials, adquisició o lloguer d'elements auxiliars i tots els despeses que hagi d'efectuar.

Per als contractes de treball, compra de material o lloguer d'elements auxiliars, els salaris del qual, preus o quotes sobrepassen en més d'un 5 % dels normals en el mercat, sol·licitarà l'aprovació prèvia del director d'obra, qui haurà de respondre dins dels vuit dies següents a la petició, excepte casos de reconeguda urgència, en els que es donarà compte posteriorment.

### **Article 17. Execució de les obres**

Les obres s'executaran conforme al projecte i a les condicions contingudes en aquest plec de condicions i en el plec particular si existís i d'acord amb les especificacions assenyalades en el de condicions tècniques.

El contractista, excepte aprovació per escrit del director d'obra, no podrà fer cap alteració o modificació de qualsevol naturalesa tant en l'execució de l'obra en relació amb el projecte com en les condicions tècniques especificades, sense perjudici del que en cada moment pugui ordenar-se pel director d'obra segons els disposat en l'últim paràgraf de l'apartat 4.1. A més, no podrà utilitzar en els treballs personal que no sigui del seu exclusiu compte i càrrec, excepte allò que s'ha indicat en l'apartat 4.3.

Igualment, serà del seu exclusiu compte i càrrec aquell personal aliè al pròpiament manual i que sigui necessari per al control administratiu del mateix. El contractista haurà de tenir al capdavant dels treballs un tècnic prou especialitzat a judici del director d'obra.

### **Article 18. Termini d'execució**

Els terminis d'execució indicats al contracte, es començaran a comptar a partir de la data de replantejament. El contractista estarà obligat a complir amb els terminis que s'assenyalen al contracte per a l'execució de les obres i que seran improrrogables.

No obstant, els terminis podran ser objecte de modificacions quan així resulti per canvis determinats pel director d'obra deguts a exigències de la realització de les obres i sempre que tals canvis influeixin realment en els terminis assenyalats al contracte.

Si per qualsevol causa, aliena per complet al contractista, no fóra possible començar els treballs en la data prevista o hagueren de ser suspesos una vegada començats, es concedirà pel director d'obra, la pròrroga estrictament necessària.

### **Article 19. Recepció provisional**

Una vegada acabades les obres i als quinze dies següents a la petició del contractista es farà la recepció provisional de les mateixes pel contractant, requerint per a això la presència del director d'obra i del representant del contractista, alçant-se la corresponent acta, en la que es farà constar la conformitat amb els treballs realitzats, si aquest és el cas. Aquesta acta serà signada pel director d'obra i el representant del contractista, donant-se l'obra per rebuda si s'ha executat correctament d'acord amb les especificacions donades en el plec de condicions tècniques i en el projecte corresponent, començant-se llavors a comptar el termini de garantia. En el cas de no trobar-se l'obra en estat de ser rebuda, es farà constar així en l'acta y es donaran al contractista les instruccions precises i detallats per a solucionar els defectes observats, fixant-se un termini d'execució. Expirat el termini, es farà un nou reconeixement.

Les obres de reparació seran per compte i a càrrec del contractista. Si el contractista no compleix aquestes prescripcions podrà declarar-se rescindit el contracte amb pèrdua de la fiança. La forma de recepció s'indica en el plec de condicions tècniques corresponent.

### **Article 20. Períodes de garantia i recepció definitiva**

El període de garantia serà l'assenyalat al contracte i començarà a comptar de la data d'aprovació de l'acta de recepció. Fins que tingui lloc la recepció definitiva, el contractista és responsable de la conservació de l'obra, sent del seu compte i càrrec les reparacions per defectes d'execució o mala qualitat dels materials. Durant aquest període, el contractista garantirà al contractant contra tota reclamació de tercers, fundada en causa i

per ocasió de l'execució de l'obra.

En acabar el termini de garantia assenyalat al contracte o si no n'hi ha als sis mesos de la recepció provisional, es procedirà a la recepció definitiva de les obres, amb la concurrència del director d'obra i del representant del contractista alçant-se l'acta corresponent, per duplicat (si les obres són conformes), que quedarà signada pel director d'obra i el representant del contractista i ratificada pel contractant i el contractista.

### **Article 21. Pagament d'obres**

El pagament d'obres realitzades es farà sobre certificacions parcials que es practicaran mensualment. Aquestes certificacions contindran només les unitats d'obra totalment acabades que s'hagueren executat en el termini a què es refereixen.

La comprovació, acceptació o inconvenients hauran de quedar acabades per ambdues parts en un termini màxim de quinze dies. El director d'obra expedirà les certificacions de les obres executades que tindran caràcter de documents provisionals o a compte, rectificables per la liquidació definitiva o per qualsevol de les certificacions següents, no suposant d'altra banda, aprovació ni recepció de les obres executades i compreses en aquestes certificacions.

### **Article 22. Disposició final**

La concurrència a qualsevol subhasta, concurs o concurs-subhasta el projecte del qual inclou el present plec de condicions generals, pressuposa la plena acceptació de totes i cada una de les seves clàusules.

### **Article 23. Jurisdicció dels tribunals**

Per qualsevol diferència que pugui aparèixer durant o després de la feina realitzada, les parts es sotmetran a judici d'amigables componedors, nomenats en nombre igual per elles, presidit per l'enginyer tècnic i, en últim terme, al Tribunal de Justícia del lloc on es situï la instal·lació i obra, amb expressa renúncia del fur domiciliari.

**Núria Pla Vallès**

**TREBALL DE FI DE GRAU**

**Grau en Enginyeria Elèctrica**

**Dirigit per Lluís Massagués Vidal**

**PROJECTE EXECUTIU D'UNA INSTAL·LACIÓ SOLAR FOTOVOLTAICA DE 5  
MWP CONNECTADA A LA SUBESTACIÓ ELÈCTRICA LA SELVA DEL CAMP**

**Document número 5: ESTAT D'AMIDAMENTS**



**UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI**

**Tarragona**

**Curs 2022-23**

## AMIDAMENTS

CODI	RESUM	UTS	LONGITUT	AMPLADA	ALÇADA	QUANTITAT
<b>01</b>	<b>OBRA CIVIL</b>					
<b>01.01</b>	<b>OC LÍNEA AÈRIA MT</b>					
01.01.01	m3 Excavació de terreny per a cimentació suports					
	A13					1,96
	A14	1	1,02	1,02	1,60	1,66
	A15	1	1,09	1,09	1,65	1,96
	A16	1	1,02	1,02	1,60	1,66
	A17	1	1,09	1,09	1,65	1,96
	A18	1	1,09	1,09	1,65	1,96
	A19	1	1,09	1,09	1,65	1,96
	A20	1	1,09	1,09	1,65	1,96
						15,08
01.01.02	m3 Formigó per a rases i pous de fonaments, HA-25/B/20/IIa					
	A13		1,20	1,20	1,60	2,30
	A14	1	1,10	1,10	1,60	1,94
	A15	1	1,20	1,20	1,60	2,30
	A16	1	1,10	1,10	1,60	1,94
	A17	1	1,20	1,20	1,60	2,30
	A18	1	1,20	1,20	1,60	2,30
	A19	1	1,20	1,20	1,60	2,30
	A20	1	1,20	1,20	1,60	2,30
						17,68
<b>01.02</b>	<b>OC LÍNEA SUBTERRÀNIA MT</b>					
01.02.01	m3 Excavació de rasa per a pas de canalització					
	Rasa Tram 1	1	600,00	0,50	1,00	300,00
	Rasa Tram 2	1	650,00	0,50	1,00	325,00
						625,00
<b>01.03</b>	<b>OC PARC SOLAR FOTOVOLTAIC</b>					
01.03.01	m2 Moviment de terres. Neteja i desbrossament del terreny					
	Parcel·la 25	1	57,70			57,70
	Parcel·la 27	1	19,60			19,60
	Linia MT	1	2.750,00			2.750,00
						2.827,30
01.03.02	m2 Aplanament del terreny					
	Parcel·la 25	1	57,70			57,70
	Parcel·la 27	1	19,60			19,60
	Linia MT	1	2.750,00			2.750,00
						2.827,30
01.03.03	m Tancat perimetral parcel·la					
	Perímetre parcel·la	1	1.530,00			1.530,00
						1.530,00
01.03.04	u Edificis prefabricats emmagatzematge inversors					
	Inversor 1	1				1,00
	Inversor 2	1				1,00
						2,00
<b>01.04</b>	<b>OC CENTRES DE TRANSFORMACIÓ</b>					
01.04.01	m2 Capa de formigó de neteja, per a disposició de mòdul prefabricat					
	CT1 PFU5	1	6,88	3,18		21,88
	CT2 PFU5	1	6,88	3,18		21,88
	INV1 PFU4	1	5,26	3,18		16,73
	INV2 PFU4	1	5,26	3,18		16,73
						77,22
01.04.02	m3 Fonaments Edificis prefabricats					
	CT1 PFU5	1	6,88	3,18	0,56	12,25
	CT2 PFU5	1	6,88	3,18	0,56	12,25
	INV1 PFU4	1	5,26	3,18	0,56	9,37
	INV2 PFU4	1	5,26	3,18	0,56	9,37
						43,24

## AMIDAMENTS

CODI	RESUM	UTS	LONGITUT	AMPLADA	ALÇADA	QUANTITAT
<b>02</b>	<b>PARC SOLAR FOTOVOLTAIC</b>					
<b>02.01</b>	<b>CAPTACIÓ FOTOVOLTAICA</b>					
02.01.01	u Mòdul fotovoltaic CanadianSolar CS7N-670MS Mòduls FV	7.600				7.600,00
						7.600,00
<b>02.02</b>	<b>CABLEJAT I CANALITZACIONS</b>					
02.02.01	m Cable RV-K 0,6/1kV 4 mm2 Strings	400	45,30			18.120,00
						18.120,00
02.02.02	m Cable RV-K 0,6/1kV 6 mm2					
	1.1	1	200,00			200,00
	1.2	1	160,00			160,00
	1.3	1	110,00			110,00
	1.4	1	145,00			145,00
	1.5	1	150,00			150,00
	1.6	1	200,00			200,00
	1.7	1	160,00			160,00
	1.8	1	110,00			110,00
	1.9	1	145,00			145,00
	1.10	1	150,00			150,00
	1.11	1	200,00			200,00
	1.12	1	160,00			160,00
	1.13	1	110,00			110,00
	1.14	1	145,00			145,00
	1.15	1	150,00			150,00
	1.16	1	200,00			200,00
	2.1	1	160,00			160,00
	2.2	1	110,00			110,00
	2.3	1	145,00			145,00
	2.4	1	150,00			150,00
	2.5	1	200,00			200,00
	2.6	1	160,00			160,00
	2.7	1	110,00			110,00
	2.8	1	145,00			145,00
	2.9	1	150,00			150,00
	2.10	1	200,00			200,00
	2.11	1	160,00			160,00
	2.12	1	110,00			110,00
	2.13	1	145,00			145,00
	2.14	1	150,00			150,00
	2.15	1	160,00			160,00
	2.16	1	110,00			110,00
						4.860,00
02.02.03	m Cable RV-K 0,6/1kV 150 mm2					
	1.3	1	110,00			110,00
	1.8	1	110,00			110,00
	1.13	1	110,00			110,00
	2.2	1	110,00			110,00
	2.7	1	110,00			110,00
						550,00
02.02.04	m Cable RV-K 0,6/1kV 240 mm2					
	1.1	1	200,00			200,00
	1.2	1	160,00			160,00
	1.4	1	145,00			145,00
	1.5	1	150,00			150,00
	1.6	1	200,00			200,00
	1.7	1	160,00			160,00
	1.9	1	145,00			145,00
	1.10	1	150,00			150,00
	1.11	1	200,00			200,00
	1.12	1	160,00			160,00
	1.14	1	145,00			145,00
	1.15	1	150,00			150,00
	2.1	1	160,00			160,00
	2.3	1	145,00			145,00
	2.4	1	150,00			150,00

## AMIDAMENTS

CODI	RESUM	UTS	LONGITUT	AMPLADA	ALÇADA	QUANTITAT
	2.6	1	160,00			160,00
	2.8	1	145,00			145,00
	2.9	1	150,00			150,00
	2.10	1	200,00			200,00
	2.11	1	160,00			160,00
	2.12	1	110,00			110,00
	2.13	1	145,00			145,00
	2.14	1	150,00			150,00
	2.15	1	160,00			160,00
	2.16	1	110,00			110,00
						<hr/> 3.910,00
02.02.05	m Cable RV-K 0,6/1kV 400 mm2					
	1.16	1	200,00			200,00
	2.5	1	200,00			200,00
						<hr/> 400,00
02.02.06	m Tub corbale corrugat 63 mm					
	S150	1	550,00			550,00
	S240	1	3.910,00			3.910,00
						<hr/> 4.460,00
02.02.07	m Tub corbale corrugat 90 mm					
	S400		400,00			400,00
						<hr/> 400,00
<b>02.03</b>	<b>ESTRUCTURA SUPORT</b>					
02.03.01	u Estructura mòduls FV per a dues fileres en vertical					
	Estructura	7.600	0,20			1.520,00
						<hr/> 1.520,00
<b>02.04</b>	<b>INVERSORS I STRINGBOX</b>					
02.04.01	u Inversor					
	Inversor 1	1				1,00
	Inversor 2	1				1,00
						<hr/> 2,00
02.04.02	u Caixes d'strings					
	SB-INV1	16				16,00
	SB-INV2	16				16,00
						<hr/> 32,00
<b>02.05</b>	<b>PROTECCIONS CC</b>					
02.05.01	u Fusible 25 A					
	SB-INV1	16				16,00
	SB-INV2	16				16,00
						<hr/> 32,00
02.05.02	u Seccionador 400 A					
	SB	16				16,00
	SB-EI	16				16,00
						<hr/> 32,00
02.05.03	u Fusible 400 A					
	SB-INV1	16				16,00
	SB-INV2	16				16,00
						<hr/> 32,00
<b>02.06</b>	<b>POSADA A TERRA</b>					
02.06.01	u Sistema de posada a terra					
	PAT-FV	1				1,00
						<hr/> 1,00

## AMIDAMENTS

CODI	RESUM	UTS	LONGITUT	AMPLADA	ALÇADA	QUANTITAT
<b>03</b>	<b>LINEA DE DISTRIBUCIÓ</b>					
<b>03.01</b>	<b>LINEA AÈRIA MT</b>					
03.01.01	u Suports gelosia recte					
	A13	1				1,00
	A14	1				1,00
	A15	1				1,00
	A16	1				1,00
	A17	1				1,00
	A18	1				1,00
	A19	1				1,00
	A20	1				1,00
						<hr/>
						8,00
03.01.02	m Conductors LA-110 (94-AL1/22-ST1A)					
	A13-14	3	154,00			462,00
	A14-15	3	154,00			462,00
	A15-16	3	154,00			462,00
	A16-17	3	134,00			402,00
	A17-18	3	34,00			102,00
	A18-19	3	102,50			307,50
	A19-20	3	102,50			307,50
						<hr/>
						2.505,00
03.01.03	u Conversió Aeri-Subterràni					
	C-AS-1	1				1,00
	C-AS-2	1				1,00
						<hr/>
						2,00
<b>03.02</b>	<b>LINEA SUBTERRÀNIA MT</b>					
03.02.01	m Conductor Al RHZ1 18/30 kV 1x240 mm2					
	ANELL CTS	3	2.091,00			6.273,00
	CONV-SE	3	1.725,00			5.175,00
						<hr/>
						11.448,00
03.02.02	m Tub corbale de polietilè 200 mm					
	ANELL CTS	1	697,00			697,00
	CONV-SE	1	575,00			575,00
						<hr/>
						1.272,00
03.02.03	u Pericó prefabricat de formigó					
	Arquetes	4				4,00
						<hr/>
						4,00

## AMIDAMENTS

CODI	RESUM	UTS	LONGITUT	AMPLADA	ALÇADA	QUANTITAT
<b>04</b>	<b>CENTRES DE TRANSFORMACIÓ</b>					
<b>04.01</b>	<b>CENTRE DE TRANSFORMACIÓ 1</b>					
04.01.01	u Centre de transformació prefabricat PFU-5 CT1-PFU5	1				1,00
						1,00
04.01.02	u Cel·la de línia CT1-CL	2				2,00
						2,00
04.01.03	u Cel·la de protecció CT1-CP	2				2,00
						2,00
04.01.04	u Cel·la de mesura CT1-CM	1				1,00
						1,00
04.01.05	u Transformador 2500 kVA TR1	1				1,00
						1,00
<b>04.02</b>	<b>CENTRE DE TRANSFORMACIÓ 2</b>					
04.02.01	u Centre de transformació prefabricat PFU-5 CT2-PFU5	1				1,00
						1,00
04.02.02	u Cel·la de línia CT2-CL	1				1,00
						1,00
04.02.03	u Cel·la de protecció CT2-CP	1				1,00
						1,00
04.02.04	u Transformador 2500 kVA TR2	1				1,00
						1,00
<b>04.03</b>	<b>POSADA A TERRA CT</b>					
04.03.01	u Posada a terra exterior protecció					2,00
						2,00
04.03.02	u Posada a terra exterior neutre					2,00
						2,00

## AMIDAMENTS

CODI	RESUM	UTS	LONGITUT	AMPLADA	ALÇADA	QUANTITAT
<b>05</b>	<b>GESTIÓ DE RESIDUS</b>					
05.01	u Gestió residus GR	1				1,00
						1,00

## AMIDAMENTS

CODI	RESUM	UTS	LONGITUT	AMPLADA	ALÇADA	QUANTITAT
<b>06</b>	<b>SEGURETAT I SALUT</b>					
06.01	u Seguretat i salut SS		1			1,00
						1,00

## AMIDAMENTS

CODI	RESUM	UTS	LONGITUT	AMPLADA	ALÇADA	QUANTITAT
<b>07</b>	<b>PROJECTE AS-BUILT, LEGALITZACIÓ I POSADA EN MARXA</b>					
07.01	u PROJECTE AS-BUILT, LEGALITZACIÓ I POSADA EN MARXA					
	Projecte as-built		1			1,00
	Legalització		1			1,00
	Posada en marxa		1			1,00
						<hr/>
						3,00

**Núria Pla Vallès**

**TREBALL DE FI DE GRAU**

**Grau en Enginyeria Elèctrica**

**Dirigit per Lluís Massagués Vidal**

**PROJECTE EXECUTIU D'UNA INSTAL·LACIÓ SOLAR FOTOVOLTAICA DE 5  
MWP CONNECTADA A LA SUBESTACIÓ ELÈCTRICA LA SELVA DEL CAMP**

**Document número 6: PRESSUPOST**



**UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI**

**Tarragona**

**Curs 2022-23**

## **Document número 6: PRESSUPOST**

<b>5.1</b>	<b>QUADRE DE PREUS 1</b> .....	<b>305</b>
<b>5.2</b>	<b>QUADRE DE PREUS 2</b> .....	<b>317</b>
<b>5.3</b>	<b>PREUS DESCOMPOSTOS</b> .....	<b>329</b>
<b>5.4</b>	<b>PRESSUPOST GENERAL</b> .....	<b>338</b>
<b>5.5</b>	<b>RESUM DEL PRESSUPOST</b> .....	<b>349</b>

## 5.1 QUADRE DE PREUS 1

## QUADRE DE PREUS 1

CODI	UT	RESUM	PREU
<b>01</b>		<b>OBRA CIVIL</b>	
<b>01.01</b>		<b>OC LÍNEA AÈRIA MT</b>	
01.01.01	m3	Excavació de terreny per a cimentació suports Excavació de terreny per a cimentació suports de la línia aèria de mitja tensió.	18,54
			DIECIOCHO EUROS amb CINCUENTA Y CUATRO CÈNTIMS
01.01.02	m3	Formigó per a rases i pous de fonaments, HA-25/B/20/IIa Formigó HM-25/B/20/X0 fabricat en central i abocada des de camió, per a formació de sabata.	126,17
			CIENTO VEINTISÉIS EUROS amb DIECISIETE CÈNTIMS
<b>01.02</b>		<b>OC LÍNEA SUBTERRÀNIA MT</b>	
01.02.01	m3	Excavació de rasa per a pas de canalització Execució de rasa per a conducció de cablejat, en terreny compacte, amb excavadora i càrrega mecànica del material excavat.	37,89
			TREINTA Y SIETE EUROS amb OCHENTA Y NUEVE CÈNTIMS
<b>01.03</b>		<b>OC PARC SOLAR FOTOVOLTAIC</b>	
01.03.01	m2	Moviment de terres. Neteja i desbrossament del terreny Desbrossament i neteja del terreny, amb mitjans mecànics.	2,01
			DOS EUROS amb UN CÈNTIMS
01.03.02	m2	Aplanament del terreny Comprèn els treballs necessaris per retirar de les zones previstes per a la instal·lació fotovoltaica: arbres, plantes, tocones, malesa, brossa, fustes caigudes, runes, escombraries o qualsevol altre material existent, fins a una profunditat no menor que l'espessor de la capa de terra vegetal, considerant com mitjana 25 cm. Fins i tot transport de la maquinària, càrrega a camió transport a abocador autoritzat i pagament del cànon corresponent.	0,61
			CERO EUROS amb SESENTA Y UN CÈNTIMS
01.03.03	m	Tancat perimetral parcel·la Realització de tancat perimetral de la parcel·la amb malla cinètica 200/20/15 subjecta sobre pals metàl·lics de xapa sobre una sabata de formigó de 30x30x50 cm cada 3 metres, existint 30 metres de distància màxima entre els pals de reforç. Hi haurà una alçada lliure al terra de 15 cm, amb buits de 300 cm <sup>2</sup> per al pas de petits mamífers.	24,99

## QUADRE DE PREUS 1

CODI	UT	RESUM	PREU
01.03.04	u	Edificis prefabricats emmagatzematge inversors	VEINTICUATRO EUROS amb NOVENTA Y NUEVE CÈNTIMS 5.432,79
01.04		<b>OC CENTRES DE TRANSFORMACIÓ</b>	
01.04.01	m2	Capa de formigó de neteja, per a disposició de mòdul prefabricat Capa de formigó de neteja preparat H-100, de consistència plàstica, mida màxima de l'àrid 40 mm i 7 cm de gruix, a la base de la fonamentació, transportat i lloc en obra	63,53
01.04.02	m3	Fonaments Edificis prefabricats	SESENTA Y TRES EUROS amb CINQUENTA Y TRES CÈNTIMS 1.345,97
			MIL TRESCIENTOS CUARENTA Y CINCO EUROS amb NOVENTA Y SIETE CÈNTIMS

## QUADRE DE PREUS 1

CODI	UT	RESUM	PREU
<b>02</b>		<b>PARC SOLAR FOTOVOLTAIC</b>	
<b>02.01</b>		<b>CAPTACIÓ FOTOVOLTAICA</b>	
02.01.01	u	Mòdul fotovoltaic CanadianSolar CS7N-670MS Subministrament i muntatge de mòdul solar fotovoltaic, de 670 Wp i dimensions 2384×1303×35 mm, de la marca CANADIAN SOLAR o similar, model HiKu7 Mono PERC CS7N-670MS.	198,79
			CIENTO NOVENTA Y OCHO EUROS amb SETENTA Y NUEVE CÈNTIMS
<b>02.02</b>		<b>CABLEJAT I CANALITZACIONS</b>	
02.02.01	m	Cable RV-K 0,6/1kV 4 mm2	0,63
			CERO EUROS amb SESENTA Y TRES CÈNTIMS
02.02.02	m	Cable RV-K 0,6/1kV 6 mm2 Subministrament i instal·lació de cable unipolar solar de tensió assignada 0,6/1 kV, amb conductor de coure RV-K de 6 mm2 de secció.	1,90
			UN EUROS amb NOVENTA CÈNTIMS
02.02.03	m	Cable RV-K 0,6/1kV 150 mm2 Subministrament i instal·lació de cable unipolar solar de tensió assignada 0,6/1 kV, amb conductor de coure RV-K de 150 mm2 de secció.	15,82
			QUINCE EUROS amb OCHENTA Y DOS CÈNTIMS
02.02.04	m	Cable RV-K 0,6/1kV 240 mm2 Subministrament i instal·lació de cable unipolar solar de tensió assignada 0,6/1 kV, amb conductor de coure RV-K de 240 mm2 de secció.	22,34
			VEINTIDÓS EUROS amb TREINTA Y CUATRO CÈNTIMS
02.02.05	m	Cable RV-K 0,6/1kV 400 mm2 Subministrament i instal·lació de cable unipolar solar de tensió assignada 0,6/1 kV, amb conductor de coure RV-K de 400 mm2 de secció.	29,59
			VEINTINUEVE EUROS amb CINCUENTA Y NUEVE CÈNTIMS
02.02.06	m	Tub corbale corrugat 63 mm Subministrament i instal·lació de tub corrugat de PVC de 63mm2 de diàmetre.	5,66
			CINCO EUROS amb SESENTA Y SEIS CÈNTIMS
02.02.07	m	Tub corbale corrugat 90 mm Subministrament i instal·lació de tub corrugat de PVC de 90mm2 de diàmetre.	5,92
			CINCO EUROS amb NOVENTA Y DOS CÈNTIMS

## QUADRE DE PREUS 1

CODI	UT	RESUM	PREU
<b>02.03</b>		<b>ESTRUCTURA SUPORT</b>	
02.03.01	u	<b>Estructura mòduls FV per a dues fileres en vertical</b> Subministrament i muntatge de l'estructura de suport d'alumini amb triangles inclinats de 20° per a dos panells fotovoltaics remuntats en vertical. Inclou cargoleria d'acer inoxidable i tots els elements necessaris per al seu muntatge, així com la col·locació dels mòduls a les estructures metàl·liques segons sistema de muntatge autoritzat pel fabricant del mòdul a les estructures metàl·liques segons sistema de muntatge autoritzat pel fabricant del mòdul.	437,27
			CUATROCIENTOS TREINTA Y SIETE EUROS amb VEINTISIETE CÈNTIMS
<b>02.04</b>		<b>INVERSORS I STRINGBOX</b>	
02.04.01	u	<b>Inversor</b> Subministrament i instal·lació d'inversor fotovoltaic de 2500 kVA, per a la connexió a xarxa trifàsica, transformant el corrent continu de generació fotovoltaica en corrent altern. Inclou protecció contra sobretensions (CA), dispositiu de desconexió del costat de entrada, protecció anti-illa, protecció contra sobreintensitat (CA), interruptor d'interconnexió, protecció de fallada d'arc i monitorització de corrent residual. Inclou instal·lació, muntatge i programació.	38.756,00
			TREINTA Y OCHO MIL SETECIENTOS CINCUENTA Y SEIS EUROS
02.04.02	u	<b>Caixes d'strings</b> Subministrament i instal·lació de caixes d'agrupació de strings.	218,33
			DOSCIENTOS DIECIOCHO EUROS amb TREINTA Y TRES CÈNTIMS
<b>02.05</b>		<b>PROTECCIONS CC</b>	
02.05.01	u	<b>Fusible 25 A</b> Fusible per protecció de circuits CC per a instal·lació fotovoltaica, de tipus gPV integrat en connector mascle-femella MC4 i calibre 25A, muntat. Inclou totalitat d'accessoris, part proporcional de petit material, elements de seguretat, gestió de residus generats, etc.	2,03
			DOS EUROS amb TRES CÈNTIMS
02.05.02	u	<b>Seccionador 400 A</b> Seccionador per protecció de circuits CC per a instal·lació fotovoltaica, de 400 A.	244,28
			DOSCIENTOS CUARENTA Y CUATRO EUROS amb VEINTIOCHO CÈNTIMS

## QUADRE DE PREUS 1

CODI	UT	RESUM	PREU
02.05.03	u	<b>Fusible 400 A</b> Fusible per protecció de circuits CC per a instal·lació fotovoltaica, de tipus gPV integrat en connector mascle-femella MC4 i calibre 400A, muntat. Inclou totalitat d'accessoris, part proporcional de petit material, elements de seguretat, gestió de residus generats, etc.	21,22

VEINTIÚN EUROS amb VEINTIDÓS CÈNTIMS

### 02.06 POSADA A TERRA

02.06.01	u	<b>Sistema de posada a terra</b> Subministrament i muntatge de tots els elements necessaris per a la posada a terra, mitjançant la connexió a terra amb piques d'acer i conductor de cobre nu de 50 mm <sup>2</sup> de secció.	3.211,78
----------	---	---	----------

TRES MIL DOSCIENTOS ONCE EUROS amb SETENTA Y OCHO CÈNTIMS

## QUADRE DE PREUS 1

CODI	UT	RESUM	PREU
<b>03</b>		<b>LINEA DE DISTRIBUCIÓ</b>	
<b>03.01</b>		<b>LINEA AÈRIA MT</b>	
03.01.01	u	<b>Suports gelosia recte</b> Suports gelosia recte, amb altura (m) i esforç nominal (daN) segons número de suport, encastat en dau de formigó a terra.	1.244,78
		MIL DOSCIENTOS CUARENTA Y CUATRO EUROS amb SETENTA Y OCHO CÈNTIMS	
03.01.02	m	<b>Conductors LA-110 (94-AL1/22-ST1A)</b> Línia elèctrica aèria d'Alta Tensió amb circuit trifàsic de conductor compost de filferros d'alumini AL1 i ànima d'acer galvanitzat ST1A amb recobriments de zinc classe A. La secció dels filferros d'AL1 és de 94 mm <sup>2</sup> i la dels filferros d'acer ST1A de 22 mm <sup>2</sup> , segons UNE-EN 50182 (Codi antic: LA-110), inclosa estesa, formació de ponts i empalmaments, tensat i retencionat.	5,00
		CINCO EUROS	
03.01.03	u	<b>Conversió Aeri-Subterràni</b>	1.713,58
		MIL SETECIENTOS TRECE EUROS amb CINCUENTA Y OCHO CÈNTIMS	
<b>03.02</b>		<b>LINEA SUBTERRÀNIA MT</b>	
03.02.01	m	<b>Conductor AI RHZ1 18/30 kV 1x240 mm<sup>2</sup></b> Línia elèctrica de MT de composició 3x1x240 mm <sup>2</sup> , constituïda per cables unipolars de designació UNE RHZ1 18/30kV de 240 mm <sup>2</sup> de secció, amb conductor d'alumini, aïllament de polietilè reticulat (XLPE), pantalla metàl·lica i coberta exterior de poliolefina termoplàstica (Z1), soterrada.	25,02
		VEINTICINCO EUROS amb DOS CÈNTIMS	
03.02.02	m	<b>Tub corbale de polietilè 200 mm</b> Tub corbale corrugat de polietilè, de doble capa, llisa la interior i corrugada l'exterior, de 200 mm de diàmetre nominal, aïllant i no propagador de la flama, resistència a l'impacte de 40 J, resistència a compressió de 450 N, muntat com a canalització soterrada.	19,52
		DIECINUEVE EUROS amb CINCUENTA Y DOS CÈNTIMS	
03.02.03	u	<b>Pericó prefabricat de formigó</b> Pericó de pas enterrada, prefabricada de formigó, de dimensions interiors 40x40x50 cm, sobre solera de formigó en massa HM-20/B/20/X0 de 20 cm de gruix, amb marc i tapa prefabricats de formigó armat i tancament hermètic al pas de les olors mefítiques.	71,56
		SETENTA Y UN EUROS amb CINCUENTA Y SEIS CÈNTIMS	

## QUADRE DE PREUS 1

CODI	UT	RESUM	PREU
<b>04</b>		<b>CENTRES DE TRANSFORMACIÓ</b>	
<b>04.01</b>		<b>CENTRE DE TRANSFORMACIÓ 1</b>	
04.01.01	u	<b>Centre de transformació prefabricat PFU-5</b> Edifici prefabricat de superfície de formigó de construcció monobloc de tipus PFU-5, de dimensions exteriors 6080mm (llarg) x 2380mm (fons) x 2780mm (alçada vista), inclòs xarxa de terres interior i enlluminat.	13.157,00
			TRECE MIL CIENTO CINCUENTA Y SIETE EUROS
04.01.02	u	<b>Cel·la de línia</b> Cel·la de línia del tipus cgm.3-l, tall i aïllament íntegre a SF6, interruptor rotatiu III amb connexió-seccionament-posada a terra. Sistema modular de Vn=25kV, In=630A/20kA. Amb comandament manual. Inclou 3 captadors capacitius i 3 bornes M400TB. Cel·la núm. 1 i 2.	3.861,00
			TRES MIL OCHOCIENTOS SESENTA Y UN EUROS
04.01.03	u	<b>Cel·la de protecció</b> Cel·la de protecció amb interruptor automàtic cgm.3-v, aïllament íntegre a SF6, seccionador trifàsic amb connexió-seccionament-posada a terra. Interruptor trifàsic de tall en buit, Vn=25kV, In=630A/20kA. Amb comandament manual tipus AV. Inclou relé ekor.rpg (50-51/50N-51N), 3TI 300/1A, cl.5P20 i 3 captadors capacitius. Cel·la núm. 3.	3.575,00
			TRES MIL QUINIENTOS SETENTA Y CINCO EUROS
04.01.04	u	<b>Cel·la de mesura</b>	1.719,40
			MIL SETECIENTOS DIECINUEVE EUROS amb CUARENTA CÈNTIMS
04.01.05	u	<b>Transformador 2500 kVA</b> Transformador trifàsic de 2500 kVA de potència: tensió del primari 25 kV, tensió secundari 420 V, grup de connexió Dyn11.	56.874,00
			CINCUENTA Y SEIS MIL OCHOCIENTOS SETENTA Y CUATRO EUROS
<b>04.02</b>		<b>CENTRE DE TRANSFORMACIÓ 2</b>	
04.02.01	u	<b>Centre de transformació prefabricat PFU-5</b> Edifici prefabricat de superfície de formigó de construcció monobloc de tipus PFU-5, de dimensions exteriors 6080mm (llarg) x 2380mm (fons) x 2780mm (alçada vista), inclòs xarxa de terres interior i enlluminat.	13.157,00
			TRECE MIL CIENTO CINCUENTA Y SIETE EUROS
04.02.02	u	<b>Cel·la de línia</b> Cel·la de línia del tipus cgm.3-l, tall i aïllament íntegre a SF6, interruptor rotatiu III amb connexió-seccionament-posada a terra. Sistema modular de Vn=25kV, In=630A/20kA. Amb comandament manual. Inclou 3 captadors capacitius i 3 bornes M400TB. Cel·la núm. 1 i 2.	3.861,00

## QUADRE DE PREUS 1

CODI	UT	RESUM	PREU
			TRES MIL OCHOCIENTOS SESENTA Y UN EUROS
04.02.03	u	<b>Cel·la de protecció</b> Cel·la de protecció amb interruptor automàtic cgm.3-v, aïllament íntegre a SF6, seccionador trifàsic amb connexió-seccionament-posada a terra. Interruptor trifàsic de tall en buit, Vn=25kV, In=630A/20kA. Amb comandament manual tipus AV. Inclou relé ekor.rpg (50-51/50N-51N), 3TI 300/1A, cl.5P20 i 3 captadors capacitius. Cel·la núm. 3.	3.575,00
			TRES MIL QUINIENTOS SETENTA Y CINCO EUROS
04.02.04	u	<b>Transformador 2500 kVA</b> Transformador trifàsic de 2500 kVA de potència: tensió del primari 25 kV, tensió secundari 420 V, grup de connexió Dyn11.	56.874,00
			CINCuenta Y SEIS MIL OCHOCIENTOS SETENTA Y CUATRO EUROS
<b>04.03</b>		<b>POSADA A TERRA CT</b>	
04.03.01	u	<b>Posada a terra exterior protecció</b> Presa terra exterior ferramentes per al nou centre de transformació, inclou: 4 piquetes de 2.0 m. de llarg 14.6 mm. de diàmetre; 6 grapes unió piqueta-cable Cu-Nu i anell de Cu nu de 1x50 mm2 de secció, subministrament i col·locació en rasa existent.	219,00
			DOSCIENTOS DIECINUEVE EUROS
04.03.02	u	<b>Posada a terra exterior neutre</b> Presa terra exterior per al neutre del nou centre de transformació: 4 piquetes de 2.0 m. de llarg 14.6 mm. de diàmetre; 6 grapes unió piqueta-cable Cu-Nu; cable aïllat tipus RV de 1x50 mm2 de secció 0.6/1 Kv de Cu per portar la presa de terra a 15 m mínims de distància del CT i cable de Cu nu de 1x50 mm2 de secció entre piquetes, subministrament i col·locació en rasa existent.	234,00
			DOSCIENTOS TREINTA Y CUATRO EUROS

## QUADRE DE PREUS 1

CODI	UT	RESUM	PREU
<b>05</b>		<b>GESTIÓ DE RESIDUS</b>	
05.01	u	Gestió residus	45.000,00

CUARENTA Y CINCO MIL EUROS

## QUADRE DE PREUS 1

CODI	UT	RESUM	PREU
<b>06</b>		<b>SEGURETAT I SALUT</b>	
06.01	u	Seguretat i salut	30.000,00

TREINTA MIL EUROS

## QUADRE DE PREUS 1

CODI	UT	RESUM	PREU
<b>07</b>		<b>PROJECTE AS-BUILT, LEGALITZACIÓ I POSADA EN MARXA</b>	
07.01	u	PROJECTE AS-BUILT, LEGALITZACIÓ I POSADA EN MARXA	<b>6.790,76</b>

SEIS MIL SETECIENTOS NOVENTA EUROS amb  
SETENTA Y SEIS CÈNTIMS

## 5.2 QUADRE DE PREUS 2

## QUADRE DE PREUS 2

CODI	UT	RESUM	PREU
<b>01</b>		<b>OBRA CIVIL</b>	
<b>01.01</b>		<b>OC LÍNEA AÈRIA MT</b>	
01.01.01	m3	Excavació de terreny per a cimentació suports Excavació de terreny per a cimentació suports de la línia aèria de mitja tensió.	
		Maquinària.....	18,54
		<b>TOTAL PARTIDA .....</b>	<b>18,54</b>
01.01.02	m3	Formigó per a rases i pous de fonaments, HA-25/B/20/IIa Formigó HM-25/B/20/X0 fabricat en central i abocada des de camió, per a formació de sabata.	
		Materials .....	126,17
		<b>TOTAL PARTIDA .....</b>	<b>126,17</b>
<b>01.02</b>		<b>OC LÍNEA SUBTERRÀNIA MT</b>	
01.02.01	m3	Excavació de rasa per a pas de canalització Execució de rasa per a conducció de cablejat, en terreny compacte, amb excavadora i càrrega mecànica del material excavat.	
		Maquinària.....	37,89
		<b>TOTAL PARTIDA .....</b>	<b>37,89</b>
<b>01.03</b>		<b>OC PARC SOLAR FOTOVOLTAIC</b>	
01.03.01	m2	Moviment de terres. Neteja i desbrossament del terreny Desbrossament i neteja del terreny, amb mitjans mecànics.	
		Maquinària.....	2,01
		<b>TOTAL PARTIDA .....</b>	<b>2,01</b>
01.03.02	m2	Aplanament del terreny Comprèn els treballs necessaris per retirar de les zones previstes per a la instal·lació fotovoltaica: arbres, plantes, tocones, malesa, brossa, fustes caigudes, runes, escombraries o qualsevol altre material existent, fins a una profunditat no menor que l'espessor de la capa de terra vegetal, considerant com mitjana 25 cm. Fins i tot transport de la maquinària, càrrega a camió transport a abocador autoritzat i pagament del cànon corresponent.	
		Maquinària.....	0,61
		<b>TOTAL PARTIDA .....</b>	<b>0,61</b>

## QUADRE DE PREUS 2

CODI	UT	RESUM	PREU
01.03.03	m	<b>Tancat perimetral parcel·la</b> Realització de tancat perimetral de la parcel·la amb malla cinètica 200/20/15 subjecta sobre pals metàl·lics de xapa sobre una sabata de formigó de 30x30x50 cm cada 3 metres, existint 30 metres de distància màxima entre els pals de reforç. Hi haurà una alçada lliure al terra de 15 cm, amb buits de 300 cm <sup>2</sup> per al pas de petits mamífers.	
			Maquinària..... 24,99
			<b>TOTAL PARTIDA ..... 24,99</b>
01.03.04	u	<b>Edificis prefabricats emmagatzematge inversors</b>	
			Maquinària..... 5.432,79
			<b>TOTAL PARTIDA ..... 5.432,79</b>
<b>01.04</b>		<b>OC CENTRES DE TRANSFORMACIÓ</b>	
01.04.01	m2	<b>Capa de formigó de neteja, per a disposició de mòdul prefabricat</b> Capa de formigó de neteja preparat H-100, de consistència plàstica, mida màxima de l'àrid 40 mm i 7 cm de gruix, a la base de la fonamentació, transportat i lloc en obra	
			Materials..... 63,53
			<b>TOTAL PARTIDA ..... 63,53</b>
01.04.02	m3	<b>Fonaments Edificis prefabricats</b>	
			Maquinària..... 1.345,97
			<b>TOTAL PARTIDA ..... 1.345,97</b>

## QUADRE DE PREUS 2

CODI	UT	RESUM	PREU
<b>02</b>		<b>PARC SOLAR FOTOVOLTAIC</b>	
<b>02.01</b>		<b>CAPTACIÓ FOTOVOLTAICA</b>	
02.01.01	u	Mòdul fotovoltaic CanadianSolar CS7N-670MS Subministrament i muntatge de mòdul solar fotovoltaic, de 670 Wp i dimensions 2384×1303×35 mm, de la marca CANADIAN SOLAR o similar, model HiKu7 Mono PERC CS7N-670MS.	
		Materials .....	198,79
		<b>TOTAL PARTIDA .....</b>	<b>198,79</b>
<b>02.02</b>		<b>CABLEJAT I CANALITZACIONS</b>	
02.02.01	m	Cable RV-K 0,6/1kV 4 mm2	
		Materials .....	0,63
		<b>TOTAL PARTIDA .....</b>	<b>0,63</b>
02.02.02	m	Cable RV-K 0,6/1kV 6 mm2 Subministrament i instal·lació de cable unipolar solar de tensió assignada 0,6/1 kV, amb conductor de coure RV-K de 6 mm2 de secció.	
		Materials .....	1,90
		<b>TOTAL PARTIDA .....</b>	<b>1,90</b>
02.02.03	m	Cable RV-K 0,6/1kV 150 mm2 Subministrament i instal·lació de cable unipolar solar de tensió assignada 0,6/1 kV, amb conductor de coure RV-K de 150 mm2 de secció.	
		Materials .....	15,82
		<b>TOTAL PARTIDA .....</b>	<b>15,82</b>
02.02.04	m	Cable RV-K 0,6/1kV 240 mm2 Subministrament i instal·lació de cable unipolar solar de tensió assignada 0,6/1 kV, amb conductor de coure RV-K de 240 mm2 de secció.	
		Materials .....	22,34
		<b>TOTAL PARTIDA .....</b>	<b>22,34</b>
02.02.05	m	Cable RV-K 0,6/1kV 400 mm2 Subministrament i instal·lació de cable unipolar solar de tensió assignada 0,6/1 kV, amb conductor de coure RV-K de 400 mm2 de secció.	
		Materials .....	29,59
		<b>TOTAL PARTIDA .....</b>	<b>29,59</b>
02.02.06	m	Tub corbale corrugat 63 mm Subministrament i instal·lació de tub corrugat de PVC de 63mm2 de diàmetre.	
		Materials .....	5,66
		<b>TOTAL PARTIDA .....</b>	<b>5,66</b>

## QUADRE DE PREUS 2

CODI	UT	RESUM	PREU
02.02.07	m	<b>Tub corbable corrugat 90 mm</b> Subministrament i instal·lació de tub corrugat de PVC de 90mm2 de diàmetre.	
		Materials .....	5,92
		<b>TOTAL PARTIDA .....</b>	<b>5,92</b>
<b>02.03</b>		<b>ESTRUCTURA SUPORT</b>	
02.03.01	u	<b>Estructura mòduls FV per a dues fileres en vertical</b> Subministrament i muntatge de l'estructura de suport d'alumini amb triangles inclinats de 20° per a dos panells fotovoltaics remuntats en vertical. Inclou cargoleria d'acer inoxidable i tots els elements necessaris per al seu muntatge, així com la col·locació dels mòduls a les estructures metàl·liques segons sistema de muntatge autoritzat pel fabricant del mòdul a les estructures metàl·liques segons sistema de muntatge autoritzat pel fabricant del mòdul.	
		Materials .....	437,27
		<b>TOTAL PARTIDA .....</b>	<b>437,27</b>
<b>02.04</b>		<b>INVERSORS I STRINGBOX</b>	
02.04.01	u	<b>Inversor</b> Subministrament i instal·lació d'inversor fotovoltaic de 2500 kVA, per a la connexió a xarxa trifàsica, transformant el corrent continu de generació fotovoltaica en corrent altern. Inclosa protecció contra sobretensions (CA), dispositiu de desconexió del costat de entrada, protecció anti-illa, protecció contra sobreintensitat (CA), interruptor d'interconnexió, protecció de fallada d'arc i monitorització de corrent residual. Inclosa instal·lació, muntatge i programació.	
		Materials .....	38.756,00
		<b>TOTAL PARTIDA .....</b>	<b>38.756,00</b>
02.04.02	u	<b>Caixes d'strings</b> Subministrament i instal·lació de caixes d'agrupació de strings.	
		Materials .....	218,33
		<b>TOTAL PARTIDA .....</b>	<b>218,33</b>
<b>02.05</b>		<b>PROTECCIONS CC</b>	
02.05.01	u	<b>Fusible 25 A</b> Fusible per protecció de circuits CC per a instal·lació fotovoltaica, de tipus gPV integrat en connector mascle-femella MC4 i calibre 25A, muntat. Inclou totalitat d'accessoris, part proporcional de petit material, elements de seguretat, gestió de residus generats, etc.	
		Materials .....	2,03
		<b>TOTAL PARTIDA .....</b>	<b>2,03</b>

## QUADRE DE PREUS 2

CODI	UT	RESUM	PREU
02.05.02	u	<b>Seccionador 400 A</b> Seccionador per protecció de circuits CC per a instal·lació fotovoltaica, de 400 A.	
		Materials .....	244,28
		<b>TOTAL PARTIDA .....</b>	<b>244,28</b>
02.05.03	u	<b>Fusible 400 A</b> Fusible per protecció de circuits CC per a instal·lació fotovoltaica, de tipus gPV integrat en connector mascle-femella MC4 i calibre 400A, muntat. Inclou totalitat d'accessoris, part proporcional de petit material, elements de seguretat, gestió de residus generats, etc.	
		Materials .....	21,22
		<b>TOTAL PARTIDA .....</b>	<b>21,22</b>
<b>02.06</b>		<b>POSADA A TERRA</b>	
02.06.01	u	<b>Sistema de posada a terra</b> Subministrament i muntatge de tots els elements necessaris per a la posada a terra, mitjançant la connexió a terra amb piques d'acer i conductor de cobre nu de 50 mm <sup>2</sup> de secció.	
		Materials .....	3.211,78
		<b>TOTAL PARTIDA .....</b>	<b>3.211,78</b>

## QUADRE DE PREUS 2

CODI	UT	RESUM	PREU
<b>03</b>		<b>LINEA DE DISTRIBUCIÓ</b>	
<b>03.01</b>		<b>LINEA AÈRIA MT</b>	
03.01.01	u	<b>Suports gelosia recte</b> Suports gelosia recte, amb altura (m) i esforç nominal (daN) segons número de suport, encastat en dau de formigó a terra.	
		Materials .....	1.244,78
		<b>TOTAL PARTIDA .....</b>	<b>1.244,78</b>
03.01.02	m	<b>Conductors LA-110 (94-AL1/22-ST1A)</b> Línia elèctrica aèria d'Alta Tensió amb circuit trifàsic de conductor compost de filferros d'alumini AL1 i ànima d'acer galvanitzat ST1A amb recobriments de zinc classe A. La secció dels filferros d'AL1 és de 94 mm <sup>2</sup> i la dels filferros d'acer ST1A de 22 mm <sup>2</sup> , segons UNE-EN 50182 (Codi antic: LA-110), inclosa estesa, formació de ponts i empalmaments, tensat i retencionat.	
		Materials .....	5,00
		<b>TOTAL PARTIDA .....</b>	<b>5,00</b>
03.01.03	u	<b>Conversió Aeri-Subterràni</b>	
		Materials .....	1.713,58
		<b>TOTAL PARTIDA .....</b>	<b>1.713,58</b>
<b>03.02</b>		<b>LINEA SUBTERRÀNIA MT</b>	
03.02.01	m	<b>Conductor AI RHZ1 18/30 kV 1x240 mm<sup>2</sup></b> Línia elèctrica de MT de composició 3x1x240 mm <sup>2</sup> , constituïda per cables unipolars de designació UNE RHZ1 18/30kV de 240 mm <sup>2</sup> de secció, amb conductor d'alumini, aïllament de polietilè reticulat (XLPE), pantalla metàl·lica i coberta exterior de poliolefina termoplàstica (Z1), soterrada.	
		Materials .....	25,02
		<b>TOTAL PARTIDA .....</b>	<b>25,02</b>
03.02.02	m	<b>Tub corbale de polietilè 200 mm</b> Tub corbale corrugat de polietilè, de doble capa, llisa la interior i corrugada l'exterior, de 200 mm de diàmetre nominal, aïllant i no propagador de la flama, resistència a l'impacte de 40 J, resistència a compressió de 450 N, muntat com a canalització soterrada.	
		Materials .....	19,52
		<b>TOTAL PARTIDA .....</b>	<b>19,52</b>
03.02.03	u	<b>Pericó prefabricat de formigó</b> Pericó de pas enterrada, prefabricada de formigó, de dimensions interiors 40x40x50 cm, sobre solera de formigó en massa HM-20/B/20/X0 de 20 cm de gruix, amb marc i tapa prefabricats de formigó armat i tancament hermètic al pas de les olors mefítics.	
		Materials .....	71,56
		<b>TOTAL PARTIDA .....</b>	<b>71,56</b>

## QUADRE DE PREUS 2

CODI	UT	RESUM	PREU
<b>04</b>		<b>CENTRES DE TRANSFORMACIÓ</b>	
<b>04.01</b>		<b>CENTRE DE TRANSFORMACIÓ 1</b>	
04.01.01	u	<b>Centre de transformació prefabricat PFU-5</b> Edifici prefabricat de superfície de formigó de construcció monobloc de tipus PFU-5, de dimensions exteriors 6080mm (llarg) x 2380mm (fons) x 2780mm (alçada vista), inclòs xarxa de terres interior i enlluminat.	
		Materials .....	13.157,00
		<b>TOTAL PARTIDA .....</b>	<b>13.157,00</b>
04.01.02	u	<b>Cel·la de línia</b> Cel·la de línia del tipus cgm.3-l, tall i aïllament íntegre a SF6, interruptor rotatiu III amb connexió-seccionament-posada a terra. Sistema modular de Vn=25kV, In=630A/20kA. Amb comandament manual. Inclou 3 captadors capacitius i 3 bornes M400TB. Cel·la núm. 1 i 2.	
		Materials .....	3.861,00
		<b>TOTAL PARTIDA .....</b>	<b>3.861,00</b>
04.01.03	u	<b>Cel·la de protecció</b> Cel·la de protecció amb interruptor automàtic cgm.3-v, aïllament íntegre a SF6, seccionador trifàsic amb connexió-seccionament-posada a terra. Interruptor trifàsic de tall en buit, Vn=25kV, In=630A/20kA. Amb comandament manual tipus AV. Inclou relé ekor.rpg (50-51/50N-51N), 3TI 300/1A, cl.5P20 i 3 captadors capacitius. Cel·la núm. 3.	
		Materials .....	3.575,00
		<b>TOTAL PARTIDA .....</b>	<b>3.575,00</b>
04.01.04	u	<b>Cel·la de mesura</b>	
		Materials .....	1.719,40
		<b>TOTAL PARTIDA .....</b>	<b>1.719,40</b>
04.01.05	u	<b>Transformador 2500 kVA</b> Transformador trifàsic de 2500 kVA de potència: tensió del primari 25 kV, tensió secundari 420 V, grup de connexió Dyn11.	
		Materials .....	56.874,00
		<b>TOTAL PARTIDA .....</b>	<b>56.874,00</b>
<b>04.02</b>		<b>CENTRE DE TRANSFORMACIÓ 2</b>	
04.02.01	u	<b>Centre de transformació prefabricat PFU-5</b> Edifici prefabricat de superfície de formigó de construcció monobloc de tipus PFU-5, de dimensions exteriors 6080mm (llarg) x 2380mm (fons) x 2780mm (alçada vista), inclòs xarxa de terres interior i enlluminat.	
		Materials .....	13.157,00
		<b>TOTAL PARTIDA .....</b>	<b>13.157,00</b>

## QUADRE DE PREUS 2

CODI	UT	RESUM	PREU
04.02.02	u	<p><b>Cel·la de línia</b></p> <p>Cel·la de línia del tipus cgm.3-l, tall i aïllament íntegre a SF6, interruptor rotatiu III amb connexió-seccionament-posada a terra. Sistema modular de Vn=25kV, In=630A/20kA. Amb comandament manual. Inclou 3 captadors capacitius i 3 bornes M400TB. Cel·la núm. 1 i 2.</p>	
			Materials ..... 3.861,00
			<b>TOTAL PARTIDA ..... 3.861,00</b>
04.02.03	u	<p><b>Cel·la de protecció</b></p> <p>Cel·la de protecció amb interruptor automàtic cgm.3-v, aïllament íntegre a SF6, seccionador trifàsic amb connexió-seccionament-posada a terra. Interruptor trifàsic de tall en buit, Vn=25kV, In=630A/20kA. Amb comandament manual tipus AV. Inclou relé ekor.rpg (50-51/50N-51N), 3TI 300/1A, cl.5P20 i 3 captadors capacitius. Cel·la núm. 3.</p>	
			Materials ..... 3.575,00
			<b>TOTAL PARTIDA ..... 3.575,00</b>
04.02.04	u	<p><b>Transformador 2500 kVA</b></p> <p>Transformador trifàsic de 2500 kVA de potència: tensió del primari 25 kV, tensió secundari 420 V, grup de connexió Dyn11.</p>	
			Materials ..... 56.874,00
			<b>TOTAL PARTIDA ..... 56.874,00</b>
<b>04.03</b>		<b>POSADA A TERRA CT</b>	
04.03.01	u	<p><b>Posada a terra exterior protecció</b></p> <p>Presa terra exterior ferramentes per al nou centre de transformació, inclou: 4 piquetes de 2.0 m. de llarg 14.6 mm. de diàmetre; 6 grapes unió piqueta-cable Cu-Nu i anell de Cu nu de 1x50 mm2 de secció, subministrament i col·locació en rasa existent.</p>	
			Materials ..... 219,00
			<b>TOTAL PARTIDA ..... 219,00</b>
04.03.02	u	<p><b>Posada a terra exterior neutre</b></p> <p>Presa terra exterior per al neutre del nou centre de transformació: 4 piquetes de 2.0 m. de llarg 14.6 mm. de diàmetre; 6 grapes unió piqueta-cable Cu-Nu; cable aïllat tipus RV de 1x50 mm2 de secció 0.6/1 Kv de Cu per portar la presa de terra a 15 m mínims de distància del CT i cable de Cu nu de 1x50 mm2 de secció entre piquetes, subministrament i col·locació en rasa existent.</p>	
			Materials ..... 234,00
			<b>TOTAL PARTIDA ..... 234,00</b>

## QUADRE DE PREUS 2

CODI	UT	RESUM	PREU
<b>05</b>		<b>GESTIÓ DE RESIDUS</b>	
05.01	u	Gestió residus	
TOTAL PARTIDA .....			45.000,00

## QUADRE DE PREUS 2

CODI	UT	RESUM	PREU
<b>06</b>		<b>SEGURETAT I SALUT</b>	
06.01	u	Seguretat i salut	
TOTAL PARTIDA .....			30.000,00

## QUADRE DE PREUS 2

CODI	UT	RESUM	PREU
<b>07</b>		<b>PROJECTE AS-BUILT, LEGALITZACIÓ I POSADA EN MARXA</b>	
07.01	u	PROJECTE AS-BUILT, LEGALITZACIÓ I POSADA EN MARXA	
TOTAL PARTIDA .....			6.790,76

### 5.3 PREUS DESCOMPOSTOS

## QUADRE DE DESCOMPOSATS

CODI	RESUM	QUANTITAT UT	PREU	SUBTOTAL	IMPORT
<b>01</b>	<b>OBRA CIVIL</b>				
<b>01.01</b>	<b>OC LÍNEA AÈRIA MT</b>				
01.01.01 EXCAVACIÓ	Excavació de terreny per a cimentació suports Excavació	m3 1,000 m3	18,54	18,54	
					<b>TOTAL PARTIDA ..... 18,54</b>
01.01.02 FORMIGO	Formigó per a rases i pous de fonaments, HA-25/B/20/lla Formigó	m3 1,000 m3	126,17	126,17	
					<b>TOTAL PARTIDA ..... 126,17</b>
<b>01.02</b>	<b>OC LÍNEA SUBTERRÀNIA MT</b>				
01.02.01 EXC-RASA	Excavació de rasa per a pas de canalització Excavació de rasa per a pas de canalització	m3 1,000 m	37,89	37,89	
					<b>TOTAL PARTIDA ..... 37,89</b>
<b>01.03</b>	<b>OC PARC SOLAR FOTOVOLTAIC</b>				
01.03.01 MOVIMENTTERRES	Moviment de terres. Neteja i desbrossament del terreny MOVIMENT DE TERRES	m2 1,000 m2	2,01	2,01	
					<b>TOTAL PARTIDA ..... 2,01</b>
01.03.02 NET-DESBR	Aplanament del terreny Neteja i desbrossament del terreny	m2 1,000 m2	0,61	0,61	
					<b>TOTAL PARTIDA ..... 0,61</b>
01.03.03 VALLATPERIM	Tancat perimetral parcel·la VALLAT PERIMETRAL	m 1,000 m	24,99	24,99	
					<b>TOTAL PARTIDA ..... 24,99</b>
01.03.04 EDIFICISINVERSORS	Edificis prefabricats emmagatzematge inversors EDIFICIS INVERSORS	u 1,000 u	5.432,79	5.432,79	
					<b>TOTAL PARTIDA ..... 5.432,79</b>
<b>01.04</b>	<b>OC CENTRES DE TRANSFORMACIÓ</b>				
01.04.01 FORMIGO-CT	Capa de formigó de neteja, per a disposició de mòdul prefabricat Capa de formigó de neteja, per a disposició de mòdul prefabricat	m2 1,000 m3	63,53	63,53	
					<b>TOTAL PARTIDA ..... 63,53</b>
01.04.02 OC-CT	Fonaments Edificis prefabricats OC CT	m3 1,000 u	1.345,97	1.345,97	
					<b>TOTAL PARTIDA ..... 1.345,97</b>

## QUADRE DE DESCOMPOSATS

CODI	RESUM	QUANTITAT UT	PREU	SUBTOTAL	IMPORT
<b>02</b>	<b>PARC SOLAR FOTOVOLTAIC</b>				
<b>02.01</b>	<b>CAPTACIÓ FOTOVOLTAICA</b>				
02.01.01 MODUL	Mòdul fotovoltaic CanadianSolar CS7N-670MS Mòdul fotovoltaic JINKO Tiger Neo 78HL4-V 610Wp	1,000 u	198,79	198,79	
					<b>198,79</b>
<b>02.02</b>	<b>CABLEJAT I CANALITZACIONS</b>				
02.02.01 CS-4	Cable RV-K 0,6/1kV 4 mm2 Cable RV-K 0,6/1kV 4 mm2	1,000 m	0,63	0,63	
					<b>0,63</b>
02.02.02 CS-6	Cable RV-K 0,6/1kV 6 mm2 CABLE SOLAR 6 MM2	1,000 m	1,90	1,90	
					<b>1,90</b>
02.02.03 CS-150	Cable RV-K 0,6/1kV 150 mm2 Cable RV-K 0,6/1kV 150 mm2	1,000 m	15,82	15,82	
					<b>15,82</b>
02.02.04 CS-240	Cable RV-K 0,6/1kV 240 mm2 Cable RV-K 0,6/1kV 240 mm2	1,000 m	22,34	22,34	
					<b>22,34</b>
02.02.05 CS-400	Cable RV-K 0,6/1kV 400 mm2 Cable RV-K 0,6/1kV 400 mm2	1,000 m	29,59	29,59	
					<b>29,59</b>
02.02.06 TCC-63	Tub corbale corrugat 63 mm Tub 63	1,000 m	5,66	5,66	
					<b>5,66</b>
02.02.07 TCC-90	Tub corbale corrugat 90 mm Tub 90	1,000 m	5,92	5,92	
					<b>5,92</b>
<b>02.03</b>	<b>ESTRUCTURA SUPORT</b>				
02.03.01 ESTR	Estructura mòduls FV per a dues fileres en vertical Estructura FV	1,000 u	437,27	437,27	
					<b>437,27</b>
<b>02.04</b>	<b>INVERSORS I STRINGBOX</b>				
02.04.01 INVERSOR	Inversor Inversor 2500	1,000 u	38.756,00	38.756,00	
					<b>38.756,00</b>
02.04.02 STRINGBOX	Caixes d'strings Caixa string	1,000 u	218,33	218,33	
					<b>218,33</b>

## QUADRE DE DESCOMPOSATS

CODI	RESUM	QUANTITAT UT	PREU	SUBTOTAL	IMPORT
<b>02.05</b>	<b>PROTECCIONS CC</b>				
<b>02.05.01</b> FUS25	<b>Fusible 25 A</b> Fusible 25A	1,000 u	2,03	2,03	
					<b>TOTAL PARTIDA .....</b>
					<b>2,03</b>
<b>02.05.02</b> SECC400	<b>Seccionador 400 A</b> Seccionador 400 A	1,000 u	244,28	244,28	
					<b>TOTAL PARTIDA .....</b>
					<b>244,28</b>
<b>02.05.03</b> FUS400	<b>Fusible 400 A</b> Fusible 400 A	1,000 u	21,22	21,22	
					<b>TOTAL PARTIDA .....</b>
					<b>21,22</b>
<b>02.06</b>	<b>POSADA A TERRA</b>				
<b>02.06.01</b> PAT-PSFV	<b>Sistema de posada a terra</b> Posada a terra	1,000 u	3.211,78	3.211,78	
					<b>TOTAL PARTIDA .....</b>
					<b>3.211,78</b>

## QUADRE DE DESCOMPOSATS

CODI	RESUM	QUANTITAT UT	PREU	SUBTOTAL	IMPORT
<b>03</b>	<b>LINEA DE DISTRIBUCIÓ</b>				
<b>03.01</b>	<b>LINEA AÈRIA MT</b>				
03.01.01 SUPPORTS	Suports gelosia recte Suports gelosia	1,000 u	1.244,78	1.244,78	
					<b>TOTAL PARTIDA ..... 1.244,78</b>
03.01.02 COND-LAMT	Conductors LA-110 (94-AL1/22-ST1A) Conductor LA-110 (94-AL1/22-ST1A)	1,000 m	5,00	5,00	
					<b>TOTAL PARTIDA ..... 5,00</b>
03.01.03 ENTRONQUE	Conversió Aeri-Subterràni ENTRONQUE	1,000 u	1.713,58	1.713,58	
					<b>TOTAL PARTIDA ..... 1.713,58</b>
<b>03.02</b>	<b>LINEA SUBTERRÀNIA MT</b>				
03.02.01 COND-LSMT	Conductor Al RHZ1 18/30 kV 1x240 mm2 Conductor Al RHZ1 18/30 kV 1x240 mm2	1,000 m	25,02	25,02	
					<b>TOTAL PARTIDA ..... 25,02</b>
03.02.02 TUB200MM	Tub corbale de polietilè 200 mm Tub 200 mm	1,000 m	19,52	19,52	
					<b>TOTAL PARTIDA ..... 19,52</b>
03.02.03 ARQUETA	Pericó prefabricat de formigó ARQUETA	1,000 u	71,56	71,56	
					<b>TOTAL PARTIDA ..... 71,56</b>

## QUADRE DE DESCOMPOSATS

CODI	RESUM	QUANTITAT UT	PREU	SUBTOTAL	IMPORT
<b>04</b>	<b>CENTRES DE TRANSFORMACIÓ</b>				
<b>04.01</b>	<b>CENTRE DE TRANSFORMACIÓ 1</b>				
04.01.01 PFU5	Centre de transformació prefabricat PFU-5 PFU-5	1,000 u	13.157,00	13.157,00	
					<b>13.157,00</b>
04.01.02 CT-CL	Cel·la de línia Cel·la línia	1,000 u	3.861,00	3.861,00	
					<b>3.861,00</b>
04.01.03 CT-CP	Cel·la de protecció Cel·la proteccio	1,000 u	3.575,00	3.575,00	
					<b>3.575,00</b>
04.01.04 CT-CM	Cel·la de mesura Celda de medida	1,000 u	1.719,40	1.719,40	
					<b>1.719,40</b>
04.01.05 TRAFO2500	Transformador 2500 kVA Trafo 2500 kVA	1,000 u	56.874,00	56.874,00	
					<b>56.874,00</b>
<b>04.02</b>	<b>CENTRE DE TRANSFORMACIÓ 2</b>				
04.02.01 PFU5	Centre de transformació prefabricat PFU-5 PFU-5	1,000 u	13.157,00	13.157,00	
					<b>13.157,00</b>
04.02.02 CT-CL	Cel·la de línia Cel·la línia	1,000 u	3.861,00	3.861,00	
					<b>3.861,00</b>
04.02.03 CT-CP	Cel·la de protecció Cel·la proteccio	1,000 u	3.575,00	3.575,00	
					<b>3.575,00</b>
04.02.04 TRAFO2500	Transformador 2500 kVA Trafo 2500 kVA	1,000 u	56.874,00	56.874,00	
					<b>56.874,00</b>
<b>04.03</b>	<b>POSADA A TERRA CT</b>				
04.03.01 PBT05 PBT06 PBT07	Posada a terra exterior protecció Pica p.a.t. de 2m i 15 mm diàmetre Grapa connexió pica p.a.t. Cable Coure 0,6/1 kV 1x50 mm2 Cu	6,000 ud 6,000 ud 30,000 m	11,00 3,50 4,40	66,00 21,00 132,00	
					<b>219,00</b>
04.03.02 PBT05 PBT06 PBT07	Posada a terra exterior neutre Pica p.a.t. de 2m i 15 mm diàmetre Grapa connexió pica p.a.t. Cable Coure 0,6/1 kV 1x50 mm2 Cu	4,000 ud 4,000 ud 40,000 m	11,00 3,50 4,40	44,00 14,00 176,00	
					<b>234,00</b>

## QUADRE DE DESCOMPOSATS

CODI	RESUM	QUANTITAT UT	PREU	SUBTOTAL	IMPORT
<b>05</b>	<b>GESTIÓ DE RESIDUS</b>				
05.01	Gestió residus				
			u		
			Sense descomposició		
			<b>TOTAL PARTIDA .....</b>		<b>45.000,00</b>

## QUADRE DE DESCOMPOSATS

CODI	RESUM	QUANTITAT UT	PREU	SUBTOTAL	IMPORT
<b>06</b>	<b>SEGURETAT I SALUT</b>				
06.01	Seguretat i salut				
			u		
			Sense descomposició		
			<b>TOTAL PARTIDA .....</b>		<b>30.000,00</b>

## QUADRE DE DESCOMPOSATS

CODI	RESUM	QUANTITAT UT	PREU	SUBTOTAL	IMPORT
<b>07</b>	<b>PROJECTE AS-BUILT, LEGALITZACIÓ I POSADA EN MARXA</b>				
07.01	PROJECTE AS-BUILT, LEGALITZACIÓ I POSADA EN MARXA		u Sense descomposició		
		<b>TOTAL PARTIDA .....</b>			<b>6.790,76</b>

## 5.4 PRESSUPOST GENERAL

## PRESSUPOST

CODI	RESUM	QUANTITAT	PREU	IMPORT
<b>01</b>	<b>OBRA CIVIL</b>			
<b>01.01</b>	<b>OC LÍNEA AÈRIA MT</b>			
01.01.01	m3 Excavació de terreny per a cimentació suports Excavació de terreny per a cimentació suports de la línia aèria de mitja tensió.	15,08	18,54	279,58
01.01.02	m3 Formigó per a rases i pous de fonaments, HA-25/B/20/IIa Formigó HM-25/B/20/X0 fabricat en central i abocada des de camió, per a formació de sabata.	17,68	126,17	2.230,69
	<b>TOTAL 01.01</b> .....			<b>2.510,27</b>
<b>01.02</b>	<b>OC LÍNEA SUBTERRÀNIA MT</b>			
01.02.01	m3 Excavació de rasa per a pas de canalització Execució de rasa per a conducció de cablejat, en terreny compacte, amb excavadora i càrrega mecànica del material excavat.	625,00	37,89	23.681,25
	<b>TOTAL 01.02</b> .....			<b>23.681,25</b>
<b>01.03</b>	<b>OC PARC SOLAR FOTOVOLTAIC</b>			
01.03.01	m2 Moviment de terres. Neteja i desbrossament del terreny Desbrossament i neteja del terreny, amb mitjans mecànics.	2.827,30	2,01	5.682,87
01.03.02	m2 Aplanament del terreny Comprèn els treballs necessaris per retirar de les zones previstes per a la instal·lació fotovoltaica: arbres, plantes, tocones, malesa, brossa, fustes caigudes, runes, escombraries o qualsevol altre material existent, fins a una profunditat no menor que l'espessor de la capa de terra vegetal, considerant com mitjana 25 cm. Fins i tot transport de la maquinària, càrrega a camió transport a abocador autoritzat i pagament del cànon corresponent.	2.827,30	0,61	1.724,65
01.03.03	m Tancat perimetral parcel·la Realització de tancat perimetral de la parcel·la amb malla cinètica 200/20/15 subjecta sobre pals metàl·lics de xapa sobre una sabata de formigó de 30x30x50 cm cada 3 metres, existint 30 metres de distància màxima entre els pals de reforç. Hi haurà una alçada lliure al terra de 15 cm, amb buits de 300 cm2 per al pas de petits mamífers.	1.530,00	24,99	38.234,70
01.03.04	u Edificis prefabricats emmagatzematge inversors	2,00	5.432,79	10.865,58
	<b>TOTAL 01.03</b> .....			<b>56.507,80</b>

## PRESSUPOST

CODI	RESUM	QUANTITAT	PREU	IMPORT
<b>01.04</b>	<b>OC CENTRES DE TRANSFORMACIÓ</b>			
01.04.01	m2 Capa de formigó de neteja, per a disposició de mòdul prefabricat Capa de formigó de neteja preparat H-100, de consistència plàstica, mida màxima de l'àrid 40 mm i 7 cm de gruix, a la base de la fonamentació, transportat i lloc en obra	77,22	63,53	4.905,79
01.04.02	m3 Fonaments Edificis prefabricats	43,24	1.345,97	58.199,74
				<hr/>
TOTAL 01.04.....				63.105,53
TOTAL 01.....				145.804,85

## PRESSUPOST

CODI	RESUM	QUANTITAT	PREU	IMPORT
<b>02</b>	<b>PARC SOLAR FOTOVOLTAIC</b>			
<b>02.01</b>	<b>CAPTACIÓ FOTOVOLTAICA</b>			
02.01.01	u Mòdul fotovoltaic CanadianSolar CS7N-670MS Subministrament i muntatge de mòdul solar fotovoltaic, de 670 Wp i dimensions 2384×1303x35 mm, de la marca CANADIAN SOLAR o similar, model HiKu7 Mono PERC CS7N-670MS.	7.600,00	198,79	1.510.804,00
<b>TOTAL 02.01</b> .....				<b>1.510.804,00</b>
<b>02.02</b>	<b>CABLEJAT I CANALITZACIONS</b>			
02.02.01	m Cable RV-K 0,6/1kV 4 mm2	18.120,00	0,63	11.415,60
02.02.02	m Cable RV-K 0,6/1kV 6 mm2 Subministrament i instal·lació de cable unipolar solar de tensió assignada 0,6/1 kV, amb conductor de coure RV-K de 6 mm2 de secció.	4.860,00	1,90	9.234,00
02.02.03	m Cable RV-K 0,6/1kV 150 mm2 Subministrament i instal·lació de cable unipolar solar de tensió assignada 0,6/1 kV, amb conductor de coure RV-K de 150 mm2 de secció.	550,00	15,82	8.701,00
02.02.04	m Cable RV-K 0,6/1kV 240 mm2 Subministrament i instal·lació de cable unipolar solar de tensió assignada 0,6/1 kV, amb conductor de coure RV-K de 240 mm2 de secció.	3.910,00	22,34	87.349,40
02.02.05	m Cable RV-K 0,6/1kV 400 mm2 Subministrament i instal·lació de cable unipolar solar de tensió assignada 0,6/1 kV, amb conductor de coure RV-K de 400 mm2 de secció.	400,00	29,59	11.836,00
02.02.06	m Tub corbale corrugat 63 mm Subministrament i instal·lació de tub corrugat de PVC de 63mm2 de diàmetre.	4.460,00	5,66	25.243,60
02.02.07	m Tub corbale corrugat 90 mm Subministrament i instal·lació de tub corrugat de PVC de 90mm2 de diàmetre.	400,00	5,92	2.368,00
<b>TOTAL 02.02</b> .....				<b>156.147,60</b>
<b>02.03</b>	<b>ESTRUCTURA SUPORT</b>			
02.03.01	u Estructura mòduls FV per a dues fileres en vertical Subministrament i muntatge de l'estructura de suport d'alumini amb triangles inclinats de 20° per a dos panells fotovoltaics remuntats en vertical. Inclou cargoleria d'acer inoxidable i tots els elements necessaris per al seu muntatge, així com la col·locació dels mòduls a les estructures metàl·liques segons sistema de muntatge autoritzat pel fabricant del moduls a les estructures metàl·liques segons sistema de muntatge autoritzat pel fabricant del mòdul.	1.520,00	437,27	664.650,40

## PRESSUPOST

CODI	RESUM	QUANTITAT	PREU	IMPORT
<b>TOTAL 02.03.....</b>				<b>664.650,40</b>
<b>02.04</b>	<b>INVERSORS I STRINGBOX</b>			
02.04.01	u Inversor Subministrament i instal·lació d'inversor fotovoltaic de 2500 kVA, per a la connexió a xarxa trifàsica, transformant el corrent continu de generació fotovoltaica en corrent altern. Inclosa protecció contra sobretensions (CA), dispositiu de desconexió del costat de entrada, protecció anti-illa, protecció contra sobreintensitat (CA), interruptor d'interconnexió, protecció de fallada d'arc i monitorització de corrent residual. Inclosa instal·lació, muntatge i programació.	2,00	38.756,00	77.512,00
02.04.02	u Caixes d'strings Subministrament i instal·lació de caixes d'agrupació de strings.	32,00	218,33	6.986,56
<b>TOTAL 02.04.....</b>				<b>84.498,56</b>
<b>02.05</b>	<b>PROTECCIONS CC</b>			
02.05.01	u Fusible 25 A Fusible per protecció de circuits CC per a instal·lació fotovoltaica, de tipus gPV integrat en connector mascle-femella MC4 i calibre 25A, muntat. Inclou totalitat d'accessoris, part proporcional de petit material, elements de seguretat, gestió de residus generats, etc.	32,00	2,03	64,96
02.05.02	u Seccionador 400 A Seccionador per protecció de circuits CC per a instal·lació fotovoltaica, de 400 A.	32,00	244,28	7.816,96
02.05.03	u Fusible 400 A Fusible per protecció de circuits CC per a instal·lació fotovoltaica, de tipus gPV integrat en connector mascle-femella MC4 i calibre 400A, muntat. Inclou totalitat d'accessoris, part proporcional de petit material, elements de seguretat, gestió de residus generats, etc.	32,00	21,22	679,04
<b>TOTAL 02.05.....</b>				<b>8.560,96</b>
<b>02.06</b>	<b>POSADA A TERRA</b>			
02.06.01	u Sistema de posada a terra Subministrament i muntatge de tots els elements necessaris per a la posada a terra, mitjançant la connexió a terra amb piques d'acer i conductor de cobre nu de 50 mm <sup>2</sup> de secció.	1,00	3.211,78	3.211,78
<b>TOTAL 02.06.....</b>				<b>3.211,78</b>
<b>TOTAL 02.....</b>				<b>2.427.873,30</b>

## PRESSUPOST

CODI	RESUM	QUANTITAT	PREU	IMPORT
<b>03</b>	<b>LINEA DE DISTRIBUCIÓ</b>			
<b>03.01</b>	<b>LINEA AÈRIA MT</b>			
03.01.01	u Suports gelosía recte Suports gelosía recte, amb altura (m) i esforç nominal (daN) segons número de suport, encastat en dau de formigó a terra.	8,00	1.244,78	9.958,24
03.01.02	m Conductors LA-110 (94-AL1/22-ST1A) Línia elèctrica aèria d'Alta Tensió amb circuit trifàsic de conductor compost de filferros d'alumini AL1 i ànima d'acer galvanitzat ST1A amb recobriments de zinc classe A. La secció dels filferros d'AL1 és de 94 mm <sup>2</sup> i la dels filferros d'acer ST1A de 22 mm <sup>2</sup> , segons UNE-EN 50182 (Codi antic: LA-110), inclosa estesa, formació de ponts i empalmaments, tensat i retencionat.	2.505,00	5,00	12.525,00
03.01.03	u Conversió Aeri-Subterràni	2,00	1.713,58	3.427,16
	<b>TOTAL 03.01</b> .....			<b>25.910,40</b>
<b>03.02</b>	<b>LINEA SUBTERRÀNIA MT</b>			
03.02.01	m Conductor AI RHZ1 18/30 kV 1x240 mm <sup>2</sup> Línia elèctrica de MT de composició 3x1x240 mm <sup>2</sup> , constituïda per cables unipolars de designació UNE RHZ1 18/30kV de 240 mm <sup>2</sup> de secció, amb conductor d'alumini, aïllament de polietilè reticulat (XLPE), pantalla metàl·lica i coberta exterior de poliolefina termoplàstica (Z1), soterrada.	11.448,00	25,02	286.428,96
03.02.02	m Tub corbale de polietilè 200 mm Tub corbale corrugat de polietilè, de doble capa, llisa la interior i corrugada l'exterior, de 200 mm de diàmetre nominal, aïllant i no propagador de la flama, resistència a l'impacte de 40 J, resistència a compressió de 450 N, muntat com a canalització soterrada.	1.272,00	19,52	24.829,44
03.02.03	u Pericó prefabricat de formigó Pericó de pas enterrada, prefabricada de formigó, de dimensions interiors 40x40x50 cm, sobre solera de formigó en massa HM-20/B/20/X0 de 20 cm de gruix, amb marc i tapa prefabricats de formigó armat i tancament hermètic al pas de les olors mefítics.	4,00	71,56	286,24
	<b>TOTAL 03.02</b> .....			<b>311.544,64</b>
	<b>TOTAL 03</b> .....			<b>337.455,04</b>

## PRESSUPOST

CODI	RESUM	QUANTITAT	PREU	IMPORT
<b>04</b>	<b>CENTRES DE TRANSFORMACIÓ</b>			
<b>04.01</b>	<b>CENTRE DE TRANSFORMACIÓ 1</b>			
04.01.01	u Centre de transformació prefabricat PFU-5 Edifici prefabricat de superfície de formigó de construcció monobloc de tipus PFU-5, de dimensions exteriors 6080mm (llarg) x 2380mm (fons) x 2780mm (alçada vista), inclòs xarxa de terres interior i enllumenat.	1,00	13.157,00	13.157,00
04.01.02	u Cel·la de línia Cel·la de línia del tipus cgm.3-l, tall i aïllament íntegre a SF6, interruptor rotatiu III amb connexió-seccionament-posada a terra. Sistema modular de Vn=25kV, In=630A/20kA. Amb comandament manual. Inclou 3 captadors capacitius i 3 bornes M400TB. Cel·la núm. 1 i 2.	2,00	3.861,00	7.722,00
04.01.03	u Cel·la de protecció Cel·la de protecció amb interruptor automàtic cgm.3-v, aïllament íntegre a SF6, seccionador trifàsic amb connexió-seccionament-posada a terra. Interruptor trifàsic de tall en buit, Vn=25kV, In=630A/20kA. Amb comandament manual tipus AV. Inclou relé ekor.rpg (50-51/50N-51N), 3TI 300/1A, cl.5P20 i 3 captadors capacitius. Cel·la núm. 3.	2,00	3.575,00	7.150,00
04.01.04	u Cel·la de mesura	1,00	1.719,40	1.719,40
04.01.05	u Transformador 2500 kVA Transformador trifàsic de 2500 kVA de potència: tensió del primari 25 kV, tensió secundari 420 V, grup de connexió Dyn11.	1,00	56.874,00	56.874,00
	<b>TOTAL 04.01</b> .....			<b>86.622,40</b>
<b>04.02</b>	<b>CENTRE DE TRANSFORMACIÓ 2</b>			
04.02.01	u Centre de transformació prefabricat PFU-5 Edifici prefabricat de superfície de formigó de construcció monobloc de tipus PFU-5, de dimensions exteriors 6080mm (llarg) x 2380mm (fons) x 2780mm (alçada vista), inclòs xarxa de terres interior i enllumenat.	1,00	13.157,00	13.157,00
04.02.02	u Cel·la de línia Cel·la de línia del tipus cgm.3-l, tall i aïllament íntegre a SF6, interruptor rotatiu III amb connexió-seccionament-posada a terra. Sistema modular de Vn=25kV, In=630A/20kA. Amb comandament manual. Inclou 3 captadors capacitius i 3 bornes M400TB. Cel·la núm. 1 i 2.	1,00	3.861,00	3.861,00
04.02.03	u Cel·la de protecció Cel·la de protecció amb interruptor automàtic cgm.3-v, aïllament íntegre a SF6, seccionador trifàsic amb connexió-seccionament-posada a terra. Interruptor trifàsic de tall en buit, Vn=25kV, In=630A/20kA. Amb comandament manual tipus AV. Inclou relé ekor.rpg (50-51/50N-51N), 3TI 300/1A, cl.5P20 i 3 captadors capacitius. Cel·la núm. 3.	1,00	3.575,00	3.575,00

## PRESSUPOST

CODI	RESUM	QUANTITAT	PREU	IMPORT
04.02.04	u Transformador 2500 kVA Transformador trifásic de 2500 kVA de potència: tensió del primari 25 kV, tensió secundari 420 V, grup de connexió Dyn11.	1,00	56.874,00	56.874,00
<b>TOTAL 04.02</b> .....				<b>77.467,00</b>
<b>04.03</b>	<b>POSADA A TERRA CT</b>			
04.03.01	u Posada a terra exterior protecció Preses a terra exterior ferramentes per al nou centre de transformació, inclou: 4 piquetes de 2.0 m. de llarg 14.6 mm. de diàmetre; 6 grapes unió piqueta-cable Cu-Nu i anell de Cu nu de 1x50 mm <sup>2</sup> de secció, subministrament i col·locació en rasa existent.	2,00	219,00	438,00
04.03.02	u Posada a terra exterior neutre Preses a terra exterior per al neutre del nou centre de transformació: 4 piquetes de 2.0 m. de llarg 14.6 mm. de diàmetre; 6 grapes unió piqueta-cable Cu-Nu; cable aïllat tipus RV de 1x50 mm <sup>2</sup> de secció 0.6/1 Kv de Cu per portar la presa de terra a 15 m mínims de distància del CT i cable de Cu nu de 1x50 mm <sup>2</sup> de secció entre piquetes, subministrament i col·locació en rasa existent.	2,00	234,00	468,00
<b>TOTAL 04.03</b> .....				<b>906,00</b>
<b>TOTAL 04</b> .....				<b>164.995,40</b>

## PRESSUPOST

CODI	RESUM	QUANTITAT	PREU	IMPORT
<b>05</b>	<b>GESTIÓ DE RESIDUS</b>			
05.01	u Gestió residus	1,00	45.000,00	45.000,00
	<b>TOTAL 05.....</b>			<b>45.000,00</b>

## PRESSUPOST

CODI	RESUM	QUANTITAT	PREU	IMPORT
<b>06</b>	<b>SEGURETAT I SALUT</b>			
06.01	u Seguretat i salut	1,00	30.000,00	30.000,00
	<b>TOTAL 06.....</b>			<b>30.000,00</b>

## PRESSUPOST

CODI	RESUM	QUANTITAT	PREU	IMPORT
<b>07</b>	<b>PROJECTE AS-BUILT, LEGALITZACIÓ I POSADA EN MARXA</b>			
07.01	u PROJECTE AS-BUILT, LEGALITZACIÓ I POSADA EN MARXA	3,00	6.790,76	20.372,28
	<b>TOTAL 07.....</b>			<b>20.372,28</b>
	<b>TOTAL.....</b>			<b>3.171.500,87</b>

## 5.5 RESUM DEL PRESSUPOST

## RESUM DE PRESSUPOST

CAPÍTOL	RESUM	IMPORT	%
01	OBRA CIVIL.....	145.804,85	4,60
02	PARC SOLAR FOTOVOLTAIC.....	2.427.873,30	76,55
03	LINEA DE DISTRIBUCIÓ.....	337.455,04	10,64
04	CENTRES DE TRANSFORMACIÓ.....	164.995,40	5,20
05	GESTIÓ DE RESIDUS.....	45.000,00	1,42
06	SEGURETAT I SALUT.....	30.000,00	0,95
07	PROJECTE AS-BUILT, LEGALITZACIÓ I POSADA EN MARXA.....	20.372,28	0,64
	<b>PRESSUPOST D' EXECUCIÓ MATERIAL</b>	<b>3.171.500,87</b>	
	13,00 % Despeses generals .....	412.295,11	
	6,00 % Benefici industrial .....	190.290,05	
	Suma.....	602.585,16	
	<b>PRESSUPOST BASE DE LICITACIÓ SENSE IVA</b>	<b>3.774.086,03</b>	
	21% IVA .....	792.558,07	
	<b>PRESSUPOST BASE DE LICITACIÓ</b>	<b>4.566.644,10</b>	

Puja el pressupost l'esmentada quantitat de CUATRO MILLONES QUINIENTOS SESENTA Y SEIS MIL SEISCIENTOS CUARENTA Y CUATRO EUROS amb DIEZ CÉNTIMS

, 9 de juny de 2023.