



AGRI-ENERGIA ELÈCTRICA, SA.

PROJECTE :

Nova Línia Elèctrica d'Alta Tensió 25 kV LAT 916 "El Reclau", enllaç CT-070 "Martí de l'Oli" amb CT-187 "Gasolinera de Serinyà" i reforma del CT-187 "Gasolinera de Serinyà", situats al terme municipal de SERINYÀ (Girona).



Banyoles, Juliol 2015

FITXA TÉCNICA

EMPRESA: AGRI-ENERGIA ELÈCTRICA, S.A.

PROJECTE: Nova Línia Elèctrica d'Alta Tensió 25 kV LAT 916 "El Reclau", enllaç CT-070 "Martí de l'Oli" amb CT-187 "Gasolinera de Serinyà" i reforma del CT-187 "Gasolinera de Serinyà", situats al terme municipal de SERINYÀ (Girona).

EXPEDIENTS REFORMATS: 61100/91 i 61101/91

CDMUN:

MUNICIPI: Serinyà

COMARCA: El Pla de l'Estany

LAT: LAT 916 "El Reclau"

CT: CT-187 "Gasolinera de Serinyà"

kV LAT: 25 **LAT-TIPUS:** Aèria / Subterrània **LONGITUD:** 666/407 m

SECCIÓ: 94-AL1/22-ST1A (UNE-EN 50182) (LA110 – 116,2 mm² AL-AC)

RHZ1-2OL 18/30 kV 1x240 mm² AL+H16

ORIGEN: - Suport 18 de la LAT 852 "Can Martí de l'Oli (12 a fi)"

FINAL: - Connexió CT 187 "Gasolinera de Serinyà"

NÚM. CIRCUÏTS: 1

ÍNDEX	pàg.
1. MEMÒRIA.....	5
1.1. OBJECTE DEL PROJECTE.....	5
1.2. MOTIU QUE GENERA EL PROJECTE.....	5
1.3. ÀMBIT D'APLICACIÓ DE LA INSTAL·LACIÓ.....	5
1.4. NORMATIVA APLICABLE.....	7
1.5. DESCRIPCIÓ DE LA NOVA LÍNIA D'ALTA TENSIÓ.....	8
1.6. DESCRIPCIÓ DE LES REFORMES DEL CENTRE TRANSFORMADOR.....	14
1.7. SEURETAT.....	20
1.8. TELECOMANDAMENT.....	21
1.9. CONCLUSIONS.....	22
2. CÀLCULS.....	23
2.1. CÀLCUL ELÈCTRIC DE LA LÍNIA D'ALTA TENSIÓ AÈRIA.....	23
2.2. CÀLCUL MECÀNIC DE LA LÍNIA D'ALTA TENSIÓ AÈRIA.....	31
2.3. CÀLCUL ELÈCTRIC DE LA LÍNIA D'ALTA TENSIÓ SUBTERRÀNIA.....	37
2.4. CÀLCUL MECÀNIC DE LA LÍNIA D'ALTA TENSIÓ SUBTERRÀNIA.....	41
2.5. CÀLCULS PER A LA REFORMA DEL CENTRE TRANSFORMADOR.....	41
3. PRESSUPOST.....	46
3.1. LÍNIA ELÈCTRICA D'ALTA TENSIÓ SUBTERRÀNIA.....	46
3.2. LÍNIA ELÈCTRICA D'ALTA TENSIÓ AÈRIA.....	46
3.3. REFORMES CENTRE TRANSFORMADOR.....	47
3.4. OBRA CIVIL.....	48
3.5. PROJECTE I DIRECCIÓ D'OBRA.....	48
3.6. TREBALLS COMPLEMENTARIS DE POSTA EN MARXA.....	49
4. PLEC DE CONDICIONS.....	50
4.1. CONDICIONS GENERALS.....	50
4.2. LÍNIA AT AÈRIA.....	50
4.3. LÍNIA AT SUBTERRÀNIA.....	51
4.4. ESTACIÓ TRANSFORMADORA.....	54
4.5. CONCLUSIÓ.....	54
5. ESTUDI BÀSIC DE SEURETAT I SALUT.....	55
5.1. MEMÒRIA INFORMATIVA.....	56
5.2. MEMÒRIA DESCRIPTIVA DE L'ESTUDI.....	56
5.3. TREBALLS DE DESCÀRREC D'INSTAL·LACIONS D'ALTA I BAIXA TENSIÓ.....	56
5.4. TREBALLS EN LÍNIES AÈRIES A ALÇADA.....	58
5.5. TREBALLS EN INTERIOR DE CENTRES TRANSFORMADORS.....	59
5.6. TREBALLS EN RASES PER ESTESA DE CABLES SUBTERRANIS.....	60

6. ANNEX. FULL DE CÀLCULS.....	62
6.1. DADES DELS CONDUCTORS.....	62
6.2. CÀLCUL DELS TENSES DELS CONDUCTORS.....	63
6.3. CÀLCUL ESFORÇ DELS SUPORTS	64
6.4. CÀLCUL DE LES CIMENTACIONS DELS SUPORTS	65
6.5. CÀLCUL DE LES TENSIONS DE PAS I CONTACTE	66

1. MEMÒRIA

1.1. OBJECTE DEL PROJECTE.

L'objecte del present projecte és la descripció de les principals característiques tècniques de LA INSTAL·LACIÓ D'UNA NOVA LÍNIA ELÈCTRICA D'ALTA TENSIÓ, a fi de demanar l'oportuna autorització administrativa, per part del Servei Territorial del Departament d'Economia i Finances de la Generalitat de Catalunya.

1.2. MOTIU QUE GENERA EL PROJECTE

Dins el Pla de Millora de la Qualitat en el Subministrament de l'Empresa, figuren diverses actuacions sobre les seves infraestructures elèctriques, entre les quals s'inclou millorar la connexió elèctrica al nucli de Serinyà, que actualment es troba alimentat per una sola línia.

Amb la nova línia d'Alta Tensió projectada s'anellarà, automatitzarà i adequarà tecnològicament la xarxa i instal·lacions d'Alta Tensió al nucli de Serinyà, amb una potència instal·lada de 2.675 kVA.

En aquest sentit s'estableixen en els punts considerats estratègics, elements de telecontrol i telecomandament de la xarxa. Un d'aquest punts és centre transformador "Gasolinera de Serinyà" (187) amb expedient 61101/91.

La nova línia passarà a formar part de la xarxa existent d'alta tensió d'AGRI-ENERGIA ELÈCTRICA, SA.

1.3. ÀMBIT D'APLICACIÓ DE LA INSTAL·LACIÓ

1.3.1. TITULAR

El titular, propietari de les instal·lacions que es projecten, serà l'empresa AGRI-ENERGIA ELÈCTRICA SA, amb seu social al Carrer Girona, 155 de Banyoles (Girona).

1.3.2. SITUACIÓ

Les instal·lacions objecte del present projecte estan situades al Paratge de les Coves, dins el terme municipal de Serinyà. La seva situació exacta figura als plànols adjunts.

1.3.3. RELACIÓ DE PROPIETATS / ADMINISTRACIONS AFECTADES

A continuació es detalla una relació de les propietats afectades pel pas de la línia elèctrica de 25 kV projectada. Les principals servituds que cal constituir sobre elles són:

- Servitud de pas pel cablejat aeri d'una amplada d'11 m.
- Servitud de pas pel cablejat subterrani d'una amplada de 4 m.
- Autorització de tallada de massa forestal en tota l'amplada de la línia.
- Dret de pas i accés a tots els punts de la línia en qualsevol moment per qüestions de manteniment.
- Prohibició de construir qualsevol edificació dins la servitud de la línia.

PROPIETATS AFECTADES PEL PAS DE LA LÍNIA AÈRIA

Municipi	Polígon	Parcel·la	Ref. Cadastral	Afectació Línia Aèria (ml)	Afectació suports	% de bosc
Serinyà	1	73	17202A001000730000YM	103	2	0
Serinyà	1	74	17202A001000740000YO	110	0	11
Serinyà	1	109	17202A001001090000YI	226	3	62
Serinyà	1	105	17202A001001050000YK	227	3	0
RESUM DE LA LÍNIA AÈRIA						
				Longitud total	Número de suports	m² de bosc
				666	8	1.672

ADMINISTRACIONS AFECTADES

Per tal d'obtenir les autoritzacions administratives per part del Departament d'Indústria de la Generalitat de Catalunya, cal demanar una sèrie de permisos a totes les administracions afectades:

Organisme	Tipus afectació / Llicència	Tipus de línia	Descripció	Situació UTM (x;y)
Agència Catalana de l'Aigua (ACA)	Creuament	Subterrània	Pas subterrani per la riera Serinyadell	479.104 ; 4.668.326
Ajuntament de Serinyà	Línia 25 kV	407 ml subterranis	Llicència general d'obres	
Ajuntament de Serinyà	Línia 25 kV	666 ml aeris	Llicència general d'obres	

1.4. NORMATIVA APLICABLE

Per la redacció del present projecte s'han tingut en compte les següents normatives:

- Reglament sobre condicions tècniques i garanties de seguretat en línies elèctriques d'alta tensió i les seves ITCs (*Reial Decret 223/2008 de 15 de febrer*).
- Reglament sobre condicions tècniques i garanties de seguretat en Centrals elèctriques, subestacions i centres de transformació e instruccions tècniques complementaries (*Reial Decret 3275/1982 de 12 de novembre*).
- Decret 120/1992 pel que es regulen les condicions que han de complir les proteccions a instal·lar entre les xarxes dels diferents subministraments públics que recorren pel subsòl.
- Decret 196/1992 pel que es modifica el Decret 120/1992 pel qual es regulen les condicions que han de complir les proteccions a instal·lar entre les xarxes dels diferents subministraments públics que recorren pel subsòl.
- Reglament electrotècnic de baixa tensió i instruccions tècniques complementaries (*Reial Decret 842/2002 de 2 d'agost*).
- Activitats de transport, distribució, comercialització, subministres i procediments d'autorització d'instal·lacions d'energia elèctrica (*Reial Decret 1955/2000 d'1 de desembre*).
- Reial Decret 222/2008, pel que s'estableix el règim retributiu de l'activitat de distribució d'energia elèctrica.
- Decret 328/92 (DOGC) Pla d'espais d'interès natural.
- Reial Decret 1432/2008, pel qual s'estableixen mesures per la protecció de l'avifauna contra la col·lisió i electrocució en línies elèctriques d'alta tensió.
- Resolució MAH 3627/2010, per la qual es delimiten les àrees prioritàries de reproducció, alimentació, dispersió i concentració local de les espècies d'aus amenaçades a Catalunya, i es dona publicitat de les zones de protecció per a l'avifauna amb la finalitat de reduir el risc d'electrocució i col·lisió amb les línies elèctriques d'alta tensió.
- Resolució AAM 1061/2013, per la qual es revisen les fases d'acord amb les quals s'han de corregir les línies elèctriques aèries d'alta tensió que no s'ajusten a les prescripcions tècniques que disposa el Reial decret 1432/2008.
- Disposicions mínimes per a la protecció de la salut i la seguretat dels treballadors davant el risc elèctric. (*Reial Decret 614/2001*).
- Ordenança general de seguretat i higiene en el treball (OGHT).
- Normes UNE d'obligat compliment.
- S'acompanya Estudi Bàsic de Seguretat i Salut.

1.5. DESCRIPCIÓ DE LA NOVA LÍNIA D'ALTA TENSIÓ

El nucli de Serinyà es troba connectat a la xarxa elèctrica per un sol punt, a través d'una línia d'Alta Tensió aèria. Aquest fet, provoca que actualment el nucli estigui en antena. En conseqüència, els abonats que en deriven estan sota un major risc de quedar afectats per una interrupció del subministrament elèctric.

Per tal de millorar el subministrament, es preveu unir el Centre Transformador més al sud de la població amb la línia elèctrica més pròxima al nucli. Per a realitzar aquest enllaç i permetre subministrar electricitat a través de dues línies diferenciades elèctricament i geogràficament, cal la construcció d'una nova línia elèctrica d'Alta Tensió que uneixi els dos punts anteriorment descrits.

El tram aeri partirà del suport núm. 18 de la LAT 852 "Can Martí de l'Oli (12 a fi)", pròxim al CT-070, i serà d'aproximadament 666 m, que discorrerà per terrenys privats de conreu i bosc. A l'arribar a les proximitats del nucli urbà de Serinyà finalitzarà en un suport, on es realitzarà la conversió per connectar amb el traçat subterrani de la línia, d'aproximadament 407 m, i que discorrerà enterrada per carrers públics fins arribar al Centre Transformador núm. 187 "Gasolinera de Serinyà". El present projecte contempla també la reforma interior i millora tecnològica de l'aparellatge del centre de transformació final de línia, CT-187 "Gasolinera de Serinyà", per tal de poder permetre la connexió de la nova línia AT. El recorregut exacte de la modificació i els punts de connexió figuren als plànols adjunts.

Aquesta operació permetrà portar a la pràctica una millor interconnexió de la població de Serinyà amb la xarxa ja existent.

La nova línia serà la LAT 916 "El Reclau" i passarà a formar part de la xarxa de distribució d'Alta Tensió d'AGRI-ENERGIA ELÈCTRICA, SA.

1.5.1. CONVERSIÓ AÉREA / SUBTERRÀNIA

Es realitzarà al suport núm. 7 de la nova LAT 916, on s'instal·larà un suport tipus torre metàl·lica de conversió, i a partir d'aquí s'iniciarà el canvi del traçat aeri pel subterrani, que finalitza amb la connexió al CT-187 "Gasolinera de Serinyà".

A l'apartat de plànols es pot veure la situació exacte de la torre de conversió.

1.5.2. CARACTERÍSTIQUES DE LES LÍNIES

TRAM AERI :

La reforma de la instal·lació preveu modificar les condicions de treball de la LAT 852 “Can Martí de l’Oli (12 a fi)” aèria existent, al suport núm. 18, on es substituirà l’actual punt de suport de línia, per una torre metàl·lica de derivació.

La secció dels cables aeris serà de 116,2 mm² d’AL-AC (LA110) tipus 94-AL1/22-ST1A (UNE-EN 50182). Per una tensió nominal de 25 kV.

A continuació s’indiquen les principals característiques de la línia:

Tipus de muntatge:	Aeri despullat
Classe de corrent:	Altern, Trifàsic a 50 Hz
Tensió de servei:	25 kV
Conductors:	94-AL1/22-ST1A (UNE-EN 50182) (LA110 – 116,2 mm ² AL-AC)
Origen :	Suport núm.18 de la LAT 852 “Can Martí de l’Oli (12 a fi)”
Final:	Suport de conversió núm. 7 de la nova LAT 916 “El Reclau”
Longitud total:	666 m
Traçat:	Veure plànols adjunts

TRAM SUBTERRANI :

Els conductors seran unipolars, d’alumini amb aïllament d’etilè-propilè amb pantalla formada per múltiples fils de coure o per pantalla metàl·lica de coure enrotllada en forma d’hèlix.

Aquesta pantalla es connectarà, als seus extrems, al terra de protecció de les estacions transformadores i/o suports de conversió. Alhora, els conductors actius disposaran de les adequades terminacions amb terminal bimetàl·lic per la seva connexió.

S’utilitzarà conductor d’alumini aïllat de forma circular compacta, camp elèctric radial, amb un aïllament sec termoestable, segons la norma UNE-EN 21.022.

Tipus:	Cable d’alta tensió subterrani segons UNE-21.022
Material:	Alumini
Designació:	Cable RHZ1-2OL 18/30 kV 1x240 mm ² AL+H16
Tensió nominal:	18/30 kV
Coberta exterior:	Compost de Poliolefina (Z1)

Marques a la coberta:	Fabricant Aïllament pantalla i tipus de coberta Tensió nominal del cable Secció i naturalesa del conductor Secció de la pantalla Any de fabricació
Pantalla metàl·lica:	Designació H, fils de Cu en hèlix $S=16 \text{ mm}^2$ Contraespira cinta de Cu=0,1 m en hèlix oberta
Pantalla semiconductora:	Cable de triple extrusió, semiconductora de fàcil pelat
Secció:	240 mm^2
Diàmetre de corda:	19,5 mm
Diàmetre total:	41,5 mm
Espessor aïllament:	8 mm
Intensitat admissible:	410 A (enterrat)
Pes aproximat:	2.095 kg/km

A continuació s'indiquen les principals característiques de la línia que es projecta:

Tipus de muntatge:	Conducció aïllada en rasa subterrània
Classe de corrent:	Altern, Trifàsic a 50 Hz
Tensió de servei:	25 kV
Conductors:	18/30 kV – RHZ1 1x240 mm ² AL
Origen :	Suport de conversió núm. 7 de la nova LAT 9 “El Reclau”
Final:	Connexió al CT-187 “Gasolinera de Serinyà”
Longitud total:	407 m
Traçat:	Veure plànols adjunts

1.5.3. INSTAL·LACIÓ

La línia aèria partirà del suport número 18 de la LAT 852 “Can Martí de l’Oli (12 a fi)”, que es substituirà per una torre de derivació, del tipus metàl·lica. El següent suport serà el primer de la nova LAT projectada i serà el núm. 1 de la LAT 916 “El Reclau”.

El tram aeri recorrerà 666 m a través de terrenys de conreu i bosc, i finalitzarà al suport número 7 de la nova LAT 916 “El Reclau”, on es realitzarà la conversió subterrània. En aquest punt s’iniciarà el tram de línia subterrània que transcorrerà per vials públics, fins arribar a l’entrada del CT, on es connectarà al nou aparellatge.

La línia subterrània i les connexions romandran a una fondària no inferior a 0,6 m en vorera ó 0,8 m en carrer. En tot moment es procurarà guardar les distàncies respecte els altres possibles serveis, i en cas d’impediment, aquesta profunditat es podrà veure reduïda sempre que s’emprin proteccions mecàniques complementàries.

El fons de la rasa que ha de rebre els cables, serà llis i estarà lliure de arestes vives, pedres i altres objectes que puguin malmetre els conductors. Els cables aniran immersos en una capa de sorra de 30 cm o més de gruix (10 cm sota els cables i 20 cm sobre els cables), o bé dins tub. Al cim es col·locarà una placa de PVC de protecció homologada, cinta de senyalització de PVC de 20 cm, per sobre de la protecció, reomplert i compactació.

1.5.4. DESCRIPCIÓ DEL TRAÇAT DE LA LÍNIA SUBTERRÀNIA

Partirà del suport de conversió núm. 7 de la nova LAT 916, i recorrerà diversos carrers públics a través de la calçada fins al Centre Transformador núm. 187 “Gasolinera de Serinyà”. En un punt pròxim a aquest CT, es realitzarà un creuament de la riera de Serinyadell per sota. Els detalls de la travessera figuren als plànols adjunts.

Un cop al CT, els conductors circularan dins tub de Ø200 mm de PVC corrugat fins al seu interior on es connectaran a l’aparellatge tipus cabines aïllades

A diferència de l’actual traçat que deixava el transformador en antena, el traçat subterrani farà que una nova LAT arribin directament al CT, permetent des del seu interior poder seccionar les dues línies o connectar-les. Aquesta nova connexió permetrà el subministrament d’electricitat al nucli de Serinyà des d’un nou punt de la xarxa.

La fondària de l’entrada i sortida de conductors serà de 0,6 m o superior. En cas d’impediment, aquesta profunditat es podrà veure reduïda sempre que s’emprin proteccions mecàniques complementàries.

ESTESA DE CABLE EN TUB

Es col·locarà només un circuit trifàsic per cada tub.

Es protegirà convenientment la boca del tub per evitar danys a la coberta del cable durant l'estesa del cable. Un cop instal·lat es procurarà calçar el cable a les boques del tub de forma que el cable no reposi sobre el final de tub. Abans d'instal·lar els cables es netejaran els tubs per assegurar que no hi hagi brutícia que puguin fer malbé el cable i que els diferents tubs estiguin correctament alineats.

Quan la temperatura ambient sigui inferior a 0°C, degut a l'extrema rigidesa que agafa el cable aquest pot malmetre's. Es procurarà no fer cap manipulació ni estesa del cable sota aquestes condicions.

1.5.5. POSTA A TERRA

Les pantalles de cadascun dels cables subterranis es connectaran al terra de protecció existent en cada una de les instal·lacions interconnectades.

Quan s'enllaci una subestació amb un altre instal·lació, centre de distribució o transformació, la pantalla dels cables subterranis no es connectarà a terra pel costat de la subestació.

1.5.6. PROTECCIONS ELÈCTRIQUES

PROTECCIÓ CONTRA SOBREINTENSITATS

Els cables estaran degudament protegits contra els efectes tèrmics i dinàmics que puguin originar-se a causa de les sobreintensitats previsibles en les xarxes de distribució.

Per a protegir els cables contra les sobreintensitats, s'utilitzaran interruptors automàtics associats a relés de protecció (intensitat de fase i homopolar). Els interruptors automàtics i sensors dels relés estaran ubicats a la capçalera de la línia.

Les proteccions ens garantiran l'eliminació de les possibles faltes, en un temps que impedeixi que la temperatura a la que arribin els cables durant la falta, no els danyi.

PROTECCIÓ CONTRA SOBRECÀRREGES

Per garantir una vida útil dels cables, es recomanable que un cable en servei permanent no tingui una sobrecàrrega superior al 25% durant una hora com a molt, així com, que l'interval entre dues sobrecàrregues successives sigui superior a 6 hores. El número total d'hores de sobrecàrrega serà com a màxim de 100 per any, i menys de 500 durant la seva vida útil.

1.5.7. UNIONS

Es procurarà fer les línies subterrànies d'una sola tramada, sense connexions/unions, però en cas de ser necessàries, aquestes romandran a una fondària no inferior a 0,8 m en vorera ó 1 m en calçada. En tot moment es procurarà guardar les distàncies respecte els altres possibles serveis i, en cas d'impediment, aquesta profunditat es podrà veure reduïda sempre que s'emprin proteccions mecàniques complementàries.

En cap cas s'admetran derivacions en "T".

Els accessoris hauran de ser adequats a la naturalesa del cable que s'instal·la, i en el cas de les unions, aquestes no augmentaran la resistència elèctrica del conductor. Es practicaràn totes les connexions sense tensió a la instal·lació i amb les postes a terra instal·lades.

Segons norma de la companyia caldrà utilitzar el tipus de connexió habitual:

Tyco-Raychem Outdoor EPKJ-36C/1XU-1XU P/C240

1.6. DESCRIPCIÓ DE LES REFORMES DEL CENTRE TRANSFORMADOR

1.6.1. ESTAT ACTUAL INSTAL·LACIONS

El centre transformador CT-187 "Gasolinera de Serinyà" és de tipus caseta d'obra, formant un local integrat a l'aparcament del propi edifici.

Les seves característiques bàsiques són:

- Caseta convencional d'obra amb parets de tancament d'obra ceràmica.
- L'obra civil del centre transformador té orientativament les següents característiques:

Superfície interior del centre:	13,69 m ²
Alçada útil interior:	6 m
Tipus de construcció:	Obra

La instal·lació elèctrica a l'interior és del tipus convencional, amb vareta de coure despallada i elements de seccionament amb parts conductores despallades, muntats en alçada a la paret i protegits per una reixa metàl·lica.



Fig. Muntatge actual amb configuració convencional.

Aquest tipus d'aparellatge és d'accionament manual, amb perxa de maniobra i no té possibilitats d'adaptació a un accionament automàtic o remot.

1.6.2. CARACTERÍSTIQUES TÈCNIQUES DEL TRANSFORMADOR

S'ampliarà la potència disponible en el centre transformador, pel que la màquina actual, amb les següents característiques, es substituirà per una de més potència:

Tipus:	En bany d'oli
Potència:	160 kVA
Marca:	GEE
Primari:	25 kV
Secundari:	3x133/230 - 3x230/400 V
Nº Fabricació:	68.685
Ref. AEE:	688
Capacitat refrigerant:	300 kg

El transformador que s'instal·la tindrà les següents característiques tècniques:

Tipus:	En bany d'oli
Potència:	1000 kVA
Marca:	-
Primari:	25 kV
Secundari:	3x133/230 - 3x230/400 V
Nº Fabricació:	-
Ref. AEE:	-
Capacitat refrigerant:	- kg

En el moment de la redacció del present projecte es desconeixen les característiques del transformador que s'instal·larà. En tot cas les seves dades figuraran en el certificat d'acabament d'obra i posta en marxa.

1.6.3. REFORMES

La distribució interior del centre quedarà definida pel volum del transformador AT/BT, que mantindrà la mateixa disposició actual; el local del quadre de proteccions de baixa tensió, que es substituirà per un quadre UNE-EN 60947 fases seccionables en càrrega; i l'espai de maniobra d'alta tensió, on es reformarà tot l'aparellatge existent.

S'instal·larà el nou aparellatge d'alta tensió, el sistema de control i l'alimentació en corrent continu, el que permetrà la seva maniobra malgrat la manca de subministrament elèctric.

La proposta de repartiment del nou aparellatge preveu suficient espai per a una futura ampliació de més elements.

S'amplia la capacitat del centre transformador per tal de poder instal·lar una màquina de fins a 1.000 kVA.

Les dimensions previstes compliran amb les mínimes reglamentaries que defineixen les amplades i altures lliures de passadís. Per més detall, veure plànols adjunts.

Aquesta instal·lació formarà part de la xarxa de distribució en AT (25.000V) d'AGRI-ENERGIA ELÈCTRICA, SA ja existent, a la qual es connectarà.

1.6.4. DIPÒSIT DE RECOLLIDA D'OLIS

Es disposarà d'una fossa de recollida d'oli integrada en el propi disseny del centre transformador amb revestiment resistent i estanc, amb un volum suficient per a poder recollir, en cas de fuga, la totalitat de l'oli del transformador. El recollidor, sota la cuba de transformador, estarà cobert amb grava per tal d'actuar com a tallafocs.

1.6.5. VENTILACIÓ

El centre transformador estarà degudament ventilat per evitar la formació de condensacions i reduir l'excés de temperatura a l'interior. La ventilació es portarà a terme per convecció natural a través de reixes, dissenyades per poder contenir un transformador de fins a 1000 kVA.

Les reixes exteriors tindran una forma que impedirà el pas de petits animals així com d'objectes metàl·lics que poguessin posar-se en contacte amb parts en tensió. A més s'observarà que la disposició sigui l'adient per evitar l'entrada d'aigua a l'interior.

Les dimensions i detalls constructius figuren als plànols adjunts.

1.6.6. INSTAL·LACIONS ELÈCTRIQUES

A l'interior del centre transformador podem distingir diferents tipus d'instal·lacions, la d'alta tensió, baixa tensió, serveis auxiliars i terres.

1.6.6.1. Instal·lació d'AT

Aquesta instal·lació formarà part de la xarxa de distribució en AT (25.000 V) d'AGRI-ENERGIA ELÈCTRICA, SA ja existent, a la qual es connectarà.

Es disposarà d'aparellatge tipus cabines blindades que unides formaran un conjunt de seccionadors i ruptor fusible connectat mitjançant barres. Totes les parts en tensió estaran protegides contra contactes accidentals i les envoltants metàl·liques que les continguin, connectades a terra. L'esquema unifilar de la instal·lació figura ens els plànols adjunts.

La connexió entre cabina i transformador es farà amb cable elèctric unipolar per MT, d'aïllament sec i apantallat, del tipus subterrani i de tensió nominal 18/30 kV, d'alumini i d'un mínim de 95 mm² de secció. La seva longitud serà d'uns 6,5 m aproximadament.

Els cables de les cabines de línia transcorreran per l'interior del centre transformador, per la part inferior del fals terra i sortiran a l'exterior per obertures situades a la part inferior de la caseta, per sota de la cota de superfície.

Les terminacions dels cables MT seran les adequades al tipus de cabines instal·lades i de la tensió i intensitats adients a les seves condicions de treball. Els terminals de connexió seran de tipus bimetàl·lic i estaran previstos pel sistema de punxonat amb premsa hidràulica.

Aparellatge Alta Tensió

Es muntarà una paramenta modular blindada en SF6, per aconseguir una instal·lació més compacta i segura, del tipus CGM 36kV de la marca ORMAZABAL o similar.

Les característiques principals són:

Tensió nominal:	36 kV
Intensitat nominal:	630 A
Tensió assaig 50 Hz (1 min):	70 kV
Tensió assaig ona xoc:	170 kV
Intensitat tèrmica (1 seg):	16 kA ef.
Intensitat dinàmica:	40 kA cresta
Ref. AEE:	-
Grau de protecció (UNE 20324):	IP-XX7

La incorporació d'un sistema automàtic d'actuació en cas d'incident, que permeti minimitzar l'afectació del servei elèctric en el nucli urbà, passarà per la introducció d'elements del tipus cabina que permetin la instal·lació d'un element telecomandat.

En aquest cas es tractarà d'un seccionador de línia. Aquest element, permet diferents combinacions de reposició del subministrament i dona continuïtat a la línia principal que passa pel centre.

Aquests elements poden integrar motorització per permetre el seu accionament remot, i s'instal·laran únicament en superfície.

Distingirem dos tipus de cel·la blindada, l'anomenada "CEL·LA DE LÍNIA" i la "CEL·LA DE PROTECCIÓ DEL TRANSFORMADOR".

CEL·LA DE LÍNIA

És una envoltant metàl·lica que conté un interruptor – seccionador tripolar, amb tall en SF6, amb accionament manual.

El conjunt conté:

- 1 Seccionador de posta a terra de connexió brusca amb comandament per palanca integrada en la caràtula.
- 3 Aïlladors capacitius per alimentació de làmpades de senyalització de presència de tensió (col·locades a la caràtula).
- Enclavaments mecànics entre el comandament del seccionador i el sistema de posta a terra que assegurin la impossibilitat de connexió simultània dels seccionadors de línia i de posta a terra.

En cas d'una sobrepressió interna provocada per l'encebat d'un arc, existeix una vàlvula d'escapament a la part posterior de l'envoltant que garanteix la seguretat de l'operador que maniobra des de la part frontal.

CEL·LA DE PROTECCIÓ DEL TRANSFORMADOR

És una envoltant metàl·lica que conté un interruptor – seccionador tripolar, amb tall en SF6, amb accionament manual i acumulació d'energia per la desconexió automàtica en cas de fusió dels fusibles associats o per actuació sobre bobina de desconexió.

Conté un joc de tres sòcols portafusibles pel tipus UNE-EN 60282-1:2007 d'alt poder de ruptura i 36 kV de tensió màxima. D'aquest element surten els cables unipolars d'aïllament sec cap al transformador.

Aquest element conté :

- 1 Interruptor-Seccionador de tres posicions (connexió, seccionament i posta a terra). El comandament es fa per palanca integrada a la caràtula.
- 3 Aïlladors capacitius per alimentació de làmpades de senyalització de presència de tensió (col·locades a la caràtula).
- Enclavaments mecànics entre el comandament del seccionador i el sistema de posta a terra que assegurin la impossibilitat de connexió simultània dels seccionadors de línia i de posta a terra.

En cas d'una sobrepressió interna provocada per l'encebat d'un arc, el sistema disposa d'una vàlvula d'escapament a la part posterior de l'envoltant que garanteix la seguretat de l'operador que maniobra a la part frontal.

1.6.6.2. Instal·lació de BT

Des dels secundaris del transformador s'efectuarà la respectiva sortida amb conductors d'alumini cobert amb aïllament 0,6/1 kV.

Les línies transcorreran aèriament des dels borns del transformador fins als quadres de BT gràcies a la poca separació entre ells (5 m). S'embridaran formant un conjunt resistent tant elèctrica com mecànicament. Aquests conductors estaran continguts dins el recinte del transformador i travessaran la reixa separadora per una obertura, introduint-se al quadre de BT que està a la zona de maniobra.

Als extrems dels conductors es muntaran terminals bimetàl·lics adients a la secció d'aquests i preparats per a la col·locació mitjançant punxonat amb premsa hidràulica.

Les característiques dels quadres de baixa tensió seran les següents:

Aïllament:	10 kV (ona de xoc: 20 kV)
Tensió nominal:	440 V
Intensitat nominal:	1.600 A
Número de sortides:	4 x 400 A
Protecció de sortides:	Fusibles APR
Tipus seccionament:	Per maniobra sobre fusible i tall en càrrega

Els quadres de Baixa Tensió seran UNE-EN 60947 amb bases de sortida seccionables en càrrega.

1.6.6.3. Instal·lació de posta a terra

Es construiran dues xarxes de terra, una de protecció i una altra de servei. A la primera es connectaran les masses metàl·liques: ferramenta, dipòsit d'olis del transformador, blindatges metàl·lics de cables d'alta tensió, carcassa de l'armari de BT, carcassa de les cel·les, etc.

La instal·lació del terra de protecció es realitzarà mitjançant la disposició de piquetes en forma de quadrat connectades amb cable despul·lat de coure i es complementaran amb més piquetes en línia en cas d'aconseguir un valor insuficient. La configuració detallada, resistència màxima de difusió a terra, així com les tensions de pas i contacte de la instal·lació són les que s'especifiquen a l'apartat de càlculs.

Com a mesura per evitar tensions de contacte a l'exterior del centre, cap element conductor accessible des de l'exterior estarà connectat al circuit de terres.

El neutre de Baixa Tensió es posarà a terra mitjançant una instal·lació separada de l'anterior, la xarxa del terra de servei. La distància entre aquests dos terres s'indica a l'apartat de càlculs. Al llarg dels metres que constitueixen la separació, el cable de connexió serà aïllat del tipus 1kV. La configuració serà la que figura a l'apartat de càlculs.

1.7. SEGURETAT

1.7.1. PROTECCIONS ELÈCTRIQUES A LA PART D'ALTA TENSÍO

La màquina de l'estació transformadora es protegirà contra sobreintensitats al costat d'AT mitjançant interruptor-seccionador en càrrega. Aquest s'accionarà a través de fusibles APR i bobina de desconexió, que actuarà mitjançant el termòmetre del dipòsit refrigerant del transformador, o per l'amperímetre màxim excitat per un transformador d'intensitat instal·lat al circuit de BT.

Els fusibles APR tindran un calibre adequat a la potència instal·lada.

1.7.2. SENYALITZACIÓ

Existeix una placa d'advertència contra risc elèctric a la porta d'accés al centre i a l'interior, en un lloc ben visible. Existeix també una placa amb instruccions per primers auxilis en cas d'accident elèctric en un lloc ben visible de l'interior.

1.7.3. PROTECCIONS PERSONALS

Per poder desenvolupar maniobres, el personal té assignat els equips adequats de protecció individual i existirà permanentment al centre transformador, una banqueta aïllant adequada al tipus d'instal·lació.

L'aparellatge d'alta tensió, cabines amb aïllament SF6, porta incorporat un sistema de posada a terra (PAT) per la línia d'entrada i per la línia del transformador.

El terra del centre estarà format per una placa de formigó armat connectat al terra. Amb aquest sistema s'aconsegueix que la persona que hagi d'accedir a una part que pot quedar en tensió, de forma eventual, estigui sobre una superfície equipotencial i el contacte entre dos punts propers no presenti diferències de potencial.

Totes les estructures metàl·liques de l'interior del Centre, inclosa l'armadura electrosoldada del formigó, estaran unides a la instal·lació de terres de protecció, aconseguint així superfícies equipotencials

Totes les masses metàl·liques estaran posades a terra a excepció de les parts que comuniquin amb l'exterior com: portes, conductes, reixes, etc.

Per separar el recinte transformador del de maniobra, existeix una reixa protectora que garanteix la impossibilitat d'accés a aquest recinte per aquesta zona. Aquesta reixa serà de fil o xapa metàl·lica, connectada a terra.

1.7.4. SISTEMA CONTRA INCENDIS

Com que per la potència màxima del transformador a instal·lar al centre transformador, aquest tindrà un volum inferior a 600 litres d'oli i la instal·lació és accessible des de l'exterior, no caldrà una instal·lació fixa d'extinció automàtica d'incendis.

L'empresa disposa de personal itinerant de manteniment amb disponibilitat d'extintors d'eficàcia 89B.

1.8. TELECOMANDAMENT

Donat l'interès estratègic d'aquest centre, una cabina de línia disposarà de motorització, telecomandament i telecontrol. Així s'aconseguirà una millor gestió de la xarxa, en pro d'una millor qualitat en el subministrament.

Aquest sistema s'alimentarà mitjançant una font AC/DC combinada amb bateries, que possibilitarà el seu funcionament durant unes hores en cas de manca de subministrament, per permetre les maniobres necessàries per restablir el funcionament de la xarxa.

La motorització funcionarà amb corrent continu, així com el relé de pas de falta, el qual disposarà de captació de tensió i intensitat per permetre la seva actuació. Aquesta es podrà programar per tal que es produeixi l'obertura del seccionador de forma automàtica en cas de tall del subministrament acompanyat per la detecció d'una sobrecàrrega de corrent. D'aquesta manera es podrà aïllar ràpida i automàticament la línia afectada, permetent el restabliment del servei en una posterior reconexió de l'interruptor de capçalera.

El relé de pas de falta estarà comunicat amb un sistema de captació i comandament que s'operarà a distància mitjançant la utilització d'un mòdem GSM.

La comunicació de les incidències i la recepció de les ordres es faran en un centre de control ja existent, que s'actualitzarà per permetre la gestió d'aquest nou punt de telecomandament.

1.9. CONCLUSIONS

Les instal·lacions projectades s'ajustaran a la reglamentació vigent que els sigui d'aplicació.

Es considera el contingut del present projecte suficient per l'execució de les obres i les instal·lacions en ell desenvolupades i justificades, incloent tots els elements necessaris per a la seva correcta utilització i posada en servei.

Les instal·lacions s'han projectat amb materials de primera qualitat, garantint així un llarg temps de vida, amb un mínim de manteniment.

Banyoles, Juliol 2015

EL FACULTATIU



2. CÀLCULS

En aquest apartat es recull tot el procediment de càlcul emprat en el projecte i els seus resultats.

2.1. CÀLCUL ELÈCTRIC DE LA LÍNIA D'ALTA TENSIÓ AÈRIA

Es calcularà la secció tenint en compte les següents consideracions:

- Intensitat màxima admissible pels conductors.
- Caiguda de tensió.
- Pèrdues de potència.
- Intensitat de curtcircuit admissible pel conductor.

La selecció de la secció, es fa en funció de la intensitat màxima, un cop prevista la major potència a transportar en el futur. Es suposa que la potència a transportar encara que s'ampliï la instal·lació a partir d'aquest punt no sobrepassarà els 13.000 KVA.

Els conductors que s'utilitzaran seran els contemplats a la norma UNE-EN 50182, seran del tipus LA-110, de secció $1 \times 116,2 \text{ mm}^2$. El tipus d'instal·lació projectat és a l'aire, considerem els tipus de variables estàndards:

- Temperatura de l'aire 40 °C
- Temperatura del conductor 90 °C

Segons la ITC-LAT 07 del Reglament d'Alta Tensió, queden fixades a la següent taula les densitats de corrent admissibles.

Secció en mm^2	Coure	Alumini	Aliatge d'alumini
15	7,60	6,00	5,60
25	6,35	5,00	4,65
35	5,75	4,55	4,25
50	5,10	4,00	3,70
70	4,50	3,55	3,30
95	4,05	3,20	3,00
125	3,70	2,90	2,70
160	3,40	2,70	2,50
200	3,20	2,50	2,30
250	2,90	2,30	2,15
300	2,75	2,15	2,00
400	2,50	1,95	1,80
500	2,30	1,80	1,70
600	2,10	1,65	1,55

El cable LA-110 és d'alumini i està format per 7 fils d'acer i 30 d'alumini. Segons el reglament, cal utilitzar els valors de secció d'alumini pur i aplicar un factor de correcció de 0,916 per la configuració 30+7.

La densitat del conductor LA-110 de secció 116,2 mm², la trobem extrapolant entre els valors més pròxims que trobem a la taula.

$$D_{LA-110} = 3,05 \text{ A/mm}^2$$

La intensitat màxima a transportar serà:

$$I = 3,05 \text{ A/mm}^2 \cdot 116,2 \text{ mm}^2 \cdot 0,916 = 324,64 \text{ A}$$

2.1.1. CÀLCUL DE LA INTENSITAT MÀXIMA ADMISSIBLE

La intensitat que circularà per la línia la calcularem mitjançant la següent formula:

$$I = \frac{\text{Pot. Aparent (KVA)}}{\text{Tensio (kV)} \cdot \sqrt{3}}$$

Substituint valors pel nostre cas obtindrem:

$$I = \frac{13.000}{25 \cdot \sqrt{3}} = 300 \text{ A}$$

La densitat de corrent de la línia l'obtindrem mitjançant la següent formula:

$$D = \text{Intensitat (A)} / \text{Secció (mm}^2\text{)}$$

Substituint valors obtenim:

$$D = 300 \text{ A} / 116,2 \text{ mm}^2 = 2,58 \text{ A/mm}^2$$

Un conductor de secció de 116,2 mm² permet una intensitat màxima de 324 A en règim permanent, el que suposa una densitat de càrrega màxima de fins a 3,05 A/mm² en règim permanent.

Per tant, per la potència que transportarà la línia, **la densitat de corrent prevista estarà per sota de la màxima que pot suportar el cable.**

2.1.2. CAIGUDA DE TENSIÓ

Utilitzarem la fórmula següent:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \sin \varphi)$$

Amb les següents variables:

ΔU = Caiguda de tensió entre fases.

I = Intensitat de fase.

L = Longitud de la línia.

R = Resistència del conductor per unitat de longitud.

X = Reactància del conductor per unitat de longitud.

En la fórmula anterior substituïm la I per la següent igualtat:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_{FASE}}$$

On: P = Potència a subministrar.

U_{FASE} = Tensió entre fases de la línia.

Quedarà com segueix:

$$\Delta U = \frac{P_{(kVA)} \cdot 1000 \cdot L_{(Km)}}{U_{(V)}} \cdot (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \sin \varphi)$$

Segons fabricant, el valor de la resistència R per quilòmetre del conductor utilitzat, serà de 0,3525 Ω /km a la temperatura de 20°C.

La resistència elèctrica del conductor varia amb la temperatura, a efectes de càlcul cal utilitzar el valor corresponent a 90°C, considerat com a resultat de la temperatura ambient més la temperatura que agafa el cable conductor pel pas de la càrrega elèctrica. Per a calcular aquest valor utilitzarem la següent expressió:

$$R_{90^{\circ}C} = R_{20^{\circ}C} \cdot (1 + a \cdot (t - 20))$$

On:

$R_{90^{\circ}C}$ = Resistència del conductor a 90°C (Ω /km).

a = 0,0040 per a conductors d'alumini.

t = temperatura a què es vol calcular la resistència.

$R_{90^{\circ}C}$ = Resistència del conductor a 90°C (Ω /km) segons fabricant.

Substituint valors obtenim:

$$R_{90^{\circ}C} = 0,3525 \cdot (1 + 0,0040 \cdot (90 - 20)) = 0,4512 \Omega / km$$

I la reactància X del cable, segons dades del fabricant i depenent de la distribució dels cables sobre la torre té un valor de 0,3635 Ω/km .

La longitud del cable és de 643 m.

$$\Delta U = \frac{13.000 \cdot 1000 \cdot 0,643}{25.000} \cdot (0,4512 \cdot 0,9 + 0,3635 \cdot 0,44) = 189,25 V$$

I finalment ho expressarem en valor de tant per cent:

$$U\% = \frac{\Delta U_{FASE}}{u_{FASE}} \cdot 100 = \frac{189,25}{25.000} \cdot 100 = 0,76\%$$

Aquest valor és suficientment petit.

2.1.3. PÈRDUES DE POTÈNCIA

Les pèrdues de potència seran:

$$Pèrdues = I^2 \cdot R \cdot 3$$

I = Intensitat nominal de la línia en A.

R = Resistència total del cable en Ω .

On la resistència total ve donada per la resistència del cable i la llargada d'aquest:

$$R = 0,4512 \Omega / km \cdot 0,643 km = 0,29 \Omega$$

Substituint valors:

$$Pèrdues = 300^2 \cdot 0,29 \cdot 3 = 78,3 kW$$

I finalment ho expressarem en valor de tant per cent:

$$Pèrdues\% = \frac{P_{FASE}}{P_{FASE}} \cdot 100 = \frac{78,3}{13.000} \cdot 100 = 0,602\%$$

2.1.4. INTENSITAT DE CURTCIRCUIT

A la xarxa a on es connectarà aquesta línia s'ha determinat que la potència de curtcircuit a 25 kV en la situació més desfavorable, és de 500 MVA.

Per tant, la intensitat de curtcircuit a 25 kV serà de:

$$I_{CC25kV} = \frac{500}{\sqrt{3} \cdot 25} = 11,54 kA$$

Per a un cable de secció de 116,2 mm², la densitat de corrent que hauria de poder suportar és:

$$D = 11,54 kA / 116,2 mm^2 = 99,31 A/mm^2$$

Els conductors que s'utilitzaran seran els contemplats en la norma UNE-EN 50182, serà del tipus LA-110 1x116,2 mm². La intensitat de curtcircuit que es capaç d'aguantar aquest tipus de cable és de 14 kA, per tant, **la intensitat de curtcircuit no afectarà als nostres conductors.**

2.1.5. CÀLCUL DE TERRES

Al dissenyar els elèctrodes de posta a terra s'ha de tenir en compte els següents aspectes:

- Seguretat a les persones en relació a les elevacions de potencial.
- Sobreensions perilloses per les instal·lacions.
- Valor de la intensitat de defecte que faci actuar les proteccions assegurant l'eliminació de la falta.

2.1.5.1. Càlcul de la resistivitat mitja

Es fan una sèrie de mesures de resistència de terra amb el mètode de *Wenner* i es calculen les diferents resistivitats:

$$2 \cdot \pi \cdot a \cdot \frac{V}{I} = 2 \cdot \pi \cdot r [\Omega \cdot m]$$

Amb les següents variables:

a = distància entre elèctrodes en m.

r = lectura del tel·luròmetre en Ω .

Es farà la mitja aritmètica de les resistivitats resultants.

2.1.5.2. Càlcul de la resistència de posta a terra

Utilitzarem configuracions de posta a terra del tipus piquetes alineades i unides per conductor de coure no aïllat i piquetes no alineades formant anell, unides també per conductor de coure no aïllat.

Utilitzarem la guia de UNESA "MÉTODO DE CÁLCULO Y PROYECTO DE INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA PARA CENTROS DE TRANSFORMACIÓN CONECTADOS A REDES DE TERCERA CATEGORIA" i els resultats estan a l'annex final.

2.1.5.3. Càlcul de la intensitat màxima de defecte

Considerarem pel càlcul una reactància de posta a terra de 30 Ω al transformador de capçalera.

$$Id = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{Rm^2 + Xo^2}}$$

U = Tensió nominal (25 kV).

Rm = Valor de la posta a terra de masses del CT (Ω).

Xo = Reactància de la posta a terra MT/25 kV (Ω).

Id = Intensitat calculada (A).

2.1.5.4. Càlcul del nivell d'aïllament de baixa tensió

Coneguda la resistència de terra i la intensitat de defecte podem calcular el nivell d'aïllament necessari per l'aparellatge de baixa tensió del centre.

$$Ub = Rm \times Id \text{ (que ha de ser inferior a 8.000 V)}$$

2.1.5.5. Càlcul de les tensions de defecte

Tota instal·lació elèctrica ha de disposar d'una protecció o instal·lació de terra dissenyada de forma que en qualsevol punt del centre, accessible per una persona estigui sotmès com a màxim a les tensions de pas i contacte que resultin de l'aplicació de les fórmules exposades més endavant.

Càlcul de la tensió màxima admissible

La tensió màxima, que es pot acceptar, aplicada al cos humà, en volts, està en funció del temps de durada del defecte, i es pot calcular amb la formula següent:

$$Vca = \frac{K}{t^n}$$

t = durada del defecte en segons.

K= 72 i n=1 per temps inferiors a 0,9 s.

K= 78,5 i n= 0,18 per temps superiors a 0,9 i inferiors a 3 s.

Si el temps de defecte està entre 3 i 5 s, la tensió V_{ca} serà de 64 V i per temps superior a 5 s serà de 50 V. No es consideraran temps inferiors a 0,1 s i es tindrà en compte l'existència de sistemes reenganxadors automàtics de temps actuació inferior a 0,5 s.

En aquest cas, el temps a considerar serà la suma dels temps parcials de manteniment del corrent de defecte.

Càlcul de la tensió de pas admissible

Partint de la fórmula del càlcul de la tensió màxima admissible i considerant les resistències implicades en aquest cas es pot estimar la tensió de pas amb la següent fórmula:

$$V_p = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot \text{Re } s}{1000} \right)$$

Amb les següents variables:

V_p = tensió de pas (V).

K = Valor segons temps de defecte.

n = Valor segons temps de defecte.

$\text{Re } s$ = Resistivitat superficial.

Càlcul de la tensió de pas d'accés admissible

Una variació del cas anterior, seria el de resistivitat superficial diferent per cada peu d'una persona. Aquesta seria la situació habitual d'accés a un centre transformador on els paviments interior i exterior fossin diferents. La resolució es fa amb la següent fórmula:

$$V_{p_{AC}} = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot \text{Re } s + 3 \cdot \text{Re } s'}{1000} \right)$$

Amb les següents variables:

V_p = tensió de pas (V).

K = Valor segons temps de defecte (veure resultat de la taula que figura a l'annex).

n = Valor segons temps de defecte (veure resultat de la taula que figura a l'annex).

$\text{Re } s$ = Resistivitat superficial exterior CT.

$\text{Re } s'$ = Resistivitat superficial paviment CT (normalment el paviment interior és de formigó, així, $\text{Re } s' = 3000 \Omega \cdot \text{m}$).

Càlcul de la tensió de contacte admissible

Partint de la formula del càlcul de la tensió màxima admissible i considerant les resistències implicades en aquest cas, es pot estimar la tensió de contacte amb la següent formula:

$$V_c = \frac{K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{1,5 \cdot \text{Re } s}{1000} \right)$$

Amb les següents variables:

V_c = tensió de contacte (V).

K = Valor segons temps de defecte (veure resultat de la taula que figura a l'annex).

n = Valor segons temps de defecte (veure resultat de la taula que figura a l'annex).

$\text{Re } s$ = Resistivitat superficial.

Càlcul del temps d'operació de la protecció

El relé que protegeix la línia, té una característica de temps invers, per tant, el seu comportament s'assimilarà a la següent formula:

$$t = \frac{K'}{\left(\frac{I_d}{I_a} \right)^{n'} - 1}$$

t = temps estimat d'actuació de la protecció.

K' = Valor propi del relé (depèn de la corba).

n' = Valor propi del relé (depèn de la corba).

I_d = Intensitat de defecte.

I_a = Intensitat d'arrencada de la protecció.

Càlcul de la tensió de pas màxima aplicada

Per tal de comprovar analíticament que les tensions de pas, en cas de defecte, es mantenen inferiors a les admissibles, aplicarem la fórmula següent:

$$V_{p'} = I_{d'} \cdot K_p \cdot \text{Re } s$$

Amb:

$V_{p'}$ = Tensió de pas (V).

$I_{d'}$ = Intensitat de defecte (A).

$\text{Re } s$ = Resistivitat del terreny ($\Omega \cdot m$).

K_p = Constant depenent de la configuració de la posta a terra. Aquest valor s'extreu de les taules de l'annex núm. 2 del "METODO DE CALCULO Y PROYECTO DE

INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA PARA CENTROS DE TRANSFORMACION CONECTADOS A REDES DE TERCERA CATEGORIA" elaborat per UNESA.

La vorera que envolta el centre, forma una superfície equipotencial que ens assegura una tensió de pas menyspreable.

Càlcul de la tensió de contacte màxima aplicada

El terra està emplaçat davant l'accés al centre i en aquest cas, es considera que el valor que pot agafar la tensió de contacte és menyspreable.

Totes les masses metàl·liques interiors estaran unides a la part equipotencial, la qual cosa ens assegura una tensió de contacte interior també menyspreable.

2.2. CÀLCUL MECÀNIC DE LA LÍNIA D'ALTA TENSÍO AÈRIA

Procediment de càlcul emprat per verificar el dimensionament del material enfront les sol·licitacions mecàniques a les que se'l sotmet.

2.2.1. CÀLCUL MECÀNIC DEL CONDUCTOR

Pel càlcul mecànic dels conductors es tindran en compte les dues següents condicions:

- Que el coeficient de seguretat al trencament, sigui com a mínim igual a **3** en les condicions atmosfèriques que provoquen la màxima tensió dels conductors.
- Que la tensió de treball dels conductors a 15°C sense cap sobrecàrrega, no excedeixi el 15% de la càrrega de trencament (EDS).

Pel càlcul mecànic del conductor es tindran en compte les accions que es detallen a continuació segons la zona a que pertanyi la línia:

ZONA	La línia discorre en la seva totalitat a través d'una ZONA A
Màxima tensió al conductor	Vent 120 km/h a -5°C
Màxima fletxa	La major entre: <ul style="list-style-type: none">- Vent 120 km/h a 15°C- Sense sobrecàrrega a 50°C

Amb les característiques del conductor a emprar, les accions reglamentàries a considerar segons la zona d'emplaçament de la línia i, escollint el tense EDS a la temperatura de 15°C, aplicarem l'equació del canvi de condicions, que ve expressada per la següent fórmula:

$$T^2 \cdot \left(T + @ (t - t_0) \cdot S \cdot E + \frac{a^2 + p_0^2}{24 \cdot T_0^2} \cdot S \cdot E - T_0 \right) = \frac{a^2 + p^2}{24} \cdot S \cdot E$$

Amb les següents variables:

- T = Tensió final de la línia (kg)
- To = Tensió inicial de la línia (kg)
- E = Mòdul d'elasticitat (kg/mm²)
- S = Secció del conductor (mm²)
- a = Llargada del vano (m)
- P = Pes del conductor en les condicions finals (kg/m)
- Po = Pes del conductor en les condicions inicials (kg/m)
- t = Temperatura en les condicions finals (°C)
- to = Temperatura en les condicions inicials (°C)
- @ = Coeficient de dilatació (1/°C)

I la fletxa vindrà donada per la fórmula:

$$F = \frac{p_0 \cdot a^2}{8 \cdot T_0}$$

Amb les següents variables:

- F = Fletxa del cable (m).
- Po = Acció total sobre conductor (pes + acció vent) (kg).
- a = Llargada vano (m).
- To = Tense del conductor sota les condicions de Po (kg).

Les característiques del primer conductor emprat són les següents:

Secció:	116,2 mm ²
Diàmetre:	14,0 mm
Pes:	433,0 kg/km
Coeficient dilatació lineal:	17,8 x 10 ⁻⁶ °C ⁻¹
Mòdul elàstic:	8.200 kg/mm ²
Càrrega de trencament:	4.393 kg

Les condicions inicials escollides són: T₀= 407 kg t₀= 15 °C

Aplicant els anteriors valors obtindrem la taula de tenses que figura a l'annex.

2.2.2. CÀLCUL MECÀNIC DELS SUPORTS

Les accions a considerar en el càlcul mecànic dels suports que estableix la vigent reglamentació, segons la zona en que discorre la línia i el tipus de suport de que es tracti, són els que es resumeixen a continuació.

Concretament, la totalitat de la línia estarà en Zona A, per tant no es tindrà en consideració la 2a hipòtesi que marca el reglament (gel).

L'aplicació de la formulació que s'exposa ens donarà els esforços reals en punta per les condicions més desfavorables.

Si es fa necessària la utilització de suports metàl·lics, aquests tindran un coeficient de seguretat de l'1,5. Valor que garanteix el fabricant del suport.

2.2.3. SUPORTS EN ANGLE

2.2.3.1. Càrregues permanents

Es contemplaran totes les càrregues verticals degudes al pes dels diferents elements: conductors, aïlladors, farratges, suports, cimentacions i aparells si s'escau. Aquest valor figura a la taula resum annexa.

2.2.3.2. 1a hipòtesi (vent)

Zona	La línia discorre en la seva totalitat a través d'una ZONA A
Condicions	-5°C + vent
$F = 2 \cdot n \cdot T \cdot \sin\left(\frac{\theta}{2}\right) + n \cdot V \cdot a \cdot \cos^2\left(\frac{\theta}{2}\right)$	

En aquest apartat intervenen els esforços provocats pel vent sobre els conductors a més de la resultant de traccions com a conseqüència de l'angle de la traça.

2.2.3.3. 3a hipòtesi (desequilibri de traccions)

Es calcula el 8% d'esforç de desequilibri en sentit transversal a la direcció de la resultant dels esforços.

2.2.3.4. 4a hipòtesi (trencament d'un conductor)

Es considera l'esforç unilateral, corresponent a la ruptura d'un sol conductor o cable de terra. Aquests esforços es considera aplicat al punt que produeixi la sol·licitació més desfavorable per qualsevol element del suport.

En el nostre cas, el trencament d'un conductor implica a més d'una disminució de l'esforç en punta, l'aparició d'un moment de torsió de valor:

Zona :	La línia discorre en la seva totalitat a través d'una ZONA A
Condicions:	-5°C + vent
$M_T = T \times L$	

On:

T = Tense del conductor a les pitjors condicions.

L = Longitud del braç que suporta els conductors laterals.

En resum, els suports que s'instal·laran compliran perfectament amb els esforços de sol·licitació pels quals s'han dissenyat.

2.2.4. SUPORTS CAP DE LÍNIA

2.2.4.1. Càrregues permanents

Es contemplaran totes les càrregues verticals degudes al pes dels diferents elements: Conductors, aïlladors, farratges, suports, cimentacions i aparells si s'escau.

2.2.4.2. 1a hipòtesi (vent + desequilibri)

Zona :	La línia discorre en la seva totalitat a través d'una ZONA A
Condicions:	-5°C + vent
$F = \sqrt{(FT^2 + FV^2)}$	

Caldrà multiplicar el tense d'un conductor pel número de conductors i afegir l'efecte del vent sobre els cables.

2.2.4.3. 4a hipòtesi (trencament d'un conductor)

En el nostre cas, el trencament d'un conductor implica a més d'una disminució de l'esforç en punta, l'aparició d'un moment de torsió de valor:

Zona :	La línia discorre en la seva totalitat a través d'una ZONA A
Condicions:	-5°C+vent
$M_T = T \times L$	

On:

T = Tense del conductor amb les pitjors condicions.

L = Longitud del braç que suporta els conductors laterals.

En resum, els suports que s'instal·laran compliran perfectament amb els esforços de sol·licitació pels quals s'han dissenyat.

2.2.5. CÀLCUL DE CIMENTACIONS

Partirem de les dades recomanades pel fabricant i es comprovarà el resultat dels moments per la fórmula de *Sulzberger*.

L'esforç en punta que es considerarà serà sempre superior al màxim que pugui aparèixer.

També es comprovarà el valor de l'angle de gir de la cimentació, que en cap moment ha de sobrepassar el valor de la tangent de 0,01.

2.2.6. VERIFICACIÓ D'ESTABILITAT

Moment bolcador:

$$M_B = F \cdot \left(H + \frac{2}{3} \cdot h \right)$$

On:

F= Resultant horitzontal de l'esforç aplicat a la punta del suport.

H= Alçada total del suport menys distància enterrada.

h= Alçada del suport enterrada.

Moment estabilitzador:

$$M_E = \frac{K \cdot 10^3}{36} \cdot 10^{-2} \cdot a \cdot h^3 + P \cdot 0,4 \cdot a$$

On:

K= Compressibilitat del terreny (T/Cm³).

a= Amplada de costat de la cimentació (m).

h= Alçada cimentació (m).

P= Suma de les càrregues verticals sobre el terreny.

Equació d'estabilitat:

Per tal que hi hagi estabilitat en la sol·licitació d'esforços al suport, s'ha de verificar que el moment bolcador sigui inferior al moment estabilitzador del terreny. La fórmula és la següent:

$$1,5 \cdot M_B \leq M_E$$

On:

M_B = Moment bolcador (m·T)

M_E = Moment estabilitzador (m·T)

C_s = Coeficient de seguretat (1,5)

(En cas de seguretat reforçada s'incrementa un 25%)

2.2.7. ANGLE DE GIR DE LA CIMENTACIÓ

Per verificar l'estabilitat de les reaccions horitzontals del terreny, cal verificar que el valor de la tangent de l'angle de gir de la cimentació sigui inferior a 0,01.

La formula a aplicar és:

$$tg (@) = 3 \cdot \frac{T_{adm}}{K \cdot h} \leq 0,01$$

On:

T_{adm} = Pressió admissible a 2 m de profunditat.

K = Compressibilitat del terreny a 2 m de profunditat.

H = Alçada de la cimentació.

$tg@$ = Tangent de l'angle de gir.

2.3. CÀLCUL ELÈCTRIC DE LA LÍNIA D'ALTA TENSIÓ SUBTERRÀNIA

Es calcularà la secció tenint en compte les següents consideracions:

- Intensitat màxima admissible pels conductors.
- Caiguda de tensió.
- Pèrdues de potència.
- Intensitat de curtcircuit admissible pel conductor.

La selecció de la secció, es fa en funció de la intensitat màxima, un cop prevista la major potència a transportar en el futur. Es suposa que la potència a transportar encara que s'ampliï la instal·lació a partir d'aquest punt no sobrepassarà els 13.000 kVA.

Els conductors que s'utilitzaran seran els contemplats a la norma UNE 21123, serà del tipus Cable RHZ1 18/30 kV 1x240mm². El tipus d'instal·lació projectat és directament enterrat al terra, considerem els tipus de variables estàndards:

- Temperatura del terreny 25 °C
- Temperatura de l'aire 40 °C
- Resistivitat tèrmica del terreny 1,5 K·m/W
- Profunditat de soterrament 1 m
- Temperatura del conductor 90 °C

Segons la ITC-LAT 06 del Reglament d'Alta Tensió, queden fixades per la següent taula les intensitats admissibles pel cable 1x240 mm² de referència.

Secció en mm ²	Directament enterrats	Enterrats en tub	A l'aire protegits del sol
25	100	90	120
35	120	110	145
50	140	130	170
70	170	160	210
95	205	190	255
120	235	215	295
150	260	245	335
185	295	280	385
240	345	320	455
300	390	365	520
400	445	415	610
500	505	480	715
630	575	545	830

El cable directament enterrat pot suportar una intensitat nominal de 345 A, que equival a una densitat de càrrega de fins a 1,43 A/mm² en règim permanent.

2.3.1. CÀLCUL DE LA INTENSITAT MÀXIMA ADMISSIBLE

La intensitat que circularà per la línia la calcularem mitjançant la següent fórmula:

$$I = \frac{Pot.Aparent (KVA)}{Tensio (kV) \cdot \sqrt{3}}$$

Substituint valors pel nostre cas obtindrem:

$$I = \frac{13.000}{25 \cdot \sqrt{3}} = 300A$$

La densitat de corrent de la línia l'obtindrem mitjançant la següent fórmula:

$$D = Intensitat (A) / Secció (mm^2)$$

Substituint valors obtenim:

$$D = 300 A / 240 mm^2 = 1,25 A/mm^2$$

Un conductor de secció de 240 mm² permet una intensitat màxima de 345 A en règim permanent, el que suposa una densitat de càrrega màxima de fins a 1,43 A/mm² en règim permanent.

Per tant, per la potència que transportarà la línia, **la densitat de corrent prevista estarà per sota de la màxima que pot suportar el cable.**

2.3.2. CAIGUDA DE TENSIÓ

Utilitzarem la fórmula següent:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \sin \varphi)$$

Amb les següents variables:

ΔU = Caiguda de tensió entre fases.

I = Intensitat de fase.

L = Longitud de la línia.

R = Resistència del conductor per unitat de longitud.

X = Reactància del conductor per unitat de longitud.

A la fórmula anterior substituïm la I per la següent igualtat:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_{FASE}}$$

On: P = Potència a subministrar.

U_{FASE} = Tensió entre fases de la línia.

Quedarà com segueix:

$$\Delta U = \frac{P_{(kVA)} \cdot 1000 \cdot L_{(Km)}}{U_{(V)}} \cdot (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \sin \varphi)$$

Segons fabricant, els valors de la resistència R i la reactància X per quilòmetre del conductor utilitzat, seran de 0,161 Ω/km pel primer i 0,113 Ω/km pel segon. La longitud del cable és de 407m.

$$\Delta U = \frac{13.000 \cdot 1000 \cdot 0,407}{25.000} \cdot (0,161 \cdot 0,9 + 0,113 \cdot 0,44) = 41,19 \text{ V}$$

I finalment ho expressarem en valor de tant per cent:

$$U\% = \frac{\Delta U_{FASE}}{u_{FASE}} \cdot 100 = \frac{41,19}{25.000} \cdot 100 = 0,16\%$$

Aquest valor és suficientment petit.

2.3.3. PÈRDUES DE POTÈNCIA

Les pèrdues de potència seran:

$$Pèrdues = I^2 \cdot R \cdot 3$$

I = Intensitat nominal de la línia en A.

R = Resistència total del cable en Ω.

On la resistència total ve donada per la resistència del cable i la llargada d'aquest:

$$R = 0,161 \Omega / km \cdot 0,407 km = 0,066 \Omega$$

Substituint valors:

$$Pèrdues = 300^2 \cdot 0,066 \cdot 3 = 17,82 kW$$

I finalment ho expressarem en valor de tant per cent:

$$Pèrdues\% = \frac{P_{FASE}}{P_{FASE}} \cdot 100 = \frac{17,82}{13.000} \cdot 100 = 0,137\%$$

2.3.4. INTENSITAT DE CURTCIRCUIT

A la xarxa a on es connectarà aquesta línia s'ha determinat que la potència de curtcircuit a 25 kV en la situació més desfavorable, és de 500 MVA.

Per tant, la intensitat de curtcircuit a 25 kV serà de:

$$I_{CC25kV} = \frac{500}{\sqrt{3} \cdot 25} = 11,54 \text{ kA}$$

Per a un cable de secció de 240 mm², la densitat de corrent que hauria de poder suportar és:

$$D = 11,54 \text{ kA} / 240 \text{ mm}^2 = 48,08 \text{ A/mm}^2$$

Els conductors que s'utilitzaran seran els contemplats en la norma UNE 21192, seran del tipus Cable RHZ1 18/30 kV 1x240mm². La intensitat de curtcircuit que és capaç d'aguantar aquest tipus de cable varia en funció de dos factors: intensitat circulat i el temps que aquesta està circulat pel cable.

La densitat de corrent màxima en curtcircuit s'ha definit abans, és de 48,08 A/mm².

El temps màxim que aquesta intensitat pot estar passant pel cable dependrà de les proteccions que hi ha instal·lades a la capçalera de la línia.

Podem estimar que el temps d'obertura de les protecció serà el temps de detecció de defectes, el temps de processament de les dades pel relé de protecció i el temps d'obertura de l'interruptor automàtic. Amb les dades que ens donen els fabricants, el temps total d'obertura oscil·la al voltant dels 300 ms.

Tipus d'aïllament		$\Delta\theta$ (K)	Durada del curtcircuit (t_{cc}) en segons									
			0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
PVC	Secció $\leq 300 \text{ mm}^2$	90	240	170	138	107	98	76	62	53	48	43
	Secció $> 300 \text{ mm}^2$	70	215	152	124	96	87	68	55	48	43	39
XLPE, EPR i HEPR		160	298	211	172	133	122	94	77	66	59	54
HEPR Uo/U \leq 18/30 kV		145	281	199	162	126	115	89	73	63	56	51

Taula de la intensitat màxima de curtcircuit del fabricant, en kA.

Podem comprovar a la taula de la ITC-LAT 06 apartat 6.2, que per una densitat de corrent de 48,08 A/mm², el cable aguantaria un temps superior a 3 segons, per tant, **la intensitat de curtcircuit no afectarà als nostres conductors.**

2.3.5. POSTA A TERRA

Les pantalles de cadascun dels cables subterranis es connectaran al terra de protecció existent en cada una de les instal·lacions interconnectades.

Quan s'enllaci una subestació amb un altre instal·lació, centre de distribució o transformació, la pantalla dels cables subterranis no es connectarà a terra pel costat de la subestació.

2.4. CÀLCUL MECÀNIC DE LA LÍNIA D'ALTA TENSIÓ SUBTERRÀNIA

El cable subterrani un cop instal·lat, no ha de tenir cap tipus de tracció mecànica, s'han de respectar les distàncies de seguretat respecte als altres serveis i es posaran les indicacions necessàries per tal d'evitar que en posteriors obres a la via pública es pogués fer malbé el cable. Es poden veure els detalls de la instal·lació tipus en l'apartat dels plànols.

Durant la instal·lació del cable cal tenir en compte les especificacions que ens fa saber el fabricant en funció del tipus de cable, que són:

- Radi de curvatura durant la instal·lació.
- Radi de curvatura en la posició final de cable.
- Tracció màxima que li podem donar al cable durant l'estesa, si aquesta es fa amb elements mecànics.

2.5. CÀLCULS PER A LA REFORMA DEL CENTRE TRANSFORMADOR

2.5.1. DIMENSIONAT DE LA VENTILACIÓ DEL CENTRE DE TRANSFORMACIÓ

Per la ubicació actual del Centre Transformador, la limitació més important per a l'ampliació de potència serà la superfície de ventilació màxima que ens permeti.

Pel càlcul de la superfície de la reixa d'entrada d'aire utilitzarem la següent expressió:

$$S = \frac{W_O + W_F}{0,24 \cdot K \sqrt{h \cdot \Delta T^3}}$$

Essent:

$W_O + W_F$ = Pèrdues per un transformador de potència (kVA) a escollir (buit + càrrega a 75°C), en kW.

h = Distància vertical entre centres de reixes.

ΔT = Diferència de temperatura entre l'aire de sortida i el d'entrada, considerant en aquest cas el seu valor com 25°C.

K = Coeficient en funció de la reixa d'entrada d'aire (depèn del tipus de lamel·les per les quals els valors habituals estan compresos entre 0,55 i 0,25). En la instal·lació que ens ocupa es considerarà el seu valor com 0,40.

La superfície de ventilació instal·lada en aquest centre transformador és de $0,95 \text{ m}^2$ en l'admissió i de $3,6 \text{ m}^2$ en l'extracció, situades a diferent alçada.

Substituint valors per la superfície més petita ($S=0,95 \text{ m}^2$) i tenint en compte la diferència d'alçada ($h=4,7 \text{ m}$), tindrem unes pèrdues màximes admissibles de:

$$W_o + W_f = S \cdot (0,24 \cdot K \sqrt{h \cdot \Delta T^3}) = 0,95 \cdot (0,24 \cdot 0,40 \sqrt{4,7 \cdot 25^3}) = 24,71 \text{ kW}$$

Segons les seves característiques, per un transformador de 1000kVA tindrem unes pèrdues de:

$$W_o + W_f = 2 + 10,50 = 12,50 \text{ kW}$$

I per tant, **la superfície de ventilació permet la instal·lació d'un transformador de fins a 1000 kVA de potència.**

2.5.2. CÀLCUL DE LA LÍNIA DE BT (Transformador – Quadre Baixa Tensió)

Es calcularà la secció tenint en compte les següents consideracions:

- Intensitat màxima admissible pels conductors.
- Caiguda de tensió.

La secció del cables que van del transformador al quadre de baixa tensió, estarà en funció de la intensitat nominal del transformador.

2.5.2.1. Càlcul de la intensitat màxima admissible

La intensitat que circularà per la línia de sortida del transformador la calcularem mitjançant la següent formula:

$$I = \frac{Pot.Aparent (KVA)}{Tensio (kV) \cdot \sqrt{3}}$$

Tenint en compte, com a pitjor dels casos, que tota la intensitat es deriva només a una de les dues sortides de tensió de què disposa el transformador (230V ó 400V).

Substituint valors per la línia de sortida a 230V obtindrem:

$$I = \frac{1000}{0,23 \cdot \sqrt{3}} = 2.510A$$

Per la línia de sortida de 400V obtindrem:

$$I = \frac{1000}{0,40 \cdot \sqrt{3}} = 1.443A$$

Un conductor de secció de 240mm² permet una intensitat màxima de 420A en règim permanent, el que suposa una densitat de càrrega màxima de fins a 1,75 A/mm² en règim permanent. Per tal de suportar les intensitats abans trobades, caldrà posar més d'un conductor d'aquesta secció per fase.

La densitat de corrent de la línia l'obtindrem mitjançant la següent formula:

$$D = \text{Intensitat (A)} / (\text{Secció (mm}^2\text{)} \times n^{\circ} \text{ de conductors})$$

Substituint valors pel cas de 230V, utilitzant conductors de 240mm² i amb 7 conductors per fase, obtenim:

$$D = 2.510 \text{ A} / (240\text{mm}^2 \times 7 \text{ conductors}) = 1,49 \text{ A/mm}^2$$

Pel cas de 400V i amb 4 conductors per fase, obtenim:

$$D = 1.443 \text{ A} / (240\text{mm}^2 \times 4 \text{ conductors}) = 1,20 \text{ A/mm}^2$$

Per tant, per un transformador de 1000kVA, que li correspon una intensitat nominal de 2.510 A a 230V i amb 7 conductors de 240mm² per fase, **la densitat de corrent prevista estarà per sota de la màxima que pot suportar el cable.**

Per un transformador de 1000kVA, que li correspon una intensitat nominal de 1.443 A a 400V i amb 4 conductors de 240mm² per fase, **la densitat de corrent prevista estarà per sota de la màxima que pot suportar el cable.**

Al neutre se li assignarà la meitat de la secció total de fase.

2.5.2.2. Caiguda de tensió

Utilitzarem les fórmules següents:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \sin \varphi)$$

Amb les següents variables:

ΔU = Caiguda de tensió entre fases.

I = Intensitat de fase.

L = Longitud de la línia.

R = Resistència del conductor per unitat de longitud.

X = Reactància del conductor per unitat de longitud.

En la fórmula anterior substituïm la I per la següent igualtat:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_{FASE}}$$

On: P = Potència a subministrar.

U_{FASE} = Tensió entre fases de la línia.

Quedarà com segueix:

$$\Delta U = \frac{P_{(kVA)} \cdot 1000 \cdot L_{(Km)}}{U_{(V)}} \cdot (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \sin \varphi)$$

Segons fabricant, els valors de la resistència R i la reactància X per quilòmetre del conductor utilitzat, seran de 0,150 Ω /Km pel primer i 0,100 Ω /Km pel segon. La longitud del cable és de 10m.

Per una tensió de 230V, tindrem una caiguda de tensió:

$$\Delta U = \frac{1000 \cdot 1000 \cdot 0,010}{230} \cdot (0,150 \cdot 0,9 + 0,100 \cdot 0,44) = 47,56 \text{ V}$$

Per una tensió de 400V:

$$\Delta U = \frac{1000 \cdot 1000 \cdot 0,010}{400} \cdot (0,150 \cdot 0,9 + 0,100 \cdot 0,44) = 27,35 \text{ V}$$

Repartint la caiguda de tensió entre el total de conductors per fase, obtenim la caiguda de tensió en cadascun d'ells.

Per una tensió de 230V:

$$\Delta U = \frac{47,56 \text{ V}}{7 \text{ conductors}} = 6,80 \text{ V}$$

Per una tensió de 400V:

$$\Delta U = \frac{27,35 \text{ V}}{4 \text{ conductors}} = 6,84 \text{ V}$$

I finalment ho expressarem en valor de tant per cent:

$$U\% = \frac{\Delta U_{FASE}}{u_{FASE}} \cdot 100 = \frac{6,80}{230} \cdot 100 = 2,97\%$$

$$U\% = \frac{\Delta U_{FASE}}{u_{FASE}} \cdot 100 = \frac{6,84}{400} \cdot 100 = 1,71\%$$

Ambdós valors, són inferiors a la màxima caiguda de tensió permesa (7%).

2.5.3. CÀLCUL DE TERRES

No es preveu aquest càlcul, ja que la instal·lació projectada utilitzarà la xarxa de terres existent en el centre transformador; a on es connectaran els terres del nou aparellatge a instal·lar.

Banyoles, Juliol 2015

EL FACULTATIU

3. PRESSUPOST

3.1. LÍNIA ELÈCTRICA D'ALTA TENSÍO SUBTERRÀNIA

- 1 Línia d'Alta Tensió de 3x240 mm² AL 18/30kV, subministrament i col·locació dels conductors.

$$407 \text{ MI} \times 46,20 \text{ €/MI} = 18.803,40 \text{ €}$$

3.2. LÍNIA ELÈCTRICA D'ALTA TENSÍO AÈRIA

- 2 Embrancament en suport derivació, torre metàl·lica. Subministrament i muntatge. Per línia Mitja Tensió 25 kV.

$$1 \text{ Ut} \times 1.404,15 \text{ €/Ut} = 1.404,15 \text{ €}$$

- 3 Topografia del terreny i obtenció dades en format digital per a l'elaboració del disseny de la traça i posició dels suports.

$$1 \text{ Ut} \times 831,35 \text{ €/Ut} = 831,35 \text{ €}$$

- 4 Torre metàl·lica tipus A-1000 14 m amb cadena d'amarrament. Per línia de LA-110. Armat d'1,5 m inclòs.

$$1 \text{ Ut} \times 3.165,58 \text{ €/Ut} = 3.165,58 \text{ €}$$

- 5 Torre metàl·lica tipus A-1000 16 m amb cadena d'amarrament. Per línia de LA-110. Armat d'1,5 m inclòs.

$$1 \text{ Ut} \times 3.929,95 \text{ €/Ut} = 3.929,95 \text{ €}$$

- 6 Torre metàl·lica tipus A-2000 14 m amb cadena d'amarrament. Per línia de LA-110. Armat d'1,5 m inclòs.

$$1 \text{ Ut} \times 3.512,84 \text{ €/Ut} = 3.512,84 \text{ €}$$

- 7 Torre metàl·lica tipus A-3000 18 m amb cadena d'amarrament. Per línia de LA-110. Armat d'1,5 m inclòs.

$$1 \text{ Ut} \times 4.830,56 \text{ €/Ut} = 4.830,56 \text{ €}$$

- 8 Torre metàl·lica tipus A-4500 14 m amb cadena d'amarrament. Per línia de LA-56 ó LA-110. Armat d'1,5 m inclòs.

$$3 \text{ Ut} \times 4.809,13 \text{ €/Ut} = 14.427,39 \text{ €}$$

- 9 Torre metàl·lica tipus A-4500 16 m amb cadena d'amarrament. Per línia de LA-56 ó LA-110. Armat d'1,5 m inclòs.

$$1 \text{ Ut} \times 4.849,17 \text{ €/Ut} = 4.849,17 \text{ €}$$

- 10 Línia d'Alta Tensió tipus LA-110. Subministrament, col·locació dels conductors i tensat.

$$666 \text{ MI} \times 9,81 \text{ €/MI} = 6.533,46 \text{ €}$$

- 11 Neteja d'arbrat i sota línia per realitzar la col·locació dels suports i extensió de cables.

$$1 \text{ Ut} \times 4.750,59 \text{ €/Ut} = 4.750,59 \text{ €}$$

- 12 Instal·lació d'interruptor/seccionador trifàsic sobre torre metàl·lica per a línia de Mitja Tensió 25 kV. Tipus MESA SBC 36/400.

$$3 \text{ Ut} \times 3.267,60 \text{ €/Ut} = 9.802,80 \text{ €}$$

3.3. REFORMES CENTRE TRANSFORMADOR

- 13 Instal·lació d'una font d'alimentació i una unitat per control remot tipus SITEL CAP/32. Subministrament i muntatge inclòs.

$$1 \text{ Ut} \times 7.133,46 \text{ €/Ut} = 7.133,46 \text{ €}$$

- 14 Quadre de Baixa Tensió tipus UNESA amb 4 sortides de 400 A. Subministrament i instal·lació

$$2 \text{ Ut} \times 1.797,96 \text{ €/Ut} = 3.595,92 \text{ €}$$

- 15 Reforma en caseta de Centre Transformador consistent en l'obra civil necessària per a la modificació de les entrades de cables existents, o obertura de noves.

$$1 \text{ Ut} \times 1.390,07 \text{ €/Ut} = 1.390,07 \text{ €}$$

- 16 Reforma en caseta de Centre Transformador consistent en instal·lació d'una cabina de línia tipus ORMAZABAL CML 36 kV, 630 A. Motorització, subministrament i muntatge inclosos.

1 Ut x 9.721,54 €/Ut = 9.721,54 €

- 17 Reforma en caseta de Centre Transformador consistent en instal·lació d'una cabina de línia tipus ORMAZABAL CMP-F 36 kV, 630A.

1 Ut x 6.610,95 €/Ut = 6.610,95 €

- 18 Reforma en caseta de Centre Transformador consistent en instal·lació d'una cabina de línia tipus ORMAZABAL CML 36 kV, 630 A.

1 Ut x 5.288,60 €/Ut = 5.288,60 €

- 19 Reforma en caseta de Centre Transformador consistent en instal·lació d'una bancada metàl·lica per a cabines d'Alta Tensió.

1 Ut x 561,05 €/Ut = 561,05 €

3.4. OBRA CIVIL

- 24 Obertura, protecció, compactació i tancament de rasa en calçada/voravia, de 40x100 cm de fondària en qualsevol tipus de terreny (exclòs roca). Càrrega i transport de terres sobrants a terreny autoritzat o abocador controlat. Balisament i senyalització de la rasa inclosos. Reposició de paviment inclòs.

407 MI x 154,40 €/MI = 62.840,80 €

3.5. PROJECTE I DIRECCIÓ D'OBRA

- 20 Projecte executiu i direcció facultativa de l'obra civil.

1 Ut x 1.667,14 €/Ut = 1.667,14 €

- 21 Projecte de legalització, posta en servei de la instal·lació elèctrica.

1 Ut x 1.925,18 €/Ut = 1.925,18 €

- 22 Pla de seguretat.

1 Ut x 356,29 €/Ut = 356,29 €

- 23 Autoritzacions d'organismes oficials o particulars.

1 Ut x 955,95 €/Ut = 955,95 €

3.6. TREBALLS COMPLEMENTARIS DE POSTA EN MARXA

- 25 Descàrrec d'instal·lacions d'AT per reformes en Centre Transformador o Línia AT (inclou descàrrec general línia AT, tràmits reglamentaris pertinents). No inclòs grup electrogen.

2 Ut x 378,56 €/Ut = 757,12 €

- 26 Mesures d'aïllament en línia subterrània de 18/30 kV mitjançant laboratori mòbil. Comprovació per trams individuals.

1 Ut x 423,04 €/Ut = 423,04 €

- 27 Aixecament i elaboració de plànols amb l'estat final de les instal·lacions.

1 Ut x 310,98 €/Ut = 310,98 €

- P Seguiment de l'obra.

1 Ut x 2.881,09 €/Ut = 2.881,09 €

TOTAL PRESSUPOST:..... 182.949,45 €

(CENT VUITANTA-DOS MIL NOU-CENTS QUARANTA-NOU EUROS AMB QUARANTA-CINC CÈNTIMS D'EURO).

Banyoles, Juliol 2015

EL FACULTATIU

4. PLEC DE CONDICIONS

4.1. CONDICIONS GENERALS

Tant els materials com la forma d'execució dels treballs a les obres, reunirà les condicions legals i tècniques exigides en les vigents reglamentacions, estant facultada la direcció d'obra per comprovar, acceptar o rebutjar, en el seu cas, totes aquelles unitats d'obra o materials, que en el seu judici no reuneixin les degudes condicions, quedant obligat el contractista a substituir-les efectuant quantes reformes fossin necessàries.

Totes les connexions es realitzaran sense tensió a la instal·lació i amb les postes a terra instal·lades.

4.2. LÍNIA AT AÈRIA

4.2.1. GENERALITATS

La línia seguirà en tot el seu recorregut per les zones descrites en els plànols adjunts.

La situació dels suports així com les característiques d'aquests, coincidiran amb el que s'exposa al present projecte.

En tot moment els treballs es realitzaran d'acord amb els permisos obtinguts.

En tot moment es procurarà conservar les distàncies reglamentàries en cas de paral·lelismes, encreuaments, pas per zones, etc que marca el reglament. Tant en sentit horitzontal com en el vertical. Adoptant les mesures corresponents en els vanos de seguretat reforçada.

4.2.2. CIMENTACIÓ

Les dimensions de les cimentacions s'ajustaran el màxim possible a les que figuren en el projecte. Les parets del forat seran verticals.

Els massissos sobrepassaran el nivell del terra un mínim de 10 cm.

4.2.3. SUPORTS

Es procurarà no arrastrar ni colpejar els suports. S'evitarà la possibilitat de deformacions pel seu propi pes en el cas de que s'hagi de deixar descansar el suport sobre el terra durant el muntatge

de la línia. Cadascun dels elements estarà ensamblat i fixat a través de cargols.

4.2.4. NÚMERO DELS SUPORTS I AVÍS DEL PERILL

S'utilitzarà pintura negra i els números seran de la forma i dimensions adequades per tal de fer-los llegibles des de terra. L'ordre de la numeració serà exactament el que marca el projecte.

Les plaques d'avis de perill seran reglamentàries, de color negre amb fons groc i, hi figurarà un llamp elèctric. Sota el senyal, s'hi trobarà la llegenda "*ALTA TENSIO. PERILL DE MORT*". Es col·locaran a tots i cadascun dels suports, en un lloc ben visible.

4.2.5. POSTA A TERRA

Cadascun dels suports de la línia es posarà a terra.

4.2.6. CONDUCTORS

Seran 94-AL1/22-ST1A (UNE-EN 50182) (LA110 – 116,2 mm² AL-AC). La càrrega de trencament serà de 4.393 kg i el pes de 433 kg/km.

4.2.7. TENSAT DELS CONDUCTORS

El tensat dels conductors s'ha de realitzar de manera que s'evitin nusos, masegaments o trencament de fils i fregament amb el terra, suports o altres objectes.

Es procurarà proporcionar el tense adequat mitjançant la corresponent taula de fletxes a la temperatura del muntatge.

4.3. LÍNIA AT SUBTERRÀNIA

4.3.1. CALES DE LOCALITZACIÓ

Les cales de localització o treballs en proximitat (< 50 cm) de línies elèctriques soterrades existents es faran manualment.

4.3.2. RASES PER A CANALITZACIONS

4.3.2.1. Dimensions excavació en terrer i sota vorera per AT:

Excavació, de dimensions generals 1,10 x 0,60 m, sorra (10 cm sota els cables i 20 cm sobre els cables), placa de PVC de protecció homologada, cinta de senyalització de PVC 20 cm pel cim de la protecció, reomplert i compactació.

4.3.2.2. Dimensions excavació en encreuament de vials per a línies AT:

Obertura i tancament de rasa en vial, inclosa excavació, de dimensions generals 1,20 x 0,60 m, tres tubs de PVC corrugat amb doble capa de 110 mm de diàmetre per cada línia AT i un de reserva, reomplert de formigó, cinta de senyalització de PVC, i reomplert fins sota paviment amb formigó. Acabat amb asfalt en calent.

4.3.2.3. Disposició dels serveis:

Cal respectar les distàncies mínimes respecte a d'altres serveis d'acord amb el que dicta el DECRET 196/1992 de 4 d'Agost GENERALITAT DE CATALUNYA:

- Separació mínima amb altres línies elèctriques AT o BT (entre conductors més propers d'ambdues línies): **25 cm**
- Separació mínima amb altres serveis (entre conductor més apropat i servei): **20 cm**
- En cas de paral·lelismes o encreuaments deguts a connexions de servei, l'anterior distància s'augmentarà a un mínim de **30 cm**

4.3.2.4. Qualitat de la sorra:

Serà fina, d'aparença homogènia, del tipus paletteria amb un gra màxim de 3 mm de diàmetre sense cantells punxeguts.

4.3.2.5. Avisos durant l'obra:

L'empresa executora de l'obra haurà d'avisar al propietari de les instal·lacions per l'aixecament de plànols en el moment en que la rasa estigui oberta. S'aprofitarà aquesta visita per comprovar la qualitat de la sorra abans de la seva estesa.

Igualment s'avisarà per l'aixecament de plànols en el moment en que els conductors estiguin estesos i abans de tancar la rasa.

Una vegada finalitzada l'obra, la direcció es reserva el dret de demanar l'obertura de cales per a la comprovació de l'estat de les instal·lacions.

La línia seguirà en tot el seu recorregut per les zones descrites en els plànols adjunts.

L'execució de les canalitzacions així com la disposició dels cables, s'adaptaran a l'exposat en aquest plec de condicions i a la memòria del projecte.

4.3.3. CONDUCTORS

Seràn de tipus subterrani, de camp radial, amb corda d'alumini homogènia, unifilars. Sobre el conductor d'alumini hi haurà una capa de material semiconductor.

L'aïllament serà de polietilè reticulat, sobre el qual anirà una segona capa de material semiconductor. El conjunt portarà una pantalla constituïda per fleix de coure enrotllat en hèlix, que es posarà a terra en els extrems del cable.

El conductor serà apropiat a la tensió de servei, que es preveu de 25.000 V nominals, corresponent a una sèrie d'aïllament 18/30 kV.

Per últim, el cable tindrà una coberta de protecció mecànica formada per una funda de policlorur de vinil de color vermell.

4.3.4. INSTAL·LACIÓ

El traçat serà el més rectilini possible, seguint en tot moment el recorregut que indiquen els plànols. Així mateix, es tindran en compte els radis de curvatura mínims que poden suportar els cables sense deteriorar-se, a respectar en els canvis de direcció, d'acord amb les especificacions tècniques del cable.

La rasa, en el moment de l'estesa de conductors disposarà de sorra neta de la qualitat abans esmentada, tenint cura de netejar les possibles pedres i altres elements que hagin pogut caure a la rasa i que puguin perjudicar els conductors.

Per a l'estesa dels conductors s'utilitzaran mitjans que no produeixin excessiva tracció en els conductors, de tal manera que no provoqui el seu deteriorament. En els canvis de direcció s'utilitzaran rodets per facilitar el lliscat dels conductors.

4.4. ESTACIÓ TRANSFORMADORA.

4.4.1. INSTAL·LACIONS

La instal·lació elèctrica s'adaptarà a les especificacions contingudes en la memòria del projecte i plànols adjunts.

Tot el material utilitzat estarà en perfectes condicions i la seva instal·lació es farà seguint les instruccions del fabricant.

Es tindrà en compte, en quan a les fixacions, el pes dels aparells i els possibles esforços electrodinàmics a que poden ser sotmeses.

Les distàncies dels elements en tensió a la resta d'elements respectaran el que marca el Reglament corresponent.

4.5. CONCLUSIÓ

La totalitat de la instal·lació estarà d'acord amb la vigent reglamentació sobre instal·lacions d'AT continguda al *REGLAMENTO SOBRE CONDICIONES TECNICAS Y GARANTIAS DE SEGURIDAD EN CENTRALES ELECTRICAS Y CENTROS DE TRANSFORMACIÓN*.

Banyoles, Juliol 2015

EL FACULTATIU

5. ESTUDI BÀSIC DE SEGURETAT I SALUT

CARACTERÍSTIQUES GENERALS DEL PROJECTE:

Dades principals:

Obra: Nova Línia Elèctrica d'Alta Tensió 25 kV LAT 916 "El Reclau", enllaç CT-070 "Martí de l'Oli" amb CT-187 "Gasolinera de Serinyà" i reforma del CT-187 "Gasolinera de Serinyà", situats al terme municipal de SERINYÀ (Girona).

Data prevista començament obra: **Setembre 2015**

Duració dels treballs: **10 dies**

Nombre de treballadors: **4**

Promotor: **Agri-Energia Elèctrica, SA**

Localització: **Paratge de les Coves**

Població: **Serinyà**

Tipus d'instal·lació: Reformes línia AT aèria i en rasa.

Designació de coordinadors en matèries de seguretat:

Nombre de projectistes: **1**

Previsió de nombre d'empreses instal·ladores: **1**

Necessitat de designar coordinador de seguretat en fase projecte: **NO**

Necessitat de designar coordinador de seguretat en fase d'obra: **NO**

Pla de seguretat i salut:

Aplicant aquest estudi bàsic, el contractista, en cas d'existir, elaborarà un pla de seguretat i salut d'acord amb l'article 7 del RD 1627/1997.

Riscs especials:

No hi ha treballs que impliquin riscos especials.

5.1. MEMÒRIA INFORMATIVA

AGRI-ENERGIA ELÈCTRICA, S.A. és una societat dedicada a la distribució d'Energia Elèctrica a la comarca del Pla de l'Estany, Gironès, Garrotxa i Alt Empordà.

5.2. MEMÒRIA DESCRIPTIVA DE L'ESTUDI

5.2.1. OBJECTE

Definir els perills que poden sorgir en l'execució material de l'obra i establir les normes de seguretat individuals i col·lectives i les proteccions adequades a fi d'evitar-los. Per confeccionar aquesta memòria s'ha partit de l'avaluació de riscos de que disposa l'empresa i estarà d'acord amb la normativa següent:

- Llei 31/1995 de 8 de Gener, de Prevenció de Riscos Laborals, que determina les garanties i responsabilitats necessàries per establir un adequat nivell de protecció de la salut dels treballadors.
- Reial Decret 1627/1997 de 24 d'octubre (BOE núm. 256 de 25.10.97), que estableix les normes mínimes de seguretat i salut a aplicar a les obres de construcció.
- Reial Decret 614/2001 de 8 de juny, sobre disposicions mínimes per a la protecció de la Salut i Seguretat dels treballadors front al risc elèctric.
- Reglament sobre centrals elèctriques, subestacions i centres de transformació.

5.3. TREBALLS DE DESCÀRREC D'INSTAL·LACIONS D'ALTA I BAIXA TENSIÓ.

5.3.1. TREBALLS

- Maniobres de descàrrec d'instal·lació AT (25 kV) i BT, per deixar la instal·lació apta per a la seva manipulació amb seguretat.

5.3.2. PERILLS MÉS FREQUENTS

- Contactes directes degut a la disminució de les distàncies de seguretat respecte a instal·lacions en tensió, fulguracions, etc.

5.3.3. NORMES BÀSIQUES DE SEGURETAT

- Rebre confirmació del responsable de maniobres / responsable dels treballs.
- Utilitzar equip de protecció personal.
- Verificar estanquitat dels guants aïllants.

- Seguir les 5 regles d'or pel que fa a descàrrecs elèctrics.
 - o Tallar les fonts de tensió.
 - o Enclavar els dispositius de tall i senyalitzar-los.
 - o Fer la detecció de tensió en AT i BT.
 - o Posar les postes a terra en AT i BT.
 - o Senyalitzar l'àrea en descàrrec.
- Delimitar zona de treball de manera que qualsevol punt en tensió de l'entorn estigui com a mínim a la distància de seguretat i protegir si és necessari els punts que estan a una distància inferior mitjançant pantalles aïllants, fundes, caputxons i teles aïllants i si no és possible, descarregar la instal·lació.
 - o Fins a 1 kV: 0.4m
 - o Per 25 kV: 1.0m
- Informar a tot el personal de la proximitat de possibles punts en tensió.

5.3.4. PROTECCIONS PERSONALS

- Calçat de protecció
- Casc de seguretat
- Ulleres inactíniques
- Pantalla facial
- Guants protecció mecànica
- Guants aïllants
- Roba de treball
- Estora o banqueteta aïllants

5.3.5. PROTECCIONS COMPLEMENTARIES

- Pantalles protectores aïllants.
- Fundes, caputxons i tela aïllants.
- Les adequades al treball concret que es faci.

5.3.6. PROTECCIONS COL·LECTIVES

- Zones de treball netes i ordenades.
- Mitjans auxiliars adequats (escales aïllats).
- Senyalització dels llocs de perill.

5.4. TREBALLS EN LÍNIES AÈRIES A ALÇADA

5.4.1. TREBALLS

- Feines de muntatge de suports per línies elèctriques, instal·lació i tensat de conductor i feines de desmuntatge de línies.

5.4.2. PERILLS MÉS FREQUENTS

- Caigudes en alçada.
- Trencament del suport.
- Atropellament per màquines excavadores/camions.
- Caiguda de materials.
- Cops i contusions.
- Talls i ferides.

5.4.3. NORMES BÀSIQUES DE SEGURETAT

- No es realitzaran treballs sense que s'hagi realitzat el descàrrec corresponent de la instal·lació, havent comprovat l'absència de tensió i efectuat la posta a terra.
- Revisar les màquines i els seus accessoris, i no sobrecarregar-los.
- Revisar periòdicament les eines manuals.
- Mantenir neta d'obstacles la zona de treball.
- Es comprovarà l'estat del suport abans de pujar-hi. Si l'ancoratge del suport no ofereix confiança s'enventarà abans de pujar-hi, de forma que sigui segur.
- Durant els treballs amb grua no es treballarà sota les peces suspeses.
- Les esteses de cables que es facin manualment es faran amb guants mecànics.
- El tensat de cables es farà sense sobrecarregar les eines o el cable.
- És obligatori l'ús del cinturó de seguretat a partir d'un alçada de 2m sobre el nivell del terra.

5.4.4. ELEMENTS DE PROTECCIÓ PERSONAL

- Casc homologat de seguretat amb barbiquell.
- Guants de protecció mecànica.
- Calçat de protecció.
- Roba de treball.
- Cinturó de seguretat.

5.4.5. ELEMENTS AUXILIARS

- Escales, politges, trepadors, cordes de servei.

5.4.6. PROTECCIONS COL·LECTIVES

- Zones de treball netes i ordenades.
- Seguir les ordres del responsable del grup treball.
- Postes a terra de la instal·lació en descàrrec.

5.5. TREBALLS EN INTERIOR DE CENTRES TRANSFORMADORS

5.5.1. TREBALLS

- Feines d'instal·lació d'elements i reformes en centres transformadors.

5.5.2. PERILLS MÉS FREQUENTS

- Caigudes a diferent nivell
- Caiguda de materials
- Cops i contusions
- Talls i ferides

5.5.3. NORMES BÀSIQUES DE SEGURETAT

- No es realitzaran treballs sense que s'hagi realitzat el descàrrec corresponent de la instal·lació, havent comprovat la manca de tensió i efectuat la posta a terra.
- Revisar les màquines elèctriques i els seus accessoris.
- Revisar periòdicament les eines manuals.
- Mantenir net d'obstacles la zona de treball.
- El treballs manuals es faran amb guants mecànics.
- Els treballs a una alçada superior a 2 m es farà amb cinturó de seguretat i es col·locarà el barbiquell en el casc de seguretat.

5.5.4. ELEMENTS DE PROTECCIÓ PERSONAL

- Casc homologat de seguretat amb barbiquell
- Guants de protecció mecànica
- Calçat de protecció
- Roba de treball
- Cinturó de seguretat

5.5.5. ELEMENTS AUXILIARS

- Escales aïllants

5.5.6. PROTECCIONS COL·LECTIVES

- Zones de treball netes i ordenades.
- Seguir les ordres del responsable del grup treball.

5.6. TREBALLS EN RASES PER ESTESA DE CABLES SUBTERRANIS**5.6.1. TREBALLS**

- Feines d'excavació i estesa de cable.

5.6.2. PERILLS MÉS FREQUENTS

- Caigudes a l'interior de la rasa.
- Esfondrament de rases.
- Atropellament per màquines excavadores/camions.
- Caiguda de materials.
- Cops i contusions.
- Talls i ferides.

5.6.3. NORMES BÀSIQUES DE SEGURETAT

- Revisar les màquines i els seus accessoris i no sobrecarregar-los.
- Revisar periòdicament les eines manuals.
- Mantenir neta d'obstacles la zona de treball.
- Les rases de més d'1,3m de fondària i d'amplada igual o inferior a 2/3 de la profunditat, han de fer-se amb un talús suficient per evitar esfondraments, en cas contrari s'entivaran, especialment si la terra és humida o ha plogut darrerament. Els treballadors es mantindran separats suficientment els uns dels altres.
- Senyalitzar la rasa amb balises lluminoses durant la nit.
- Les esteses de cables que es facin manualment es faran amb guants mecànics.
- Quan s'excavi per trobar els cables en tensió es farà de forma manual quan la distància als cables sigui inferior a 50 cm.
- Quan treballi maquinària pesant a una distància inferior a 2 m de la rasa, els treballadors es mantindran fora de l'abast del vehicle, per tal d'evitar accidents en cas que la maquinària esfondrés la rasa o pogués bolcar sobre ella.

5.6.4. ELEMENTS DE PROTECCIÓ PERSONAL

- Casc homologat de seguretat.
- Guants de protecció mecànica.
- Calçat de protecció.
- Roba de treball.

5.6.5. ELEMENTS AUXILIARS

- Eines d'excavació, politges.

5.6.6. PROTECCIONS COL·LECTIVES

- Zones de treball netes i ordenades.
- Seguir les ordres del responsable del grup treball.

Banyoles, Juliol 2015

EL FACULTATIU

6. ANNEX. FULL DE CÀLCULS

6.1. DADES DELS CONDUCTORS

CÀLCUL MECÀNIC SUPORTS LAT 25 KV EL RECLAU

PES_LA110 (Kgr)	Esforç Trencament	LA110=94-AL1/22-ST1A
0,433	4393 Kgr	
Acció Vent > LA_110 (Kgr/m)		
0,84		

PES_PENGUIN (Kgr)	Esforç Trencament
0,4332	3716 Kgr
Acció Vent > PENGUIN (Kgr/m)	
0,86	

Pes cimentació (Kgr/m3)
2500

Màxima càrrega t. (normal)	Kgr/Cm2	T/m3	K compresibilitat terreny (Kgr/Cm3)
	4	40	12

6.2. CÀLCUL DELS TENSES DELS CONDUCTORS

CÀLCUL MECÀNIC SUPORTS LAT 25 KV EL RECLAU TENSES I FLETXES CABLE LA110 (407 Kgr) A 15 °C

Cable 1	LA110	LA110	LA110	LA110	LA110	LA110	LA110
VANO	18-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7
Metres	74	136	74	90	82	100	112
50° NO VENT	245	320	245	271	259	284	298
Fletxa (m)	2,6	6,8	2,6	3,5	3,1	4,2	5,0
15° + VENT	638	748	638	674	657	694	714
Fletxa (m)	1,0	2,9	1,0	1,4	1,2	1,7	2,1
-5° + VENT	802	841	802	815	809	822	829
Fletxa (m)	0,8	2,6	0,8	1,2	1,0	1,4	1,8

Mínima distància al terreny amb Temp.= 50°C

CUMPLEIX ?	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Trencament	2406	2523	2406	2445	2427	2466	2487
< MAX.Kgr	4393	4393	4393	4393	4393	4393	4393
CUMPLEIX ?	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

SEPARACIÓ ENTRE CONDUCTORS

Armat	Amarre	Amarre	Amarre	Amarre	Bòveda	Amarre	Amarre
Nº Suport	18	1	2	3	4	5	6
Longitud cadena suspensió	0	0	0	0	0	0	0
Separació creuetes	1,5	1,75	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Separació mínima	1,14	1,73	1,14	1,29	1,22	1,39	1,5
Cumpleix	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

6.3. CÀLCUL ESFORÇ DELS SUPORTS

CÀLCUL MECÀNIC SUPORTS LAT 25 KV EL RECLAU

	LAT 852	LAT 916	LAT 916	LAT 916	LAT 916	LAT 916	LAT 916	LAT 916
NºSUP	18	1	2	3	4	5	6	7
TIPUS	METAL	METAL	METAL	METAL	METAL	METAL	METAL	METAL
MODEL	ACACIA	ACACIA	ACACIA	ACACIA	ACACIA	ACACIA	ACACIA	ACACIA
SERIE	100	100	100	100	100	63	100	80
COMPOSICIÓ	2TA	3TA	3TA	3TA	3TA	3TA	3TA	3TA
ARMAT	H	H	H	H	H	H	H	H
ALÇADA SUPORT	14	18	16	14	14	14	16	14
ESFORÇ PUNTA	4500	3000	1000	1000	2000	4500	4500	4500
TIPUS CABLE 1	LA110	LA110	LA110	LA110	LA110	LA110	LA110	LA110
TIPUS CABLE 2								
VANO (1) Anterior	0	74	136	74	90	82	100	112
VANO (2) Posterior	74	136	74	90	82	100	112	0
VANO (3) Adicional								
TENSE -5°+V (1) Anterior LA 110	0	802	841	802	815	809	822	829
TENSE -5°+V (2) Posterior LA110	802	841	802	815	809	822	829	0
+ Coef_Seg %	25	25	25	25	25	25	25	25
<u>ALINEACIO : Acció del Vent</u>								
Rvent	0	0	561	464	0	0	0	0
Desequ.trac.	0	0	252	245	0	0	0	0
Resultant (Vent+Desequilibri)	0	0	615	524	0	0	0	0
Torsió	0	0	176	59	0	0	0	0
Màxima torsió	0	0	1400	1400	0	0	0	0
<u>ANGLE (360°) : R .vent + R.angle</u>								
Angle (1) (graus)	0	22	0	0	10	37	63	0
Angle (2) (graus sexagessimals)								
Resultant desequilibri Y	0	1956	0	0	1448	2503	3252	0
Resultant desequilibri X	0	-292	0	0	-19	-528	-1367	0
Resultant desequilibri	0	2472	0	0	1811	3198	4409	0
Desequ.trac.	0	202	0	0	196	197	199	0
Esforç trencament 1 conductor	0	1262	0	0	1223	1233	1244	0
Desequ.trac.	0	1400	0	0	1400	1400	1400	0
<u>CAP DE LINIA :</u>								
Rvent+Rtense	3010	0	0	0	0	0	0	3114
z	1203	0	0	0	0	0	0	1244
Mmàxim	1400	0	0	0	0	0	0	1400
CUMPLEIX ?	SI	0	0	0	0	0	0	SI

Conclusió:

MAXIM ESFORÇ CONDUCTOR	3010	2472	615	524	1811	3198	4409	3114
ESFORÇ PUNTA	4500	3000	1000	1000	2000	4500	4500	4500
Cumpleix	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI



6.4. CÀLCUL DE LES CIMENTACIONS DELS SUPORTS

CÀLCUL MECÀNIC SUPORTS LAT 25 KV EL RECLAU

CIMENTACIONS

	LAT 852	LAT 916	LAT 916	LAT 916	LAT 916	LAT 916	LAT 916	LAT 916
NºSUP	18	1	2	3	4	5	6	7
Altura	14	18	16	14	14	14	16	14
Esforç	4500	3000	1000	1000	2000	4500	4500	4500
Profunditat mínima cimentació (m)	2,60	2,47	1,90	1,85	2,16	2,60	2,66	2,60
Amplada mínima (m)	1,07	1,21	1,12	1,05	1,06	1,07	1,14	1,07
Volum (m3)	2,98	3,62	2,38	2,04	2,43	2,98	3,46	2,98
Pes(Kgr)	7442	9041	5958	5099	6067	7442	8642	7442
Moment volc (m.tona)	39,53	42,46	9,45	7,01	24,04	42,00	66,64	40,89
M.Volc x 1,5	59,29	63,68	14,17	10,52	36,07	63,00	99,96	61,34
Moment estab	66,37	65,81	28,63	24,59	38,55	66,37	76,06	66,39
CUMPLEIX ?	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI

CARREGUES PERMANENTS: (Acció vertical {Pes})

Conductor	131,2	136,4	136,4	106,5	111,7	118,2	137,7	72,7
Aïllador	29,7	59,4	59,4	59,4	59,4	59,4	59,4	59,4
Ferratges	110	100	110	110	110	110	110	100
Aparells	0	100	0	0	0	0	0	100
Suport	883	950	493	417	591	883	1017	883
Cimentació	7442	9041	5958	5099	6067	7442	8642	7442
TOTAL-----	8596	10387	6757	5792	6940	8612	9966	8657
Pes Kgr/Cm2	0,75	0,71	0,54	0,53	0,62	0,75	0,77	0,76
< 4Kgr/Cm2	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

CÀLCUL TANGENT ANGLE DE GIR DE LA CIMENTACIÓ

Prof_cim(m)	2,6	2,47	1,9	1,85	2,16	2,6	2,66	2,6
Tg @	0,004	0,004	0,005	0,005	0,005	0,004	0,004	0,004
CUMPLEIX ?	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

6.5. CÀLCUL DE LES TENSIONS DE PAS I CONTACTE

*** RESULTATS DE L'ESTUDI DE TENSIONS DE PAS I CONTACTE ***

1.- CENTRE EN ESTUDI = LAT 916 "EL RECLAU"

2.- CAPÇALERA DEL CENTRE = SERINYÀ

3.- RESISTIVITAT DEL TERRA = 58,95 Ohms·m

Valors de resistència mesurats pel mètode de Wenner

2m = 4,38 Ohms 4m = 2,41 Ohms 8m = 1,22 Ohms

4.- TERRA DE PROTECCIÓ (FERRATGES) = 20,0 Ohms

Composició: Anell de 8 piquetes de 2m (rectangle de 8x3m) a 80 Cm de fondària unides amb conductor de coure de 50 mm²

(Paràmetres característics: $K_r=0,082$ $K_p=0,0182$ $K_c=0,0371$)

7.- TENSÍO NOMINAL = 25000 Volts

8.- INTENSITAT MÀXIMA DE DEFECTE = 400 Amp

Impedància de posta a terra : $R_n=30$ Ohms $X_n=0$ Ohms

9.- TENSÍO DE DEFECTE = 8.000 v ($R_t \cdot I_d$)

10.- NIVELL D'AÏLLAMENT BT = 8.000 v

11.- TEMPS TOTAL D'ACTUACIÓ DE LA PROTECCIÓ = 0,5 Seg

12.- CARACTERÍSTIQUES DE LA PROTECCIÓ:

Intensitat de disparo = 15 Amp Relé de temps invers (dependent)

($k=13,5$ $n=1$ Corba=0,4) (Hi ha reconexió ràpida (<0,5 Seg.))

13.- TENSÍO DE PAS EXTERIOR = 363 v

14.- TENSÍO DE PAS EXTERIOR ADMISSIBLE = 422 v

17.- TENSÍO DE CONTACTE EXTERIOR = 29 v

18.- TENSÍO DE CONTACTE EXTERIOR ADMISSIBLE = 860 v

AGRI-ENERGIA ELECTRICA,S.A.

Banyoles, Juliol 2015

EL FACULTATIU

