

Treball final de grau

Estudi: Grau en Enginyeria en Tecnologies Industrials

Títol: Estudi dels diferents fenòmens que provoquen les
descàrregues parcials en
conductors de mitja i alta tensió

Document: Memòria, Annexos i Pressupost

Alumne: Pau Blanch Noguera

Tutor: Dr. Melendez Frigola, Joaquim

Departament: Enginyeria elèctrica, electrònica i automàtica

Àrea: Enginyeria de sistemes i automàtica

Convocatòria: Setembre de 2020

AGRAÏMENTS

Voldria esmentar en els agraïments totes aquelles persones que han fet possible la realització d'aquest projecte, proporcionant-me les eines i recursos necessaris per a poder dur-lo a terme, ja que considero que sense ells no hagués estat possible.

- Especials agraïments als enginyers tècnics de l'empresa en la qual he realitzat el projecte ja que m'han ajudat a l'hora de proporcionar-me les dades i el software per a poder fer l'estudi.

- El Tècnic de OWTS seba KMT-Megger, per a facilitar-me informació sobre els cursos de formació en descàrregues parcials i informació que m'ha servit d'utilitat.

- El Tècnic d'Endesa per facilitar-me les normatives en detecció i prevenció d'avaries.

- Els operaris del laboratori mòbil per ensenyar-me els procediments que segueixen i deixar-me realitzar una prova de descàrregues parcials.

- El Dr. Melendez Frigola, Joaquim de la Universitat de Girona, per facilitar-me el projecte en descàrregues parcials que m'ha servit de base de partida al començar aquest projecte i també per fer-me de tutor.

ÍNDIX

Agraïments.....	I
Índex	I
1 Introducció.....	1
1.1 Antecedents.....	1
1.2 Objecte	1
1.3 Abast i especificacions.....	2
2 Fonaments teòrics de les descàrregues parcials.....	3
2.1 Fonaments teòrics dels mètodes de mesura.....	3
2.2 Diferents mètodes de mesura	5
2.2 Mètode de mesura OWTS de Seba KMT-Megger.....	5
2.3 Laboratori mòbil	7
2.4 Defectes en els conductors elèctrics.....	8
2.4.1 Defecte en la coberta del cable	9
2.4.2 Defecte en l'aïllament del cable.....	10
2.4.3 Defecte en empalmes.....	10
2.4.4 Defecte en terminals	12
2.5 Anàlisi posterior mitjançant software	13
3 Interpretació de resultats del software	15
3.1 Localització de les descàrregues en la ona rebuda.....	15
4. Tipus de patró d'ona segons el fenomen causant de la descàrrega	17
4.1 Característiques de la ona rebuda en una descàrrega parcial	17
4.2 Patrons d'ona segons el fenomen causant	19
4.2.1 Gràfica de patró d'ona produït per defectes en l'aïllament.....	19
4.2.2 Gràfica de patró d'ona produït per defectes en l'aïllament de cable mixt	20
4.2.3 Gràfica de patró d'ona produït per defectes en la coberta	21
4.2.4 Gràfica de patró d'ona produït per defectes en empalmes	23
4.2.5 Gràfica de patró d'ona produït per defectes en terminals	25
5 Interpretació del mapa de les descàrregues rebudes sobre el cable	27

5.1 Descripció del resultat obtingut	27
5.1.2 Mapa defecte aïllament	28
5.1.3 Mapa defecte coberta.....	30
5.1.4 Mapa defecte en empalmes	32
5.1.5 Mapa defecte en terminals	33
6 Possibles millores en la preparació d'operaris i tècnics especialitzats	35
7 Possibles millores en el projecte	36
8 Conclusions.....	38
9 Bibliografia	40
Annex A: Resultats comparativa casos pràctics	1
A.1 Mètode emprat.....	1
A.2 Resultats.....	3
A2.1 Defectes en l'aïllament	3
A2.2 Defectes en l'aïllament de cable mixt.....	8
A2.3 Defectes en la coberta.....	28
A2.4 Defectes en empalmes.....	56
A2.5 Defectes en terminals	69
Annex B: Normativa FD-DED003	0
Annex C: Procedimiento para la diagnosis de cables de media tensión por descargas parciales	2
Annex D: Reglament Alta tensió.....	4
Annex E: ITO (instrucció tècnica d'operació).....	6
Annex F: Normativa DED002 Procediment DP OWTS	8
Annex G: Curs OWTS	10
Pressupost:	0

1 INTRODUCCIÓ

1.1 Antecedents

Des de la comercialització de l'electricitat, tant per ús comercial com particular, s'ha utilitzat cables conductors d'alt voltatge per a minimitzar les pèrdues en el transport d'aquesta. Aquests cables generalment són aeris però, per a prevenció de riscos o per necessitat, com per exemple transportar l'electricitat per a nuclis urbans, s'ha d'utilitzar cables soterrats. Tot i els avantatges que ens pot suposar soterrar els cables, un dels principals desavantatges són les avaries que pateixen i la seva detecció, ja que al ser soterrats no ho podem fer de forma visual.

Actualment es disposa de la tecnologia per a localitzar aquestes avaries mitjançant un laboratori mòbil de detecció d'avaries soterrànies. Aquest, des d'un dels extrems dels cables soterrats on surt a la superfície, és capaç de detectar amb certa precisió i localitzar-la mitjançant les dades rebudes pel laboratori.

En aquests moments tot l'estudi en el camp dels cables soterrats està centrat en com poder evitar i preveure les avaries en les línies elèctriques, per tal de poder tenir menys afectació de cara als clients.

1.2 Objecte

El principal motiu de la creació d'aquest projecte és ampliar els coneixements sobre les descàrregues parcials, un dels mètodes aplicats per a la detecció i localització d'avaries en els cables elèctrics soterrats de mitja i alta tensió.

Està demostrat que la descàrrega parcial és l'inici de tota avaria d'un cable soterrat.

Un dels principals inconvenients de la tecnologia aplicada en les descàrregues parcials, es troba en la complexitat de processar posteriorment les dades rebudes pel laboratori mòbil.

Aquestes dades han de ser processades per un enginyer format en la localització de descàrregues parcials i amb l'ajuda d'un software específic pot detectar on hi ha anomalies ens els conductors.

1.3 Abast i especificacions

El projecte constarà en l'estudi de les descàrregues parcials mitjançant la tecnologia OWTS ("Oscillating Wave Test System") proporcionada per el comercial SebaKMT-Megger.

L'abast vol incloure un estudi general teòric sobre les descàrregues parcials, diferenciant els diferents tipus de descàrrega i identificant-les, per tal de facilitar i fer més eficaç la feina duta a terme per a l'enginyer format en descàrregues parcials que fa el processat posterior de les dades.

També es vol estudiar les diferents anomalies que causen aquestes descàrregues i poder predir quin tipus de defecte es trobarà a l'hora d'anar a reparar el conductor, per així obrir més o menys longitud de rasa per a reparar-lo i alhora, poder fer un estudi de defectes i evitar-los en la construcció de les futures línies elèctriques.

Aquest estudi té la finalitat d'ampliar els coneixements sobre les descàrregues parcials per poder formar en un futur operaris i enginyers que es dedicaran a la localització d'aquestes i al mateix moment millorar la construcció de noves instal·lacions.

2 FONAMENTS TEÒRICS DE LES DESCÀRREGUES PARCIALS

2.1 Fonaments teòrics dels mètodes de mesura

La descàrrega parcial és la ionització de l'aire en un punt on s'hi troba un defecte, provocant que aquesta cavitat on es genera la descàrrega, es vagi ampliant fins a arribar a un punt a on es deteriora l'aïllament. Quan ja no n'hi ha suficient, provoca el ponteig entre el conductor i la malla de terra del cable, generant l'avaría. La Figura 1 mostra aquest procés de degradació.

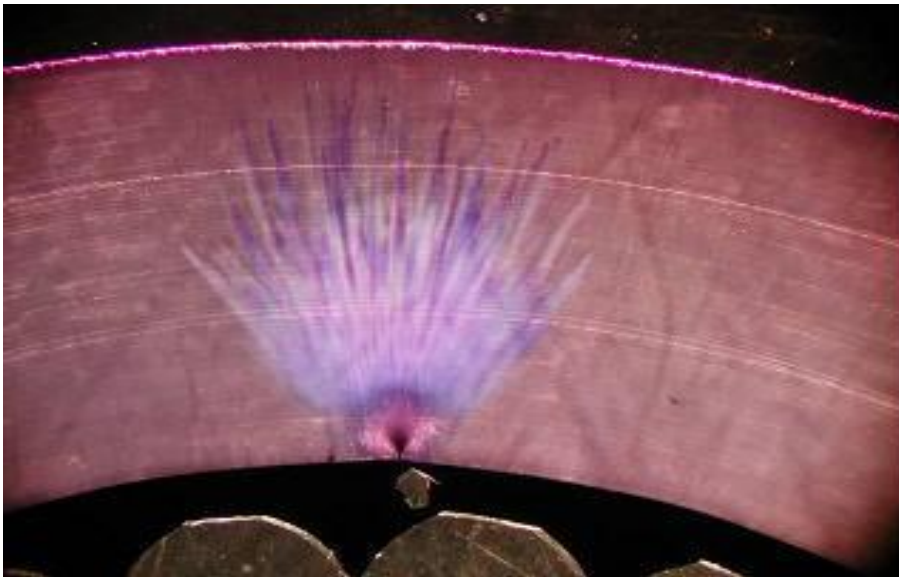


Figura 1: Descàrrega parcial generada en el semiconductor primari en direcció d'interior cap a exterior.

L'estudi de les descàrregues parcials es realitza amb els cables sense càrrega. Sempre s'aplica a cables nous abans de la seva posta en servei, cables que han tingut avaries i un cop reparats veure'n el seu estat. En altres ocasions, també s'utilitza per preveure intervencions a curt o mig termini, per tal d'evitar noves avaries i preveure futures actuacions o intervencions de millora de la xarxa.

Els cables de mitja i alta tensió, de 6kV fins a 60kV tenen el conductor principal al centre, que s'utilitza pel transport d'electricitat seguit d'una primera capa de semiconductor, un aïllament principal, una segona capa de semiconductor extern, un terra flotant exterior connectat a terra que servirà de protecció en cas que falli l'aïllant principal, que és on es concentraran totes les corrents de defecte, i a l'exterior, la coberta del cable. Es mostra un exemple gràfic a la Figura 2 de la secció d'un conductor amb les seves diferents parts. A la Figura 3 es mostra com es generen les descàrregues a partir d'un punt de ionització de l'aire.

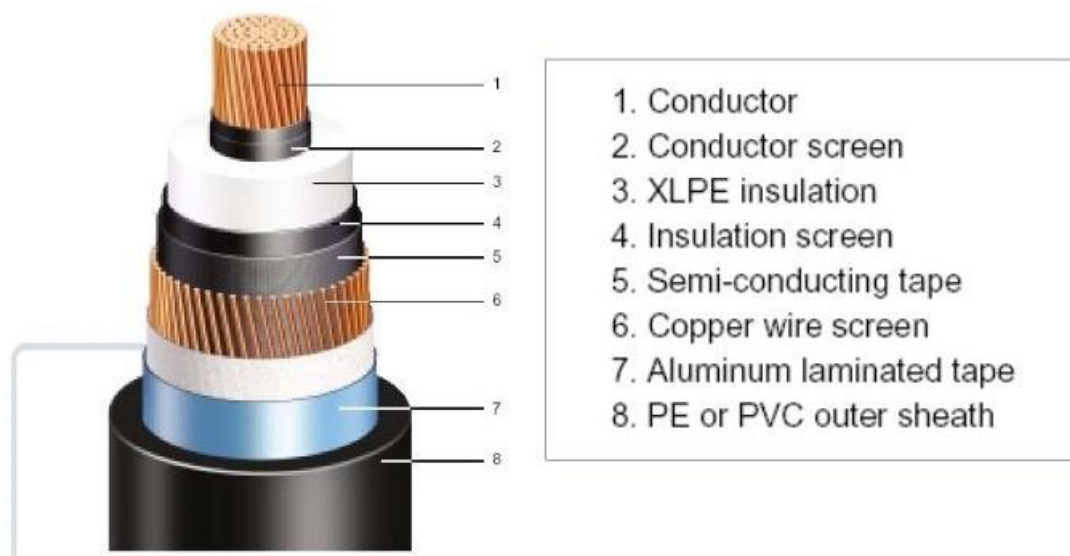


Figura 2: Parts de la secció d'un cable soterrat d'alta tensió (EMTE REDES, "Presentació del mètode d'assaig per DP" Presentació explicativa)

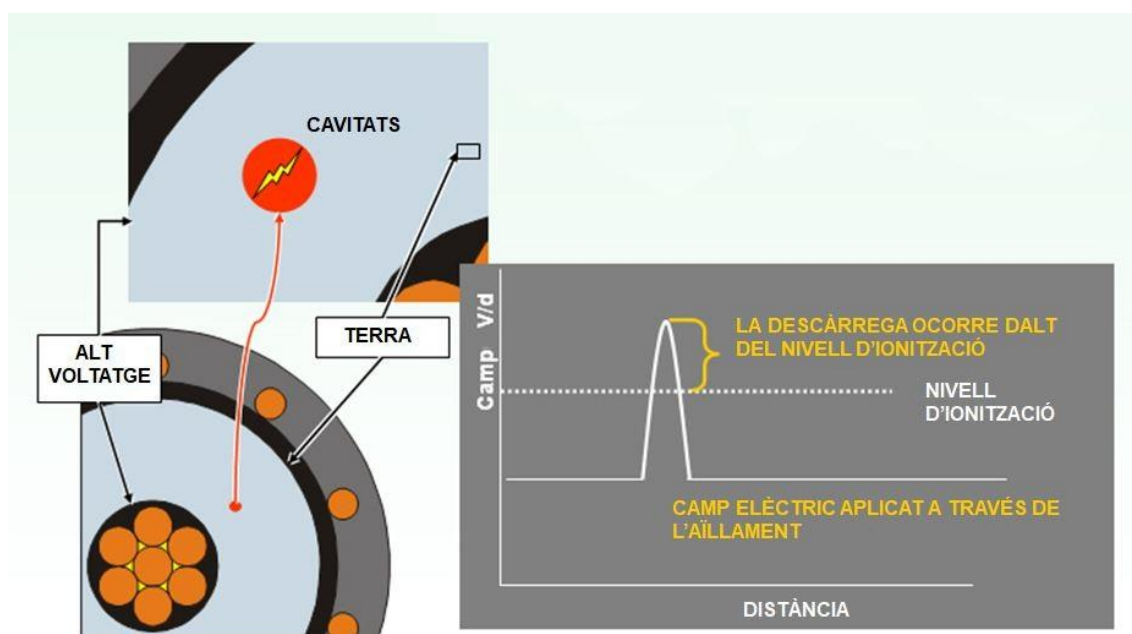


Figura 3: Secció de conductor i gràfic de nivell de ionització (EMTE REDES, "Presentació del mètode d'assaig per DP" Presentació explicativa)

Els defectes que es poden trobar en un cable com ara petites fissures, impureses de l'aïllant, empalmaments o cavitats d'aire, tenen un efecte capacitiu en l'aïllant principal. Com a resultat es generen petites descàrregues elèctriques per la ionització de l'aire, aquestes seran les futures avaries al llarg del cable, que es poden estudiar i mesurar en pico-Coulombs (pC).

2.2 Diferents mètodes de mesura

Actualment existeixen diferents mètodes de mesura per estudiar les descàrregues parcials amb assajos de laboratori complexos però, de cares a la pràctica, per fer-ne un ús industrial es diferencien en dos mètodes estandarditzats, el mètode VLF ("Very Low Frequency") que utilitza freqüències baixes de fins a 0.1Hz i el mètode OWTS ("Oscillating Wave Test System") que treballa fins a 800Hz, influint directament en la tensió necessària per fer els assajos.

Pel que fa al mètode VLF, un dels principals avantatges és la lleugeresa dels seus equips ja que son fàcils de transportar. Malauradament, en utilitzar freqüències tant baixes, els resultats obtinguts dels defectes dels cables són poc precisos perquè, degut a la freqüència baixa, moltes imperfeccions del conductor no es detecten.

Actualment, per normativa s'ha establert el mètode OWTS, ja que aquest permet treballar a la freqüència i tensió de treball del conductor. Un altre avantatge del mètode OWTS, és que al treballar a una freqüència més alta que el VLF té més precisió a l'hora de detectar els defectes del cable a nivell capacitiu. D'altre banda, a diferència del mètode VLF els equips necessaris per emprar aquest mètode són voluminosos i pesats, fent necessari l'ús d'un laboratori mòbil per poder-los traslladar a camp.

2.2 Mètode de mesura OWTS de Seba KMT-Megger

El mètode de mesura OWTS de Seba KMT-Megger, segons el seu procediment annexat a l'annex F "Procediment de diagnosi de descàrregues parcials", ens ofereix una precisió en la localització dels defectes inferior al 2%, donant sempre un valor inferior a 10m d'error en valor absolut i posteriorment, s'efectua una correcció entre el metratge real i l'obtingut en l'ecòmetre. Es pot situar amb precisió el defecte en el tram estudiat, permetent analitzar fins a 4km de longitud màxima de cable.

En el mètode emprat de OWTS es situa el laboratori mòbil en un dels extrems del conductor a estudiar, l'altre extrem està desconnectat de la xarxa i amb les terres aïllades independentment de cada fase. Prèviament a les proves, es fa un calibratge per cada cable amb uns condensadors, es genera una descàrrega parcial de valor conegut per a cada escala de treball que s'utilitzarà com a ona patró, com es mostra a la Figura 4, per així poder garantir correctament les lectures del cable, la velocitat de propagació a la que fem la descàrrega i el bon funcionament del sistema.

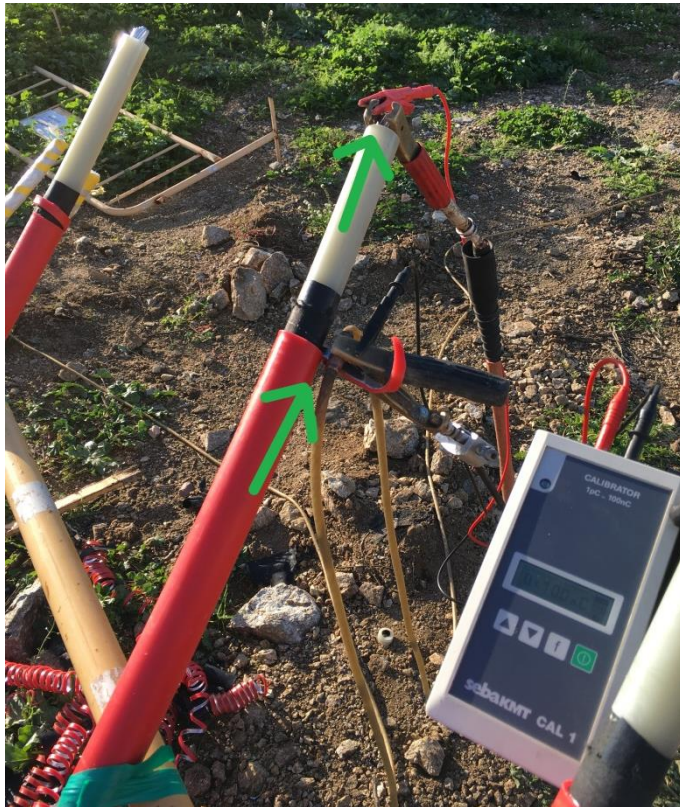


Figura 4: Mètode de calibració en un conductor de mitja tensió

Un cop realitzat el calibratge, es procedeix a injectar diverses escales de tensions de fins a 1,7 cops la tensió nominal de treball, mesurant si rebem voltatge pel terra flotant i captant també les diferents oscil·lacions que puguin generar les petites imperfeccions del cable en forma de pC, tal i com es mostra en l'Annex B "Normativa FD-DED003" establerta per Endesa (Fulla 21 de 38).

Tant els calibratges dels conductors com els assajos, es duen a terme en els tres conductors de la línia trifàsica de forma independent, tot i que quan es tracta de conductors procedents d'una mateixa bobina, estesos al mateix dia per la màquina en la mateixa rasa i en les mateixes condicions, els defectes que es puguin detectar en una de les fases, tenen moltes probabilitats que es repeteixin en les altres.

2.3 Laboratori mòbil

Com s'ha explicat a l'apartat 2.2 Diferents mètodes de mesura de la pàgina 5, degut a les dimensions dels equips, és necessari equipar una furgoneta adaptada per al seu transport. Aquesta furgoneta disposa de tres compartiments: la part frontal per a la seva circulació, una part central on es situen els comandaments i els equips per a poder efectuar les descàrregues parcials i finalment, aïllada de la resta del vehicle, la bobina els cables que generen l'alta tensió per poder fer les descàrregues.

A l'hora d'efectuar les proves, és necessari que les portes que donen accés a la bobina i a la part on hi ha perill d'alta tensió, estiguin correctament tancades, ja que sinó els equips no deixen fer les descàrregues per prevenció. També es important que l'operari que estigui duent a terme els assajos estigui completament dins el vehicle a l'espai de comandaments, ja que si estigués tocant el terra i efectués la descàrrega, hi hauria el perill que l'operari fes de pont amb el terra.

A la Figura 5, es pot observar la part posterior del laboratori mòbil de descàrregues parcial, on es situa la bobina proporcionada per Seba KMT-Megger que genera els polsos elèctrics i també es poden observar, a la dreta, les mànegues de cable que permeten arribar fins a la sortida subterrània del cable a mostrejar.



Figura 5: Part posterior del laboratori mòbil on es situa la bobina d'ona ressonant de 60kV

En la Figura 6, es poden observar els diferents equips i controls de seguretat des d'on l'operari haurà de realitzar les descàrregues parcials, com el triple factor de seguretat d'haver de programar la descàrrega amb l'ordinador, girar la clau que activa la bobina i prémer el pulsador.



Figura 6: Part central del vehicle del laboratori mòbil destinat a oficina

2.4 Defectes en els conductors elèctrics

Està comprovat que els llocs on es generen les avaries en els cables soterrats, tenen els seus antecedents en els següents problemes: l'estesa del conductor (sobre-tracció), els radis de curvatura que no respecten la curvatura mínima del conductor i provoquen fissures en l'aïllament, empalmaments entre trams o terminacions de final de cable i per últim i menys usual, defectes en la fabricació.

Segons el RAT 05 (Reglament d'Alta Tensió) adjuntat a l'Annex D "Reglament AT", quan es fa el manteniment preventiu de la línia o en la posada en servei després d'una avaria, la majoria d'aquests defectes es volen detectar programant adequadament parades de treball per manteniment preventiu o correctiu. Es proven tots els cables i empalmes previs a la posada en servei de les noves línies tal i com s'estableix en l'Annex E "ITO Instrucció Tècnica Operativa".

2.4.1 Defecte en la coberta del cable

Els defectes en la coberta del cable solen ser causats per mala manipulació en la instal·lació que genera petites fissures, que posteriorment creen filtracions d'aigua, també poden estar produïdes per deteriorament d'aquesta, per envelliment o actuacions de tercers, com es mostra en la

Figura 7. Un dels principals inconvenients és la seva reparació, ja que degut a les petites esquerdes generades també es comencen a deteriorar els metres adjacents a l'avaria que provoquen avaries futures.

La seva reparació consisteix en tallar un tros de cable al voltant d'on s'ha produït el desperfecte i substituir-lo per un de nou empalmant-lo en cada extrem.



Figura 7 Defecte a la coberta del cable de mitja tensió

2.4.2 Defecte en l'aïllament del cable

Els defectes en l'aïllament del cable solen ser causats per una mala fabricació d'aquest o l'estrès en la seva estesa. Això genera petites cavitats d'aire dins l'aïllament principal i quan el cable està en tensió, produeixen la ionització de l'aire provocant descàrregues parcials i les avaries a mig/llarg termini. Les possibles avaries es detecten abans de la posta en servei depenent de la seva magnitud. Aquestes bombolles amb la influència de les oscil·lacions tèrmiques que es produeixen entre el dia i la nit per canvis en la temperatura ambient i en la demanda elèctrica, comencen a generar petites esquerdes per fatiga en l'aïllament causant danys al conductor tal i com es pot observar a la Figura 8.



Figura 8: Deteriorament de l'aïllament interior en un conductor de mitja tensió

2.4.3 Defecte en empalmes

Els defectes en empalmes entre trams de conductor generalment són causats per l'operari a l'hora de realitzar-lo, ja que la part que uneix l'aïllant principal és emplenada amb una pasta aïllant com es mostra a la Figura 9 i si en aquesta hi queden bombolles d'aire, generarà el mateix defecte que el que es produeix en els defectes en l'aïllament principal, provocant cavitats on es ionitzarà l'aire i generarà descàrregues parcials. Tot i això, com les cavitats d'aire que genera l'operari normalment són grans, aquestes es detecten quan es fa la prova abans de la posta es servei i es torna a refer l'empalmament de nou.



Figura 9: Pasta aïllant de reomplert entre l'aïllament i el maneguet de connexió

En la Figura 10, es pot observar una dissecció d'un empalmament que va fallar després d'una posada en servei. En aquest cas es sabia que hi havia un defecte i es va deixar en funcionament, comprovant que en 3 mesos i mig es produïa la avaria causada per la mala execució d'aquesta. Això és un estudi fet per una empresa distribuïdora en una instal·lació real.

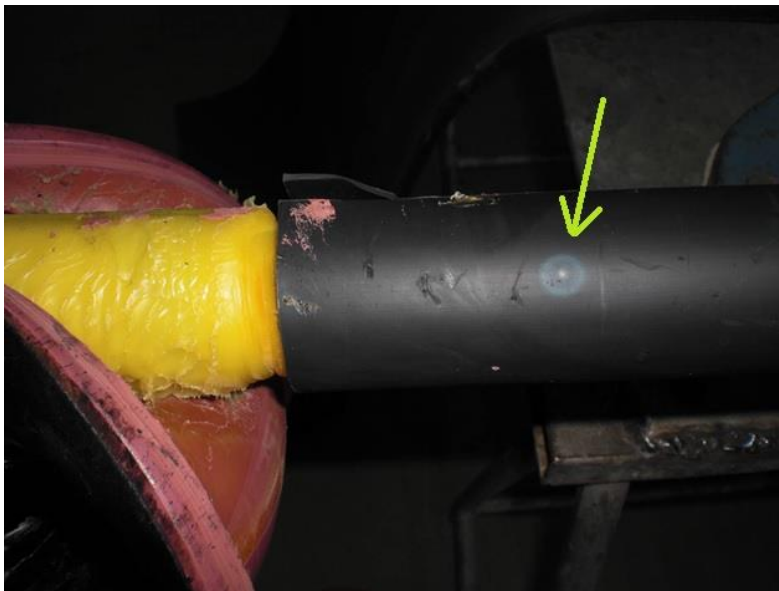


Figura 10: Punt de perforació just en l'extrem final de la coberta d'empalmament

2.4.4 Defecte en terminals

Els defectes en els terminals, com s'observa a la comparativa entre la Figura 11 i la Figura 12, de la mateixa forma que en els dels empalmes, són generats per l'operari a l'hora d'efectuar el component en la confecció de la botella terminal, bé sigui per brutícia, ratllades en l'aïllament o mala manipulació del semiconductor, generant defectes que es detecten en les proves abans de la posta en servei.

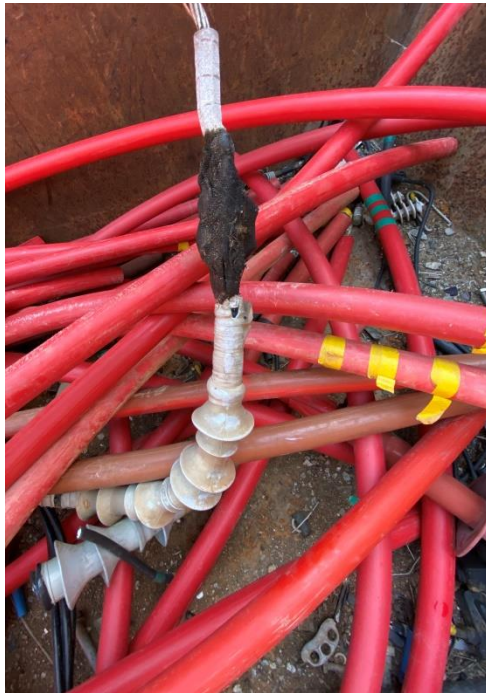


Figura 11: Defecte a terminal de línia d'un cable de mitja tensió soterrat



Figura 12: Terminal de línia en bon estat d'un cable de mitja tensió soterrat

2.5 Anàlisi posterior mitjançant software

Un cop realitzades les descàrregues parcials dels cables, es fa l'estudi posterior amb el software. En aquest estudi, s'ha utilitzat el "OWTS explorer" el programa patentat de SebaKMT-Megger per graficar les lectures rebudes amb els equips del laboratori mòbil. Un cop processades les dades, ens mostra una gràfica en pC al llarg de la longitud del tram estudiat on, sabent la velocitat a la que viatja la ona pel cable i la freqüència del corrent altern emprat, podem saber a quin lloc de la longitud del conductor ens trobem i el valor en pC de la descàrrega detectada. S'explica en l'Annex C "Procedimiento para la diagnosis de cables de media tensión por descargas parciales" sistema de diagnosi d'estimació de risc de fallada en la pg.58, anàlisi de la tècnica de reflectometria.

Mitjançant un filtre passa alts, es poden anar localitzant els llocs on els pC es diferencien del soroll creat pel cable i manualment, es van identificant les possibles descàrregues parcials. Es descarten les que no ho són i es guarden les que ho són segons els patrons d'ona, generant així un mapa general de totes les descàrregues parcials al llarg del cable com es mostra a la Figura 13. Aquest procediment es fa seguint el curs de diagnosi i assajos de descàrregues parcials de OWTS, adjuntat a l'Annex G "Curs OWTS".

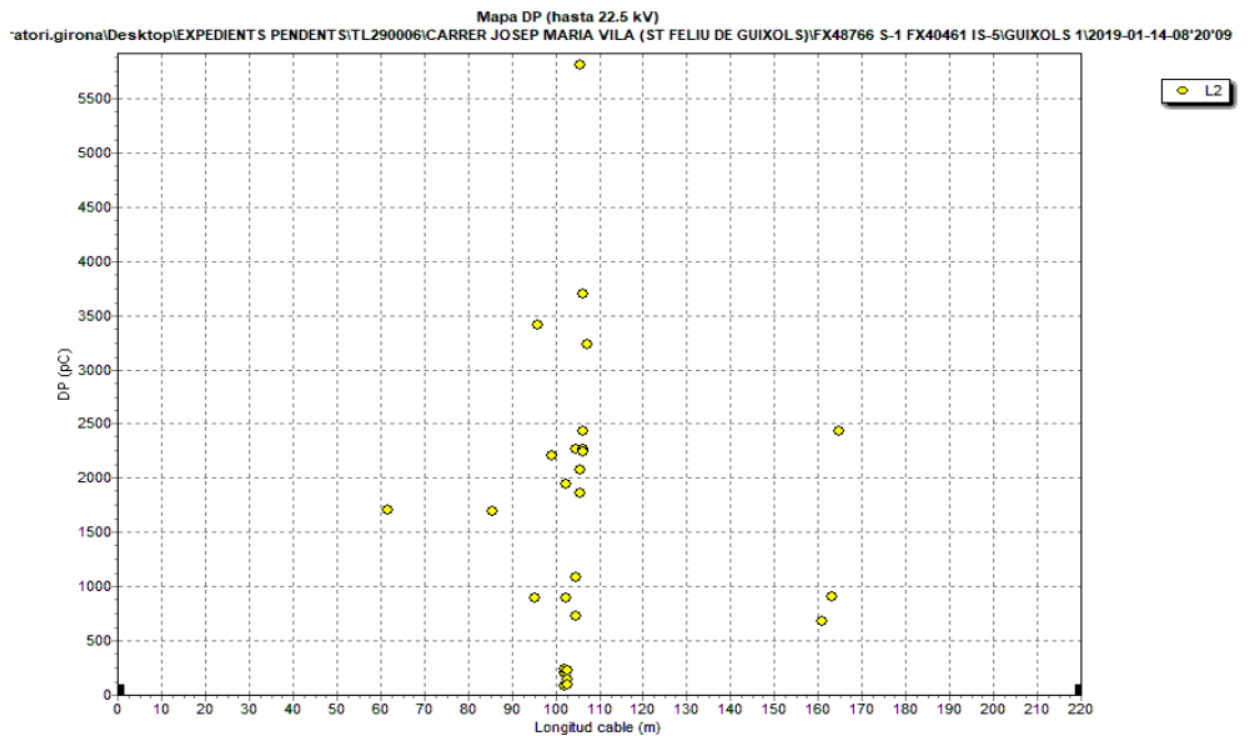


Figura 13: Mapping de distribució de descàrregues parcials segons longitud en metres i valor en pC, d'una sola fase a una tensió de 22.5kV de prova.

3 INTERPRETACIÓ DE RESULTATS DEL SOFTWARE

3.1 Localització de les descàrregues en la ona rebuda

Després de l'anàlisi de vàries descàrregues parcials en diferents conductors i observant sobre terreny el fenomen que les causa, per similitud en els mapes de punts i en els patrons d'ona, es pot arribar a predir quina pot ser la possible causa d'avaría que pot arribar a donar-se en aquest conductor. En algun dels casos es pot arribar a intuir només per el mapa de descàrregues sobre la longitud del cable quin tipus d'avaría tindrà, en canvi, en casos més complexes, s'ha observat que s'ha d'anar a estudiar el patró de la ona que la genera i per similitud, predir quin defecte hi haurà.

D'altra banda, amb el mapa de descàrregues, podem fer una planificació de cares al manteniment preventiu del conductor. Segons la intensitat i el nombre de descàrregues detectades, es pot preveure la substitució d'un tram de conductor o la intervenció directa en un punt d'empalmament, en un curt, mitjà o llarg termini. A la Taula 1 i Taula 2 es pot observar la norma FD-DED003 establerta per Endesa de cares al manteniment preventiu en els cables soterrats, esmentat en l'Annex B "Normativa FD-DED003".

Actuación en terminaciones enchufables y empalmes

ESCALÓN	NIVEL	REPETICIÓN	DIAGNÓSTICO	ACCIÓN
1	> 4000 e < 8000 pC	≥ 2	Riesgo	Planificable
	≥ 8000 pC	≥ 2	Dañado	Inmediata
2	> 8000 e < 16000 pC	≥ 2	Riesgo	Planificable
	≥ 16000 pC	≥ 2	Dañado	Inmediata
3	> 10000 e < 20000 pC	Indiferente	Riesgo	Planificable
	≥ 20000 pC	Indiferente	Dañado	Inmediata
4	> 20000 e < 40000 pC	Indiferente	Riesgo	Planificable
	≥ 40000 pC	Indiferente	Dañado	Inmediata

Taula 1: Manteniment preventiu en terminacions i empalmes segons la Normativa FD-DED003 (FECSA ENDESA. "Procedimiento para la diagnosis de cables de media tensión por descargas parciales". FD-DED003 4ª edición. Octubre 2008.)

Actuación en resto de terminaciones

ESCALÓN	NIVEL	REPETICIÓN	DIAGNÓSTICO	ACCIÓN
1	> 2000 e < 4000 pC	≥ 2	Riesgo	Planificable
	≥ 4000 pC	≥ 2	Dañado	Inmediata
2	> 2000 e < 4000 pC	≥ 2	Riesgo	Planificable
	≥ 4000 pC	≥ 2	Dañado	Inmediata
3	> 4000 e < 8000 pC	Indiferente	Riesgo	Planificable
	≥ 8000 Pc	Indiferente	Dañado	Inmediata
4	> 8000 e < 16000 pC	Indiferente	Riesgo	Planificable
	≥ 16000 pC	Indiferente	Dañado	Inmediata

Taula 2: Manteniment preventiu en la resta de terminacions segons la Normativa FD-DED003 (FECSA ENDESA. "Procedimiento para la diagnosis de cables de media tensión por descargas parciales". FD-DED003 4ª edición. Octubre 2008.)

4. TIPUS DE PATRÓ D'ONA SEGONS EL FENOMEN CAUSANT DE LA DESCÀRREGA

4.1 Característiques de la ona rebuda en una descàrrega parcial

Generalment, el patró d'ona rebut per una descàrrega, consta d'una superposició de dues ones, una sinusoidal permanent superposada d'una oscil·lant amortida, essent diferent el patró d'ona resultant segons el fenomen que la causi.

També es pot observar que, segons la magnitud del defecte que causi la descàrrega parcial, aquest patró d'ona variarà en amplitud i longitud, ja que com més gran sigui el defecte, aquest tindrà un efecte capacitiu major.

Els patrons d'ona es poden trobar del dret o del revés, ja que segons si la fase del voltatge del corrent altern ha estat positiu o negatiu a l'incidir en el defecte que actua com a condensador, aquest generà el primer pic del sinus positiu o negatiu; tanmateix, si el patró d'ona es troba en positiu o en negatiu, aquest no varia en els resultats obtinguts, doncs es donen en valor absolut, ja que els patrons d'ona trobats es mantenen segons el tipus de defecte i el pic màxim d'aquests ens indica on es troba el defecte que genera la descàrrega parcial.

A la Figura 14, es pot observar un exemple de descàrrega parcial per un defecte en l'aïllament, on es pot observar que la primera part del patró en vermell de la ona es correspon a la descàrrega parcial, mentre que la part seguida en vermell de la dreta, correspon al rebot de la mateixa del final del cable. Aquest segon patró que es superposa al patró d'ona inicial pot variar en funció de la longitud del cable. Però, en definitiva, serà una repetició de la primera amb atenuació del seu valor de pic.

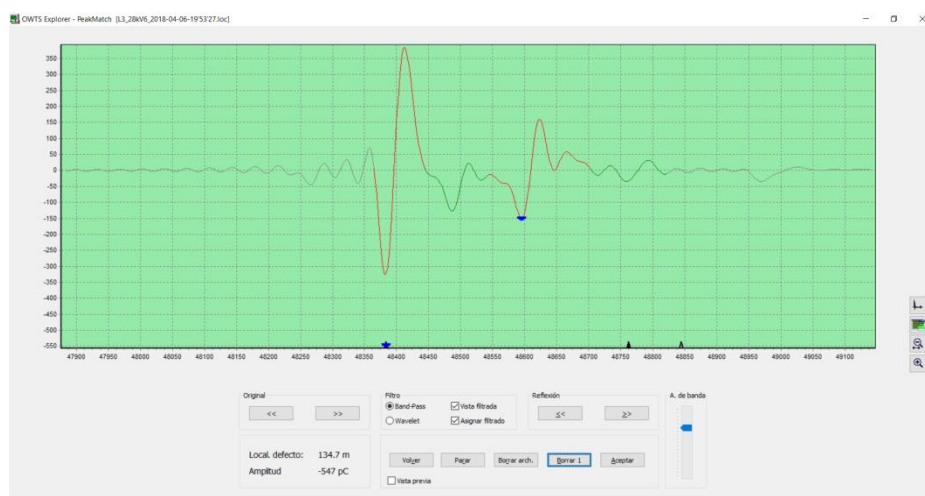


Figura 14: Exemple d'un patró d'ona produït per un defecte en la coberta

Cal remarcar que cada descàrrega parcial detectada en forma d'ona, es guarda i es reflecteix sobre el mapa de punts (anomenat també mapping), fase a fase, i finalment, amb les tres fases superposades de línia. Cada quadrat vermell de fase 1, rodona groga de fase 2 o triangle blau de fase 3 reflexa una descàrrega parcial guardada per l'enginyer que n'ha fet l'estudi.

En el mapping següent de la Figura 15, d'un conductor d'aïllament mixt danyat en diferents trams, es pot observar en el tram, per exemple 0-35m, 45-75m i varis o bé un empalmament en els 250m.

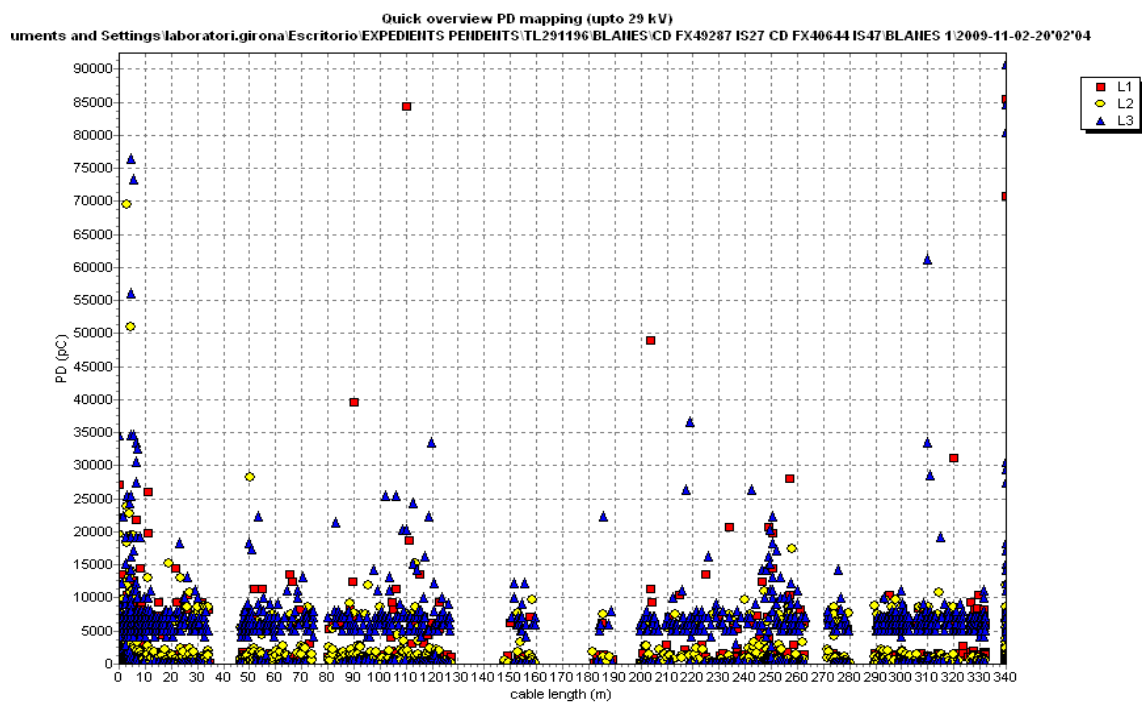


Figura 15: Mapping d'un conductor de coberta mixta amb trams danyats

Al llarg de la comparativa adjuntada en l'Annex A "resultats comparativa casos pràctics", entre varis patrons d'ona ocasionats per diferents defectes, s'ha arribat a diferenciar gràficament els diferents patrons d'ona segons el fenomen que les causa com es mostra en el resum de resultats del apartat 4.2. Aquests, només varien en amplitud mantenint sempre el mateix patró depenent de la tensió aplicada i la magnitud del defecte.

4.2 Patrons d'ona segons el fenomen causant

4.2.1 Gràfica de patró d'ona produït per defectes en l'aïllament

En els defectes d'aïllament, podem observar que es genera un patró d'ona com es mostra a la Figura 16. Aquest patró es caracteritza en un sinus principal marcat en vermell en el tram d'ona que augmenta en la mateixa intensitat amb la que disminueix després, tenint quatre pics més grans al centre. Aquesta ona es propaga al llarg del conductor i ens retorna reflectida, pel que veiem, una segona ona indicada com a rebot amb la mateixa forma atenuada després de la descàrrega parcial.

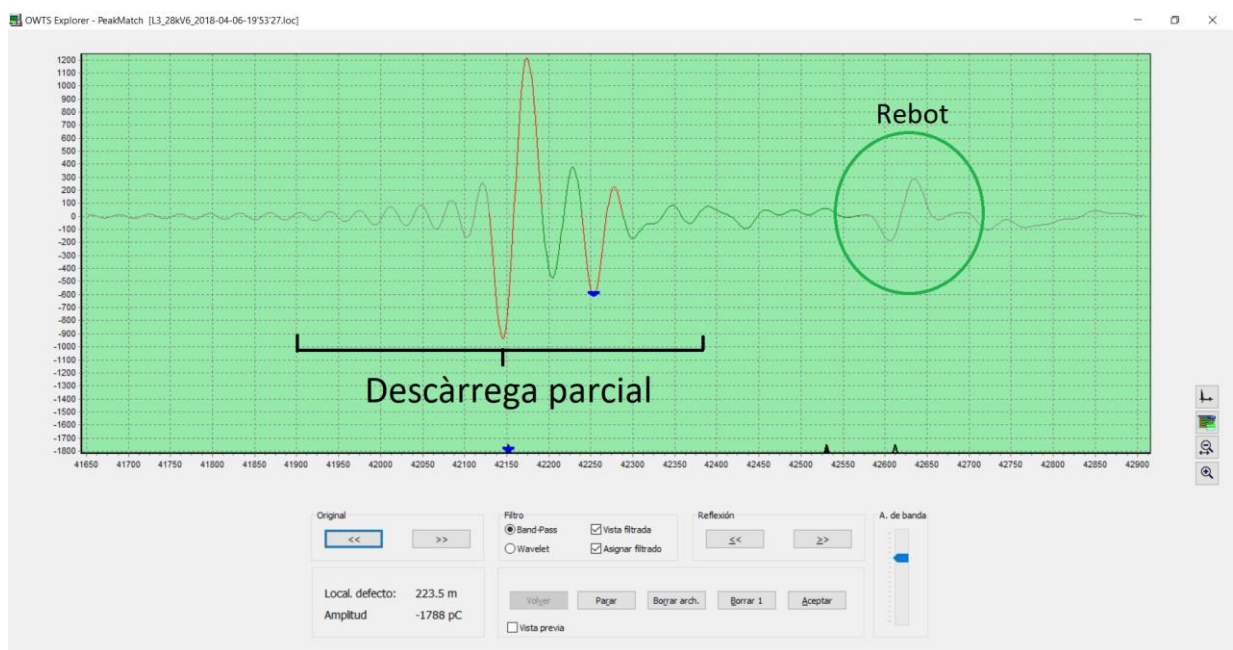


Figura 16: Descàrrega parcial de 28k6 V amb defecte d'aïllament, generant una amplitud d'ona màxima de 223,5pC

4.2.2 Gràfica de patró d'ona produït per defectes en l'aïllament de cable mixt

En els defectes d'aïllament en cable mixt, podem observar que es genera un patró d'ona com es mostra a la Figura 17. Aquest patró, es caracteritza per un pic diferenciat dels altres seguit de dos pics en el rang d'amplituds del mateix signe, seguit d'un decrement brusc d'aquests a continuació. Es pot estimar que aquest comportament és degut a l'aïllament impregnat d'oli usat en els cables d'aïllament mixt, aquestes avaries són comunes en cables amb aquest aïllament ja que són cables antics i no tenen les mateixes propietats.

Pel que fa al rebot, es pot observar com torna en forma de distorsió una vegada acabada la descàrrega parcial principal.

Actualment, ja no s'instal·len noves instal·lacions amb cables amb aquestes característiques i s'intenten substituir totes aquelles que ja presenten avaries. Tot i això, s'ha cregut convenient fer-ne l'estudi del patró d'ona de cares a la formació d'operaris per si mai es trobessin amb el cas.

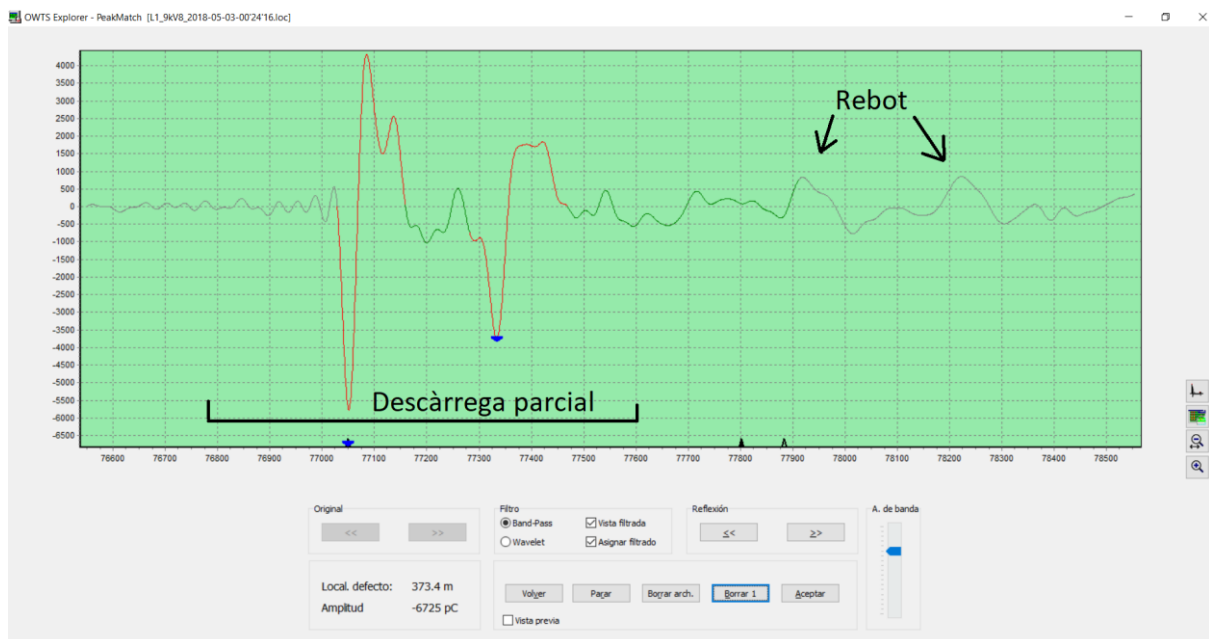


Figura 17: Descàrrega parcial de 9k8 V amb defecte d'aïllament d'oli, generant una amplitud d'ona màxima de 6725pC

4.2.3 Gràfica de patró d'ona produït per defectes en la coberta

En els defectes en la coberta, podem observar que es genera un patró d'ona com es mostra a la Figura 18. Aquest patró, es caracteritza en un sinus principal molt similar al patró d'ona de defecte per aïllament no mixt, però amb la característica que aquest només té dos pics accentuats, essent el segon inferior al primer.

Pel que fa al rebot ens arriba en forma de distorsió després dels dos pics principals.



Figura 18: Descàrrega parcial de 22k5 V amb defecte en la coberta, generant una amplitud d'ona màxima de 580pC

En la segona Figura 19, es pot observar com el patró d'ona no varia tot i ésser el valor en pC considerablement inferior a l'anterior. Es troba el mateix resultat de similitud en tots els altres defectes; de forma que l'amplitud del patró d'ona és directament proporcional a la magnitud del defecte i el voltatge que s'ha aplicat en fer la descàrrega.

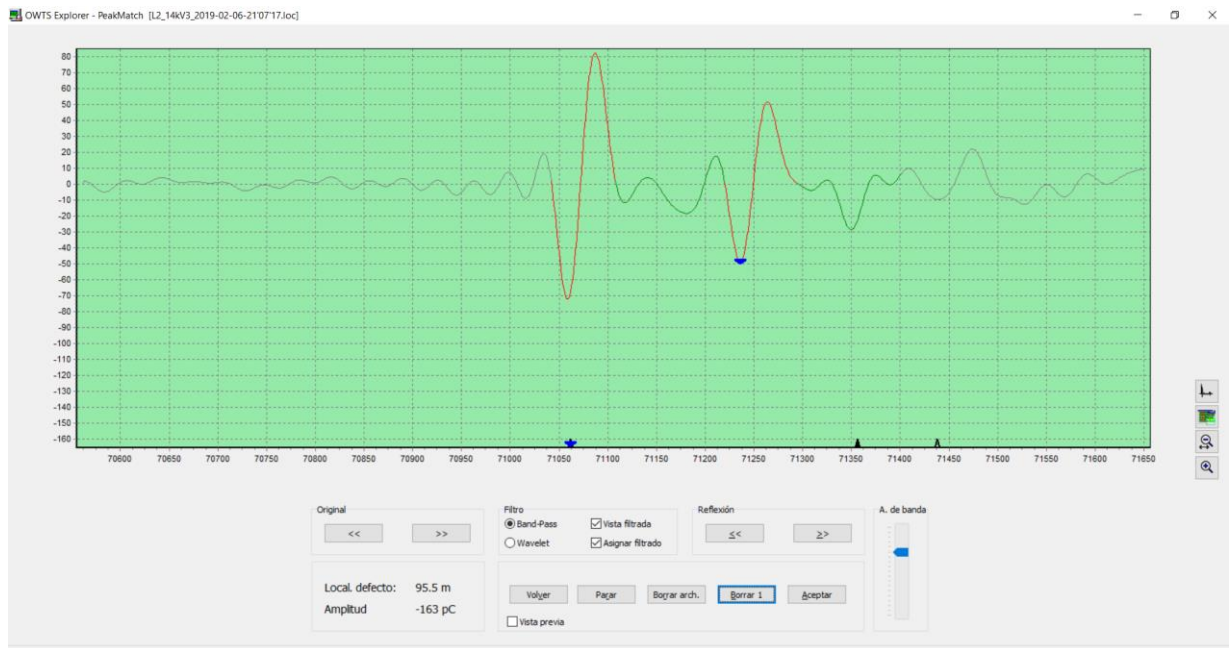


Figura 19: Descàrrega parcial de 14k3 V amb defecte en la coberta, generant una amplitud d'ona màxima de 163pC

4.2.4 Gràfica de patró d'ona produït per defectes en empalmes

En els defectes en empalmes, podem observar que es genera un patró d'ona com es mostra a la Figura 20. Aquest patró es caracteritza en un sinus principal amb tres pics accentuats al centre. Es diferencia dels patrons d'aïllament i coberta perquè té dos pics de la mateixa magnitud separats per un d'inferior al mig.

Pel que fa al rebot ens arriba en forma de distorsió després dels dos pics principals.

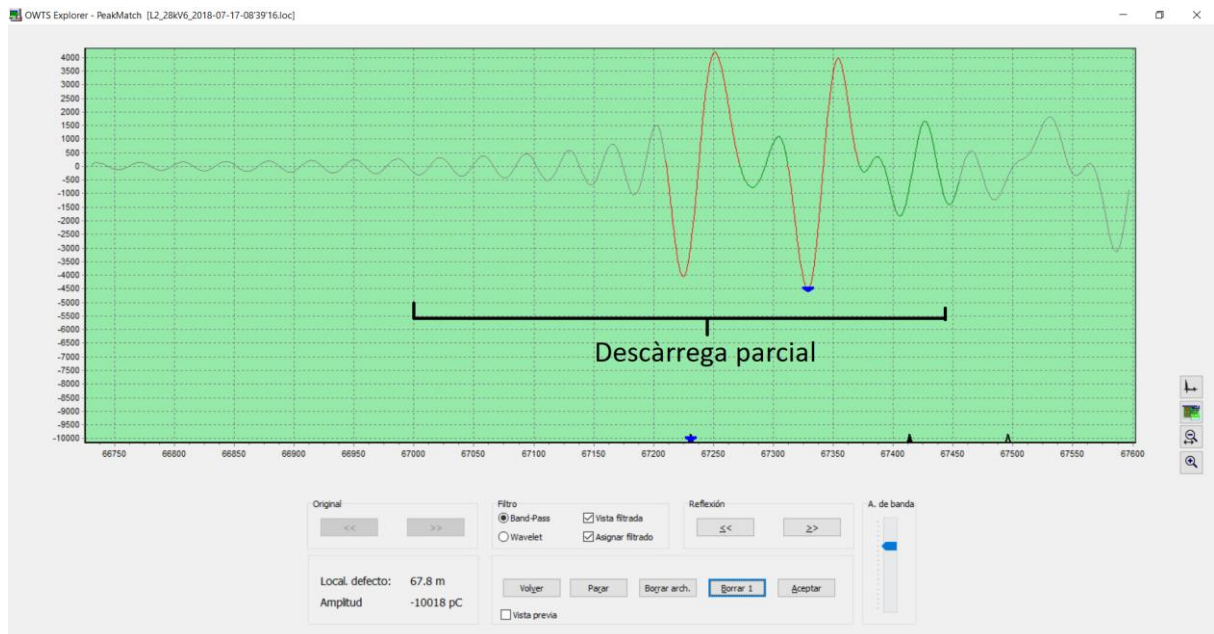


Figura 20: Descàrrega parcial de 28k6 V amb defecte en la coberta, generant una amplitud d'ona màxima de 10.018pC

Paral·lelament al patró d'ona generat per defectes en empalmaments, aquests defectes també es caracteritzen en el mapping, ja que en aquest totes les descàrregues apareixen a la mateixa longitud, com s'explica més detalladament a l'Apartat 5.1.4 Mapa defecte en empalmes de la pàgina 32. A la Figura 21, es pot observar com a la longitud de 250 metres s'ha realitzat els empalmes malament a les tres fases L1, L2 i L3 de la línia.

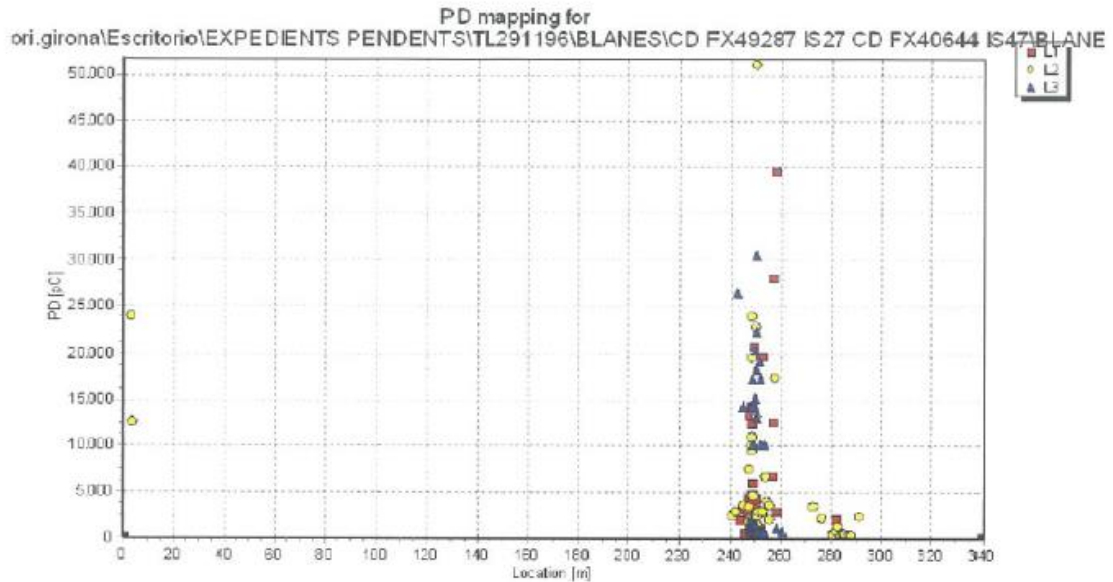


Figura 21: Mapping de les tres fases de línia superposades amb defectes en els empalmament a 250m

4.2.5 Gràfica de patró d'ona produït per defectes en terminals

En els defectes en terminals, podem observar que es genera un patró d'ona com es mostra a la Figura 22. Aquest patró es caracteritza en un sinus principal que de cop augmenta fent un pic molt diferenciat de la resta. La característica principal és que el rebot d'aquestes descàrregues sempre apareix molt separat a la descàrrega principal, ja que aquest ha de recórrer tot el cable i tornar.

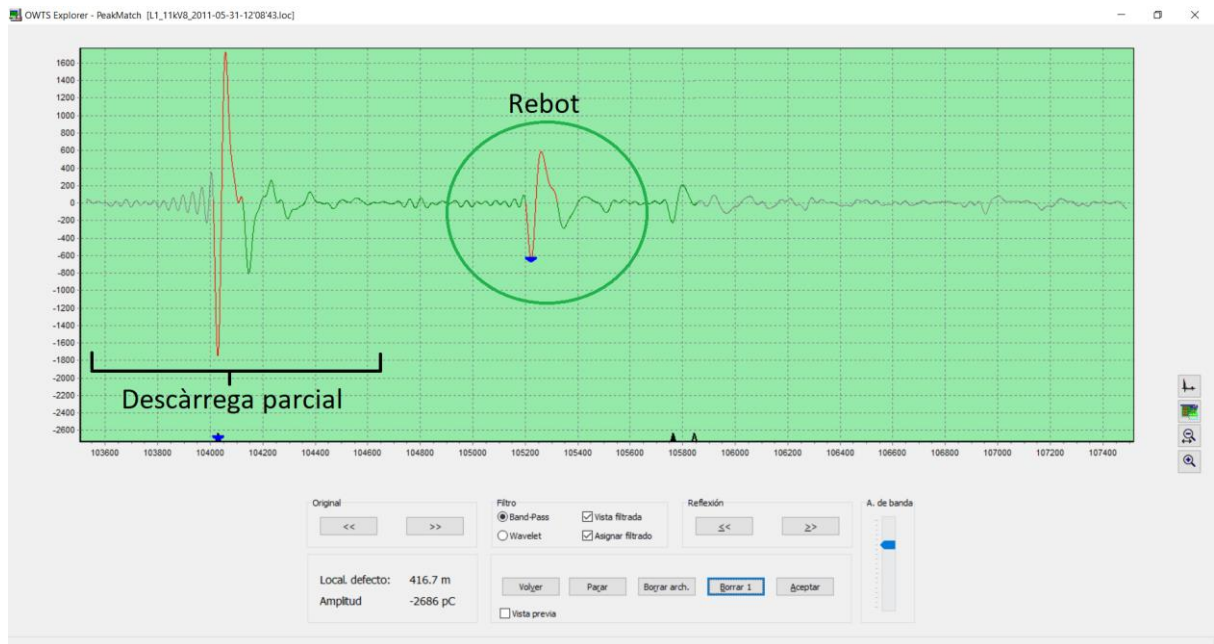


Figura 22: Descàrrega parcial de 11k8 V amb defecte en la coberta, generant una amplitud d'ona màxima de 2686pC

5 INTERPRETACIÓ DEL MAPA DE LES DESCÀRREGUES REBUDES SOBRE EL CABLE

5.1 Descripció del resultat obtingut

Quan ja s'ha realitzat l'estudi de les ones rebudes per cada cable amb cada voltatge i s'han guardat aquells patrons d'ona que coincideixen amb els patrons d'ona preestablerts, es generen els mapes de punts de les descàrregues parcials per a cada voltatge i cable.

En els mapes generats per el software "OWTS Explorer" es poden observar les diferents descàrregues parcials en pC per cada voltatge aplicat al llarg de la longitud del cable, donant així una interpretació més gràfica per a la seva localització i interpretació del defecte com s'explica a l'apartat 4.1 Característiques de la ona rebuda en una descàrrega parcial de la pàgina 17.

El programa també ens ofereix la possibilitat de superposar els mapes de punts de les tres fases mostrejades per a un mateix voltatge com es mostra a la Figura 23, per així també poder comparar l'estat dels cables entre ells a l'hora de fer-ne l'estudi.

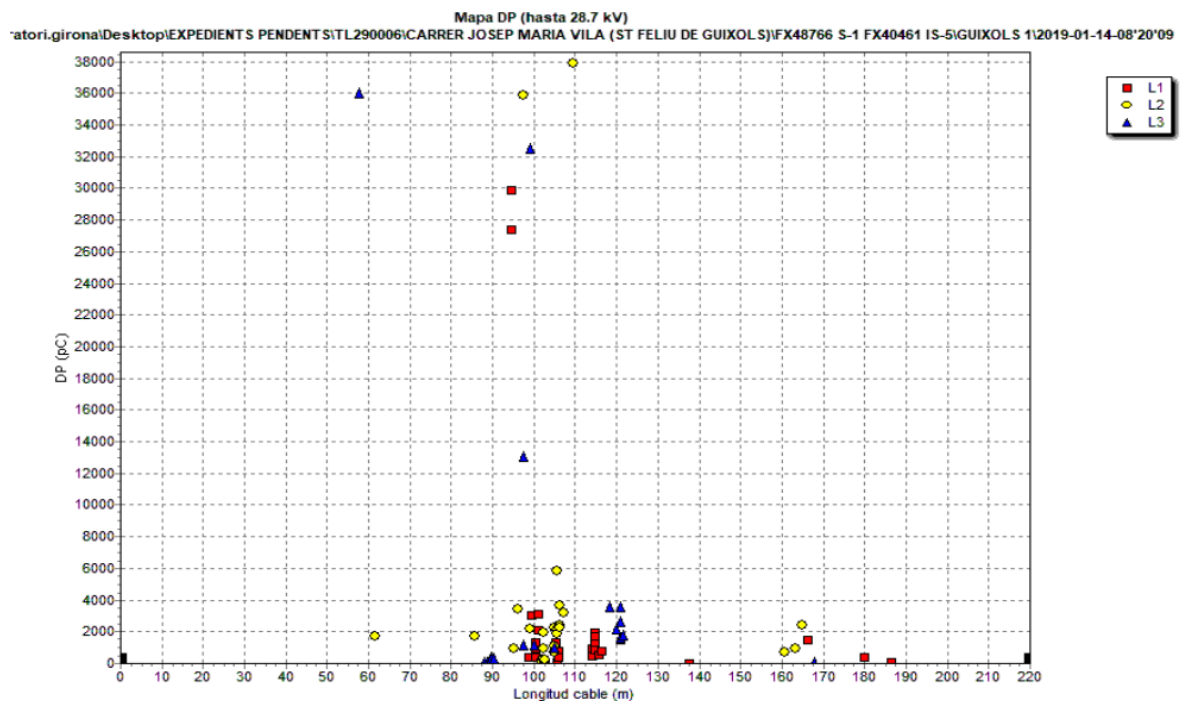


Figura 23: Mapping de descàrregues parcials efectuades a 28.7kV amb les tres fases de la línia superposades

Pel que fa al fenomen causant de l'alteració en el cable, es pot observar en l'Annex A "resultats comparativa casos pràctics", que transcorregut un seguit d'assajos i comprovant a camp el defecte causant, es pot arribar a la conclusió que en els casos on el defecte és causat per empalmes entre cables o terminals d'aquests, s'observa visualment el resultat degut a la situació de les descàrregues mostrades en el mapa de punts, ja que aquestes es troben totes situades al mateix lloc. D'altra banda, els defectes de coberta i aïllament es poden arribar a confondre entre ells degut a la seva dispersió, és per això, que també és necessari fer-ne l'estudi dels patrons d'ona que han generat les descàrregues parcials.

5.1.2 Mapa defecte aïllament

En el cas dels mapes de punts obtinguts pels defectes causats per falles en l'aïllament principal, es pot observar que es mostren un seguit de descàrregues de forma desordenada, normalment agrupades a les zones on hi ha hagut més afectació com es mostra a la Figura 24, on es pot observar que tot el deteriorament de l'aïllament es concentra entre els 45 i 150 metres; mentre que en altres cables on s'ha deteriorat l'aïllament en gairebé tot el cable, s'aprecien de forma més distribuïda, com es pot observar a la Figura 25.

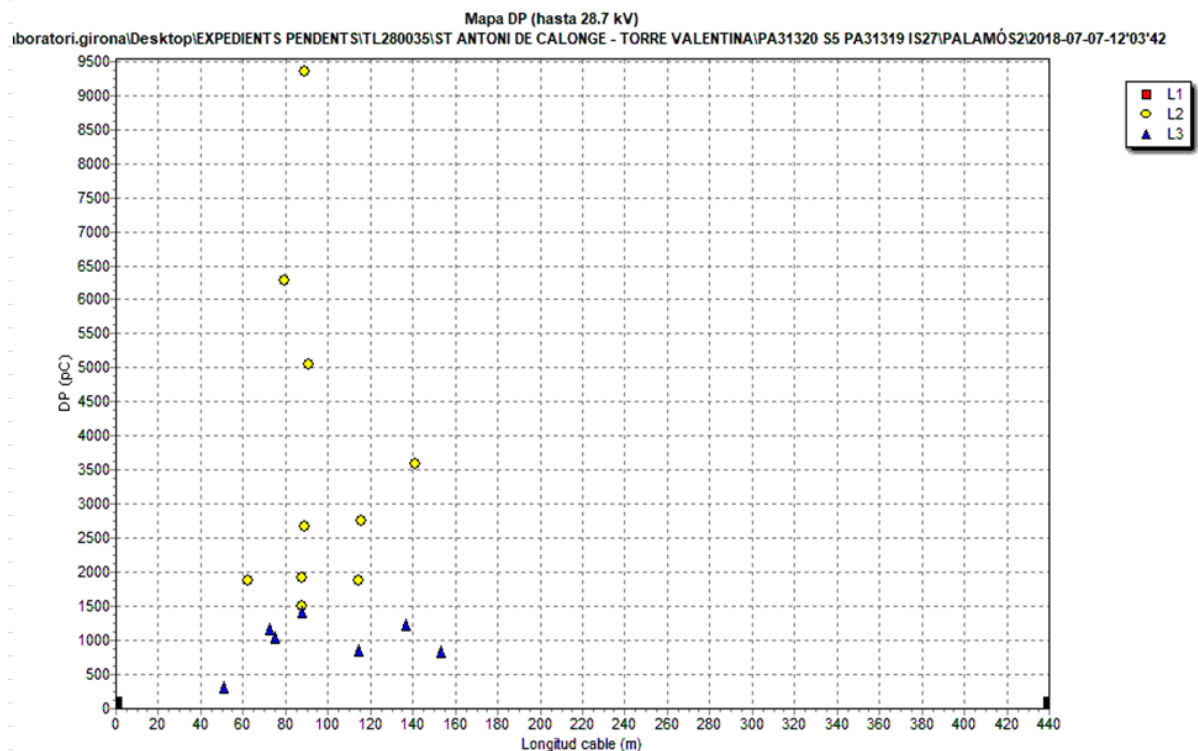


Figura 24: Mapping de descàrregues parcials amb defectes a l'aïllament, efectuades a 28.7kv presentant defectes a les fases 2 i 3.

Estudi de les descàrregues parcials

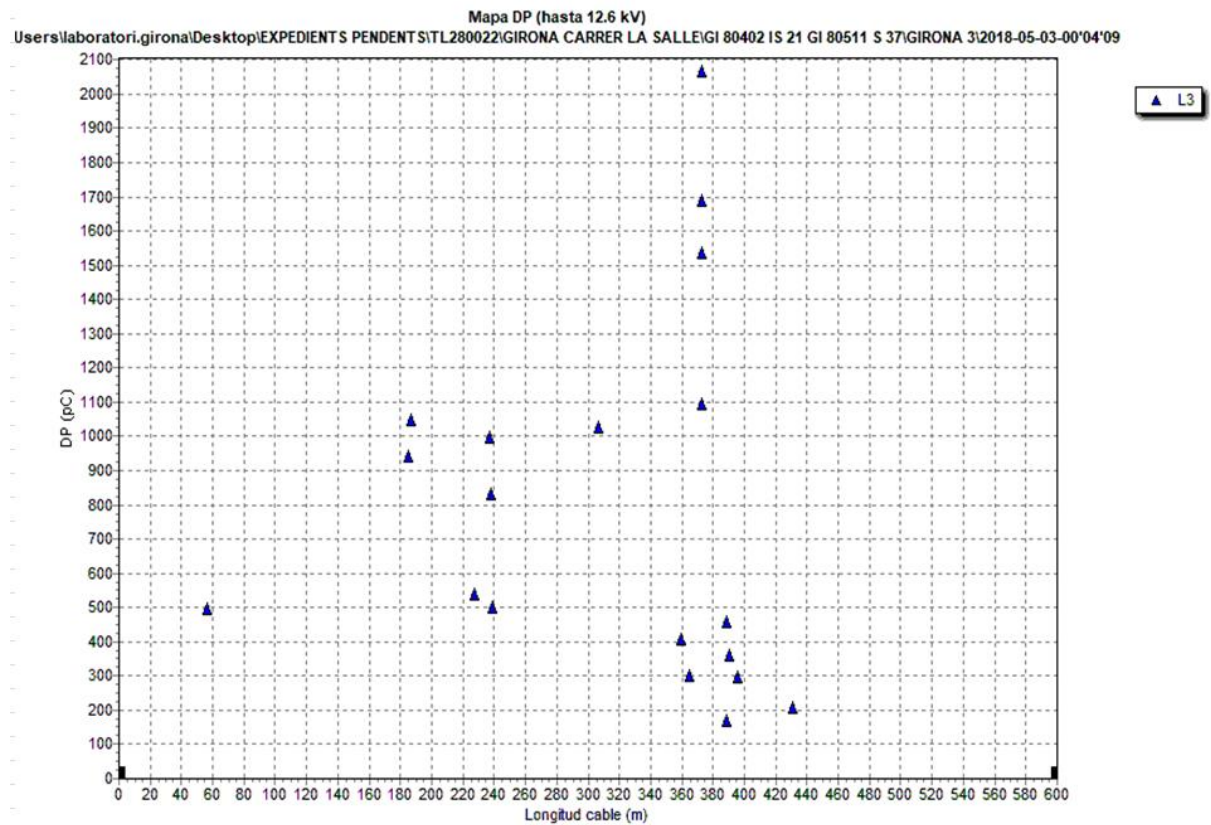


Figura 25: Mapping de descàrregues parcials amb defectes a l'aïllament, efectuades a 12.6kv de la fase 3

5.1.3 Mapa defecte coberta

En el cas dels mapes de punts obtinguts per els defectes causats per falles en la coberta del conductor, es pot observar que en els llocs on hi ha hagut una petita esquerda a la coberta exterior, es mostren amb una distribució aproximada en Campana de Gauss els valors en pC de les descàrregues, essent la longitud on es troba el desperfecte el lloc on es detecten més descàrregues, com s'observa en les Figura 26 i Figura 27.

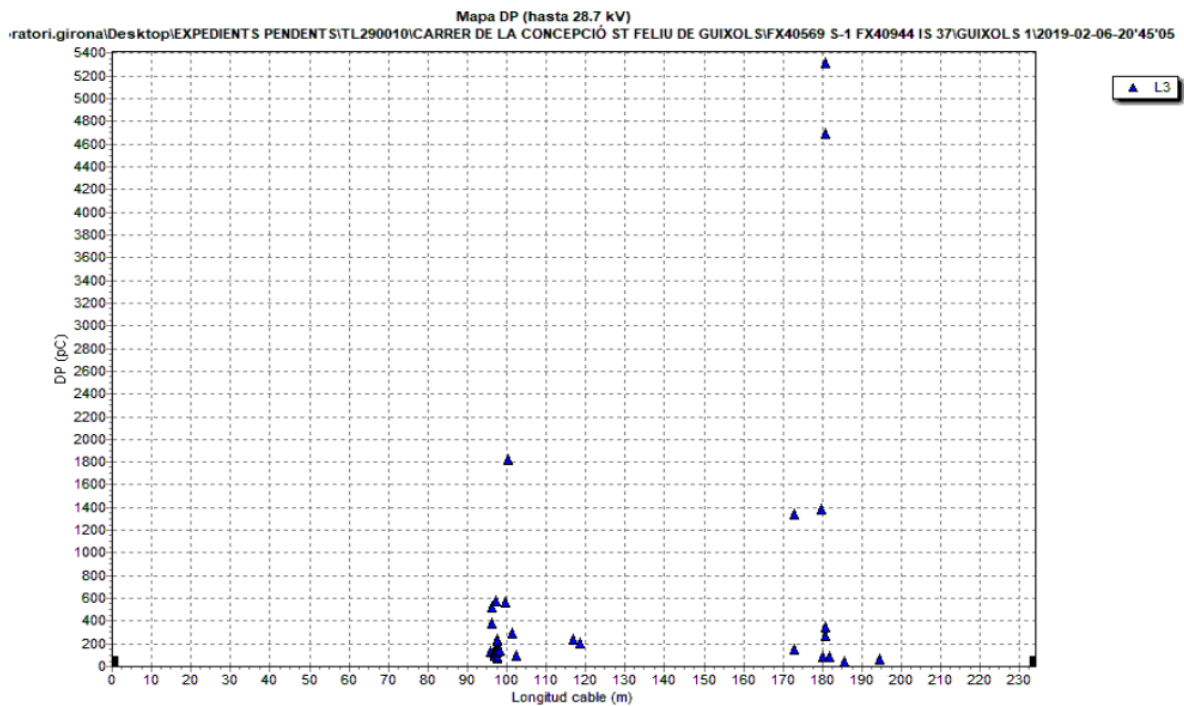


Figura 26: Mapping de la fase 3 efectuat a 28.7kV, on s'observen dos defectes en la coberta a 100 i 180 metres

Estudi de les descàrregues parcials

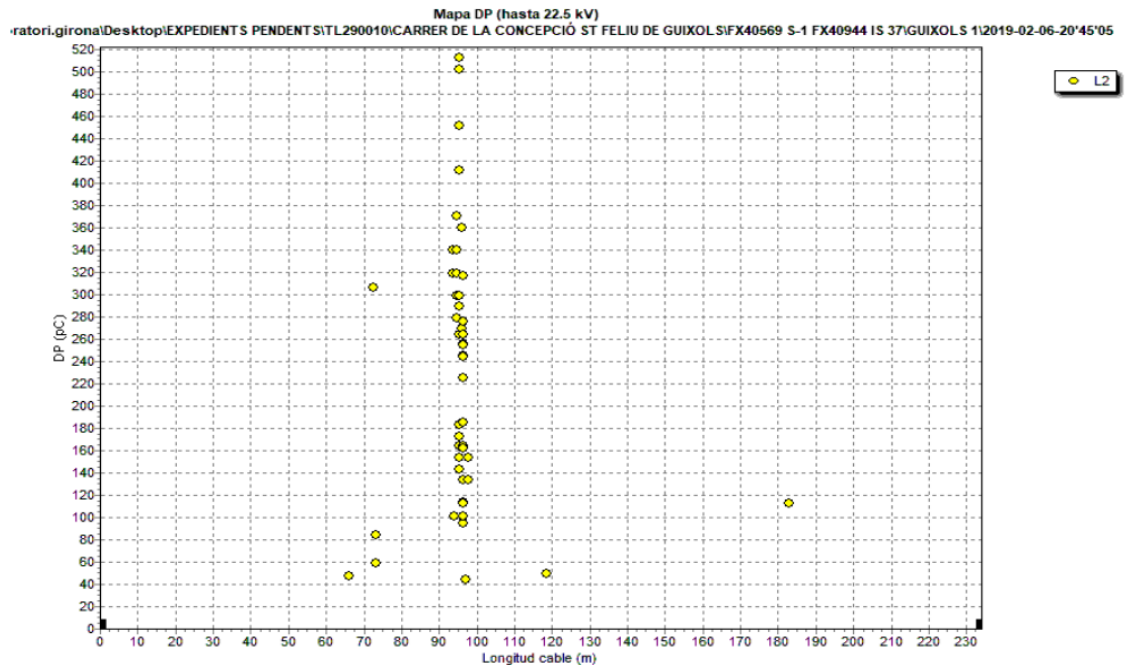


Figura 27: Mapping de la fase 2 efectuat a 22.5kV, on s'observen un defecte en la coberta a 95 metres.

5.1.4 Mapa defecte en empalmes

En el cas dels mapes de punts obtinguts per els defectes causats per males connexions en els empalmes entre trams de cables, es pot observar que totes les descàrregues parcials es situen exactament a la mateixa distància com es mostra a les Figura 28 i Figura 29, que es on es situa l'empalmament que ens produeix el defecte.

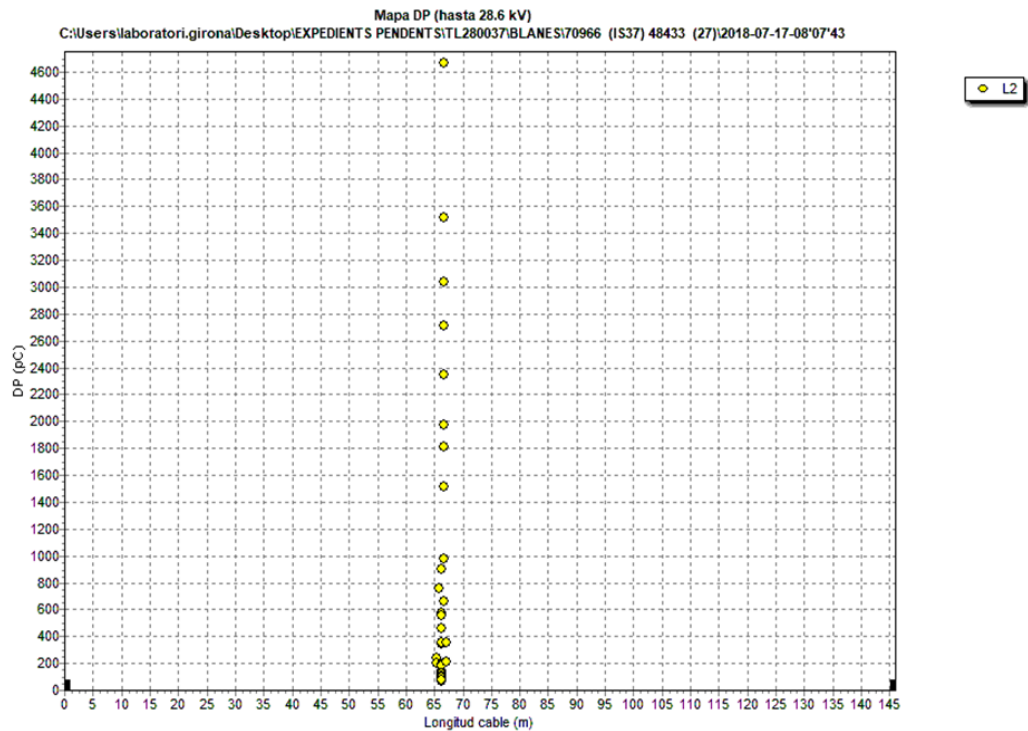


Figura 28: Mapping de la fase 2 efectuat a 28.6kV, on s'observen un defecte en l'empalmament situat a 67 metres.

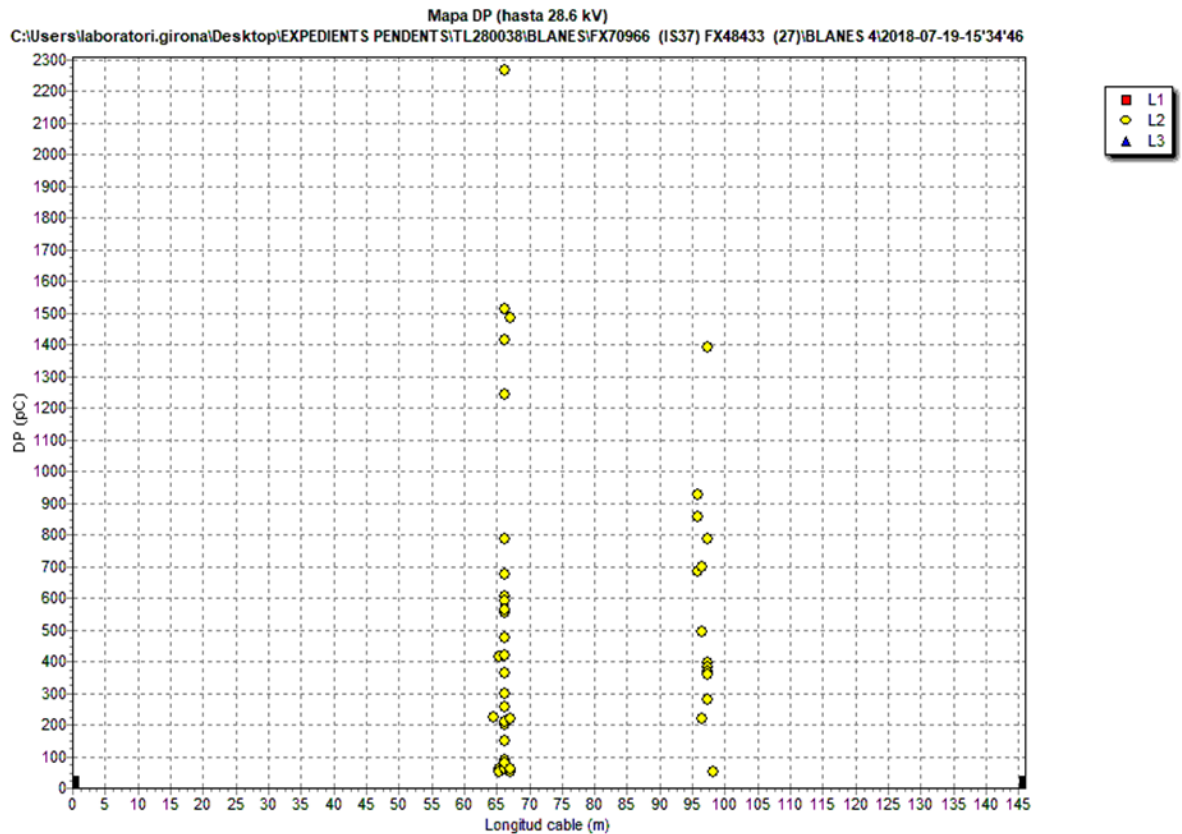


Figura 29: Mapping de la fase 2 efectuat a 28.6kV, on s'observen un defectes els empalmaments situats a 67 i 97 metres

5.1.5 Mapa defecte en terminals

En el cas dels mapes de punts obtinguts per els defectes causats per falles en els terminals de finals de línia, ens trobem en el mateix cas que quan el cable falla per empalmes, però en aquest cas totes les descàrregues es situen al principi o al final de línia. El programa ens ho indica i ja no es genera el mapping al no contenir-se els punts entre les longituds de cable preestablertes.

6 POSSIBLES MILLORES EN LA PREPARACIÓ D'OPERARIS I TÈCNICS ESPECIALITZATS

De cares a la preparació i formació de tècnics en especialització en el processat de dades en descàrregues parcials, seria interessant també aprofundir en els diferents tipus de fenòmens que generen les descàrregues parcials, estudiant els patrons d'ona que les generen i els mapes de punts obtinguts. Actualment, la formació donada en OWTS explica només la teoria sobre les descàrregues parcials i com utilitzar el software que et proporcionen de forma adequada però si es proposessin aquestes millores, el tècnic que analitza les dades podria obtenir resultats més acurats i precisos a l'hora de localitzar les descàrregues, generant uns resultats finals més òptims.

D'altra banda, en la preparació d'operaris de laboratori mòbil, també seria interessant formar-los de forma més extensa en la part teòrica de les descàrregues parcials, ja que actualment les formacions donades per els cursos en OWTS de laboratori mòbil en els operaris, són centrades en la seguretat, prevenció de riscos i ús concret dels equips. Amb una formació més extensa en la teoria sobre la feina realitzada, els operaris podrien realitzar la seva feina de localització de descàrregues parcials de forma no tant monòtona i optimitzar el temps de cares als possibles problemes en el propi laboratori o en els assajos realitzats. Això els donaria les eines per poder entendre els problemes i poder-los resoldre al moment sobre el terreny.

7 POSSIBLES MILLORES EN EL PROJECTE

Una de les possibles millores a realitzar en aquest estudi, seria l'ampliació del mostreig de dades estudiades, ampliant el nombre de línies estudiades agafant també les dades de càrrega que pateixen, la climatologia a la que els cables estan exposats i les avaries que hagi tingut prèviament el conductor. D'aquesta forma, es podria arribar a un estudi més acurat pel que fa al termini d'actuació segons el tipus de defecte, com es va poder estudiar de forma pràctica en l'estudi fet en un empalmament mal fet a propòsit per veure el temps en el que es produïa l'avaria, com s'explica en l'apartat 2.4.3 Defecte en empalmes de la pàgina 10.

De cares a l'ampliació d'aquest projecte es va plantejar la idea de la creació d'un software per al processat de dades obtingudes en el laboratori mòbil, per fer el reconeixement automàtic de les descàrregues i poder obtenir uns resultats de forma més ràpida i precisa. Això seria possible trobant les fórmules matemàtiques de forma discreta sobre els patrons d'ona obtinguts, per després poder-los utilitzar per fer-ne la cerca i classificar-los segons el tipus de defecte trobat. Malauradament, els equips del laboratori mòbil et donen les dades encriptades, de forma que s'està obligat a utilitzar el software que et proporcionen els propis comercials i així estar obligat a pagar per noves millores.

8 CONCLUSIONS

L'estudi sobre les descàrregues parcials en cables soterrats és un camp innovador pel que fa a la detecció d'averies en les línies elèctriques i encara queda molt per millorar i innovar ja que és un sector mot específic.

Espero que amb la meva aportació feta en aquest treball sobre les diferències entre els patrons d'ona i mapes de punts generats segons el defecte causant, pugui servir d'utilitat per a la optimització en la reparació d'averies de cables soterrats coneixent prèviament el fenomen de la causa.

Considero que també servirà per a la formació d'operaris i tècnics en noves incorporacions a l'empresa a l'hora de formar-los en el processat de les dades, donant-los més facilitats a l'hora d'identificar patrons d'ones i interpretar mapes de descàrregues per a obtenir resultats més acurats.

Aconsello també a l'empresa en la qual he realitzat aquest projecte que estudiï les possibilitats de millora esmentades en l'apartat 7 Possibles millores en el projecte de la pàgina 36, com la realització d'un software o fer un estudi més ampli sobre terreny de les descàrregues parcials, ja que en un futur el temps invertit en aquest camp serà de gran ajuda en la optimització de la gestió de manteniments preventius de possibles avaries soterrades.

9 BIBLIOGRAFIA

- BOE. “Verificaciones reglamento en alta tensión”. BOE num.68, Instrucción técnica complementaria ITC-LAT 05. Marzo 2008.
- FECSA ENDESA. “Ensayo de cables subterráneos de media tensión”. ITO-006 3ª edición. Noviembre 2007.
- FECSA ENDESA. “Procedimiento para la diagnosis de cables de media tensión por descargas parciales”. FD-DED003 4ª edición. Octubre 2008.
- FECSA ENDESA. “Procedimiento para la diagnosis de cables de media tensión por descargas parciales”. DED002 2ª edición. Noviembre 2009
- F.GARNACHO VENICO, F.ÁLVAREZ GÓMEZ, M.Á.SÁNCHEZ-URÁN GONZÁLEZ, J.ORTEGO LA MONEDA, J.MORENO MOHINO. “Desarrollo de un sistema de diagnóstico avanzado de evaluación del estado de los aislamientos de cables y accesorios y estimación del riesgo de fallo asociado”. Unión Fenosa. Madrid Octubre de 2009.
- MESEGUR GRUPO. “Localizadores de cables enterrados y ensayos, Curso OWTS”. SebaKMT-Megger. Marzo 2006

ANNEX A: RESULTATS COMPARATIVA CASOS PRÀCTICS

A.1 MÈTODE EMPRAT

Aquests resultats s'han obtingut pràcticament fent l'estudi de les següents línies, s'ordenaran els resultats obtinguts seguint l'ordre de les fases L1, L2, L3 i dins d'elles de menys a més voltatge, mantenint així l'ordre en el que s'han efectuat les descàrregues parcials.

Per cada cable es mostren els patrons d'ona seguits del mapa de punts de cada una i finalment, el mapa de punts de les tres fases superposades.

Si no es mostren resultats en alguna de les fases o voltatges de la línia estudiada és degut a que no s'han trobat descàrregues parcials en ella.

Tots els resultats obtinguts han estat corroborats per el tècnic de l'empresa comprovant que les ones obtingudes s'escauen a les descàrregues parcials trobades.

Com s'explica a la memòria, cada patró d'ona trobat genera un punt en el mapping, però ja que són molt monòtons els resultats, s'ha optat per descartar certes descàrregues que no influeixen en el resultat final, és per això que en el mapping es veuen més punts comparat amb el nombre de patrons d'ona adjuntats.

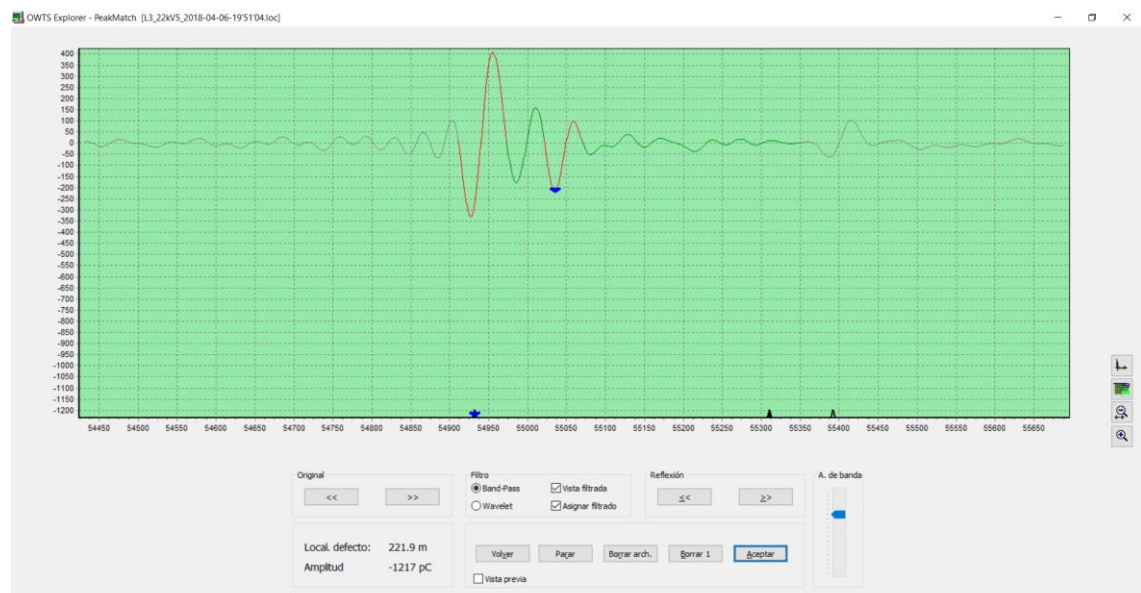
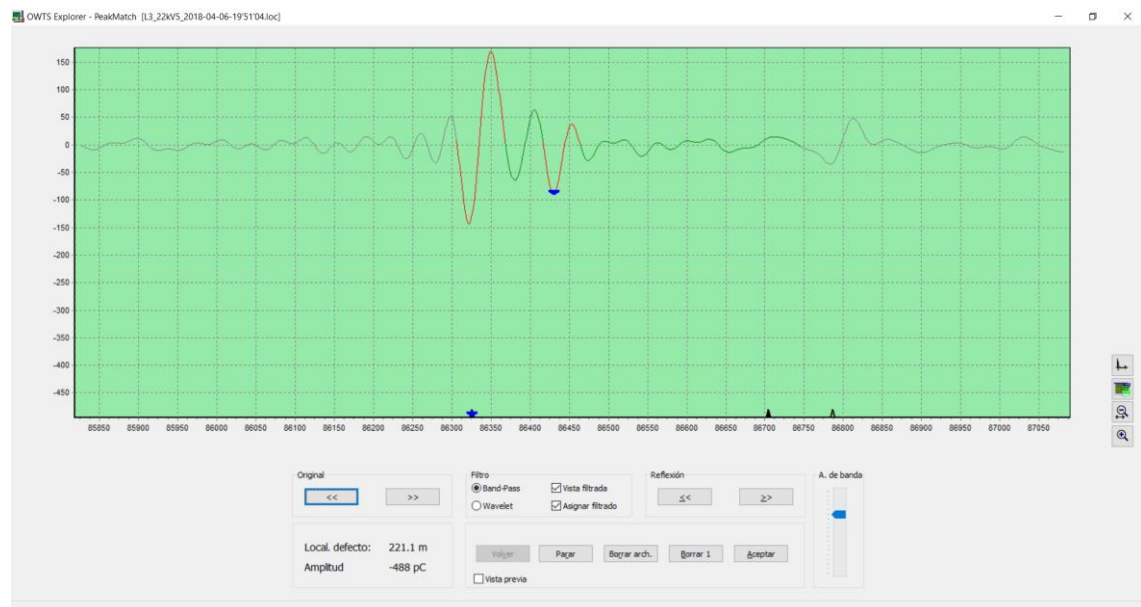
A.2 RESULTATS

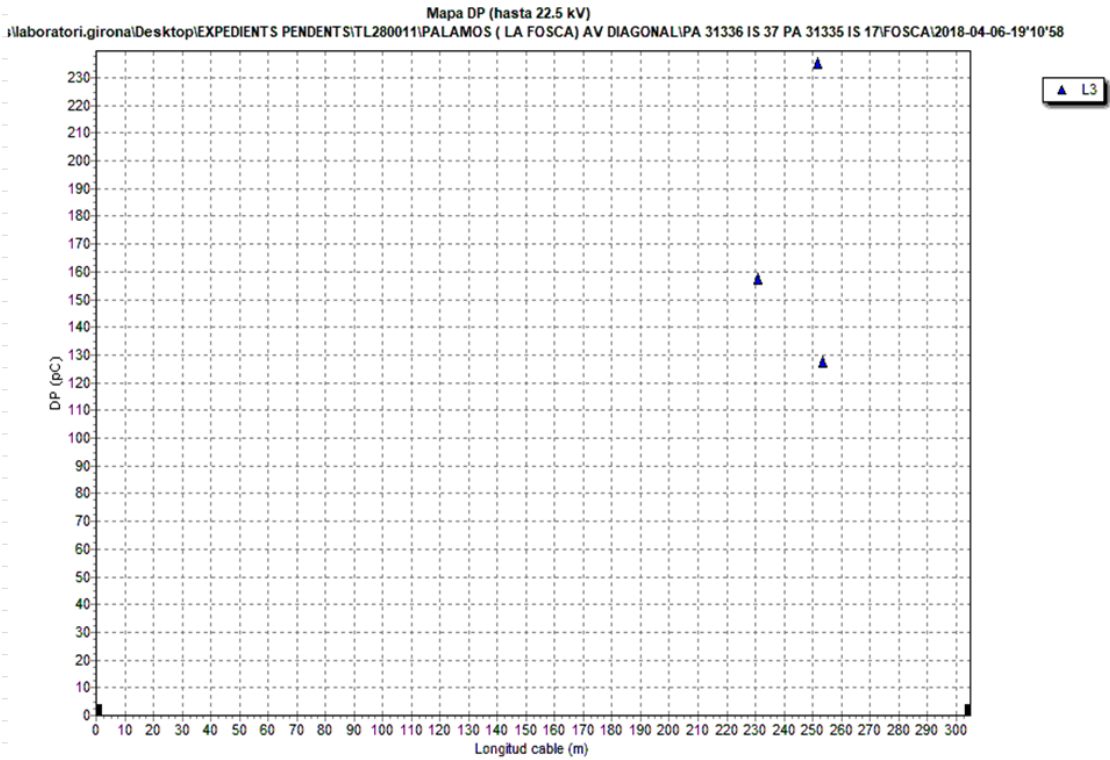
A2.1 Defectes en l'aïllament

A.2.1.1 Cable 1 Ref.TL280011

S'observen descàrregues parcials en l'aïllament de L3 a 22k5V i 28k6V.

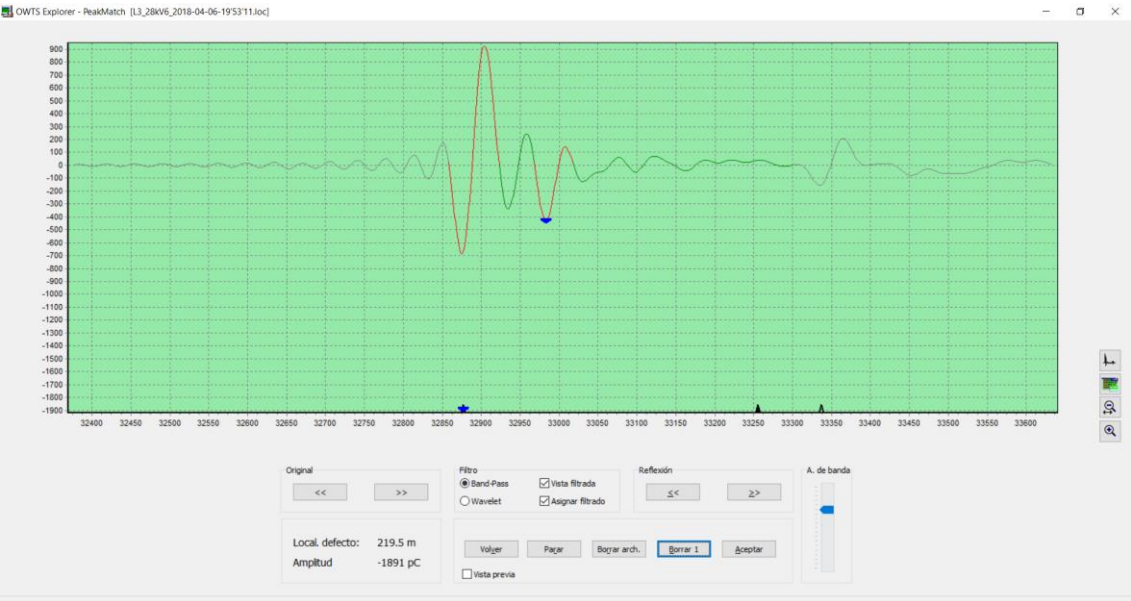
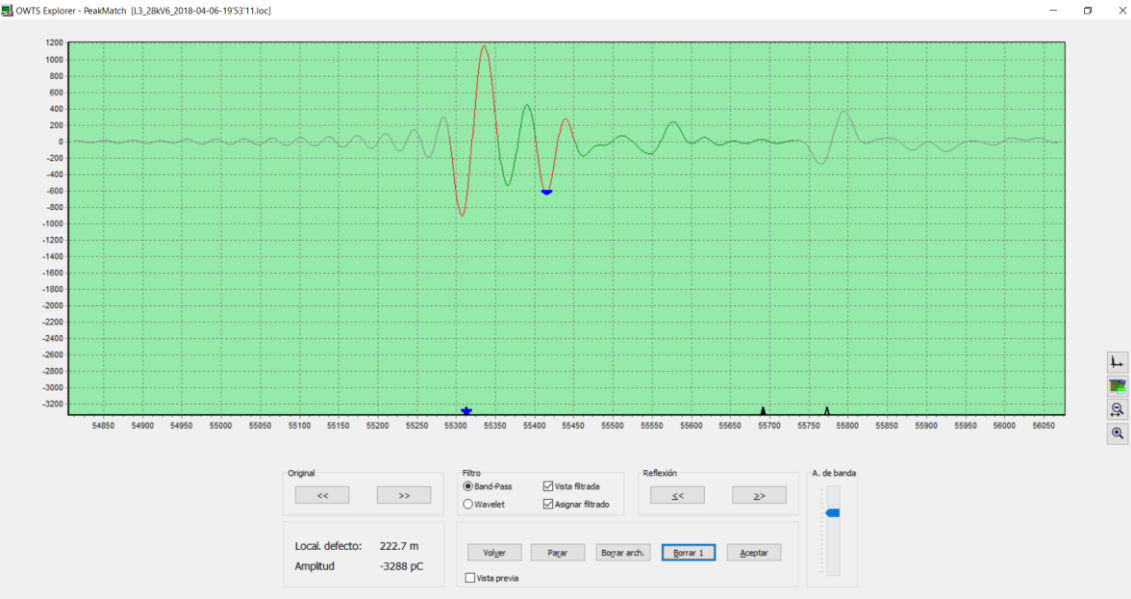
DP L3 22k5V:

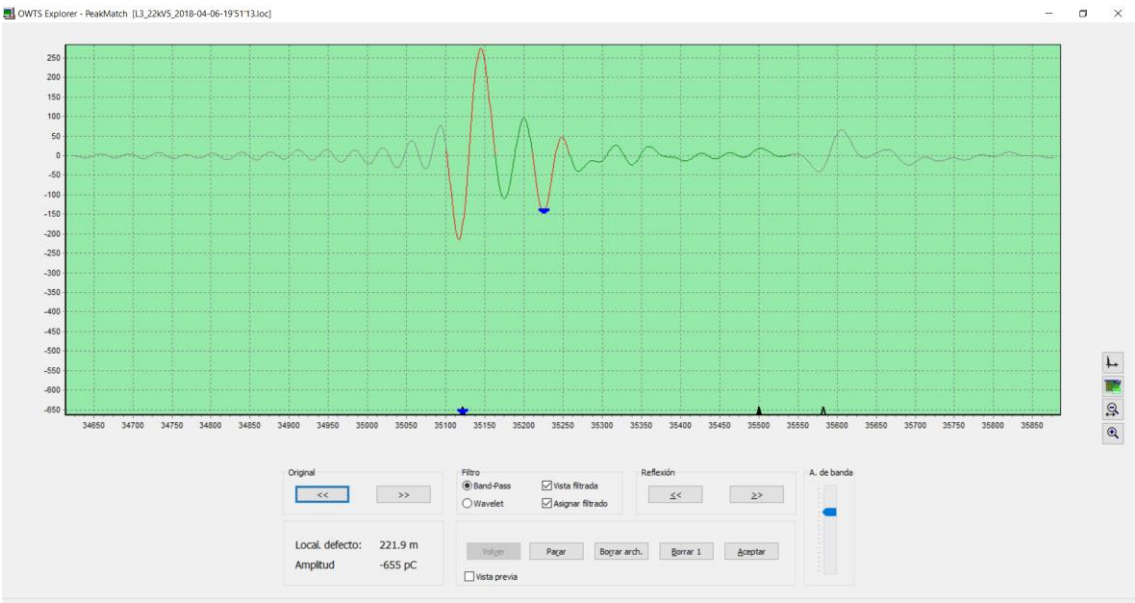
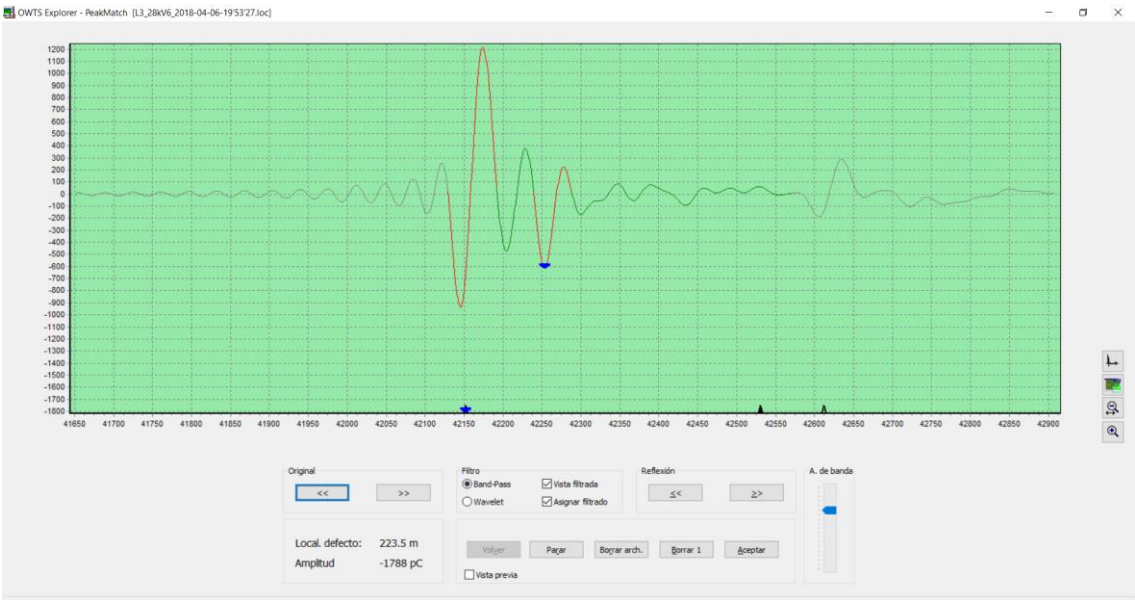




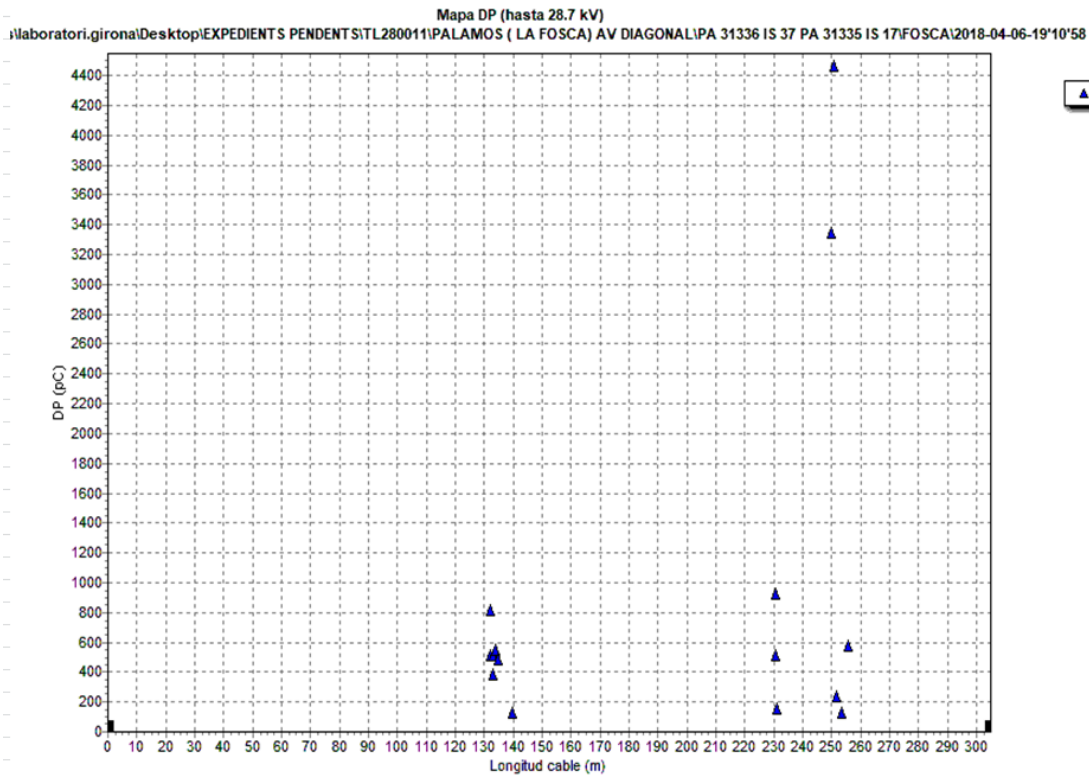
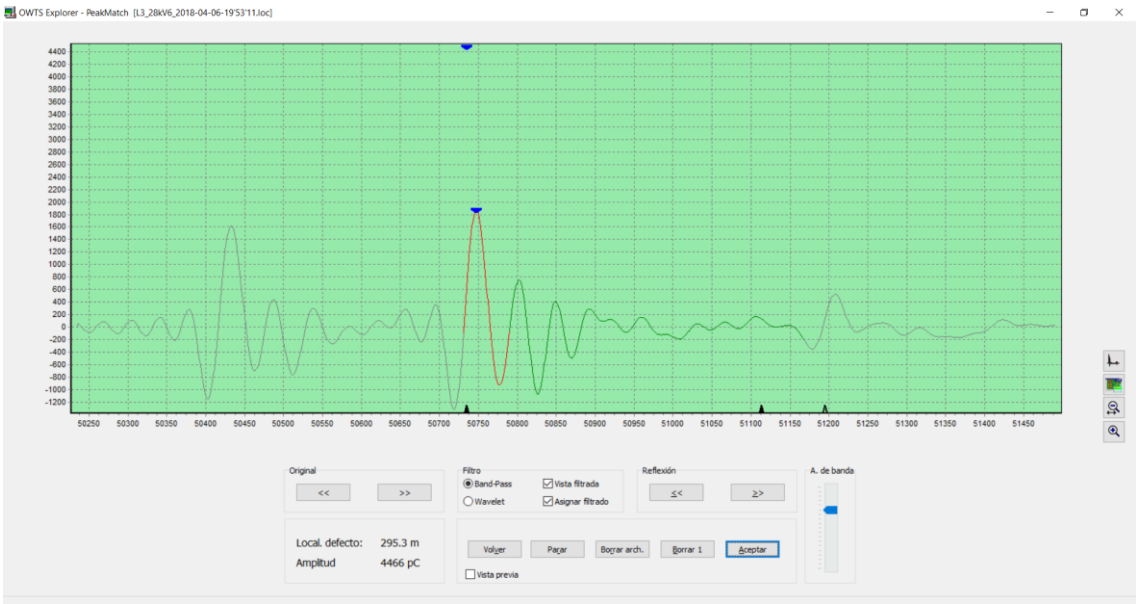
Estudi de les descàrregues parcials

DP L3 28k6V:





Estudi de les descàrregues parcials

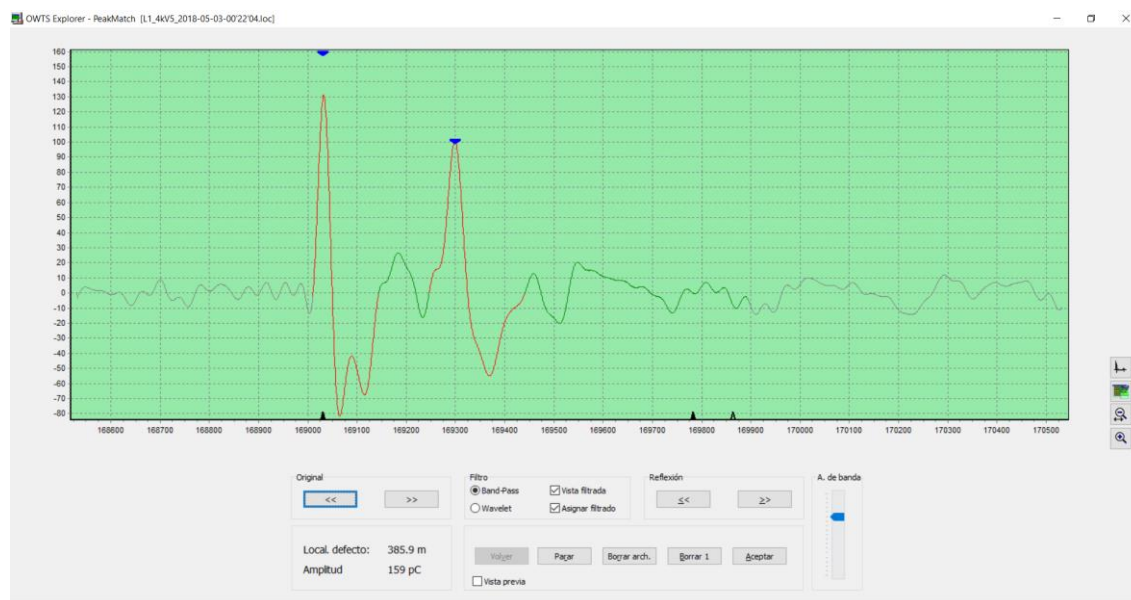
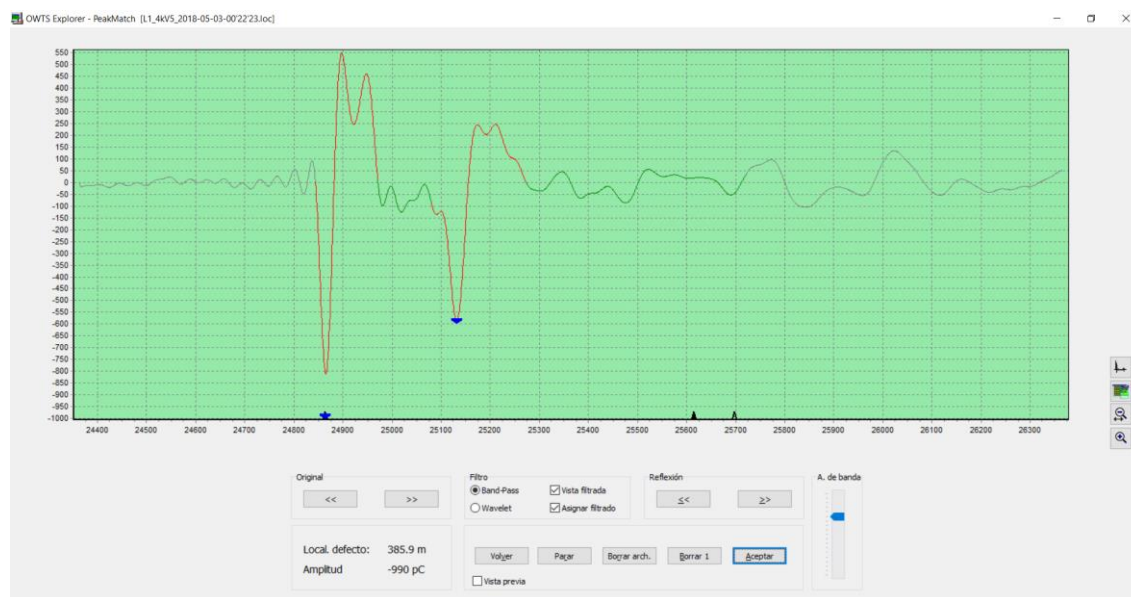


A2.2 Defectes en l'aïllament de cable mixt

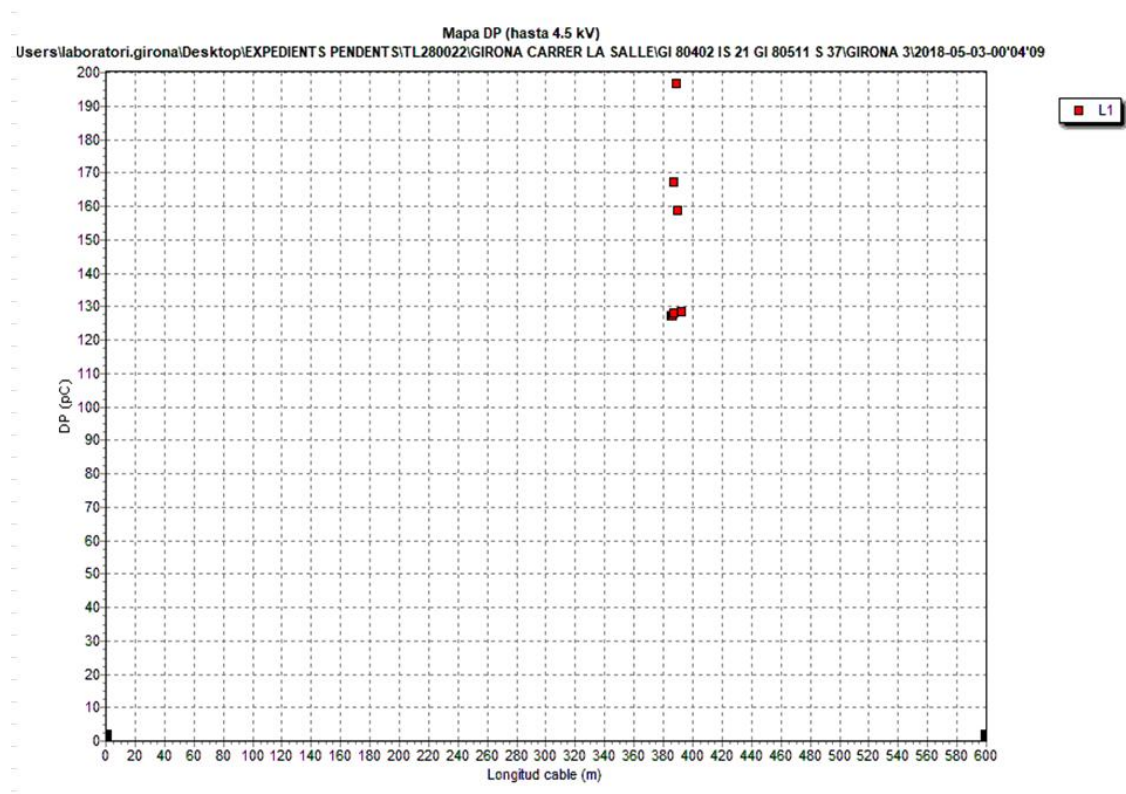
A.2.2.1 Cable 2 Ref.TL280022

S'observen descàrregues parcials en l'aïllament de les tres fases a 4k5V, 6k3V, 9k8V i 12k6V.

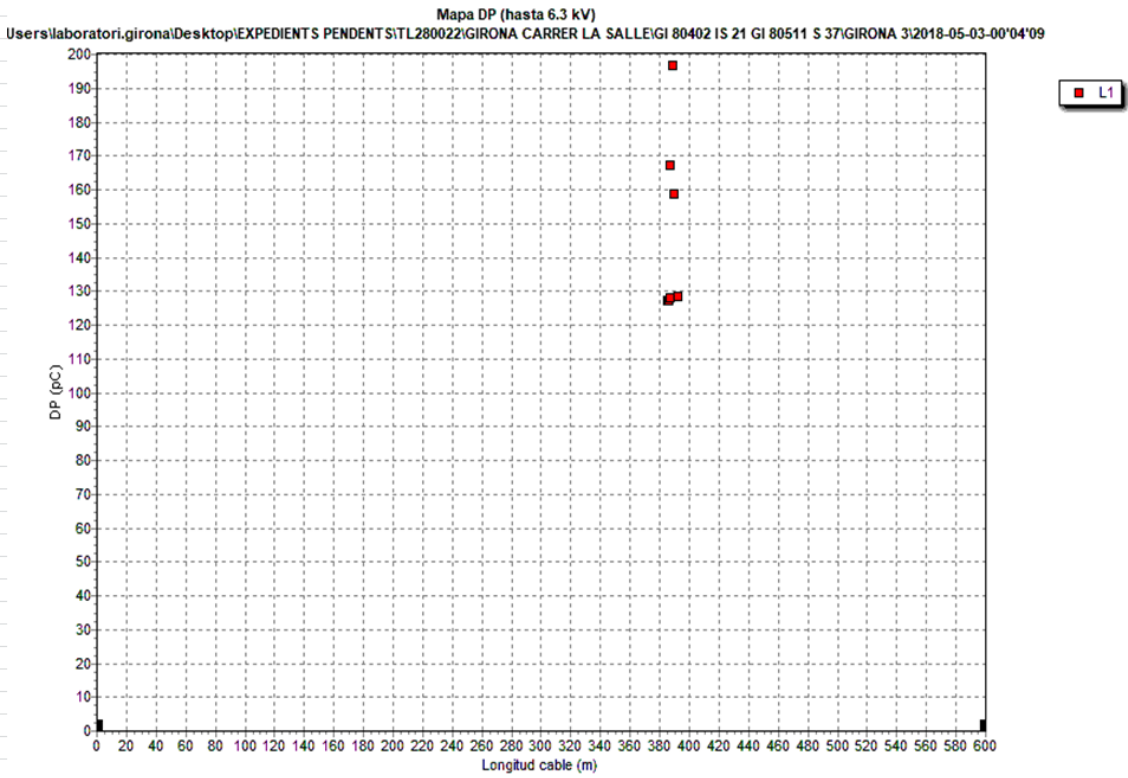
DP L1 4k5V:



Estudi de les descàrregues parcials

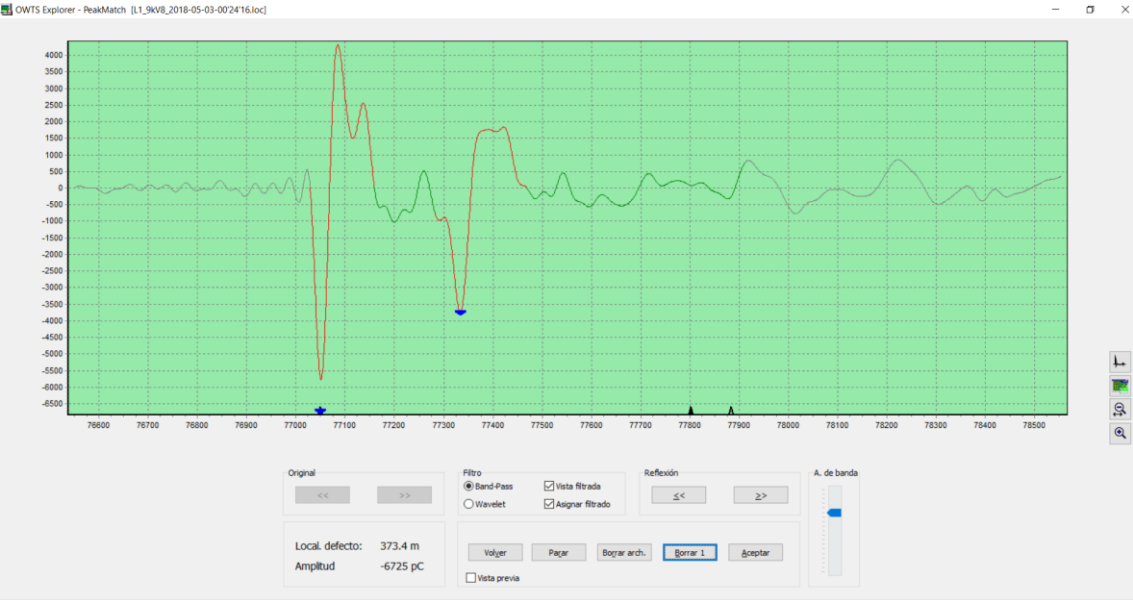
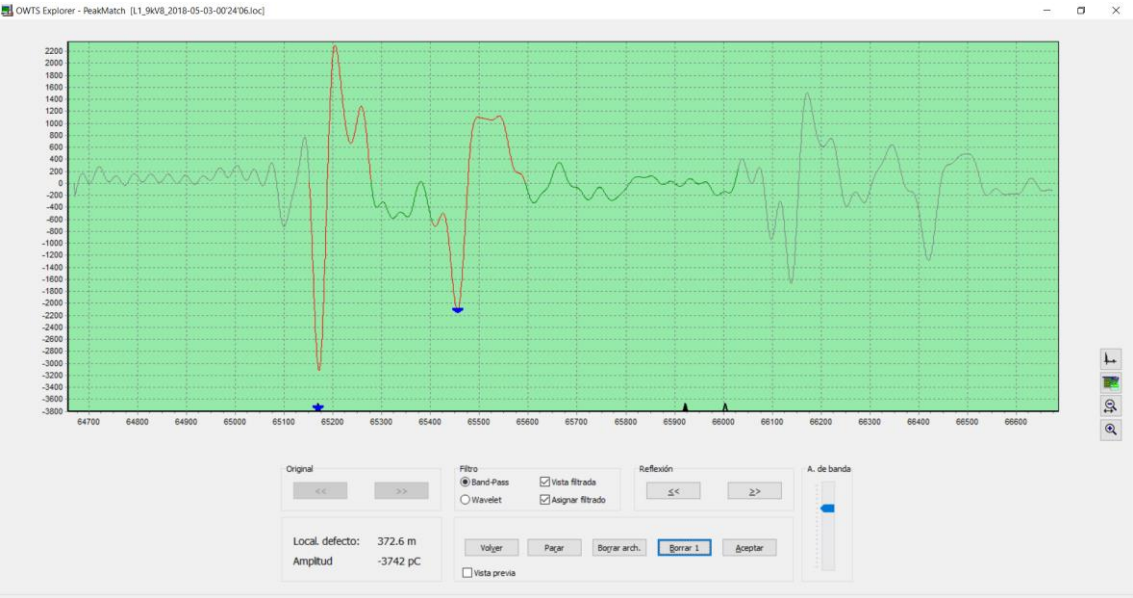


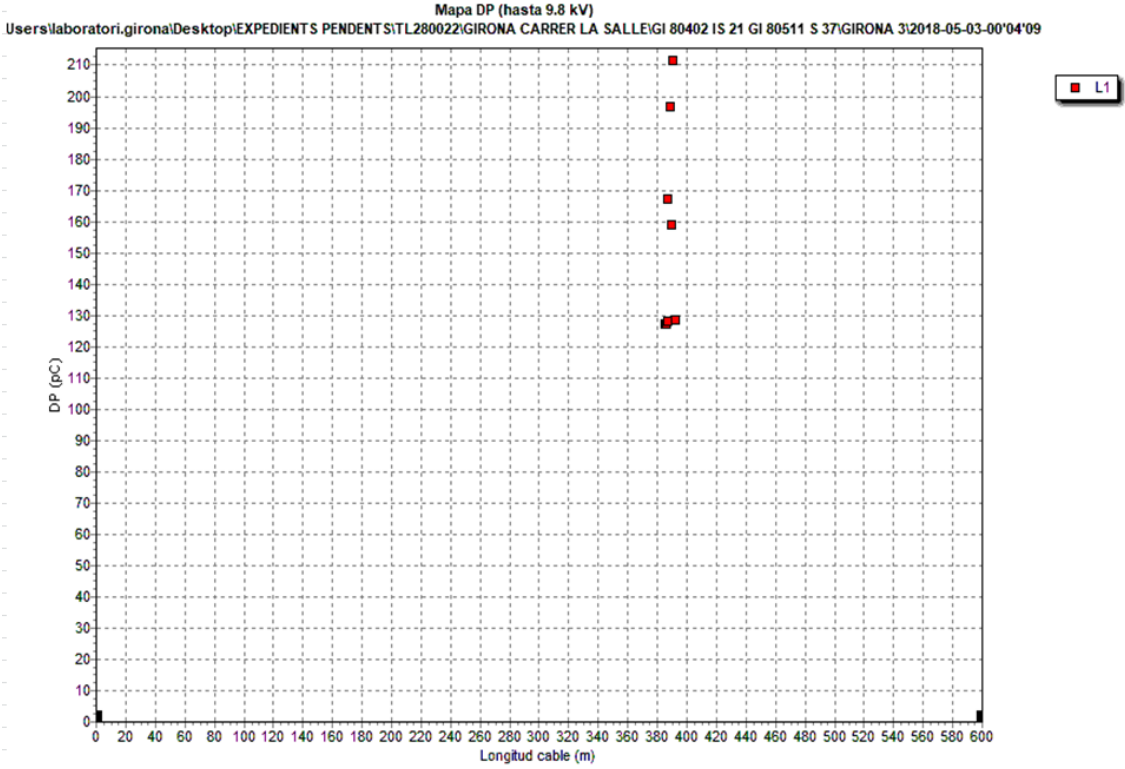
DP L1 6k3V:



Estudi de les descàrregues parcials

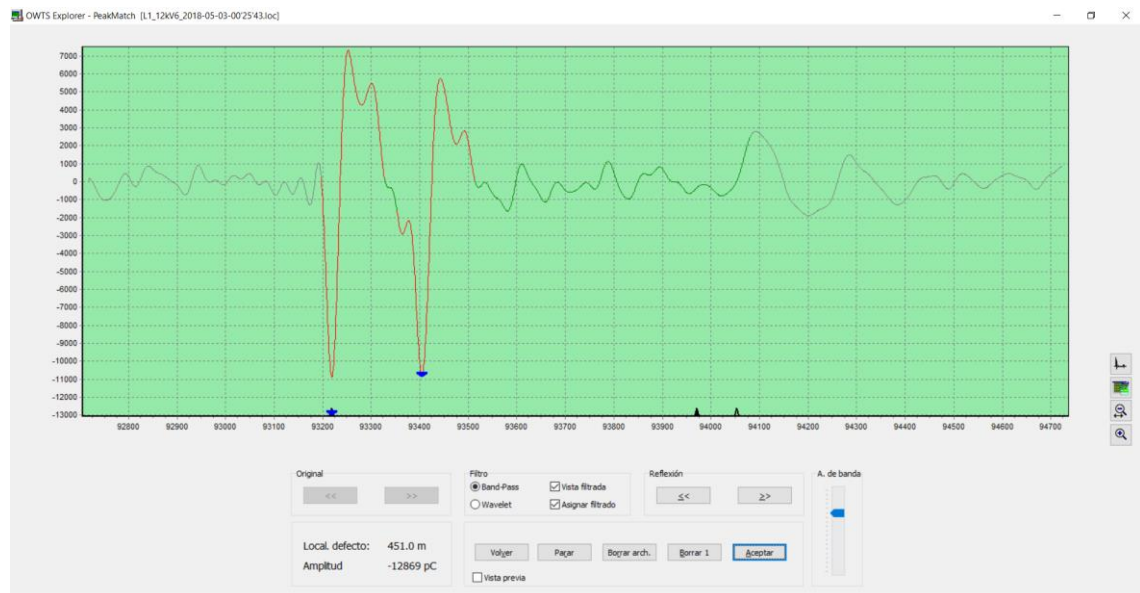
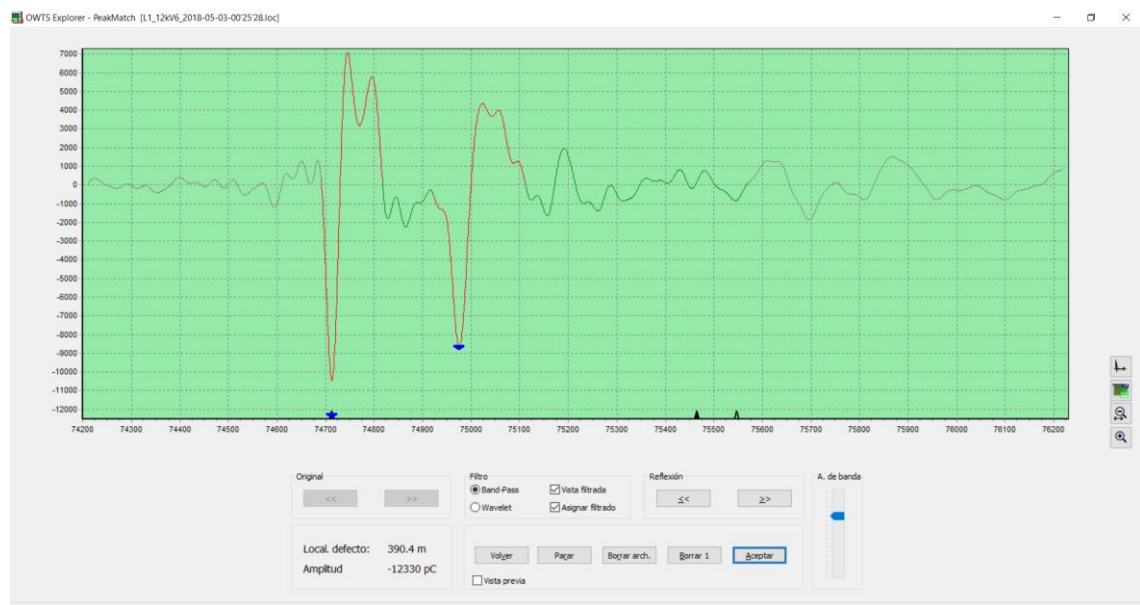
DP L1 9k8V:

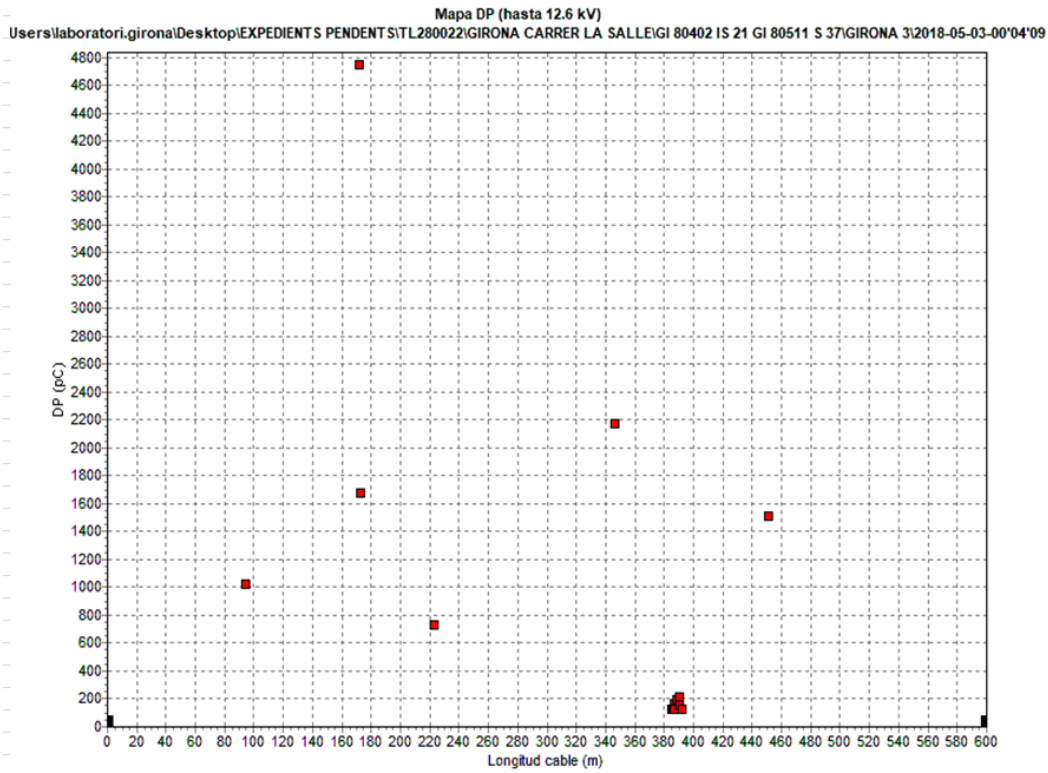
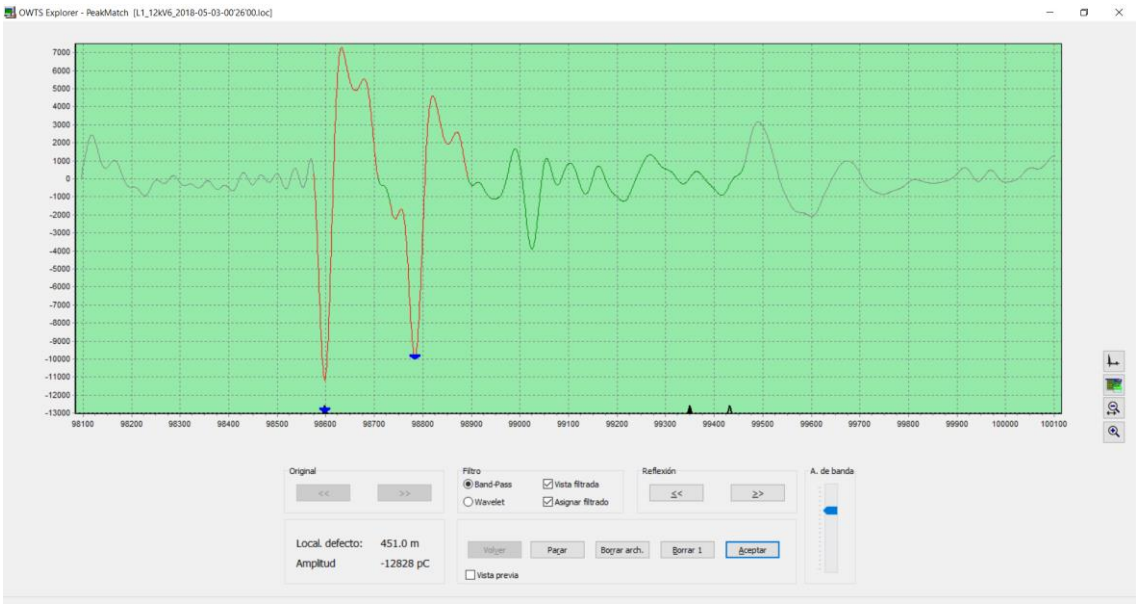




Estudi de les descàrregues parcials

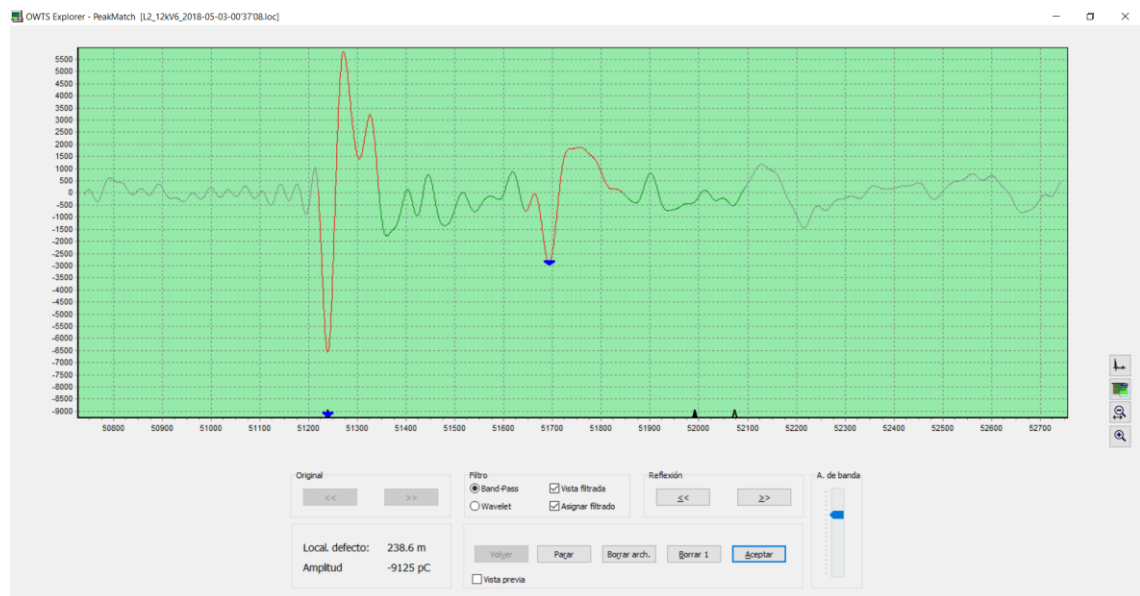
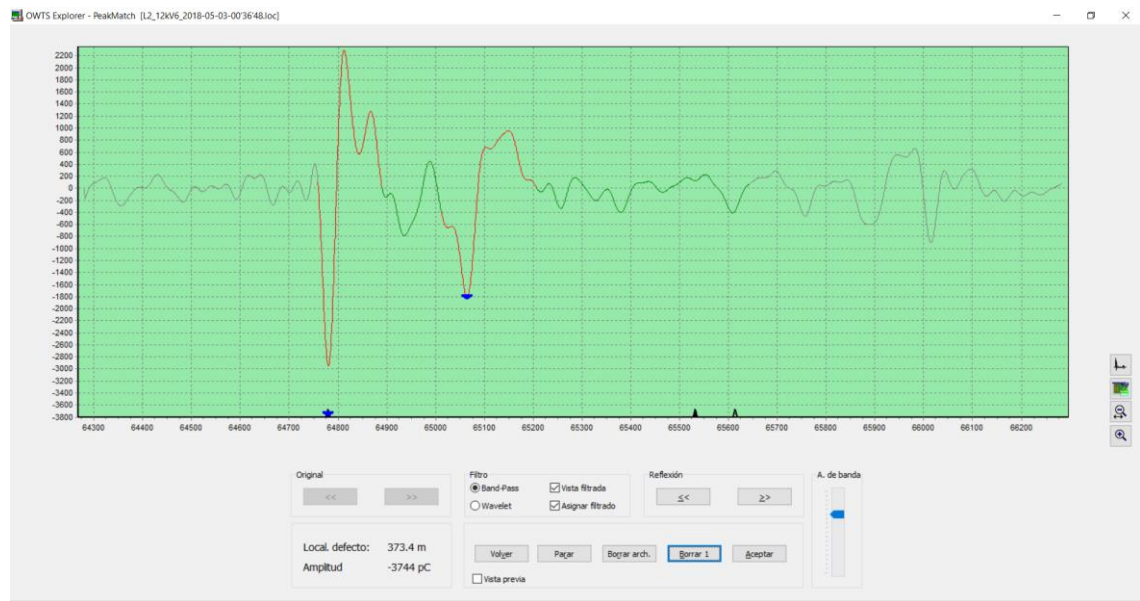
DP L1 12k6V:

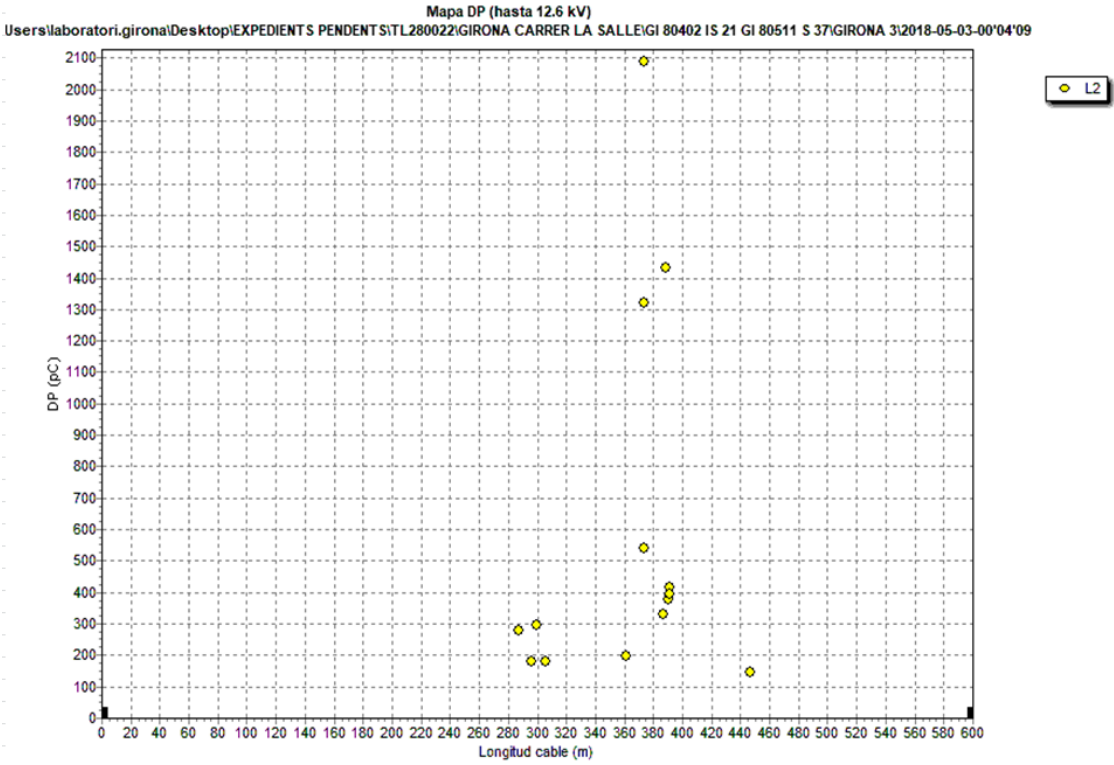




Estudi de les descàrregues parcials

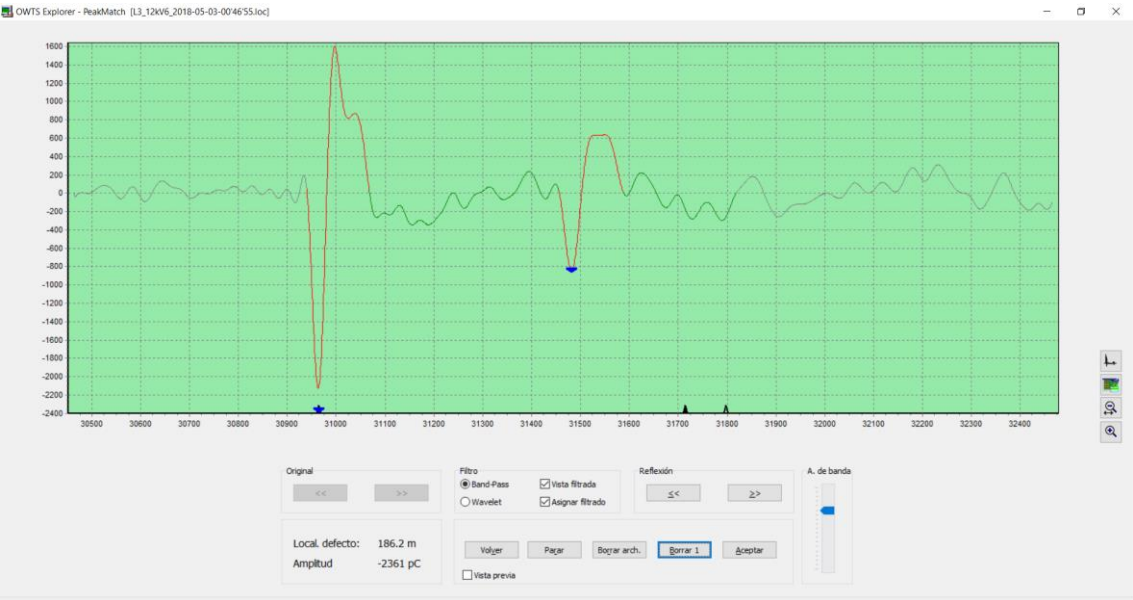
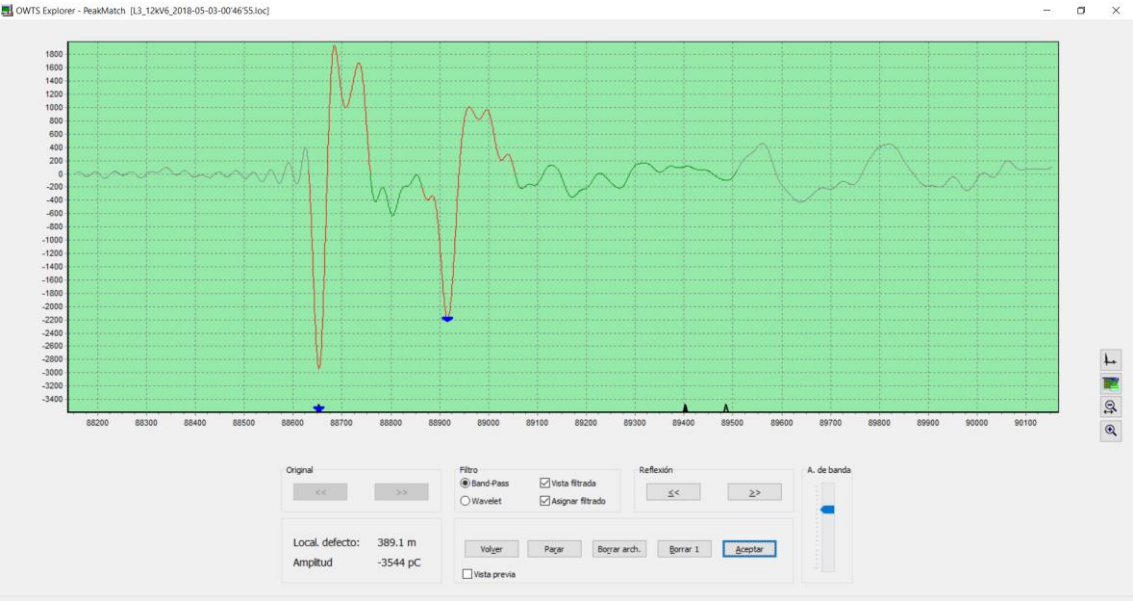
DP L2 12k6V:

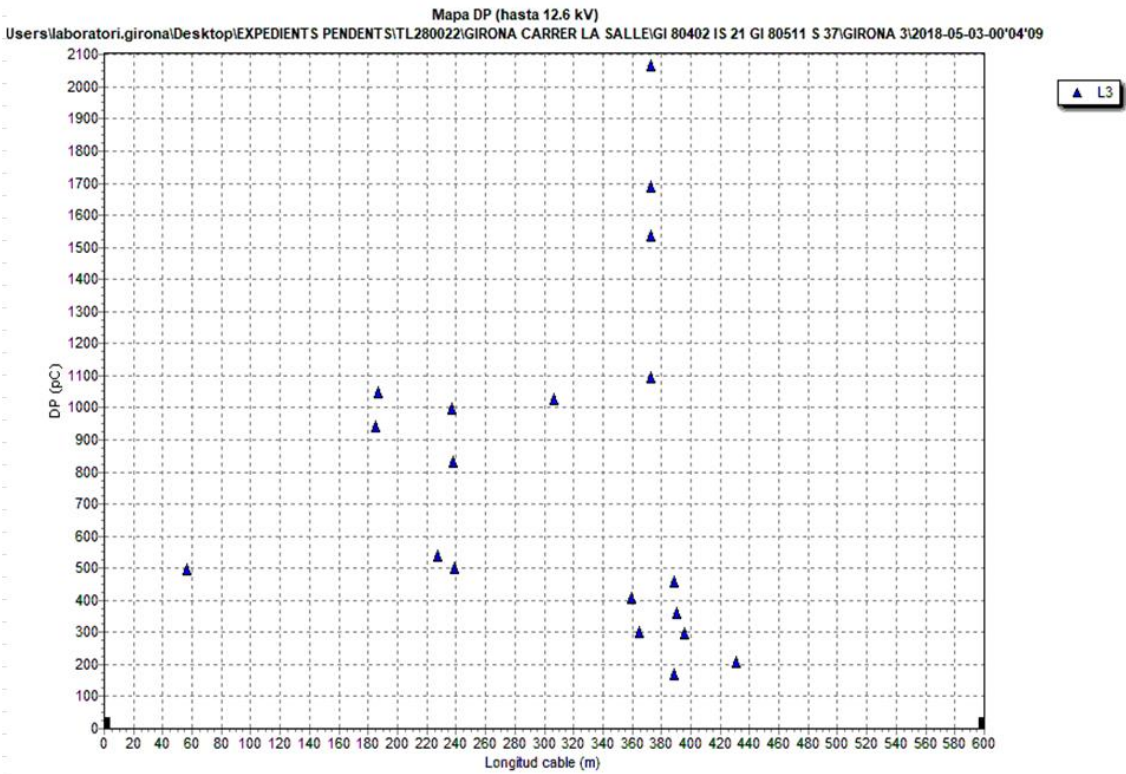




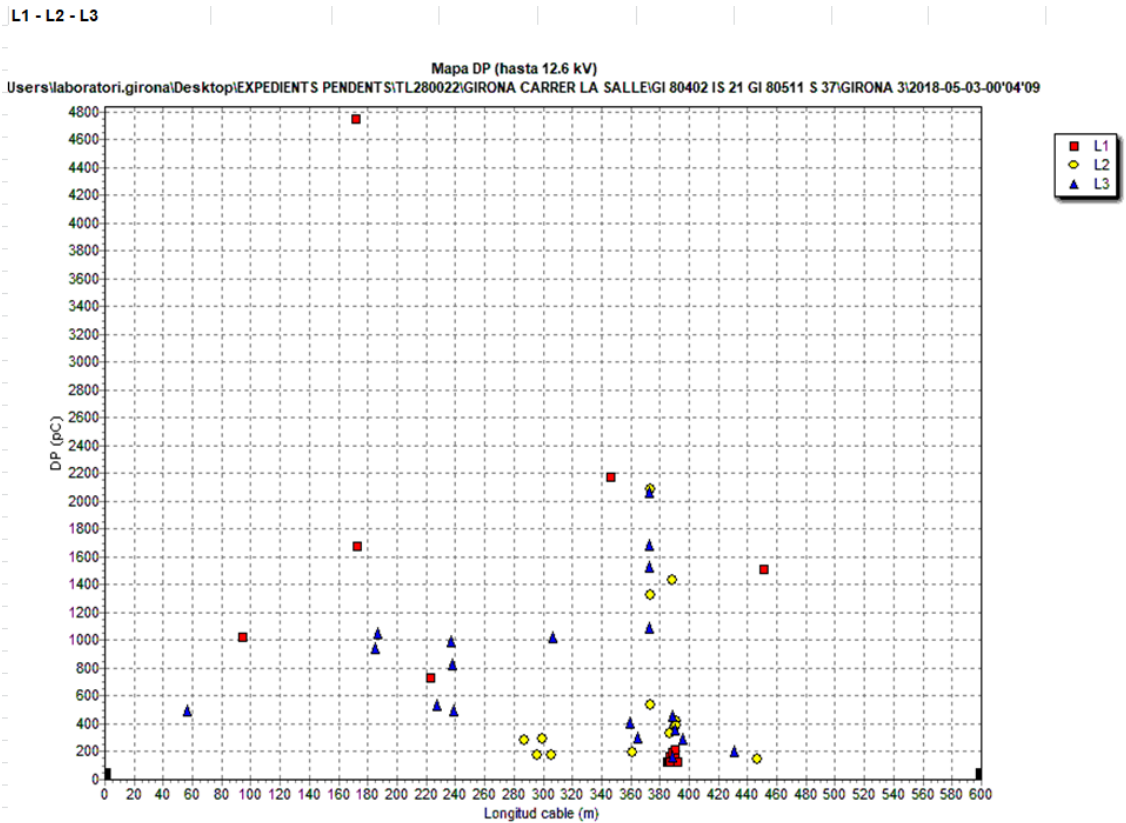
Estudi de les descàrregues parcials

DP L3 12k6V:





Mapping DP L1, L2, L3 12k6V:

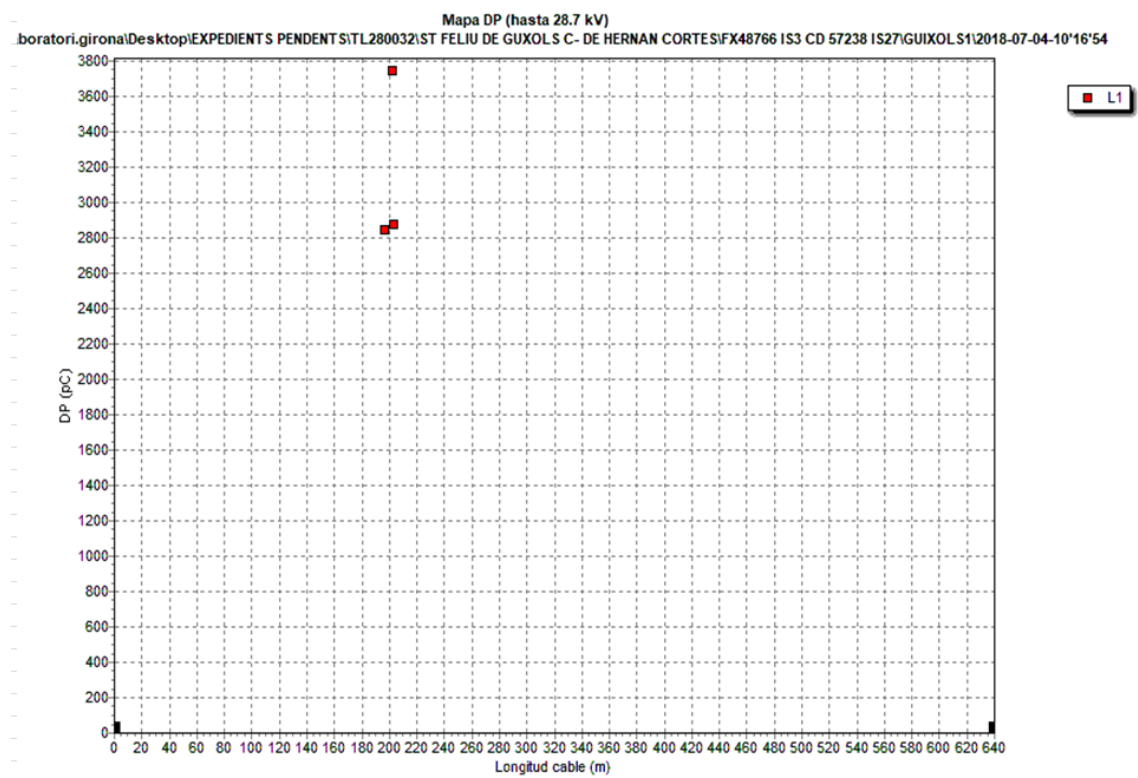


Estudi de les descàrregues parcials

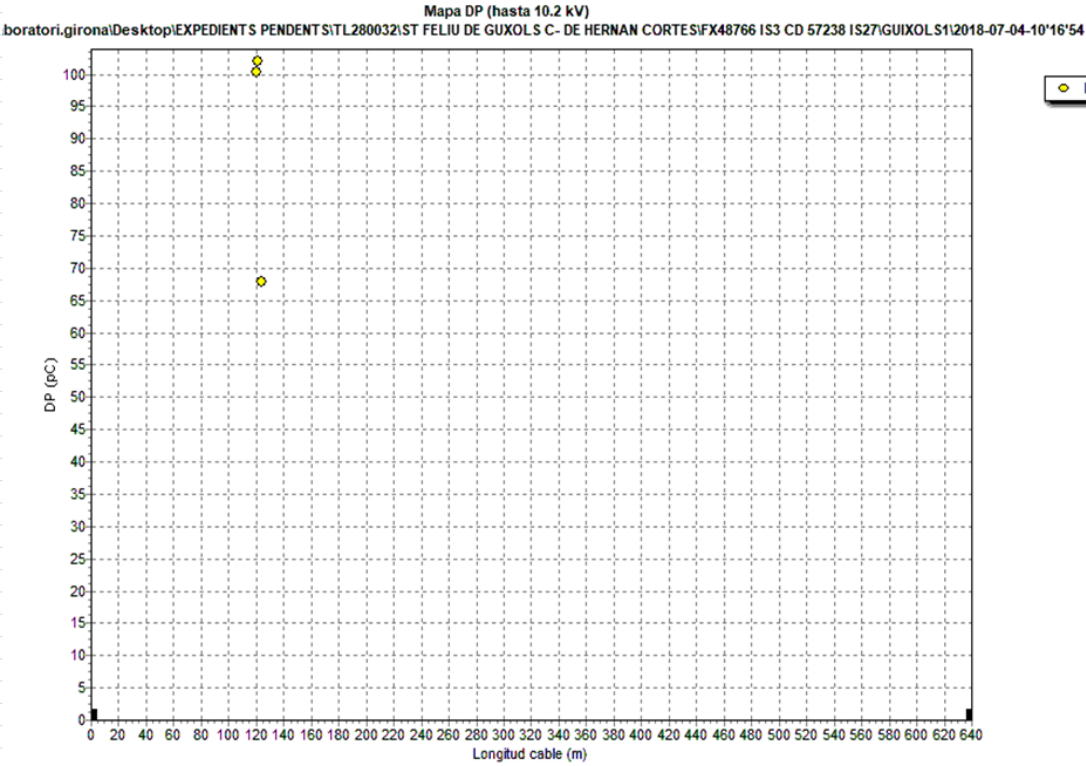
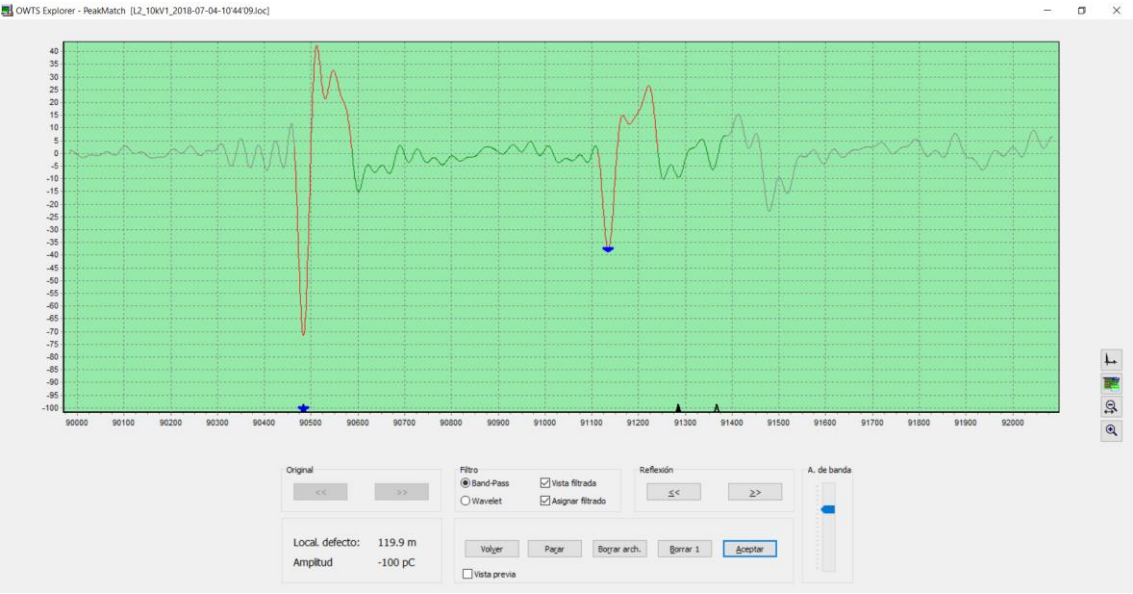
A.2.2.2 Cable 3 Ref.TL280032

S'observen descàrregues parcials en l'aïllament de les tres fases a 10k1V, 14k3V, 22k5V i 28k6V.

DP L1 28k6V:

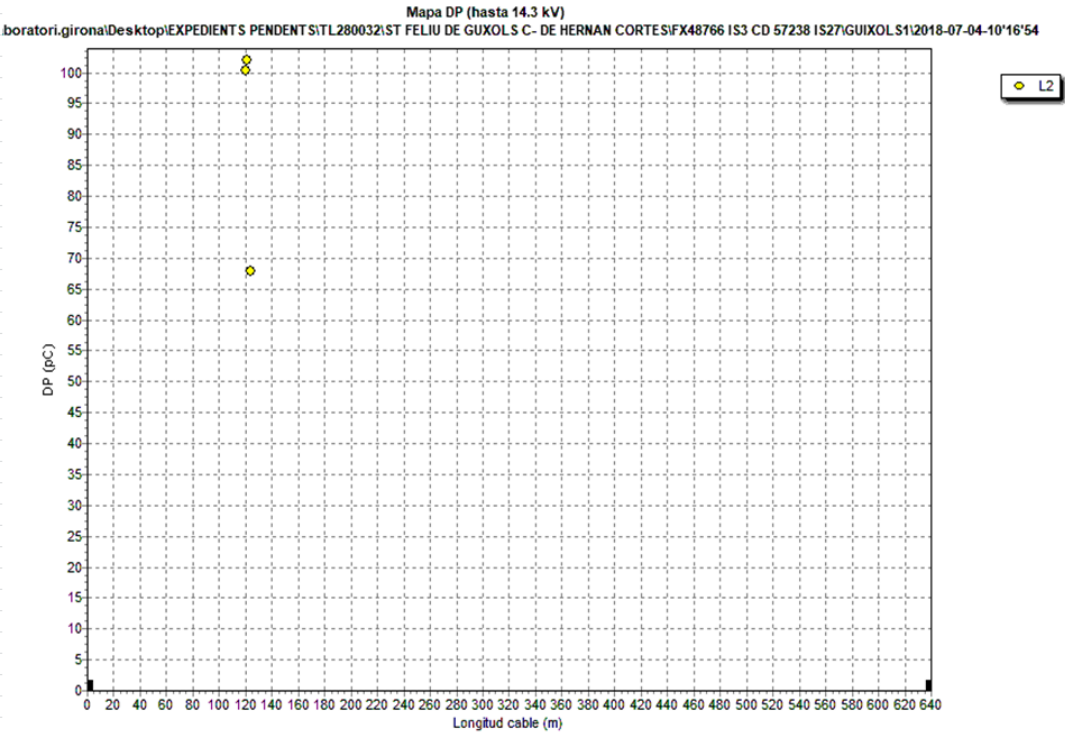


DP L2 10k1V:

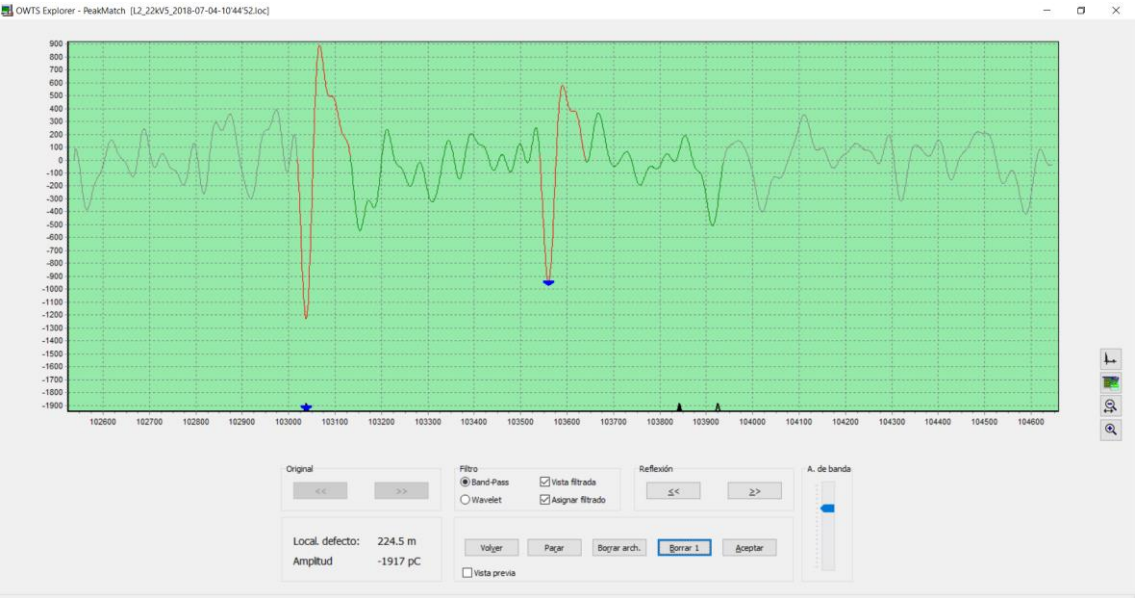


Estudi de les descàrregues parcials

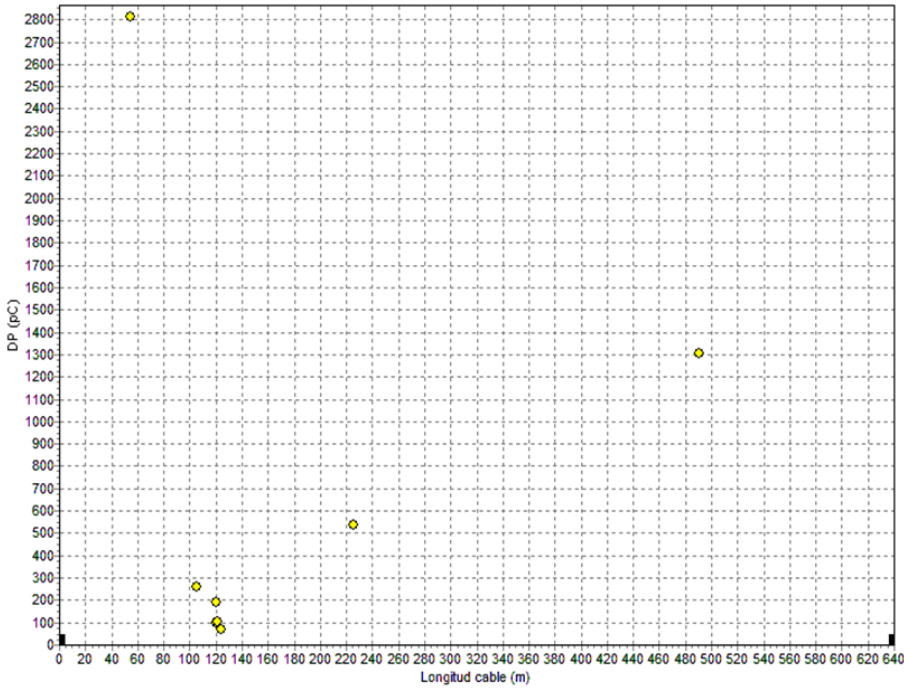
DP L2 14k3V:



DP L2 22k5V:



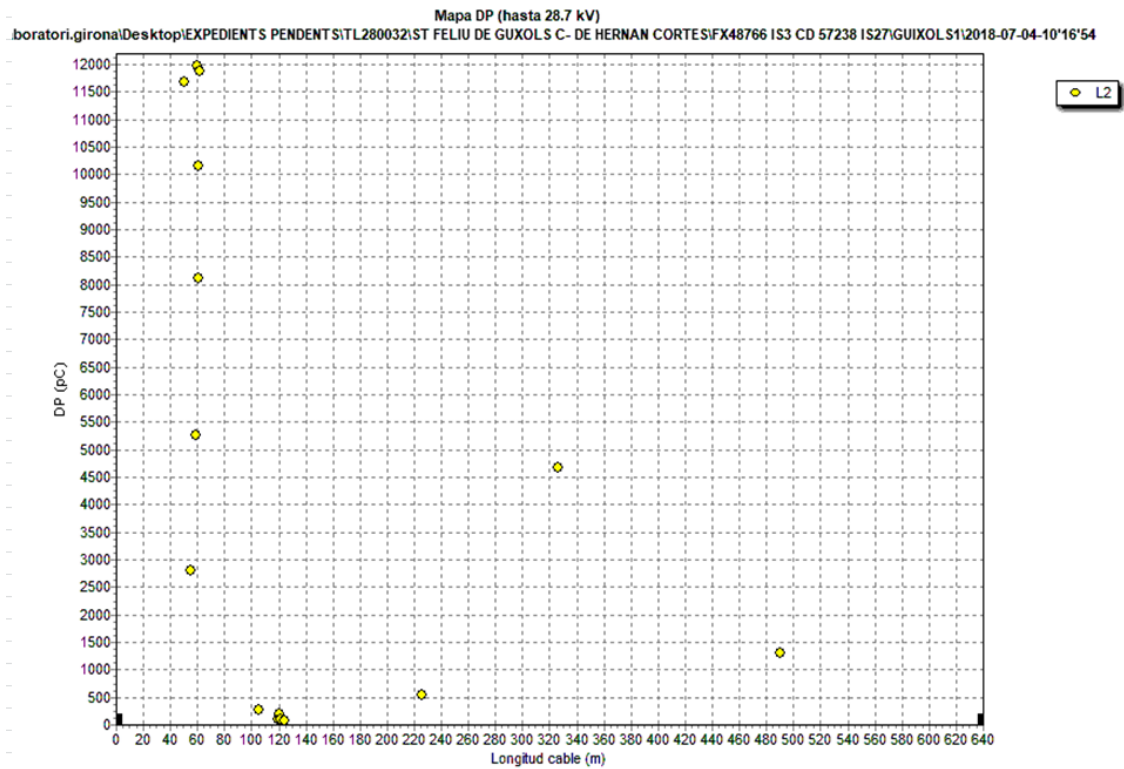
Mapa DP (hasta 22.5 kV)
boratori.girona\Desktop\EXPEDIENTS PENDENTS\ITL280032\ST FELIU DE GUXOLS C- DE HERNAN CORTES\FX48766 IS3 CD 57238 IS27\GUIXOLS1\2018-07-04-10'16'54



Estudi de les descàrregues parcials

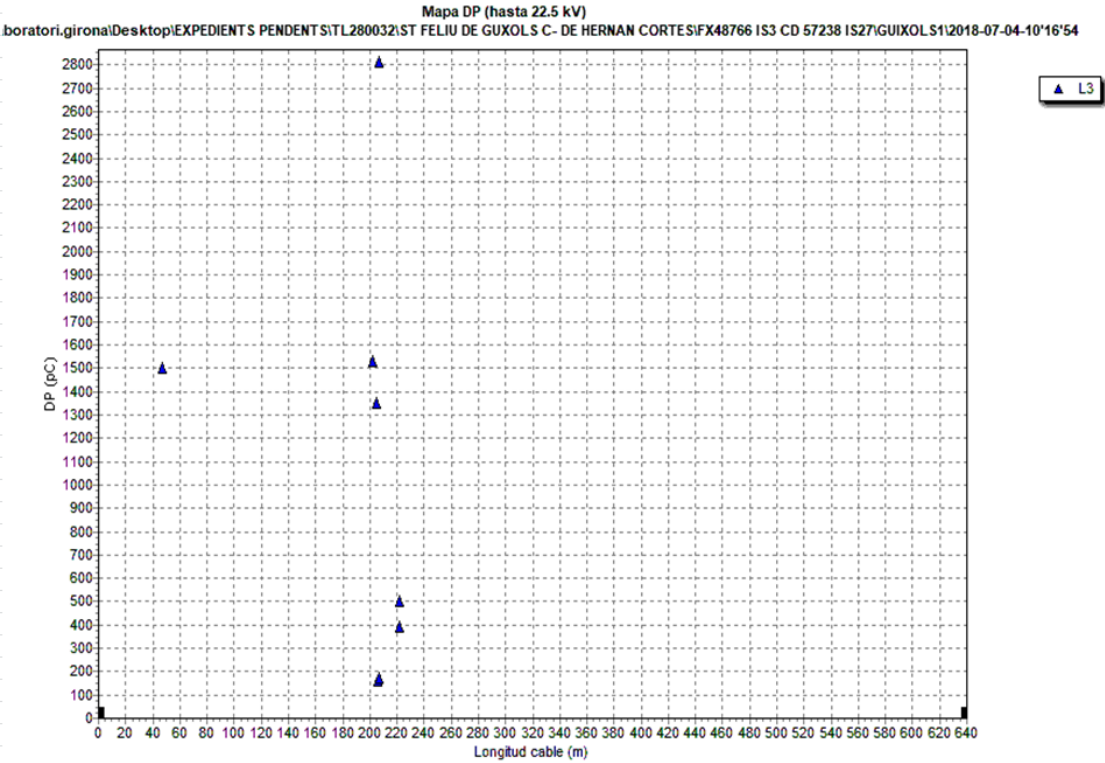
DP L2 28k6V:





Estudi de les descàrregues parcials

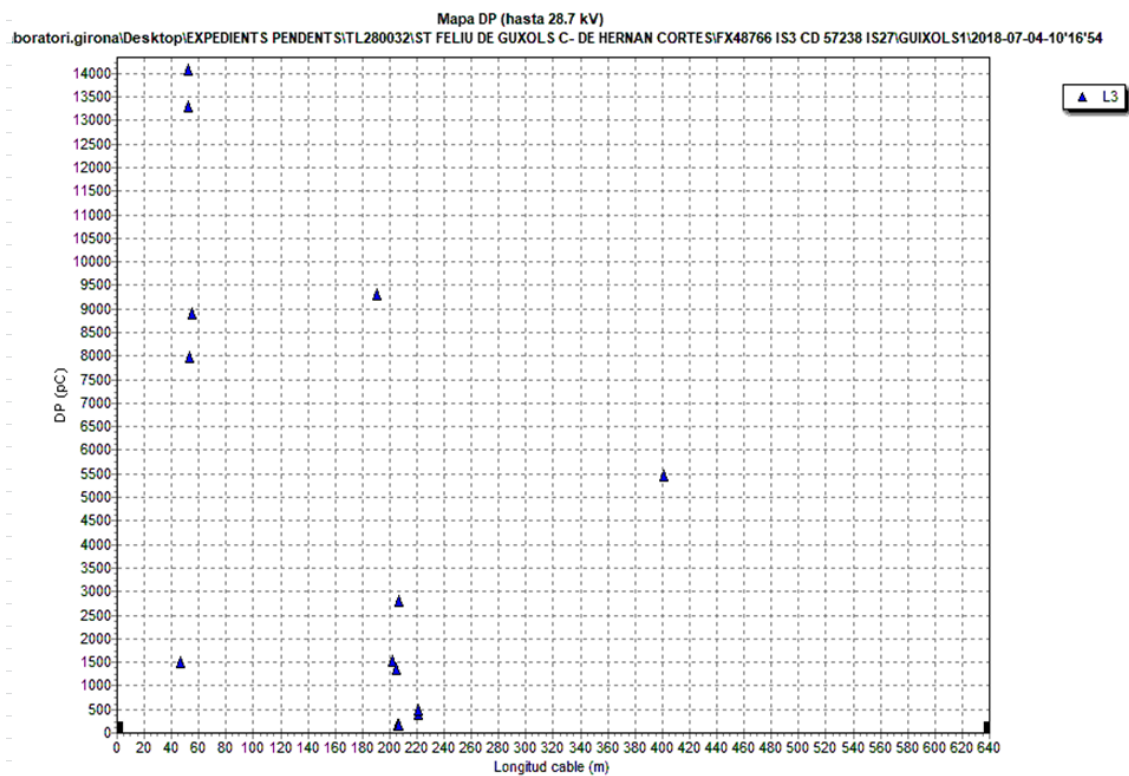
DP L3 22k5V:



DP L3 28k6V:

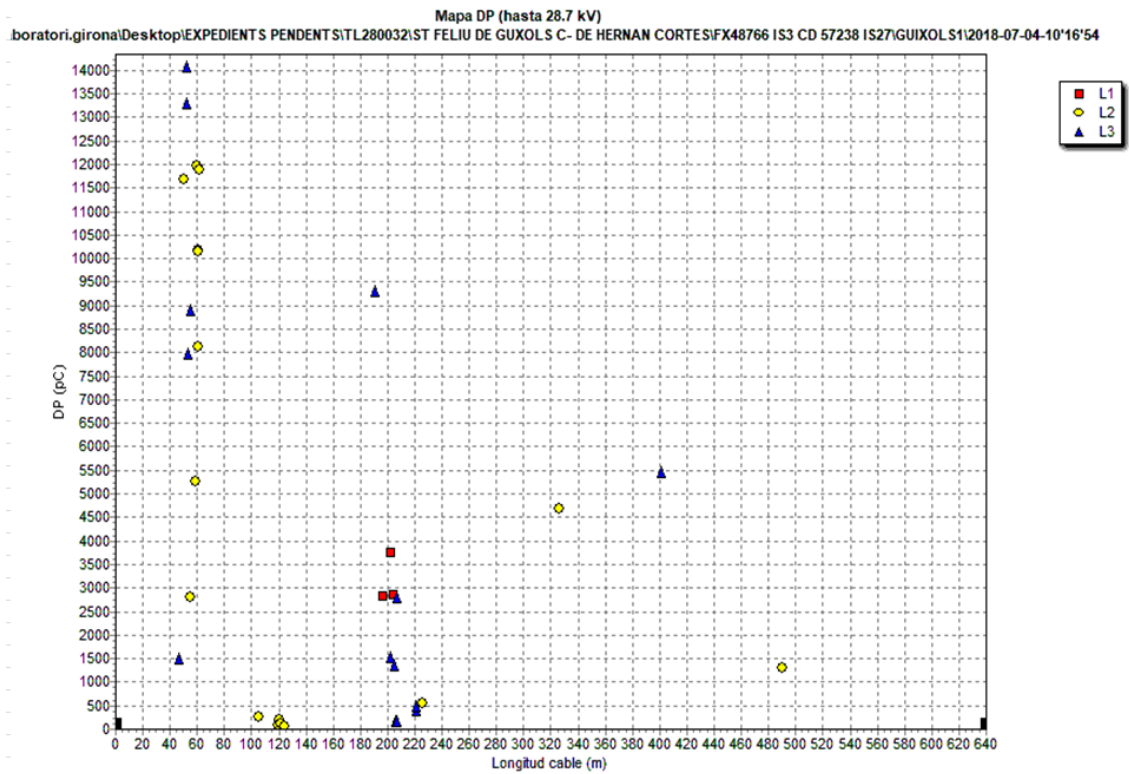


Estudi de les descàrregues parcials



Mapping DP L1, L2, L3 28k6V:

L1 - L2 - L3

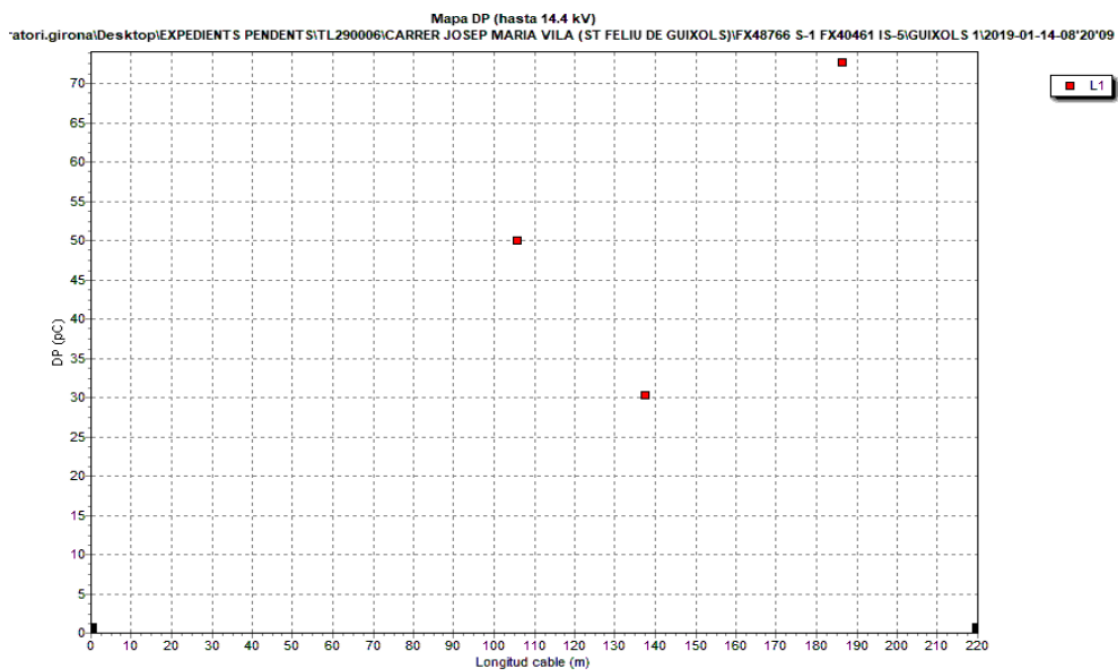
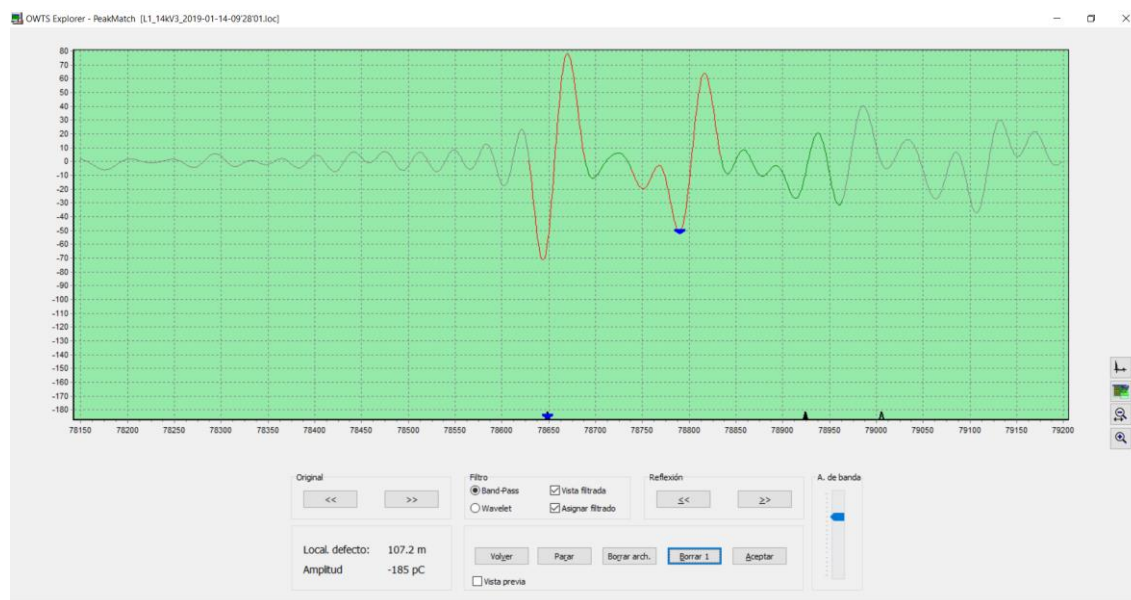


A2.3 Defectes en la coberta

A.2.3.1 Cable 4 Ref.TL290006

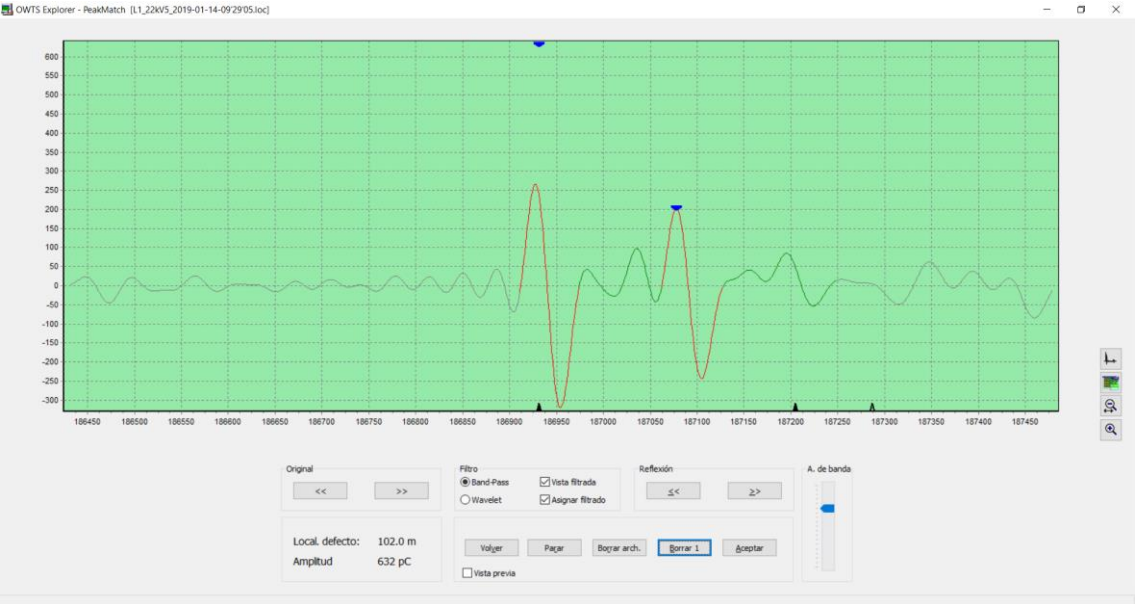
S'observen descàrregues parcials en la coberta de les tres fases a 14k3V, 22k5V i 28k6V.

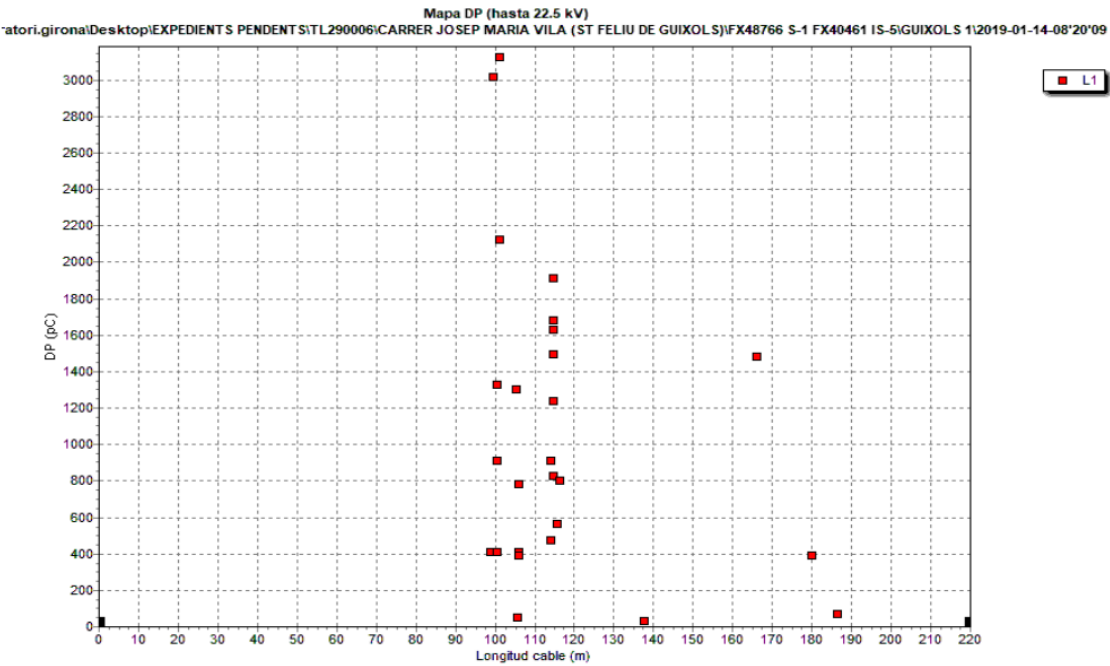
DP L1 14k4V:



Estudi de les descàrregues parcials

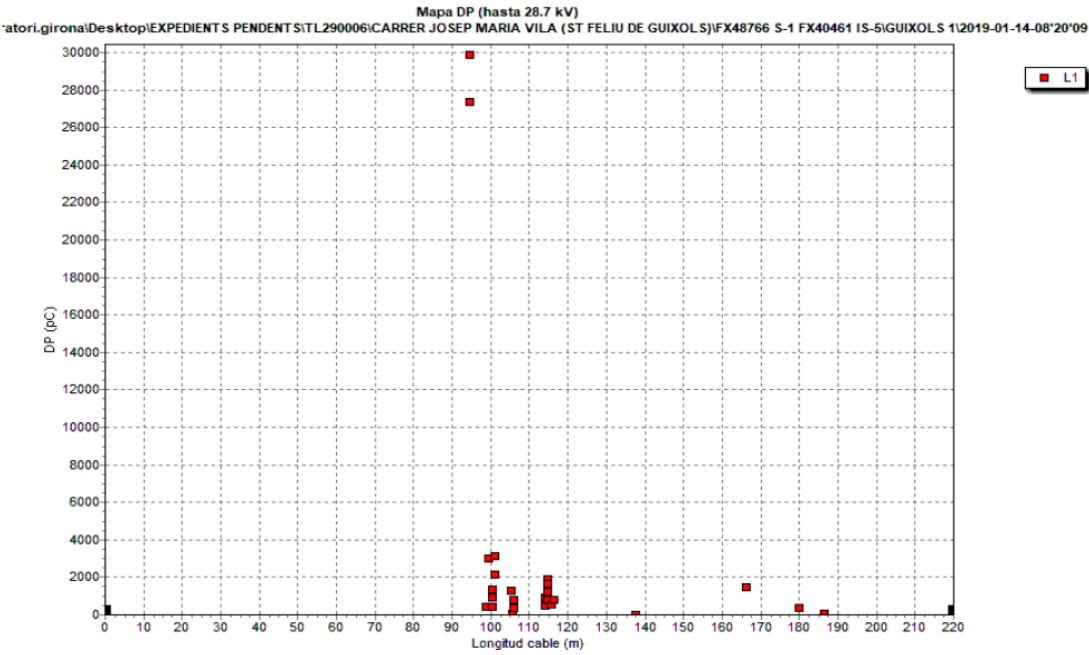
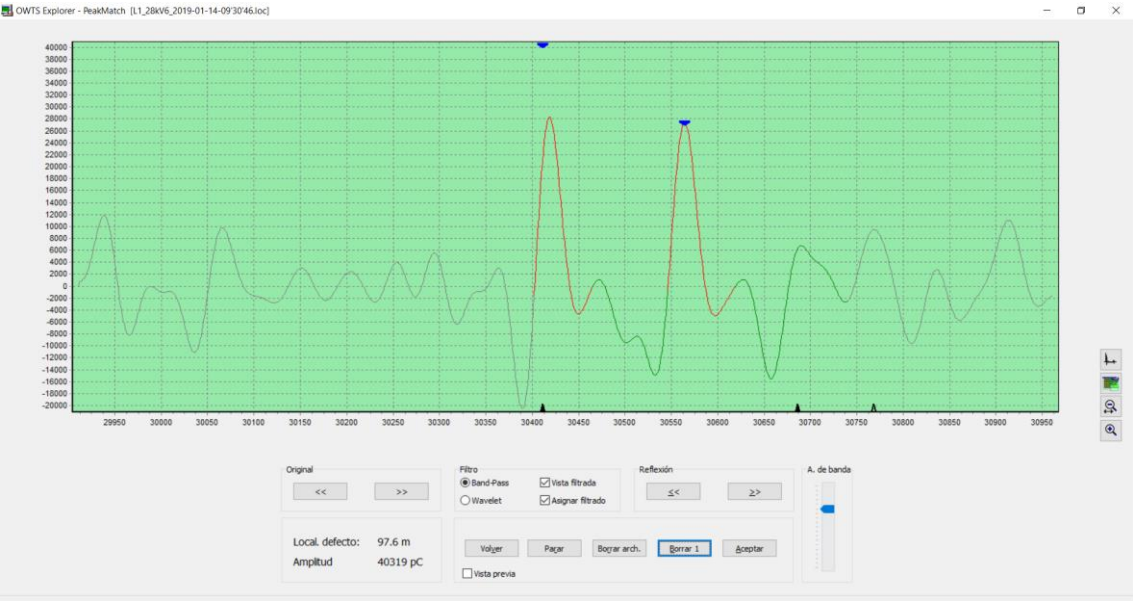
DP L1 22k5V:



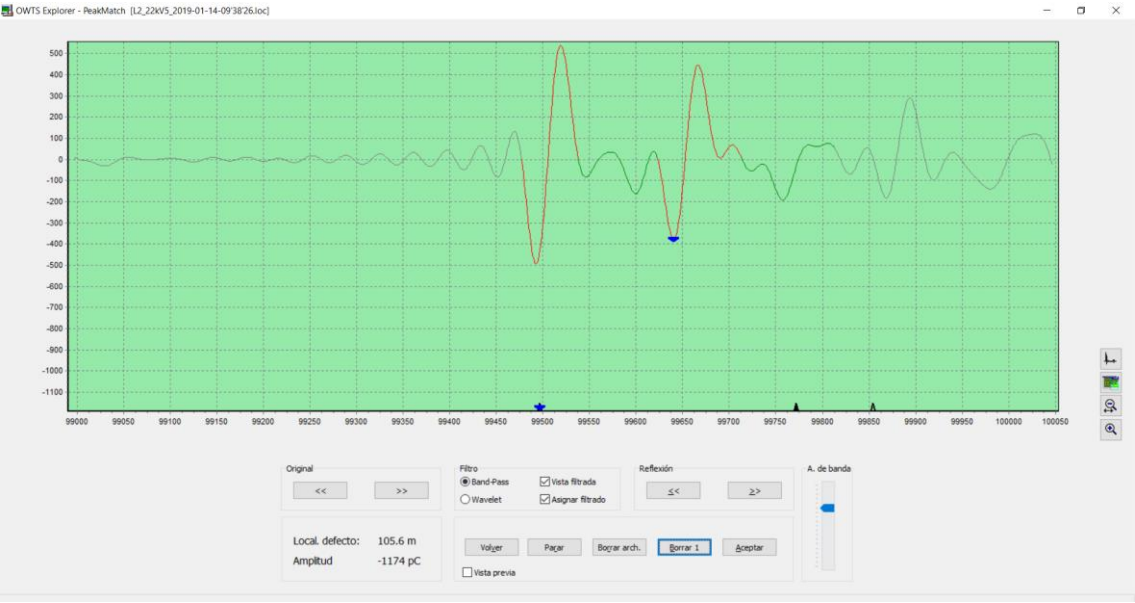


Estudi de les descàrregues parcials

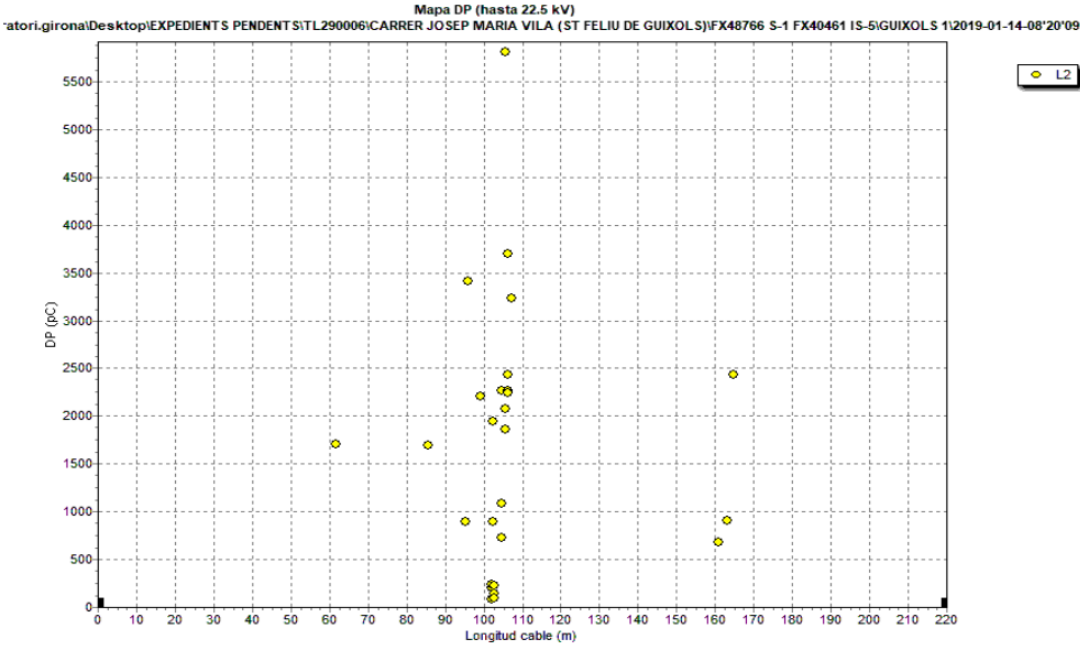
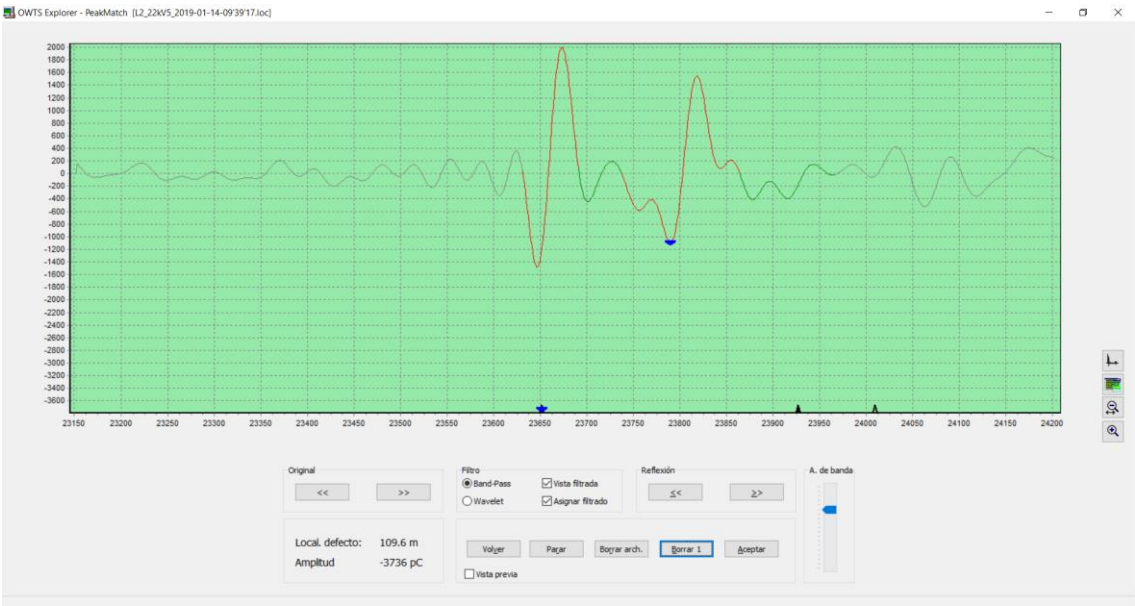
DP L1 28k6V:



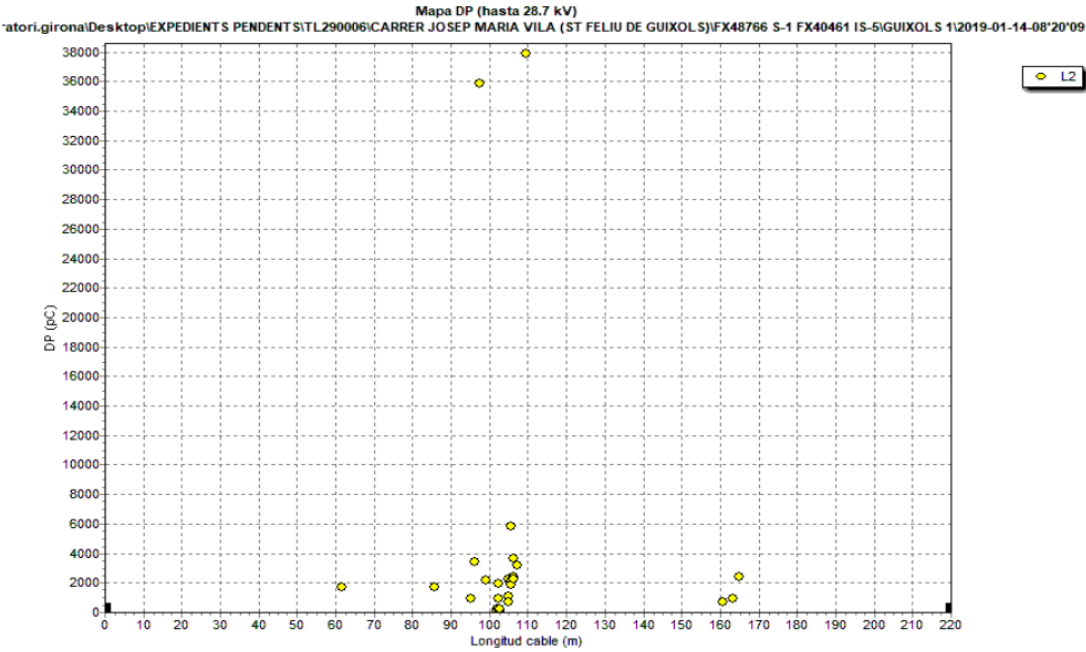
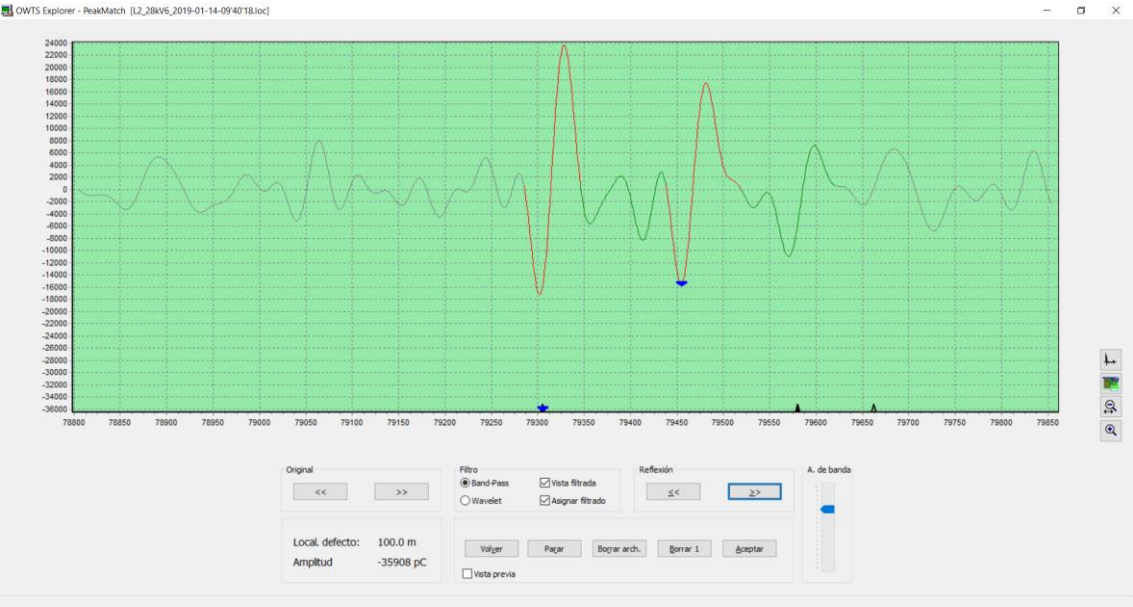
DP L2 22k5V:



Estudi de les descàrregues parcials

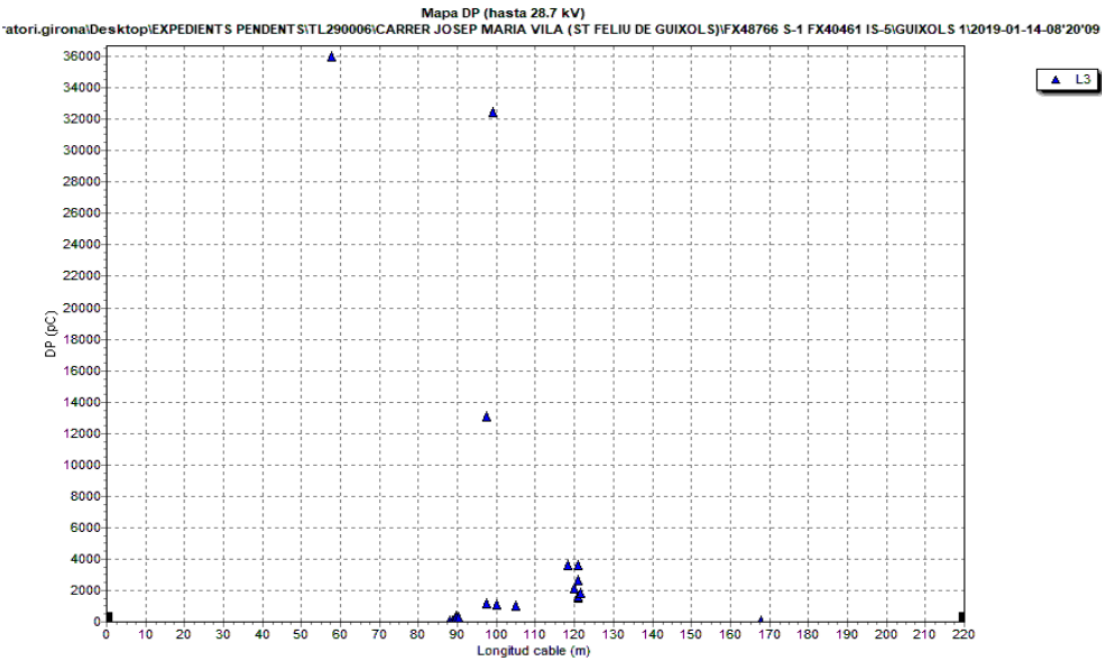
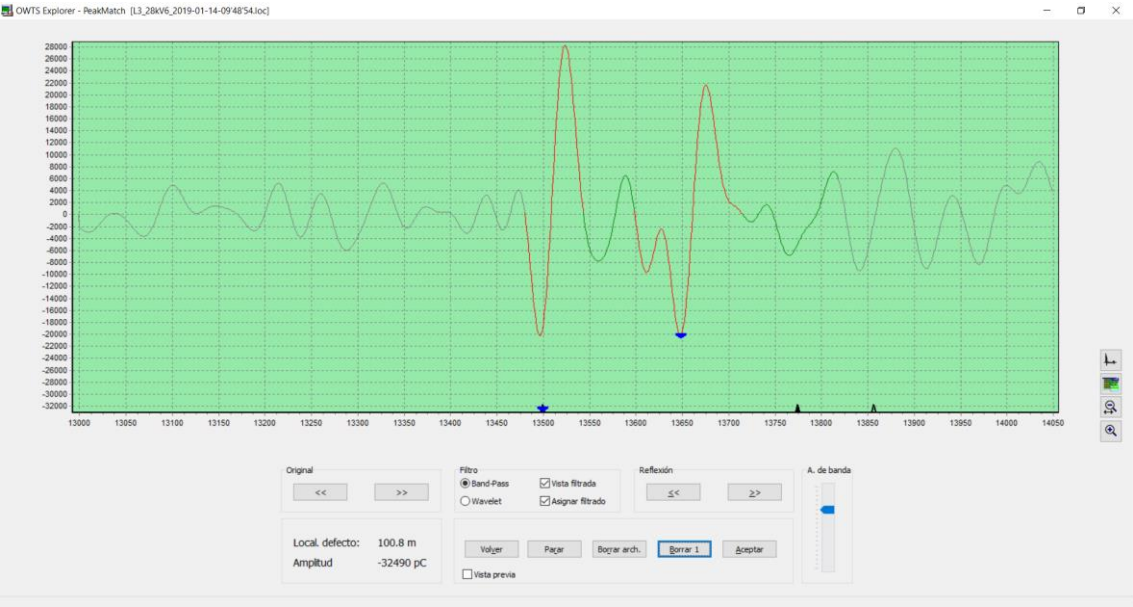


DP L2 28k6V:



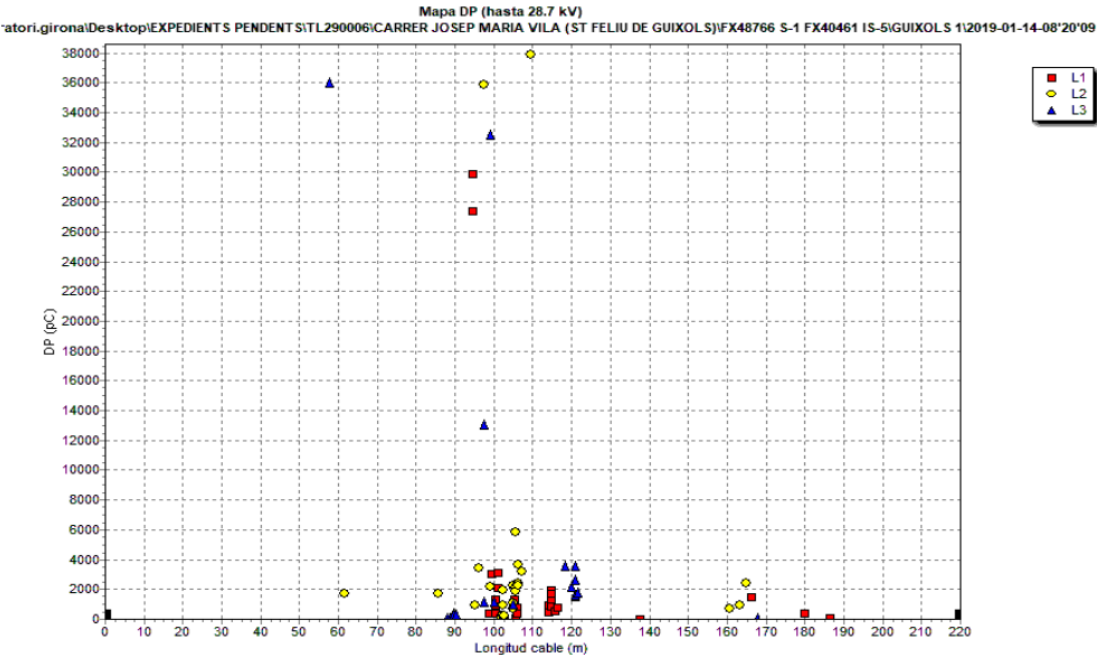
Estudi de les descàrregues parcials

DP L3 28k6V:



Mapping DP L1, L2, L3 28k6V:

L1 - L2 - L3

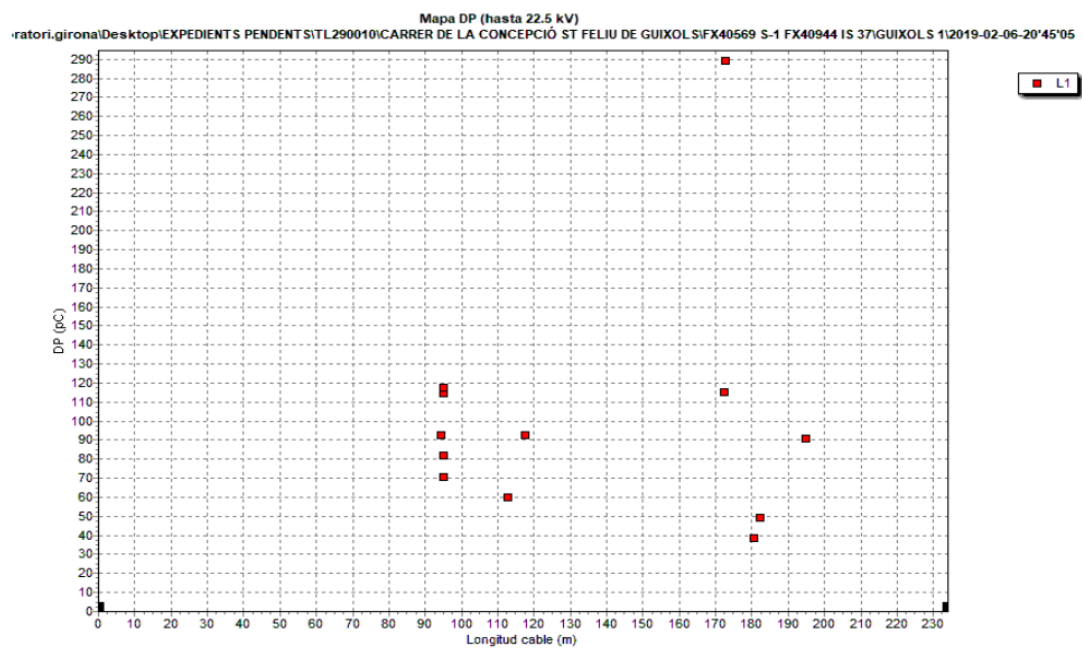
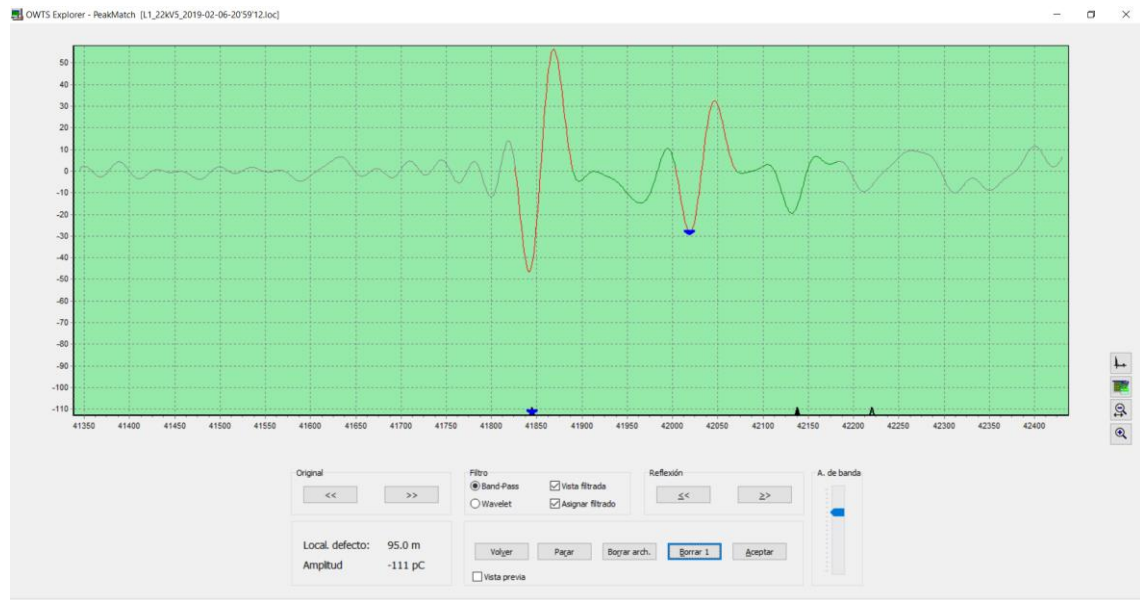


Estudi de les descàrregues parcials

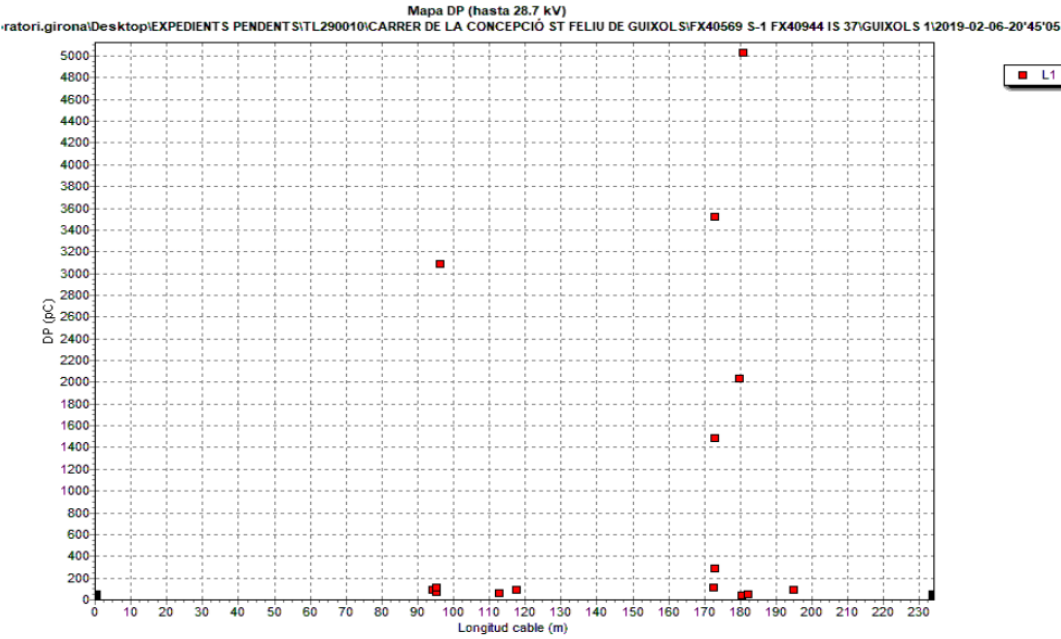
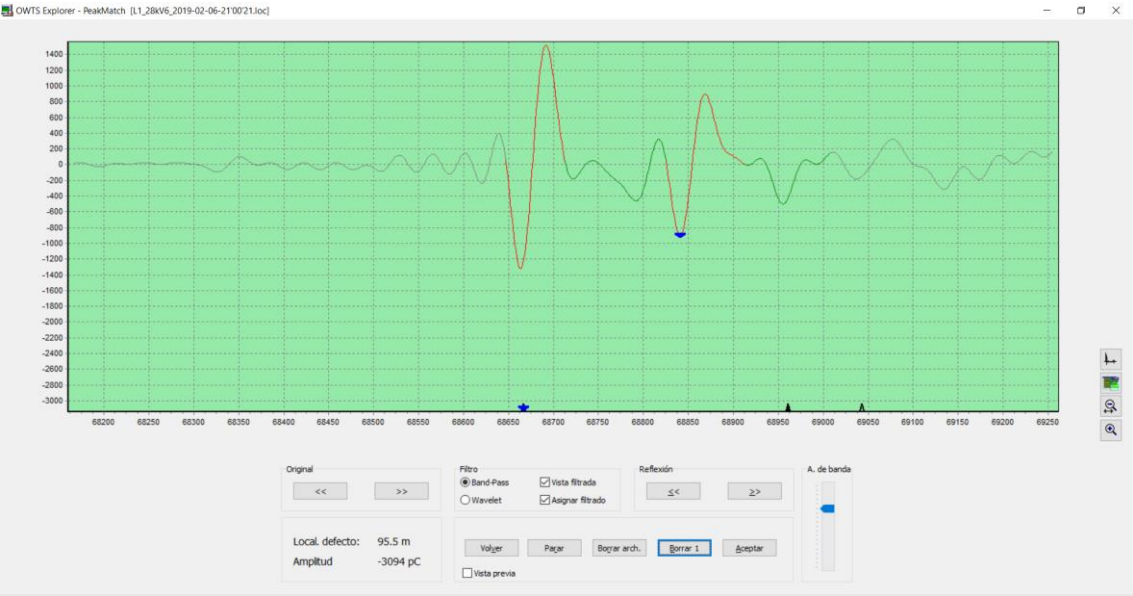
A.2.3.2 Cable 5 Ref.TL290010

S'observen descàrregues parcials en la coberta de les tres fases a 14k3V, 22k5V i 28k6V.

DP L1 22k5V:

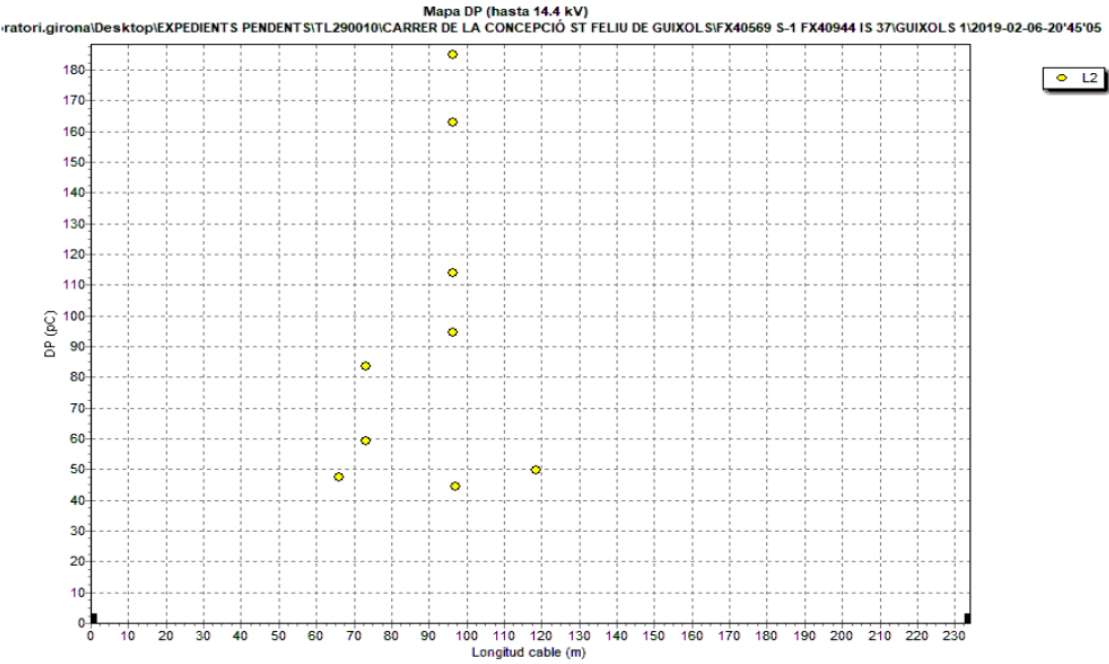
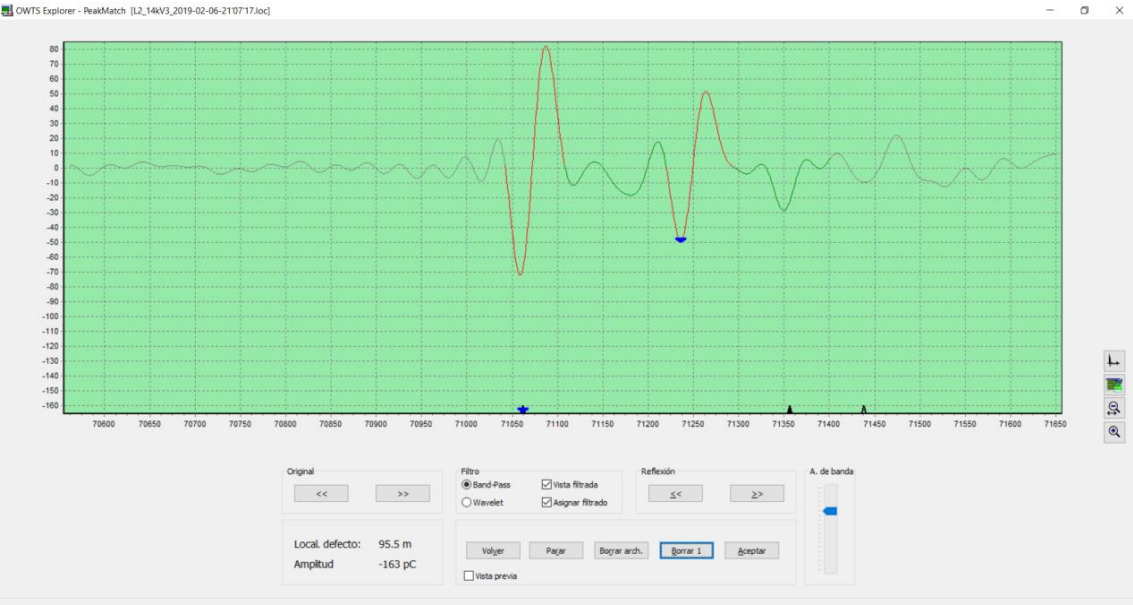


DP L1 28k6V:

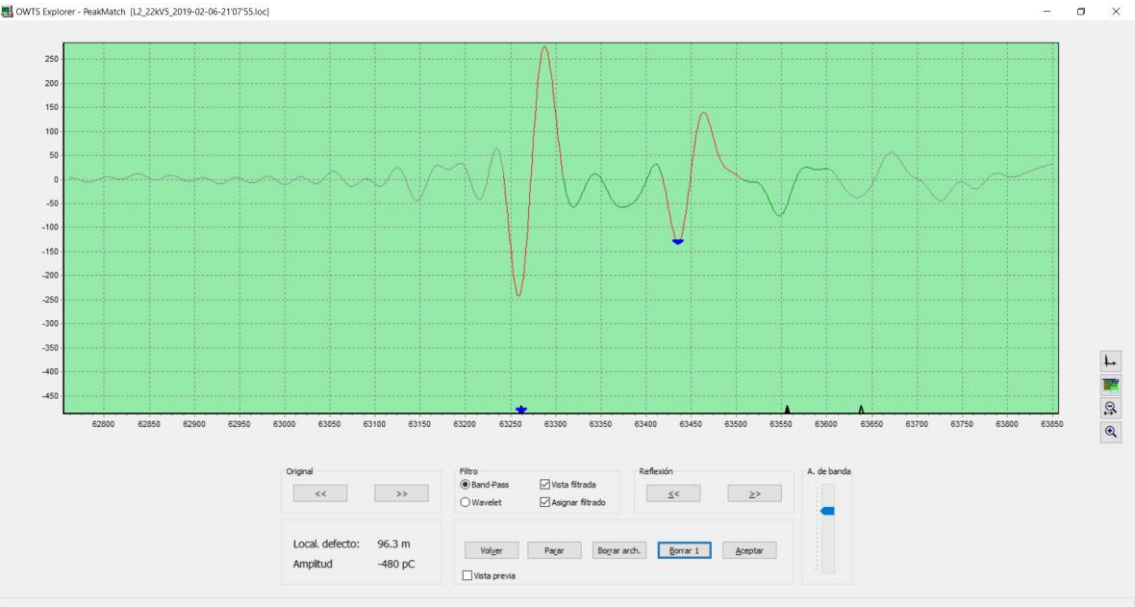


Estudi de les descàrregues parcials

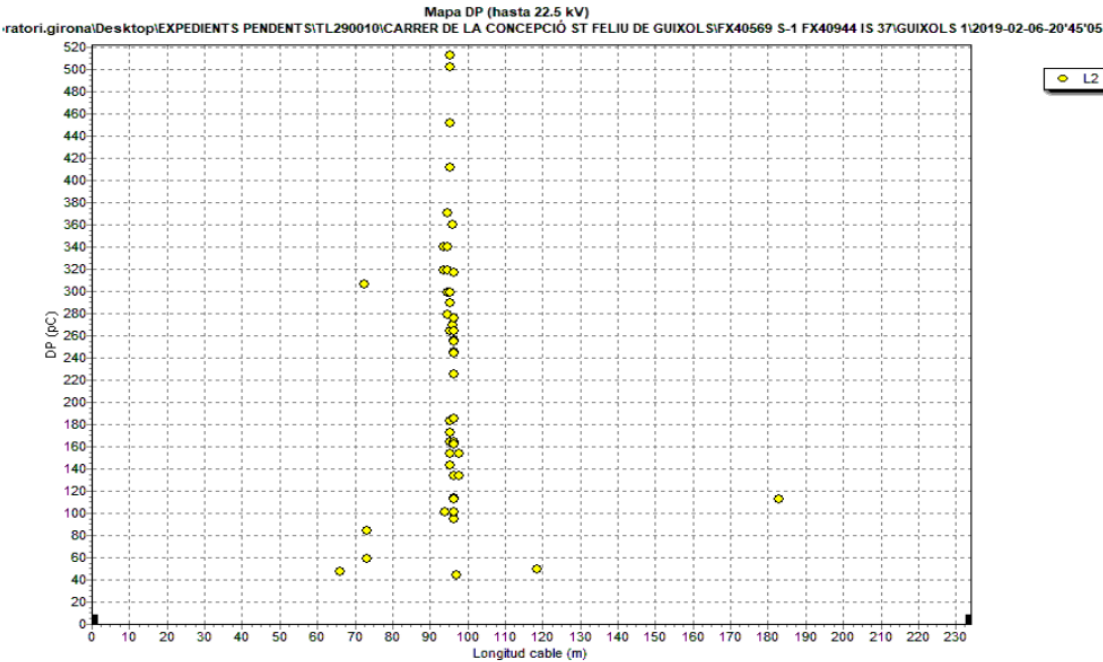
DP L2 14k4V:



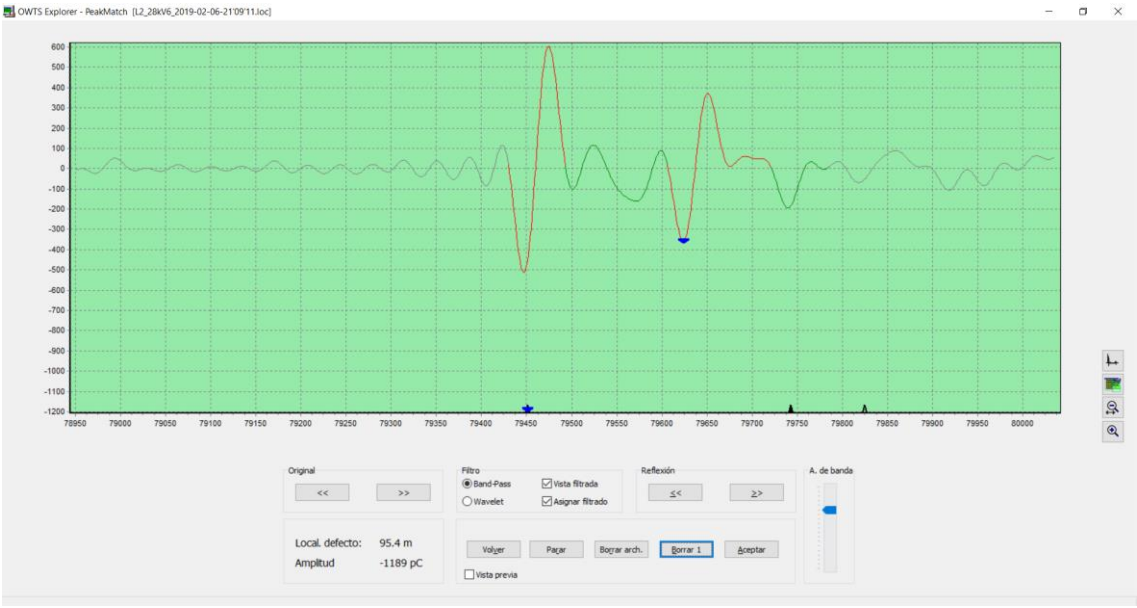
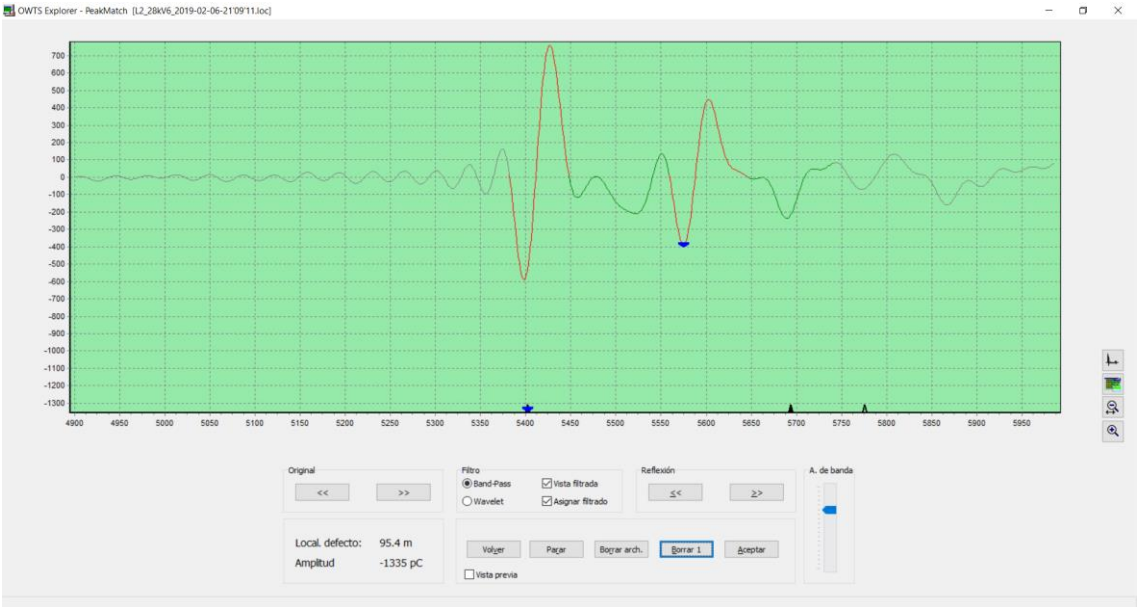
DP L2 22k5V:

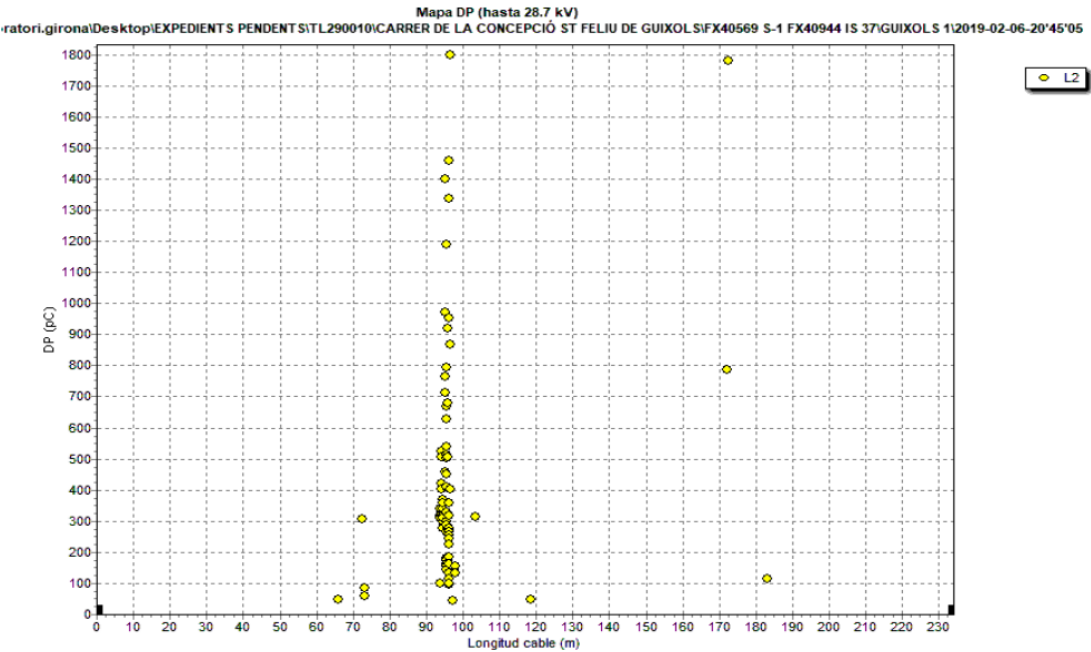


Estudi de les descàrregues parcials

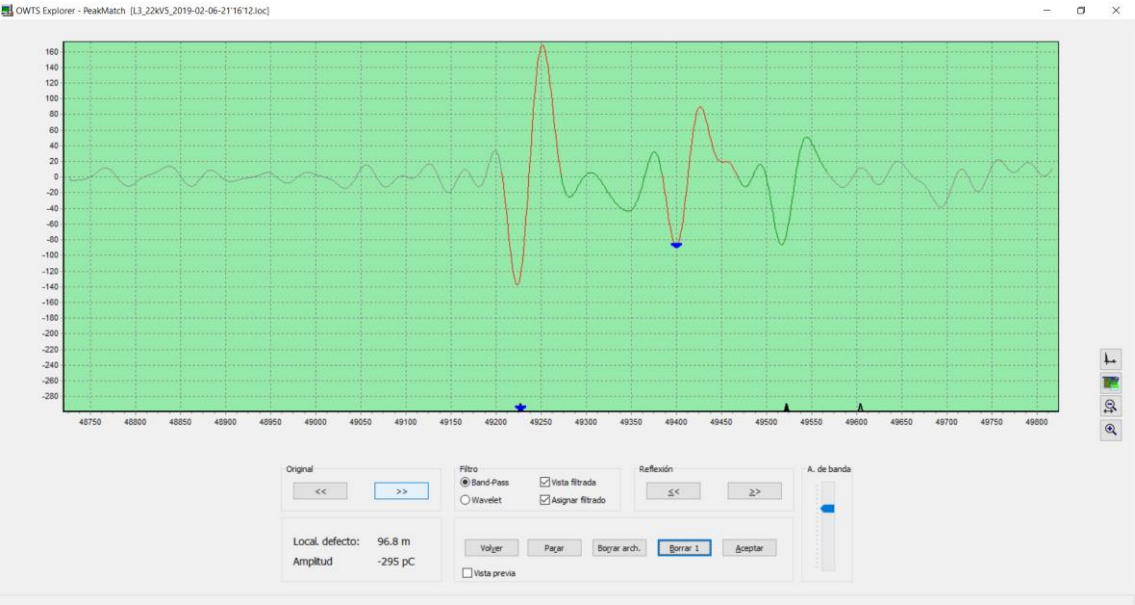


DP L2 28k6V:

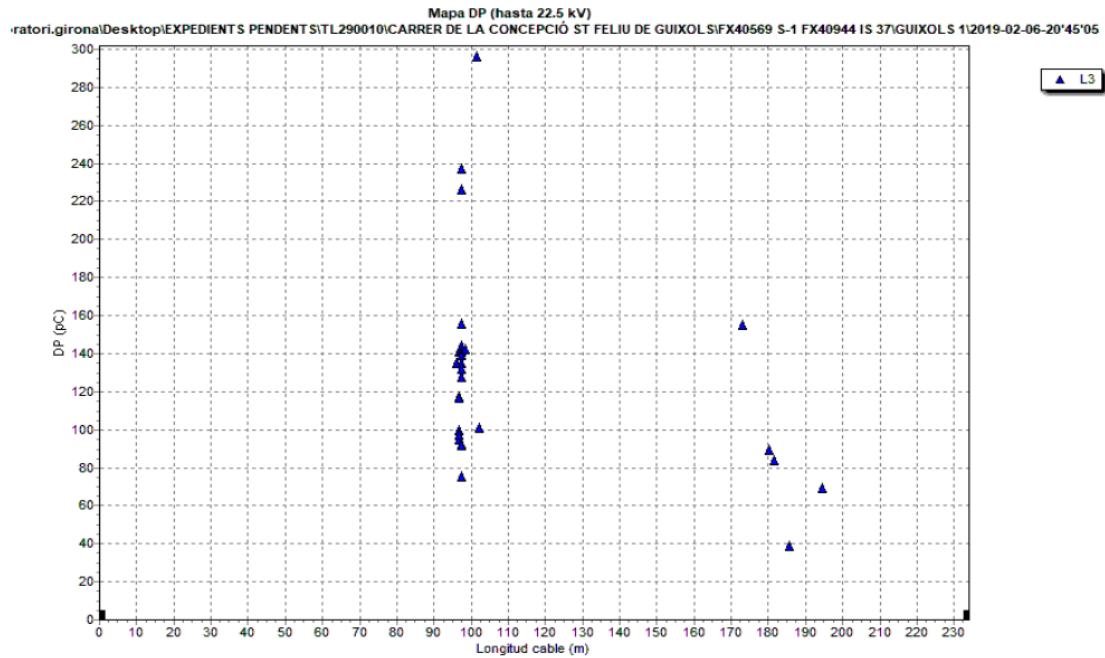
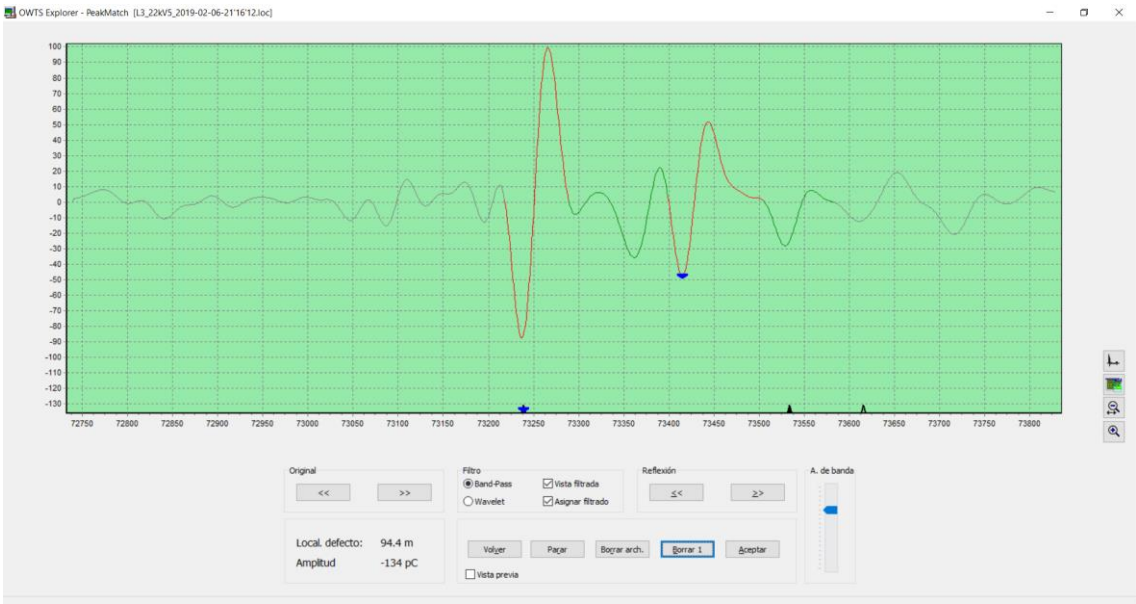




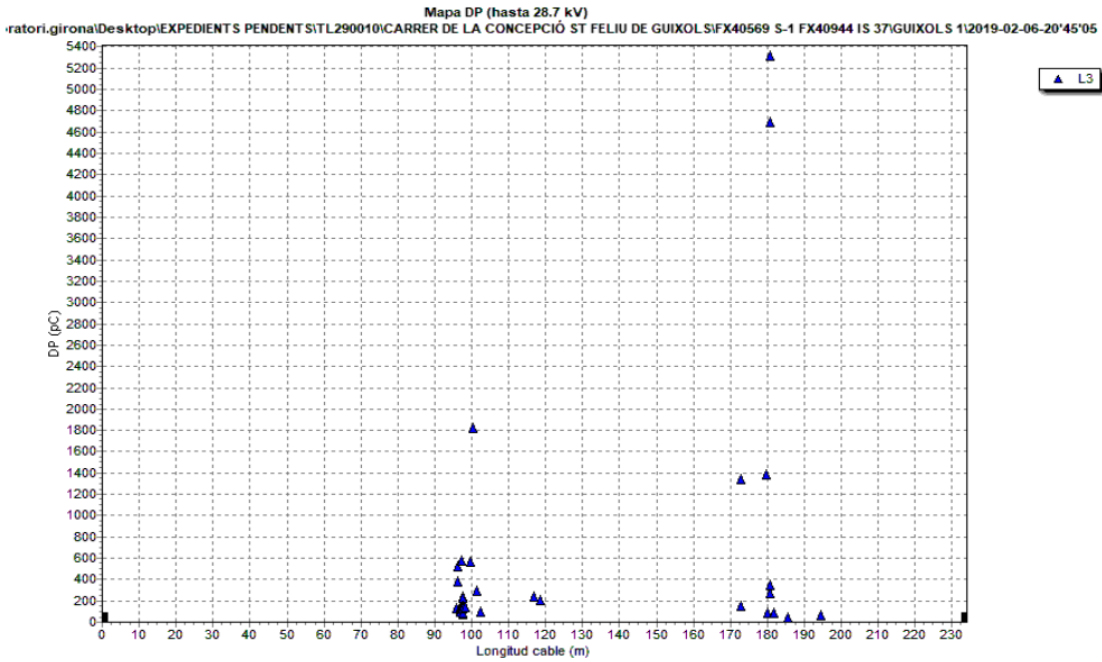
DP L3 22k5V:



Estudi de les descàrregues parcials

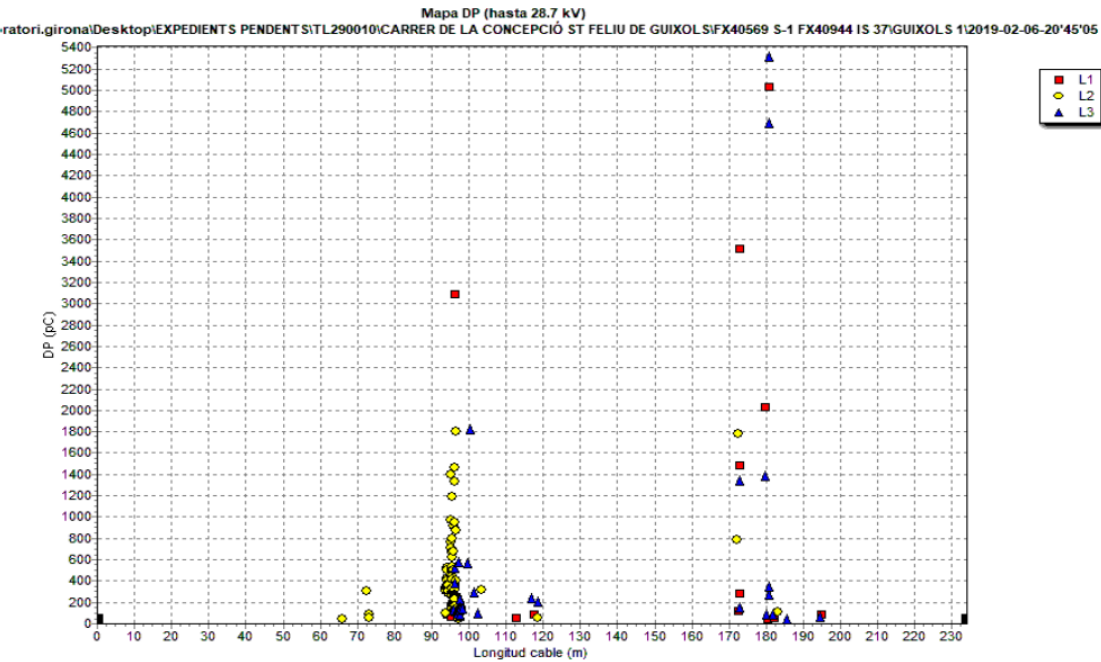


DP L3 28k6V:



Mapping DP L1, L2, L3 28k6V:

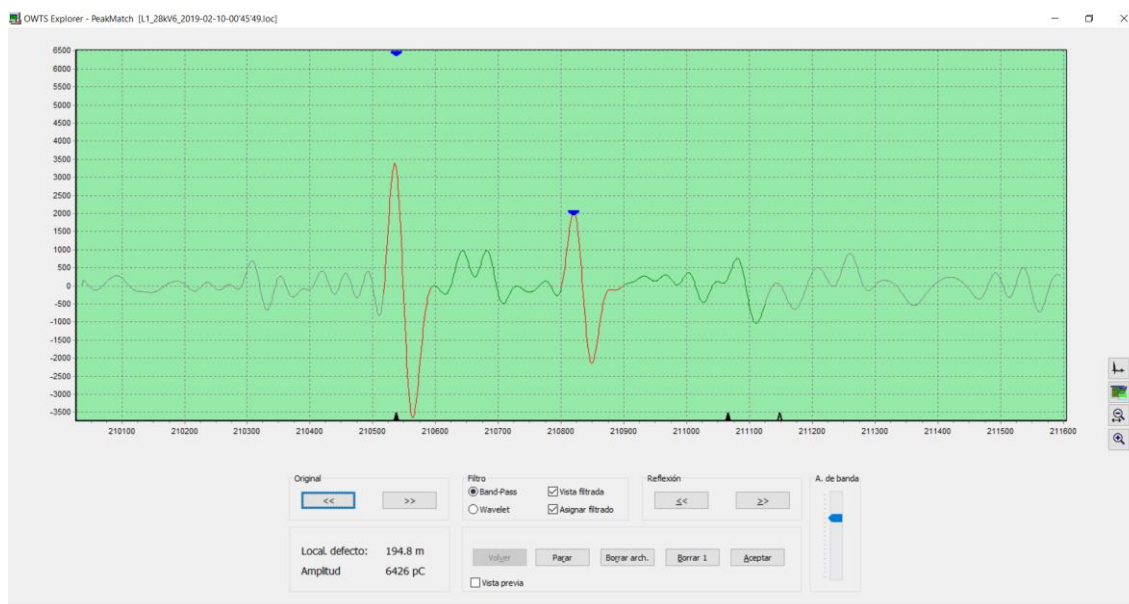
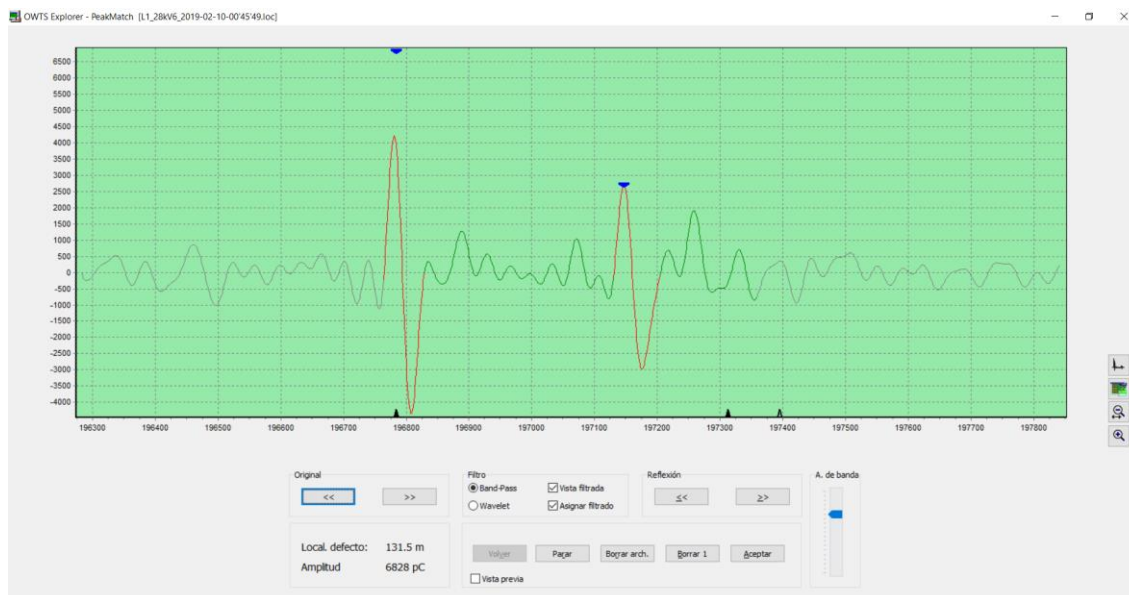
L1 - L2 - L3



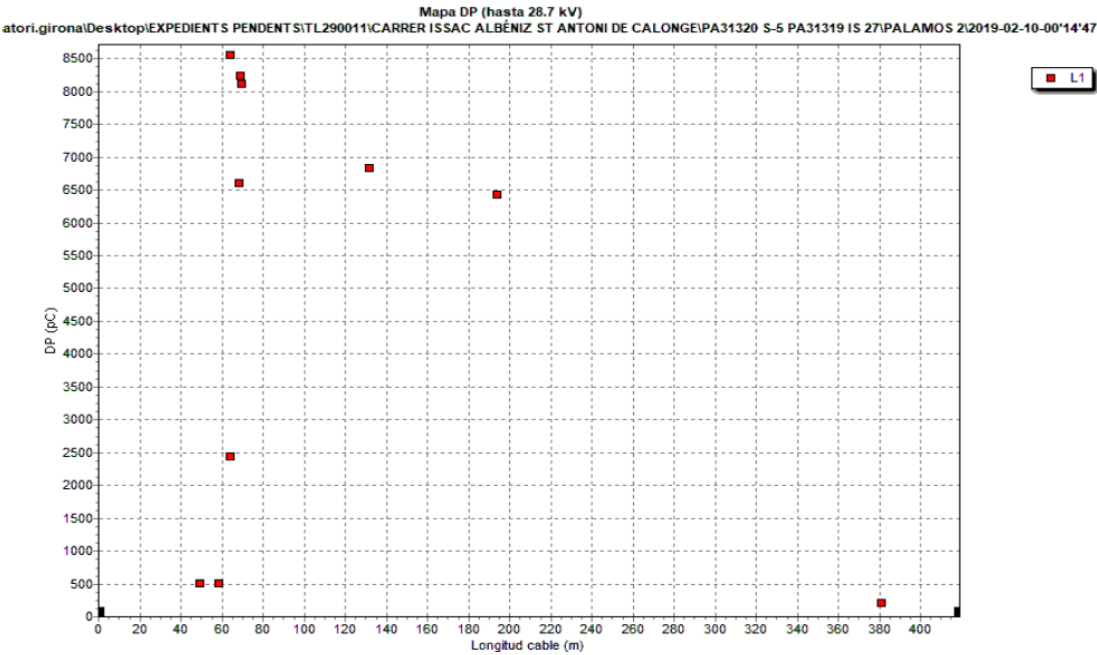
A.2.3.3 Cable 6 Ref.TL290011

S'observen descàrregues parcials en la coberta de les fases L1 i L2 a 14k3V, 22k5V i 28k6V.

DP L1 28k6V:

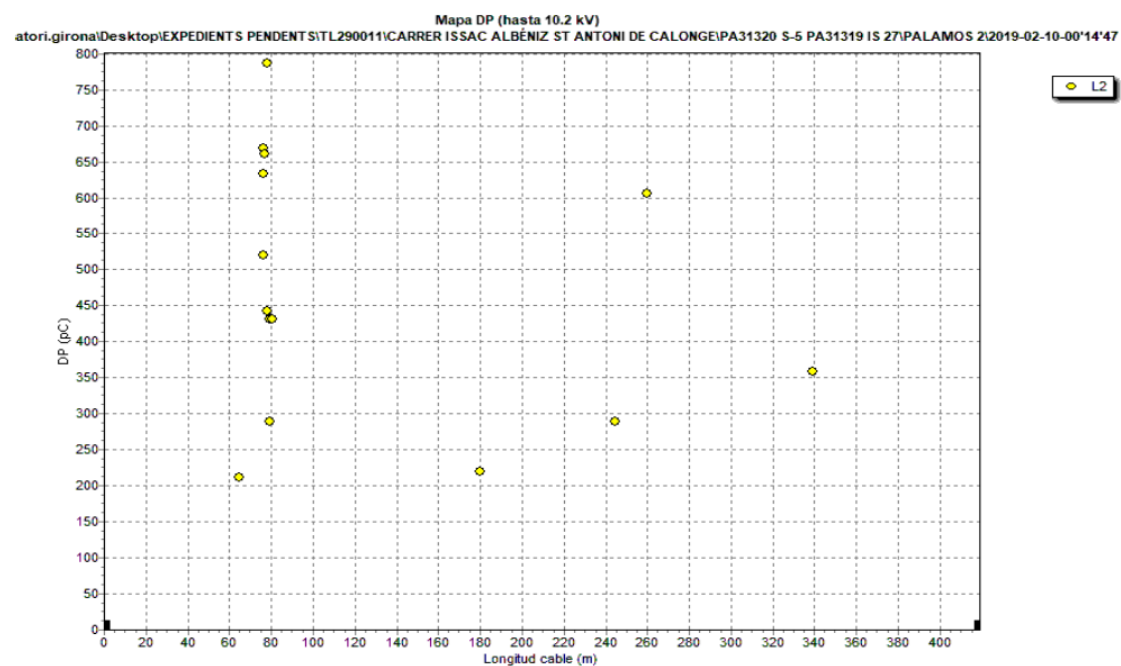


Estudi de les descàrregues parcials

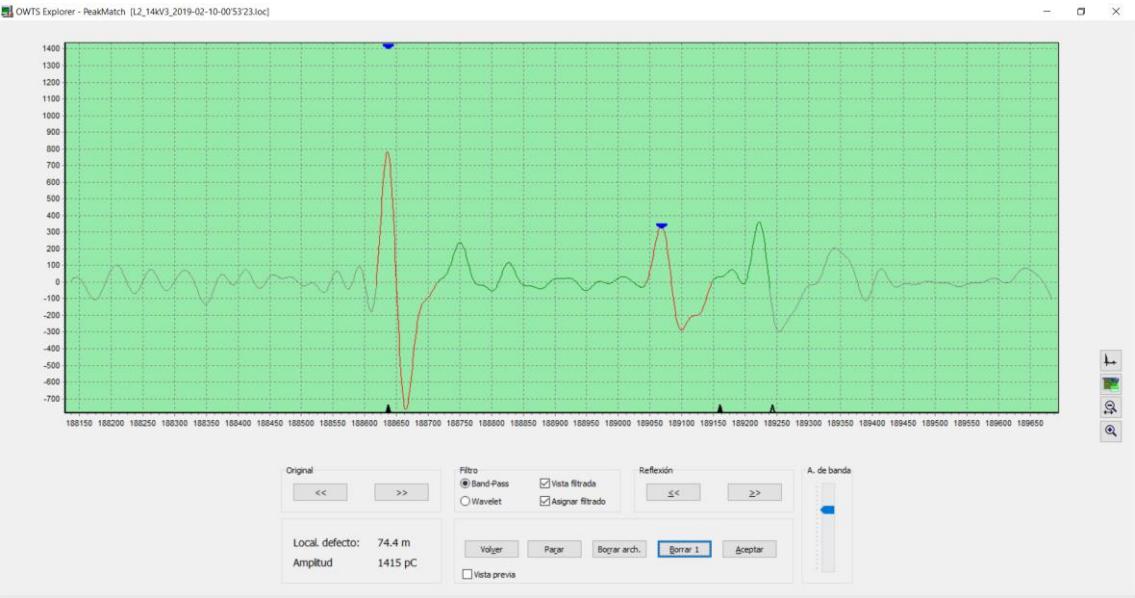
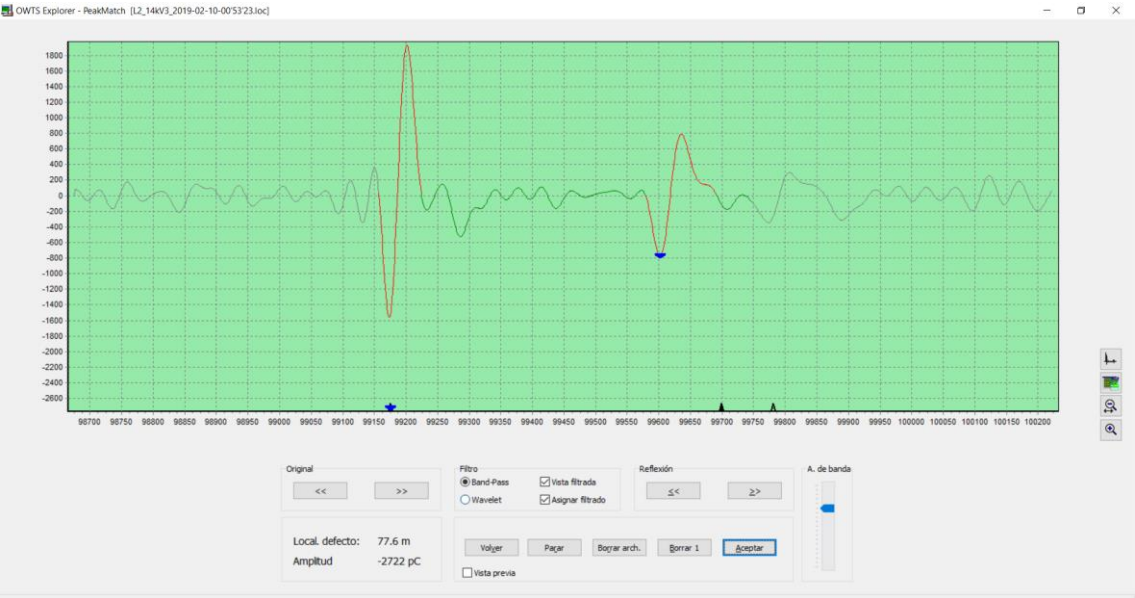


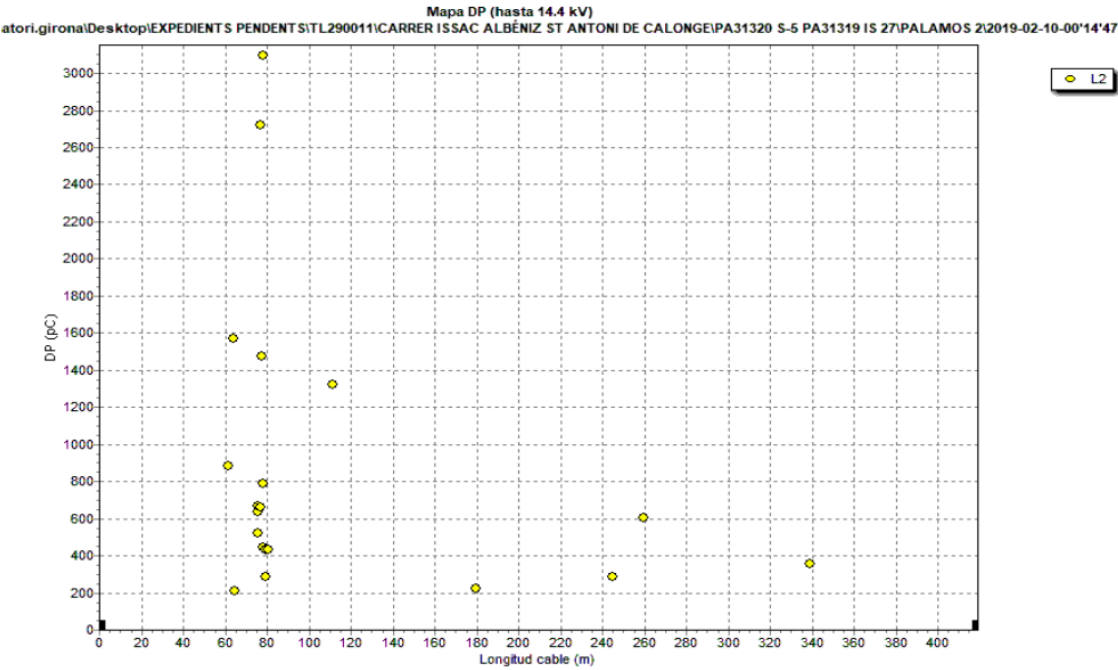
DP L2 10k2V:



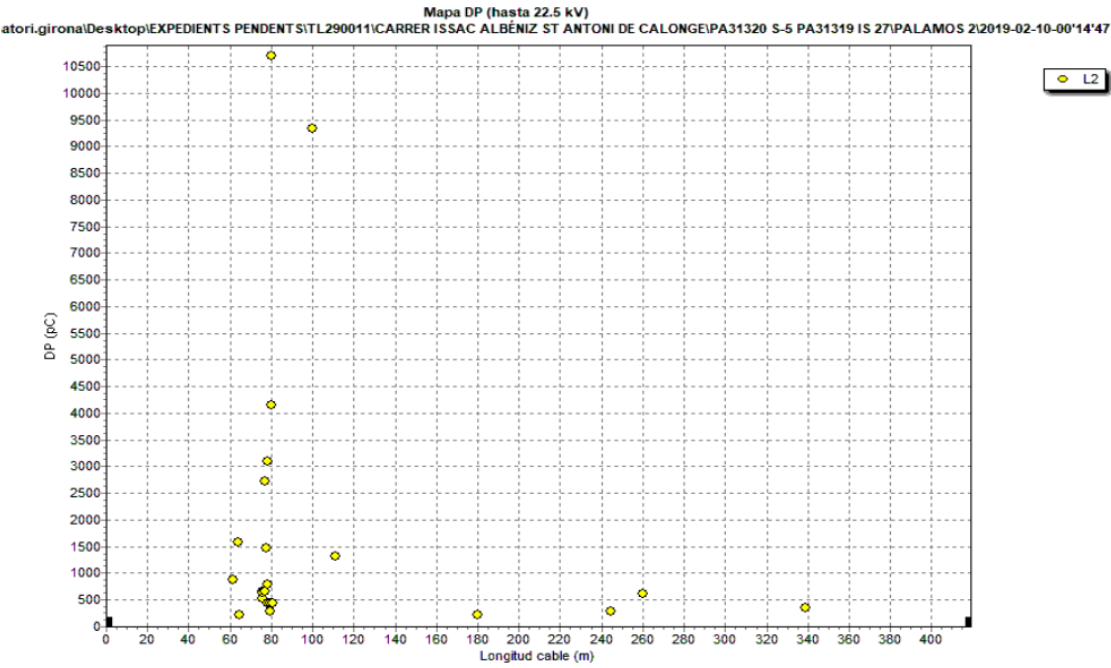


DP L2 14k4V:



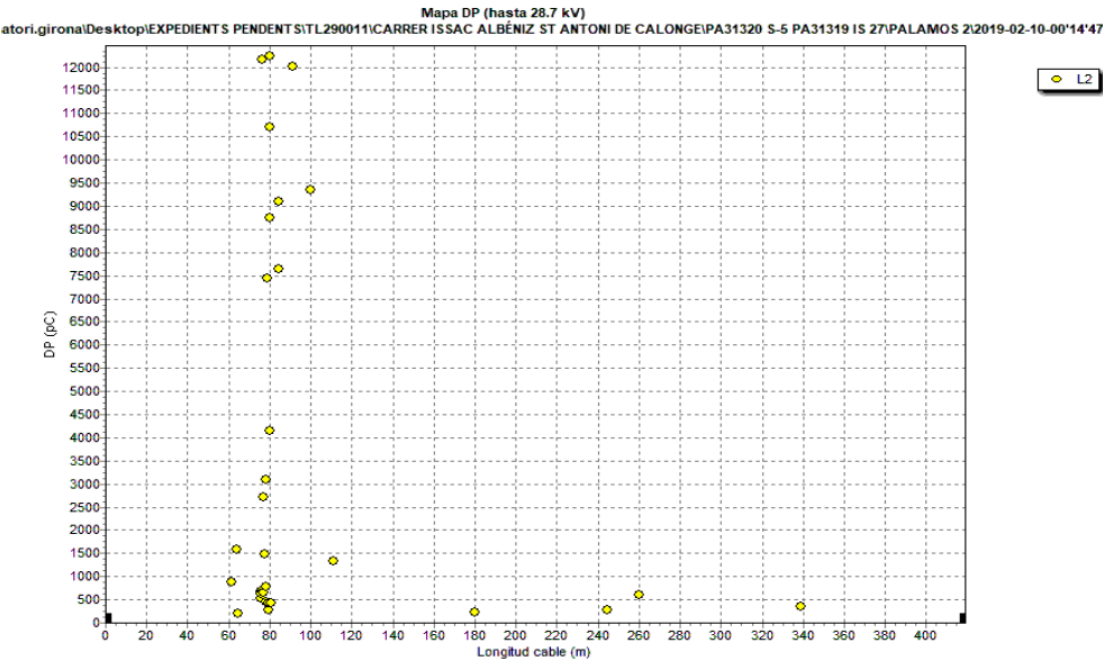
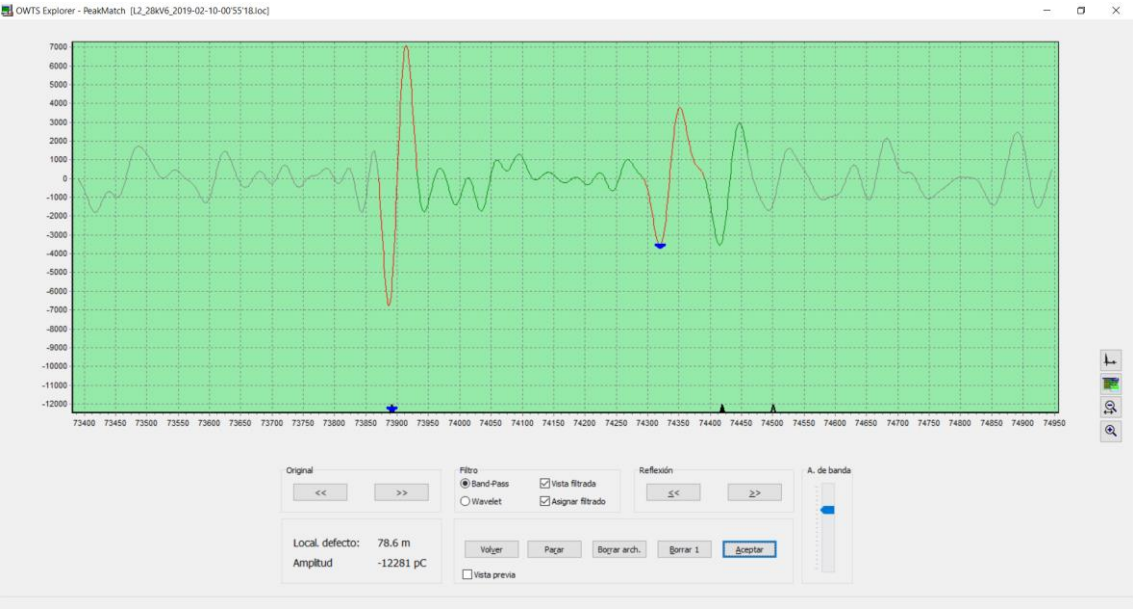


DP L2 22k5V:



Estudi de les descàrregues parcials

DP L2 28k6V:

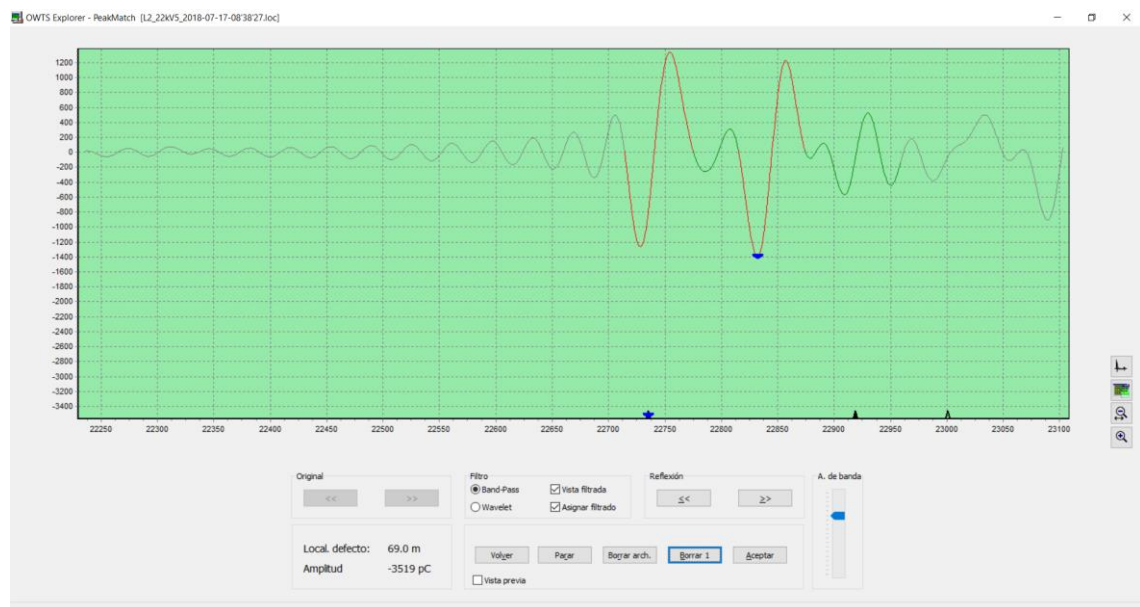
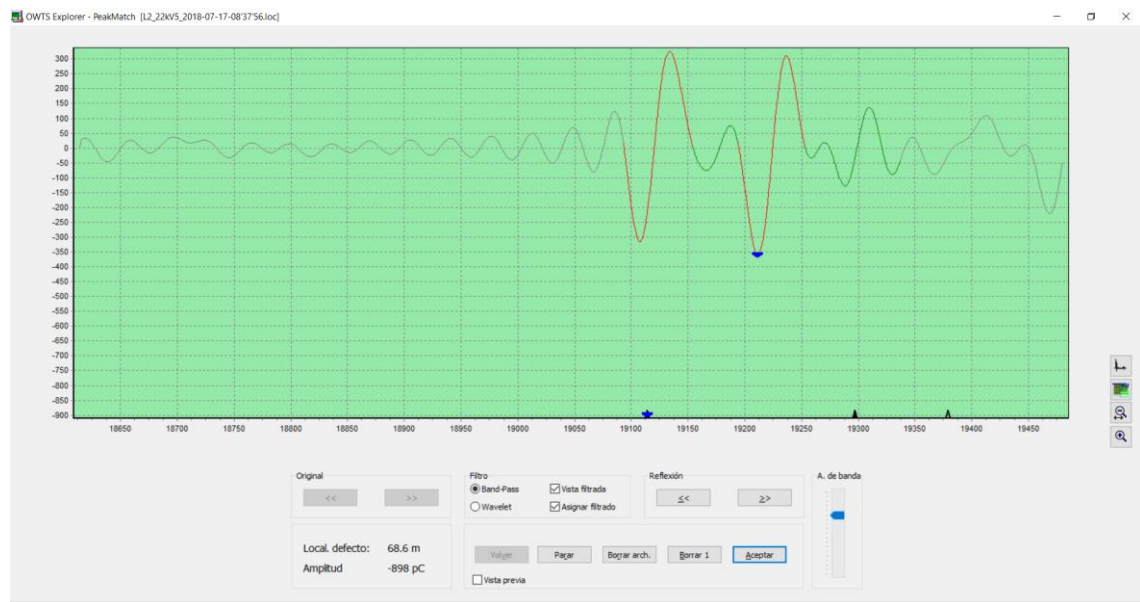


A2.4 Defectes en empalmes

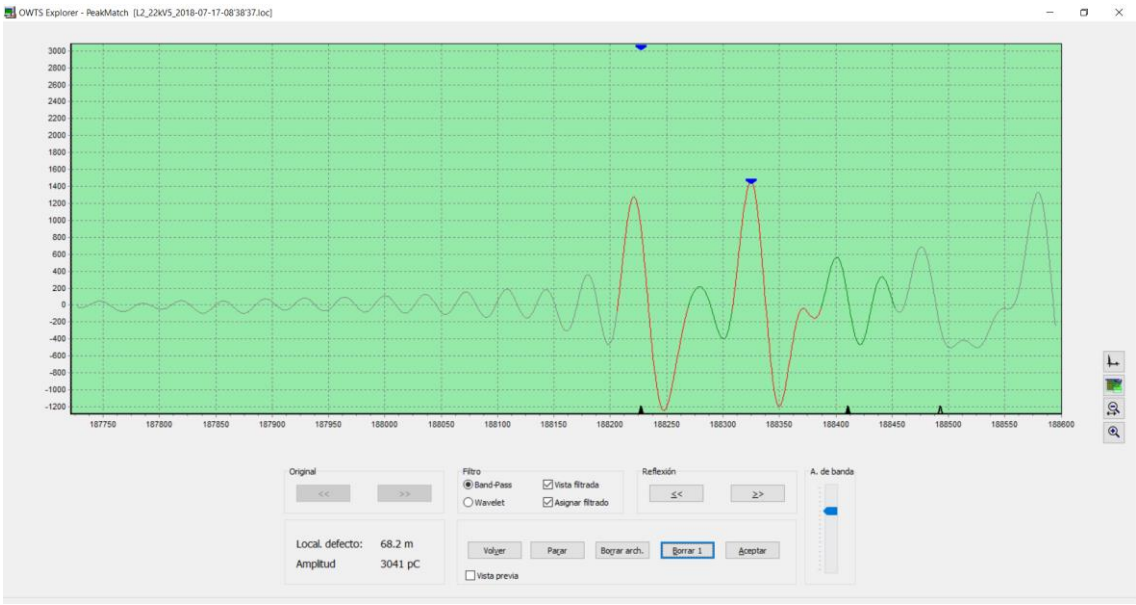
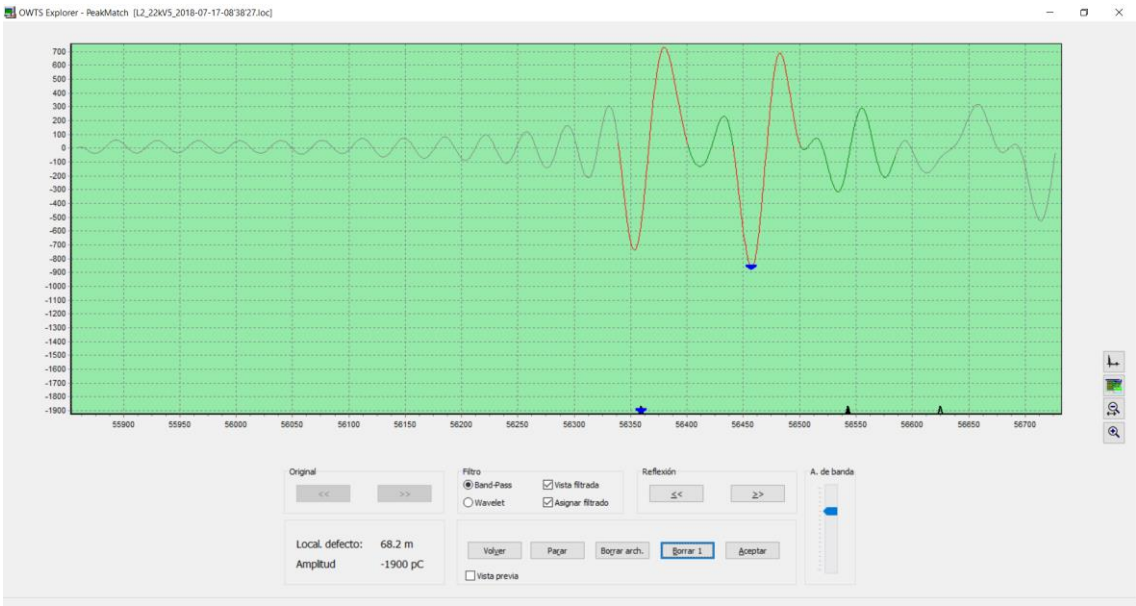
A.2.4.2 Cable 7 Ref.TL280037

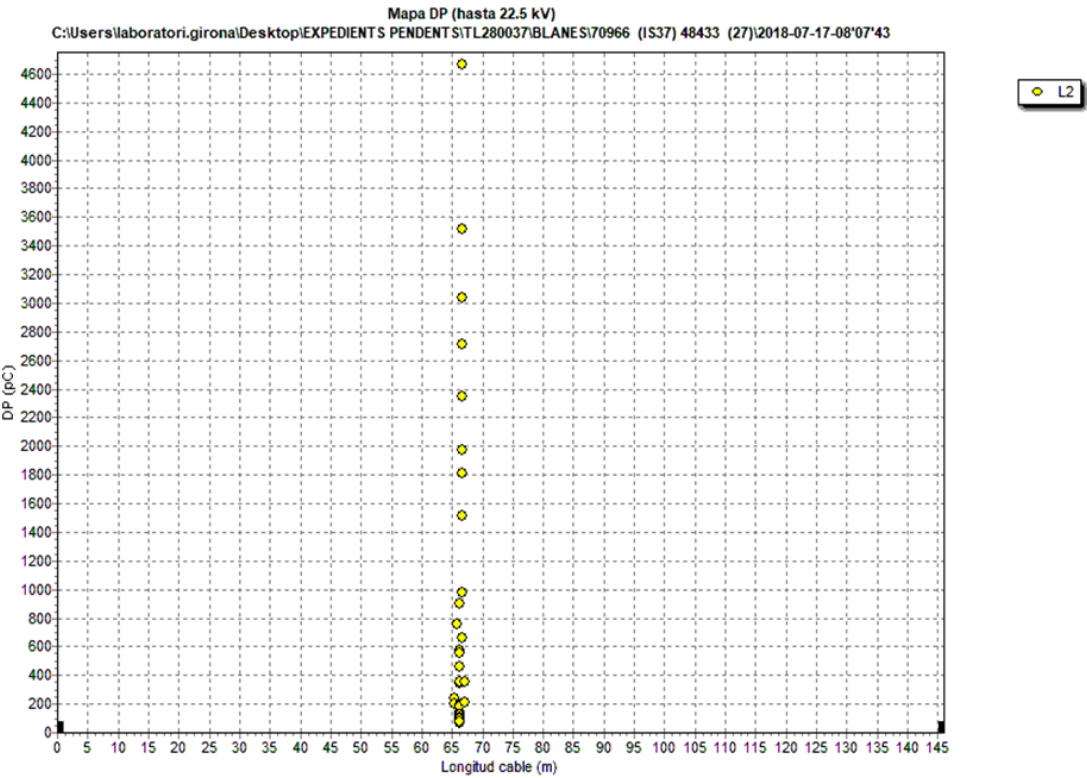
S'observen descàrregues parcials en l'empale de 67m a L2, a 22k5V i 28k6V.

DP L2 22k5V:



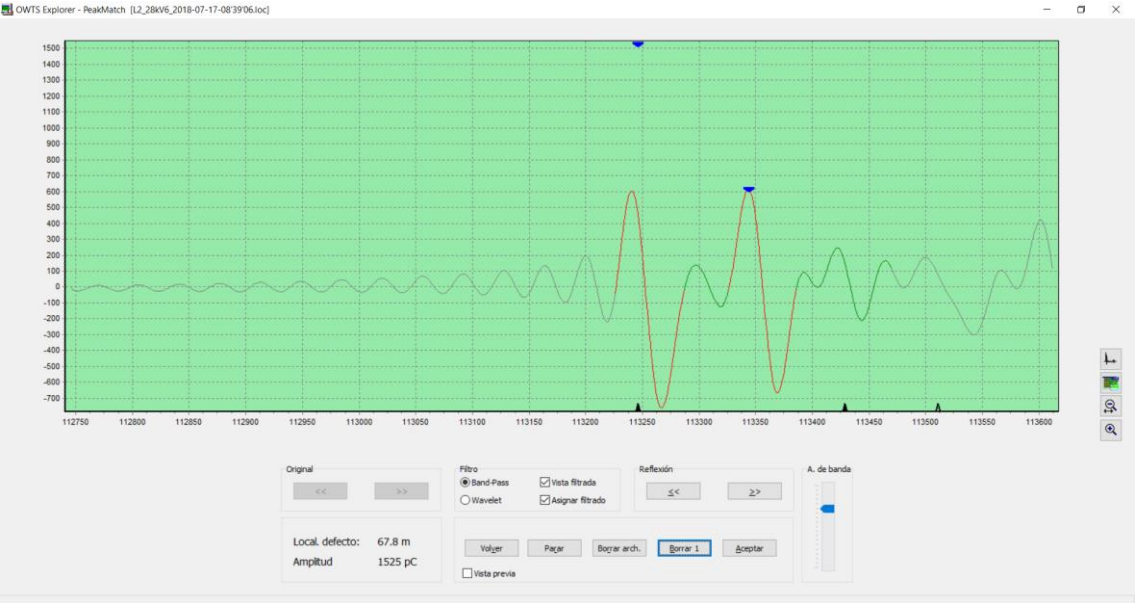
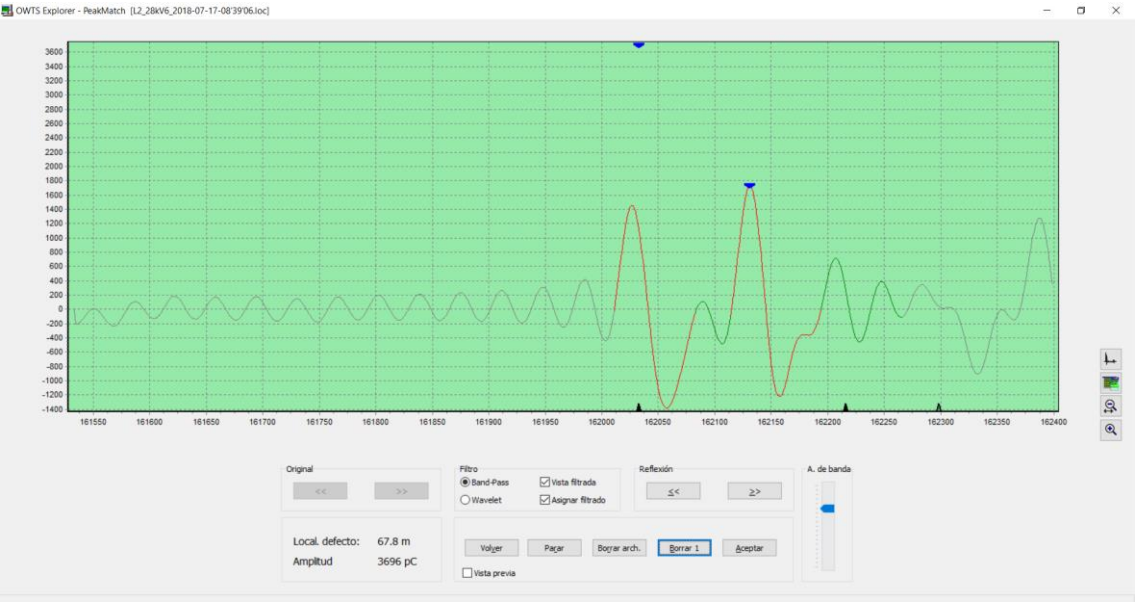
Estudi de les descàrregues parcials

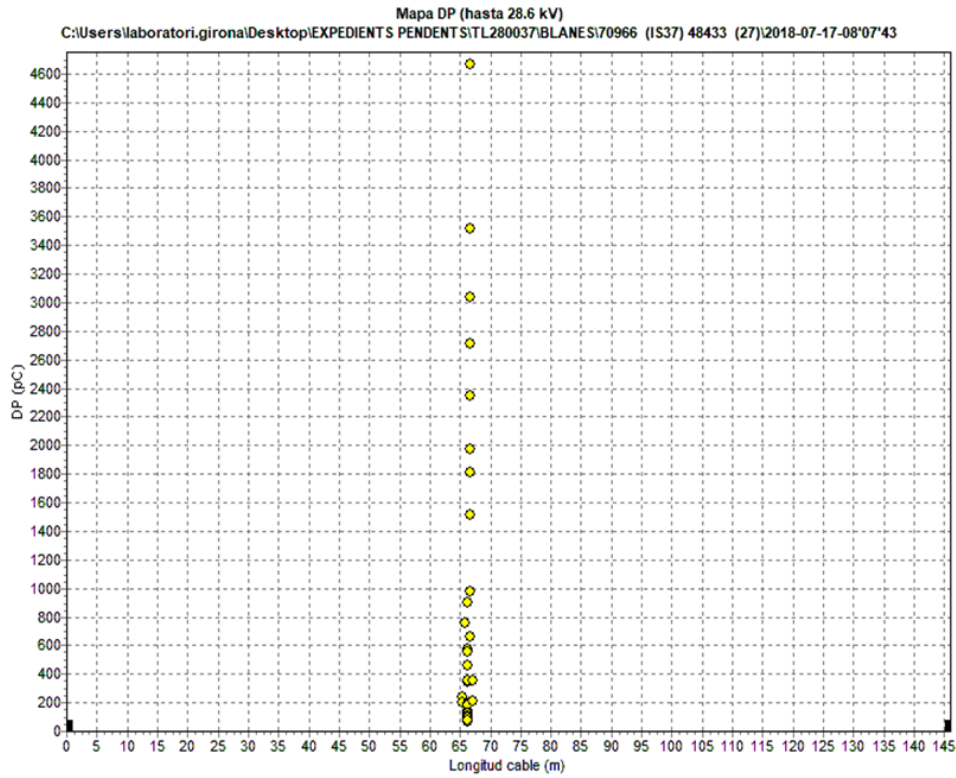
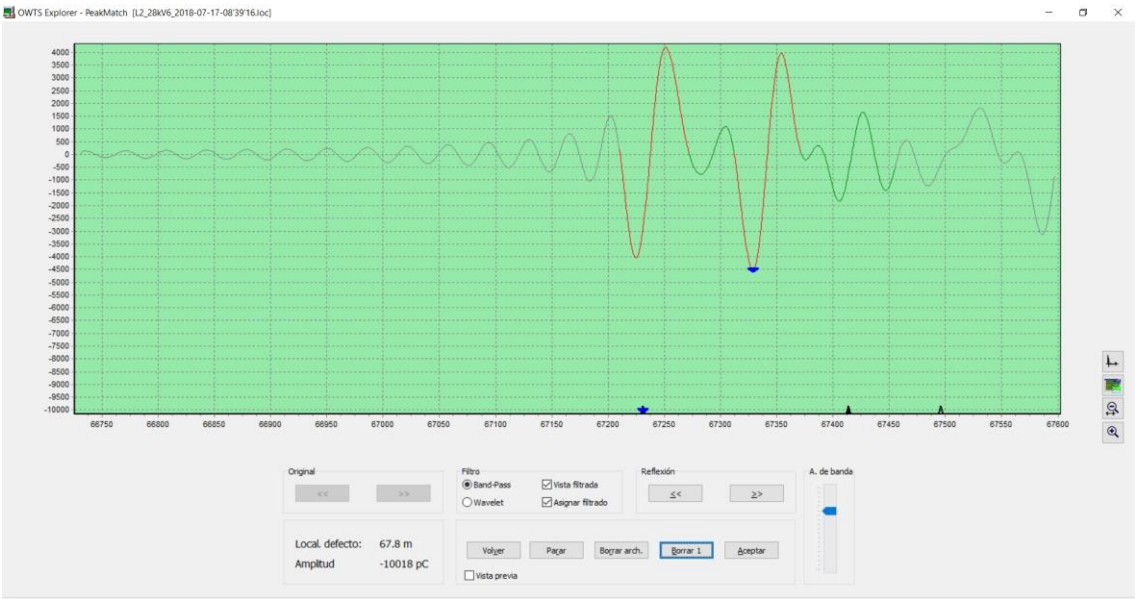




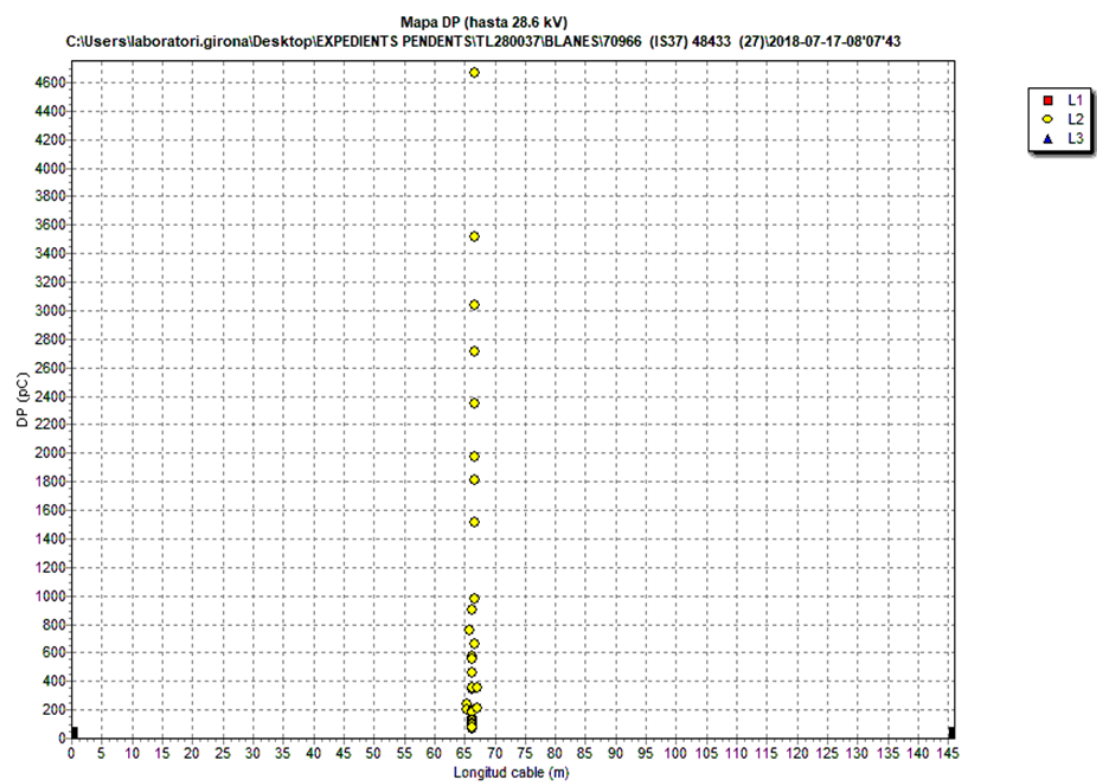
Estudi de les descàrregues parcials

DP L2 28k6V:





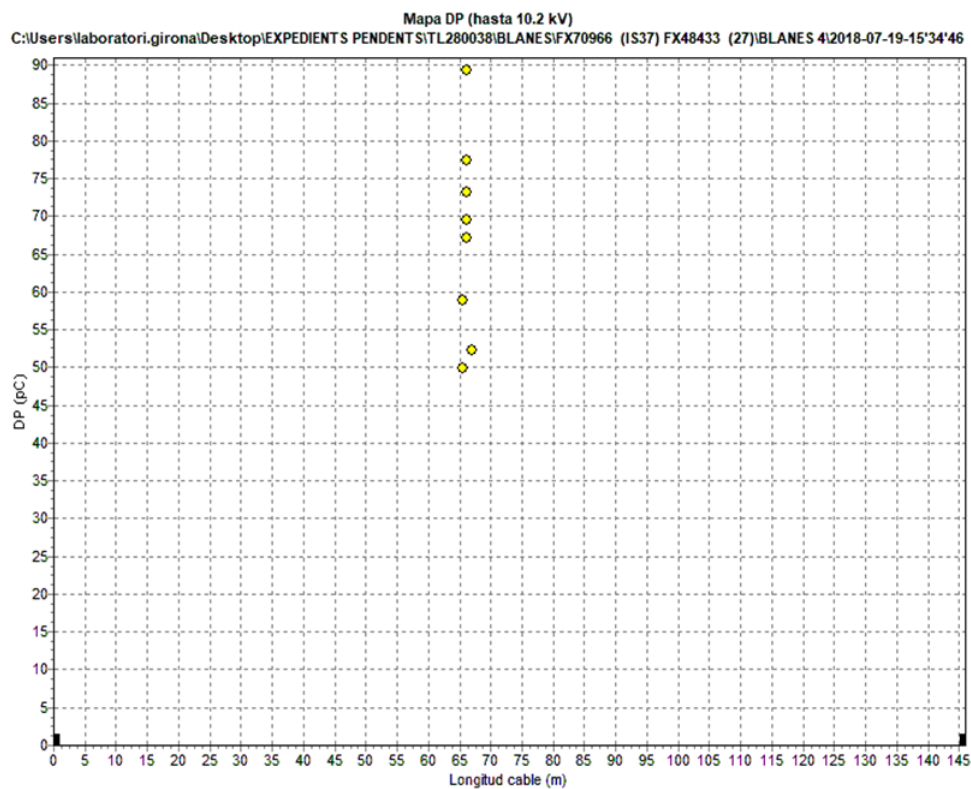
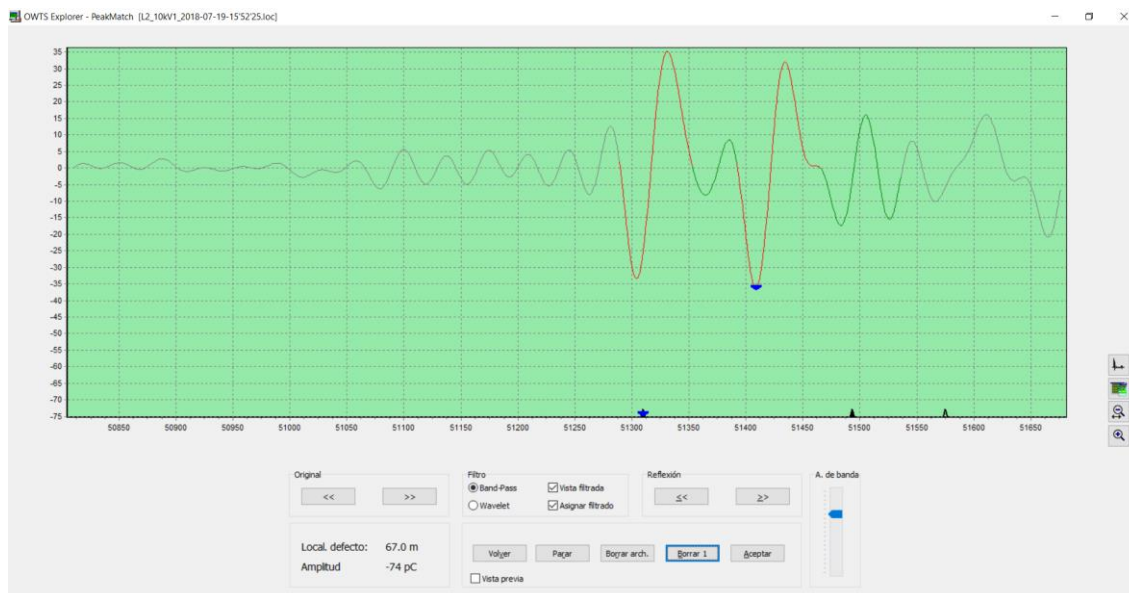
Mapping DP L2:



A.2.4.3 Cable 8 Ref.TL2800038

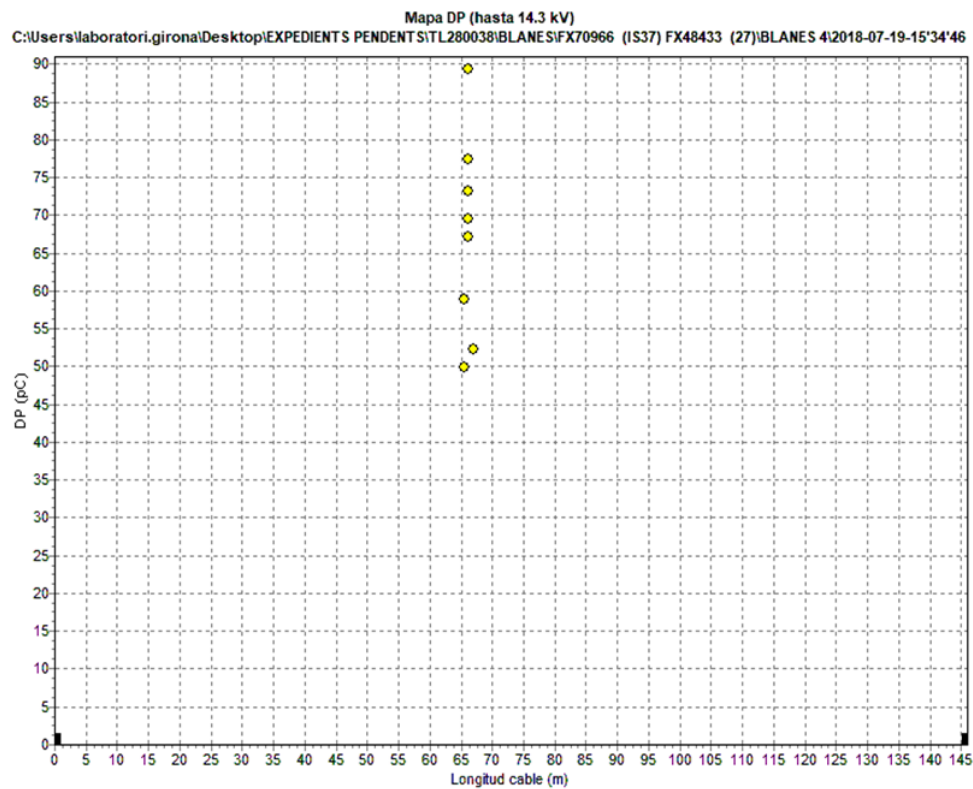
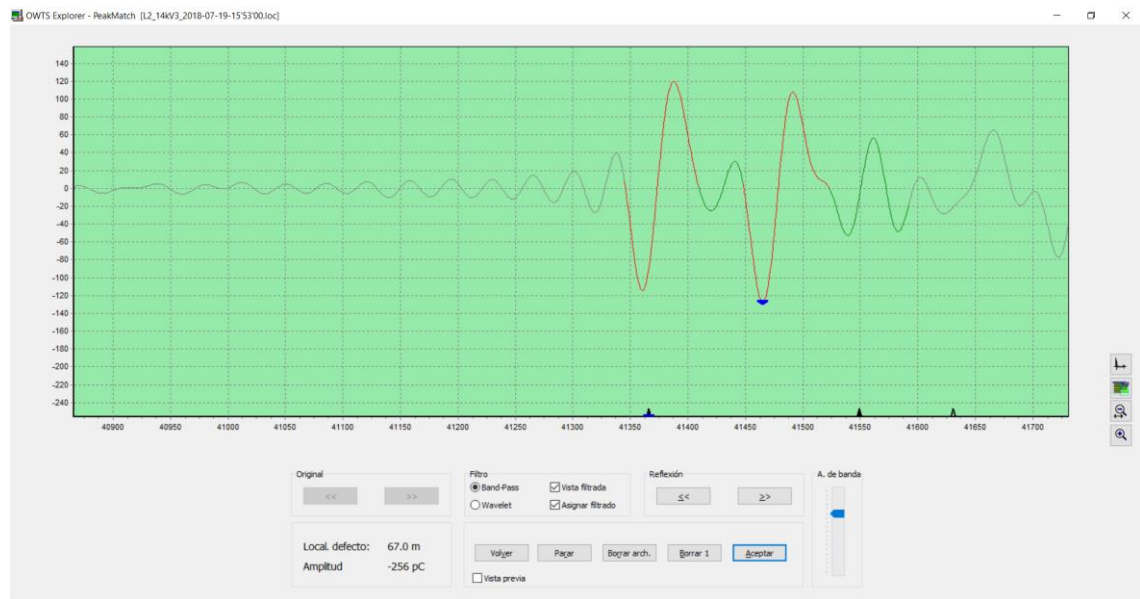
S'observen descàrregues parcials en l'empale de 65m i 97m a L2, a 10k2V, 14k3V, 22k5V i 28k6V.

DP L2 10k2V:

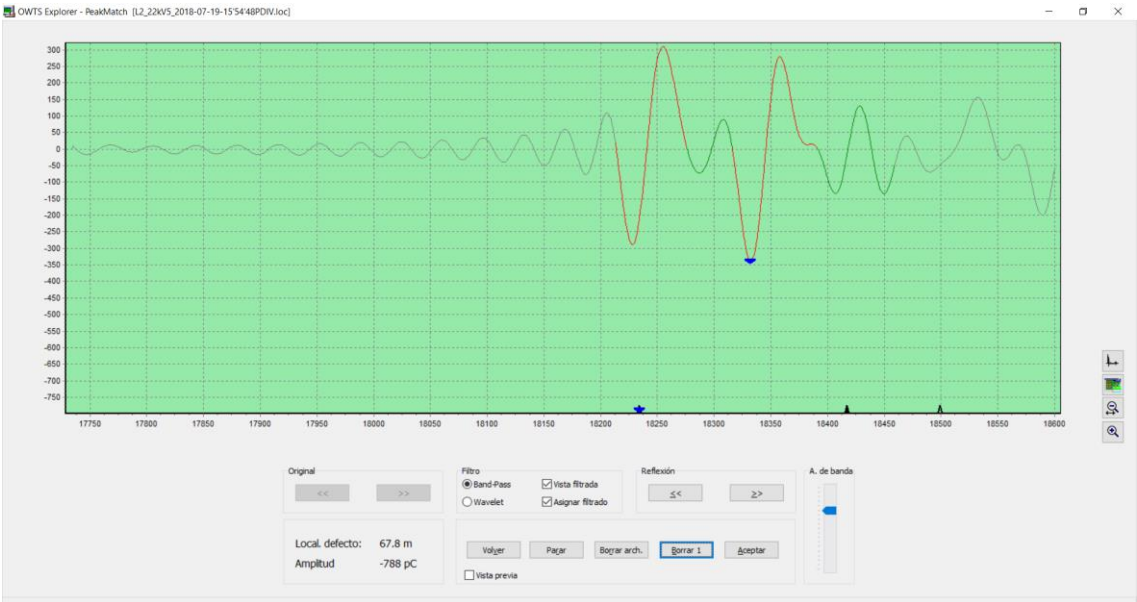
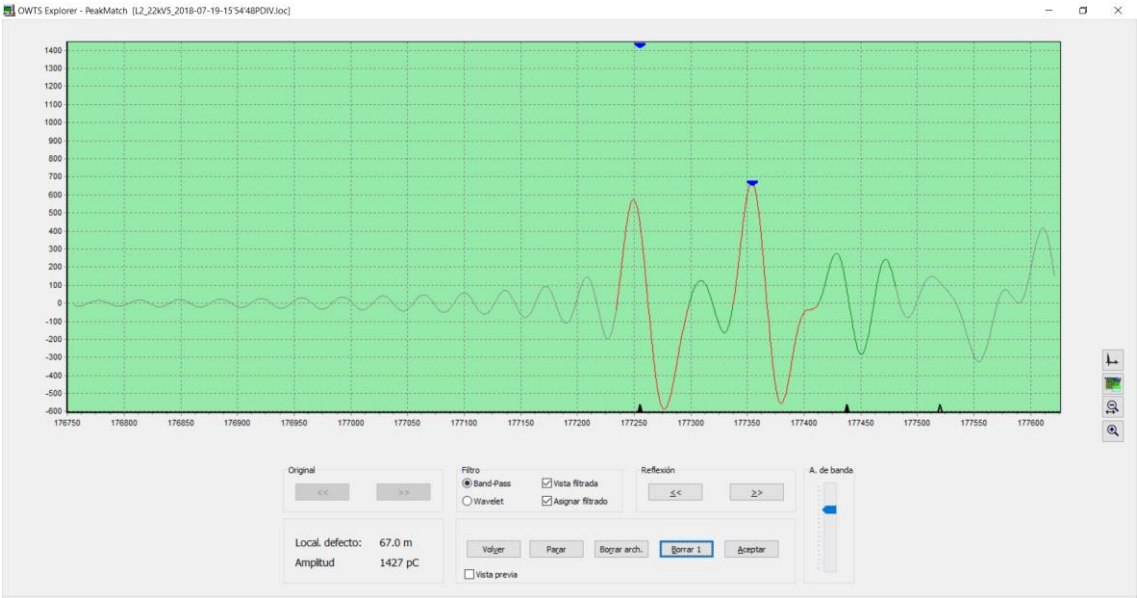


Estudi de les descàrregues parcials

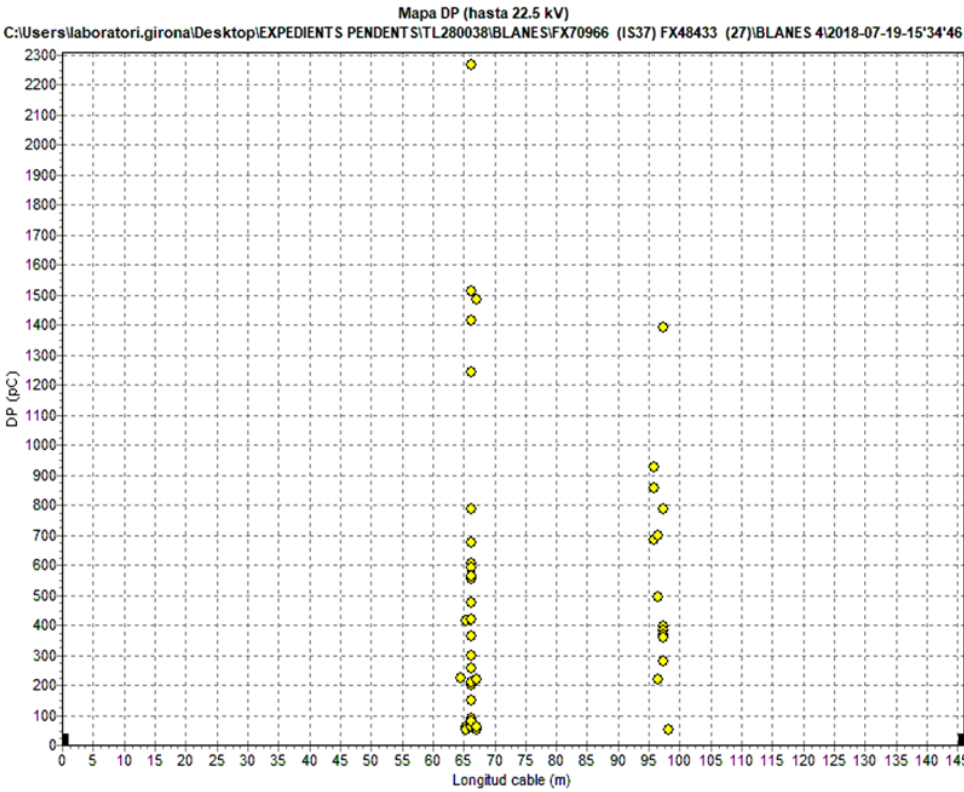
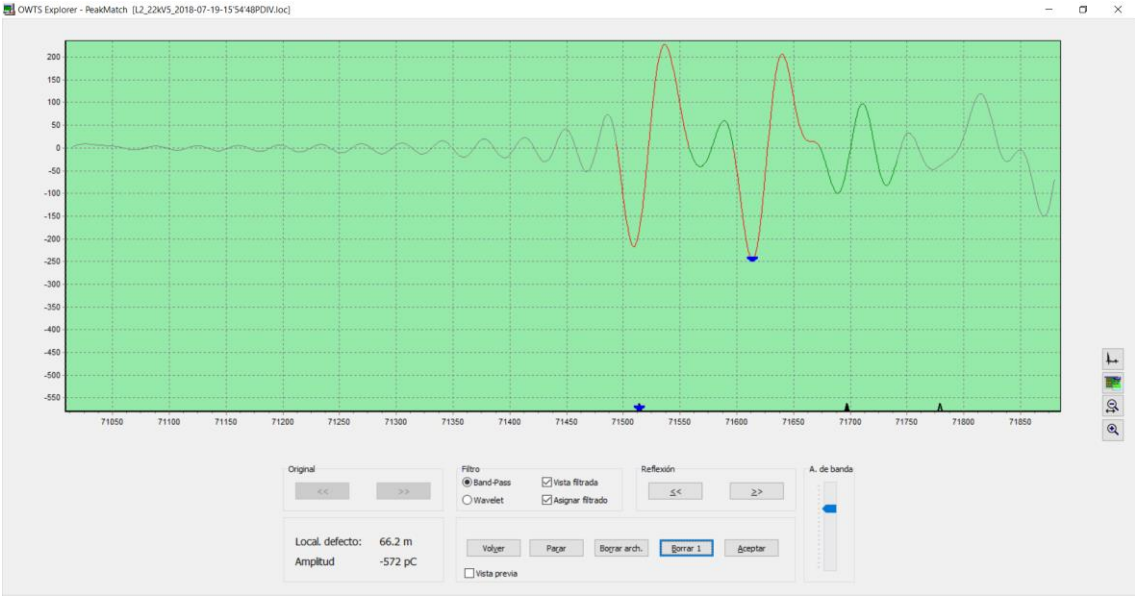
DP L2 14k3V:



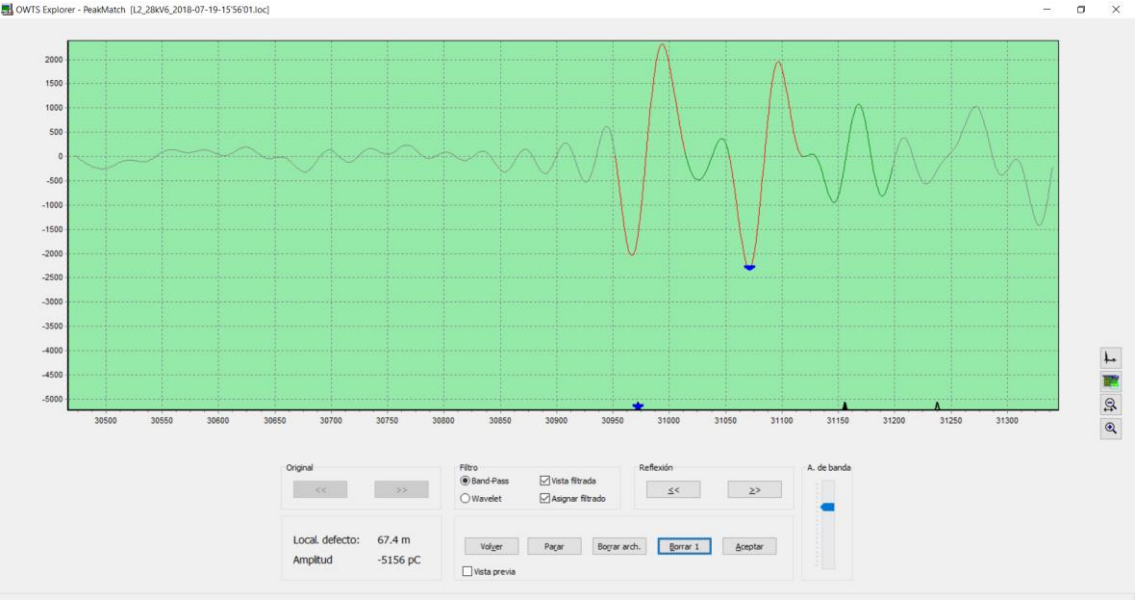
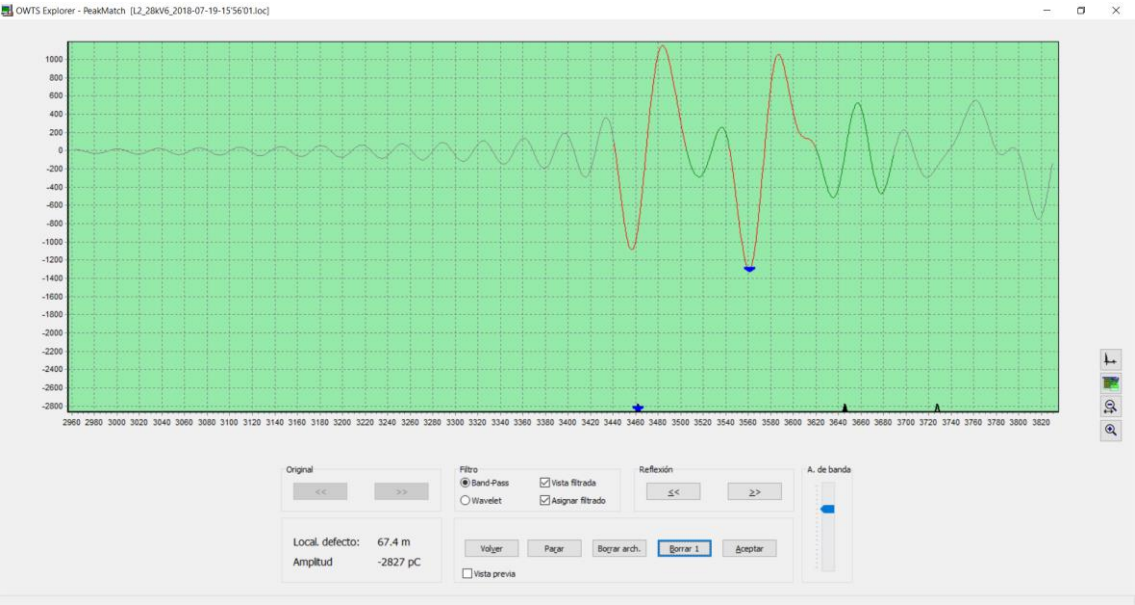
DP L2 22k5V:



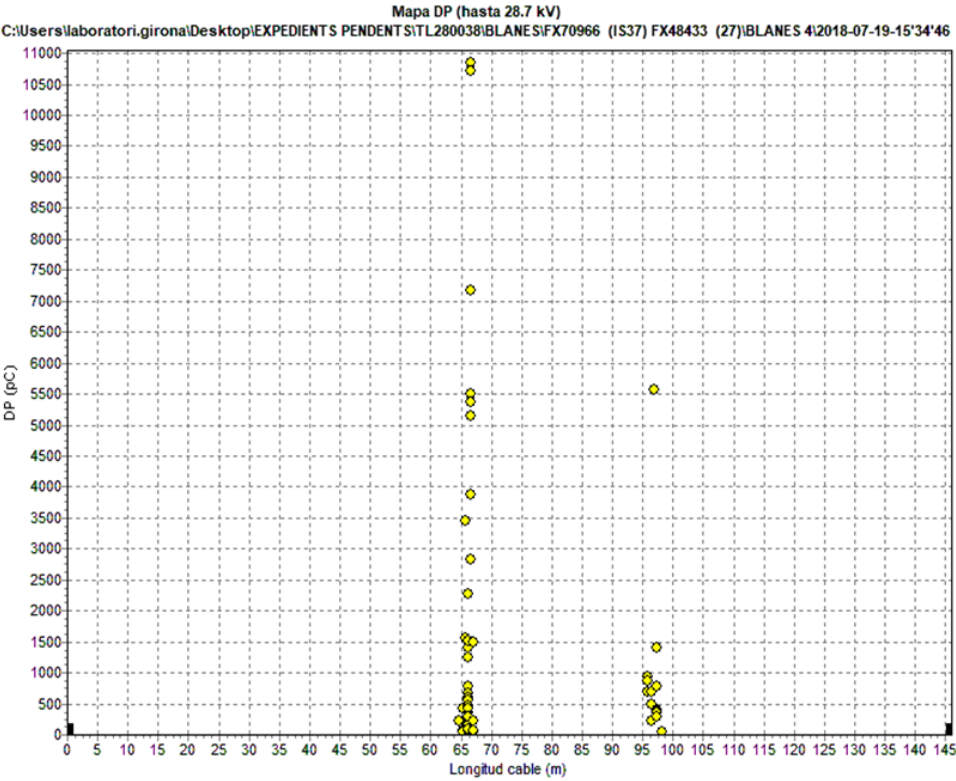
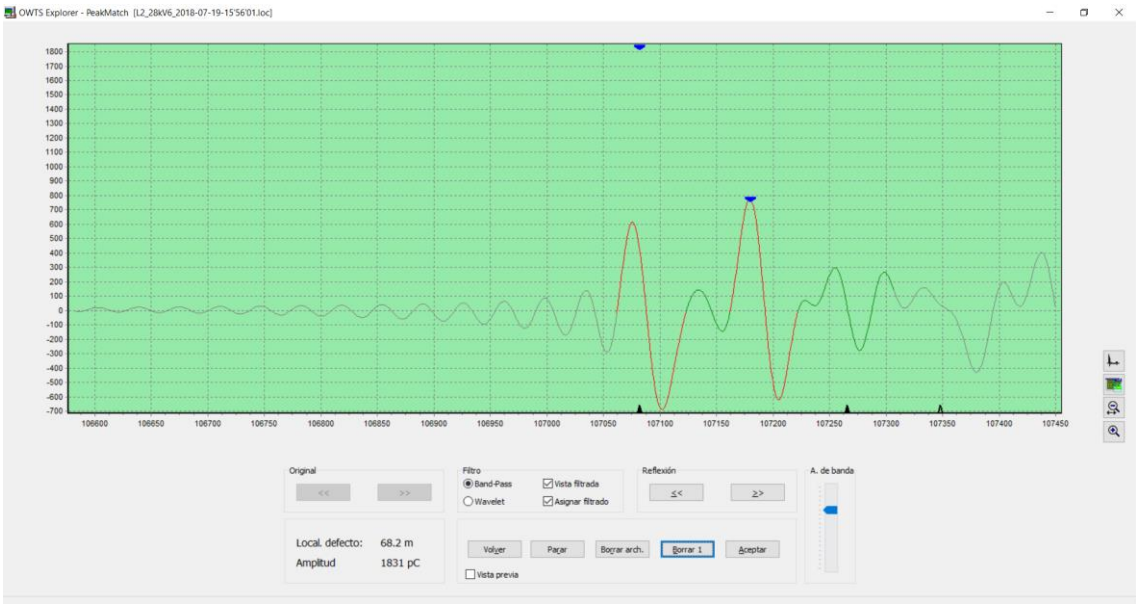
Estudi de les descàrregues parcials



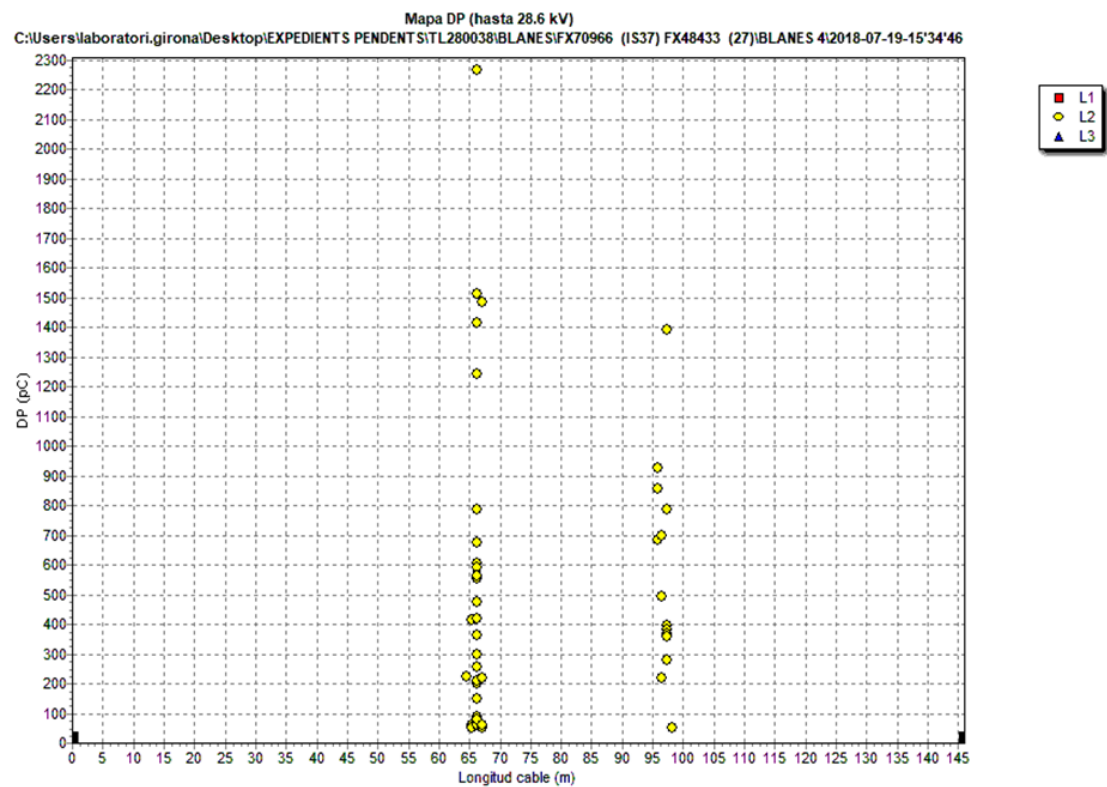
DP L2 28k6V:



Estudi de les descàrregues parcials



Mapping DP L2:

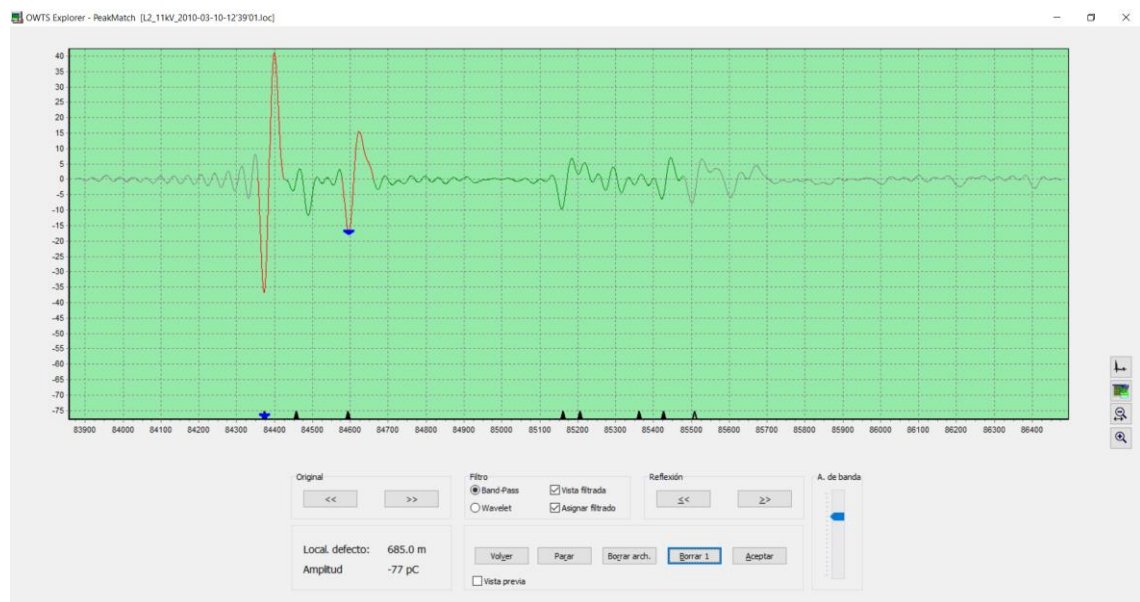
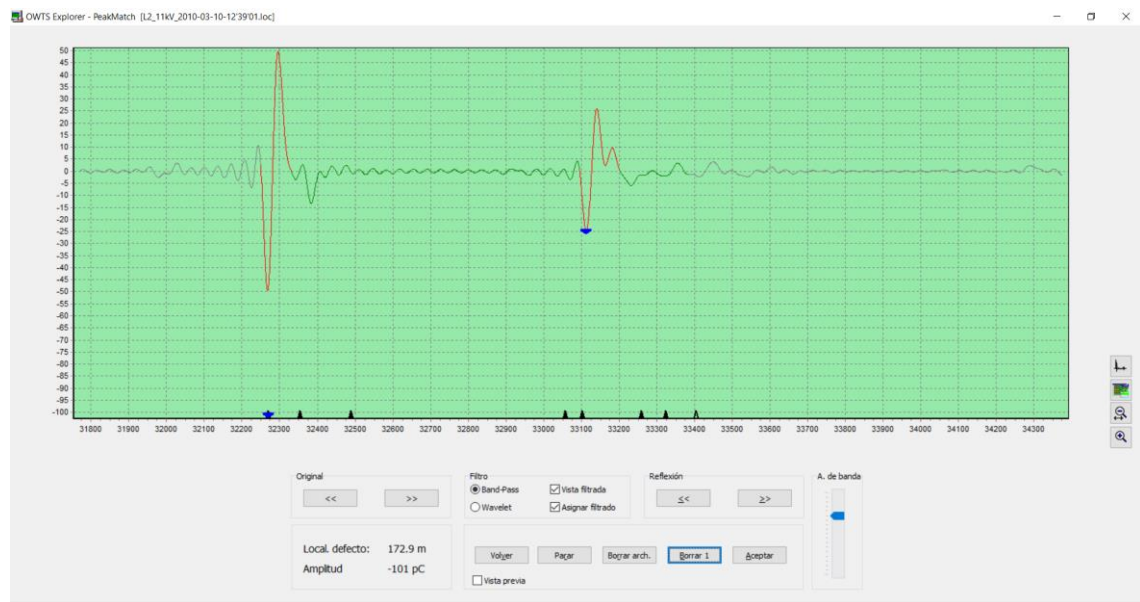


A2.5 Defectes en terminals

A.2.5.1 Cable 9 Ref.45CX85 45CL43

S'observen descàrregues en terminals a L2, a 11kV i 17kV.

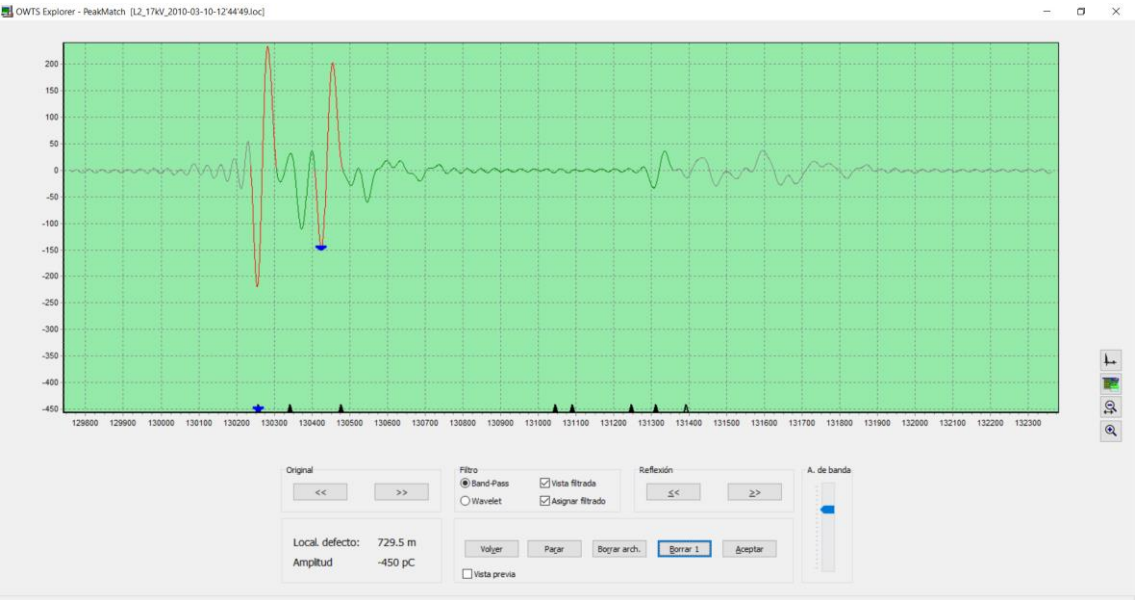
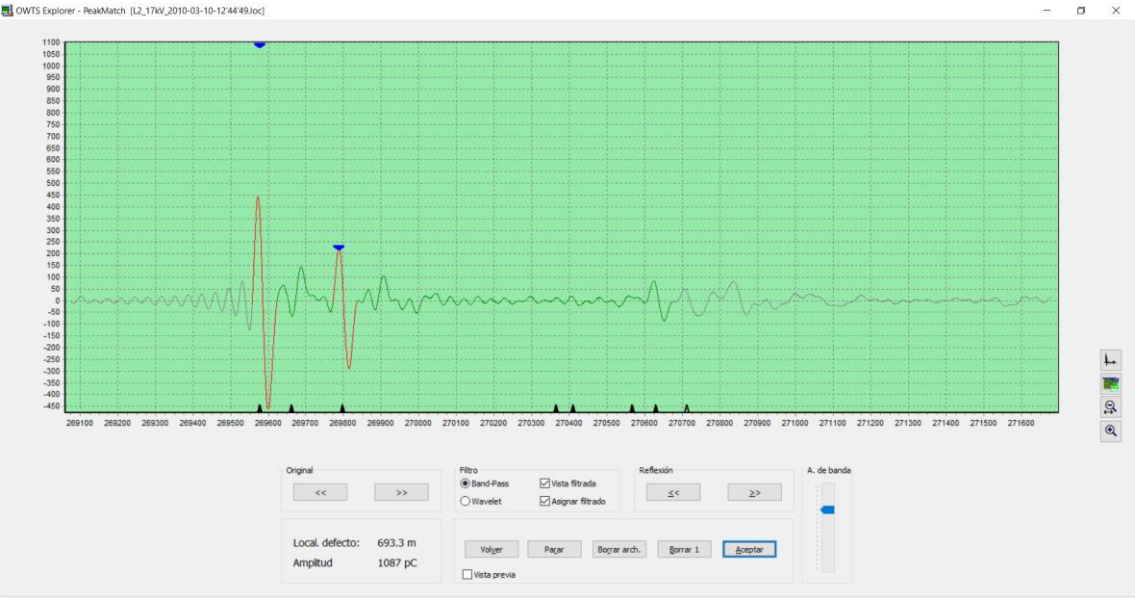
DP L2 11kV:





Estudi de les descàrregues parcials

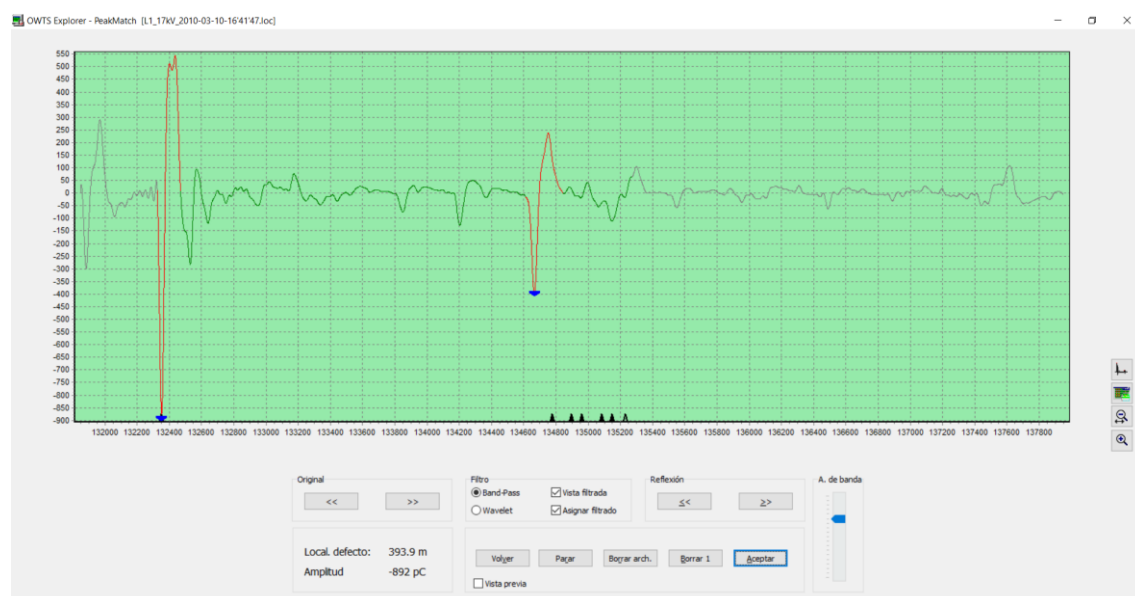
DP L2 17kV:



A.2.5.2 Cable 10 Ref.45SKW1 45CKT6

S'observen descàrregues en terminals a les tres fases, a 13kV, 17kV, 22kV.

DP L1 13kV:



Estudi de les descàrregues parcials

DP L1 17kV:



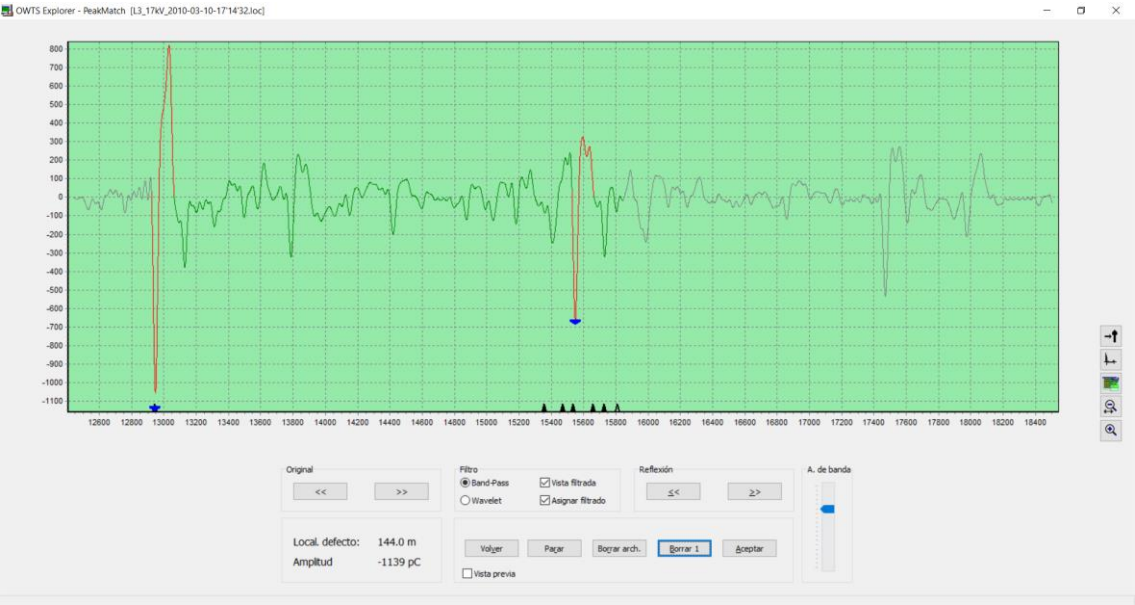


DP L2 22kV:



Estudi de les descàrregues parcials

DP L3 22kV:



A.2.5.3 Cable 11 Ref.3575 1320

S'observen descàrregues en terminals a les tres fases, a 8k4V i 11k8V.

DP L1 8k4V:



Estudi de les descàrregues parcials



DP L1 11k8 V:



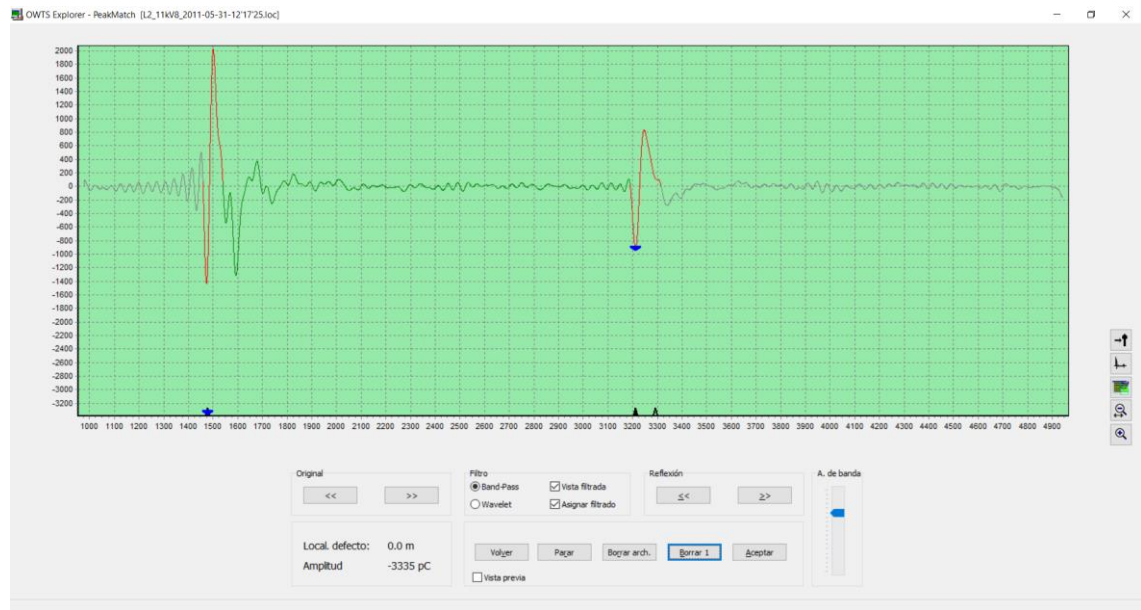
Estudi de les descàrregues parcials



DP L2 11k8 V:



Estudi de les descàrregues parcials



DP L3 8k4V:



ANNEX B: NORMATIVA FD-DED003

ANNEX C: PROCEDIMIENTO PARA LA DIAGNOSIS DE CABLES DE MEDIA TENSIÓN POR DESCARGAS PARCIALES

ANNEX D: REGLAMENT ALTA TENSIO

ANNEX E: ITO (INSTRUCCIÓ TÈCNICA D'OPERACIÓ)

ANNEX F: NORMATIVA DED002 PROCEDIMENT DP OWTS

ANNEX G: CURS OWTS

PRESSUPOST:

Obra	ASSAJOS DE CABLES DE MITJA TENSIÓ EN VÀRIES ZONES					Oferta nº	TD000001
Client	FECSA Endesa i particulars					Data	2020
Propietat	ENEL					Preu de venda (NO inclou I.V.A.)	
Localitat	Província de Girona i Màlaga						
MATERIALS / EQUIPS						Unitari	Total
Pos.	Codi	Quant.	Udf	Descripció			

1

Treballs de laboratori

1.1				Treballs de laboratori		
1.1.1		11	Ut	ASSAIG DE DESCÀRREGUES PARCIALS CABLES MT. Assaig de descàrregues parcials amb treball de camp i diagnòstic de cable	460	5.060,00
1.1.2		46	h	ANALISTA. Hores analista de descàrregues parcials	56,25	2.587,50
1.1.3		60	h	TREBALL ANÀLISIS. Treball anàlisis de diferents tipus d'ona de descàrregues parcials a partir de diferents assaigs de cables proporcionats per empreses col·laboradores	42,50	2.550,00
TOTAL TREBALLS REALITZATS					10.197,50 €	

