Generalitat de Catalunya
Departament d'Acció Climàtica, Alimentació i Agenda Rural

Agència Catalana de l'Aigua

PROJECTE CONSTRUCTIU

TIPUS D'OBRA:

MILLORA SEGURETAT DE PRESA

TÍTOL:

AMPLIACIÓ I MILLORA DEL SISTEMA D'AUSCULTACIÓ DE LA PRESA DE SANT PONÇ

COMARCA: **SOLSONÈS**

TERME MUNICIPAL: **CLARIANA DE CARDENER**

CONCA: **CARDENER**

DATA DE REDACCIÓ: **NOVEMBRE 2021**

DEPARTAMENT: **PROJECTES I OBRES**

ÀREA: **D'EXECUCIÓ D'ACTUACIONS**

COL·LEGI D'ENGINYERS DE CAMINS, CANALS I PORTS CATALUNYA

Expedient	Data
2021/04497/01	14/12/2021

V I S A T

DOCUMENT: **PROJECTE**

VOLUM: **1 de 1**

CLAU: **LAB.00707/01.P**

PRESSUPOST D'EXECUCIÓ PER CONTRACTA (SENSE IVA):

426.607,62 €

Amb la implementació d'aquest full es consideren signats electrònicament els documents continguts en el projecte de PROJECTE AMPLIACIÓ I MILLORA DEL SISTEMA D'AUSCULTACIÓ DE LA PRESA DE SANT PONÇ (CLARIANA DE CARDENER). Clau: LAB.00707/01. que a continuació es detallen.

SIGNATURA ELECTRÒNICA

PROJECTE AMPLIACIÓ I MILLORA DEL SISTEMA D'AUSCULTACIÓ DE LA PRESA DE SANT PONÇ (CLARIANA DE CARDENER). Clau: LAB.00707/01.

- Memòria
- Annexos:
  - Annex 15: Estudi de Seguretat i Salut
- Plànols
- Plec de Prescripcions Tècniques
- Pressupost

L'autor del Projecte

Carlos Aguilar Moreno
Enginyer de Camins, Canals i Ports
PGR CONSULTORES SL

COL·LEGI D'ENGINYERS DE CAMINS, CANALS I PORTS CATALUNYA	
Expedient	Data
2021/04497/01	14/12/2021
V I S A T	

PROJECTE AMPLIACIÓ I MILLORA DEL SISTEMA D'AUSCULTACIÓ DE LA PRESA DE SANT PONÇ (CLARIANA DE CARDENER). Clau: LAB.00707/01.

DOCUMENT NÚM. 1 - MEMÒRIA I ANNEXOS

- Memòria
- Annex 1 - Principals característiques –
- Annex 2 - Recopilació i anàlisi de la informació existent -
- Annex 3 - Cartografia i Topografia -
- Annex 4 - Estudi d'alternatives. Definició de la solució escollida -
- Annex 5 - Geologia i geotècnia
- Annex 6 - Reportatge fotogràfic
- Annex 7 – Equips d'auscultació
- Annex 8 – Càlculs mecànics i estructurals
- Annex 9 – Automatització i telecontrol
- Annex 10 - Especificacions tècniques de materials i equips mecànics
- Annex 11 - Manteniment i inspecció
- Annex 12 - Processos constructius i organització de l'obra
- Annex 13 - Pla d'obra
- Annex 14 - Pla de control de qualitat
- Annex 15 - Seguretat i Salut
- Annex 16 - Expropiacions i Serveis Afectats
- Annex 17 - Document Ambiental
- Annex 18 - Afeccions a llera pública i espais d'interès natural
- Annex 19 - Pla de gestió de residus
- Annex 20 - Justificació de preus
- Annex 21 - Pressupost per a Coneixement de l'Administració

DOCUMENT NÚM. 2 : PLÀNOLS

DOCUMENT NÚM. 3 : PLEC DE PRESCRIPCIONS TÈCNIQUES

DOCUMENT NÚM. 4 : PRESSUPOST

- Amidaments
- Quadre de preus núm. 1
- Quadre de preus núm. 2
- Pressupostos parcials
- Resum del pressupost
- Pressupost d'execució per contracte

COL·LEGI D'ENGINYERS DE CAMINS, CANALS I PORTS CATALUNYA

Expedient	Data
2021/04497/01	14/12/2021

V I S A T

COL·LEGI D'ENGINYERS DE
CAMINS, CANALS I PORTS
CATALUNYA

Expedient	Data
2021/04497/01	14/12/2021

V I S A T

DOCUMENT NÚM. 1
MEMÒRIA I ANNEXOS

ÍNDEX

1. ANTECEDENTS 3
2. OBJECTE DEL PROJECTE 3
3. SITUACIÓ ACTUAL 3
4. TREBALLS PREVIS REALITZATS 4
5. CARTOGRAFIA I TOPOGRAFIA 4
6. ESTUDI D'ALTERNATIVES 4
7. GEOLOGIA I GEOTÈCNIA 5
8. CÀLCUL ESTRUCTURAL DE LA PRESA 6
9. SISTEMA D'AUSCULTACIÓ DE LA PRESA 6
10. DESCRIPCIÓ DE LES OBRES A REALITZAR 6
10.1. FILTRACIONS 6
10.2. DETERMINACIÓ DE MOVIMENTS 7
10.2.1. Auscultació Topogràfica 7
10.2.2. Mesuradors de juntes 7
10.2.3. Pèndols 7
10.3. AUSCULTACIÓ SÍSMICA 7
10.4. AUSCULTACIÓ DE LA VESSANT ESQUERRA 7
10.5. AUTOMATITZACIÓ 7
10.6. RESUM ACTUACIONS 8
11. INUNDABILITAT DE LES INSTAL·LACIONS 8
12. NECESSITAT DE REALITZAR TRAMITACIÓ AMBIENTAL 8
13. GESTIÓ DE RESIDUS 8
14. AFECCIONS A LA LLERA I A ESPAIS D'INTERÈS NATURAL 8
15. EXPROPIACIONS I SERVEIS AFECTATS 8
16. ESCOMESA ELÈCTRICA I ESCOMESES DE SERVEIS 9
17. SEGURETAT I SALUT 9

18. TERMINI D'EXECUCIÓ 9

19. PRESSUPOST.....9

20. REVISIÓ DE PREUS 9

21. CLASSIFICACIÓ DEL CONTRACTISTA.....9

22. OBRA COMPLETA 9

23. DOCUMENTS QUE INTEGREN EL PRESENT PROJECTE 10

1. ANTECEDENTS

La presa de Sant Ponç es troba situada al riu Cardener, al terme municipal de Clariana de Cardener, en la comarca del Solsonès, Lleida.

La finalitat de l'embassament és principalment la regulació de la conca alta del riu Cardener aconseguint un millor aprofitament de les aportacions d'aquest riu pel que fa a disponibilitat d'aigua per a proveïment de les poblacions situades a la seva conca, especialment en la seva conca baixa, on es registren les majors aglomeracions urbanes.

Supeditada aquest us principal, al peu de la presa hi ha una central hidroelèctrica que aprofita el salt produït per la presa.

Un altre consum de gran importància és per a ús industrial. El riu Cardener és afluent del riu Llobregat i aquest, en el seu curs baix presenta un gran desenvolupament industrial que necessita grans aportacions d'aigua.

La tipologia de la presa de Sant Ponç és de gravetat amb secció tipus triangular i planta recta, amb una altura sobre fonaments de 59,50 m. El vèrtex teòric està a la cota 530 msnm, que correspon a la del Nivell Màxim Normal (NMN). Els talussos dels paraments són de 0,05 aigües amunt i de 0,76 aigües avall.

El material utilitzat va ser formigó en massa de ciment Pòrtland i formigó ciclopi. Per motius constructius la presa està dividida en vint blocs mitjançant dinou juntes dentades amb forma hexagonal, disposades a distàncies variables. Els blocs 1 i 20 corresponents als estreps, tenen un ample de 17,50 m. La resta presenta un ample de 15 o 16 m.

La presa disposa d'un conjunt d'edificacions situades en una esplanada realitzada en l'estrep dret de coronació. El complex està situat aigües amunt de el cos de presa i consta de casa d'administració, taller, magatzem, caseta per a grups electrògens i garatge.

A l'interior de la presa, hi ha quatre galeries d'inspecció que no s'introdueixen en la roca. La galeria I i III estan comunicades per una galeria perimetral. A les galeries s'accedeix pel camí perimetral situat fora de la presa aigües avall a excepció de la galeria IV que s'accedeix mitjançant un dels pous de ventilació que comuniquen les galeries.

La presa també disposa d'un sistema d'auscultació que s'ha anat ampliant amb motiu de les diferents obres de rehabilitació que s'han realitzat en la presa.

2. OBJECTE DEL PROJECTE

L'objecte del present projecte és la definició i valoració de les obres necessàries per a la millora de la seguretat de la presa de Sant Ponç i en particular l'ampliació i millores en el sistema d'auscultació de la presa.

3. SITUACIÓ ACTUAL

La presa de Sant Ponç es troba en situació de servei.

4. TREBALLS PREVIS REALITZATS

Durant la redacció del present projecte s'han realitzat els següents treballs previs:

- Recopilació de la informació existent. Els treballs han consistit en obtenció i revisió de la documentació subministrada pels tècnics de l'ACA i també s'ha obtingut informació existent a l'arxiu tècnic de la presa.
  Anàlisi de la situació existent. S'han realitzat dos visites a la presa per tal d'analitzar la problemàtica existent i realitzar una inspecció de la vessant esquerra per analitzar la seva estabilitat.
- Estudi de la informació històrica disponible. S'ha realitzat un estudi de la informació històrica disponible per a elaborar una diagnosi i establir les prioritats d'actuació per tal de garantir la seguretat de la presa.
- Topografia i geotècnia. S'han realitzat les comprovacions geomètriques dels plànols existents per a avaluar la necessitat de topografia addicional i s'ha realitzat un estudi geotècnic en base a la documentació històrica de la construcció i els projectes redactats recentment.

5. CARTOGRAFIA I TOPOGRAFIA

Per a la realització del projecte d'execució d'ampliació i millora de l'auscultació de la presa de Sant Ponç, s'ha realitzat l'aixecament topogràfic de l'àmbit d'actuació del projecte, el dia 2 d'Agost de 2021.

Concretament es va realitzar l'aixecament d'una part del vessant dreta de la presa. L'àmbit és el senyalitzat a la imatge.



L'aixecament va recollir a més a més dels punts que defineixen el relleu, els arbres i els afloraments rocosos més significatius.

Addicionalment s'ha fet servir la cartografia subministrada per l'ACA de les seves instal·lacions.

6. ESTUDI D'ALTERNATIVES

L'anàlisi d'alternatives ha estudiat els següents aparts:

- Control de desplaçaments.
- Control de moviments de les juntes
- Control de girs.
- Control d'anivellació i de col·limació.
- Control sísmic i d'acceleracions.

En l'estudi s'arriben a les següents conclusions:

- Control de desplaçaments: la opció més adequada és substituir els pèndols directes per invertits.
- Moviments de Juntes: es mantenen els mesuradors de juntes externes tot i que s'automatitzen els vinculats al pla d'emergència.
- Control de Girs: s'opta per utilitzar auscultació topogràfica i es descarta

la utilització de clinòmetres
- Control Sísmic: la opció més adequada és la ubicació de 3 acceleròsgrafs dintre de les galeries i un acceleròsgraf situat a la distància de 2 alçades de la presa.

Addicionalment s'ha analitzat el procediment d'execució de les perforacions per als pènduls invertits i s'ha optat per realitzar-les amb maquinaria de rotació des de la galeria IV.

7. GEOLOGIA I GEOTÈCNIA

Donada la dificultat d'accés per realitzar sondejos des de la galeria IV i que es te suficient informació de la tancada derivada dels recents treballs d'instal·lació de piezòmetres, s'ha optat per estudiar la marge esquerra davant els indicis de possible necessitat de monitorització dels seus moviments.

Degut a les dificultats d'accés, amb gran pendent, alta densitat d'arbrat i terreny molt irregular, sense pistes ni senders aptes per a cap tipus de maquinària ha estat necessari descartar la realització de qualsevol tipus de reconeixement geològic tal com cales i sondeigs. Alternativament s'ha dut a terme una cartografia geològica i geotècnica del sector, complimentada amb una campanya de reconeixement geofísic.

Les tècniques utilitzades han estat la Sísmica de Refracció i la Tomografia Elèctrica per tal de poder contrastar els resultats. En concret, s'han efectuat dos perfils, un amb tomografia elèctrica i un sísmica de refracció, que han estat situats al llarg del vessant, des de la part superior fins a la part més baixa.
La situació d'aquests perfils es presenta en la següent taula:

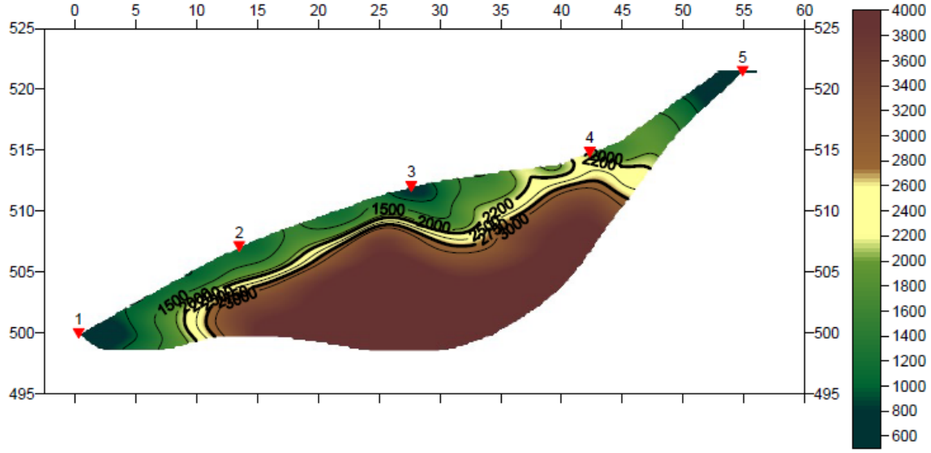
	RECONEIXEMENT GEOFÍSIC: TOMOGRAFIA ELÈCTRICA Coordenades UTM (WGS84) dels perfils			
PERFILS	**Inici**		**Final**	
	X (m)	**Y (m)**	**X (m)**	**Y (m)**
PTE-1	384475.4	4646538.2	384544.3	4646576.0
PS-1	384480.2	4646542.8	384527.3	4646571.1

Els materials de la Unitat de sòl vegetal superficial i rebliments, especialment on predomina la matriu, presenten evidents símptomes d'inestabilitat del terreny. S'han observat els següents:

- Trencament rotacional del terreny, en geometria semicircular, que genera escarpament de fins 1 a 1,5 m d'alçada i petites plataformes a contrapendent on s'acumula l'aigua superficial.
- Reptació del terreny a favor de pendent. S'observa la vegetació arbòria que presenta un típic arquejat a la base del tronc producte del moviment suau i continu del terreny per efecte gravitacional.
- Erosió del substrat i formació de torrenteres. El terreny té poca capacitat d'absorció de l'aigua superficial, degut a la presència propera del substrat, i el tamany fi de la matriu. Per tant, l'aigua de precipitació tendeix a circular superficialment, creant una xarxa encaixada de petits torrents, i provocant també la pèrdua de sòl superficial.

Per sota d'aquesta unitat de sol, que es considera de poca potència, existís un substrat rocós que correspon al Paleogen (Eocè-Oligocè), consistent majoritàriament de gresos de gra mitjà, i estructura interna massiva, en bancs que poden arribar a assolir els 2-3 m de potència, tot i que també es troben en bancs de gruix entre els 0,2 i 1,0 m.

La sísmica de refracció s'han diferenciat 3 nivells:

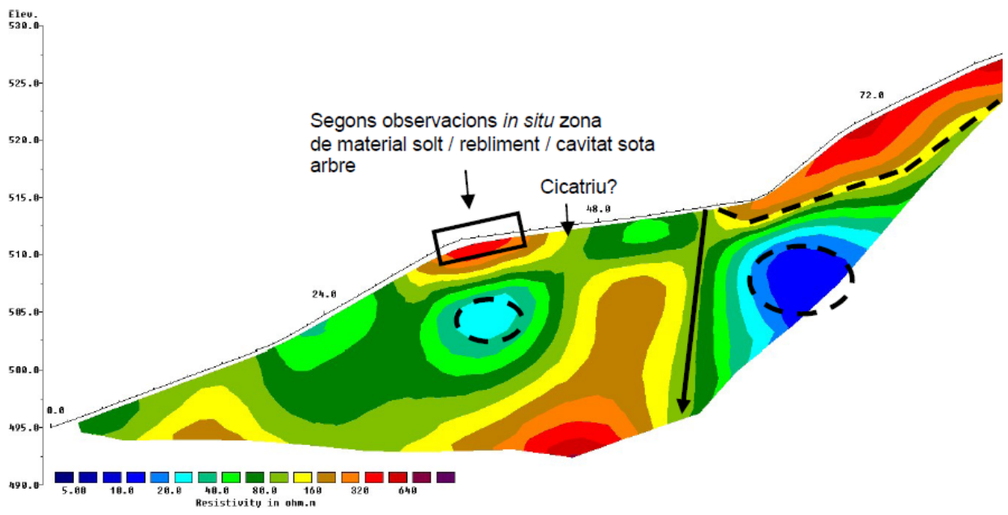


Il·lustració 1 Diagrama de distribució de velocitats del perfil de Sísmica de refracció PS-1

- **Nivell 1 (colors verds)** caracteritzat per velocitats inferiors 2200m/s que es classificaria com a material ripable i correspon a sòls i rebliments. Aquest nivell te una potencia no superior a 3m.

- **Nivell 2 (colors grocs)** caracteritzat per velocitats compreses en el rang 2250m/s a 2750m/s que es classificaria com a material de ripabilitat marginal. Aquest material presenta poca potencia i indica una ràpida transició al tercer nivell. S'interpreta que correspon al substrat rocós alterat.
- **Nivell 3 (colors marrons)** determinat fins a la màxima profunditat de investigació, caracteritzat per velocitats superiors a 2750m/s, que s'associaria al substrat més sà i es trobaria, partir de profunditats superiors a 5m de profunditat respecte la superfície prospectada.

D'altra banda, amb la tomografia elèctrica s'ha obtingut la següent distribució de resistivitat.



Il·lustració 2 Model de distribució de resistivitat elèctrica en el perfil PTE-1.

El model es realitza sobre substrat, els valors més resistius (colors càlids) es corresponen amb zones més sanes i les zones caracteritzades per valors més baixos (colors verds) es corresponen amb zones on es substrat està més alterat.

S'identifiquen dues zones conductives, es troben centrades a:

- A una distància de 38m de l'inici del perfil
- A una distància de 67m de l'inici del perfil

La segona anomalia és més evident, en cas que es realitzi un sondatge per clarificar la seva naturalesa, es proposa aquest punt.

8. CÀLCUL ESTRUCTURAL DE LA PRESA

A l'annex 8, s'ha realitzat un anàlisi de com poden influir les perforacions proposades en el present projecte en l'estabilitat de la presa i en particular en els blocs afectats. La conclusió de l'estudi és que les perforacions incrementen lleugerament els coeficients de seguretat de la presa que actualment (utilitzant dades de la piezometria) acompleixen amb la normativa espanyola de preses..

9. SISTEMA D'AUSCULTACIÓ DE LA PRESA

Actualment a la presa de Sant Ponç es registren les següents variables:

- Filtracions: mitjançant 5 aforadors dintre de la presa automatitzats i 5 aforadors manuals al marge esquerre.
- Subpressions: mitjançant 37 piezòmetres de corda vibrant.
- Moviments mitjançant
  - 33 mesuradors de juntes bidimensionals
  - 2 pèndols directes situats a les juntes 12 i 16 i mesurats en els coordinòmetres situats a les galeries 3 i 4
- Nivell de l'embassament
- Estació meteorològica
- 6 Piezòmetres situats a l'exterior de la presa i que controlen el nivell freàtic de la marge esquerra.

A l'Apèndix 1 s'inclouen plànols de tots els dispositius d'auscultació existents actualment a la presa de Sant Ponç.

10. DESCRIPCIÓ DE LES OBRES A REALITZAR

El treballs inclosos son els següents:

10.1. FILTRACIONS

Es renoven els sensors dels aforadors existents.

S'automatitzen la totalitat del aforadors.

10.2. DETERMINACIÓ DE MOVIMENTS

10.2.1. Auscultació Topogràfica

S'incorpora auscultació topogràfica consistent en:

- 1 Estació total robotitzada
- Posada en marxa de l'auscultació topogràfica i formació en topografia pel personal de la presa
- Software

10.2.2. Mesuradors de juntes

S'automatitzen els 8 mesuradors de juntes associats al Pla d'emergència:

- JE_G1J4
- JE_G1J7
- JE_G1J13
- JE_G1J16
- JE_G1J19
- JE_G2J6
- JE_G3J16
- JE_G4J12

10.2.3. Pèndols

Es substitueixen els pèndols directes existents per dos pèndols inversos situats en les Juntes J-11 i J15. Aquesta substitució consisteix en:

- 2 Perforacions de 20 m de profunditat en roca de diàmetre mínim de 110 mm
- 2 Ancoratge de fil i instal·lació de flotador en la galeria I
- 6 noves estructures en acer inoxidable per a col·locar coordinòmetres
- 4 coordinòmetres automàtics situats a les galeries I i IV.
- 1 equip òptic de mesura pènduls per a mesura manual

10.3. AUSCULTACIÓ SÍSMICA

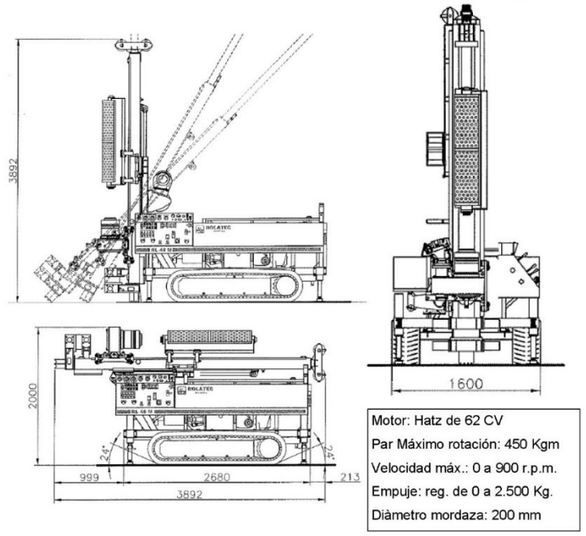
- Reubicació dels 4 acceleròmetres automàtics (3 dintre de la presa i 1 exterior)

10.4. AUSCULTACIÓ DE LA VESSANT ESQUERRA

Per a controlar el possible esllavissament del marge esquerra es realitzaran:

- 3 perforacions per a col·locació de la instrumentació (2 perforacions de 20m per a extensòmetre i piezòmetre i una de 30 m per a inclinòmetre)
  - 1 extensòmetre de varetes
  - 1 piezòmetre de corda vibrant en nova perforació.
  - 1 inclinòmetre automàtic de 30 m de profunditat amb mesures cada metre.
- Substitució de 6 piezòmetres de corda vibrant

Per a la instal·lació d'aquests elements es necessària la construcció d'un camí de 1,6 m d'ample i unes pendents inferiors al 25%.



Il·lustració 3 Màquina sondejos

10.5. AUTOMATITZACIÓ

L'automatització consistirà en:

- Cablejat dels nous sensors
- Armari centralitzador per l'adquisició automàtica de les dades
- Armari centralitzador per a realitzar les mesures manuals dels piezòmetres
- Servidor en les instal·lacions de la presa
- Software i posada en marxa

10.6. RESUM ACTUACIONS

Tipologia	Ubicació	Sensors	Lectura	Actuació
Pèndul Invertit	Bloc 12	PI_G1B12	Automàtica X i Y	Nou aparell i sensor
		PI_G3B12	Manual	Nou aparell i sensor
		PI_G4B12	Automàtica X i Y	Nou aparell i sensor
	Bloc 16	PI_G1B16	Automàtica X i Y	Nou aparell i sensor
		PI_G3B16	Manual	Nou aparell i sensor
		PI_G4B16	Automàtica X i Y	Nou aparell i sensor
Piezòmetres	Vessant Esquerra	PZ-1	Automàtica	Renovació sensor
		PZ-3	Automàtica	Renovació sensor
		PZ-4	Automàtica	Renovació sensor
		PZ-5	Automàtica	Renovació sensor
		PZ-6	Automàtica	Renovació sensor
		PZ-7	Automàtica	Renovació sensor
		NP2_2	Automàtica	Nou aparell i sensor
Extensòmetre de Varetes	Vessant Esquerra	NP2_1	Automàtica	Nou aparell i sensor
Inclinòmetre	Vessant Esquerra	NP1	Automàtica	Nou aparell i sensor
Mesurador de Juntes Externes	Galeria 1 , Junta 4	JE_G1J4	Automàtica	Nou sensor
	Galeria 1 , Junta 7	JE_G1J7	Automàtica	Nou sensor
	Galeria 1 , Junta 13	JE_G1J13	Automàtica	Nou sensor
	Galeria 1 , Junta 16	JE_G1J16	Automàtica	Nou sensor
	Galeria 1 , Junta 19	JE_G1J19	Automàtica	Nou sensor
	Galeria 2 , Junta 6	JE_G2J6	Automàtica	Nou sensor
	Galeria 3 , Junta 16	JE_G3J16	Automàtica	Nou sensor
	Galeria 4 , Junta 12	JE_G4J12	Automàtica	Nou sensor
Aforadors	Galeria 1, Bloc 6	AF_G1B6	Automàtica	Renovació sensor
	Galeria 1, Bloc 18	AF_G1B18	Automàtica	Renovació sensor
	Galeria 2, Bloc 9	AF_G2B9	Automàtica	Renovació sensor
	Galeria 3, Bloc 11	AF_G3B11	Automàtica	Renovació sensor
	Galeria 3, Bloc 16	AF_G3B16_1	Automàtica	Renovació sensor
	Galeria 3, Bloc 16	AF_G3B16_2	Automàtica	Renovació sensor
	Galeria 4, Bloc 12	AF_G4B12	Automàtica	Renovació sensor i cablejat
	Galeria 4, Bloc 13	AF_G4B13	Automàtica	Renovació sensor i cablejat

11. INUNDABILITAT DE LES INSTAL·LACIONS

Les obres a realitzar es troben dintre o a les immediacions de la presa de Sant Ponç, i per tant salvaguardades de les inundacions segons les normatives de preses.

12. NECESSITAT DE REALITZAR TRAMITACIÓ AMBIENTAL

Segons la dimensió de les actuacions projectades, el seu objectiu i situació (dins les instal·lacions de la presa de Sant Ponç), el projecte no s'inclouria dins els supòsits d'Avaluació d'Impacte Ambiental, segons la *Llei 21/2013, de 9 de desembre, d'avaluació ambiental*.

El "*Projecte d'ampliació i millora del sistema d'auscultació de la presa de Sant Ponç (Clariana de Cardener)*" tindrà un efecte COMPATIBLE d'impacte ambiental, sempre i quan se segueixin les mesures preventives i correctores del present Document Ambiental

13. GESTIÓ DE RESIDUS

A l'annex 19 s'adjunta l'estudi de gestió de residus. El pressupost per a la gestió de residus és de 6,032.73 €.

14. AFECCIONS A LA LLERA I A ESPAIS D'INTERÈS NATURAL

Tant per la localització com pel tipus d'obra, no es preveu cap afecció a la llera ni a espais d'interès natural.

15. EXPROPIACIONS I SERVEIS AFECTATS

La majoria de les obres definides en el present projecte es realitzen dins de les instal·lacions de la Presa de Sant Ponç, que són propietat de l'Agència Catalana de l'Aigua. No obstant, es preveu també l'automatització dels piezòmetres situats a la marge esquerra de la presa mitjançant cable i per tant es requereix servitud de pas per línia elèctrica des d'aquests piezòmetres fins a les instal·lacions de la presa.

Per una altra banda, pel tipus d'obra definida en el present projecte, no es preveu cap afecció a serveis ni reposició d'aquests.

16. ESCOMESA ELÈCTRICA I ESCOMESES DE SERVEIS

Les obres definides en el present projecte no requereixen cap nova escomesa elèctrica o de cap altre servei.

17. SEGURETAT I SALUT

D'acord amb el Reial Decret 1627/97 de 24 d'octubre de 1997, en el present Projecte s'inclou un Estudi de Seguretat i Salut en el Treball, que forma part del mateix.

El pressupost de Seguretat i Salut de l'obra ascendeix DEU MIL SET-CENTS DINOU EUROS AMB CINQUANTA-TRES CÈNTIMS (10.719,53 €) import que queda recollit com a Partida al Pressupost d'Execució Material.

18. TERMINI D'EXECUCIÓ

S'ha previst un termini d'execució de 7 mesos, d'acord amb la planificació recollida en l'Annex núm. 13 d'aquest projecte.

19. PRESSUPOST

Pressupost d'Execució Material	358.493,80
Despeses generals (13%)	46.604,19
Benefici industrial (6%)	21.509,63
Pressupost d'Execució per Contracta (sense IVA)	426.607,62
Pressupost d'Execució per Contracta (21% IVA)	**516.195,22**

El present pressupost d'execució per contracta (amb IVA) puja a la quantitat de CINC-CENTS SETZE MIL CENT NORANTA-CINC EUROS AMB VINT-I-DOS CÈNTIMS.

El pressupost per a coneixement de l'Administració puja a la quantitat de de CINC-CENTS VINT-I-CINC MIL QUATRE-CENTS TRENTA EUROS AMB TRETZE CÈNTIMS.

20. REVISIÓ DE PREUS

En cas que calgui la seva aplicació, aquesta la fixarà l'Òrgan de Contractació segons els criteris que consideri adients i d'acord amb la normativa aplicable.

21. CLASSIFICACIÓ DEL CONTRACTISTA

D'acord amb el que s'estableix a l'article 65 del Reial Decret Legislatiu 3/2011, de 14 de Novembre, cal incloure un apartat, en el Plec de clàusules administratives de l'obra de referència, on es disposi que les empreses que desitgin optar a la licitació hauran d'estar classificades en els grups, subgrups i categories que s'assenyalen a continuació, aplicables en virtut del Reial decret 1098/2001, de 12 d'octubre, modificat pel RD 773/2015, de 28 d'agost, el qual s'aprova el Reglament general de la Llei de contractes de les administracions públiques, classificacions que podran suplir la solvència sol·licitada en el seu cas. A continuació es proposa la classificació que s'hauria d'exigir als Contractistes per admetre´ls a la licitació de l'execució d'aquestes obres.

- Grup K: Obres Especials
- Subgrup 2: Sondejos, injeccions i pilotatges
- Categoria 3: quantia superior a 360.000 euros e inferior o igual a 840.000 euros

22. OBRA COMPLETA

En compliment de l'article 127 del Reial Decret 1098/2001 de 12 d'octubre pel que s'aprova el Reglament General de la Llei de Contractes de les Administracions Públiques i dels articles 123 del RDL 3/2011 de 14 de novembre, pel qual s'aprova el Text refós de la Llei de Contractes del Sector Públic, es manifesta que el projecte comprèn una obra completa en el sentit exigit en l'article 125 del Reial Decret 1098/2001 de 12 d'Octubre, ja que conté tots i cadascun dels elements que són precisos per a la utilització de l'obra i és susceptible d'ésser lliurada a l'ús general.

Així mateix, es fa constar que l'obra compleix els requisits exigits per la Llei 3/2007 de 4 de juliol de l'Obra Pública i concretament allò reflectit a l'article 18 de la mateixa.

23. DOCUMENTS QUE INTEGREN EL PRESENT PROJECTE

El present Projecte consta dels documents següents:

Document núm. 1 : Memòria i annexos

- Memòria
- Annex 1 - Principals característiques –
- Annex 2 - Recopilació i anàlisi de la informació existent -
- Annex 3 - Cartografia i Topografia -
- Annex 4 - Estudi d'alternatives. Definició de la solució escollida -
- Annex 5 - Geologia i geotècnia
- Annex 6 - Reportatge fotogràfic
- Annex 7 – Equips auscultació
- Annex 8 – Càlculs mecànics i estructurals
- Annex 9 - Automatització i telecontrol
- Annex 10 - Especificacions tècniques de materials i equips mecànics
- Annex 11 - Manteniment i inspecció
- Annex 12 - Processos constructius i organització de l'obra
- Annex 13 - Pla d'obra
- Annex 14 - Pla de control de qualitat
- Annex 15 - Seguretat i Salut
- Annex 16 - Expropiacions i Serveis Afectats
- Annex 17 - Document Ambiental
- Annex 18 - Afeccions a llera pública i espais d'interès natural
- Annex 19 - Pla de gestió de residus
- Annex 20 - Justificació de preus
- Annex 21 - Pressupost per a Coneixement de l'Administració

Document núm. 2 : Plànols

Document núm. 3 : Plec de Prescripcions Tècniques

Document núm. 4 : Pressupost

- Amidaments
- Quadre de preus núm. 1
- Quadre de preus núm. 2
- Pressupostos parcials
- Resum del pressupost
- Pressupost d'execució per contracte

Barcelona, Octubre de 2021

L'Enginyer Autor del Projecte

COL·LEGI D'ENGINYERS DE CAMINS, CANALS I PORTS CATALUNYA

Expedient	Data
2021/04497/01	14/12/2021

V I S A T

Signat: Carlos Aguilar Moreno
Enginyer de Camins, Canals i Ports
Col. 17.958
PGR CONSULTORES, SL

ANNEXOS

ANNEX 1
PRINCIPALS CARACTERÍSTIQUES

ÍNDEX

1 MILLORA DE L'AUSCULTACIÓ 3

1.1 FILTRACIONS 3

1.2 DETERMINACIÓ DE MOVIMENTS 3

1.2.1 Auscultació Topogràfica 3

1.2.2 Mesuradors de juntes 3

1.2.3 Pèndols 3

1.3 AUSCULTACIÓ SÍSMICA 3

1.4 AUSCULTACIÓ DE LA VESSANT ESQUERRA 3

1.5 AUTOMATITZACIÓ 4

Les dades més significatives de les obres definides en aquest projecte són les següents:

1 MILLORA DE L'AUSCULTACIÓ

El treballs inclosos comprenen:

1.1 FILTRACIONS

Es realitzen 2 aforadors a la galeria IV per quantificar les filtracions a aquesta galeria.

Es renoven els sensors dels aforadors existents.

S'automatitzen la totalitat del aforadors.

1.2 DETERMINACIÓ DE MOVIMENTS

1.2.1 Auscultació Topogràfica

S'incorpora auscultació topogràfica consistent en:

- 1 Estació total robotitzada
- Posada en marxa de l'auscultació topogràfica i formació en topografia pel personal de la presa

1.2.2 Mesuradors de juntes

S'automatitzen els 8 mesuradors de juntes associats al Pla d'emergència:

- JE_G1J4
- JE_G1J7
- JE_G1J13
- JE_G1J16
- JE_G1J19
- JE_G2J6
- JE_G3J16
- JE_G4J12

1.2.3 Pèndols

Es substitueixen els pèndols directes existents per dos pèndols inversos situats en les Juntes J-11 i J15. Aquesta substitució consisteix en:

- 2 Perforacions de 20 m de profunditat en roca de diàmetre mínim de 110 mm
- 2 Ancoratge de fil i instal·lació de flotador en la galeria I
- 6 noves estructures en acer inoxidable per a col·locar coodinòmetres
- 4 coordinòmetres automàtics situats a les galeries I i IV.

- 1 equip òptic de mesura pènduls per a mesura manual

1.3 AUSCULTACIÓ SÍSMICA

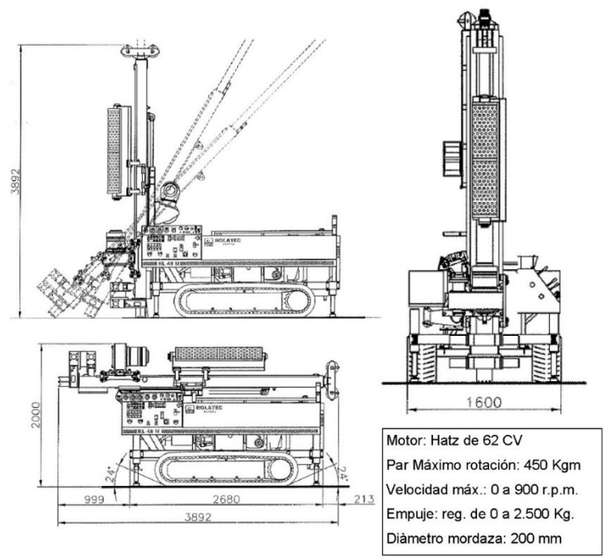
- Reubicació de 4 acceleròmetres automàtics (3 dintre de la presa i 1 exterior)

1.4 AUSCULTACIÓ DE LA VESSANT ESQUERRA

Per a controlar el possible esllavissament del marge esquerra es realitzaran:

- 3 perforacions per a col·locació de la instrumentació (2 perforacions de 20m per a extensòmetre i piezòmetre i una de 30 m per a inclinòmetre)
- 1 extensòmetre de varetes
- 1 piezòmetre de corda vibrant en nova perforació.
- 1 inclinòmetre automàtic de 30 m de profunditat amb mesures cada metre.
- Substitució de 6 piezòmetres de corda vibrant

Per a la instal·lació d'aquests elements es necessària la construcció d'un camí de 1,6 m d'ample i unes pendents inferiors al 25%.



Il·lustració 1 Màquina sondejos

1.5 AUTOMATITZACIÓ

L'automatització consistirà en:

- Cablejat dels nous sensors
- Armari centralitzador per l'adquisició automàtica de les dades
- Armari centralitzador per a realitzar les mesures manuals dels piezòmetres
- Servidor en les instal·lacions de la presa
- Software i posada en marxa

1.6 RESUM ACTUACIONS

Tipologia	Ubicació	Sensors	Lectura	Actuació
Pèndul Invertit	Bloc 12	PI_G1B12	Automàtica X i Y	Nou aparell i sensor
		PI_G3B12	Manual	Nou aparell i sensor
		PI_G4B12	Automàtica X i Y	Nou aparell i sensor
	Bloc 16	PI_G1B16	Automàtica X i Y	Nou aparell i sensor
		PI_G3B16	Manual	Nou aparell i sensor
		PI_G4B16	Automàtica X i Y	Nou aparell i sensor
Piezòmetres	Vessant Esquerra	PZ-1	Automàtica	Renovació sensor
		PZ-3	Automàtica	Renovació sensor
		PZ-4	Automàtica	Renovació sensor
		PZ-5	Automàtica	Renovació sensor
		PZ-6	Automàtica	Renovació sensor
		PZ-7	Automàtica	Renovació sensor
		NP2_2	Automàtica	Nou aparell i sensor
Extensòmetre de Varetes	Vessant Esquerra	NP2_1	Automàtica	Nou aparell i sensor
Inclinòmetre	Vessant Esquerra	NP1	Automàtica	Nou aparell i sensor
Mesurador de Juntes Externes	Galeria 1 , Junta 4	JE_G1J4	Automàtica	Nou sensor
	Galeria 1 , Junta 7	JE_G1J7	Automàtica	Nou sensor
	Galeria 1 , Junta 13	JE_G1J13	Automàtica	Nou sensor
	Galeria 1 , Junta 16	JE_G1J16	Automàtica	Nou sensor
	Galeria 1 , Junta 19	JE_G1J19	Automàtica	Nou sensor
	Galeria 2 , Junta 6	JE_G2J6	Automàtica	Nou sensor
	Galeria 3 , Junta 16	JE_G3J16	Automàtica	Nou sensor
	Galeria 4 , Junta 12	JE_G4J12	Automàtica	Nou sensor
Aforadors	Galeria 1, Bloc 6	AF_G1B6	Automàtica	Renovació sensor
	Galeria 1, Bloc 18	AF_G1B18	Automàtica	Renovació sensor
	Galeria 2, Bloc 9	AF_G2B9	Automàtica	Renovació sensor
	Galeria 3, Bloc 11	AF_G3B11	Automàtica	Renovació sensor
	Galeria 3, Bloc 16	AF_G3B16_1	Automàtica	Renovació sensor
	Galeria 3, Bloc 16	AF_G3B16_2	Automàtica	Renovació sensor
	Galeria 4, Bloc 12	AF_G4B12	Automàtica	Renovació sensor i cablejat
	Galeria 4, Bloc 13	AF_G4B13	Automàtica	Renovació sensor i cablejat

2 PRESSUPOST

El Pressupost d'execució de les obres és:

PEM:	358.493,80 €
Pressupost d'execució per Contracta (sense IVA)	426.607,62 €

ANNEX 2
RECOPILACIÓ I ANÀLISI DE LA INFORMACIÓ EXISTENT

ÍNDEX

1 INTRODUCCIÓ 3

2 RECOPILACIÓ DE LA INFORMACIÓ DISPONIBLE 3

2.1 INFORMES I PROJECTES ANTERIORS 3

2.2 DOCUMENT XYZT 3

2.3 1ª REVISIÓ DE SEGURETAT DE LA PRESA (2004) 4

2.4 INFORME ANUAL (2008) 4

2.5 2N REVISIÓ DE SEGURETAT DE LA PRESA (2009) 4

2.6 INFORME DE DETERMINACIÓ DELS LLINDARS D'EMERGÈNCIA D'AUSCULTACIÓ DE LES PRESES DE SIURANA, BOADELLA, SAU, FOIX, LA BAELLS, SANT PONÇ I LA LLOSA DE CAVALL. 2017 5

2.7 PROJECTE AUSCULTACIÓ 2005 5

2.8 DOE DE REHABILITACIÓ DE LA XARXA DE DRENATGE I INJECCIONS DE JUNTES FREDES 5

2.9 PROJECTE D'ACCÉS A LA GALERIA IV 6

2.10 PROJECTE CAMÍ PERIMETRAL 8

2.10.1 Projecte bol esmorteïdor 8

2.10.2 Control d'accions externes a la presa. 8

2.10.3 Variables de control de la estructura 9

2.10.4 Automatització, transmissió i control de les dades 9

3 TOPOGRAFÍA 9

4 GEOLOGÍA I GEOTÈCNIA 9

1 INTRODUCCIÓ

En el present annex es presenta un recull de la principal informació utilitzada en la redacció d'aquest projecte. Les tasques realitzades aquests treballs són:

- Recopilació de la informació existent. Els treballs han consistit en obtenció i revisió de la documentació subministrada pels tècnics de l'ACA i també s'ha obtingut informació existent a l'arxiu tècnic de la presa.
  Anàlisi de la situació existent. S'han realitzat dos visites a la presa per tal d'analitzar la problemàtica existent i realitzar una inspecció de la vessant esquerra per analitzar la seva estabilitat.
- Estudi de la informació històrica disponible. S'ha realitzat un estudi de la informació històrica disponible per a elaborar una diagnosi i establir les prioritats d'actuació per tal de garantir la seguretat de la presa.
- Topografia i geotècnia. S'han realitzat les comprovacions geomètriques dels plànols existents per a avaluar la necessitat de topografia addicional i s'ha realitzat un estudi geotècnic en base a la documentació històrica de la construcció i els projectes redactats recentment.

Es descriuen a continuació cadascun d'aquests treballs desenvolupats.

2 RECOPILACIÓ DE LA INFORMACIÓ DISPONIBLE

2.1 INFORMES I PROJECTES ANTERIORS

Durant la primera fase dels treballs s'han recopilat tots els informes i projectes anteriors relatius al comportament de la presa o que poguessin influir en l'estat de seguretat de la presa.

En concret, s'han analitzat en profunditat els següents documents:

- Document XZYT de la presa (any 2002)
- DOE obra de rehabilitació de la xarxa de drenatge
- Projecte d'accés a la galeria IV
- Projecte camí perimetral
- Projecte bol esmorteïdor
- XYZT de la Presa
- Pla d'emergència
- Anàlisi de riscos

En els apartats següents s'analitza la informació mes rellevant de cara a aquest projecte extreta d'aquests documents.

2.2 DOCUMENT XYZT

El document XYZT data de l'any 2002. Recull les fonamentals característiques de l'obra i la seva història fins l'any 2002.

Els antecedents de l'embassament de Sant Ponç es remunten a un estudi sobre el Pla General de Canals i Pantans que es va efectuar l'any 1900, en el qual es mencionava com a obra factible el pantà de Cardona, l'emplaçament del qual estava situat a poca distància aigües avall de l'actual embassament de Sant Ponç. Aquest pantà també figurava en el Provisional d'Obres Hidràuliques, aprovat per Reial decret el 25 d'abril de 1.902.

En la Reial Orde de data 3 de gener de 1910, relativa a la canalització del riu Llobregat, es va disposar que es procedís a un detallat reconeixement de la conca alta del riu i de les conques dels seus afluents principals (com la del riu Cardener) a la recerca d'ubicacions per a pantans o embassaments reguladors.

Aquesta orde va donar com a fruit, l'any 1912, un estudi sobre el riu Cardener. En aquest treball es van proposar diversos emplaçaments per a la construcció d'una presa: dos en el propi riu Cardener i un altre en el seu principal afluent, el riu Aiguadora. Les ubicacions de les esmentades al Cardener van ser les de Malagarriga, en el terme municipal de Cardona i l'altra la de Sant Ponç. La corresponent a l'Aiguadora haguera donat lloc a l'embassament de Xupli, que inundaria el mas del mateix nom.

L'estudi de l'obra de la presa de Sant Ponç es va iniciar l'any 1930. El projecte de construcció del pantà de Sant Ponç, redactat per l'enginyer D. José Brull Gas va ser aprovat tècnicament per O.M. de 25 de març de 1936 i definitivament per O.M. de 9 de desembre de 1941.
El projecte de replantejament del Pantà de Sant Ponç va ser redactat amb data 1 de juliol de 1948 i aprovat per Orde Ministerial de 16 d'octubre d'1.948 amb un pressupost general de contracta de 56.705.962,13 ptes.. Aquest projecte va servir de base al concurs de contractació de les obres, les quals van ser adjudicades per O.M. de 20 d'agost de 1949 a "Cubiertas y Tejados, S.A.".
El primer Projecte Reformat redactat el 21 de juliol de 1952 i aprovat per O.M. de 20 de desembre de 1952 per un pressupost general de 65.215.006,55 ptes., va obeir principalment a la modificació del sobreeixidor en un principi projectat, i la disposició d'un adequat bol esmorteïdor en el peu de presa.
Es va realitzar un segon Reformat, amb data 15 de juny de 1955, l'objecte principal del qual va ser el projecte detallat de la fàbrica que restava per executar a l'allotjament de les comportes.

La posada en càrrega de l'embassament va començar a l'abril de 1954, començant l'explotació de la presa el Juny del mateix any. La recepció definitiva, es va produir el 19 de Desembre de 1957.

Després de la construcció de la presa i davant de la importància de les filtracions que es produïen sobretot en l'estrep del marge esquerre, es va procedir a una campanya intensiva d'injeccions.
Com a dada més important de l'explotació de la presa es té l'avinguda que es va produir durant el 7 i 8 de novembre de 1982. Durant aquesta avinguda només es va poder maniobrar una de les tres comportes del sobreeixidor, que en aquell moment eren de sector flotant. L'embassament va aconseguir un nivell 0,70 m per sota de la cota de coronació.
Es van produir danys de diversa consideració en el bol esmorteïdor.

Després d'aquesta avinguda es van escometre les obres de substitució de les comportes del sobreeixidor, així com altres obres de condicionament de la presa entre les que cal destacar la perforació de la galeria perimetral del marge esquerre, la prolongació en el terreny de la galeria alta i la reperforació d'alguns drens, així com un nou accés a la galeria baixa.

La tipologia de la presa de Sant Ponç és de gravetat amb secció tipus triangular i planta recta, amb una altura sobre fonaments de 59,50 m. El vèrtex teòric està a la cota 530 msnm, que correspon a la del Nivell Màxim Normal (NMN). Els talussos dels paraments són de 0,05 aigües amunt i de 0,76 aigües avall.
El material utilitzat va ser formigó en massa de ciment Pòrtland i formigó ciclopi. Per motius constructius la presa està dividida en vint blocs mitjançant dinou juntes dentades amb forma hexagonal, disposades a distàncies variables. Els blocs 1 i 20 corresponents als estreps, tenen un ample de 17,50 m. La resta presenta un ample de 15 o 16 m.

2.3 1ª REVISIÓ DE SEGURETAT DE LA PRESA (2004)

A la revisió de seguretat s'esmentava que als plànols hi figurava una quarta galeria d'inspecció però que en el Document XYZT del 1987 es relatava que "*La seva existència no s'ha pogut constatar en estar totalment taponat el seu accés des dels pous de reconeixement de les juntes*".
En l'àmbit de la revisió es va procedir al buidatge del pou de reconeixement amb la qual cosa es va constatar la seva existència.

Les conclusions de la primera revisió son resumidament les següents:

- Hi ha mancances a l'arxiu tècnic
- Problemes amb els accessos que es recomana millorar.
- A l'embassament esmenta problemes d'erosió diferencial que produeix la formació de blocs que semblen dispersos per l'embassament. Aquest problema és mes rellevant a la marge dreta.
- Filtracions acusades a la marge esquerre i en la vessant d'aigües avall i es recomana la seva automatització.
- La presa està recoberta amb una capa superficial de ciment que no permet veure l'estat del formigó, però s'observen bastantes filtracions que afecten a aquest recobriment.
- Es proposa la obtenció de mostres directes del cos de la presa per analitzar-les i determinar: les característiques resistents, permeabilitat, resistència al desgast i abrasió, variacions de temperatura i reacció davant agents externs.
- En referència al sistema d'auscultació el qualifica com a deficient i recomana la realització d'un projecte complet per instal·lar:
    - Aforadors
    - Mesuradors de juntes
    - Bases per a clinòmetres
    - Reperforació de drens i piezòmetres per analitzar les subpressions
    - Col·limació
    - Dispositius de control hidrològic i meteorològic amb evaporímetre
- En relació als desguassos qualifica l'estat del mig fons com a defectuós.
- En relació a la seguretat estructural es va realitzar un càlcul pel mètode dels elements finits. El més rellevant d'aquest càlcul és que el coeficient d'estabilitat accidental pel lliscament és de 1,14 (inferior al mínim recomanat de 1,2). No obstant, no es va considerar la cohesió i per tant es considera acceptable tot i que es recomana millorar el drenatge i investigar en les característiques reals dels materials constitutius de la presa.

2.4 INFORME ANUAL (2008)

- Es recomana canviar el nom al PEP els llindars dels aforadors AF-MITJADRETA i AF-BAIXA-DRETA i establir un nou llindar 0 d'emergència de l'aforador AF.ALTA-DRETA.
- Es recomana realitzar un seguiment continu de les filtracions a fi de controlar les anomalies detectades

2.5 2N REVISIÓ DE SEGURETAT DE LA PRESA (2009)

A la segona revisió es realitzen, resumidament, les següents conclusions i recomanacions:

- Es continua remarcant les mancances de l'arxiu tècnic i es recomana treballar en la seva millora
- Es remarca la manca de coneixement geotècnic i la manca de coneixement de dos dels tres paràmetres fonamentals del comportament: moviment i subpressions.
- Es recomana portar a terme actuacions en relació a la instal·lació d'equips d'auscultació hidràulica del fonament i vessants.
- Es recomana millorar l'impermeabilitzat del fonament i d'algunes zones del formigó
- Rehabilitar el sistema de drenatge
- Complementar el sistema d'auscultació
- Rehabilitar el bol
- En relació a l'auscultació:
    - Implantar xarxa de piezòmetres (prioritat alta)

- Extensòmetres de vareta per detectar moviments de la presa així com deformacions del fonament i alineacions de pèndols aprofitant els pous de juntes.(prioritat alta)
- Bases d'anivellació i col·limació en coronament. (prioritat mitja)
- Mesuradors de juntes.(prioritat mitja)
- Acceleròmetres (prioritat baixa)

2.6 INFORME DE DETERMINACIÓ DELS LLINDARS D'EMERGÈNCIA D'AUSCULTACIÓ DE LES PRESES DE SIURANA, BOADELLA, SAU, FOIX, LA BAELLS, SANT PONÇ I LA LLOSA DE CAVALL. 2017

En el moment de redacció de l'informe l'auscultació estava formada per:

- 10 aforadors (2 d'ells totalitzadors)
- 2 pèndols inversos
- 33 mesuradors de juntes externes
- 12 piezòmetres de corda vibrant

Amb les dades que es disposaven no va ser possible establir els llindars dels pèndols.

Es van escollir els següents aforadors: AF-G3B11, AF-G3B16-2, AF-G3B16-3

De les 33 juntes que disposa la presa s'han seleccionat 8 com a representatives, seleccionades segons la seva posició i apertura: JE_G1J04, JE_G1J07, JE_G1J13, JE_G1J16, JE_G1J19, JE_G2J06, JE_G3J16, JE_G4J112

Dels piezòmetres es van triar 3 com a representatius.

2.7 PROJECTE AUSCULTACIÓ 2005

El projecte d'auscultació redactat al 2005 proposava les següents mesures:

- Instal·lació de dos pèndols del tipus " pèndol invertit " que disposin de sensors per poder realitzar lectures de manera automàtica i transmetre la informació des de l'estació automàtica d'adquisició de dades i control
- Actualització del sistema d'anivellació i col·limació
- Implantació de sistema de mesurador de juntes tridimensionals.
- Bases per clinòmetres als blocs que van del 8 al 17.
- 4 nous aforadors.
- Piezòmetres
- Adequació elèctrica de baixa tensió
- Sistema d'adquisició de dades automàtiques
- Estació meteorològica

2.8 DOE DE REHABILITACIÓ DE LA XARXA DE DRENATGE I INJECCIONS DE JUNTES FREDES

Les obres es van realitzar a l'any 2019 i es van realitzar tasques d'injeccions, drenatge i auscultació. Es van iniciar el 2 de març de 2019 i es van recepcionar definitivament el 25 de Setembre de 2019.

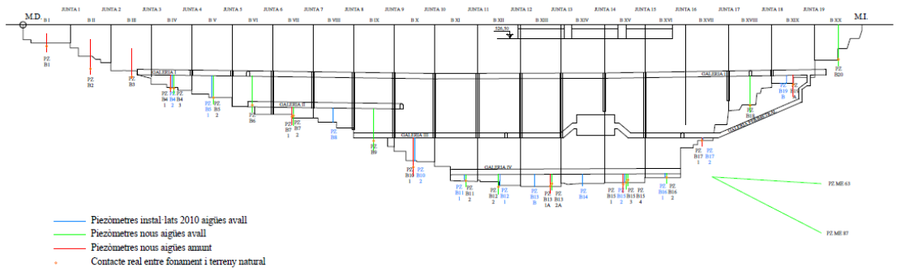
En relació a les injeccions, es van realitzar un total de 29 perforacions per a injectar amb extracció de testimonis de fins a 50 mm de diàmetre i fins a 15 m de fondària en els que es va injectar 5.170 kg de resina epoxi bicomponent.
Les perforacions realitzades al coronament de la presa es van inspeccionar amb càmera.
Es van perforar els blocs 18 i 17 i parcialment el 11, injectant-se exclusivament el 17 i 18.
Es va arribar a la quantitat de resina injectada prevista al projecte però encara s'observaven humitats en superfície.

En relació al drenatge, es van realitzar 82 perforacions de 80 mm de diàmetre amb extracció de testimoni fins a una fondària màxima de 30 m.

En relació a la auscultació es van instal·lar 25 piezòmetres de corda vibrant i 6 piezòmetres oberts en vessant. Els 25 piezòmetres de corda vibrant van requerir la perforació de 323,15 m de sondejos de fins a 50 mm amb extracció de testimoni fins a una fondària màxima de 30 m.

Els 6 piezòmetres oberts, van requerir la perforació de 132 m amb un diàmetre de 101 mm a rotopercusió.

També es van realitzar les conduccions necessàries per transmetre la es dades fins a una unitat d'adquisició de dades CAMPBELL.





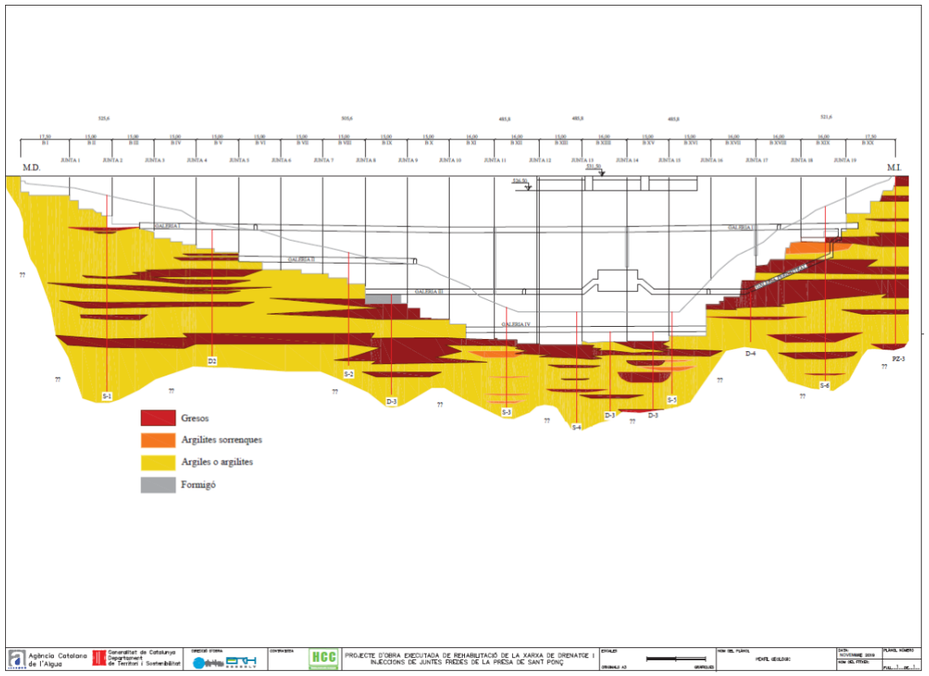
Piezòmetre	X	Y	Z
1	384470,426	4646521,847	488,060
3	384548,204	4646578,827	530,030
4	384604,861	4646605,385	538,280
5	384631,805	4646568,503	541,959
6	384583,279	4646523,621	539,827
7	384597,626	4646456,589	541,315

Imatge 1 Ubicació dels piezòmetres externs

Al projecte amb la informació obtinguda en els diferents sondejos (4 drens i un sondeig) realitzats a l'obra i la informació recopilada de l'obra (6 sondejos), s'elabora un perfil geològic de la tancada.

Un cop realitzat el perfil geològic a partir de la informació descrita anteriorment podem es conclou que:

- Observant els diferents sondeigs i drens, tant del projecte com dels treballs realitzats durant l'obra es clarifica la falta de concordança entre les diferents capes travessades que no permet deduir una estratificació generalitzada del terreny sota de la presa que aparentment es horitzontal.
- Principalment els gresos formen llantions assentats dins de les argiles i realment no formen una veritable estratificació.
- La falta de límits entre les argiles o argil·lites depenen de la seva compactació i els gresos fa que hi hagi trams que es comportin com a argiles sorrenques amb unes proporcions molt variables.
- Encara que la formació sigui principalment argilosa i per tant gaudeixi d'una certa impermeabilitat, la presencia d'aquest llantions de gresos, que al ser més rígids presenten més possibilitats de fracturació, esdevenen un pas preferent d'aigua com es pot veure actualment en la vessant esquerra (sentit aigües avall).



Imatge 2 Perfil geològic

2.9 PROJECTE D'ACCÉS A LA GALERIA IV

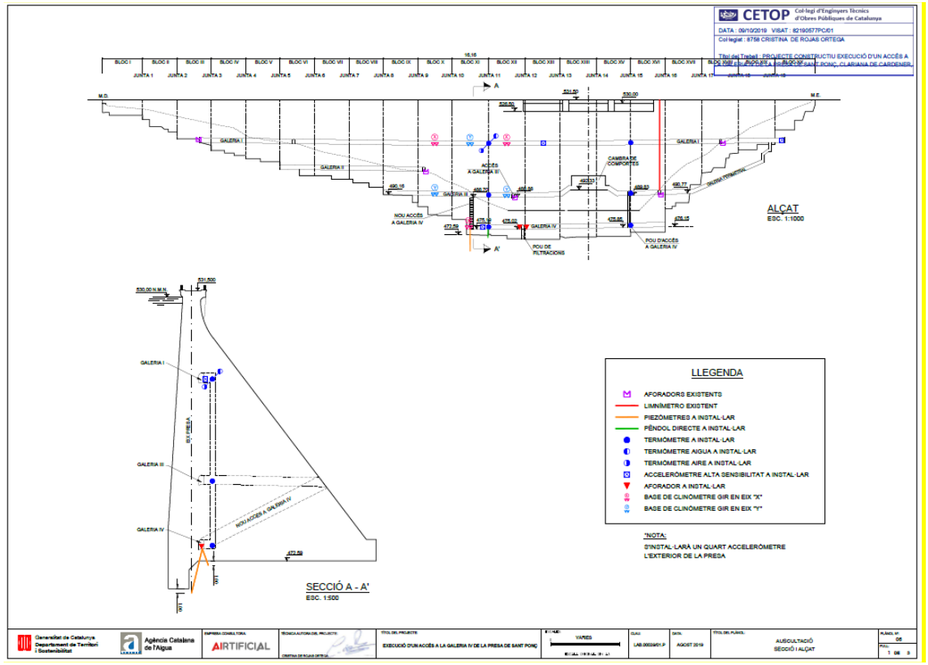
L'objecte del projecte és definir un accés a la galeria IV que en l'actualitat te un accés molt limitat que obliga a que es consideri espai confinat i per tant dificulta molt les tasques de manteniment.

El projecte incorpora unes millores d'auscultació per a controlar la presa durant l'execució de les obres.

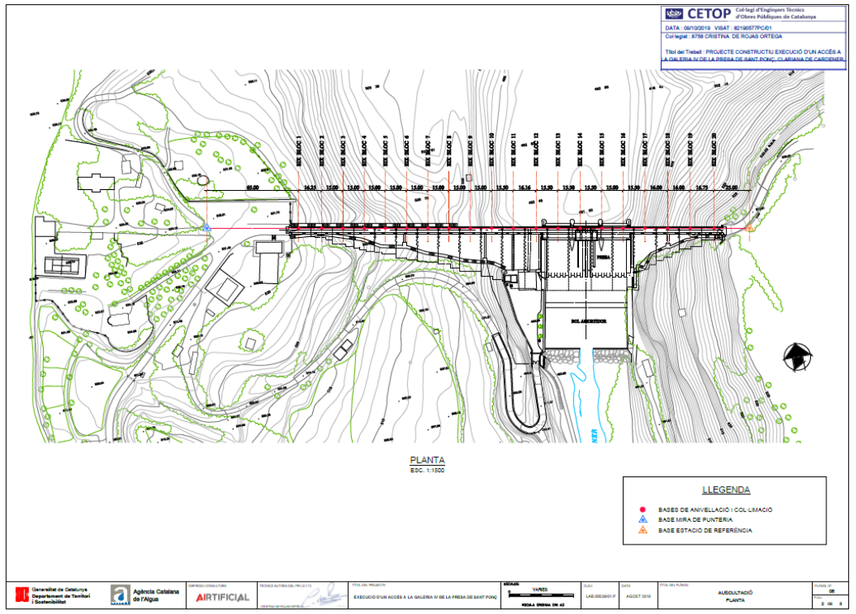
Els equips a instal·lar son els següents:

EQUIPAMENT D'AUSCULTACIÓ COMPLEMENTARI	
ELEMENT	**U.**
Piezòmetre corda vibrant	2
Termorresistència de platí PT100 (temperatura formigó)	6
Termorresistència de platí PT100 (temperatura aigua)	1
Termorresistència de platí PT100 (temperatura aire)	1
Aforador de paret prima i tall en V (Thompson) + ultrasons	2
Acceleròmetre alta sensibilitat+geòfon	3+1
Clinòmetres	3

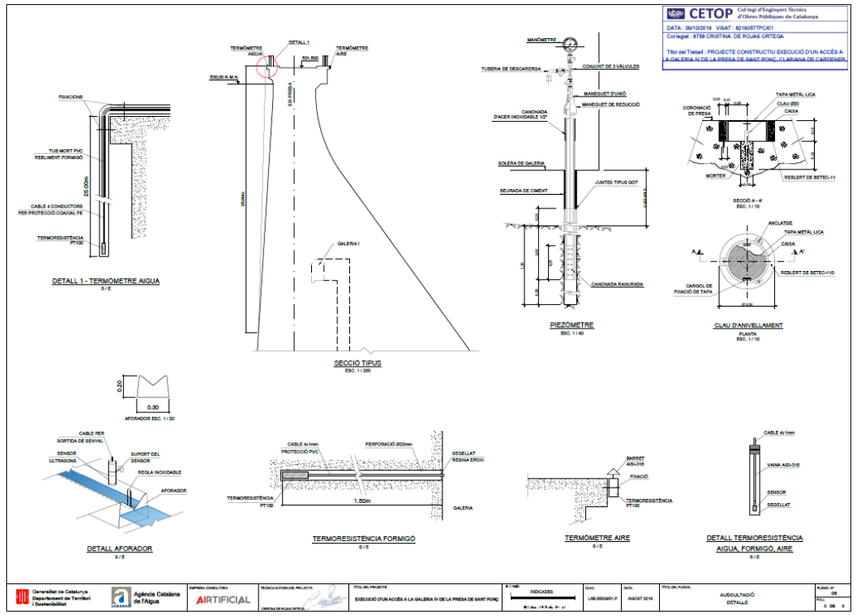
També s'incorpora auscultació topogràfica.



Imatge 3 Plànol d'auscultació proposada al projecte de la Galeria IV – Secció i alçat



Imatge 4 Plànol d'auscultació proposada al projecte de la Galeria IV – Planta



Imatge 5 Plànol d'auscultació proposada al projecte de la Galeria IV – Detalls

En la part Geològica del projecte , s'incorpora un document *"Interpretació de la testificació de sondejos a la presa de Sant Ponç i integració amb informació històrica per a la caracterització geològica de la tancada de la presa de Sant Ponç."* que data del 2010 al qual li manquen els annexos i plànols. No obstant, les seves conclusions son les següents:

- la presa es troba fonamentada sobre un massís constituït per margues i argil·lites compactes d'acceptables característiques tensodeformacionals, alternades amb nivells de gresos amb potències oscil·lants entre 7 m i pocs centímetres. Els bancs de gresos constitueixen un 30% del massís.
- La fracturació més important, cara a la mobilització i trencament d'algun dels mòduls de la presa, la constitueix la que es dóna als plans de contacte entre els gresos i les margues. Aquests formen plans d'inclinació inferior als 10º cabussant cap el Nord, és a dir aigües amunt de la presa. Aquest fet posa de manifest que és bastant improbable que es pugui donar el fenomen de ruptura i mobilització de la presa pels plans d'estratificació.
- hi ha 3 famílies de fractures o discontinuïtats. La família amb inclinació per sota de 10º correspondria a l'estratificació amb un espaiat de 20 a 60 cm. Les fractures entre 20 i 45º d'inclinació, correspondria a una segona família i la tercera, les fractures amb una inclinació subvertical, superior a 70º. Les fractures més importants es troben reomplertes d'argiles plàstiques, sent el coeficient de rugositat de les fractures, JRC, entre 8 i 14.
- Pel mode de fallada de la presa considerat es destaca un nivell d'argiles i margues toves amb nivells de gresos i amb fractures horitzontals i verticals que es pot, amb alguna incertesa, seguir a ambdós estreps de la falla, situat entre la cota 492,5 i 502,5 msnm. Això correspon a profunditats sota la fonamentació de la presa, considerades crítiques, de 2 metres en el mòdul V i d'1 metre, en el mòdul VI.
- Tot i que, al calcular l'estabilitat de la presa s'aconsella, per posar-se del costat de la seguretat, considerar els diferents mòduls de la presa independents, el fet que a Sant Ponç tenim els mòduls travats entre sí, fa augmentar el seu coeficient de seguretat, impedint, en certa mesura, el moviment d'un bloc aïllat.
- De les dades obtingudes en la auscultació que va efectuant l' Agència Catalana de l'Aigua, i amb el coneixement de resultats provisionals sembla que es registren subpressions per sobre del llindar de màxims admissibles, només en l'estrep dret, per això, es recomanaria, finalment, intensificar l'auscultació de la presa sota la seva fonamentació en els nivells indicats del mòdul V i VI, per a ser considerats els més crítics. Aquesta auscultació es proposa amb piezòmetres de corda vibrant situats entre 2 i 12 m de profunditat, per a controlar les subpressions. La comparació amb el valor de la resistència al tall sobre mostres obtingudes de sondejos o en estimacions que es puguin fer seguint la formulació que s'indica en el present informe ens poden donar idea de la magnitud del problema que es planteja. En tot cas, es podria aconsellar, una intervenció preventiva d'aquest nivell amb injeccions d' impermeabilització, o augmentar el potencial de drenatge per a disminuir les subpressions.

2.10 PROJECTE CAMÍ PERIMETRAL

L'objecte específic d'aquest projecte és el disseny, descripció i valoració de les obres necessàries per a dur a terme la "Rehabilitació del camí perimetral de la presa de Sant Ponç". No obstant, també incorpora en el seu àmbit el talús de la marge esquerra que presenta una meteorització important.

En aquest sentit, explicita: *"en el talús del marge esquerre adjacent al vol esmorteïdor de la presa, existeix un risc per despreniment de petits fragments de roca, a causa de la meteorització de les capes més erosionables que els fan de sustentació, arran de l'escorrentiu superficial d'aigua que discorre per la part superior del talús i que escola directament en la cara frontal del mateix adjacent al vol esmorteïdor"*.

No obstant, a l'estudi geotècnic no hi ha cap referència a aquest vessant, més enllà d'una referència genèrica.

Les tasques a projectades en el talús son el saneig del talús, així com la construcció de dues cunetes longitudinals de guarda, per a recollir tota l'aigua que actualment discorre fins al cap de la cara frontal del talús.

La primera d'elles es situarà paral·lela al cap del talús, a una distància de cinc metres per damunt del mateix, una vegada esbrossada tota la superfície compresa entre el cap del talús i la nova cuneta (60 ml longitud x 5 m d'amplada).ç

La segona cuneta se situarà paral·lela a l'anterior, a una distància de 10 metres per damunt de la mateixa.

Ambdues cunetes, de secció trapezoïdal i secció útil 2,00/1,00 m d'amplada i 1,00 m de fondària, sense revestir, s'uniran en un únic baixant prefabricat, al final del qual s'ha projectat un bol esmorteïdor d'aigua de formigó armat.

2.10.1 Projecte bol esmorteïdor

El projecte consisteix en la millora del bol esmorteïdor de la presa. Per a l'estudi del fonament del bol es va realitzar un sondeig en el propi bol esmorteïdor.

El sistema d'auscultació queda recollit en els plànols d'auscultació que manté l'equip d'explotació de l'Agencia Catalana de l'Aigua.

S'ha realitzat una inspecció de tots ells i s'ha analitzat les dades disponibles. A l'annex 2 d'aquest document es recull un informe de l'estat de l'auscultació.

2.10.2 Control d'accions externes a la presa.

2.10.2.1 Nivells d'embassament

Es realitza tant a través d'una escala adossada a el parament d'aigües amunt, com a través d'un mesurador de precisió, amb adquisició de lectures automatitzada.

2.10.3 Variables de control de la estructura

A continuació es descriuen els diferents sensors de control instal·lats a la presa, fent una verificació del seu estat d'operativitat atenent a les revisions periòdiques i la comprovació de la coherència de les seves mesures.

2.10.3.1 Temperatura del formigó

No hi ha sensors de temperatura del formigó

2.10.3.2 Control intern de las juntes de retracció i fissures

No hi ha sensors de control intern de les juntes i fissures.

2.10.3.3 Control extern de las juntes de retracció i fissures

Existeixen 33 mesuradors de juntes bidimensionals

2.10.3.4 Desplaçaments horitzontals absoluts

Existeixen 2 pènduls directes que van ser automatitzats però els sensors actualment no funcionen.

2.10.3.5 Deformacions unitàries del formigó

No existeixen extensòmetres en el formigó.

2.10.3.6 Deformacions unitàries del fonament

No existeixen sensors per detectar les deformacions unitàries del fonament.

2.10.3.7 Subpressions i nivells piezomètrics del fonament

Entre el 2017 i 2019 s'han instal·lat 37 piezòmetres de corda vibrant.

2.10.4 Automatització, transmissió i control de les dades

Els sensors automatitzats estan connectats a 1 unitats d'adquisició de dades (UAD) situada a la cambra dels desguassos.

L'equip instal·lat a les UAD son:

- Datalogger Campbell Scientific CR6
- Multiplexor Campbell Scientific AM16/32B
- Font d'alimentació amb bateria de suport

Els dataloggers estan connectats a l'actual xarxa de fibra òptica via Ethernet per a que les dades arribin als ordinadors de la casa d'administració.

3 TOPOGRAFÍA

Tots els treballs a projectar es realitzen dintre de la presa, llevat de la ubicació dels piezòmetres externs i el cablejat per captar les dades, i es disposa de la suficient documentació topogràfica de les mateixes, amb una àmplia col·lecció de plànols que defineixen amb un grau de detall suficient per a la realització del projecte.

Dintre de les tasques de redacció del projecte s'han realitzat tasques de comprovació de la ubicació d'alguns elements rellevants per a l'execució de les obres.

4 GEOLOGÍA I GEOTÈCNIA

A l'arxiu tècnic de la presa es disposa de bastant informació de la geologia de la tancada. Destaca la informació geològica, extreta dels projectes recopilats i analitzats en l'apartat 4 d'aquest informe. En particular:

- DOE de rehabilitació de la xarxa de drenatge
- Projecte d'accés a la galeria IV
- Projecte d'accés al camí perimetral
- Projecte del bol esmorteïdor.

Finalment, s'ha realitzat una inspecció a la presa per a analitzar el seu entorn i en particular l'estat de les diferents vessants.

ANNEX 3
CARTOGRAFIA I TOPOGRAFIA

1 INTRODUCCIÓ 3

2 CARACTERÍSTIQUES TÈCNIQUES 3

3 TREBALLLS REALITZATS..... 3

4 LLISTAT DE COORDENADES..... 3

PLÀNOLS 6

1 INTRODUCCIÓ

Per a la realització del projecte d'execució d'ampliació i millora de l'auscultació de la presa de Sant Ponç, s'ha realitzat l'aixecament topogràfic de l'àmbit d'actuació del projecte, el dia 2 d'Agost de 2021.

Concretament es va realitzar l'aixecament d'una part del vessant dreta de la presa. L'àmbit és el senyalitzat a la imatge.



L'aixecament va recollir a més a més dels punts que defineixen el relleu, els arbres i els afloraments rocosos més significatius.

2 CARACTERÍSTIQUES TÈCNIQUES

Sistema de referència ERTS89/00, coordenades UTM Fus31 N i cota ortomètrica. La cota obtinguda a la coronació va ser de 530.07 m, l'aixecament es va adaptar a la cota de coronació definida a la presa que es de 531.5 m.

Aparells utilitzats:

- Receptor GPS Leica System500
- Estació total Leica 1201+

Software:

- Càlcul de les bases GPS. Leica Infinity
- Ajust de les coordenades. monCalc10
- Corbat: TCP

3 TREBALLLS REALITZATS

Els treballs realitzats es diferencien entre treballs de camp i de gabinet.

Treballs de camp:
Hi ha dues fases dels treballs de camp.

- Enllaç amb la xarxa Geodèsica: Mitjançant bases GPS mesures d'estació total entre el vèrtex de la XdOI (adjunto ressenya) i les estacions fiducials SONA, SBAR i BELL.
- Radiació del punts de l'aixecament: La radiació dels punts de l'aixecament es va realitzar amb estació total, des de estacionaments que formen una poligonal.

4 ERRORS MÀXIMS

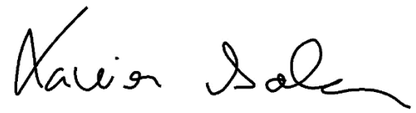
L'error màxim relatiu dels punts radiats és de 4 cm en planimetria (X i Y) i de 2 cm en altimetria (Z).

5 LLISTAT DE COORDENADES

Punt	x	y	H
1000	384531.384	4646580.073	522.276
1001	384534.587	4646579.372	523.887
1002	384533.908	4646575.798	524.921
1003	384531.397	4646580.068	522.286
1004	384534.432	4646579.334	523.723
1005	384533.985	4646575.778	523.425
1006	384530.227	4646578.359	522.738
1007	384540.384	4646577.962	527.485
1008	384537.713	4646572.665	527.003
1009	384537.305	4646567.644	526.451
1010	384539.001	4646569.672	526.833
1011	384539.874	4646571.500	527.237
1012	384543.232	4646577.085	528.705
1013	384545.799	4646576.425	529.879
1014	384544.525	4646574.107	530.161
1015	384543.356	4646569.901	530.048
1016	384540.802	4646567.576	529.384
1017	384543.132	4646565.488	530.026
1018	384541.854	4646557.989	529.871
1019	384539.653	4646555.295	529.796
1020	384539.587	4646550.873	528.981

1021	384540.450	4646550.856	529.024
1022	384541.869	4646554.573	530.094
1023	384543.233	4646559.821	530.230
1024	384544.231	4646565.417	530.141
1025	384544.684	4646571.017	530.132
1026	384545.454	4646574.102	530.248
1027	384546.884	4646576.383	530.054
1028	384544.317	4646576.054	529.497
1029	384540.302	4646565.079	528.141
1030	384542.170	4646564.813	528.832
1031	384540.977	4646557.746	528.724
1032	384537.780	4646555.119	527.243
1033	384539.863	4646561.958	528.069
1034	384539.907	4646567.738	527.648
1040	384537.435	4646567.993	526.703
1041	384536.078	4646571.196	525.961
1042	384537.156	4646565.510	526.978
1043	384539.011	4646565.085	527.159
1044	384537.065	4646562.881	526.385
1045	384536.076	4646559.048	525.336
1046	384533.958	4646559.747	524.157
1047	384535.365	4646554.075	525.084
1048	384532.069	4646552.216	523.691
1049	384530.914	4646558.037	522.646
1050	384529.877	4646561.201	521.882
1051	384529.012	4646563.596	522.429
1052	384531.798	4646565.928	523.400
1053	384532.244	4646569.678	522.647
1054	384528.987	4646569.636	521.333
1055	384531.802	4646573.634	522.475
1056	384533.650	4646573.587	524.204
1057	384530.087	4646572.445	522.088
1058	384530.561	4646569.819	522.211
1059	384530.202	4646567.247	522.605
1060	384528.520	4646563.748	522.240
1061	384528.501	4646559.429	521.797
1062	384528.832	4646554.335	521.900
1063	384527.659	4646549.480	521.009
1064	384527.732	4646557.489	520.487
1065	384527.295	4646561.735	520.680
1066	384525.441	4646563.204	519.983
1067	384525.197	4646568.253	519.726
1068	384526.273	4646572.043	519.885
1069	384524.124	4646576.536	518.836
1070	384524.098	4646579.697	519.292
1071	384523.313	4646574.497	518.633
1072	384523.509	4646571.836	519.258
1073	384526.663	4646565.988	521.323
1074	384523.771	4646567.219	519.302
1075	384523.846	4646560.375	519.418
1076	384522.641	4646559.218	518.657
1077	384522.582	4646555.577	518.321
1078	384521.573	4646549.757	517.992
1079	384519.117	4646550.973	517.255
1080	384516.524	4646548.301	516.328
1081	384511.563	4646548.911	515.464
1082	384510.432	4646546.589	514.195
1083	384510.475	4646548.430	514.514
1084	384514.666	4646546.221	515.428
1085	384513.800	4646549.476	515.541
1086	384520.858	4646546.995	517.671
1087	384519.811	4646544.551	518.017
1088	384515.865	4646544.685	516.501
1089	384511.703	4646545.111	515.572
1090	384512.527	4646544.457	515.929
1091	384514.237	4646542.312	515.611
1092	384515.972	4646543.216	516.229
1093	384511.954	4646537.409	513.421
1094	384506.897	4646531.415	512.061
1095	384510.747	4646531.258	512.992
1096	384505.553	4646529.225	511.936
1097	384504.441	4646537.144	511.774
1098	384503.523	4646542.925	511.775
1099	384504.170	4646548.536	511.317
1100	384505.044	4646545.362	512.053
1101	384507.510	4646546.776	512.585
1102	384506.055	4646540.308	512.206
1103	384508.127	4646536.410	512.240
1104	384511.444	4646541.918	514.005
1105	384510.302	4646543.565	513.426
1106	384508.618	4646541.268	512.623
1107	384509.008	4646545.077	513.130

1108	384509.888	4646547.241	513.211
1109	384508.420	4646549.314	512.355
1110	384508.590	4646554.485	512.395
1111	384511.593	4646553.963	513.423
1112	384512.238	4646557.836	513.369
1113	384514.735	4646553.673	514.261
1114	384518.834	4646554.732	515.252
1115	384517.864	4646553.490	515.610
1116	384517.660	4646559.066	514.973
1117	384517.083	4646561.931	515.129
1118	384519.718	4646563.941	517.247
1119	384518.160	4646567.579	516.523
1120	384519.059	4646570.697	516.571
1121	384520.832	4646567.994	517.895
1122	384523.431	4646571.863	518.996
1123	384523.231	4646574.490	518.651
1124	384513.300	4646563.384	513.346
1125	384512.401	4646568.082	513.065
1126	384513.143	4646571.667	512.880
1127	384513.661	4646573.695	512.444
1128	384511.454	4646571.244	512.896
1129	384510.925	4646566.772	512.813
1130	384515.337	4646567.201	514.511
1131	384515.234	4646570.329	514.498
1132	384513.374	4646568.773	514.267
1133	384511.362	4646562.137	512.974
1134	384509.749	4646559.215	511.988
1135	384505.458	4646553.008	511.182
1136	384506.767	4646557.251	511.503
1137	384528.908	4646547.885	521.820
1138	384530.613	4646546.818	522.447
1139	384531.291	4646546.792	522.738
1140	384527.264	4646545.041	521.081
1141	384521.181	4646544.649	518.360
1200	384509.843	4646574.530	511.028
1201	384508.648	4646570.752	510.370
1202	384507.204	4646566.009	510.036
1203	384507.055	4646561.380	510.279
1204	384506.745	4646557.888	510.410
1205	384505.834	4646558.182	510.315
1206	384505.651	4646559.310	510.564
1207	384504.412	4646560.544	509.602
1208	384503.623	4646557.288	509.809
1209	384502.412	4646557.033	509.537
1210	384502.217	4646560.146	509.530
1211	384505.286	4646564.566	510.073
1212	384507.614	4646570.944	510.064
1213	384510.830	4646566.827	512.360
1214	384517.464	4646578.099	515.748
1215	384522.010	4646579.420	518.651
1216	384523.942	4646579.645	519.243



Xavier Soler Serra
Enginyer Tècnic en Topografia. Col·legiat nº: 3115
C\ Àncora, 18 baixos. Vilanova i la Geltrú – 08800 (Barcelona)
Telf: 93 815 90 57.

PLÀNOLS

531.64

525

533.81

535

489.75

OBRAS

480.56

98

483.65

P.A. 13

Poste elèctric

Topografia
1:500

Cartografia CEDEX
1:500

Generalitat de Catalunya
Departament d'Acció Climàtica, Alimentació i Agenda Rural

Agència Catalana de l'Aigua

EMPRESA CONSULTORA:
PGR consultores

TÈCNIC AUTOR DEL PROJECTE:
CARLOS AGUILAR MORENO
ENGINYER DE CAMINS, CANALS I PORTS. Número de Col·legiat. 17958

TÍTOL DEL PROJECTE:
AMPLIACIÓ I MILLORA DEL SISTEMA D'AUSCULTACIÓ DE LA PRESA DE SANT PONÇ

ESCALES:
E:

CLAU:
LAB.00707/01.P

DATA:
AGOST 2021

TÍTOL DEL PLÀNOL:
CARTOGRAFIA I TOPOGRAFIA
VESSANT ESQUERRA

PLÀNOL Nº:
AX03

FULL:
AX03DE

ÍNDEX

1 INTRODUCCIÓ 3

2 ESTUDI D'ALTERNATIVES 3

2.1 ALTERNATIVES PLANTEJADES 3
2.1.1 Control de desplaçaments 3
2.1.2 Control de moviments de les juntes 3

2.2 Control de girs 4
2.2.1 Control d'anivellació i de col·limació 4
2.2.2 Control sísmic 4

2.3 ASPECTES ANALITZATS 4
2.3.1 Rellevància de la informació obtinguda per a l'anàlisi del comportament de la presa 4
2.3.2 Manteniment de les instal·lacions 4
2.3.3 Explotació 5
2.3.4 Pressupost 5

3 ANÀLISI MULTICRITERI 5

4 SOLUCIÓ ADOPTADA 6

4.1 Filtracions 6

4.2 Determinació de moviments 6
4.2.1 1.2.1 Auscultació Topogràfica 6
4.2.2 Mesuradors de juntes 6
4.2.3 Pèndols 6

4.3 Auscultació sísmica 7

4.4 Auscultació de la vessant esquerra 7

4.5 Automatització 7

5 ANÀLISI D'ALTERNATIVES DELS PROCESSOS CONSTRUCTIUS 7

5.1 MÈTODE D'EXECUCIÓ DE LES PERFORACIONS DELS PÈNDULS INVERSOS 7
5.1.1 Alternativa A1.1: Perforació des de la galeria IV 7
5.1.2 Alternativa A1.2: Perforació des de coronament 7
5.1.3 Solució escollida 8

1 INTRODUCCIÓ

En el present Annex es presenten les alternatives considerades per tal de dur a terme els treballs necessaris d'ampliació i millora del sistema d'auscultació de la presa de Sant Ponç.

D'acord amb la situació actual de la presa (descrita a l'Annex 2) i d'acord amb els treballs d'inspecció realitzats es presenta en primer lloc un diagnòstic de les necessitats detectades (Apartat 2) per a donar després les alternatives d'actuació i la corresponent solució adoptada.

2 ESTUDI D'ALTERNATIVES

2.1 ALTERNATIVES PLANTEJADES

Donat que l'Agència Catalana de l'Aigua te estandarditzat els sensors a instal·lar en les preses, una vegada definides les variables a controlar amb el sistema d'auscultació, les diferents alternatives a considerar en el projecte consistiran en la ubicació dels diferents sensors, el procediment de construcció i el sistema de transmissió de les senyals.

L'anàlisi d'alternatives s'ha dividit en els següents apartats:

- Control de desplaçaments.
- Control de moviments de les juntes
- Control de girs.
- Control d'anivellació i de col·limació.
- Control sísmic i d'acceleracions.

2.1.1 Control de desplaçaments

El control de desplaçament proposat per a la presa de Sant Ponç consisteix en la instal·lació de pènduls invertits (per obtenir els desplaçaments horitzontals) i auscultació topogràfica (per obtenir els desplaçaments absoluts).

L'auscultació topogràfica queda definida segons l'estandardització de l'Agència Catalana de l'Aigua i per tant l'anàlisi d'alternatives queda reduïda a la ubicació dels pènduls invertits.

Es proposen les següents alternatives:

- A1. Mantenir els pènduls directes i ubicar dos pènduls invertits addicionals.
- A2. Substituir els pènduls directes per pènduls invertits.

2.1.2 Control de moviments de les juntes

El control de moviments de les juntes es pot realitzar o be amb sensors embeguts en el formigó durant la construcció de la presa o be amb mesuradors en superfície de control unidireccional, bidireccional o tridireccional.

En la presa de Sant Ponç no existeixen sensors embeguts al formigó però sí que existeixen mesuradors en superfície bidireccionals.

La alternativa a considerar seria:

- B1: Mantenir els mesuradors existents
- B2: Substituir els mesuradors per tridireccionals

2.2 Control de girs

Els girs respecte als eixos horitzontals es mesuren amb clinòmetres i també amb sistemes d'anivellació o amb auscultació topogràfica.

Es proposen les següents alternatives:

- C1: Instal·lació de clinòmetres
- C2: Utilització d'auscultació topogràfica.

2.2.1 Control d'anivellació i de col·limació

L'auscultació topogràfica queda definida segons l'estandardització de l'Agència Catalana de l'Aigua. El sistema consisteix en col·locar punts de referència a coronament de la presa i prismes de referència en punts fixes que no estan afectats per la presa.

Amb un sistema semiautomatitzat, mitjançant una estació total robotitzada de precisió, es realitzen estacionaments per mesurar els diferents punts i el sistema calcula els desplaçaments de les estructures a controlar.

2.2.2 Control sísmic

Per al control sísmic de la presa s'instal·laran tres acceleròsgrafs. Segons les recomanacions tècniques dels fabricants, aquests han d'ubicar-se en: contacte presa-fonaments, coronament de la presa, en l'exterior de la presa.

Es proposen dos combinacions d'ubicació diferents.

2.3 ASPECTES ANALITZATS

Per a escollir cadascuna de les diferents alternatives, s'han utilitzat tres criteris.

2.3.1 Rellevància de la informació obtinguda per a l'anàlisi del comportament de la presa

Per a cadascuna de les alternatives es valora de 0 a 5, la rellevància de la informació obtinguda amb cadascuna de les alternatives. Significant 0 que la informació obtinguda és res rellevant i 5 que és informació vital.

Per a realitzar aquesta valoració s'ha tingut en compte:
- Informes de comportament de la presa i revisions de seguretat
- Experiència de l'autor

2.3.1.1 Control de desplaçaments

Es considera que la informació obtinguda de les dues alternatives és pràcticament la mateixa i es considera molt rellevant.

A l'alternativa A1, es tindria més informació que a la alternativa A2, però els pènduls directes donen una informació de moviments relatius mentre que el pènduls invertits donen informació de moviments absoluts.

2.3.1.2 Control de moviments de les juntes

Es considera que la alternativa B2 dona informació més acurada que els actuals mesuradors de juntes. Aportant una dimensió més que els moviments mesurats a l'alternativa 1.

2.3.1.3 Control de girs

L'alternativa C1, pot donar una informació amb més freqüència que l'alternativa C2. No obstant, aquest control no està considerat dintre dels sensors del pla d'emergència i per tant es considera que aporta poca més informació que la definida a l'alternativa C2.

2.3.1.4 Control sísmic

L'alternativa D1 es considera que dona millor informació que l'alternativa D2.

2.3.2 Manteniment de les instal·lacions

Per a cadascuna de les alternatives es valora de 0 a 5 en funció del manteniment requerit de cadascuna de les alternatives. El valor "0" implica que l'alternativa requereix un manteniment molt intens i "5" que pràcticament no requereix manteniment.

2.3.2.1 Control de desplaçaments

L'alternativa A1 requereix pràcticament el doble de manteniment que l'alternativa A2.

2.3.2.2 Control de moviments de les juntes

Cap de les alternatives requereix pràcticament manteniment.

2.3.2.3 Control de girs

L'alternativa C1, requerirà major manteniment, doncs l'alternativa C2 també en serveix per a mesurar el moviments absoluts.

2.3.2.4 Control sísmic

Requereixen el mateix grau de manteniment.

2.3.3 Explotació

En aquest apartat es valora l'increment de tasques a realitzar per l'equip d'explotació. El valor "0" implica que l'alternativa requereix tasques per part de l'equip d'explotació molt intenses o dificultoses i "5" que pràcticament no pràcticament no requereixen tasques.

2.3.3.1 Control de desplaçaments

L'alternativa A1 requereix més tasques que l'alternativa A2.

2.3.3.2 Control de moviments de les juntes

Les tasques son semblants.

2.3.3.3 Control de girs

L'alternativa C1, requerirà més tasques, doncs l'alternativa C2 també en serveix per a mesurar el moviments absoluts i per tant no impliquen tasques addicionals.

2.3.3.4 Control sísmic

Requereixen les mateixes tasques.

2.3.4 Pressupost

En aquest apartat, per cadascun dels grups d'anàlisi d'alternatives és donarà 5 punts a l'alternativa més barata i la puntuació de la resta es realitza inversament proporcional.

En l'únic grup on el pressupost s'ha hagut d'estimar ha estat en el del "Control de desplaçament" i els pressuposts estimats han estat els següents:

	A1	A2
TOTAL	**152.163,11 €**	**122.591,11 €**
Execució Pènduls Invertits	81.019,11 €	81.019,11 €
Sensors automàtics	39.200,00 €	19.600,00 €
Coordinòmetres	19.944,00 €	9.972,00 €
Altres	**12.000,00 €**	**12.000,00 €**

3 ANÀLISI MULTICRITERI

En base als criteris de disseny establerts, s'adjunta a continuació una taula resum de l'anàlisi multicriteri realitzat per a escollir l'alternativa que es considera més adient.

Per donar més robustesa a l'anàlisi s'ha considerat tres escenaris diferents, on els diferents criteris de mesura tenen diferents pesos.

- Igual importància de cadascun dels criteris de caracterització
- Pes més important de la part econòmica.
- Pes més important de la solució funcional.

DETERMINACIÓ DE PESOS			
	P1 (Igual importància de criteris)	P2 (major pes de la solució econòmica)	P3 (major pes la solució funcional)
Rellevància de la informació	1	0,5	1
Manteniment	1	0,5	1
Explotació	1	0,5	1
Pressupost	1	1	0

A la següent taula queda resumit l'anàlisi multicriteri

Grup	Alternativa	Rellevància de la informació	Manteniment	Explotació	Pressupost	P1	P2	P3
Control desplaçaments	A1	5	3	4	4	16	10	12
	A2	4	5	5	5	**19**	**12**	**14**
Moviments juntes	B1	3	5	3	5	**16**	**11**	11
	B2	5	5	3	0	13	7	**13**
Control de Girs	C1	5	2	4	0	11	6	11
	C2	3	5	4	5	**17**	**11**	**12**
Control Sísmic	D1	5	2	2	5	**14**	**10**	**9**

D2	4	2	2	5	13	9	8

D'aquest anàlisi queda clar que:

- Control de desplaçaments: la opció més adequada en tots els escenaris els la **A2**
- Moviments de Juntes: La B2 es la millor opció, si es considera únicament la funcionalitat, però el seu avantatge no sembla compensar el cost.
- Control de Girs: la opció més adequada en tots els escenaris es la **C2**
- Control Sísmic: la opció més adequada en tots els escenaris es la **D1**

4 SOLUCIÓ ADOPTADA

El treballs inclosos comprenen:

4.1 Filtracions

Es realitzen 2 aforadors a la galeria IV per quantificar les filtracions a aquesta galeria.

Es renoven els sensors dels aforadors existents.

S'automatitzen la totalitat del aforadors.

4.2 Determinació de moviments

4.2.1 1.2.1 Auscultació Topogràfica

S'incorpora auscultació topogràfica consistent en:

- 12 prismes d'auscultació
- 16 bases d'auscultació
- 1 Estació total robotitzada
- Posada en marxa de l'auscultació topogràfica i formació en topografia pel personal de la presa

4.2.2 Mesuradors de juntes

S'automatitzen els 8 mesuradors de juntes associats al Pla d'emergència:

- JE_G1J4
- JE_G1J7
- JE_G1J13
- JE_G1J16
- JE_G1J19
- JE_G2J6
- JE_G3J16
- JE_G4J12

4.2.3 Pèndols

Es substitueixen els pèndols directes existents per dos pèndols inversos situats en les Juntes J-11 i J15. Aquesta substitució consisteix en:

- 2 Perforacions de 20 m de profunditat en roca de diàmetre mínim de 110 mm

- 2 Ancoratge de fil i instal·lació de flotador en la galeria I
- 6 noves estructures en acer inoxidable per a col·locar coodinòmetres
- 4 coordinòmetres automàtics situats a les galeries I i IV.
- 1 equip òptic de mesura pènduls per a mesura manual

4.3 Auscultació sísmica

- 4 acceleròmetres automàtics (3 dintre de la presa i 1 exterior)

4.4 Auscultació de la vessant esquerra

Per a controlar el possible esllavissament del marge esquerra es realitzaran:

- 2 perforacions per a col·locació de la instrumentació
- 1 extensòmetre de varetes
- 1 piezòmetre de corda vibrant en nova perforació.
- 1 inclinòmetre
- Substitució de 6 piezòmetres de corda vibrant

4.5 Automatització

L'automatització consistirà en:

- Cablejat dels nous sensors
- Ampliació dels armaris de registre i comunicació existents
- Armari centralitzador per a realitzar les mesures manuals dels piezòmetres
- Servidor en les instal·lacions de la presa
- Software i posada en marxa

5 ANÀLISI D'ALTERNATIVES DELS PROCESSOS CONSTRUCTIUS

A l'Annex 12 del present projecte, *Processos constructius i organització de l'obra*, s'exposen amb detalls els procediments d'execució dels diferents treballs a dur a terme.

No obstant, en aquest annex s'estudia les alternatives del mètode d'execució dels pènduls invertits.

5.1 MÈTODE D'EXECUCIÓ DE LES PERFORACIONS DELS PÈNDULS INVERSOS

Les perforacions dels pènduls inversos, segons la Guia Tècnica d'Auscultació del Comité de Grans Preses, ha de ser de 1/3 de l'alçada de la presa. Així doncs s'estableix que la profunditat de la perforació des del contacte ha de ser de 20 m.

El diàmetre de la perforació ha d'assegurar que el cable instal·lat tingui un moviment totalment lliure. Aquest diàmetre, per tant, és funció de l'amplitud dels moviments de la presa i de la capacitat d'alineació de la perforació.

Per a l'execució de les perforacions dels pènduls inversos s'han considerat dos opcions:

- Perforació des de coronament
- Perforació des de la galeria

5.1.1 Alternativa A1.1: Perforació des de la galeria IV

La primera de les alternatives considerades ha estat la perforació des de la galeria IV. Per a aquesta alternativa, la maquinaria utilitzada ha de poder encabir-se dintre de la galeria IV.

La galeria IV te unes dimensions de 2,00 m d'alçada i 1,2 m d'amplada, però el seu accés actualment es realitza per un pou de ventilació situat a la Junta 15 de 1,04 m de diàmetre.

Dintre d'aquesta alternativa es pot utilitzar la següent maquinària per a fer la perforació:

- Màquines de perforació per rotació (tipus HILTI)

Els avantatges d'aquesta tècnica son:

- No requereix perforar la presa més enllà de l'estrictament necessari
- Extracció de testimoni per a comprovar les seves característiques tècniques
- Maquinaria elèctrica que no emet gasos
- Maquinaria de precisió que permet ajustar molt els desviaments.

Els desavantatges son:

- Menor rendiment que la maquinaria a rotopercusió
- No s'aconsegueixen diàmetres majors a 135 mm
- Dificultat d'exterure més enllà de 20-30 m per a diàmetre de 110.

5.1.2 Alternativa A1.2: Perforació des de coronament

La segona alternativa seria la perforació amb maquinària de rotopercusió.

Consistiria en perforar la presa des de coronament fins arribar al pou de ventilació de cadascuna de les ubicacions. Una vegada arribat al pou de ventilació s'entubaria fins a arribar al punt de perforació inicial a la galeria IV des d'on s'instal·larien centradors per a aconseguir la major verticalitat possible.

Una de les perforacions ha de realitzar-se des del pont del sobreixidor i ha de travessar el parament al sobreeixidor. S'ha comprovat que es pot perforar en el pont sense afectar a les vigues del mateix.

L'altre perforació no te cap inconvenient, més enllà de que es requeriria una estructura auxiliar per a poder localitzar adequadament la perforadora.

Posteriorment a l'execució de la perforació s'ha de segellar la perforació realitzada al cos de presa (sobretot la situada al sobreeixidor)

Els avantatges d'aquesta tècnica son:
- Al utilitzar maquinaria més gran s'obtenen rendiments més alts
- S'aconsegueixen diàmetres superiors
- Permet profunditats molt grans

Els desavantatges son:
- Es perfora el parament de la presa
- S'inutilitza el sobreeixidor durant les obres.
- Menys control sobre les desviacions

5.1.3 Solució escollida

Donat que es viable la perforació des de galeria i es tenen experiències similars recents satisfactòries recents, s'escull l'alternativa A.1.1

ANNEX 5
GEOLOGIA I GEOTECNIA

C. València, 1 subsol local 12
08015 Barcelona
t. 93 226 33 25
f. 93 228 26 27
estudis@geomar.cat
www.geomar.cat

ANNEX DE GEOLOGIA I GEOTECNIA

PROJECTE	**Projecte d'ampliació i millora del sistema d'auscultació de la presa de Sant Ponç. TM Clariana de Cardener. Comarca del Solsonès**
Situació	Embassament de Sant Ponç. TM Clariana de Cardenerl
Referència GEOMAR	1185-21
Client	PGR CONSULTORES, S.L.
Data	18 d'agost de 2021

C. València, 1 subsol local 12
08015 Barcelona
t. 93 226 33 25
f. 93 228 26 27
estudis@geomar.cat
www.geomar.cat

ÍNDEX

1. INTRODUCCIÓ
2. CAMPANYA DE RECONEIXEMENT
    a. Cartografia geològica-geotècnica i fenòmens d'inestabilitat del terreny
    b. Prospecció geofísica
3. GEOLOGIA i GEOTÈCNIA
    a. Geologia general
    b. Descripció de la zona d'estudi
    c. Estructura geològica i geotècnica del terreny
    d. Informació geològica prèvia del procés constructiu
4. NIVELL FREÀTIC I AGRESSIVITAT DE L'AMBIENT AL FORMIGÓ
5. PROSPECCIÓ GEOFÍSICA DEL TERRENY
    a. Sísmica de Refracció
    b. Tomografia Elèctrica
6. CONCLUSIONS

ANNEXES

1. Plànol d'emplaçament, sondeigs i cales
2. Informe de laboratori

C. València, 1 subsol local 12
08015 Barcelona
t. 93 226 33 25
f. 93 228 26 27
estudis@geomar.cat
www.geomar.cat

1.- INTRODUCCIÓ

PGR CONSULTORES, S.L. ha sol·licitat a GEOMAR Enginyeria del Terreny, SLP l'elaboració d'una campanya de reconeixement geològic i geotècnica per a la redacció del *"Projecte d'ampliació i millora del sistema d'auscultació de la presa de Sant Ponç. TM Clariana de Cardener. Comarca del Solsonès"* amb número d'expedient CTN2001025, de l'Agència Catalana de l'Aigua (ACA). L'estudi geològic i geotècnic abasta el vessant de la marge esquerra de la presa de Sant Ponç, al riu Cardener, al terme municipals de Clariana de Cardener.

La campanya geotècnica té la finalitat d'investigar les característiques geotècniques del subsòl. D'aquesta manera, els objectius del present informe són descriure els treballs realitzats i els resultats obtinguts, que serviran per a la redacció de l'estudi geotècnic i la caracterització de l'estructura geològica-geotècnica del terreny.

2.- CAMPANYA DE RECONEIXEMENT

2.a. Cartografia geològica-geotècnica i fenòmens d'inestabilitat del terreny:

Els treballs de camp de la campanya geològica i geotècnica s'han dut a terme durant la primera quinzena del mes d'agost de l'any dos mil vint-i-u. S'han realitzat una sèrie de treballs i assaigs d'acord amb les especificacions concretes sol·licitades pel client.

Sondeigs i cales de reconeixement

Degut a les dificultats d'accés, amb gran pendent, alta densitat d'arbrat i terreny molt irregular, sense pistes ni senders aptes per a cap tipus de maquinària ha estat necessari descartar la realització de qualsevol tipus de reconeixement geològic tal com cales i sondeigs. Alternativament s'ha dut a terme una cartografia geològica i geotècnica del sector, complimentada amb una campanya de reconeixement geofísic.

Cartografia geològica- geotècnica:

S'ha dut a terme una cartografia geològica i geotècnica de detall amb un mapeig dels afloraments del substrat rocós en els quals s'han realitzat caracteritzacions geomecàniques del massís rocós. També s'ha dut a terme una cartografia dels indicis d'inestabilitat observats.

C. València, 1 subsol local 12
08015 Barcelona
t. 93 226 33 25
f. 93 228 26 27
estudis@geomar.cat
www.geomar.cat

2.b. Prospecció geofísica:

S'ha dut a terme una campanya de reconeixement geofísic per determinar l'estructura del terreny. Degut a la impossibilitat de poder realitzar sondeigs amb extracció de testimoni continu, s'ha complementat les dades del terreny amb aquesta campanya geofísica. Les tècniques utilitzades han estat la Sísmica de Refracció i la Tomografia Elèctrica per tal de poder contrastar els resultats. En concret, s'han efectuat dos perfils, un amb tomografia elèctrica i un sísmica de refracció, que han estat situats al llarg del vessant, des de la part superior fins a la part més baixa.

La situació d'aquests perfils es presenta en la següent taula:

	RECONEIXEMENT GEOFÍSIC: SÍSMICA DE REFRACCIÓ **Coordenades UTM (WGS84) dels perfils**			
PERFILS	**Inici**		**Final**	
	X (m)	**Y (m)**	**X (m)**	**Y (m)**
PS-1	384480.2	4646542.8	384527.3	4646571.1

	RECONEIXEMENT GEOFÍSIC: TOMOGRAFIA ELÈCTRICA **Coordenades UTM (WGS84) dels perfils**			
PERFILS	**Inici**		**Final**	
	X (m)	**Y (m)**	**X (m)**	**Y (m)**
PTE-1	384475.4	4646538.2	384544.3	4646576.0

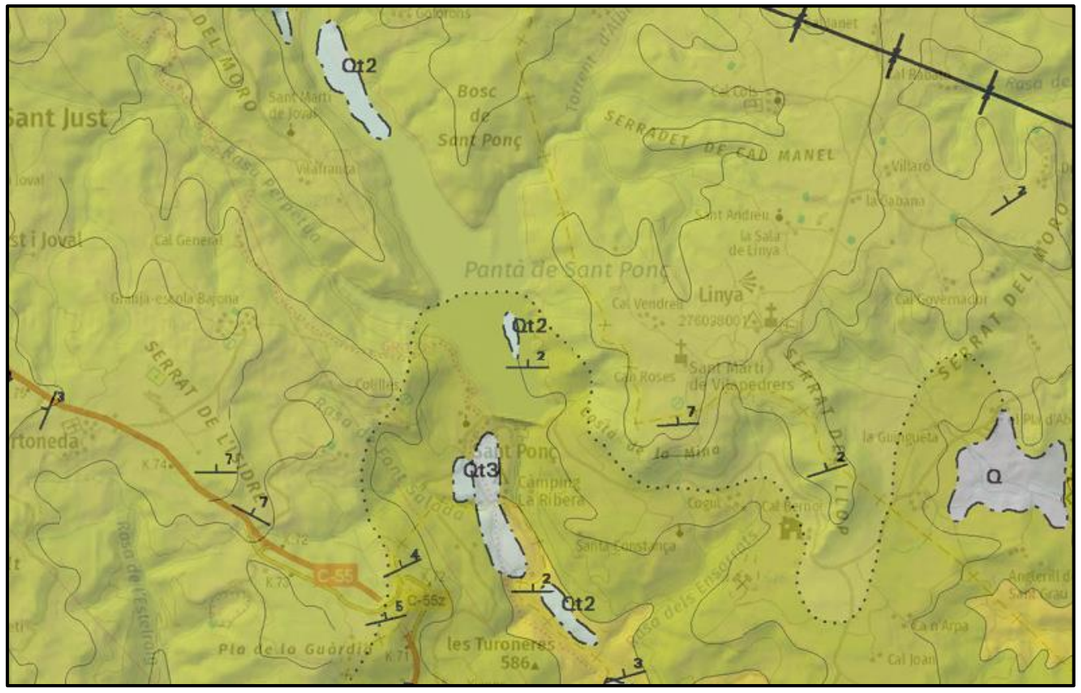
Cal tenir en compte que totes les prospeccions efectuades corresponen a mesures puntuals de l'estructura del terreny, i poden no ser representatives de tots els materials i estructures que es troben en el subsòl de l'àmbit d'estudi, el qual abasta una superfície extensa. Per tant, un cop comencin els treballs d'auscultació, i es pugui accedir amb maquinària de sondeig i es facin excavacions i perforacions geotècniques, caldrà que la present memòria sigui validada mitjançant una comprovació o visita de camp per un geòleg de l'empresa GEOMAR Enginyeria del Terreny, SL.

geomar
enginyeria del terreny
C. València, 1 subsol local 12
08015 Barcelona
t. 93 226 33 25
f. 93 228 26 27
estudis@geomar.cat
www.geomar.cat

3.- GEOLOGIA I GEOTÈCNIA

3.a. Geologia General:

Geològicament, la zona d'estudi es troba situada a la comarca del Solsonès, que s'emmarca dins de la Depressió Central Catalana, que constitueix el sector més oriental de la Depressió de l'Ebre.



Context geològic general, al voltant de la zona d'estudi (ICGC 1:50.000)

La Depressió de l'Ebre, correspon geològicament a la conca d'avantpaís meridional de la Serralada dels Pirineus. L'ompliment de la conca d'avantpaís va tenir lloc a partir dels primers moviments orogènics que s'enregistraren al finalitzar el Cretaci superior i va durar, d'una manera contínua, fins a mitjans del Miocè.

La part catalana està constituïda per una potent sèrie sedimentària, poc deformada tectònicament i relacionada de manera molt directa amb l'aixecament dels Pirineus al llarg de l'orogènia alpina. El conjunt de successions estratigràfiques es pot dividir en tres grans cicles o conjunts sedimentaris, relacionats amb esdeveniments estructurals que van canviar el règim de deposició de la conca.

Així, les condicions ambientals (clima, profunditat de la conca, règim d'alimentació), han produït diferents tipus de formacions que van des de les margues grises marines als sediments de tipus continental passant per les formacions salines de conques endorreiques. En concret, a la zona d'estudi apareixen materials de l'Eocè superior – Oligocè, formats per conglomerats, gresos i lutites continentals.

Per damunt d'aquests materials acostumen a dipositar-se gruixos variables de sediments quaternaris, especialment en les zones d'influència de les rieres.

Per últim, al tractar-se d'un àmbit intrínsecament associat a una gran infraestructura, també es poden trobar materials de rebliment d'aportació antròpica, procedents de les excavacions i moviments de terres realitzats durant la fase de construcció de la presa.

geomar
enginyeria del terreny
C. València, 1 subsol local 12
08015 Barcelona
t. 93 226 33 25
f. 93 228 26 27
estudis@geomar.cat
www.geomar.cat

3.b. Descripció de la zona d'estudi:

L'àrea d'estudi correspon al marge esquerra de la zona de tancada de la presa del Pantà de Sant Ponç. Aquest pantà embassa l'aigua del riu Cardener, i es troba situat al terme municipal de Clariana de Cardener, a la comarca del Solsonès.



Vista aèria general de la zona estudiada, remarcant la zona concreta d'estudi que correspon a la marge esquerra de la zona de tancada de la presa del Pantà de Sant Ponç.

En general, el terreny majoritari que conforma el sector estudiat correspon a les zones de riba i de llera del propi Besòs, fora del llit actual del riu, però dins de la zona inundable més propera. En aquesta franja d'uns 50 metres d'ample s'emplacen la totalitat de les cales efectuades i dels sondeigs elèctrics verticals, destinades a reconèixer el terreny per a l'execució de rases, mentre que els sondeigs a rotació i els assaigs de penetració se situen lleugerament més allunyats, sobre la primera terrassa, destinats al reconeixement del terreny per a les possibles obres de fàbrica de la instal·lació prevista (arquetes o estacions). Es tracta, doncs, de zones de relleu pla, cobertes per sòls vegetals, herbes i canyes o vegetació hidròfila, amb freqüents zones reblertes de manera antròpica.

Topogràficament, el terreny va baixant seguint el curs del riu Besòs, des de la cota +45 m a l'alçada de la riera de Caldes, fins a la cota +18 m a l'estació de Santa Coloma.

En el plànol adjunt en els annexes es mostra la distribució de les cales, sondeigs i altres treballs de camp realitzats, tot indicant la seva corresponent cota topogràfica estimada.

geomar
enginyeria del terreny
C. València, 1 subsol local 12
08015 Barcelona
t. 93 226 33 25
f. 93 228 26 27
estudis@geomar.cat
www.geomar.cat

3.c. Estructura geològica i geotècnica del terreny:

Amb les dades obtingudes a partir de la cartografia i de les dades de reconeixement geofísic, Unitat B (unitat del substrat Paleozoic).

UNITAT A: Sòl vegetal superficial i rebliments

Geometria:

Correspon a una capa de terreny superficial, de gruix inferior a 3-5 m, de morfologia de falca i continuïtat lateral variable, que es troba cobrint el substrat rocós de la zona, que es descriu en detall a la Unitat B. En aquests materials s'observen els principals símptomes d'inestabilitat del terreny.

Característiques geològiques i geotècniques:

La unitat A està constituïda principalment per diferents nivells de sediments de peu de mont. Generalment estan formats per una matriu llimosa-sorrenca de color marró que dona certa cohesió al conjunt. Aquests materials presenten una molt abundant fracció granular, en forma de graves i blocs que habitualment tenen un tamany entre 0,2 i 1,0 m, tot i que poden assolir fins a 3 m de tamany. Els blocs estan formats per gresos, i provenen de la caiguda, gravitacional dels grans nivells de gresos que pertanyen a la unitat B subjacent. Aquests blocs de gresos son parcialment descalçats per l'erosió diferencial respecte els nivells de lutites carbonatades (margues) amb els quals s'intercalen. La presència de juntes verticalitzades en el massís rocós, combinades amb el cabussament de les roques afavoreixen el despreniment d'aquests grans blocs que pateixen un transport curt, i queden atrapats en la matriu argilosa. Així doncs, el mecanisme de caiguda combina el descalçament i el mecanisme de bolcada.

Per altra banda, els materials de la Unitat A, especialment on predomina la matriu, presenten evidents símptomes d'inestablitat del terreny. S'han observat els següents:

- Trencament rotacional del terreny, en geometria semicircular, que genera escarpament de fins 1 a 1,5 m d'alçada i petites plataformes a contrapendent on s'acumula l'aigua superficial.
- Reptació del terreny a favor de pendent. S'observa la vegetació arbòria que presenta un típic arquejat a la base del tronc producte del moviment suau i continu del terreny per efecte gravitacional.
- Erosió del substrat i formació de torrenteres. El terreny té poca capacitat d'absorció de l'aigua superficial, degut a la presència propera del substrat, i el tamany fi de la matriu. Per tant, l'aigua de precipitació tendeix a circular superficialment, creant una xarxa encaixada de petits torrents, i provocant també la pèrdua de sòl superficial.

geomar
enginyeria del terreny

C. València, 1 subsol local 12
08015 Barcelona
t. 93 226 33 25
f. 93 228 26 27
estudis@geomar.cat
www.geomar.cat



Aspecte dels materials de la Unitat A.



Aspecte superficial de la Unitat A on destaquen els grans blocs que poden assolir fins a 2-3 m de tamany.

C. València, 1 subsol local 12
08015 Barcelona
t. 93 226 33 25
f. 93 228 26 27
estudis@geomar.cat
www.geomar.cat



Gran bloc de roca, de 2-3 m de tamany en mig de la matriu de llims sorrencs.



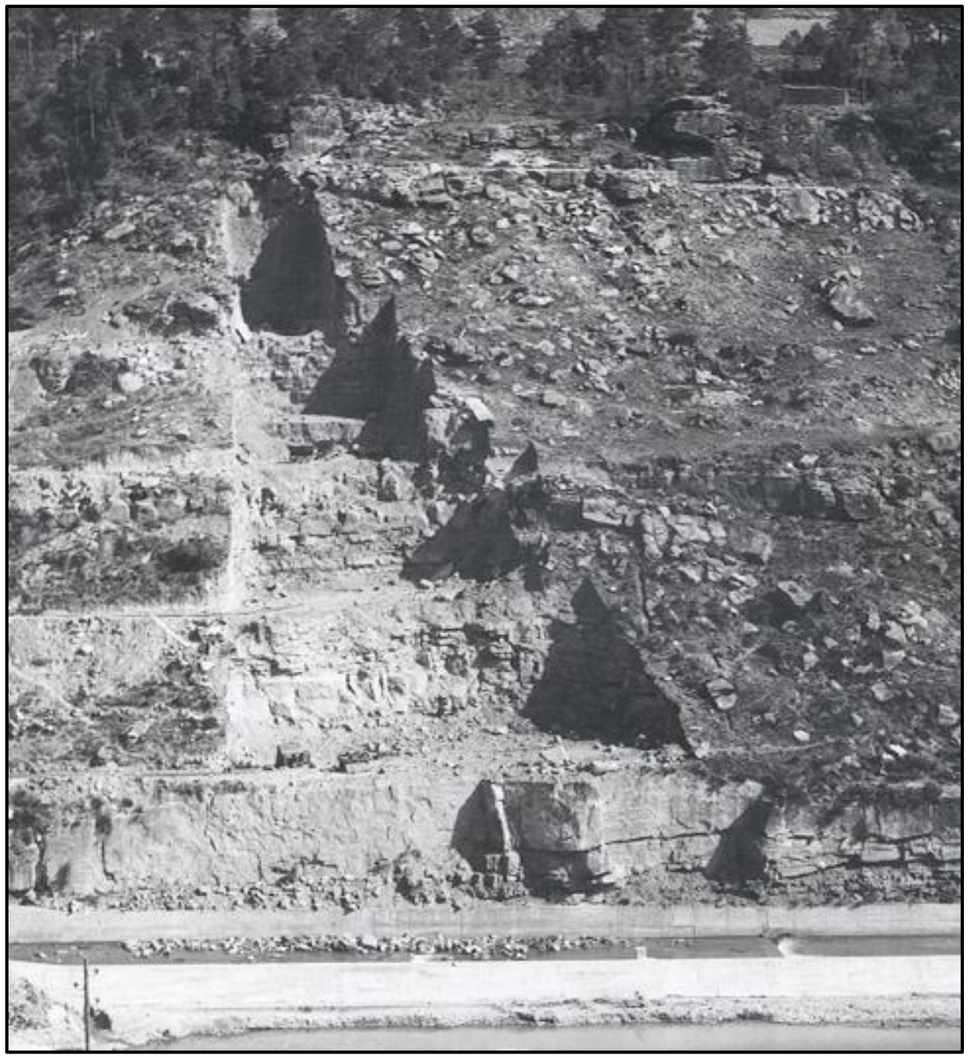
Trencament rotacional amb escarpament d'aproximadament 1 metres d'alçada (esquerra). S'observa també el basculament de la vegetació arbòria degut a la reptació del terreny.

geomar
enginyeria del terreny

C. València, 1 subsol local 12
08015 Barcelona
t. 93 226 33 25
f. 93 228 26 27
estudis@geomar.cat
www.geomar.cat



Separació de bloc de roca a través de junta.



Aquest mecanisme que combina bolcada i erosió diferencial i permet el despreniment de grans blocs ja s'observava en el moment de construcció de la presa, abans que tot el sector fos cobert per vegetació boscosa. Els blocs despresos queden incorporats dins de la Unitat A.

C. València, 1 subsol local 12
08015 Barcelona
t. 93 226 33 25
f. 93 228 26 27
estudis@geomar.cat
www.geomar.cat

UNITAT B: Substrat del Paleogen

Geometria:

La unitat B correspon al substrat rocós del Paleogen (Eocè-Oligocè). Aquests materials afloren clarament a la part més baixa del vessant, on donen lloc a un talús de roca vertical d'uns 5 m d'alçada, amb la base d'aquesta paret de roca a a la cota 490 m aproximadament. També s'observen aflorar les capes de gresos a la base de la llera del riu Cardener, aigües avall de la presa del pantà, a la cota 480 o inferior. A la part superior del vessant, també s'observa aflorar els materials corresponents a aquesta unitat a una cota igual a la de coronament de la presa, que equival a la 531,5 aproximadament. Tanmateix, no s'ha pogut observar de manera clara afloraments dels substrat en el tram del vessant situat entre les cotes 595 i 531 m, que és on s'han observat els principals indicis d'inestabilitat de vessant.

Característiques geològiques i geotècniques:

La unitat B equival a la unitat *POlg* del mapa geològic 1:50.000 de l'ICGC. A la zona d'estudi correspon majoritàriament a gresos de gra mitjà, i estructura interna massiva, en bancs que poden arribar a assolir els 2-3 m de potència, tot i que també es troben en bancs de gruix entre els 0,2 i 1,0 m. Sovint presenten morfologies lenticulars en forma de canal, amb variacions laterals de gruix. Aquests material tenen consistència de roca dura. Lateralment, i també cap a la part més alta aquests materials no son tan massius i passen a adquirir una estructura teulejada, i també s 'intercalen amb nivells de menor durabilitat de calcàries argiloses (margues) de color grisenc.





Esquerra: afloramenta de gresos massius a la base del vessant, a la cota de la galeria 3. Més cap al sud aquests materials adquireixen una estructura teulejada, tal com s'observa a la imatge dreta, a uns 35m de distància de l'anterior.



Afloramenta del substrat rocós a la llera del riu Cardener, a la zona de sortida de la presa.

geomar
enginyeria del terreny

C. València, 1 subsol local 12
08015 Barcelona
t. 93 226 33 25
f. 93 228 26 27
estudis@geomar.cat
www.geomar.cat



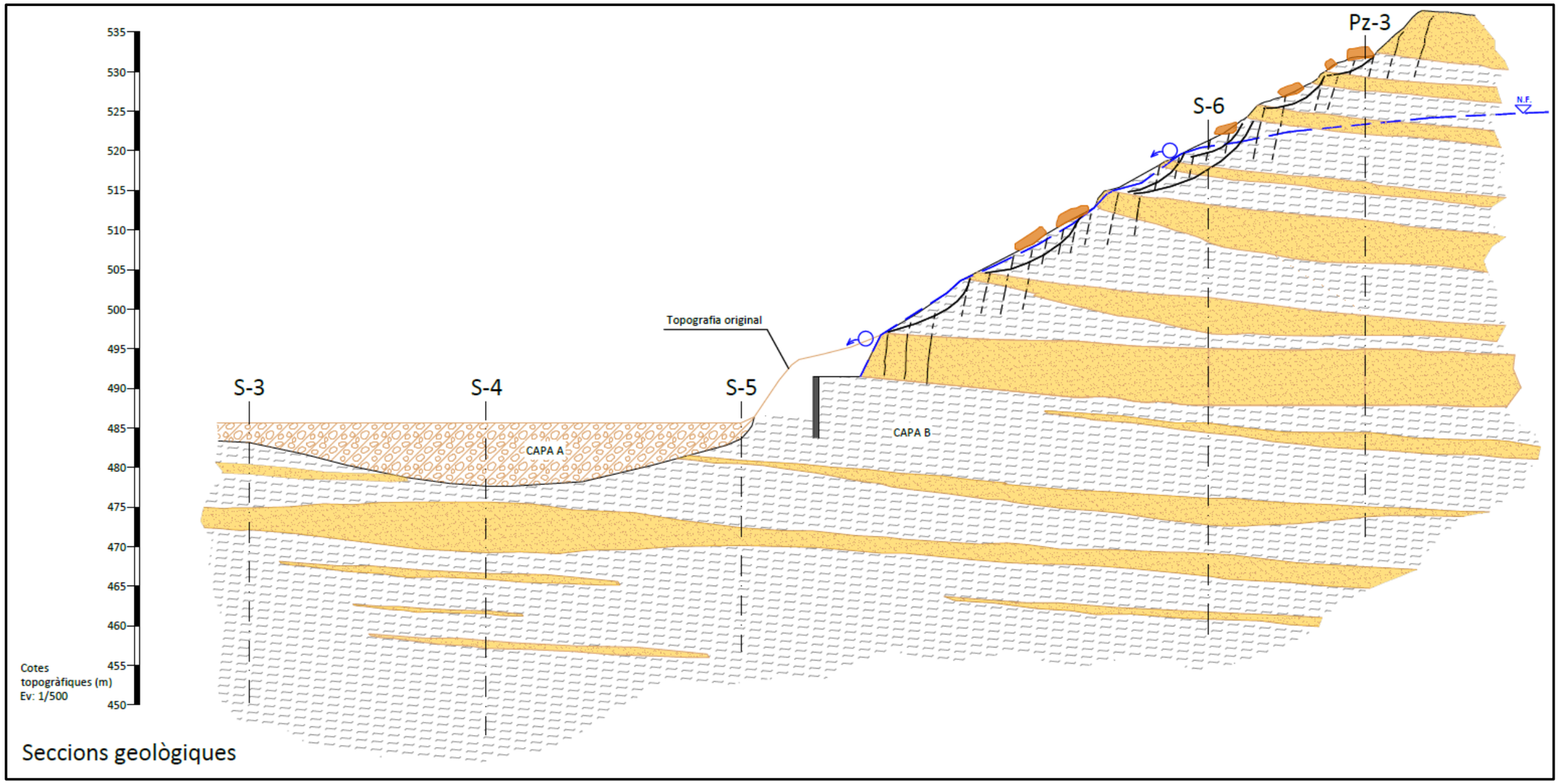
Afloament del substrat rocós a la part alta del vessant de la marge esquerra, i despreniment de blocs per bolcada.



Afloament del substrat rocós a la part alta del vessant on s'observa el sistema de juntes verticals que fractura el massís, juntament amb el suau cabussament de l'estratificació.

geomar
enginyeria del terreny

C. València, 1 subsol local 12
08015 Barcelona
t. 93 226 33 25
f. 93 228 26 27
estudis@geomar.cat
www.geomar.cat



Seccions geològiques

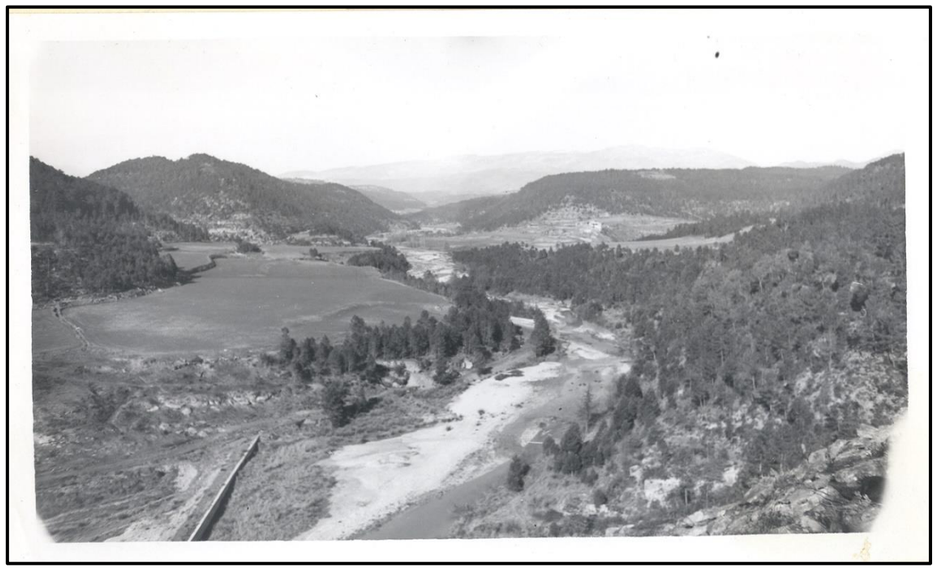
Estructura del terreny, interpretada a partir de l'anàlisi dels afloraments del substrat rocós, i la informació dels sondeigs disponibles. S'observa el suau cabussament de l'estratificació cap a l'est (dreta de la imatge), les morfologies canaliformes pròpies dels gresos i observades en afloramen t, i el sistema de diaclasat subvertical que compartimenta els nivells de gresos que es desprenen seguint mecanisme de bolcada. També s'indica la formació de cicatrius rotacionals en els nivells d'argil·lites.

geomar
enginyeria del terreny
C. València, 1 subsol local 12
08015 Barcelona
t. 93 226 33 25
f. 93 228 26 27
estudis@geomar.cat
www.geomar.cat

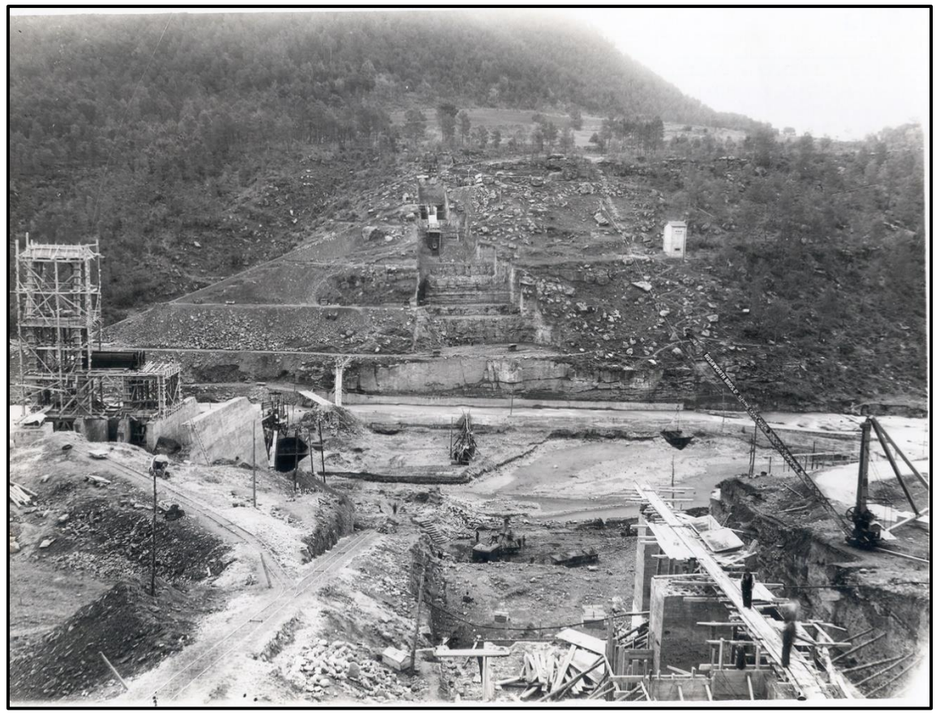
3.d. Informació geològica del procés constructiu de la Presa de Sant Ponç

Per a la redacció del present estudi, se'ns ha facilitat una important quantitat d'informació tècnica de projectes realitzats, i també una notable quantitat de fotografies del procés de construcció de la presa de Sant Ponç. La revisió detallada d'aquest arxiu fotogràfic a permès observar imatges del procés d'excavació, on l'estructura del terreny queda clarament exposada, i han aportat informació de gran vàlua per obtenir una estructura del terreny coherent.

A continuació es mostren les imatges més representatives:



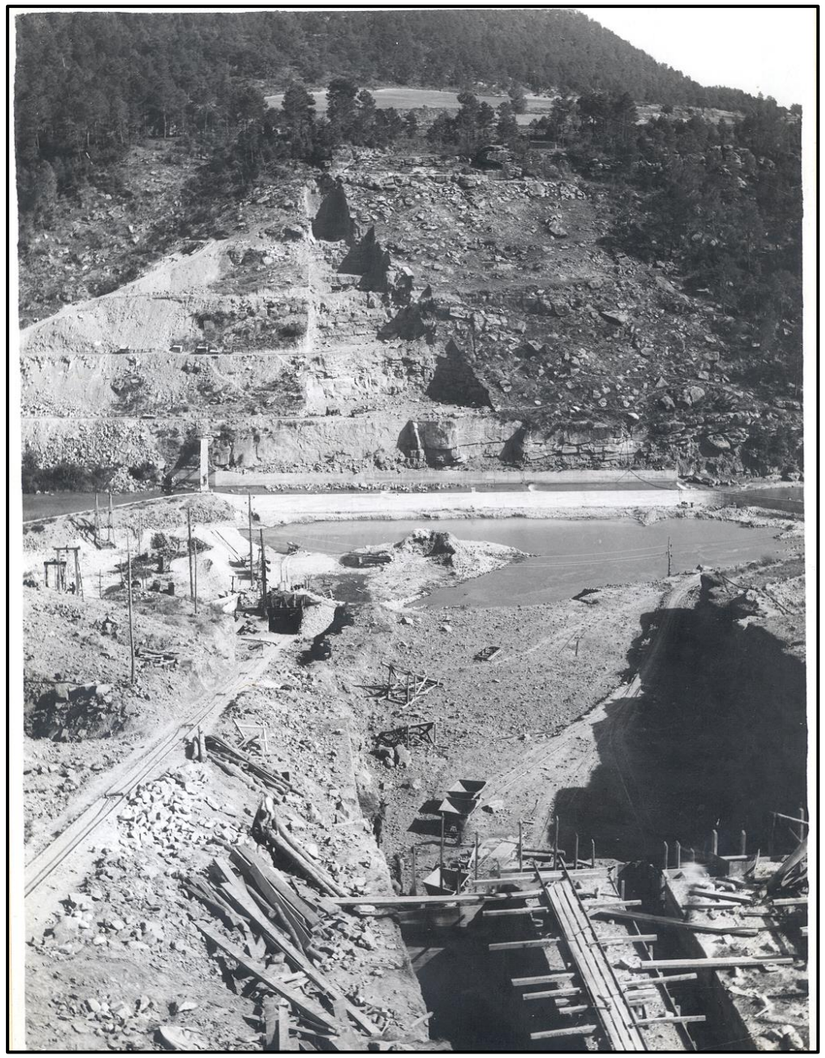
Imatge de la zona d'embassament abans de la construcció de la presa (any 1950)



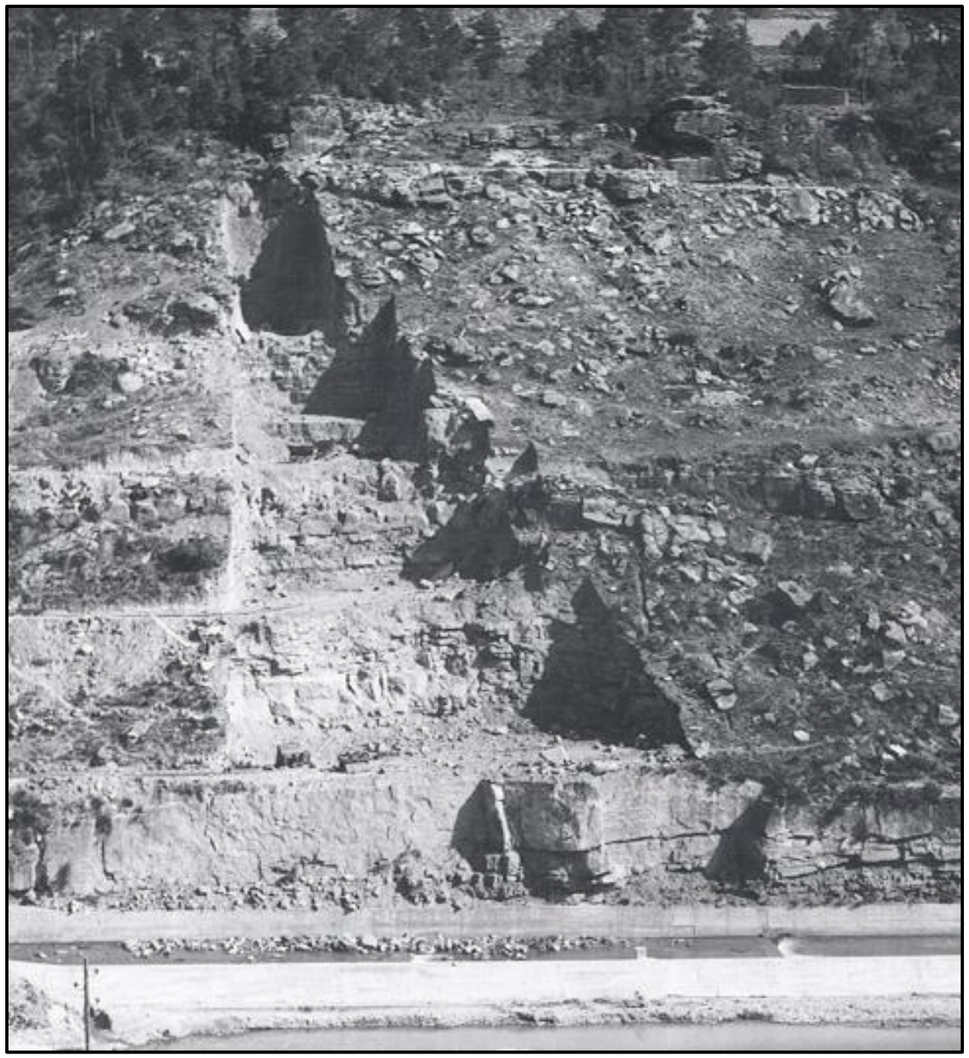
Procés d'excavació de l'estrep esquerra de la presa.

geomar
enginyeria del terreny

C. València, 1 subsol local 12
08015 Barcelona
t. 93 226 33 25
f. 93 228 26 27
estudis@geomar.cat
www.geomar.cat



Excavació de l'estrep del marge esquerre de la presa (any 1950-51)



Detall de l'excavació de la imatge anterior, on s'observa clarament l'estructura del subsol

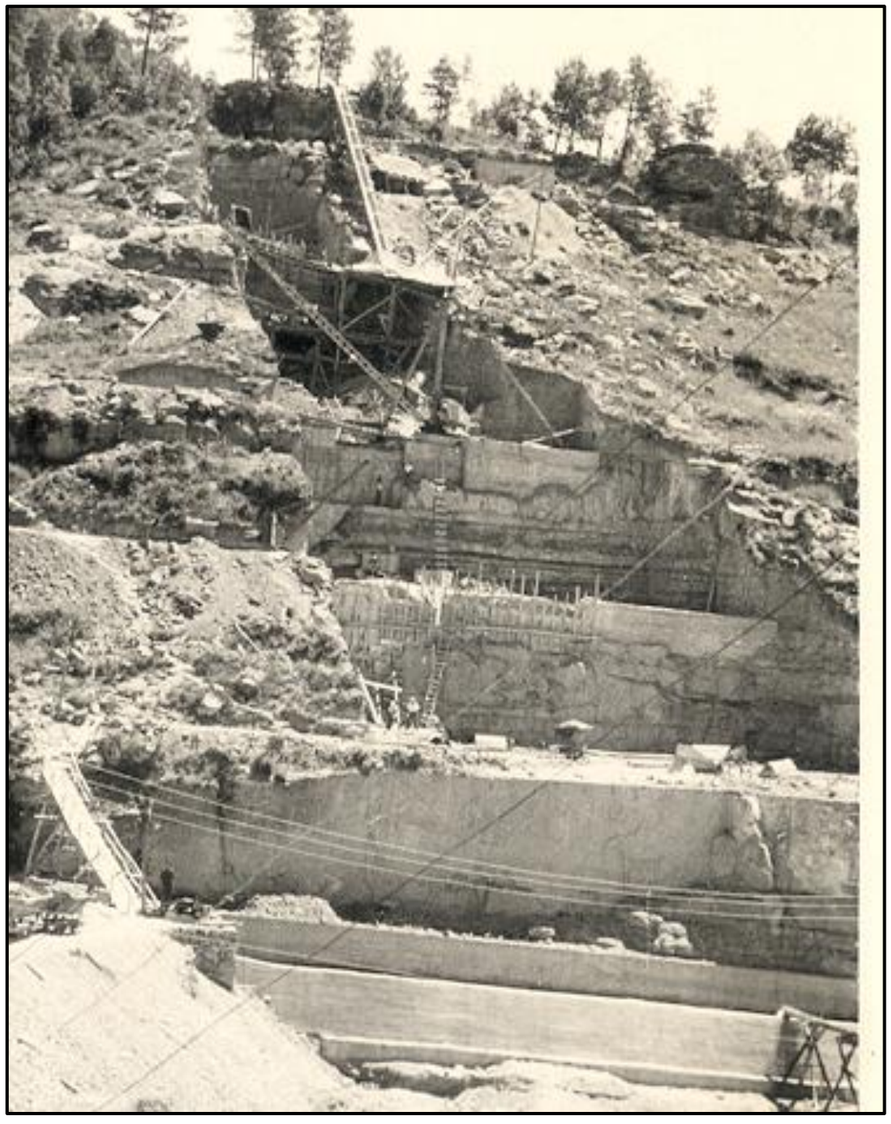
geomar
enginyeria del terreny

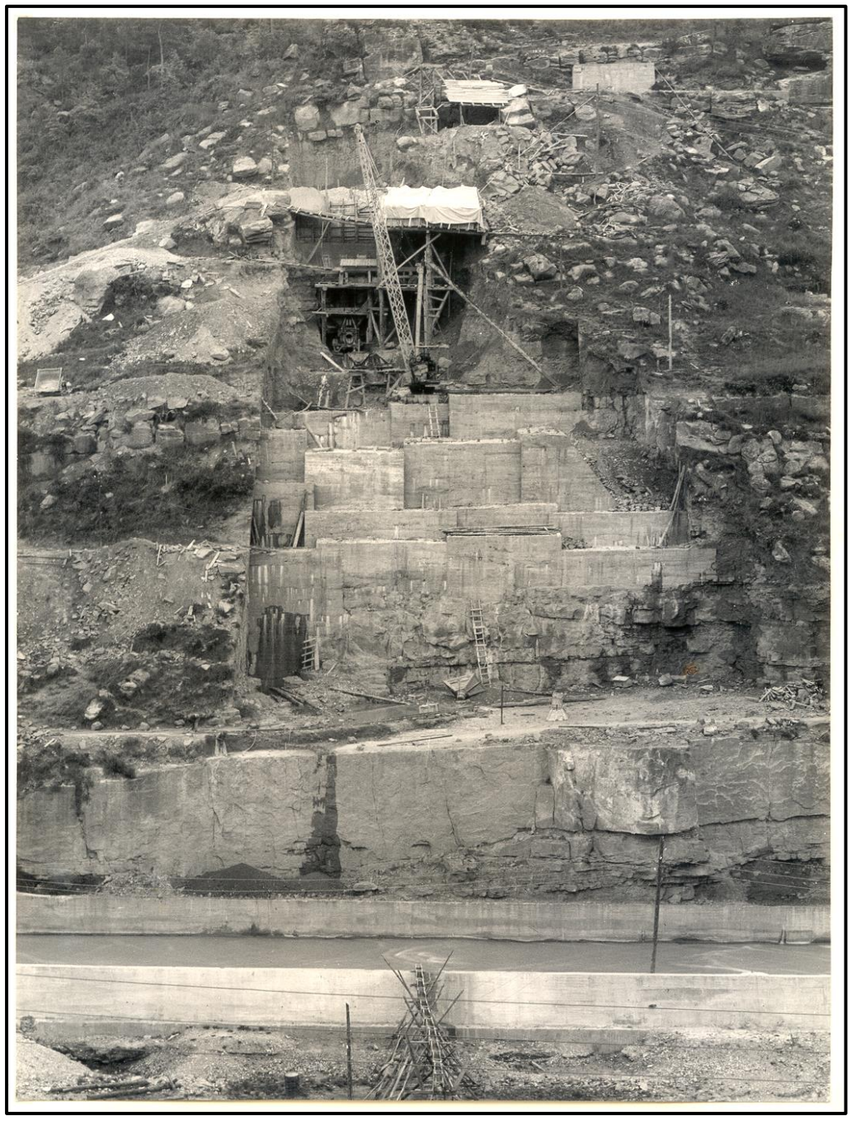
C. València, 1 subsol local 12
08015 Barcelona
t. 93 226 33 25
f. 93 228 26 27
estudis@geomar.cat
www.geomar.cat



geomar
enginyeria del terreny

C. València, 1 subsol local 12
08015 Barcelona
t. 93 226 33 25
f. 93 228 26 27
estudis@geomar.cat
www.geomar.cat



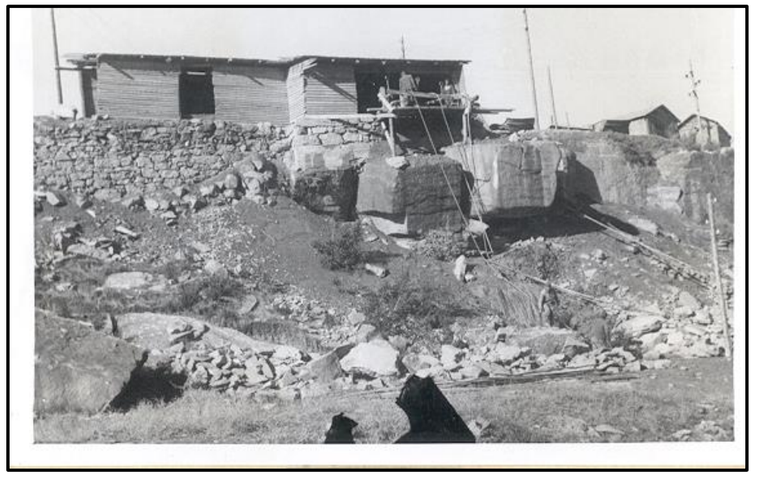


Detall de l'excavació en l'estrep esquerre.

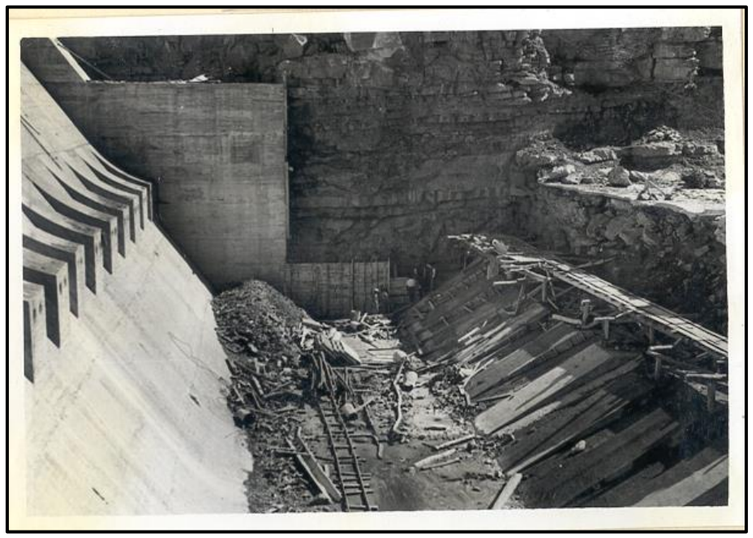
C. València, 1 subsol local 12
08015 Barcelona
t. 93 226 33 25
f. 93 228 26 27
estudis@geomar.cat
www.geomar.cat



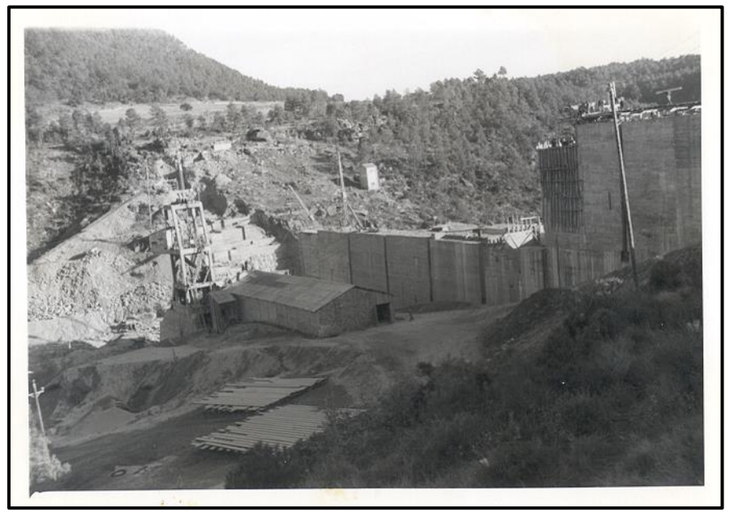
Detall del formigonat de l'estrep esquerra (massís 17). S'observa l'estructura massiva dels gresos a la part alta, que passa a taulejada cap a la base.



Basculament de blocs d'ordre mètric



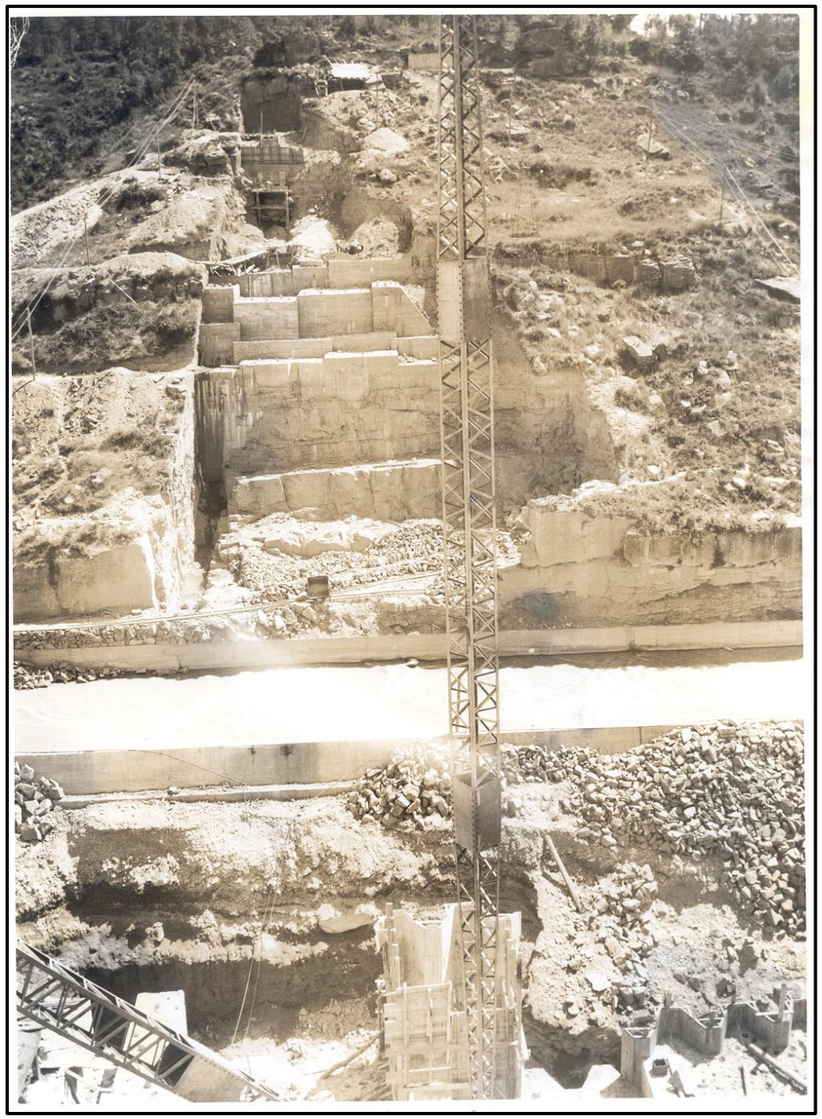
Bol amortidor marge esquerra



Imatge de l'estrep esquerre vist des d'aigües amunt de la presa

geomar
enginyeria del terreny

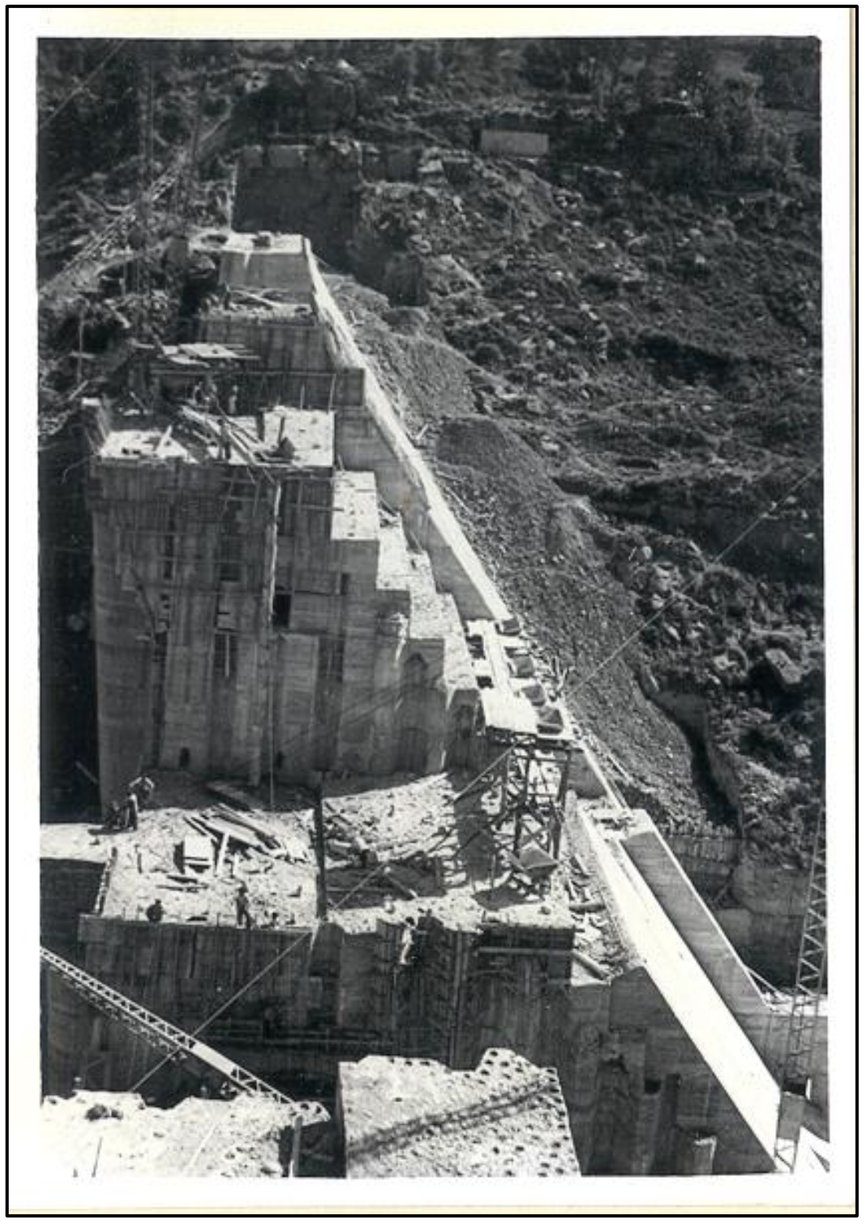
C. València, 1 subsol local 12
08015 Barcelona
t. 93 226 33 25
f. 93 228 26 27
estudis@geomar.cat
www.geomar.cat



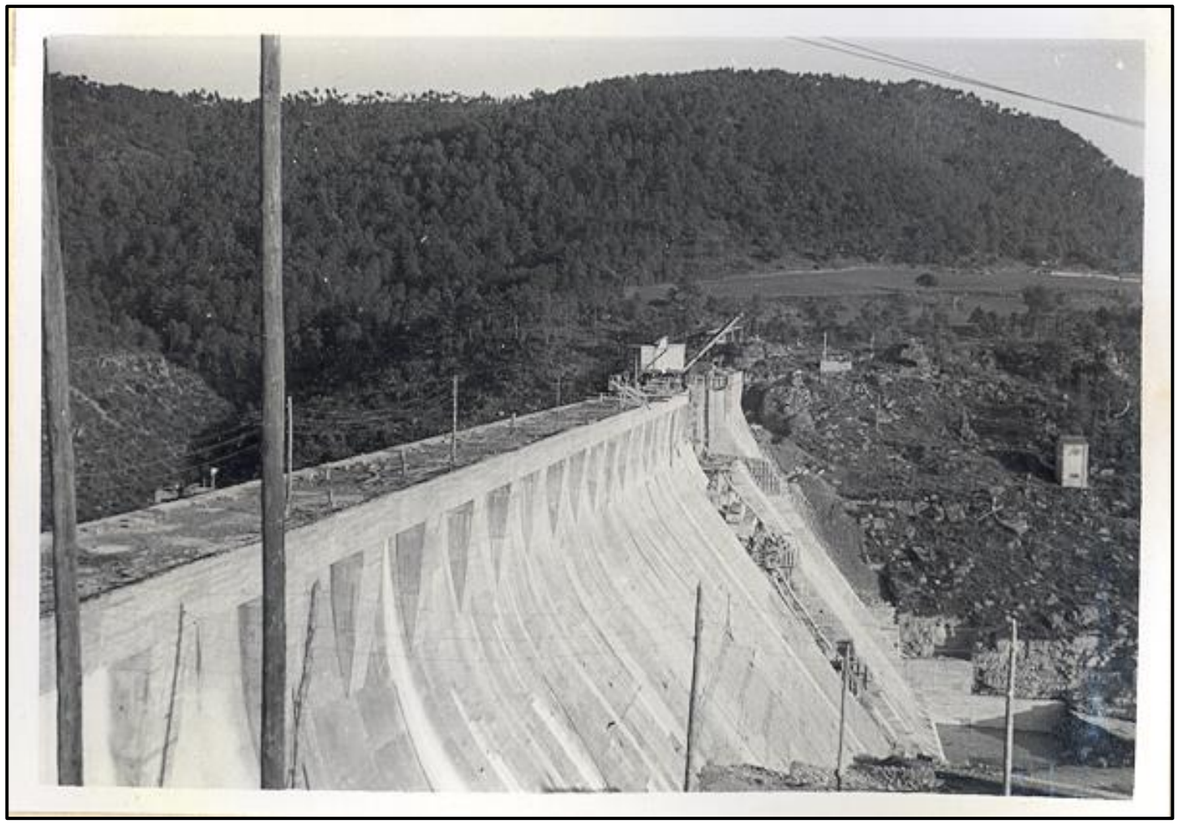


geomar
enginyeria del terreny

C. València, 1 subsol local 12
08015 Barcelona
t. 93 226 33 25
f. 93 228 26 27
estudis@geomar.cat
www.geomar.cat



Formigonat de l'estrep esquerra de la presa (massissos 16, 17 i 18): S'observa l'aportació de runam.



Imatge de la presa finalitzada

geomar
enginyeria del terreny
C. València, 1 subsol local 12
08015 Barcelona
t. 93 226 33 25
f. 93 228 26 27
estudis@geomar.cat
www.geomar.cat

4.-PRESÈNCIA DE NIVELL FREÀTIC

A data de realització de l'estudi de camp (del 2 d'agost de 2021), s'han observat diferent surgències d'aigua freàtica del vessant, en alguns casos amb fluxe constant i continu. Aquestes surgències es troben especialment en la part més baixa del vessant, i sempre per sota de la cota de la coronació de la presa. S'interpreta que aquestes humitat provenen d'infiltració d'aigua de la presa, a través del massís rocós.



Fluxe d'aigua a través de junta en un afloament de gresos situat a la part baixa del vessant, situat a prop de la presa del pantà.

S'observen també importants humitats a mig vessant, especialment associades a rotures del terreny amb geometria semicircular. El fluxe generat per aquestes surgències genera petits canals de circulació i zones embassades on abunda la vegetació hidròfila.

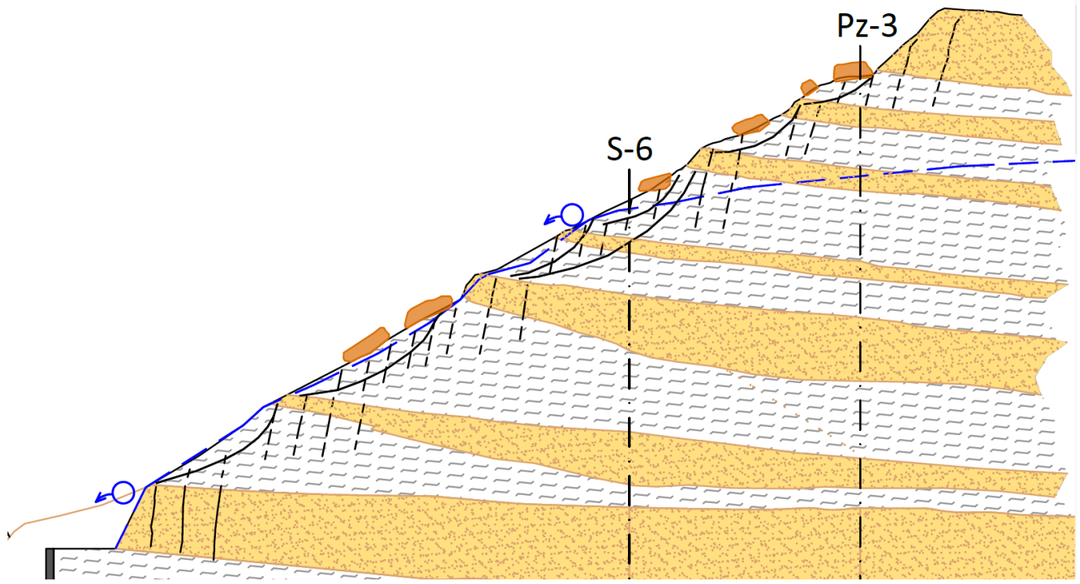


Vegetació hidròfila associada a alta humitat del terreny en zona d'escarpament.

Per damunt de la cota de coronació de la presa, no s'observen alguns indicis de presència d'aigua, i tan sòls es pot identificar zones de circulació d'aigua temporals associats a períodes de pluges constants i/o intenses.

C. València, 1 subsol local 12
08015 Barcelona
t. 93 226 33 25
f. 93 228 26 27
estudis@geomar.cat
www.geomar.cat

A la figura següent es mostra la interpretació de l'estructura del terreny amb les surgències d'aigua. S'ha incorporat les dades del piezòmetre Pz-3, de l'any 2009

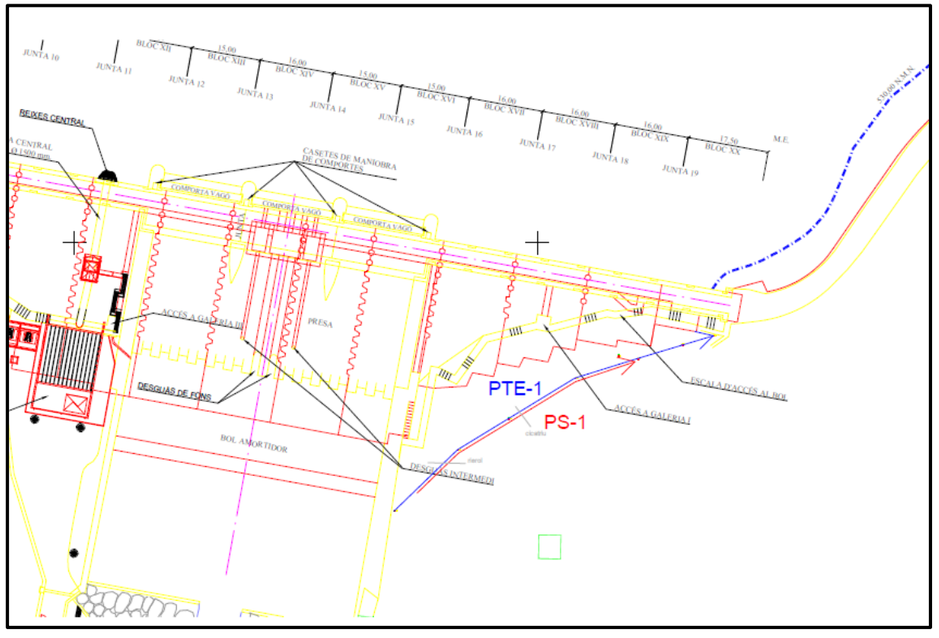


Es recomana la instal·lació de piezòmetres de control del nivell freàtic en al menys dos punts del vessant per detectar les variacions de la pressió d'aigua en el sector més proper a la presa.

geomar enginyeria del terreny
C. València, 1 subsol local 12
08015 Barcelona
t. 93 226 33 25
f. 93 228 26 27
estudis@geomar.cat
www.geomar.cat

5.- RECONEIXEMENT GEOFÍSIC

S'ha dut a terme una campanya de reconeixement geofísic per determinar l'estructura del terreny. Degut a la impossibilitat de poder realitzar sondeigs amb extracció de testimoni continu, s'ha complementat les dades del terreny amb aquesta campanya geofísica. L'objectiu de les tècniques geofísiques és el de poder reconèixer o definir les formacions geològiques en profunditat a partir d'algun paràmetre físic. Així per exemple, en la sísmica de refracció s'utilitza la velocitat de transmissió de les ones per discretitzar el terreny, o en la tomografia elèctrica s'utilitza la conductivitat dels materials del subsòl. Les tècniques utilitzades han estat la **Sísmica de Refracció** i la **Tomografia Elèctrica** per tal de poder contrastar els resultats. En concret, s'han efectuat dos perfils, un amb tomografia elèctrica i un sísmica de refracció, que han estat situats al llarg del vessant, des de la part superior fins a la part més baixa.



Situació dels perfils de geofísica realitzats

5.a. Prospecció geofísica. Sísmica de Refracció:

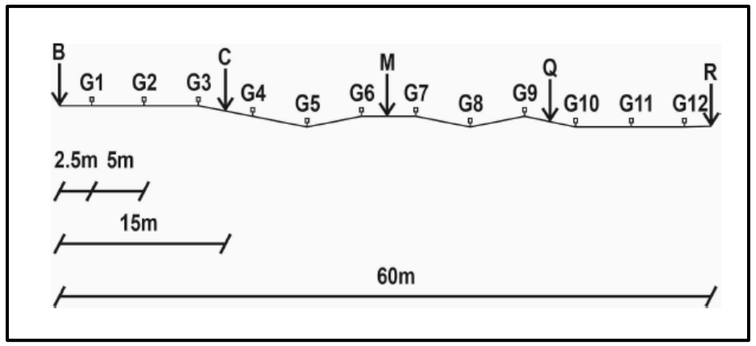
S'ha dut a terme un perfil de sísmica de refracció per determinar la velocitat de transmissió de les ones sísmiques en el terreny

	RECONEIXEMENT GEOFÍSIC: SÍSMICA DE REFRACCIÓ Coordenades UTM (WGS84) dels perfils			
PERFILS	**Inici**		**Final**	
	X (m)	**Y (m)**	**X (m)**	**Y (m)**
PS-1	384480.2	4646542.8	384527.3	4646571.1

A continuació es mostren les característiques del perfil realitzat i l'esquema del dispositiu:

	RECONEIXEMENT GEOFÍSIC: SÍSMICA DE REFRACCIÓ Característiques del perfil realitzat			
	Número de geòfons	**Distància entre geòfons (m)**	**Longitud (m)**	**Dispars (m)**
PS-1	12	5	60	0, 15, 30, 45 i 60 m

C. València, 1 subsol local 12
08015 Barcelona
t. 93 226 33 25
f. 93 228 26 27
estudis@geomar.cat
www.geomar.cat



Esquema del dispositiu utilitzat pel perfil de Sísmica de refracció PS-1

Els materials que constitueixen el substrat rocós de la zona estan formats per gresos cimentats amb intercalacions de lutites i conglomerats- D'acord amb els valors de la taula de ripabilitat edifica per Caterpillar, els valor d'excavabilitat, i per tant el límit de roca san, s'estableixen entre 2200m/s i 2750 m/s per aquest tipus de materials.

Fig. 5. Taula de ripabilitats per una D9. Taula extreta del manual de la Caterpillar Edició 35.

A partir del model obtingut de distribució de velocitats d'ones de compressió, la naturalesa dels materials del subsòl de la zona prospectada s'han diferenciat 3 nivells:

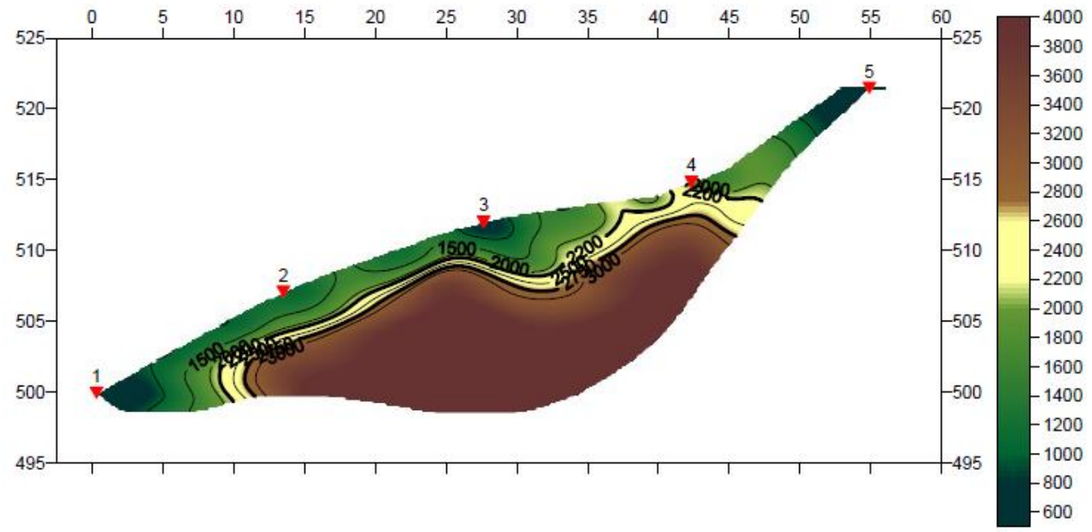


Diagrama de distribució de velocitats del perfil de Sísmica de refracció PS-1

- **Nivell 1 (colors verds)** caracteritzat per velocitats inferiors 2200m/s que es classificaria com a material ripable i correspon a sòls i rebliments. Aquest nivell te una potencia no superior a 3m.
- **Nivell 2 (colors grocs)** caracteritzat per velocitats compreses en el rang 2250m/s a 2750m/s que es classificaria com a material de ripabilitat marginal. Aquest material presenta poca potencia i indica una ràpida transició al tercer nivell. S'interpreta que correspon al substrat rocós alterat.
- **Nivell 3 (colors marrons)** determinat fins a la màxima profunditat de investigació, caracteritzat per velocitats superiors a 2750m/s, que s'associaria al substrat més sà i es trobaria, partir de profunditats superiors a 5m de profunditat respecte la superfície prospectada.

C. València, 1 subsol local 12
08015 Barcelona
t. 93 226 33 25
f. 93 228 26 27
estudis@geomar.cat
www.geomar.cat

5.b. Prospecció geofísica: Tomografia elèctrica:

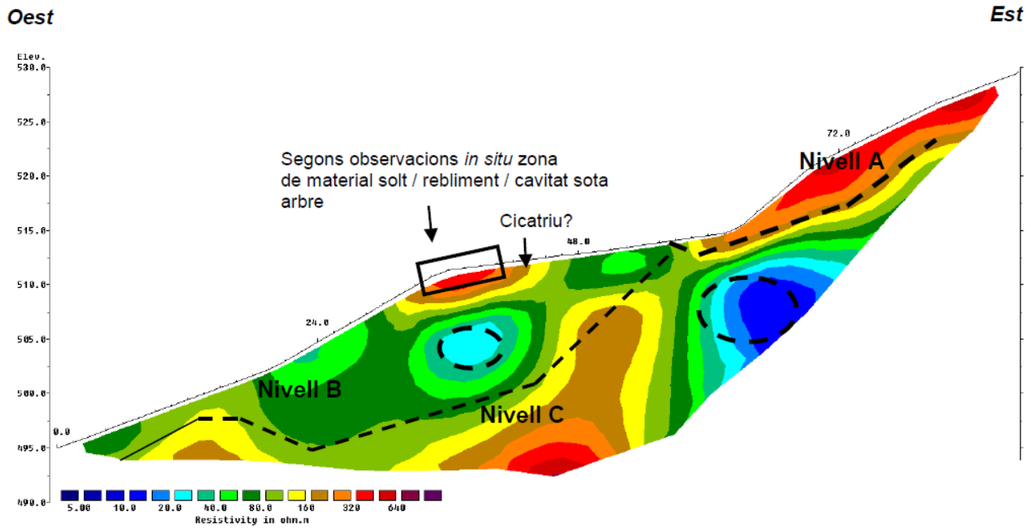
S'ha dut a terme un perfil de sísmica de refracció per determinar la velocitat de transmissió de les ones sísmiques en el terreny

	RECONEIXEMENT GEOFÍSIC: TOMOGRAFIA ELÈCTRICA Coordenades UTM (WGS84) dels perfils			
PERFILS	**Inici**		**Final**	
	X (m)	**Y (m)**	**X (m)**	**Y (m)**
PTE-1	384475.4	4646538.2	384544.3	4646576.0

A continuació es mostren les característiques del perfil realitzat i l'esquema del dispositiu:

	RECONEIXEMENT GEOFÍSIC: TOMOGRAFIA ELÈCTRICA Característiques del perfil realitzat			
	Número electrodes	**Distància entre electrodes (m)**	**Longitud (m)**	**Dispositiu**
PTE-1	60	1,5	88,5	Wenner-Schlumberger

S'ha obtingut el següent model obtingut de distribució de resistivitat



Model de distribució de resistivitat elèctrica en el perfil PTE-1.

El model es realitza sobre substrat, els valors més resistius (colors càlids) es corresponen amb zones més sanes i les zones caracteritzades per valors més baixos (colors verds) es corresponen amb zones on es substrat està més alterat.

C. València, 1 subsol local 12
08015 Barcelona
t. 93 226 33 25
f. 93 228 26 27
estudis@geomar.cat
www.geomar.cat

El model presenta 3 nivells en termes de resistivitat elèctrica:

- Es determina un primer nivell, Nivell A, caracteritzat per valors de resistivitat elèctrica de l'ordre de 400Ohm·m. Aquest nivell es determina de manera superficial, des dels 57m de l'inici i fins el final del perfil i pot associar-se al gresos de la zona.
- Es determina un segon nivell, Nivell B, caracteritzat per valors de resistivitat elèctrica de <100 Ohm·m. Aquest nivell podria associar-se, per presentar valors més conductius a les argil·lites de la zona o bé a un nivell A, més alterat. Dels 33m als 42m del inici del perfil, es determina una zona més resistiva que per les observacions realitzades in situ, pot associar-se a una zona de rebliment, material solt.
- Es determina un tercer nivell, Nivell C, caracteritzat per valors de >400 Ohm·m, aquest nivell pot associar-se al substrat rocós menys alterat.

S'identifiquen dues zones conductives, es troben centrades a:

- A una distància de 38m de l'inici del perfil
- A una distància de 67m de l'inici del perfil

La segona anomalia és més evident, en cas que es realitzi un sondatge per clarificar la seva naturalesa, es proposa aquest punt.

geomar
enginyeria del terreny
C. València, 1 subsol local 12
08015 Barcelona
t. 93 226 33 25
f. 93 228 26 27
estudis@geomar.cat
www.geomar.cat

6.- CONCLUSIONS

PGR CONSULTORES, S.L. ha sol·licitat a GEOMAR Enginyeria del Terreny, SLP l'elaboració d'una campanya de reconeixement geològic i geotècnica per a la redacció del *"Projecte d'ampliació i millora del sistema d'auscultació de la presa de Sant Ponç. TM Clariana de Cardener. Comarca del Solsonès"* amb número d'expedient CTN2001025, de l'Agència Catalana de l'Aigua (ACA). L'estudi geològic i geotècnic abasta el vessant de la marge esquerra de la presa de Sant Ponç, al riu Cardener, al terme municipals de Clariana de Cardener.

S'ha dut a terme una cartografia geològica-geotècnica en la qual s'ha identificat i cartografiat els diferents indicis i fenòmens d'inestabilitat que afecten el vessant de la marge esquerra de la tancada de la presa de Sant Ponç. També s'ha dut a terme una campanya de reconeixement geofísic on s'ha realitzat un perfil de sísmica de refracció i un perfil de tomografia elèctrica. S'ha interpretat l'estructura del terreny en base al reconeixement de camp, les dades del reconeixement geofísic i també amb l'anàlisi de les dades dels projectes anteriors, especialment als sondeigs existents, que s'han incorporat al model geomecànic, i també en base a l'extens recull fotogràfic del procés constructiu de la presa que ha permès observar diferents seccions representatives on l'estructura del subsòl està clarament exposada. Amb totes aquestes dades s'ha elaborat el model geològic de la present memòria.

L'estructura del terreny està formada per una alternança de nivells de gresos i lutites, que cabussen suaument cap a l'Est. Els gresos estan ben cimentats, amb consistència de roca dura, i poden formar capes de gruix fins a 4-5 m. Aquests materials presenten un diaclasat de disposició vertical, amb dues famílies de direcció aproximadament ortogonal que individualitza grans blocs de roca. Aquests gresos estan alternats amb nivells de lutites i limolites, amb comportament de roca tova. Aquests materials, quan estan exposats en superfície es degraden i passen a formar nivells argilosos, que son susceptibles de lliscar a través de mecanismes rotacionals.

S'han identificat els següents indicis i fenòmens d'inestabilitat de vessant:

- En els nivells de sòls superficials i les lutites alterades s'observen fenòmens de trencament rotacional del terreny, en geometria semicircular, que genera escarpament de fins 1 a 1,5 m d'alçada i petites plataformes a contrapendent on s'acumula l'aigua superficial.
- Reptació del terreny a favor de pendent. S'observa la vegetació arbòria que presenta un típic arquejat a la base del tronc producte del moviment suau i continu del terreny per efecte gravitacional.
- Erosió del substrat i formació de torrenteres. El terreny té poca capacitat d'absorció de l'aigua superficial, degut a la presència propera del substrat, i el tamany fi de la matriu. Per tant, l'aigua de precipitació tendeix a circular superficialment, creant una xarxa encaixada de petits torrents, i provocant també la pèrdua de sòl superficial.
- Despreniment i caiguda de blocs de roca, per mecanisme de bolcada, dels nivells de gres, que queden descalçats per l'erosió diferencial de les lutites. El diaclasat de la roca afavoreix la compartimentació del massís i la formació de grans blocs de roca que es desprenen del vessant.

A partir de l'estructura del terreny descrita en el present informe i de les patologies observades, es recomana dur a terme les següents actuacions:

- Perforació de 2 sondeigs amb extracció de testimoni continu, d'uns 15 a 20 m de profunditat, situats en el vessant del marge esquerra de la presa de Sant Ponç, on s'han observat diversos indicis d'inestabilitat del vessant.

C. València, 1 subsol local 12
08015 Barcelona
t. 93 226 33 25
f. 93 228 26 27
estudis@geomar.cat
www.geomar.cat

- El material obtingut de les columnes de perforació serà assajat per tal de caracteritzar adequadament els paràmetres geotècnics i geomecànics, que son necessaris per elaborar un model d'estabilitat del vessant, establir-ne els factors de seguretat i proposar les eventuals mesures de correcció i/o mitigació del risc.
- Els sondeigs perforats s'instrumentaran per tal de poder monitoritzar i portar un control de les deformacions i moviments del vessant. En concret es recomana la instal·lació de 2 inclinòmetres de control. Aquests inclinòmetres poden ser de lectura manual, o bé preferentment es recomana que siguin de lectura automatitzada fet que permetrà controlar en temps real els possibles moviments.
- També es recomana instal·lar piezòmetres de control del nivell freàtic, per tal de estudiar les oscil·lacions del nivell freàtic, i la seva influència sobre els moviments registrats en els inclinòmetres.
- S'han detectat dues anomalies en el reconeixement geofísic mitjançant tomografia elèctrica, situades a unes distàncies de 38 i 67 m respecte l'inici dels perfils. Es recomana realitzar dos sondeigs i instrumentar-los amb piezòmetres en aquests sectors.

Quedem a la seva disposició per a qualsevol consulta.

Joan Martínez i Bofill

Geòleg col. 4215

Ricard Godàs Arrabal

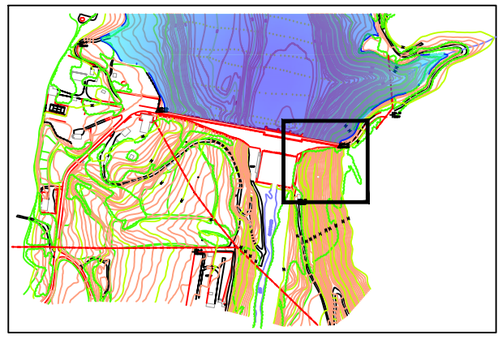
Geòleg col. 5746

Barcelona, 18 d'octubre de 2021

geomar
enginyeria del terreny

C. València, 1 subsol local 12
08015 Barcelona
t. 93 226 33 25
f. 93 228 26 27
estudis@geomar.cat
www.geomar.cat

ANEJO DE PLANOS Y SONDEOS



Escala 1 : 10.000

Llegenda

Sondeigs a rotació del projecte constructiu i executiu.

Materials i àmbits

Gresos massius en bancs d'ordre mètric.

Gresos taulejats alternats amb lutites carbonatades (margues).

Indicis i risc geològic

Blocs de gres d'ordre mètric.

Cicatriu de capçalera, ruptura circular.

Torrentera.

Surgència d'aigua.

Zones embassades.

Plànol d'emplaçament

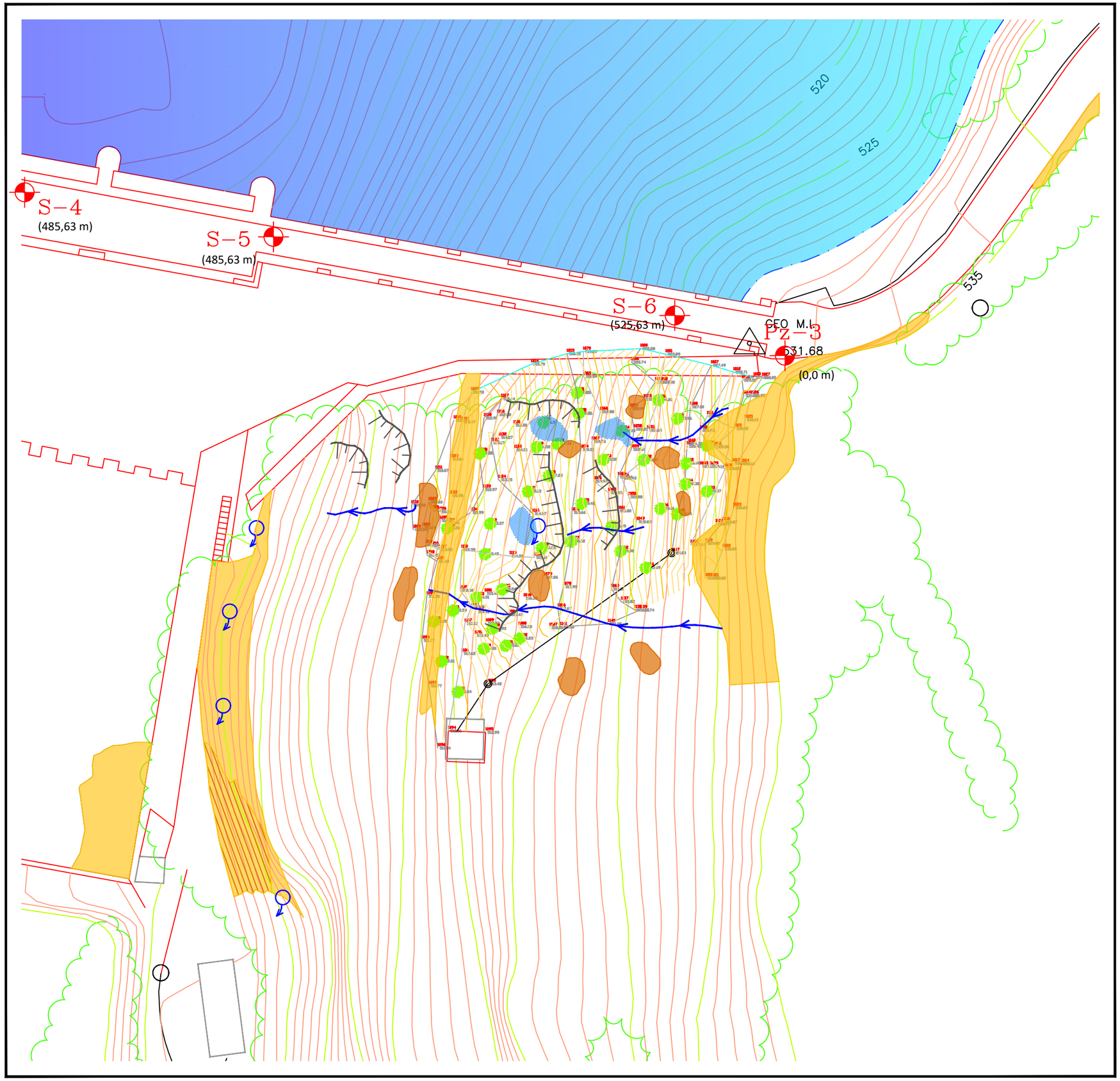
Estudi nº: 1185-21

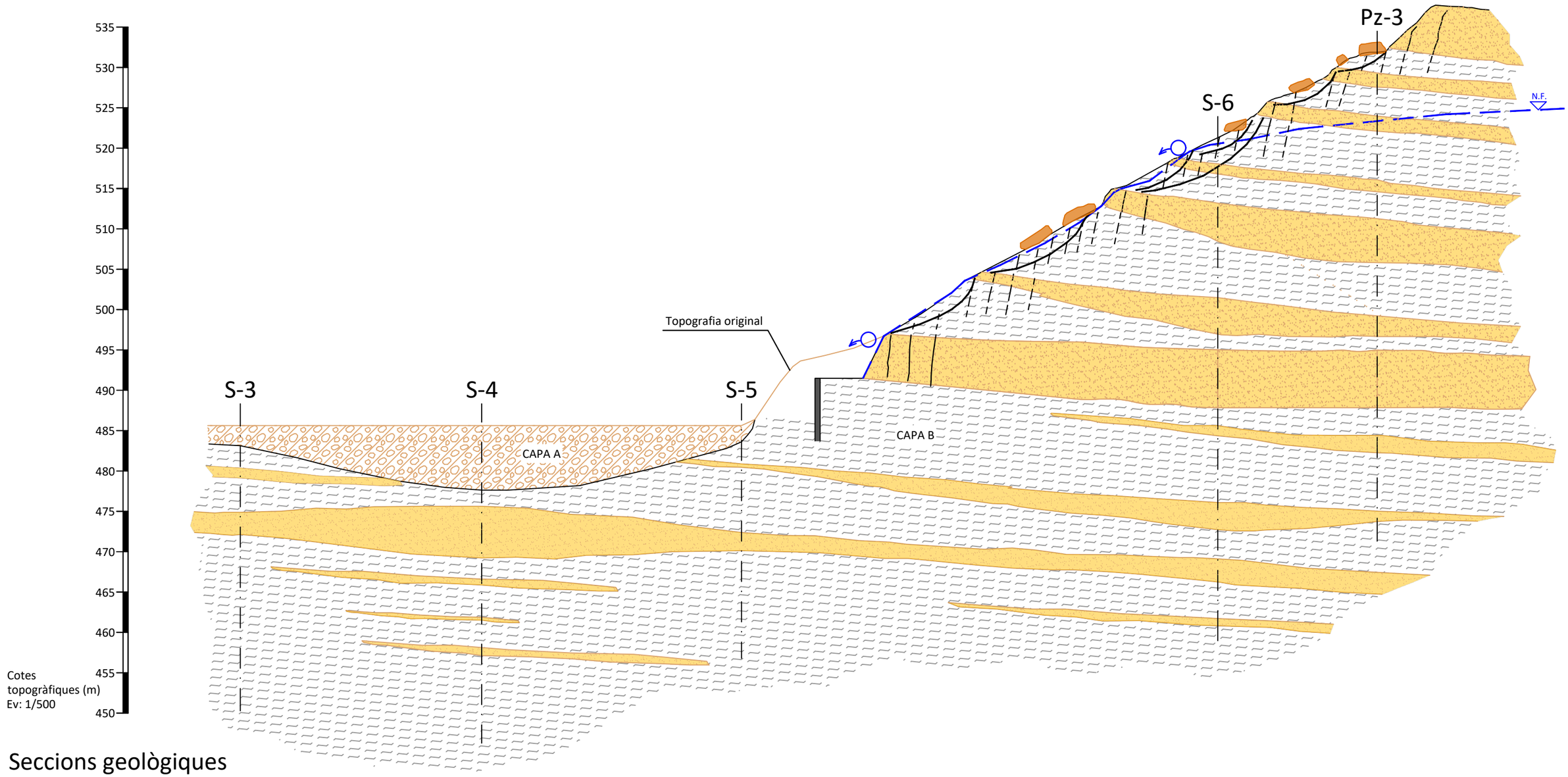
Situació: Presa de Sant Ponç

Escala A3 1 : 500

Data: 18-10-2021

geomar
enginyeria del terreny





Seccions geològiques

Estudi nº: 1185-21

Situació: Presa de Sant Ponç

Escala horitzontal A3 1 : 500

Escala vertical A3 1 : 500

Data: 18-10-2021

geomar enginyeria del terreny

Llegenda

Materials

Capa A

Peu de mont. Graves i blocs amb matriu llimosa sorrenca.

Capa B

Gresos. Roca dura.

Calcària argilosa de color grisós. Roca tova.

Indicis i risc geològic

Blocs de gres d'ordre mètric.

Cicatrius.

Diaclassat.

Nivell freàtic.

Surgència d'aigua.

geomar
enginyeria del terreny

C. València, 1 subsol local 12
08015 Barcelona
t. 93 226 33 25
f. 93 228 26 27
estudis@geomar.cat
www.geomar.cat

ANEJO DE ENSAYOS DE LABORATORIO

GS ingenieria

Geofísica ciencia geología



ESTUDI GEOFÍSIC MITJANÇANT SÍSMICA DE REFRACCIÓ I TOMOGRAFIA ELÈCTRICA A LA PRESA DEL PANTÀ DE SANT PONÇ (SOLSONÈS). AGOST DE 2021.

C/Francesc Macià, 38 - 08140 Caldes de Montbui (BCN) - Tel. 938 647 096 - M.660 482 304
info@gsingenieria.net - www.gsingenieria.net

ESTUDI GEOFÍSIC MITJANÇANT SÍSMICA DE REFRACCIÓ I TOMOGRAFIA ELÈCTRICA LA PRESA DEL PANTÀ DE SANT PONÇ (SOLSONÈS). AGOST DE 2021.

Client: **GEOMAR, S.L.**

Data: 02/09/2021

Expedient: 21084

Realitzat per:

Anna Cano i Cervelló	Roger Juanola Codina	Joan Claveria Marimon
Geòloga col. 4517	Enginyer prospector	Físic prospector

GS ingeniería
Geofísica, innovación y ciencia

ÍNDEX

1. INTRODUCCIÓ

2. SITUACIÓ

3. TOMOGRAFIA ELÈCTRICA
3.1 Principi geofísic
3.2 Metodologia de camp

4. SÍSMICA DE REFRACCIÓ
***4.1* Principi geofísic**
***4.2* Metodologia de camp**
***4.3* Correccions estàtiques**
***4.4* Processat**

5. TREBALLS REALITZATS
5.1 Observacions
5.2 Prospecció elèctrica
5.2.1 Justificació dels dispositius
5.2.2 Situació dels treballs de camp
5.2.3 Característiques dels perfils
5.3 Prospecció sísmica
5.3.1 Justificació dels dispositius
5.3.2 Situació dels perfils
5.3.3 Característiques dels perfiles

6. RESULTATS

7. RESUM DE RESULTATS

ANNEXES

I. SITUACIÓ DELS TREBALLS REALITZATS
II. DOCUMENTACIÓ FOTOGRÀFICA
III. BIBLIOGRAFIA

1. INTRODUCCIÓ

L'empresa **GEOMAR, S.L.**, ha sol·licitat la realització d'un **estudi geofísic mitjançant sísmica de refracció** i **tomografia elèctrica**, en una zona de la presa de Sant Ponç (Solsonès).

En aquest informe es descriuen els treballs de reconeixement del terreny realitzats i els resultats que s'obtenen.

L'objectiu d'aquest estudi és proporcionar un model de subsòl que permeti caracteritzar geoelèctricament i **permeti determinar la velocitat de propagació de les ones de compressió** en la vertical dels mateixos per tal d'estimar-ne la ripabilitat.

2. SITUACIÓ

La zona d'estudi es troba a les immediacions del la presa del *Pantà de Sant Ponç,* a la comarca del *Solsonès*.

Tot seguit es presenta ortofotomapa de situació general i de detall:

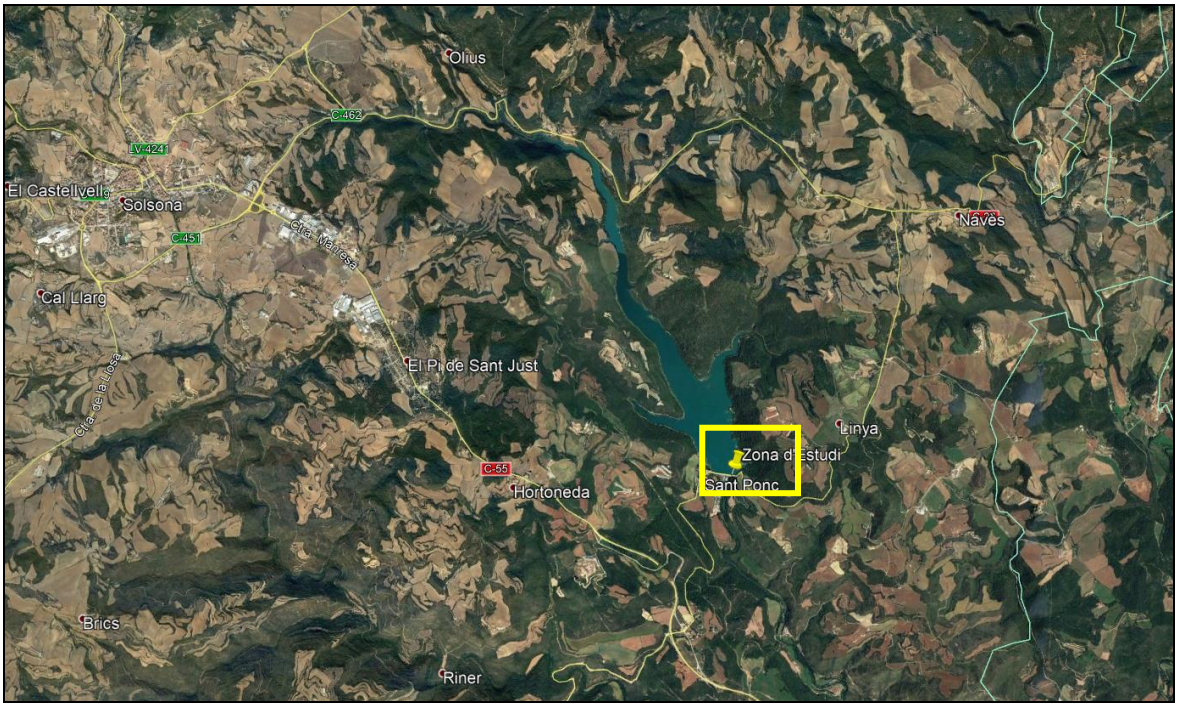


Fig. 1. *Ortofotomapa general de situació. Imatge de Google Earth. Sense escala.*



Fig. 2. *Ortofotomapa de detall. Imatge de Google Earth. Sense escala.*

3. TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA

3.1 Principi geofísic

Aquesta tècnica es basa en la **caracterització elèctrica del subsòl** a partir de la determinació de la **resistivitat del terreny.**

Les mesures de resistivitat aparent s'obtenen, a grans trets, després d'energitzar amb corrent contínua (I) el terreny per mitjà de dos o més elèctrodes, anomenats "elèctrodes de corrent" i de llegir la diferencia de potencial (ΔV) del corrent circulant, a través de dos elèctrodes de mesura, anomenats "elèctrodes de potencial". La distribució del potencial elèctric en el subsòl permet reconstruir la distribució de corrent en el subsòl i per tant la geometria de les diferents estructures amb diferent resistivitat elèctrica.

La resistivitat aparent (ρ_a) es calcula amb la següent fórmula:

$$\rho_a = K \cdot \Delta V / I$$

on K és el factor geomètric de la configuració electròdica utilitzat i depèn de les distàncies i de les posicions dels elèctrodes.

Cada nivell amb la seva resistivitat s'associa a una litologia o a un canvi de les característiques físiques del terreny.
L'equip de tomografia mesura les **resistivitats** de les **diferents litologies** a **diferents profunditats** i en diferents posicions laterals, realitzant d'aquesta manera un perfil-secció en 2D on s'observen diferents nivells amb diferents resistivitats.

La Tomografia elèctrica és un mètode geofísic d'alta resolució que s'aplica:

-per determinar diferents litologies, canvis laterals de materials, profunditats i morfologies.
-per determinar el nivell freàtic.
-per determinar cavitats naturals o antròpiques.
-per limitar plomes de contaminants en el subsòl i monitoratge d'abocadors.
-per determinar fractures, zones de debilitat estructural.
-per correlacionar sondatges...

El model 2D, donat com a resultat, s'obté de la inversió de les dades obtingudes en el camp i representades en la pseudosecció. Per fer aquesta inversió s'ha utilitzat el programa informàtic RES2DINV (Loke i Barker 1996) que permet generar diversos models d'isoresistivitat pels diferents materials amb una geometria determinada per cada nivell.

El programa treballa tant amb deferències finites com amb elements finits i pot tractar configuracions tant diferents com Wenner, Pol-Pol, Pol-Dipol, Wenner-Schlumberger i Dipol-Dipol.

3.2 Metodologia de camp

En la tomografia elèctrica la metodologia de camp consisteix en **col·locar** al llarg d'unes direccions preestablertes (perfils de tomografia) prèviament determinades en funció del que es pretengui detectar o analitzar, una sèrie d'**elèctrodes** a una **distància proporcional** a la **longitud del perfil** i a la **profunditat d'investigació** desitjada. Els elèctrodes es connecten a un cable multipolar que transmet les diferents corrents i lectures a un equip d'adquisició i energització central que controla directament i immediatament totes les dades.

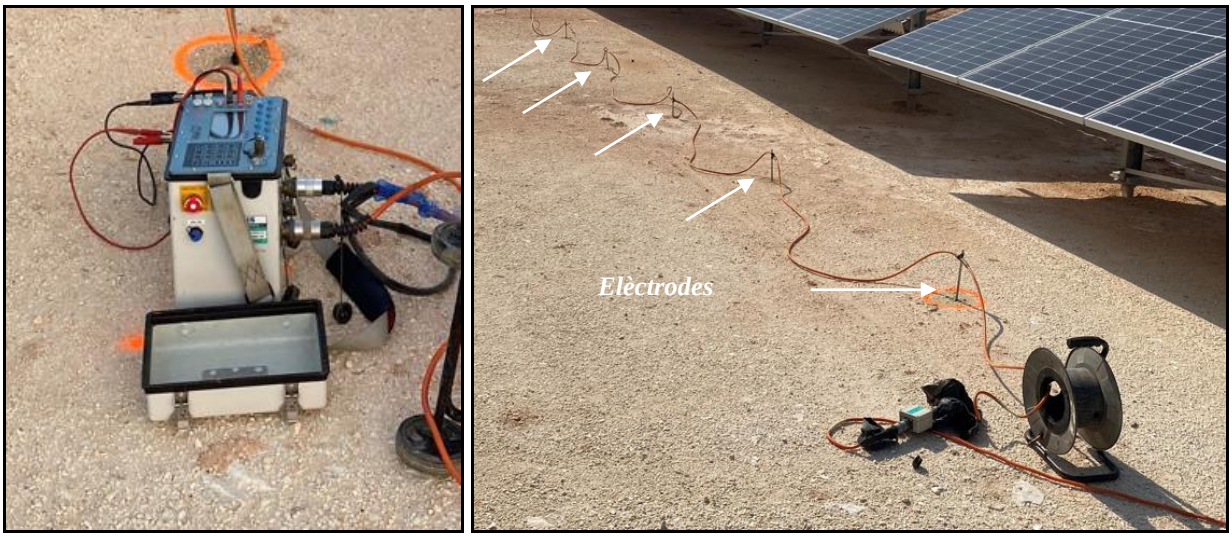


Fig. 3. *Esquerra: Fotografia del equip utilitzat durant la investigació*
Dreta: Bobina de cable elèctric connectada als elèctrodes.

4. SÍSMICA DE REFRACCIÓ

4.1 Principi geofísic

La transmissió d'energia a través del terreny, degut al seu comportament elàstic, es produeix mitjançant **moviments ondulatoris**, **ones** elàstiques o **sísmiques**. La velocitat de propagació de les ones sísmiques depèn de la densitat i de les propietats elàstiques de cada medi.

Existeixen **diferents tipus d'ones elàstiques** les quals s'agrupen en dos conjunts:

⇒ Ones internes *(body waves)*
⇒ Ones superficials *(surface waves)*

Les primeres engloben les **ones primàries** (P) o longitudinals i les **ones secundaries** (S) o transversals i en el segon grup s'engloben les **ones *Love* i *Rayleigh***.

La tècnica de la **sísmica de refracció consisteix** en generar ones elàstiques en el terreny i **mesurar els temps d'arribada de les ones de compressió**, ones P, corresponents a la primera arribada del tren d'ones en cadascun dels geòfons disposats segons la línia sísmica.

Els mecanismes de transmissió de les ones obeeixen les mateixes lleis de propagació que els rajos lluminosos en òptica. Quan una ona sísmica incideix sobre la interfície de dos medis amb propietats elàstiques diferents una part de l'energia es reflexa i un altra es refracta passant al segon medi. En el cas de la sísmica de refracció es centren els esforços en la determinació de la *ona refractada crítica* que correspon a primera arribada del tren d'ones en els sismogrames. Això implica que *el nivell profund tingui una velocitat de propagació de les ones de compressió major que el primer nivell*, o dit d'un altra forma, *que el subsòl estigui caracteritzat per un gradient creixent de velocitats amb la profunditat*. Aquesta és una limitació important del mètode, doncs s'obtindran models d'acord amb la realitat del subsòl sempre que es compleixi aquest requisit. En el cas que existeixin inversions de velocitat els models de sísmica de refracció no reproduiran la realitat del subsòl.

A continuació s'exposen els **sismogrames** corresponents a un dispar extern a la línia sísmica, la reconstrucció de **corbes dromocrones** i, de forma esquemàtica, la trajectòria dels rajos en el subsòl que es deriva d'un assaig de sísmica de refracció.

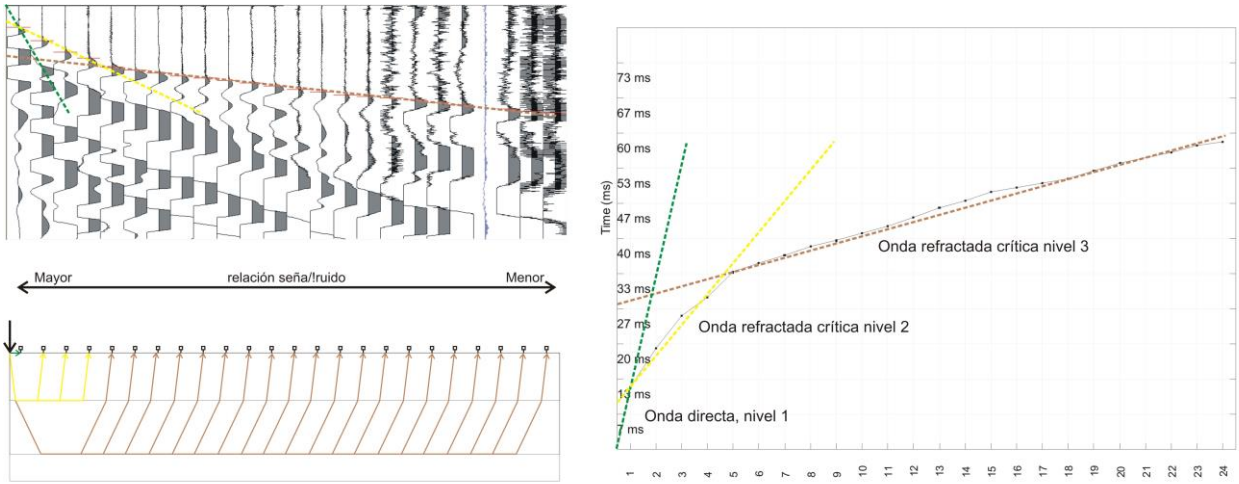


Fig. 4. *Principis de sísmica de refracció.*

4.2 Metodologia de camp

La **metodologia de camp** consisteix en **col·locar** al llarg d'unes direccions preestablertes una sèrie de **geòfons** a una distancia proporcional a la longitud del perfil.

Una vegada s'han emès les ones, a través d'una font d'energia mecànica connectada a un disparador o *trigger* que dóna el senyal *on* al equip d'enregistrament, s'inicia el registre d'amplituds rebudes en cadascun dels geòfons.

4.3 Correccions estàtiques

Per tal d'aconseguir bons resultats es necessari aplicar una sèrie de correccions abans de processar les dades de camp. Aquestes s'anomenen *correccions estàtiques* i s'enumeren a continuació:

Stacking: El senyal que rep cada geòfon generat mitjançant *copeig* amb martell de mà (8Kg) en les mateixes condicions és molt similar en totes les repeticions de cada dispar, aquest tipus de senyal s'anomena senyal coherent. Es considera que el soroll sísmic és un senyal *no coherent* degut a la seva naturalesa aleatòria tant en el temps com en les freqüències que el composen. D'aquesta manera el filtre d'*staking* (*staking* → apilament) consisteix en la suma de dispars per tal de millorar la relació senyal/soroll (NR → *Noise Ratio*). Existeix una relació teòrica que preveu una millora del índex NR en un factor *RAÍZ(n)* on *n* és el nombre de dispars.

Guanys: El senyal generat s'atenua amb la distància entre geòfon i la font sísmica. Es realitza un *dispar* per tal de calibrar el guany (ó sensibilitat) que s'aplicarà a cada geòfon al llarg de l'enregistrament per tal que les traces sísmiques tinguin una escala comparable entre elles amb independència de la distancia a la font sísmica.

Filtre freqüencial: De vegades els registres es veuen afectats per soroll elèctric de freqüència coneguda (típicament 50Hz i múltiples que caracteritzen la freqüència de treball de les possibles línies d'alta tensió properes a la zona a prospectar). En aquests casos es pot aplicar un filtre de rebuig de banda amb freqüència central a 50Hz. S'ha d'anar amb compte amb aquest tipus de filtres ja que moltes vegades pot ser que s'elimini informació transcendent del senyal sísmic alhora que soroll elèctric (les components freqüencials del senyal sísmic i el senyal elèctric poden estar solapades). Tanmateix es pot aplicar un filtre passabaixes per eliminar freqüències superiors a 250Hz per tal de tenir registres sense

4.4 Processat

Una vegada s'han obtingut els registres de camp amb les correccions estàtiques aplicades es procedeix al processat.

Per tal d'obtenir el model de subsòl s'ha emprat el **software RAYFRACT32** el qual, mitjançant un càlcul basat en la trajectòria dels rajos sísmics en el subsòl proporciona un model de distribució de velocitats de propagació d'ones P en acord amb els registres de camp.

5. TRABALLS REALITZATS

El dia **2 d'Agost de 2021** tres dels nostres tècnics es desplacen a la zona d'estudi.

5.1 Observacions

No hi ha obstacles que impedeixin realitzar les seccions previstes allà on eren plantejades inicialment, podent-se implementar cables, elèctrodes i geòfons sense problemes.

Es disposa d'un GPS de precisió centimètrica amb el qual es realitza un aixecament topogràfic dels perfils elèctrics realitzats i s'aplica la correcció topogràfica pertinent als models geoeléctrics.

Es mulla el contacte elèctrode-terreny mitjançant una solució saturada d'aigua amb sulfat de coure per millorar l'acoblament elèctric.

Pel que fa als perfils de sísmica de refracció; el soroll sísmic i elèctric, alhora que la naturalesa del sòl, són un factor limitant alhora de realitzar un assaig d'aquesta naturalesa. En aquest cas **els sismogrames presenten una relació/soroll acceptable i s'hi pot determinar sense ambigüitats els instants d'arribada de les ones de compressió.**

5.2 Prospecció elèctrica

Per aquesta investigació s'han realitzat un total de **1 perfil de tomografia elèctrica**.

5.2.1 Justificació del dispositiu elèctric

El dispositiu utilitzat en el **perfil de tomografia elèctrica** ha estat el **Wenner-Schlumberger.**

En el dispositiu **Wenner-Schlumberger** els elèctrodes que mesuren la diferència de potencial, M i N, són interiors al dipol format pels elèctrodes de corrent A i B. Aquesta configuració és la més utilitzada para tenir una bona relació entre resolució horitzontal i vertical. La manera de disposar els elèctrodes sobre el perfil exigeix que la distancia entre M i N es mantingui constant, *a,* i que la distancia entre el parell d'elèctrodes A-M i N-B, augmenti des del mínim valor, *a*, fins a completar tot el perfil amb la distancia màxima entre els extrems A i B.

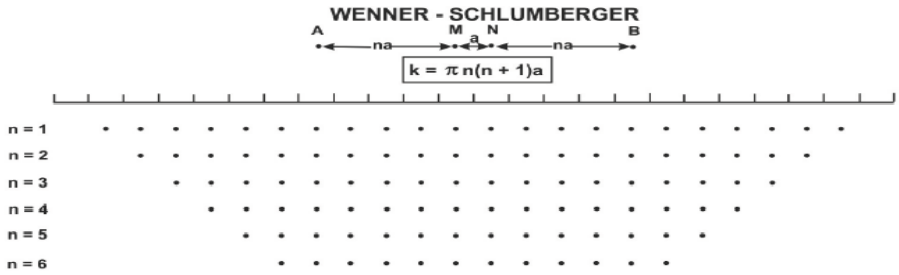


Fig. 5. *Dispositiu Wenner-Schlumberger.*

Les profunditats d'investigació a les que s'arriba amb la configuració *Wenner-Schlumberger* està en funció de la longitud total del perfil (*L*) i aquest permet detectar variacions de resistivitat tant en lateral com en vertical.

5.2.2 Situació dels treballs de camp

La ubicació dels treballs realitzats està representada en el plànol de situació *(Annex I)* i en la documentació fotogràfica *(Annex II).*

La disposició final del perfil s'ha realitzat d'acord a les indicacions del client buscant sempre que les dades obtingudes siguin representatives al objecte del present estudi.

Tot seguit es presenta un quadre amb les coordenades UTM(WSG84):

	Coordenades UTM (WGS84)			
	Inici		**Final**	
	X [m]	**Y [m]**	**X [m]**	**Y [m]**
PTE-1	384475.4	4646538.2	384544.3	4646576.0

Quadro 1. *Coordenades UTM(WGS84 31N). Precisió ± 0.3m.*

5.2.3 Característiques del perfil

En el quadre següent es presenten les característiques de cadascun dels perfils realitzats:

	nombre elèctrodes	distancia entre elèctrodes [m]	longitud [ml]	dispositiu
PTE-1	60	1.5	88.5	Wenner-Schlumberger

Quadre 2. *Característiques dels perfils.*

5.3 Prospecció sísmica

Per aquesta investigació s'ha realitzat un total de **1 perfil de sísmica de refracció cobrint una longitud** de 60m (veure ubicació en *l'Annex I: Situació dels treballs realitzats*).

5.3.1 Situació del perfil

La ubicació final del perfil s'ha realitzat d'acord a les indicacions del client i tenint en compte l'accés i la topografia, buscant sempre que les dades obtingudes siguin representatives al objecte del present estudi.

La ubicació dels perfils està representada en el plànol de situació *(Annex I)* i en la documentació fotogràfica *(Annex II).*

Les coordenades UTM(WGS84) es presenten en el quadre següent:

	Coordenades UTM (WGS84)			
	Inici		Final	
	X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]
PS-1	384480.2	4646542.8	384527.3	4646571.1

Quadre 3. *Coordenades UTM(WGS84 31N). Precisió ± 0.3m.*

5.3.2 Justificació dels dispositius

Pels perfils de sísmica de refracció, s'utilitzen dispositius de 12 geòfons disposats en línies de 60m. En aquest cas, es van realitzar 1 perfil amb 12 geòfons, amb espaiament entre geòfons de 5m, per tal d'assolir el requerit pel client.

A continuació es presenta un croquis amb el dispositiu geomètric utilitzat:

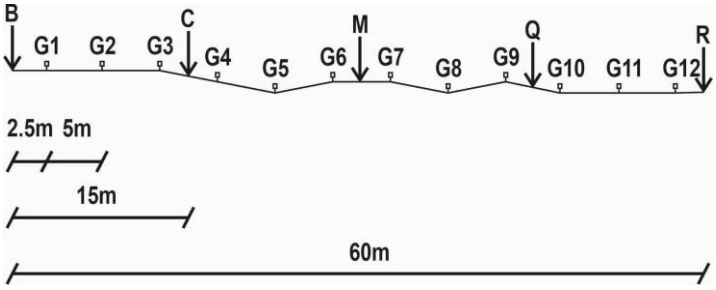


Fig.6. *Croquis de la geometria del dispositiu de sísmica de refracció utilitzat.*

5.3.3 Característiques dels perfils

Tot seguit es presenten les característiques del perfil realitzat:

	nombre de geòfons	distancia entre geòfons [m]	longitud [m]	dispars
PS-1	12	5	60	**B**, **C**, **M**, **Q** i **R** (0m, 15m, 30m, 45m i 60m)

Quadre 4. *Quadre de característiques.*

6. RESULTATS

A continuació, es presenta imatge amb la ubicació dels perfils realitzats. A *l'Annex I* es presenta el plànol amb escala.

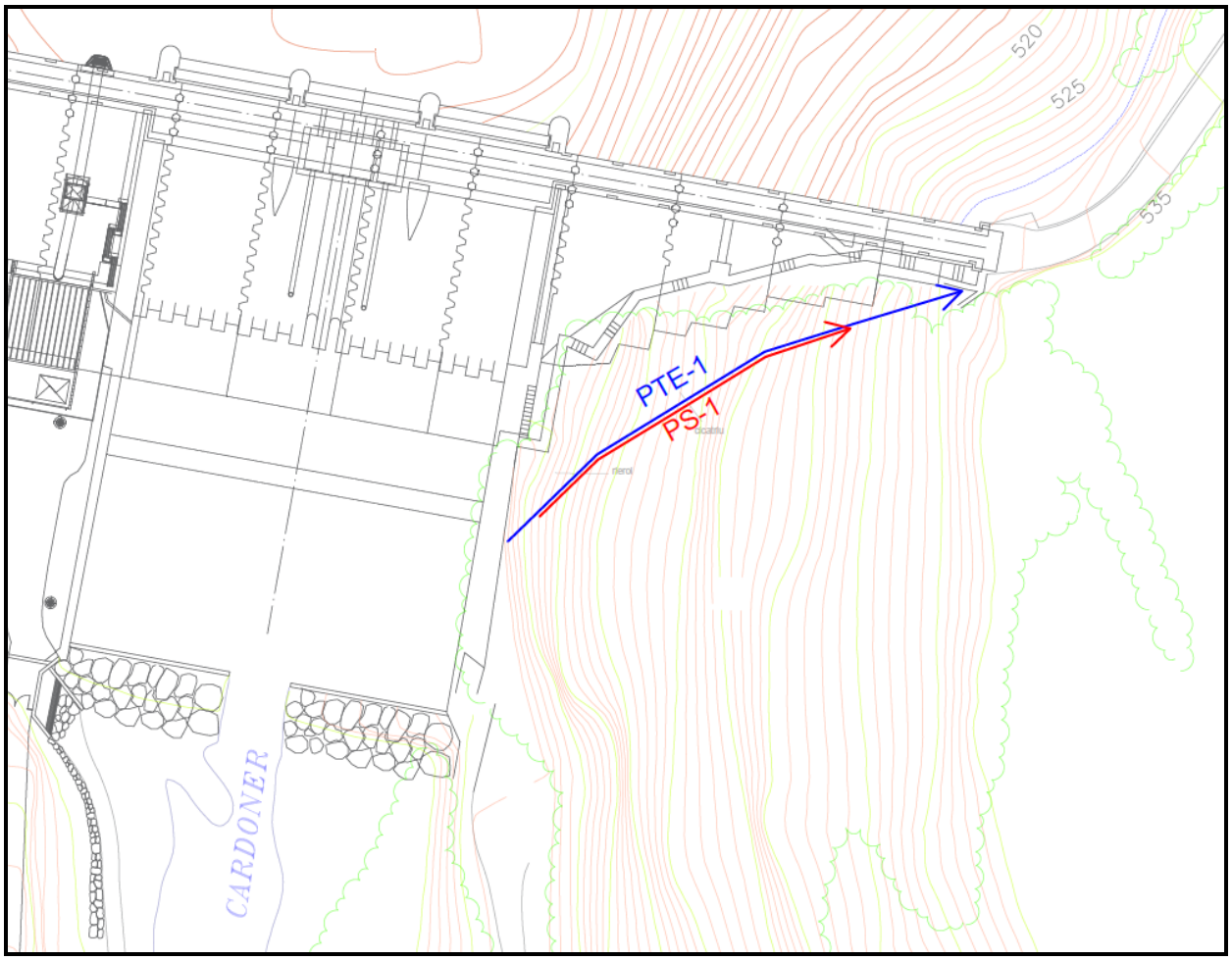


Fig. 7. *Ubicació dels perfils de tomografia i sísmica. Sense escala.*

Segons ***Mapa Geològic de Catalunya*** del ***Institut Geològic i Cartogràfic de Catalunya*** ens trobem sobre les següents unitats geològiques:

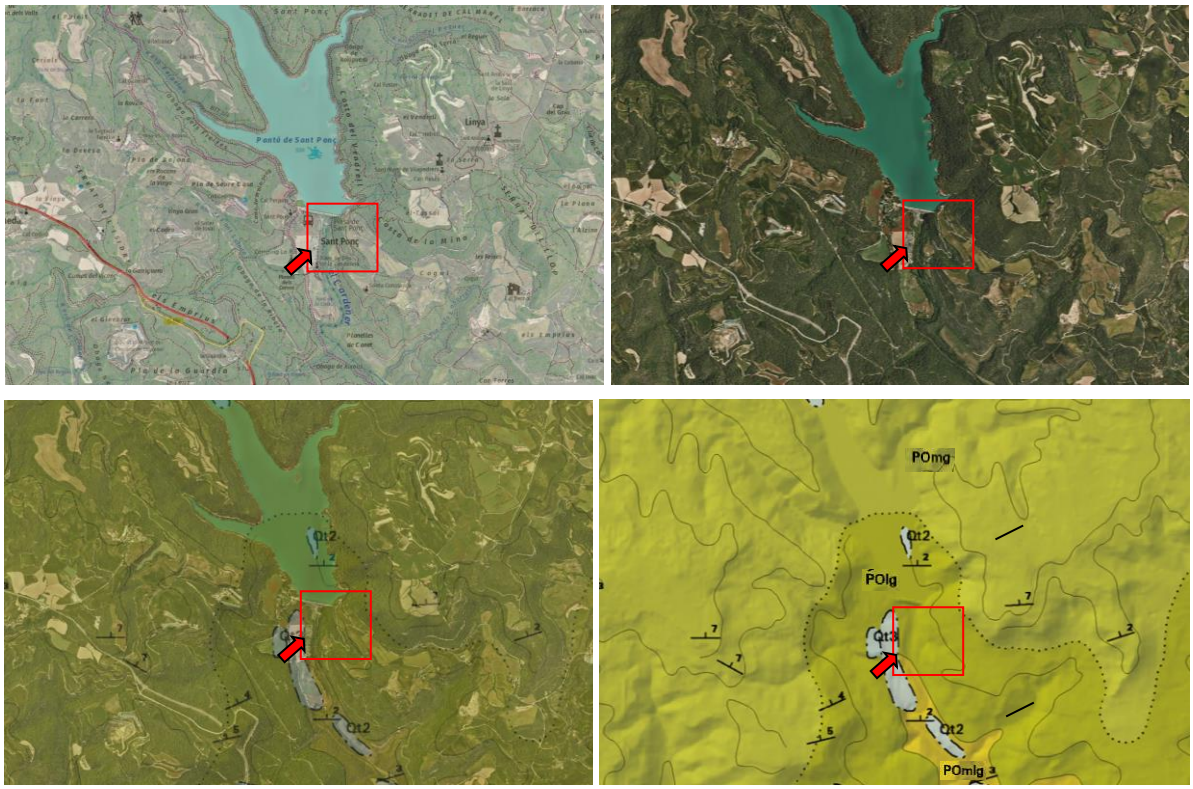


Fig. 8. *Superior esquerra: Superposició plànol topogràfic i ortofoto. Superior dreta: Ortofoto Inferior esquerra: Superposició ortofoto i geològic. Inferior dreta: Geològic. Imatges extretes de l' ICGC.*

Llegenda:

POlg: Limolites amb intercalacions de gresos i conglomerats. Formació Molassa de Solsona. Oligocè.

Qt3: Terrassa fluvial. Graves, sorres i lutites. Plistocè superior.

POmlg: Margues, limolites i gresos amb intercalacions de conglomerats. Formació Molassa de Solsona. Oligocè.

POmg: Margues, calcàries i gresos. Formació Molassa de Solsona. Oligocè.

Resultats: Perfil de tomografia elèctrica PTE-1

El perfil geoelèctric resultant de la inversió del perfil **PTE-1** mostra el model de distribució de resistivitats elèctriques de la secció prospectada. La longitud total del perfil és de 88.5m.

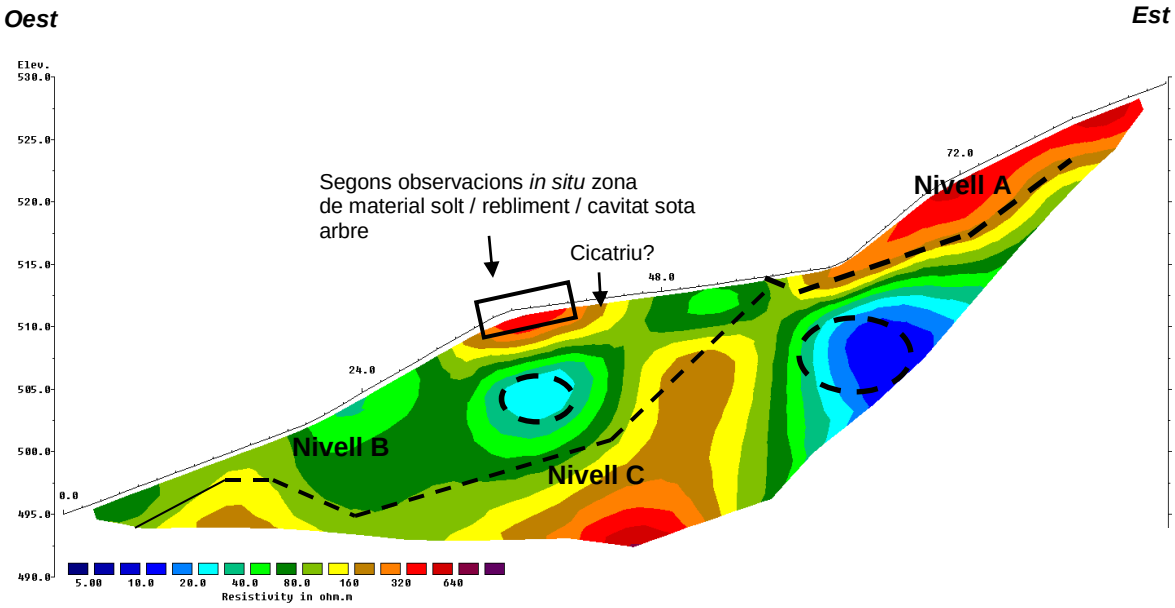


Fig. 9. *Model geoelèctric resultant del perfil elèctric* ***PTE-1****.*

El model presenta **3 nivells en termes de resistivitat elèctrica**:

⇒ es determina un primer nivell, ***Nivell A***, caracteritzat per **valors de resistivitat** elèctrica de l'ordre de **400Ohm·m**. Aquest nivell es determina de manera superficial, des dels 57m de l'inici i fins el final del perfil i pot associar-se al gresos de la zona.

⇒ es determina un segon nivell, ***Nivell B***, caracteritzat per **valors de resistivitat** elèctrica de **<100Ohm·m**. Aquest nivell podria associar-se, per presentar valors més conductius a les argil·lites de la zona o bé a un nivell A, més alterat.
Dels 33m als 42m del inici del perfil, es determina una zona més resistiva que per les observacions realitzades in situ, pot associar-se a una zona de rebliment, material solt.

⇒ i es determina un tercer nivell, ***Nivell C,*** caracteritzat per valors de **>400Ohm·m**, aquest nivell pot associar-se al **substrat rocós menys alterat.**

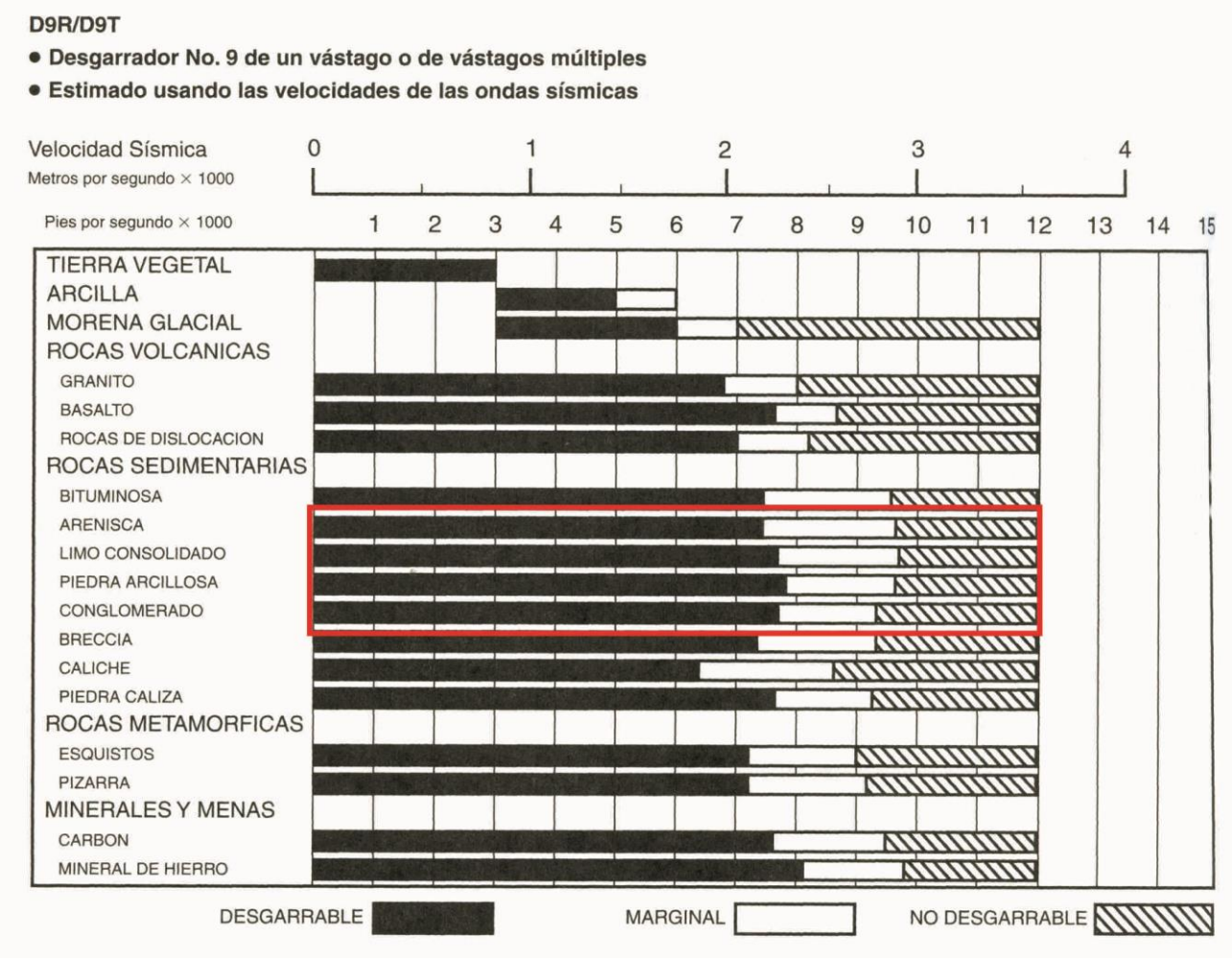
S'observen dues zones conductives associades a zones amb major contingut de fins i/o humitat, es troben centrades a:

- 38m del inici del perfil
- i a 67m del inici del perfil

La segona anomalia està caracteritzada pels valors més conductius determinats en el model, en cas necessari, per tal de saber de la seva natura, seria un punt per analitzar amb assajos mecànics.

Resultats: Perfil de sísmica de refracció PS-1

A continuació es presenta una taula de rendiment per una dent D9 de *Caterpillar* en funció de la naturalesa del material del subsòl i la seva velocitat sísmica:



Taula 1. *Taula de ripabilitats per una D9. Taula extreta del manual de la Caterpillar Edició 35.*

D'acord a la taula anterior i tenint en compte que estem sobre la unitat *POlg: limolites amb intercalacions de gresos i conglomerats,* segons ***Mapa Geològic de Catalunya*** del ***Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya***, s'estableixen en valors de 2200m/s i 2750m/s com a límits entre material ripable, marginal i prèvia voladura.

Perfil de sísmica de refracció PS-1

A continuació es presenten els sismogrames i la representació temps-distància dels temps de les primeres arribades de les ones de compressió pels diversos dispars realitzats al llarg de la línia sísmica (corbes dromocrones) pel perfil **PS-1**:

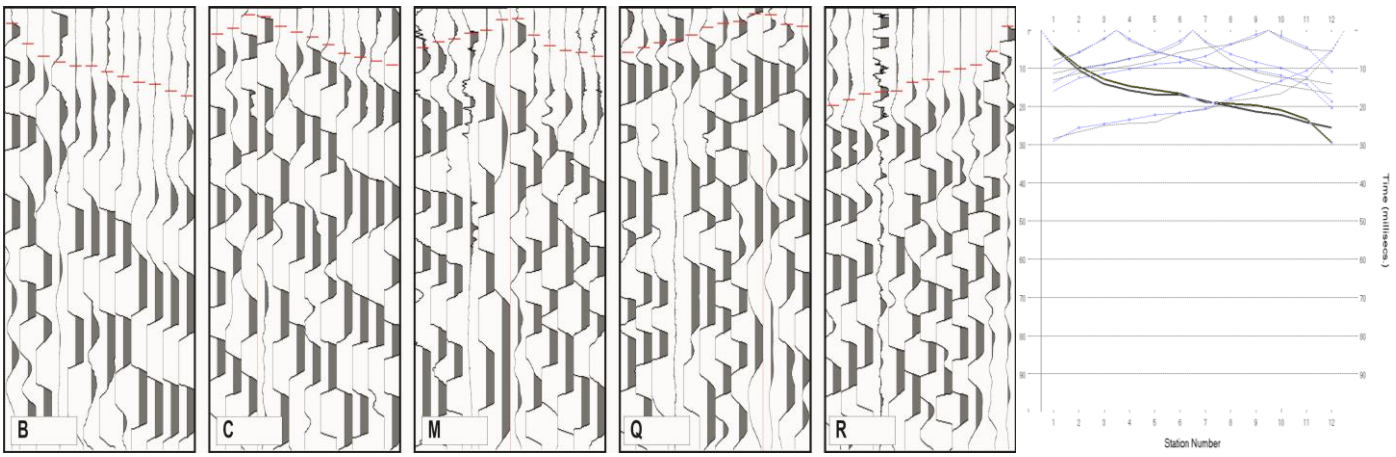


Fig. 10. *Esquerra: sismogrames corresponents al perfil de sísmica de refracció* ***PS-1****.*
Dreta: Corbes domocrones corresponents al perfil de sísmica de refracció ***PS-1****.*

Sobre els **sismogrames** es marca mitjançant **línia vermella els instants de la primera arribada de l'ona de compressió** sobre cada una de les estacions. La relació senyal/soroll és acceptable i es determinen aquests instants sense ambigüitats importants.

A la representació de corbes domocrones s'indica en negre les corbes que es deriven mitjançant *piking* i en blau les corbes que es deriven del model resultant de la inversió. Aquestes figures, coincidents, indiquen qualitativament el **bon ajust entre resposta real del subsòl i resposta del model de distribució de velocitats d'ones de compressió** que es deriva del càlcul d'inversió.

Tot seguit es presenta el model de distribució de velocitats d'ones P del perfil sísmic **PS-1**:

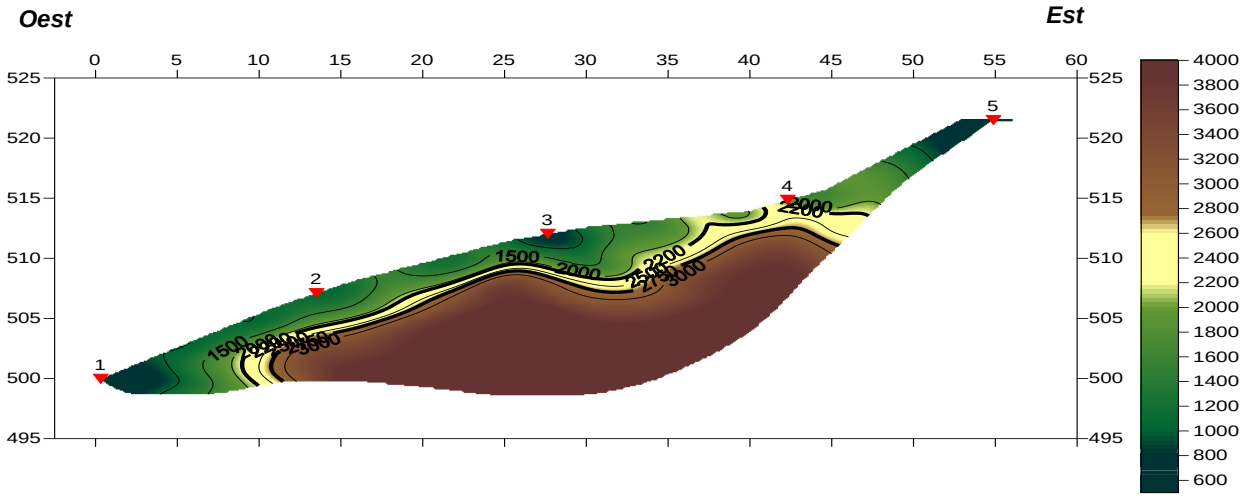


Fig. 11. *Model de distribució de velocitats de ones P para el perfil de sísmica de refracció* ***PS-1****.*

A partir del model de distribució de velocitats d'ones de compressió, la naturalesa dels materials del subsòl de la zona prospectada i segons Taula 1 extreta del *Manual Caterpillar* per una dent D9, s'han diferenciat **3 nivells** en termes de ripabilitats:

⇒ es determina, un **primer nivell** (colors verds), caracteritzat per velocitats **<2250m/s** que es classificaria com a **material ripable**. Aquest nivell te una potencia no superior a 3-4m aproximadament.

⇒ es determina un **segon nivell** (colors grocs) caracteritzat per **v compreses en el rang 2250m/s** a **2750m/s** que es classificaria com a material de **ripabilitat marginal**. Aquest material presenta poca potencia i indica una ràpida transició al tercer nivell.

⇒ i es determina un **tercer nivell** (colors marrons) determinat fins a la màxima profunditat de investigació, caracteritzat per velocitats **>2750m/s,** que s'associaria a un nivell de material **ripable prèvia voladura**..

7. RESUM DE RESULTATS

De manera resumida en el *perfil de tomografia elèctrica* realitzat per aquesta investigació es determinen **tres nivells pel que fa a valors de resistivitats**, es determina un **primer nivell**, caracteritzat per **valors de resistivitat** elèctrica de l'ordre de **400Ohm·m**. Aquest nivell es determina de manera superficial, des dels 57m de l'inici i fins el final del perfil i **pot associar-se al gresos** de la zona. Es determina un **segon nivell**, caracteritzat per **valors de resistivitat** elèctrica de **<100Ohm·m**, aquest nivell **podria associar-se**, per presentar valors més conductius, a les **argil·lites** de la zona o bé al primer nivell, més alterat.

A nivell superficial s'observa dels 33m als 42m del inici del perfil, una zona més resistiva que per les observacions realitzades *in situ*, pot associar-se a una zona de rebliment, material solt.

I es determina un **tercer nivell**, caracteritzat per valors de **>400Ohm·m**, que pot associar-se al **substrat rocós menys alterat.**

S'observen **dues zones conductives** associades a zones amb **major contingut de fins i/o humitat**, es troben centrades a:

- 38m del inici del perfil
- i a 67m del inici del perfil

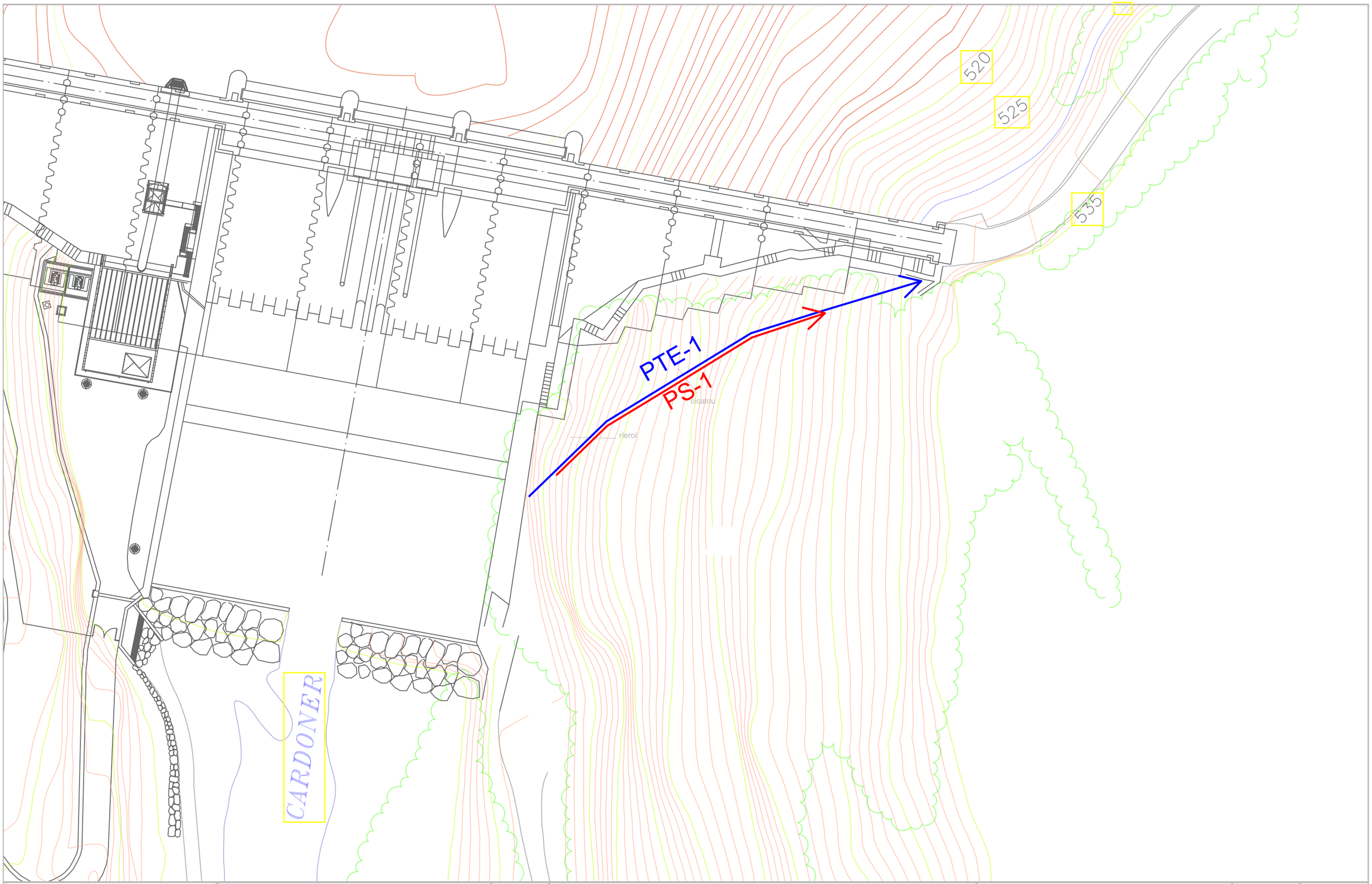
Tal i com s'ha comentat, la segona anomalia està caracteritzada pels valors més conductius determinats en el model, en cas necessari, per tal de saber de la seva natura, seria un punt per analitzar amb assajos mecànics.

Pel que fa al perfil sísmic, s'han diferenciat **3 nivells** en termes de ripabilitats; es determina un **primer nivell** caracteritzat per velocitats **<2200m/s** que es classificaria com a **material ripable**. Aquest nivell te una potencia no superior a 3-4m aproximadament. Es determina un **segon nivell**, caracteritzat per **v compreses en el rang 2250m/s** a **2750m/s** que es classificaria com a material de **ripabilitat marginal**, aquest material presenta poca potencia i indica una ràpida transició al tercer nivell. I es determina un **tercer nivell** determinat fins a la màxima profunditat de investigació, caracteritzat per velocitats **>2750m/s,** que s'associaria a un nivell de material **ripable prèvia voladura**, que podria associar-se al substrat més sà i es trobaria, partir de <5m de profunditat respecte la superfície prospectada.

GS Ingeniería Geofísica, S.L.P. queda a la seva disposició per a qualsevol dubte o consulta

ANNEXES

I. SITUACIÓ DELS TREBALLS REALIZATS



GS ingeniería
Geofísica, innovación y ciencia

← Traça i orientació de PTE
← Traça i orientació del Perfil sísmico

Escala: 1:600

Project: ESTUDI GEOFÍSIC MITJANÇANT SÍSMICA DE REFRACCIÓ I TOMOGRAFIA ELÈCTRICA A LA PRESA DEL PANTÀ DE SANT PONÇ (SOLSONÈS). AGOST DE 2021.

Descripció: Situació dels treballs realitzats

Data: 10/08/2021

Plànol: 1/1

GS ingeniería
Geofísica, innovación y ciencia

II. DOCUMENTACIÓ FOTOGRÀFICA



Fotografia 1. *Vista parcial i tècnics del perfil PTE-1.*



Fotografia 2. *Vista general i tècnics del perfil PTE-1.*



Fotografia 3. *Detall de elèctrodes i tècnic del perfil PTE-1.*



Fotografia 4. *Detall de geòfon en PS-1.*



Fotografia 5. *Vista parcial i geòfon de PS-1.*



Fotografia 6. *Vista parcial i tècnic de PS-1.*

GS ingeniería Geofísica, innovación y ciencia	Escala: ---	Project: **ESTUDI GEOFÍSIC MITJANÇANT SÍSMICA DE REFRACCIÓ I TOMOGRAFÍA ELÈCTRICA A LA PRESA DEL PANTÀ DE SANT PONÇ (SOLSONÈS). AGOST DE 2021.**	Document: Documentació fotogràfica	Arxiu: PTE.Sísmica	Data: Agost 2021	Núm. pàg.: 1 de 1

IV. BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFÍA

Kramer, C. & Morilla, I. *Explanaciones y drenaje. E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos,* U.P.M, 290 pp. (1994)

LOKE, M.H., T*he incersion of two dimentional apparent resistivity data*. Unpubl. Ph. D. Thesis, Un. Of Birmingham (U.K., 1994)

LOKE, M.H. & BARKER, R.D., *Practical techniques for 3D resistivity surveys and data inversion*. Geophysical prospecting

Sharma, P.V. *Environmental and engineering geophysics. Cambridge University Press,* 475 pp. (1997)

SILVESTER, P.P & FERRARI, R.L., *Finit elements for electrical engineers*. Cambridge University Press (1990).

XU, B. & NOEL, M., *On the completeness of data sets with multielectrode system for electrical resistivity survey*. Geophysical Prospecting (1993)

ANNEX 6
REPORTATGE FOTOGRÀFIC

ÍNDEX

1 OBJECTE 3

2 EXTERIOR DE LA PRESA 3

3 INTERIOR DE LA PRESA 12

4 AFORADORS 28

5 PÈNDULS 33

6 MESURADORS JUNTES EXTERNES 36

7 PIEZÒMETRES 45

8 PIEZÒMETRES EXTERIORS 52

9 QUADRES AUTOMATITZACIÓ 55

APÈNDIX. PLÀNOLS

1 OBJECTE

El present Annex té com a objecte documentar gràficament l'estat de les instal·lacions que formen part de la presa de Sant Ponç i tal i com es troben durant els treballs d'inspecció realitzats prèviament a la redacció del present *Projecte d'ampliació i millora del sistema d'auscultació de la presa de Sant Ponç*.

2 EXTERIOR DE LA PRESA



Fotografia 1 Vista aigües avall. Bol esmorteïdor



Fotografia 2 Aigües amunt de la presa



Fotografia 3 Piles del sobreeixidor



Fotografia 4 Vista marge dreta des de coronament



Fotografia 5 Vista marge esquerra des de coronament



Fotografia 6 Vessant de la marge esquerra

Fotografia 6 Vessant de la marge esquerra



Fotografia 7 Vessant de la marge esquerra



Fotografia 8 Aflorament de roca i bolos a la marge esquerra



Fotografia 9 Marge esquerra, antic transformador



Fotografia 10 Indicis de moviment de la marge esquerra



Fotografia 11 Marge esquerra des de l'estrep



Fotografia 12 Camí peu presa marge esquerra



Fotografia 13 Vista des del peu de presa al marge esquerra



Fotografia 14 Caseta bol esmorteïdor marge esquerra



Fotografia 15 Camí peu presa marge esquerra



Fotografia 16 Piezòmetre PZ-1 al camí del peu de la marge esquerra



Fotografia 17 Camí peu presa marge esque rra



Fotografia 18 Bol esmorteïdor i vista de la central



Fotografia 19 Bol esmorteïdor i vista de la central



Fotografia 20 Camí perimetral peu de presa marge dreta

3 INTERIOR DE LA PRESA



Fotografia 21 Galeria 4



Fotografia 22 Final de la galeria 4 a la marge dreta



Fotografia 23 Galeria 4 en bloc 12



Fotografia 24 Galeria 4



Fotografia 25 Galeria 4



Fotografia 26 Pou d'aigües a la galeria 4



Fotografia 27 Final galeria 4 marge esquerra



Fotografia 28 Cambra de vàlvules galeria 3



Fotografia 29 Accés a la cambra de vàlvules



Fotografia 30 Pou



Fotografia 31 Galeria 3



Fotografia 32 Pou



Fotografia 33 Pou



Fotografia 34 Pou



Fotografia 35 Final galeria 3 marge dret



Fotografia 36 Galeria 3



Fotografia 37 Accés galeria 3

Fotografia 37 Accés galeria 3



Fotografia 38 Pou



Fotografia 39 Pou



Fotografia 40 Pou



Fotografia 41 Pou



Fotografia 42 Pou



Fotografia 43 Pou



Fotografia 44 Pou



Fotografia 45 Pou



Fotografia 46 Pou



Fotografia 47 Pou



Fotografia 48 Pou



Fotografia 49 Pou



Fotografia 50 Accés galeria 1 marge esquerra

4 AFORADORS



Fotografia 51 Aforador bloc 6 galeria 1



Fotografia 52 Aforador Bloc 18 galeria 1



Fotografia 53 Aforador Bloc 11 Galeria 3



Fotografia 54 Aforador Bloc 16 Galeria 3



Fotografia 55 Aforador extern marge esquerra



Fotografia 56 Aforador marge esquerra



Fotografia 57 Aforador extern marge esquerra



Fotografia 58 Aforador marge esquerra



Fotografia 59 Aforador marge esquerra



Fotografia 60 Aforador extern marge esquerra

5 PÈNDULS



Fotografia 61 Coordinòmetre pèndul bloc 12 a la galeria 3



Fotografia 62 Coordinòmetre pèndul bloc 16 galeria 3



Fotografia 63 Pèndul Directe Bloc 12 Galeria 3



Fotografia 64 Pèndul Directe Bloc 16 a la galeria 4



Fotografia 65 Pèndul Bloc 12 a la galeria 4

6 MESURADORS JUNTES EXTERNES



Fotografia 66 Junta externa 7 a la galeria 1



Fotografia 67 Junta 8 a la galeria 1



Fotografia 68 Junta externa 9 galeria 1



Fotografia 69 Junta externa 10 galeria 1



Fotografia 70 Junta externa 11 galeria 1



Fotografia 71 Junta externa 12 galeria 1



Fotografia 72 Junta externa 15 galeria 1



Fotografia 73Junta externa 17 galeria 1

Fotografia 73Junta externa 17 galeria 1



Fotografia 74 Junta externa 9 galeria 3



Fotografia 75 Junta externa 10 galeria 3



Fotografia 76 Junta externa 12 galeria 3



Fotografia 77 Junta externa 13 galeria 3



Fotografia 78 Mesurador juntes externes galeria 4 junta 14



Fotografia 79 Junta externa Junta 15 a la galeria 4



Fotografia 80 Junta 12 Galeria 4



Fotografia 81 Junta 13 galeria 4



Fotografia 82 Junta 11 Galeria 4

7 PIEZÒMETRES



Fotografia 83 Piezòmetres blocs 1, 2 i 3



Fotografia 84 Piezòmetres blocs 10



Fotografia 85 Piezòmetres blocs 10



Fotografia 86 Piezòmetres blocs 11



Fotografia 87Piezòmetres bloc 11



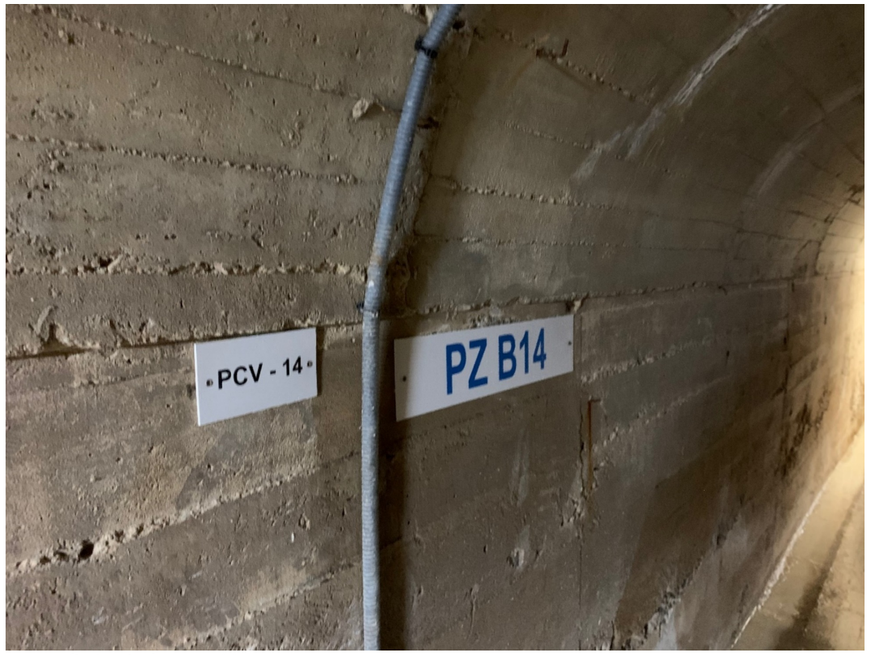
Fotografia 88 Piezòmetres bloc 13



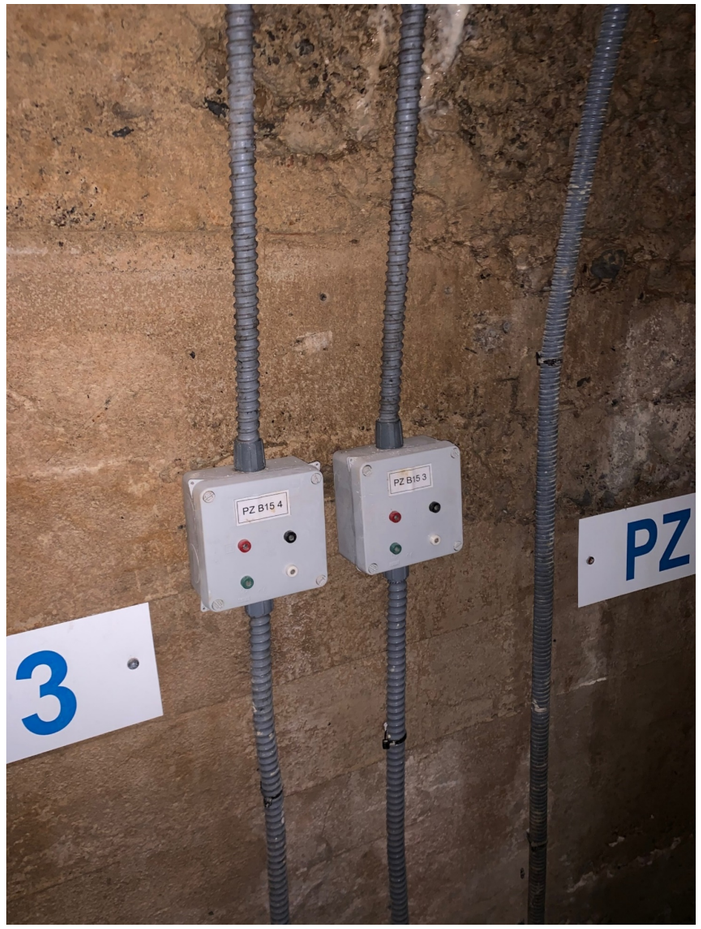
Fotografia 89 Piezòmetres bloc 13



Fotografia 90 Piezòmetres bloc 13



Fotografia 91 Piezòmetres bloc 14



Fotografia 92 Piezòmetres Bloc 15



Fotografia 93 Piezòmetres bloc 15



Fotografia 94 Piezòmetres bloc 16



Fotografia 95 Piezòmetres marge esquerra

8 PIEZÒMETRES EXTERIORS



Fotografia 96 Piezòmetre exterior estrep esquerra



Fotografia 97 Piezòmetre exterior PZ-4



Fotografia 98 Piezòmetre exterior PZ-4



Fotografia 99 Piezòmetre exterior PZ-7



Fotografia 100 Piezòmetre exterior PZ-6



Fotografia 101 Piezòmetre exterior PZ-5

9 QUADRES AUTOMATITZACIÓ



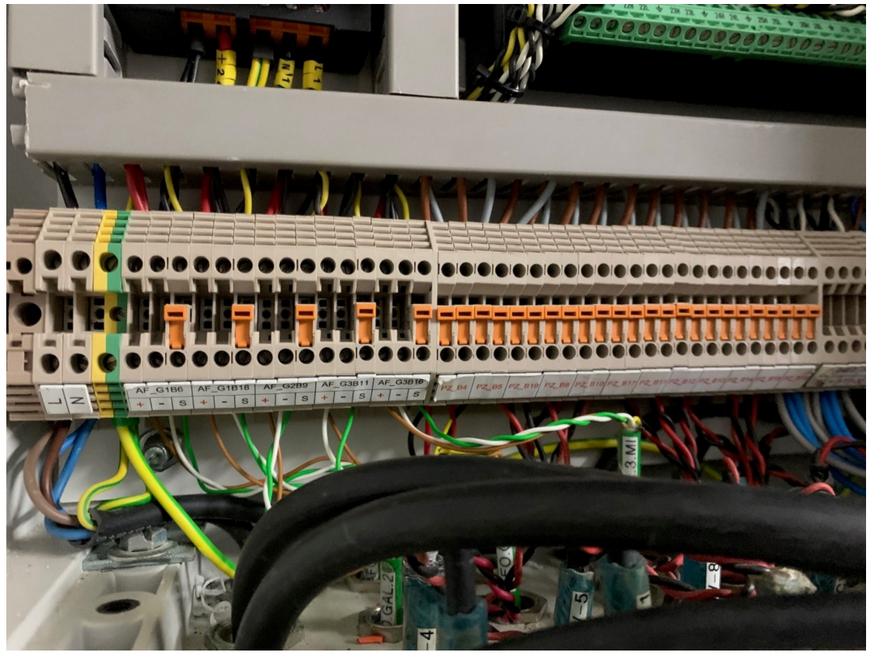
Fotografia 102 Quadre alimentació



Fotografia 103 Quadre multiplexor



Fotografia 104 Unitat d'adquidisició de dades



Fotografia 105 Detall quadre





Fotografia 106 Quadre fibra



Fotografia 107 Quadre bobitècnic



Fotografia 108 Quadre bobitècnic



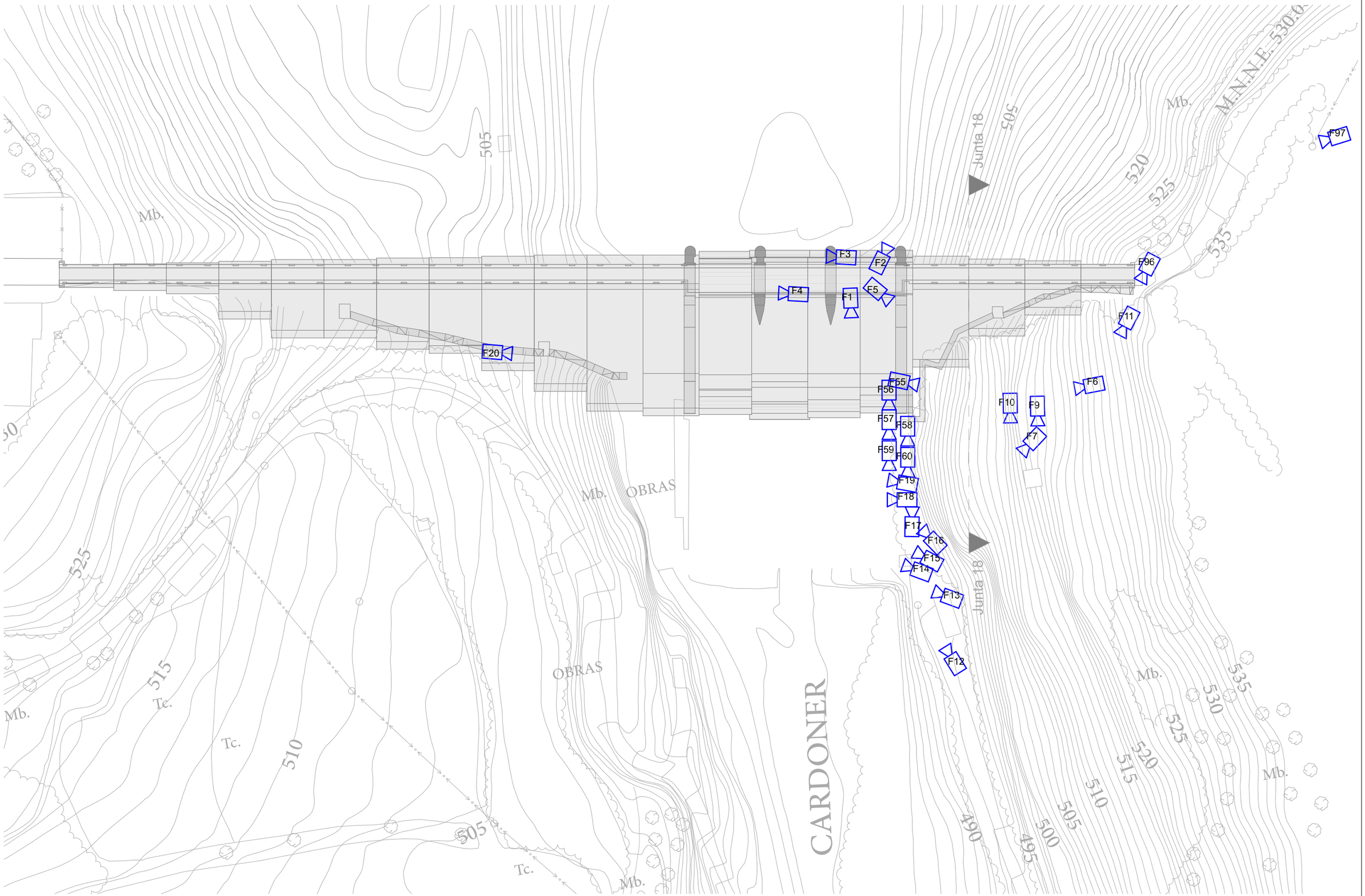
Fotografia 109 Quadre fibra òptica



Fotografia 110 Quadre fibra òptica

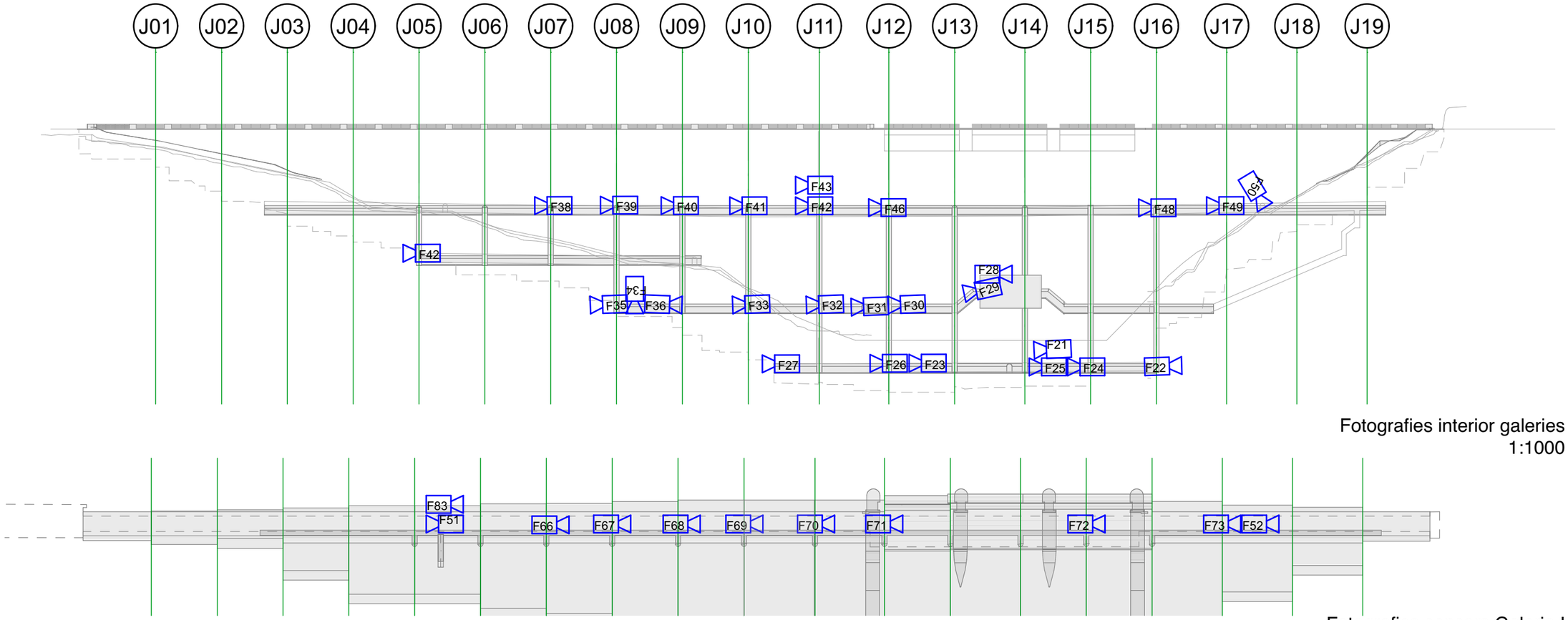
APÈNDIX 1. PLÀNOLS

APÈNDIX 1. PLÀNOLS



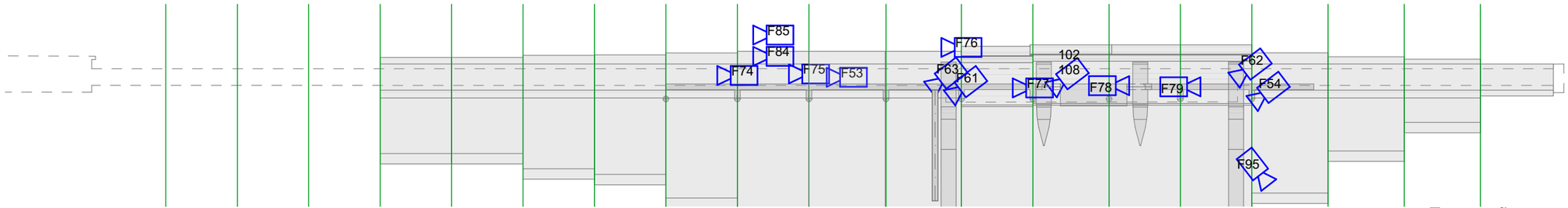
Fotografies Exterior

Generalitat de Catalunya **Departament d'Acció Climàtica, Alimentació i Agenda Rural** **Agència Catalana de l'Aigua**	EMPRESA CONSULTORA: PGR consultores	TÈCNIC AUTOR DEL PROJECTE: CARLOS AGUILAR MORENO ENGINYER DE CAMINS, CANALS I PORTS. Número de Col·legiat. 17958	TÍTOL DEL PROJECTE: AMPLIACIÓ I MILLORA DEL SISTEMA D'AUSCULTACIÓ DE LA PRESA DE SANT PONÇ	ESCALES: E: 1:1000	CLAU: LAB.00707/01.P	DATA: AGOST 2021	TÍTOL DEL PLÀNOL: LOCALITZACIÓ DE FOTOGRAFIES EXTERIOR LOCALITZACIÓ FOTOGRAFIES EXTERIOR	PLÀNOL Nº: Ax06.1 FULL: 1 DE 1



Fotografies interior galeries
1:1000

Fotografies sensors Galeria I
1:1000



Fotografies sensors Galeria III
1:1000



Fotografies Galeria IV
1:1000

Generalitat de Catalunya
Departament d'Acció Climàtica, Alimentació i Agenda Rural

Agència Catalana de l'Aigua

EMPRESA CONSULTORA:
PGR consultores

TÈCNIC AUTOR DEL PROJECTE:
CARLOS AGUILAR MORENO
ENGINYER DE CAMINS, CANALS I PORTS. Número de Col·legiat. 17958

TÍTOL DEL PROJECTE:
AMPLIACIÓ I MILLORA DEL SISTEMA D'AUSCULTACIÓ DE LA PRESA DE SANT PONÇ

ESCALES: E:

CLAU: LAB.00707/01.P

DATA: AGOST 2021

TÍTOL DEL PLÀNOL:
LOCALITZACIÓ DE FOTOGRAFIES GALERIES
LOCALITZACIÓ FOTOGRAFIES GALERIES

PLÀNOL Nº: AX06.2

FULL: 1 DE 1

ANNEX 7
EQUIPS D'AUSCULTACIÓ

ÍNDEX

1 INTRODUCCIÓ I OBJECTIU 3

2 HISTÒRIC DE L'AUSCULTACIÓ DE LA PRESA DE SANT PONÇ 3

3 DISPOSITIUS D'AUSCULTACIÓ INSTAL·LATS 4

3.1 PIEZÒMETRES 4
3.2 CONTROL DE DESPLAÇAMENTS HORITZONTALS 5
3.3 CONTROL DE LES JUNTES DE RETRACCIÓ I FISURES 5
3.4 CONTROL DE TEMPERATURES 5
3.5 DEFORMACIONS UNITÀRIES DEL FORMIGÓ 5
3.6 DEFORMACIONS UNITÀRIES DEL FONAMENT 5
3.7 AFORAMENT DE FILTRACIONS 6
3.8 MESURA DEL NIVELL A L'EMBASSAMENT 6
3.9 CONTROL HIDROMETEOROLÒGIC 6

4 TREBALLS D'INSPECCIÓ EFECTUATS 6

4.1 AFORADORS 6
4.1.1 AFORADOR AF_G1B6 6
4.1.2 AFORADOR AF_G1B18 7
4.1.3 AFORADOR AF_G2B9 7
4.1.4 AFORADOR AF_G3B11 8
4.1.5 AFORADOR AF_G3B16_1 8
4.1.6 AFORADORES AF_G3B16_2 A AF_G3B16_6 9

4.2 PIEZÒMETRES 9

4.3 PÈNDOLS 9

4.4 JUNTES EXTERNES 10

5 TREBALLS DE MILLORA DE L'AUSCULTACIÓ QUE ES PROPOSEN 11

APÈNDIX 1. PLÀNOLS D'AUSCULTACIÓ
APÈNDIX 2. BUTLLETINS

1 INTRODUCCIÓ I OBJECTIU

Tal i com s'ha descrit a l'Annex 2 Recopilació i anàlisi de la informació existent, des de l'any de construcció de la presa de Sant Ponç, el sistema d'auscultació existent, necessari per disposar de dades sobre el comportament de la presa, ha sigut objecte de millores i ampliacions.

El sistema d'auscultació de la presa de Sant Ponç consta de piezòmetres de corda vibrant, piezòmetres oberts, aforadors, mesuradors de junta externs i pèndols directes.

2 HISTÒRIC DE L'AUSCULTACIÓ DE LA PRESA DE SANT PONÇ

La segona Revisió general i anàlisi de la seguretat de la presa i l'embassament de Sant Ponç redactada al 2009 va concloure sobre la necessitat de reforçar el sistema d'auscultació existent. Aquest sistema és necessari per disposar de dades sobre el comportament de la presa.

Des de l'any de construcció de la presa de Sant Ponç, el sistema d'auscultació existent ha sigut objecte de millores i ampliacions.

Després de la construcció de la presa i davant de la importància de les filtracions que es produïen sobretot en l'estrep del marge esquerre, es va procedir a una campanya intensiva d'injeccions.

Es resumeix a continuació l'històric de documentació i recomanacions d'auscultació, així com auscultació instal·lada al llarg de la vida de la presa de Sant Ponç:

La primera revisió de seguretat de la presa qualifica el sistema d'auscultació com a deficient i recomana la realització d'un projecte complet per instal·lar:

- Aforadors
- Mesuradors de juntes
- Bases per a clinòmetres
- Reperforació de drens i piezòmetres per analitzar les subpressions
- Col·limació
- Dispositius de control hidrològic i meteorològic amb evaporímetre

A la segona revisió de seguretat de la presa (de l'any 2009) es recomanava:

- Implantar xarxa de piezòmetres (prioritat alta)
- Extensòmetres de vareta per detectar moviments de la presa així com deformacions del fonament i alineacions de pèndols aprofitant els pous de juntes.(prioritat alta)
- Bases d'anivellació i col·limació en coronament. (prioritat mitja)
- Mesuradors de juntes.(prioritat mitja)
- Acceleròmetres (prioritat baixa)

L'any 2005 es va redactar un projecte d'auscultació en el que es proposaven les següents actuacions:

- Instal·lació de dos pèndols del tipus " pèndol invertit " que disposin de sensors per poder realitzar lectures de manera automàtica i transmetre la informació des de l'estació automàtica d'adquisició de dades i control
- Actualització del sistema d'anivellació i col·limació
- Implantació de sistema de mesurador de juntes tridimensionals.
- Bases per clinòmetres als blocs que van del 8 al 17.
- 4 nous aforadors.
- Piezòmetres
- Adequació elèctrica de baixa tensió
- Sistema d'adquisició de dades automàtiques
- Estació meteorològica

Així, i l'any 2017, en que es va redactar l'Informe de determinació dels llindars d'emergència d'auscultació de les preses de Siurana, Boadella, Sau, Foix, la Baells, Sant Ponç i la Llosa de Cavall, la presa de Sant Ponç disposava de:

- 10 aforadors (2 d'ells totalitzadors)
- 2 pèndols inversos
- 33 mesuradors de juntes externes
- 12 piezòmetres de corda vibrant

No obstant, actualment, continua sent necessària una ampliació així com revisió/renovació d'allò existent. Per les raons exposades, cal revisar, actualitzar i ampliar el sistema actual per dotar-lo de més dispositius/sensors que permetin arribar a obtenir dades i mesures de tots el paràmetres de comportament que cal controlar.

3 DISPOSITIUS D'AUSCULTACIÓ INSTAL·LATS

Actualment a la presa de Sant Ponç es registren les següents variables:

- Filtracions: mitjançant 5 aforadors dintre de la presa automatitzats i 5 aforadors manuals al marge esquerre.
- Subpressions: mitjançant 37 piezòmetres de corda vibrant.
- Moviments mitjançant
  - 33 mesuradors de juntes bidimensionals
  - 2 pèndols directes situats a les juntes 12 i 16 i mesurats en els coordinòmetres situats a les galeries 3 i 4
- Nivell de l'embassament
- Estació meteorològica
- 6 Piezòmetres situats a l'exterior de la presa i que controlen el nivell freàtic de la marge esquerra.

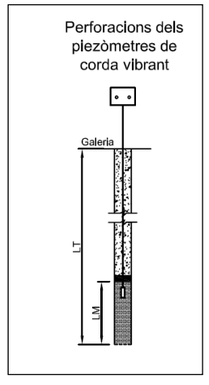
A l'Apèndix 1 s'inclouen plànols de tots els dispositius d'auscultació existents actualment a la presa de Sant Ponç.

3.1 PIEZÒMETRES

Amb l'objecte de controlar les subpressions al fonament al llarg de la xarxa de drenatge la presa de Sant Ponç disposa d'un total de 37 piezòmetres de corda vibrant amb la següent disposició:

Piezòmetre	LT (m)	LM (m)		Piezòmetre	LT (m)	LM (m)
PZ_B01	7.40	2.45		PZ_B12_2	9.50	3.30
PZ_B02	13.70	3.50		PZ_B13_1A	7.40	2.46
PZ_B03	12.25	0.45		PZ_B13_2A	7.50	2.79
PZ_B04_1	6.20	0.79		PZ_B13_B	6.00	1.20
PZ_B04_2	5.70	0.70		PZ_B14	5.10	1.15
PZ_B04_3	8.90	2.59		PZ_B15_1	7.35	2.91
PZ_B05_1	10.00	1.20		PZ_B15_2	4.80	1.20
PZ_B05_2	11.60	3.00		PZ_B15_3	8.10	3.31
PZ_B06	15.20	2.70		PZ_B15_4	11.10	4.70
PZ_B07_1	6.40	2.65		PZ_B16_1	3.20	1.15
PZ_B07_2	8.80	4.50		PZ_B16_2	8.30	4.30
PZ_B08	7.00	1.30		PZ_B17_1	3.40	2.11
PZ_B09	16.00	3.30		PZ_B17_2	2.10	1.10
PZ_B10_1	16.00	12.70		PZ_B18	14.10	2.30
PZ_B10_2	13.10	1.00		PZ_B19_A	8.00	3.89
PZ_B11_1	4.00	0.90		PZ_B19_B	4.00	1.00
PZ_B11_2	8.20	4.31		PZ_B20	15.30	2.10
PZ_B12_1	5.90	1.10		PZ_ME63	46.65	1.65
				PZ_ME87	41.10	1.40

La codificació dels piezòmetres consisteix en "PZ_", seguit del bloc on es troba i seguit del tipus d'orientació. Per exemple, el piezòmetre PZ_B7_1 és el piezòmetre núm. 1 situat al bloc 7.



Per altra banda la presa de Sant Ponç disposa de 6 piezòmetres oberts que es van perforar a les obres de rehabilitació de la xarxa de drenatge de la presa. Encara que en projecte es preveien un total de 7 piezòmetres, realitzat el replanteig, es va comprovar que el numerat 2, quedava a mitja vessant, complicant l'execució, i l'accés per presa de dades i manteniment, durant la explotació. Per això es va substituir per dos de corda vibrant, semi horitzontals.

Les característiques dels piezòmetres oberts existents són las següents:

Piezòmetre	Profunditat (m)	Nivell freàtic (m)	Tub cec (m)	Tub ranurat (m)	Percussió (m)	Rotació (m)
PZ_1	21	14	14	7	0	21
PZ_3	60	8	9	51	0	60
PZ_4	60	12	8	52	0	60
PZ_5	60	20	15	45	44	16
PZ_6	60	118	19	41	44	16
PZ_7	61	45	44	17	44	17

Es recomana cablejar aquests piezòmetres per obtenir automàticament les dades com a la resta del sistema automàtic.

3.2 CONTROL DE DESPLAÇAMENTS HORITZONTALS

Encara que d'acord amb el projecte de renovació d'auscultació de la presa de Sant Ponç de 2005, es van instal·lar dos pèndols tipus "pèndol invertit" amb sensors per poder realitzar lectures de manera automàtica, aquests pèndols no funcionen actualment.

Els dipòsits dels pèndols es troben instal·lats sobre soports metàl·lics d'acer inoxidable ancorats als blocs XII (junta 12) i XVI (junta 15) a l'alçada de la galeria I. Els fils dels pèndols baixen pels pous d'inspecció de les juntes amb ancoratges al terreny natural sota la galeria IV.

3.3 CONTROL DE LES JUNTES DE RETRACCIÓ I FISURES

Per estudiar el comportament de les juntes de construcció s'han realitzat dos tipus de controls: intern i extern. Amb això es pretén controlar els possibles desplaçaments relatius entre blocs, deguts a assentaments diferencials a punts inaccessibles intermedis i a les galeries, durant les fases de construcció, posada en càrrega i tot el període d'explotació de la presa. Els valors obtinguts serveixen per contrastar els aconseguits per altres mètodes d'auscultació.

A la presa de Sant Ponç no hi ha sensors de control intern de les juntes i fissures. Per altra banda existeixen 33 mesuradors de control extern de juntes bidimensionals.

Aquests dispositius es troben ubicats a les 4 galeries de la presa amb la següent disposició:

Galería	Mesurador		Galería	Mesurador
Galería 1	JE_G1J10		Galería 2	JE_G2J6
Galería 1	JE_G1J11		Galería 2	JE_G2J7
Galería 1	JE_G1J12		Galería 2	JE_G2J8
Galería 1	JE_G1J13		Galería 2	JE_G2J9
Galería 1	JE_G1J14		Galería 3	JE_G3J10
Galería 1	JE_G1J15		Galería 3	JE_G3J11
Galería 1	JE_G1J16		Galería 3	JE_G3J12
Galería 1	JE_G1J17		Galería 3	JE_G3J13
Galería 1	JE_G1J18		Galería 3	JE_G3J15
Galería 1	JE_G1J19		Galería 3	JE_G3J16

Galería	Mesurador
Galería 4	JE_G4J11
Galería 5	JE_G4J12
Galería 6	JE_G4J13
Galería 7	JE_G4J14
Galería 8	JE_G4J15

La presa de Sant Ponç no disposa de control de temperatures del formigó

3.5 DEFORMACIONS UNITÀRIES DEL FORMIGÓ

La presa de Sant Ponç no disposa de control de deformacions del formigó

3.6 DEFORMACIONS UNITÀRIES DEL FONAMENT

La presa de Sant Ponç no disposa de control de deformacions unitàries de la fonamentació.

3.7 AFORAMENT DE FILTRACIONS

La presa de sant Ponç disposa d'un total de 10 aforadors ubicats a les galeries 1, 2 i 3 i amb la següent codificació:

Galeria	Aforador
Galeria 1	AF_G1B6
Galeria 1	AF_G1B18
Galeria 2	AF_G2B9
Galeria 3	AF_G3B11
Galeria 3	AF_G3B16_1
Galeria 3	AF_G3B16_2
Galeria 3	AF_G3B16_3
Galeria 3	AF_G3B16_4
Galeria 3	AF_G3B16_5
Galeria 3	AF_G3B16_6

El valor precís del nivell de l'embassament en cada moment és una dada imprescindible per dues raons fonamentals: conèixer el volum d'aigua embassada i complementar la resta dels valors de l'auscultació, que es veuen influïts, directament, per l'empenta hidrostàtica en cada instant. Per tant el nivell d'embassament es converteix en un paràmetre absolutament necessari per a la correcta interpretació de les dades obtingudes en altres sensors.

La mesura del nivell de l'embassament de la presa de Sant Ponç es realitza tant a través d'una escala adossada a el parament d'aigües amunt, com a través d'un mesurador de precisió, amb adquisició de lectures automatitzada.

3.9 CONTROL HIDROMETEOROLÒGIC

Actualment únicament es disposa de pluviòmetre (manual i automàtic) i termòmetre únicament manual.

4 TREBALLS D'INSPECCIÓ EFECTUATS

Durant els treballs d'inspecció de la presa es va comprovar:

- No es va detectar cap filtració que no es tingui controlada mitjançant un aforador.
- No s'observen indicis que requereixin la monitorització de les deformacions de la presa.
- S'observen indicis de desplaçaments en la marge esquerra que no es troben degudament monitoritzats.
- Existeixen pèndols directes amb l'automatització fora de servei.
- No hi ha cap instrumentació que doni informació del moviments absoluts de la presa.
- No hi ha instrumentació per registrar i analitzar accions dinàmiques com terratrèmols.

Respecte als elements d'auscultació i de la xarxa de drenatge de la presa de Sant Ponç:

4.1 AFORADORS

4.1.1 AFORADOR AF_G1B6

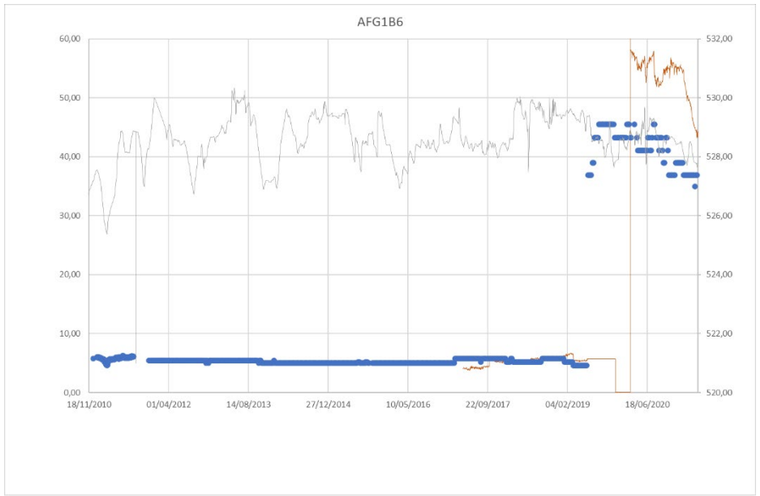
A les dades es pot observar com les dades automàques s'inicien en el 2017 i d'altra banda es pot observar també com des d'aquest moment es registren diferències amb les dades manuals.

Les dades manuals es comporten amb salts que dona una idea de la precisió d'aquestes mesures.

En el Juny del 2019 s'observa un increment de les filtracions molt rellevant en un moment en el qual sembla que les lectures automàtiques queden congelades. Aquest increment coincideix amb els treballs de millora del drenatge.

En març del 2020 es recuperen les dades automàtiques però es detecta un increment important en les diferències amb les lectures manuals respecte a les que es registraven abans del 2019.

Es recomana, per tant, revisar el sistema d'adquisició manual i la calibració del sensor automàtic.



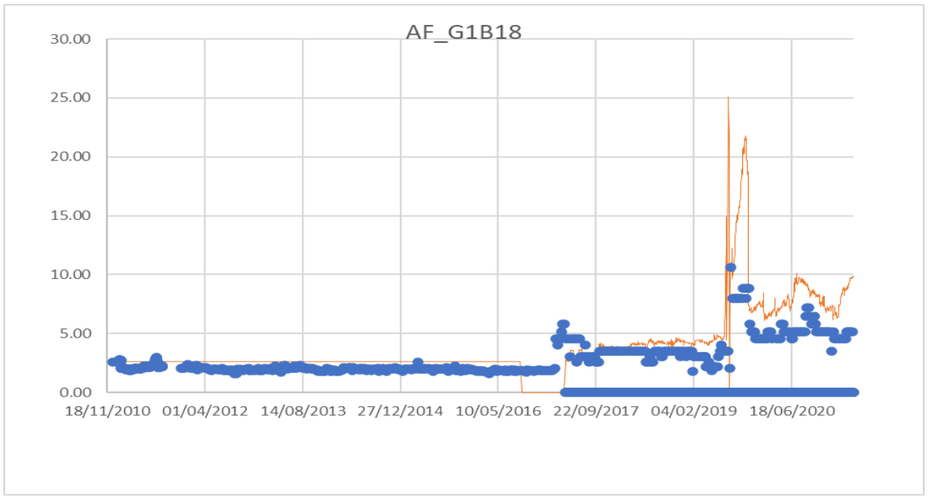
Evolució de l'aforador AF_G1B6

4.1.2 AFORADOR AF_G1B18

Es comprova que la seva automatització també es va realitzar al 2017. També s'observa una diferent comportament de les dades manuals arran l'automatització, reduint-se la seva precisió

Al 2019 també s'observa un increment de les filtracions arran la neteja de drens i un increment en les diferències entre les lectures manuals i automàtiques.

Es recomana, per tant, revisar el sistema d'adquisició manual i la calibració del sensor automàtic.



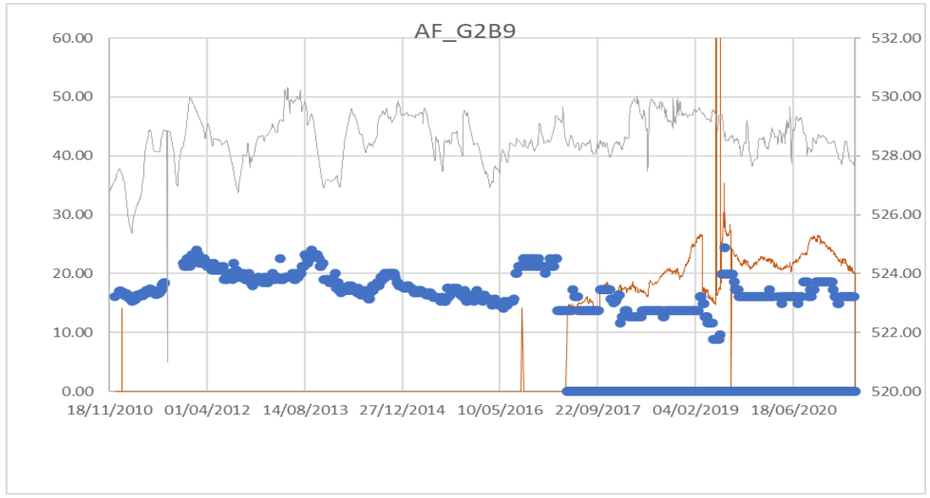
Evolució de l'aforador AF_G1B6

4.1.3 AFORADOR AF_G2B9

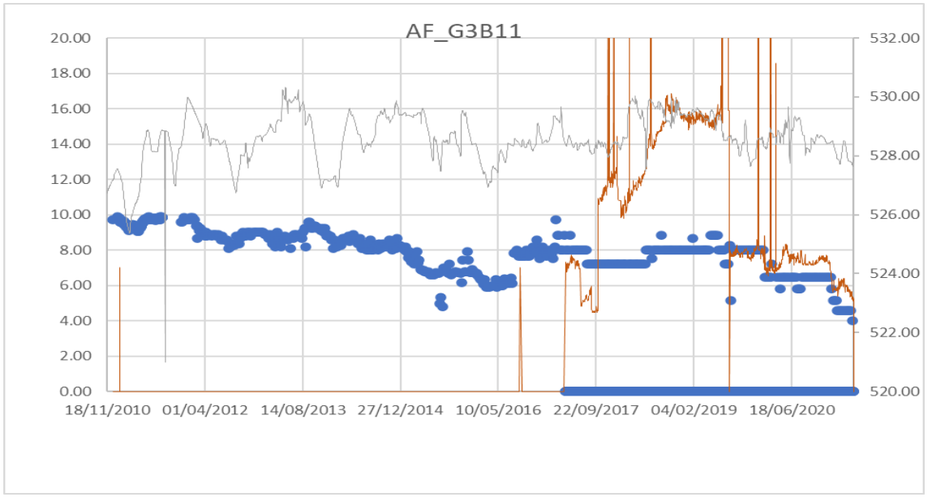
Es comprova que la seva automatització també es va realitzar al 2017. També s'observa una diferent comportament de les dades manuals des del 2016, reduint-se la seva precisió

Al 2019 també s'observa un increment de les filtracions arran la neteja de drens i un increment en les diferències entre les lectures manuals i automàtiques.

Es recomana, per tant, revisar el sistema d'adquisició manual i la calibració del sensor automàtic.



Evolució de l'aforador AF_G2B9



Evolució de l'aforador AF_G3B11

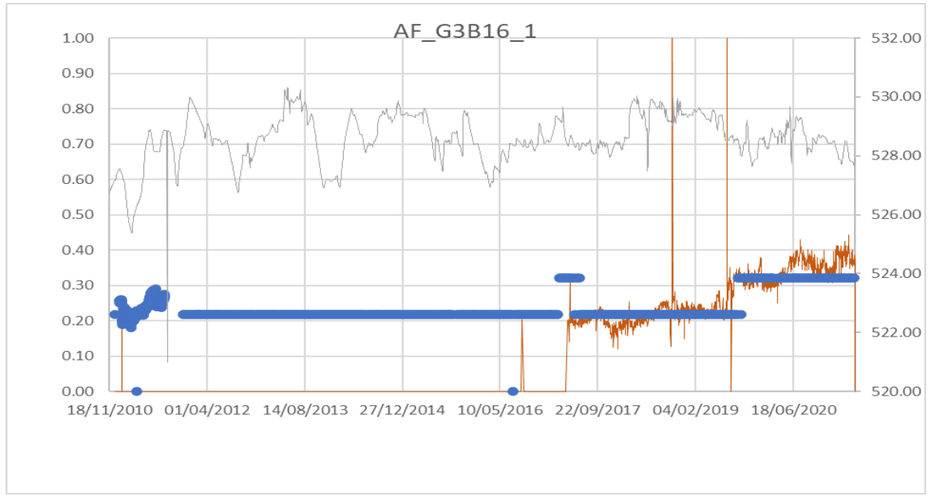
Es comprova que la seva automatització també es va realitzar al 2017. També s'observa una diferent comportament de les dades manuals arran l'automatització, reduint-se la seva precisió

A partir de finals del 2017 s'observa un comportament de les lectures automàtiques molt diferent de les lectures manuals que sembla estabilitzar-se al 2020.

Es recomana, per tant, revisar el sistema d'adquisició manual i la calibració del sensor automàtic, així com una revisió de les causes del desacoblament entre el 2017 i 2020 per analitzar si es requereix una modificació del sistema automàtic.

Es comprova que la seva automatització també es va realitzar al 2017. També s'observa una diferent comportament de les dades manuals des del 2011, reduint-se la seva precisió

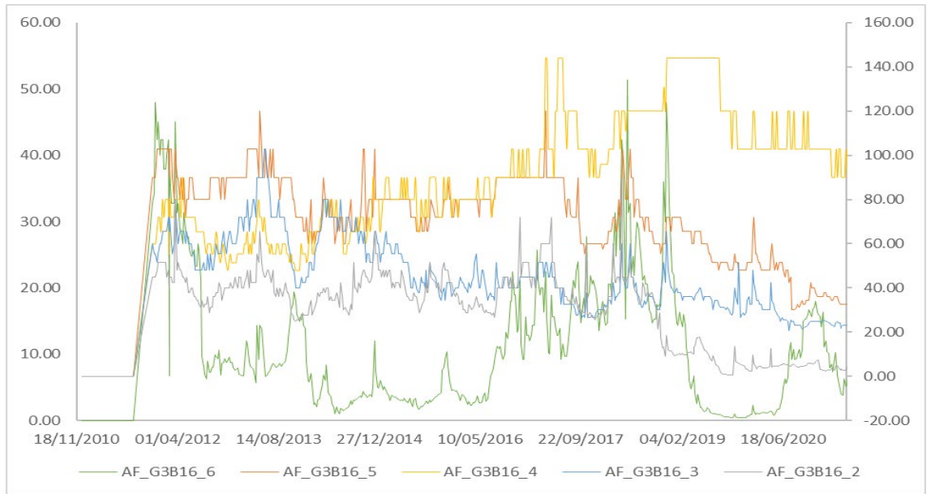
Al 2019 també s'observa un increment de les filtracions arran la neteja de drens però no es registra un increment de les diferències entre les lectures automàtiques i manuals.



Evolució de l'aforador AF_G3B16_1

4.1.6 AFORADORES AF_G3B16_2 A AF_G3B16_6

Aquests aforadors son manuals i es registren amb cubell i cronòmetre.



Evolució dels aforadors externs

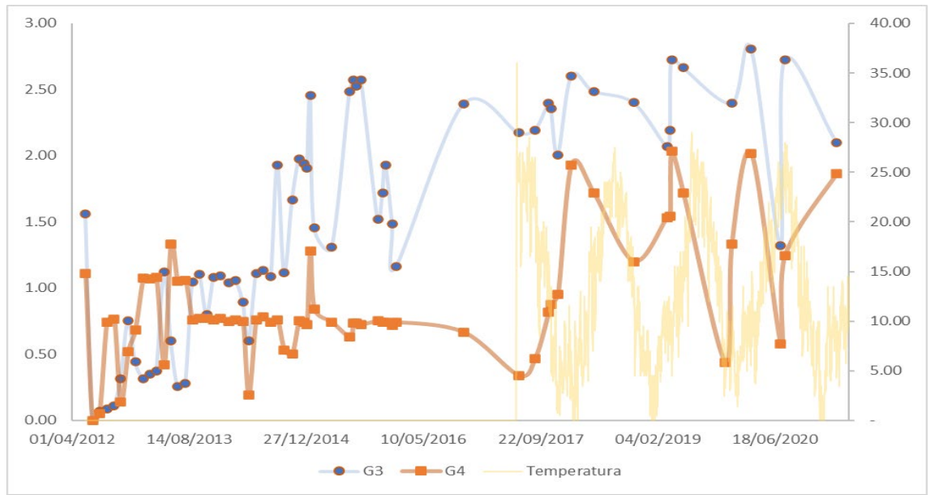
4.2 PIEZÒMETRES

Existeixen dades de automatitzades de 17 piezòmetres en la marge dreta i 20 piezòmetres a la marge esquerra.

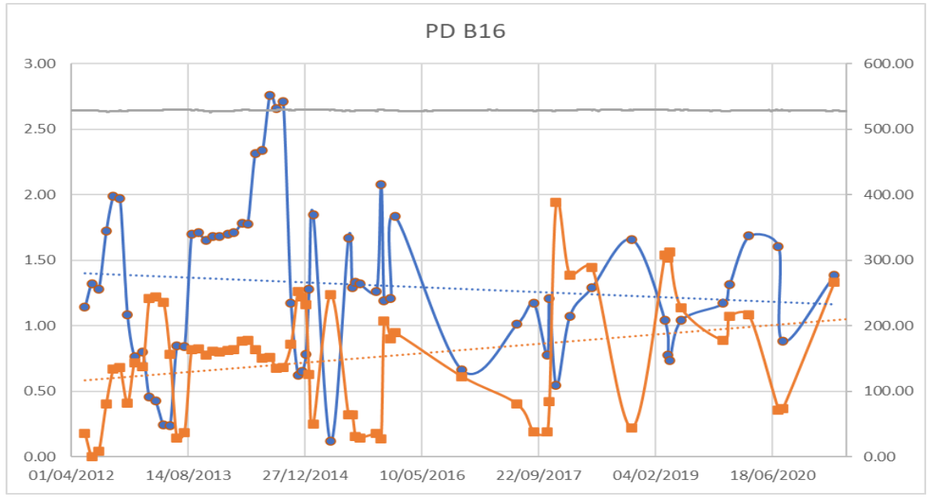
Les dades adquirides dels piezòmetres semblen correctes i només destacarien els piezòmetres dels blocs 2 i 3 que donen valors de pressió superiors al 50% de la columna d'aigua i sobretot el piezòmetre 7 que dona un valor de més del 90%.

4.3 PÈNDOLS

En l'actualitat el sistema de control automàtic es troba inutilitzat i les dades mostren una deriva rellevant sobretot si es consideren les lectures a la galeria 3. Aquesta deriva, de l'ordre d'un mil·límetre i mig no es apreciable en els mesuradors de juntes.



Evolució pèndol bloc XII

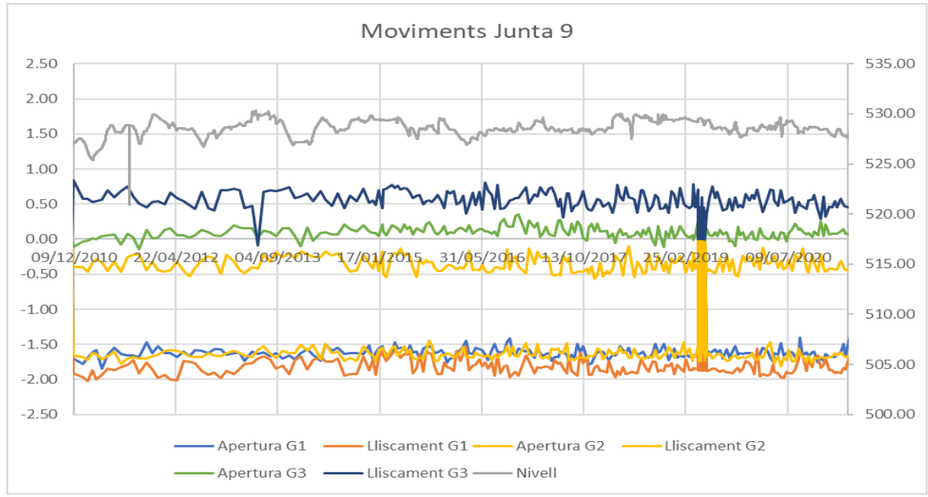


Evolució pèndol bloc XVI

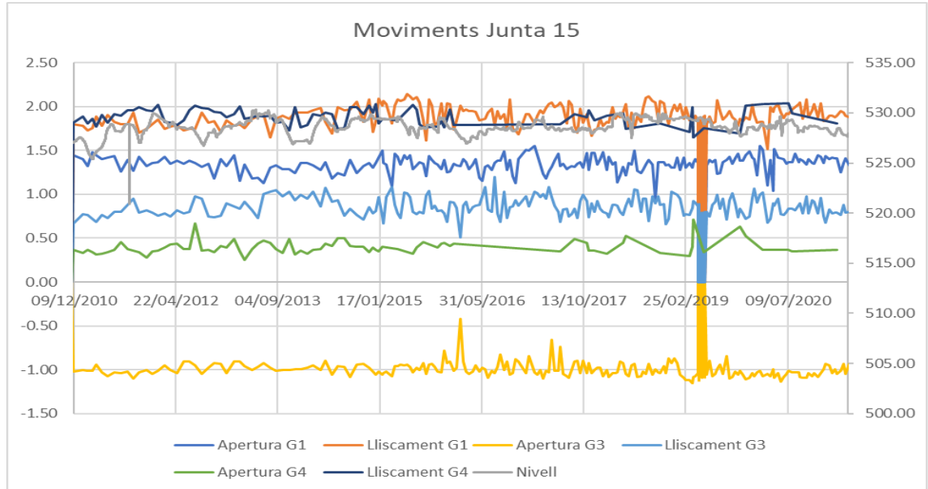
Als mesuradors de juntes externes no es detecten moviments significatius que tinguin cap tipus de tendència. Els moviments en tots els casos estan per sota del mil·límetre. Les juntes en els quals els seus mesuradors han donat moviments més importants son les següent: 9, 12, 13 i 15.

Aquestes juntes es corresponen amb les juntes dels blocs mes centrals i en el cas dels blocs 12, 13 i 15 son juntes situades en el sobreeixidor.

No obstant, com es pot observar als gràfics el comportament sembla totalment elàstic i no existeix cap tipus de deriva.



Evolució moviments junta 9



Evolució moviments junta 15

5 TREBALLS DE MILLORA DE L'AUSCULTACIÓ QUE ES PROPOSEN

El treballs de millora de l'auscultació són els següents:

Filtracions

Es realitzen 2 aforadors a la galeria IV per quantificar les filtracions a aquesta galeria.

Es renoven els sensors dels aforadors existents.

S'automatitzen la totalitat del aforadors.

Auscultació topogràfica

S'incorpora auscultació topogràfica consistent en:

- 1 Estació total robotitzada
- Posada en marxa de l'auscultació topogràfica i formació en topografia pel personal de la presa
- Software

Mesuradors de juntes

S'automatitzen els 8 mesuradors de juntes associats al Pla d'emergència:

- JE_G1J4
- JE_G1J7
- JE_G1J13
- JE_G1J16
- JE_G1J19
- JE_G2J6
- JE_G3J16
- JE_G4J12

Pèndols

Es substitueixen els pèndols directes existents per dos pèndols inversos situats en les Juntes J-11 i J15. Aquesta substitució consisteix en:

- 2 Perforacions de 20 m de profunditat en roca de diàmetre mínim de 110 mm
- 2 Ancoratge de fil i instal·lació de flotador en la galeria I
- 6 noves estructures en acer inoxidable per a col·locar coodinòmetres
- 4 coordinòmetres automàtics situats a les galeries I i IV.
- 1 equip òptic de mesura pènduls per a mesura manual

Auscultació sísmica

Es proposa la reubicació de 4 acceleròmetres automàtics (3 dintre de la presa i 1 exterior).

Auscultació de la vessant esquerra

Per a controlar el possible esllavissament del marge esquerra es realitzaran:

- 2 perforacions per a col·locació de la instrumentació
- 1 extensòmetre de varetes
- 1 piezòmetre de corda vibrant en nova perforació.
- 1 inclinòmetre
- Substitució de 6 piezòmetres de corda vibrant

Per a la instal·lació d'aquests elements es necessària la construcció d'un camí de 1,6 m d'ample i unes pendents inferiors al 25%.

Automatització

L'automatització consistirà en:

- Cablejat dels nous sensors
- Armari centralitzador per l'adquisició automàtica de les dades
- Armari centralitzador per a realitzar les mesures manuals dels piezòmetres
- Servidor en les instal·lacions de la presa
- Software i posada en marxa

RESUM ACTUACIONS

Tipologia	Ubicació	Sensors	Lectura	Actuació
Pèndul Invertit	Bloc 12	PI_G1B12	Automàtica X i Y	Nou aparell i sensor
		PI_G3B12	Manual	Nou aparell i sensor
		PI_G4B12	Automàtica X i Y	Nou aparell i sensor
	Bloc 16	PI_G1B16	Automàtica X i Y	Nou aparell i sensor
		PI_G3B16	Manual	Nou aparell i sensor
		PI_G4B16	Automàtica X i Y	Nou aparell i sensor
Piezòmetres	Vessant Esquerra	PZ-1	Automàtica	Renovació sensor
		PZ-3	Automàtica	Renovació sensor
		PZ-4	Automàtica	Renovació sensor
		PZ-5	Automàtica	Renovació sensor
		PZ-6	Automàtica	Renovació sensor
		PZ-7	Automàtica	Renovació sensor
		NP2_2	Automàtica	Nou aparell i sensor
Extensòmetre de Varetes	Vessant Esquerra	NP2_1	Automàtica	Nou aparell i sensor
Inclinòmetre	Vessant Esquerra	NP1	Automàtica	Nou aparell i sensor
Mesurador de Juntes Externes	Galeria 1 , Junta 4	JE_G1J4	Automàtica	Nou sensor
	Galeria 1 , Junta 7	JE_G1J7	Automàtica	Nou sensor
	Galeria 1 , Junta 13	JE_G1J13	Automàtica	Nou sensor
	Galeria 1 , Junta 16	JE_G1J16	Automàtica	Nou sensor
	Galeria 1 , Junta 19	JE_G1J19	Automàtica	Nou sensor
	Galeria 2 , Junta 6	JE_G2J6	Automàtica	Nou sensor
	Galeria 3 , Junta 16	JE_G3J16	Automàtica	Nou sensor
	Galeria 4 , Junta 12	JE_G4J12	Automàtica	Nou sensor
Aforadors	Galeria 1, Bloc 6	AF_G1B6	Automàtica	Renovació sensor
	Galeria 1, Bloc 18	AF_G1B18	Automàtica	Renovació sensor
	Galeria 2, Bloc 9	AF_G2B9	Automàtica	Renovació sensor
	Galeria 3, Bloc 11	AF_G3B11	Automàtica	Renovació sensor
	Galeria 3, Bloc 16	AF_G3B16_1	Automàtica	Renovació sensor
	Galeria 3, Bloc 16	AF_G3B16_2	Automàtica	Renovació sensor
	Galeria 4, Bloc 12	AF_G4B12	Automàtica	Renovació sensor i cablejat
	Galeria 4, Bloc 13	AF_G4B13	Automàtica	Renovació sensor i cablejat

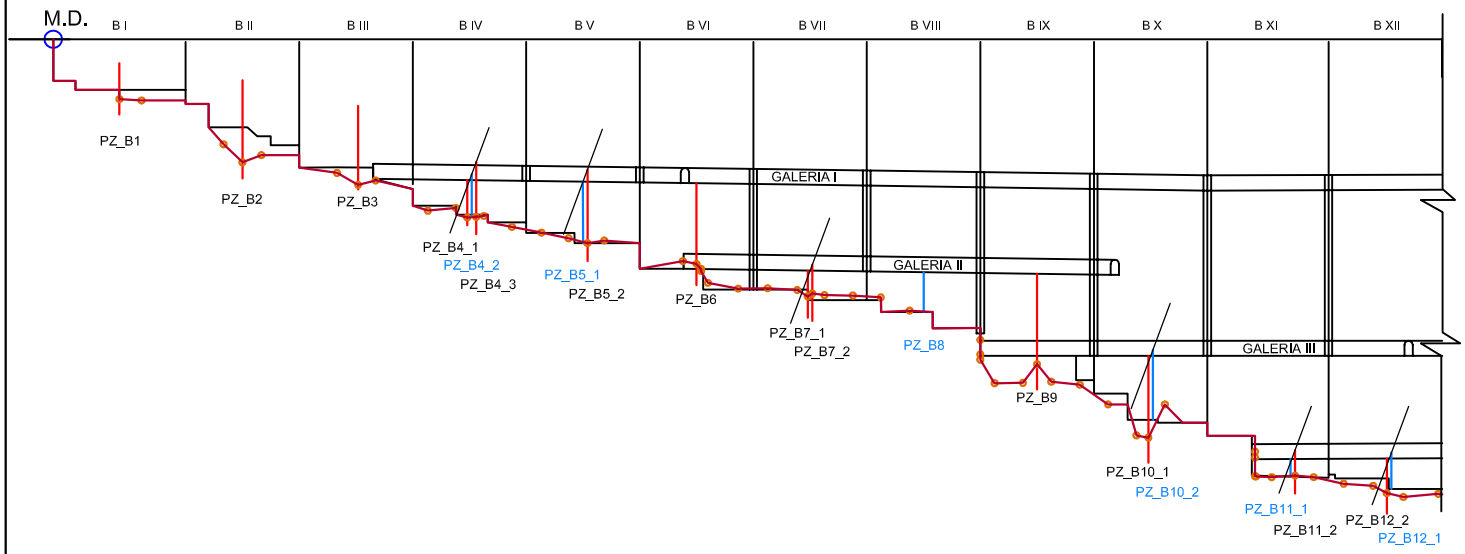
APÈNDIX 1. PLÀNOLS D'AUSCULTACIÓ

APÈNDIX 2. BUTLLETINS

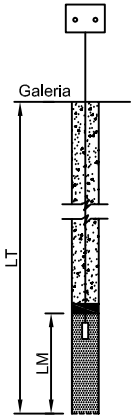
APÈNDIX 1. PLÀNOLS D'AUSCULTACIÓ

SANT PONÇ - PIEZÒMETRES CORDA VIBRANT

ALÇAT



Perforacions dels piezòmetres de corda vibrant

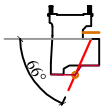


LONGITUD DELS PIEZÒMETRES		
PIEZÒMETRE	LT (m)	LM (m)
PZ_B01	7,40	2,45
PZ_B02	13,70	3,50
PZ_B03	12,25	0,45
PZ_B04_1	6,20	0,79
PZ_B04_2	5,70	0,70
PZ_B04_3	8,90	2,59
PZ_B05_1	10,00	1,20
PZ_B05_2	11,60	3,00
PZ_B06	15,20	2,70
PZ_B07_1	6,40	2,65
PZ_B07_2	8,80	4,50
PZ_B08	7,00	1,30
PZ_B09	16,00	3,30
PZ_B10_1	16,00	12,70
PZ_B10_2	13,10	1,00
PZ_B11_1	4,00	0,90
PZ_B11_2	8,20	4,31

Piezòmetres instal·lats 2010 Aigües Avall

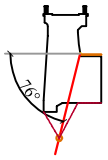
Piezòmetres Nous

BLOC 1



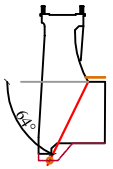
PZ_B1

BLOC 2



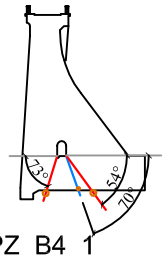
PZ_B2

BLOC 3



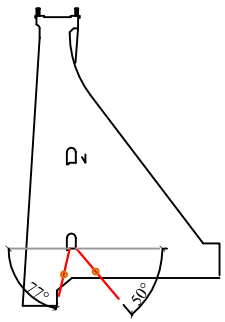
PZ_B3

BLOC 4



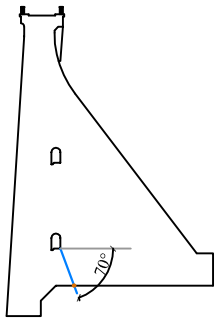
PZ_B4_1
PZ_B4_2
PZ_B4_3

BLOC 7



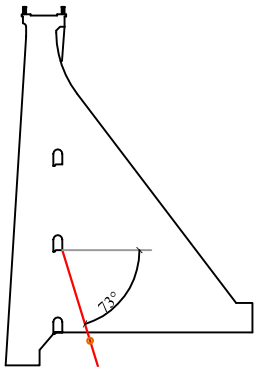
PZ_B7_1
PZ_B7_2

BLOC 8



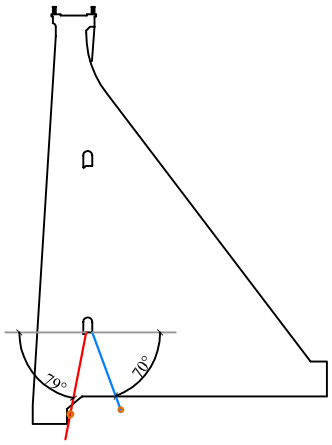
PZ_B8

BLOC 9



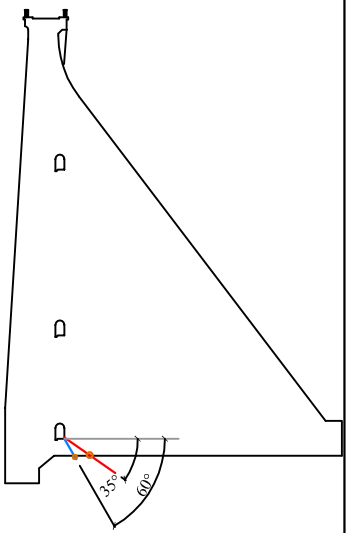
PZ_B9

BLOC 10



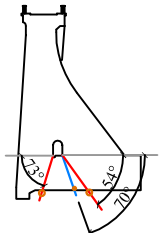
PZ_B10_1
PZ_B10_2

BLOC 11



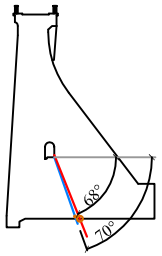
PZ_B11_1
PZ_B11_2

BLOC 4



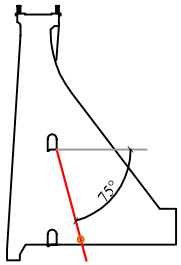
PZ_B4_1
PZ_B4_2
PZ_B4_3

BLOC 5



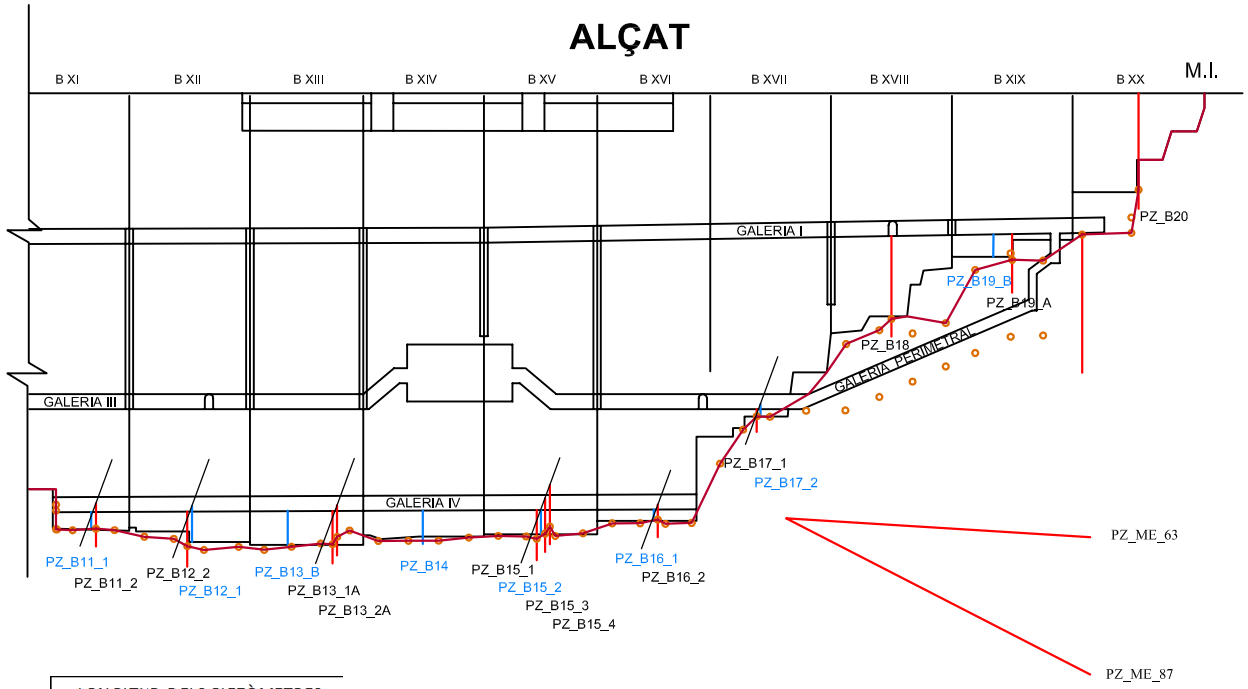
PZ_B5_1
PZ_B5_2

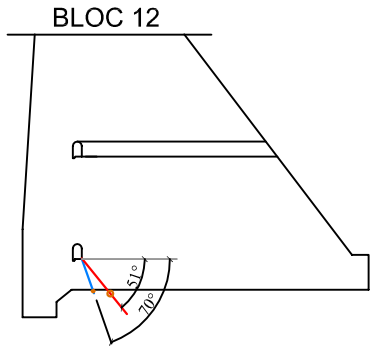
BLOC 6

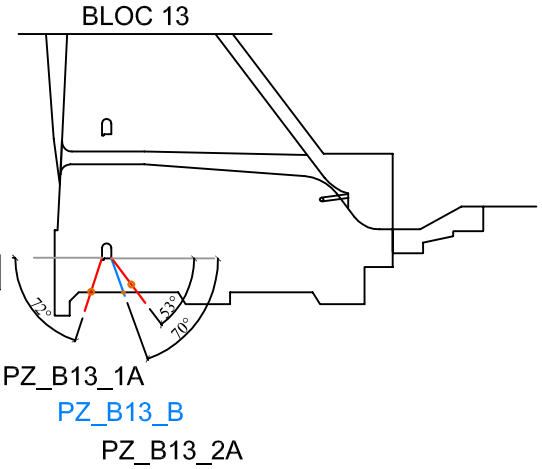


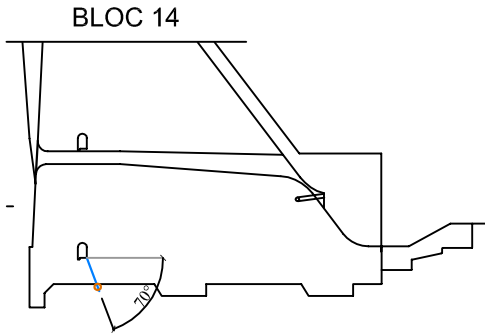
PZ_B6

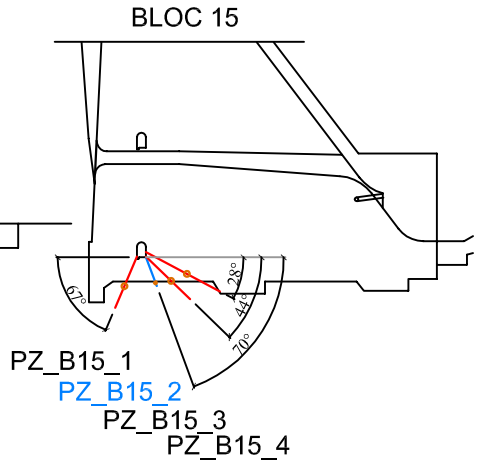
SANT PONÇ - PIEZÒMETRES CORDA VIBRANT









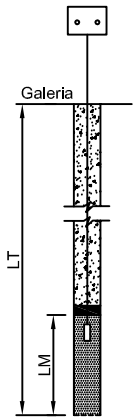


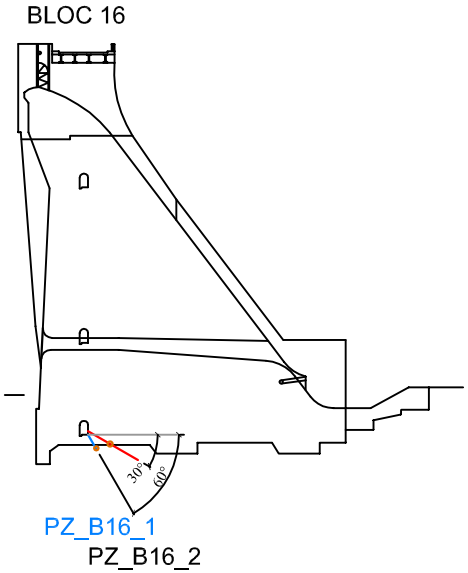
LONGITUD DELS PIEZÒMETRES		
PIEZÒMETRE	LT (m)	LM (m)
PZ_B12_1	5,90	1,10
PZ_B12_2	9,50	3,30
PZ_B13_1A	7,40	2,46
PZ_B13_2A	7,50	2,79
PZ_B13_B	6,00	1,20
PZ_B14	5,10	1,15
PZ_B15_1	7,35	2,91
PZ_B15_2	4,80	1,20
PZ_B15_3	8,10	3,31
PZ_B15_4	11,10	4,70
PZ_B16_1	3,20	1,15
PZ_B16_2	8,30	4,30
PZ_B17_1	3,40	2,11
PZ_B17_2	2,10	1,10
PZ_B18	14,10	2,30
PZ_B19_A	8,00	3,89
PZ_B19_B	4,00	1,00
PZ_B20	15,30	2,10
PZ_ME63	46,65	1,65
PZ_ME87	41,40	1,40

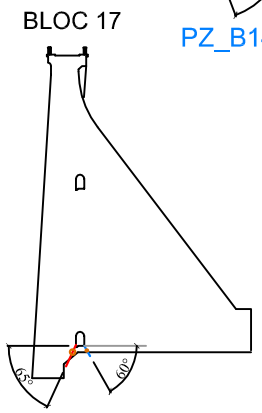
Piezòmetres instal·lats 2010 Aigües Avall

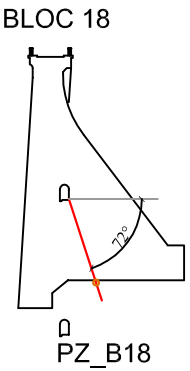
Piezòmetres Nous

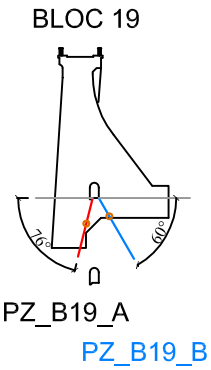
Perforacions dels piezòmetres de corda vibrant

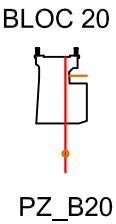






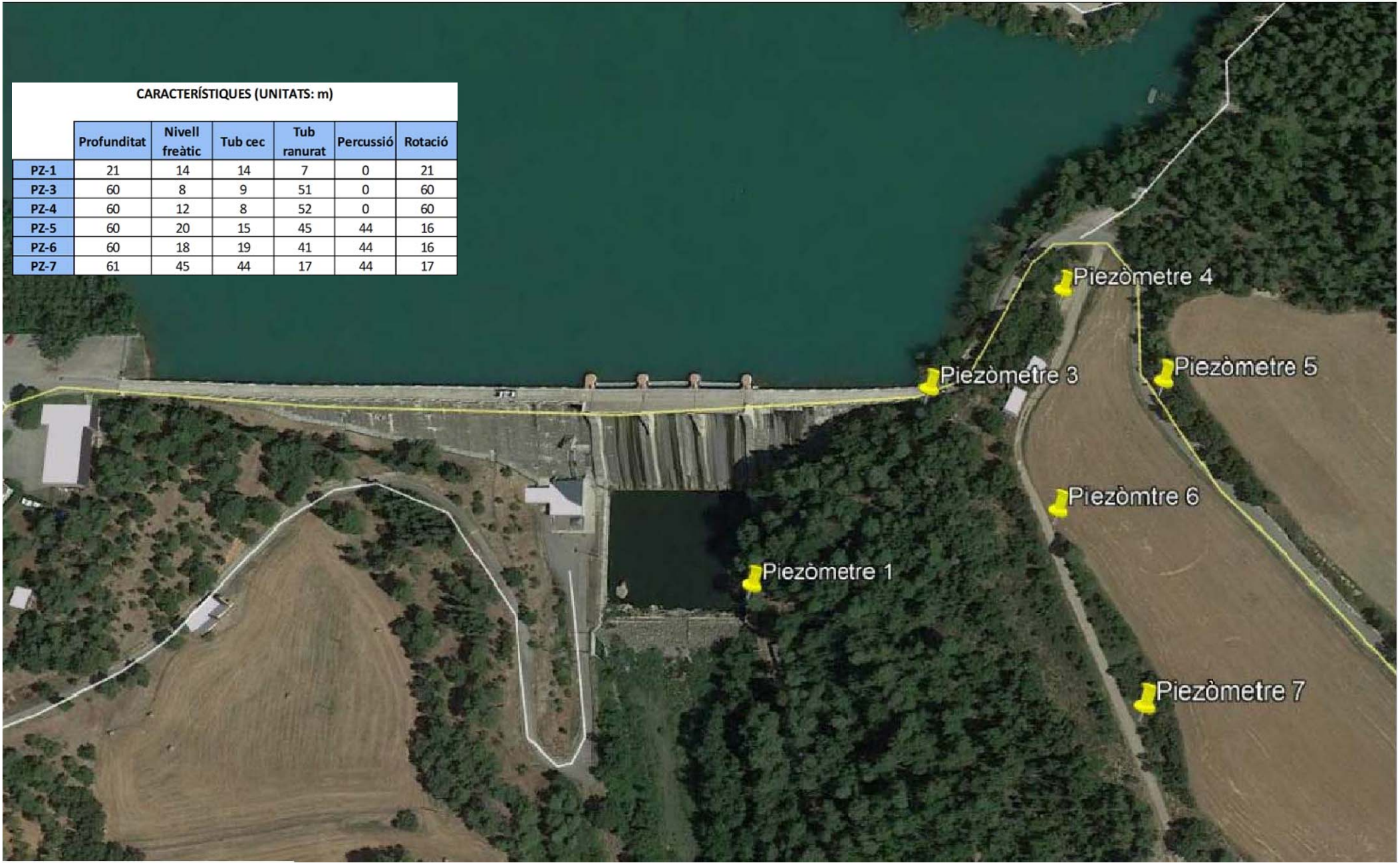






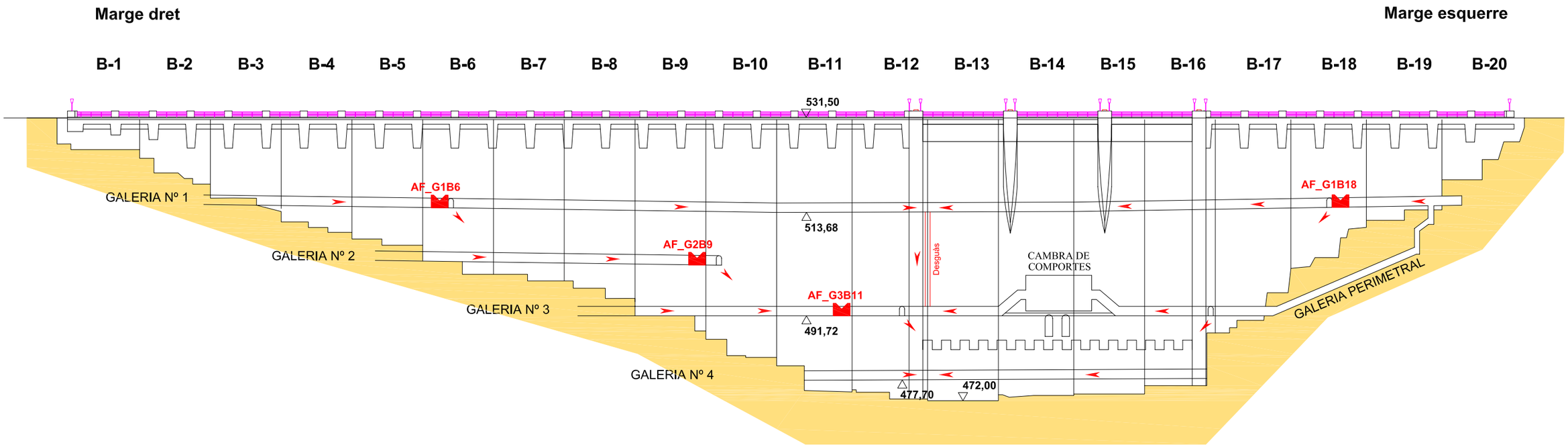
SANT PONÇ - PIEZÒMETRES OBERTS

CARACTERÍSTIQUES (UNITATS: m)						
	Profunditat	Nivell freàtic	Tub cec	Tub ranurat	Percussió	Rotació
PZ-1	21	14	14	7	0	21
PZ-3	60	8	9	51	0	60
PZ-4	60	12	8	52	0	60
PZ-5	60	20	15	45	44	16
PZ-6	60	18	19	41	44	16
PZ-7	61	45	44	17	44	17

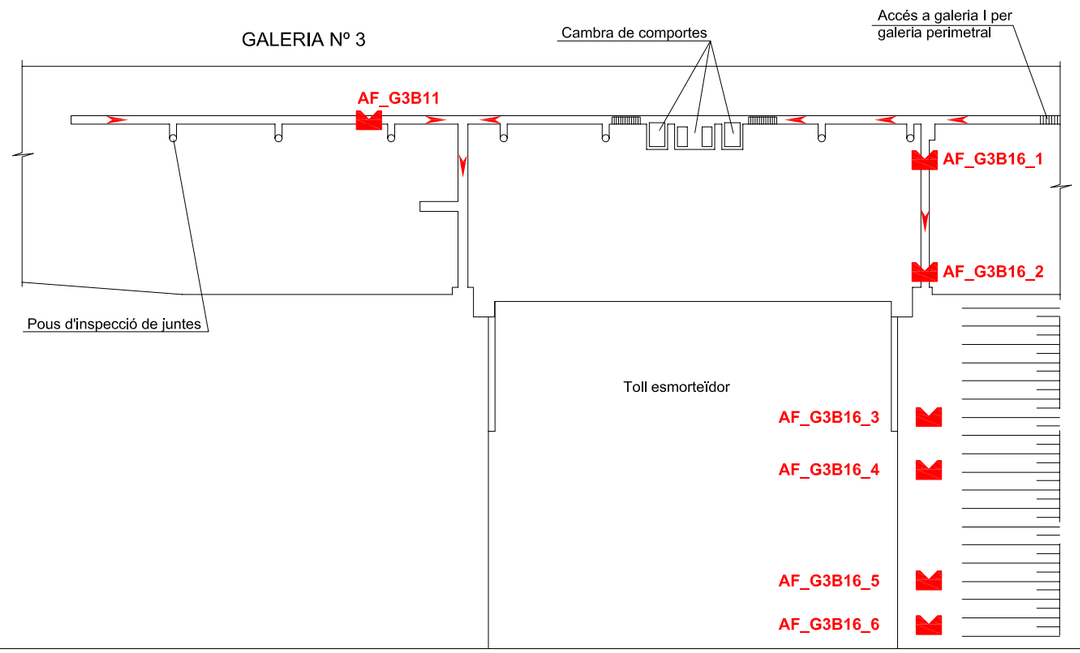


SANT-PONÇ - AFORADORS

ALÇAT



PLANTA

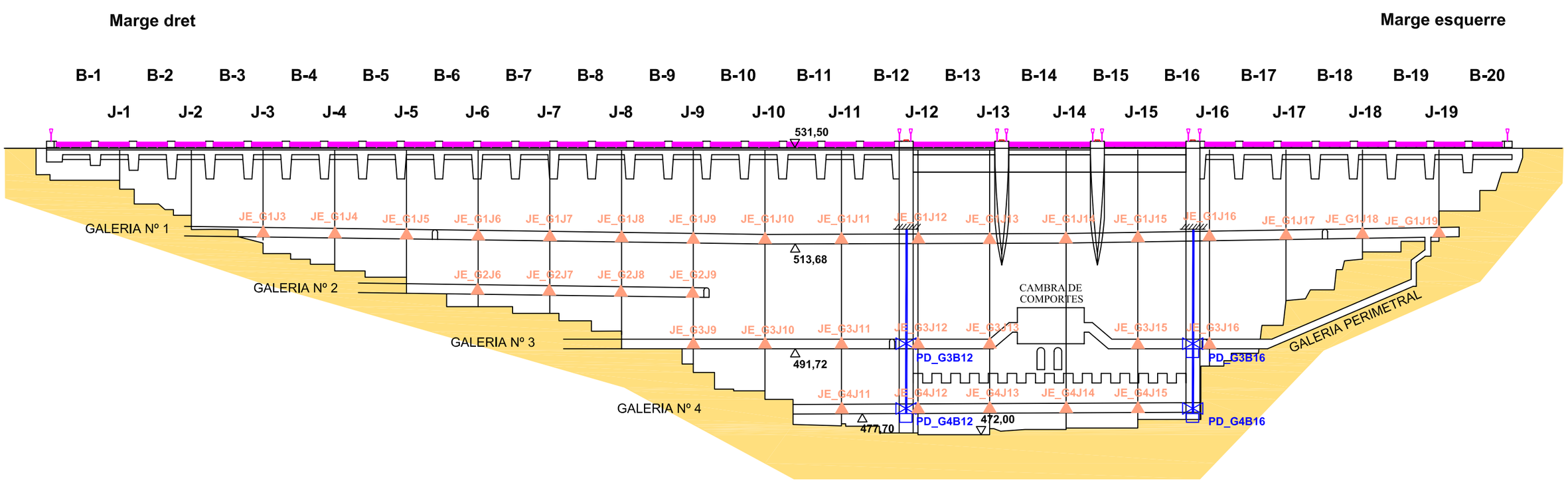


LLEGENDA

Aforador (10)

SANT-PONÇ - MESURADORS JUNTES EXTERN I PÈNDOLS

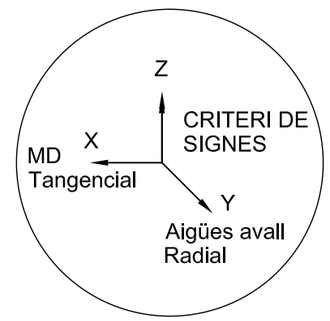
ALÇAT



LLEGENDA

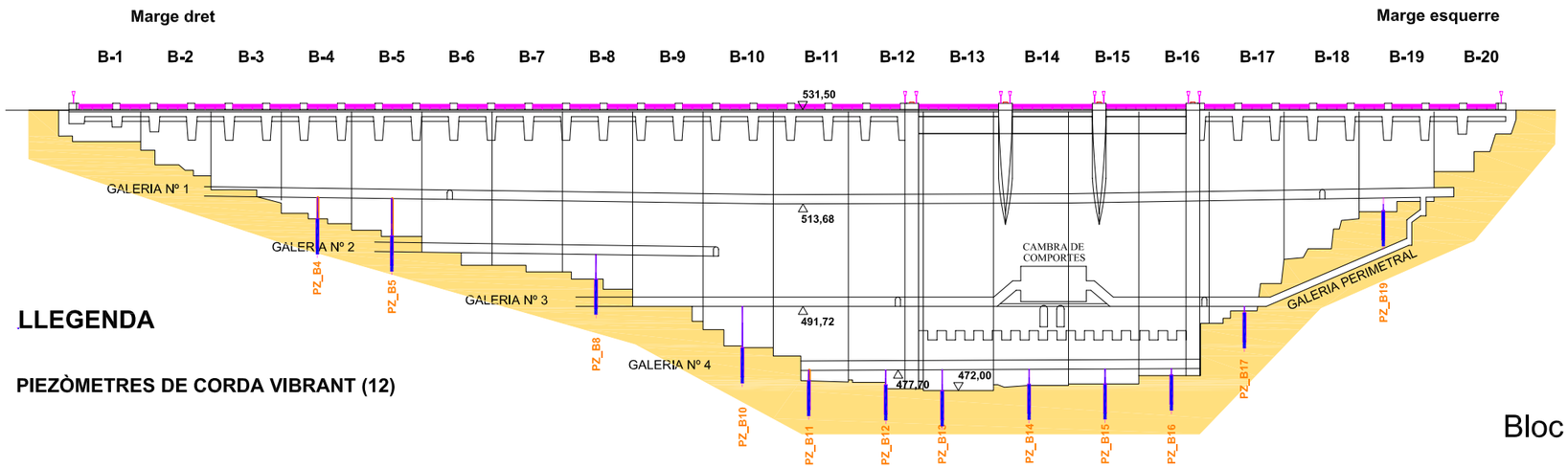
Mesuradors juntes extern (33)

Pèndol directe (2X2)



SANT-PONÇ - PIEZÒMETRES CORDA VIBRANT

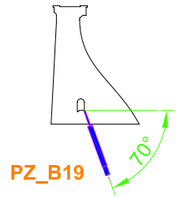
ALÇAT



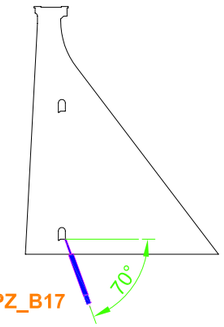
LLEGENDA

PIEZÒMETRES DE CORDA VIBRANT (12)

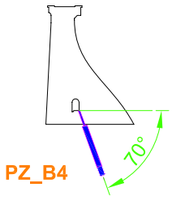
Bloc 19



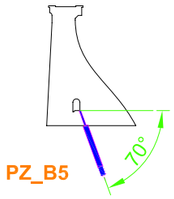
Bloc 17



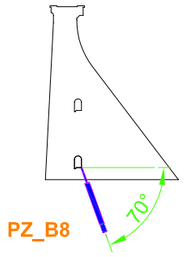
Bloc 4



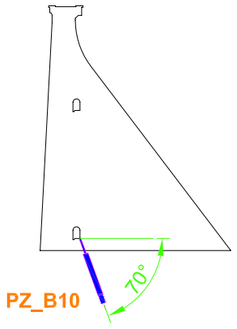
Bloc 5



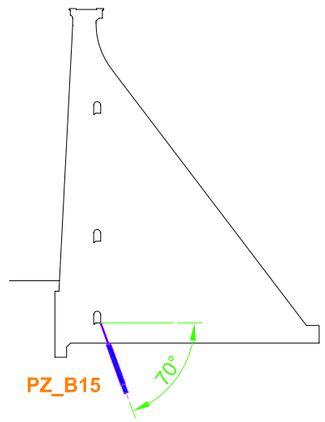
Bloc 8



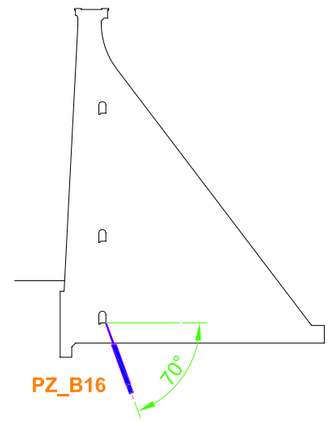
Bloc 10



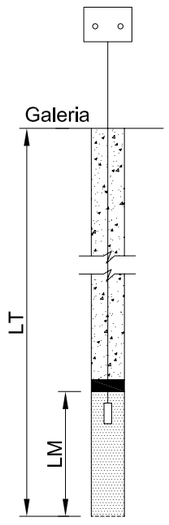
Bloc 15



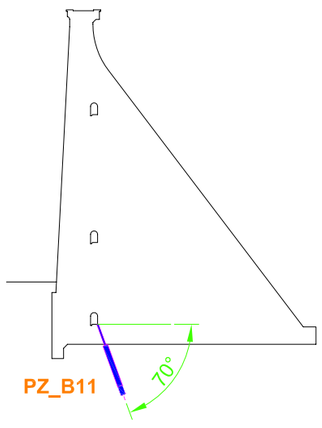
Bloc 16



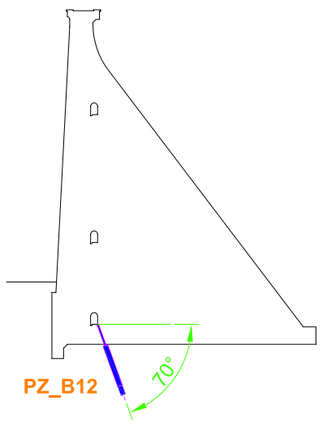
Perforacions dels piezòmetres de corda vibrant



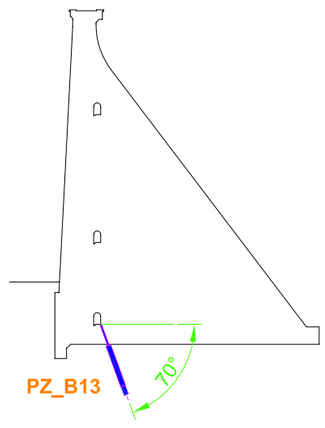
Bloc 11



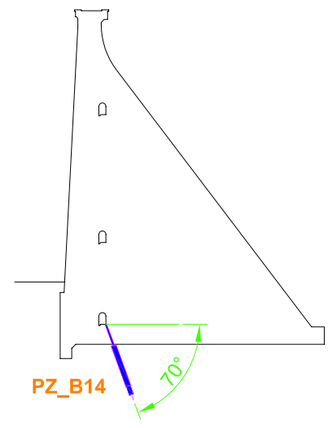
Bloc 12



Bloc 13



Bloc 14



LONGITUD DELS PIEZÒMETRES

PIEZÒMETRE	LT (m.)	LM (m.)
PZ_B4	5,70	0,70
PZ_B5	10,00	1,20
PZ_B8	7,00	1,30
PZ_B10	13,10	1,00
PZ_B11	4,00	0,90
PZ_B12	5,90	1,10
PZ_B13	6,00	1,20
PZ_B14	5,10	1,15
PZ_B15	4,80	1,20
PZ_B16	3,20	1,15
PZ_B17	2,10	1,10
PZ_B19	4,00	1,00

APÈNDIX 2. BUTLLETINS

Agència Catalana de l'Aigua

PRESA DE LA SANT PONÇ

BUTLLETINS D'INSPECCIÓ

INSPECCIÓ DEL SISTEMA D'AUSCULTACIÓ
AFORADORS

* **Acción requerida**
SEG: Seguimiento INV: Investigación REP: Reparación

Element		Operatius		Observacions	Acció requerida *		
		Sí	No		SEG	INV	REP
AF_G1B6	Abocador	X					
	Regleta	X					
	Lectura automàtica	X		Es registren diferències importants amb la lectura manual		X	
AF_G1B18	Abocador	X					
	Regleta	X					
	Lectura automàtica	X					
AF_G2B9	Abocador	X					
	Regleta	X					
	Lectura automàtica	X					
AF_G3B11	Abocador	X					
	Regleta	X					
	Lectura automàtica	X					
AF_G3B16_1	Abocador	X					
	Regleta	X					
	Lectura automàtica	X					
AF_G3B16_2	Abocador		X	Tub			
	Regleta		X				
	Lectura automàtica		X	No és automàtic		X	
AF_G3B16_3	Abocador		X	Tub			
	Regleta		X				
	Lectura automàtica		X	No és automàtic		X	
AF_G3B16_4	Abocador		X	Tub			
	Regleta		X				
	Lectura automàtica		X	No és automàtic			
AF_G3B16_5	Abocador		X	Tub			
	Regleta		X				
	Lectura automàtica		X	No és automàtic		X	
AF_G3B16_6	Abocador		X	Tub			
	Regleta		X				
	Lectura automàtica		X	No és automàtic			

DATA: 18/06/2021

Autor: Carlos Aguilar Moreno

Signatura:

Agència Catalana de l'Aigua

PRESA DE LA SANT PONÇ

BUTLLETINS D'INSPECCIÓ

INSPECCIÓ DEL SISTEMA D'AUSCULTACIÓ
MESURADORS DE JUNTES EXTERNES

* **Acció requerida**
SEG: Seguiment INV: Investigació REP: Reparació

Ternes	Correcte		Observacions	Acció requerida *		
	Sí	No		SEG	INV	REP
GALERIA 1						
JE_G1J3	X					
JE_G1J4	X					
JE_G1J5	X					
JE_G1J6	X					
JE_G1J7	X					
JE_G1J8	X					
JE_G1J9	X					
JE_G1J10	X					
JE_G1J11	X					
JE_G1J12	X					
JE_G1J13	X					
JE_G1J14	X					
JE_G1J15	X					
JE_G1J16	X					
JE_G1J17	X					
JE_G1J18	X					
Galeria 2						
JE_G2J6	X					
JE_G2J7	X					
JE_G2J8	X					
JE_G2J9	X					
Galeria 3						
JE_G3J9	X					
JE_G3J10	X					
JE_G3J11	X					
JE_G3J12	X					
JE_G3J13	X					
JE_G3J14	X					
JE_G3J15	X					
JE_G3J16	X					
Galeria 4						
JE_G4J11	X					
JE_G4J12	X					
JE_G4J13	X					
JE_G4J14	X					
JE_G4J15	X					

DATA: 18/06/2021

Autor: Carlos Aguilar Moreno

Signatura:

Agència Catalana de l'Aigua

PRESA DE LA SANT PONÇ

BUTLLETINS D'INSPECCIÓ

INSPECCIÓ DEL SISTEMA D'AUSCULTACIÓ PIEZÒMETRES

* **Acció requerida**
SEG: Seguiment INV: Investigació REP: Reparació

Element		Correcte		Observacions	Acció requerida *		
		Sí	No		SEG	INV	REP
PZ_B01	Dren	X					
	Manómetro Operatiu		X	Corda vibrant			
	Adquisició automàtica de dades	X					
PZ_B02	Dren	X					
	Manómetro Operatiu		X	Corda vibrant			
	Adquisició automàtica de dades	X		Lectura alta		X	
PZ_B03	Dren	X					
	Manómetro Operatiu		X	Corda vibrant			
	Adquisició automàtica de dades	X		Lectura alta		X	
PZ_B04_1	Dren	X					
	Manómetro Operatiu		X	Corda vibrant			
	Adquisició automàtica de dades	X					
PZ_B04_2	Dren	X					
	Manómetro Operatiu		X	Corda vibrant			
	Adquisició automàtica de dades	X					
PZ_B04_3	Dren	X					
	Manómetro Operatiu		X	Corda vibrant			
	Adquisició automàtica de dades	X					
PZ_B05_1	Dren	X					
	Manómetro Operatiu		X	Corda vibrant			
	Adquisició automàtica de dades	X					
PZ_B05_2	Dren	X					
	Manómetro Operatiu		X	Corda vibrant			
	Adquisició automàtica de dades	X					
PZ_B06	Dren	X					
	Manómetro Operatiu	X					
	Adquisició automàtica de dades	X					
PZ_B07_1	Dren	X					
	Manómetro Operatiu		X	Corda vibrant			
	Adquisició automàtica de dades	X		Lectures extremadament altes		X	
PZ_B07_2	Dren	X					
	Manómetro Operatiu		X	Corda vibrant			
	Adquisició automàtica de dades	X					
PZ_B08	Dren	X					
	Manómetro Operatiu		X	Corda vibrant			
	Adquisició automàtica de dades	X					
PZ_B09	Dren	X					

PZ_B(	Manómetro Operatiu		X	Corda vibrant			
	Adquisició automàtica de dades	X					
PZ_B10_1	Dren	X					
	Manómetro Operatiu		X	Corda vibrant			
	Adquisició automàtica de dades	X					
PZ_B10_2	Dren	X					
	Manómetro Operatiu		X	Corda vibrant			
	Adquisició automàtica de dades	X					
PZ_B11_1	Dren	X					
	Manómetro Operatiu		X	Corda vibrant			
	Adquisició automàtica de dades	X					
PZ_B11_2	Dren	X					
	Manómetro Operatiu		X	Corda vibrant			
	Adquisició automàtica de dades	X					
PZ_B12_1	Dren	X					
	Manómetro Operatiu		X	Corda vibrant			
	Adquisició automàtica de dades	X					
PZ_B12_2	Dren	X					
	Manómetro Operatiu		X	Corda vibrant			
	Adquisició automàtica de dades	X					
PZ_B13_1A	Dren	X					
	Manómetro Operatiu		X	Corda vibrant			
	Adquisició automàtica de dades	X					
PZ_B13_2A	Dren	X					
	Manómetro Operatiu		X	Corda vibrant			
	Adquisició automàtica de dades	X					
PZ_B13_B	Dren	X					
	Manómetro Operatiu		X	Corda vibrant			
	Adquisició automàtica de dades	X					
PZ_B14	Dren	X					
	Manómetro Operatiu		X	Corda vibrant			
	Adquisició automàtica de dades	X					
PZ_B15_1	Dren	X					
	Manómetro Operatiu		X	Corda vibrant			
	Adquisició automàtica de dades	X					
PZ_B15_2	Dren	X					
	Manómetro Operatiu		X	Corda vibrant			
	Adquisició automàtica de dades	X					
PZ_B15_3	Dren	X					
	Manómetro Operatiu		X	Corda vibrant			
	Adquisició automàtica de dades	X					

PZ_B15_4	Dren	X					
	Manómetro Operatiu		X	Corda vibrant			
	Adquisició automàtica de dades	X					
PZ_B16_1	Dren	X					
	Manómetro Operatiu		X	Corda vibrant			
	Adquisició automàtica de dades	X					
PZ_B16_2	Dren	X					
	Manómetro Operatiu		X	Corda vibrant			
	Adquisició automàtica de dades	X					
PZ_B17_1	Dren	X					
	Manómetro Operatiu		X	Corda vibrant			
	Adquisició automàtica de dades	X					
PZ_B17_2	Dren	X					
	Manómetro Operatiu		X	Corda vibrant			
	Adquisició automàtica de dades	X					
PZ_B18	Dren	X					
	Manómetro Operatiu		X	Corda vibrant			
	Adquisició automàtica de dades	X					
PZ_B19_A	Dren	X					
	Manómetro Operatiu		X	Corda vibrant			
	Adquisició automàtica de dades	X					
PZ_B19_B	Dren	X					
	Manómetro Operatiu		X	Corda vibrant			
	Adquisició automàtica de dades	X					
PZ_B20	Dren	X					
	Manómetro Operatiu		X	Corda vibrant			
	Adquisició automàtica de dades	X					
PZ_M63	Dren	X					
	Manómetro Operatiu		X	Corda vibrant			
	Adquisició automàtica de dades	X					
PZ_ME87	Dren	X					
	Manómetro Operatiu		X	Corda vibrant			
	Adquisició automàtica de dades	X					
PZ_1	Dren	X					
	Manómetro Operatiu		X				
	Adquisició automàtica de dades		X	No es te informació del sensor			X
PZ_2	Dren	X					
	Manómetro Operatiu		X				
	Adquisició automàtica de dades		X	No es te informació del sensor			X
PZ_3	Dren	X					
	Manómetro Operatiu		X				
	Adquisició automàtica de dades		X	No es te informació del sensor			X
PZ_4	Dren	X					
	Manómetro Operatiu		X				
	Adquisició automàtica de dades		X	No es te informació del sensor			X

PZ_5	Dren	X					
	Manómetro Operatiu		X				
	Adquisició automàtica de dades		X	No es te informació del sensor			X
PZ_6	Dren	X					
	Manómetro Operatiu		X				
	Adquisició automàtica de dades		X	No es te informació del sensor			X
PZ_7	Dren	X					
	Manómetro Operatiu		X				
	Adquisició automàtica de dades		X	No es te informació del sensor			X

DATA: 18/06/2021

Autor: Carlos Aguilar Moreno

Signatura:

BUTLLETINS D'INSPECCIÓ

INSPECCIÓ DEL SISTEMA D'AUSCULTACIÓ
DISPOSITIUS DE CONTROL HIDROLÒGIC I METEOROLÒGIC

CONTROL DE L'EMBASSAMENT

* **Acció requerida**
SEG: Seguiment INV: Investigació REP: Reparació

Dispositiu	Operatiu		Lectura automàtica		Observacions	Acció requerida *		
	Sí	No	Sí	No		SEG	INV	REP
Control del nivell d'embassament								
Escala limnimétrica	X							
Limnímetre	X		X					
Control de cabals								
Estació aforament					*No existeix*			
Cabalímetre					*No existeix*			

CONTROL METEOROLÒGIC

Estación meteorológica	Correcte		Observacions	Acció requerida *		
	Sí	No		SEG	INV	REP
Tancament						
Puerta de cierre			*No te cap tancament. Està sobre el teulat del magatzem*			
Malla						
Postes						
Cimentación de postes						
Garita meteorològica						
Estructura			*No te cap garita. Està sobre el teulat del magatzem*			
Pintura						
Anclatge						

Dispositiu	Operatiu		Lectura automàtica		Observacions	Acció requerida *		
	Sí	No	Sí	No		SEG	INV	REP
Termòmetre ambient	X			X				X
Pluviòmetre	X		X					
Baròmetre		X		X				X
Anemòmetre		X		X				X
Evaporímetre		X		X				X

DATA: *18/06/2021*

Autor: *Carlos Aguilar Moreno*

Signatura:

BUTLLETINS D'INSPECCIÓ

INSPECCIÓ DEL SISTEMA D'AUSCULTACIÓ
PÈNDUL DIRECTE DEL BLOC 12

* **Acció requerida**
SEG: Seguiment INV: Investigació REP: Reparació

Element		Correcte		Observacions	Acció requerida *		
		Sí	No		SEG	INV	REP
Punt d'anclatge							
	Fil	X					
	Anclatge	X					
Punts de lectura a diferents nivells							
PD_G3B12	Fil	X					
	Visors óptics	X					
	Planxeta d'amidament	X					
	Estructura de suport	X					
	Funcionament	X					
	Adquisició automàtica de dades			*No és automàtic*			X
PD_G4B12	Fil	X					
	Visors óptics	X					
	Planxeta d'amidament	X					
	Estructura de suport	X					
	Funcionament	X					
	Adquisició automàtica de dades			*No és automàtic*			X
Plomada en Galeria 4							
Pesa		X					
Dipòsit d'oli		X		*Molt brut*			X
Estructura de suport		X		*Brutícia*			X
Funcionament		X					

DATA: *18/06/2021*

Autor: *Carlos Aguilar Moreno*

Signatura:

Agència Catalana de l'Aigua

PRESA DE SANT PONÇ

BUTLLETINS D'INSPECCIÓ

INSPECCIÓ DEL SISTEMA D'AUSCULTACIÓ
PÈNDUL DIRECTE DEL BLOC 16

* **Acción requerida**
SEG: Seguimiento INV: Investigación REP: Reparación

Element		Correcte		Observacions	Acció requerida *		
		Sí	No		SEG	INV	REP
Punt d'anclatge							
	Fil	X					
	Anclatge	X					
Punts de lectura a diferents nivells							
PD_G3B16	Fil	X					
	Visors óptics	X					
	Planxeta d'amidament	X					
	Estructura de suport	X					
	Funcionament	X					
	Adquisició automàtica de dades			No és automàtica			
PD_G4B16	Fil	X					
	Visors óptics	X					
	Planxeta d'amidament	X					
	Estructura de suport	X					
	Funcionament	X					
	Adquisició automàtica de dades			No és automàtica			
Plomada en Galeria 4							
Pesa		X					
Dipòsit d'oli		X		Molt brut			X
Estructura de suport		X		Brutícia			X
Funcionament		X					

Autor: Carlos Aguilar Moreno

Signatura:

ANNEX 8
ANNEX DE CÀLCULS MECÀNICS I ESTRUCTURALS

ÍNDEX

1. OBJECTE 3

2. NORMATIVA D'APLICACIÓ 3

3. ESTABILITAT PER LLISCAMENT DE LA PRESA 3

3.1. Metodologia de càlcul 3

3.2. Geometria i característiques dels materials de presa i fonament 4

3.3. Sol·licitacions i hipòtesis de càlcul 5

3.3.1. Pes propi 5

3.3.2. Empenta hidrostàtica 5

3.3.3. Pressió intersticial 5

3.3.4. Efectes Sísmics 5

3.4. Resultats del càlcul 6

4. CONCLUSIONS 6

1. OBJECTE

L'objecte del present annex és el de realitzar els càlculs mecànics i estructurals necessaris per tal de garantir la viabilitat de les actuacions proposades i justificar la viabilitat de qualsevol perforació o sondeig temporal o permanent que pugui afectar a l'estructura de la presa com a conseqüència del desplegament dels sistemes d'auscultació.

L'estudi d'anàlisi de riscos realitzat a la presa de Sant Ponç identifica 7 modes de col·lapse de la presa.

MODES DE COL·LAPSE	GRAU
MF1. Lliscament per pèrdua d'eficàcia de la impermeabilització i fissura de tracció en el peu de presa	II-III
MF2. Lliscament per pèrdua d'eficàcia de la impermeabilització i lliscament de cunya de fonamentació	II-III
MF3. Lliscament de blocs propers als estreps esquerre per augment de filtracions en la tancada	IV
MF4. Col·lapse per trencament i erosió remuntant del bol esmorteïdor	II-IV
MF5. Col·lapse per filtracions, neteja de material en el formigó de la presa i formació de fissures, trencament parcial o moviment d'algun bloc.	IV
MF6. Trencament del sobreeixidor per col·lisió d'un hidroavió o helicòpter de recàrrega d'aigua	IV
MF7. Col·lapse per sobreeiximent i descalçament del peu de l'estrep esquerra	II

Taula 1 Modes de col·lapse identificats a la presa de Sant Ponç i la seva classificació. Font: ACA. Aplicació de la metodologia d'anàlisis de riscos a la presa de Sant Ponç

D'aquests modes de fallada amb graus II i III, les actuacions realitzades en aquest projecte poden tenir influència en els modes MF1, MF2 i MF3 tot i que com es pot comprovar en tots ells tindrà efectes positius.

En aquest annex s'estudiarà els efectes produïts per les actuacions en el mode MF1, mentre que els MF2 i MF3 amb l'auscultació proposada es monitoritzen i per tant, tot i que l'efecte per les actuacions és neutre, quan es posi en servei servirà per tenir més informació i per tant per reduir la incertesa.

2. NORMATIVA D'APLICACIÓ

- Llei d'Aigües de 1985
- Directriu Bàsica de Planificació de Protecció Civil de 1994
- Reglament Tècnic sobre Seguretat de Preses i Embassaments de Març de 1996
- RD 9/2008, de 11 de Gener, pel que es modifica el Reglament de Domini Públic Hidràulic
- RD 264/2021, de 13 d'abril, pel que s'aproven les normes tècniques de seguretat per a les preses i els seus embassaments.
- Guia SPANCOLD nº2 "Criteris per a Projectes de Preses i les seves Obres Annexes"

3. ESTABILITAT PER LLISCAMENT DE LA PRESA

En els treballs d'anàlisi de riscos realitzats a la presa de Sant Ponç, la probabilitat de fallada va ser analitzada mitjançant un model numèric d'estabilitat de la presa per lliscament en el contacte presa fonament. Es va considerar el lliscament a una secció situada a la zona central del cos de presa, propera als blocs central situats sobre el riu. El mode de col·lapse contempla diverses etapes que inclouen la pèrdua d'eficàcia de la pantalla de drenatge, l'augment de les subpressions sota el bloc, l'aparició de traccions a la zona propera al peu d'aigües amunt del pla de contacte entre presa i fonament (amb la conseqüent reducció de la longitud de la base en la que es possible mobilitzar la tensió tangencial resistent), l'esgotament d'un mecanisme resistent addicional com el la resistència que es pot mobilitzar a través de les claus de tallant entre aquest bloc i els contigus, no sotmesos als mateix fenòmens i, finalment, el trencament per lliscament al llarg del contacte entre presa i terreny.

En definitiva la probabilitat de col·lapse acaba depenent de l'avaluació de l'ocurrència del lliscament, un cop definides prèviament les altres accions i, com s'ha dit, en particular la forma de la subpressió i l'aparició d'una esquerda de tracció sota el peu d'aigües amunt.

El model de càlcul adoptat per avaluar el comportament de la presa a lliscament va ser el clàssic de Mohr-Coulomb, en la seva aproximació lineal. Aquest model defineix la resistència al lliscament entre dos cossos en contacte mitjançant dos paràmetres: angle de fricció, (o), i cohesió, c (MPa).

En la mesura que s'assumeixi per aquests paràmetres un únic valor, el resultat d'un càlcul d'estabilitat adopta un esquema binari: llisca-no llisca.

Donat que l'estabilitat per tant depèn d'aquests dos paràmetres que tenen un grau d'incertesa important, l'estudi realitza un estudi probabilístic partint de la incertesa d'aquests dos paràmetres.

En aquest projecte, no obstant es realitzarà un càlcul de l'estabilitat i s'analitzarà com poden influir les actuacions a realitzar en l'estabilitat de la presa.

3.1. Metodologia de càlcul

L'anàlisi d'estabilitat de la presa es realitza tenint en compte les accions que actuen sobre la mateixa. Les sol·licitacions considerades són les especificades en la normativa espanyola que es recull en la Instrucció per al Projecte de Preses, en el Reglament Tècnic i en les Guies Tècniques. Es realitza de forma bidimensional, considerant la secció tipus de la presa amb gruix unitat en el bloc 11, objecte principal de les actuacions.

L'anàlisi d'estabilitat es realitza determinant els coeficients de seguretat al lliscament.

Per al càlcul es considera l'equilibri de les forces actuants segons el plànol potencial de trencament. El coeficient de seguretat s'obté com la relació entre les forces estabilitzadores i les forces favorables al lliscament, si bé la Instrucció introdueix aquest concepte com acoeficient de minoració de les forces que s'oposen al lliscament, establint dos valors diferents segons es tracti de la força de fregament o la produïda per la cohesió, minorant aquest últimen major mesura a causa de la seva indeterminació. Un cop minorades les forces estabilitzadores, la seva resultant ha de ser major que la de les forces que provoquen el lliscament. Segons aquest criteri la resultant de les forces estabilitzadores és:

$$F = \frac{N \cdot tag\phi}{c_1} + \frac{c \cdot L}{c_2}$$

on N és la resultant de les forces normals al pla de trencament, Ø és l'angle de fregament, c la cohesió i L la longitud del plànol de trencament. c1 i c2 són els coeficients de minoració abans esmentats, i que segons la Instrucció i la Guia nº2 "Criteris per a Projectes de Preses i les seves Obres Annexes", adopten els següents valors per a la presa que ens ocupa, classificada com a categoria "A":

Situació	Forces oposades al lliscament	Cohesió
Normal	1,50	5,00
Accidental	1,20	4,00
Extrema	>1,00	3,00

Coeficients de seguretat respecte al lliscament

L'anàlisi, així plantejat, resulta teòricament molt clar i senzill. No obstant això, en la realitat s'ensopega sempre amb la dificultat, generalment difícil de superar, de conèixer els valors reals de la resistència al tall, molt especialment la cohesió, al llarg de l'hipotètic pla de lliscament. Per salvar en certa manera aquest escull és pràctica comunament adoptada en la tecnologia de preses, el prescindir de la cohesió, circumstància que, en qualsevol cas, deixa del costat de la seguretat.

En la major part de les ocasions, però, aquesta simplificació condueix a resultats extremadament pessimistes que no responen a la realitat. En efecte, és ben sabut que una presa de gravetat, amb perfil triangular i amb suma de talussos en els seus paraments igual o superior a 0,80, fonamentada en roca de mitjana a bona competència és sempre estable i satisfà les exigències de la Instrucció de grans Preses. No obstant això, si s'estudia la seva estabilitat menyspreant la cohesió no s'aconsegueix mai el valor de 1,5 en situacions normals, i sobretot el de 1,2 en situacions accidentals.

De la mateixa manera és conegut que, simplificadament, una presa de perfil triangular amb relació de suma de talussos 1,0V: 0,8H, i angle de fregament 35-37º, per assolir els marges de seguretat al lliscament requerits en la Instrucció necessita uns valors de cohesió de 0,75 kg/cm^2 en Situacions normals i 1,00 kg/cm^2 en situacions accidentals per cada 10 m d'alçada de presa. No obstant això, si realitzem el càlcul sense aplicar els coeficients de minoració la presa, per ser estable, tan sols necessitaria, en Situacions accidentals, 1,00 kg/cm^2 per cada 70 m d'alçada de presa, resultant sempre estable en situació normal sense necessitat de la cohesió encara que, com s'ha dit, no tenint marge de seguretat.

En qualsevol cas, el que sí es pot dir amb seguretat és que la presa de Sant Ponç no ha donat cap signe d'inestabilitat, i que si s'adopta un valor de la cohesió raonablement conservador (2- 3 kg/cm^2) l'estabilitat de la presa al lliscament es trobarà en marges de seguretat molt propers als indicats en la Instrucció de Grans Preses, sent plenament estable si s'és menys exigent amb els coeficients de seguretat.

D'altra banda, i com es pot comprovar en els càlculs d'estabilitat efectuats en l'epígraf corresponent, entre la situació actual i la futura les diferències obtingudes al marge de seguretat són apreciables. Efectivament, el volum de material excavat no arriba a suposar un 0,5% de la massa total del bloc, el que a efectes d'estabilitat suposa una alteració de menys d'una centèsima en el marge de seguretat global, com pot comprovar-se en els càlculs realitzats.

3.2. Geometria i característiques dels materials de presa i fonament

A continuació s'estableixen les hipòtesis i característiques de la geometria, dels materials i del terreny, adoptades per a la comprovació de l'estabilitat de la presa, i que són imprescindibles en la determinació tant de les forces actuants com de les reaccions.

El triangle resistent s'ha considerat amb el vèrtex situat en coronació sent el talús d'aigües amunt de 0,05H / 1,0V i 0,76H / 1,0V el talús del parament d'aigües avall.

La superfície de cimentació és horitzontal.

S'adopta com a pes específic de cada un dels materials dels que es relacionen a continuació: Formigó: 2,4 Ton/m3
Aigua: 1.000 kg/m3
Gravetat: 9.81 m/s2

S'ha adoptat per al càlcul un valor de l'angle de fregament formigó-roca de $\phi = 37°$, valor usualment adoptat que es considera prou conservador, considerant un contacte formigó-roca rugós i dotat de rasclets d'ancoratge.

No s'ha considerat la cohesió en els càlculs-

Finalment, s'ha considerat els blocs de la presa de manera aïllada, el que resulta més conservador en no contemplar el lligam de les juntes dentades entre blocs, que sens

dubte aporten a la presa cert monolitisme.

3.3. Sol·licitacions i hipòtesis de càlcul

Les sol·licitacions considerades són:

1. Pes propi
2. Empenta hidràulica
3. Pressió intersticial
4. Efectes sísmics

3.3.1. Pes propi

Per avaluar la situació de pes propi del cos de presa s'adopta com a pes específic del mateix el indicat anteriorment, 2,4 t/m^3, com el mínim obtingut directament dels 4 assajos de densitat realitzats (tots ells se situen entre 2,4 i 2,5 t/m^3).

Les actuacions realitzades en el present projecte no tenen una influència rellevant en aquesta sol·licitació.

3.3.2. Empenta hidrostàtica

Les pressions hidrostàtiques sobre la presa s'estudien per a les situacions de màxim nivell normal d'embassament i de màxima sobreelevació previsible, que corresponen respectivament a les cotes 530,00 msnm (NMN) y 531,65 msnm (NAE).

Les actuacions realitzades en el present projecte no tenen una influència rellevant en aquesta sol·licitació.

3.3.3. Pressió intersticial

El càlcul es realitza amb les diferents hipòtesis plantejades segons la instrucció. La subpressió a l'altura de la pantalla de drenatge es considera reduïda a 1/3 de la càrrega total d'aigua a l'embassament, sempre que es consideri l'eficàcia dels drens.

Les perforacions realitzades en el present projecte poden reduir de manera rellevant la supressió, sobretot durant l'execució de les obres.

Addicionalment, la monitorització de les subpressions mitjançant els piezòmetres de corda vibrant, permeten reduir la incertesa d'aquesta sol·licitació.

3.3.4. Efectes Sísmics

El càlcul del coeficient sísmic es realitza mitjançant l'anàlisi pseudoestàtic atenent les recomanacions de la Guies Tècniques espanyoles, on l'acció sísmica es representa per un conjunt de forces estàtiques horitzontals i verticals obtingudes com a producte de les forces gravitatòries per un coeficient sísmic.

Per obtenir el valor d'acceleració sísmica en l'emplaçament de la presa s'ha consultat l'Actualització de Mapes de Perillositat Sísmica d'Espanya 2015 publicat per l'IGN. D'aquesta manera, s'ha adoptat un valor de l'acceleració sísmica de càlcul horitzontal de ac = 0,07g.

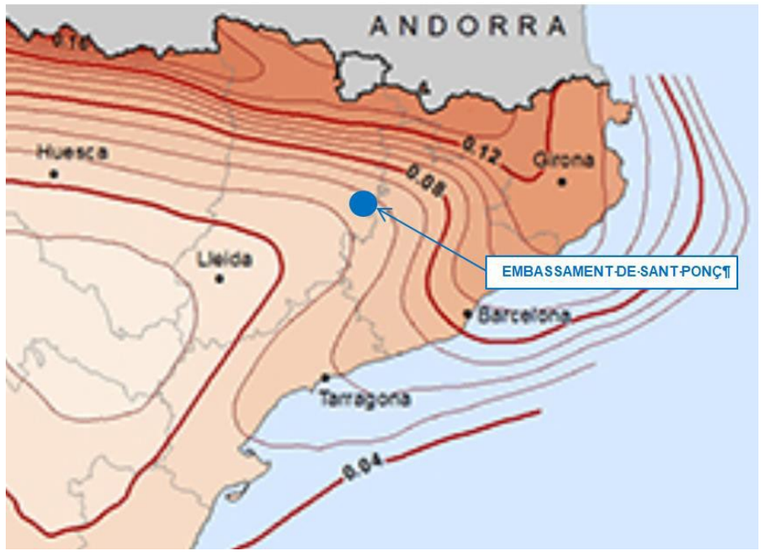


Figura 7. Mapa de perillositat sísmica d'Espanya (2015).

Els coeficients sísmics es prenen com:

Kh=ac/gr (coef. sísmic horitzontal)
Kv=0,5kh (coef. sísmic vertical)
D'aquesta manera, les forces degudes al sisme seran Fh=khp=p(ac/gr)
Fv=0,5Fh

On:

Fh: Força horitzontal estàtica produïda pel sisme
ac: acceleració de càlcul
g: Acceleració de la gravetat
p: pes de cada volum elemental de presa
r: coeficient reductor

S'adopta un coeficient reductor r = 1,5, que condueix a valors de coeficients sísmics usuals en preses de fàbrica.

Les actuacions realitzades en el projecte no tenen una influència rellevant en aquesta sol·licitació. No obstant, el monitoratge projectat amb l'auscultació sísmica permet reduir la incertesa d'aquesta sol·licitació.

Hipòtesis de càlcul

L'anàlisi de l'estabilitat es realitza per a totes aquelles combinacions de sol·licitacions que, poden estar influenciades per les actuacions.

Les combinacions que es calculen normalment son:

- Situacions normals:
  - A2: Pes propi + empenta hidrostàtica normal.

- Situacions accidentals:
  - B21: A2 + ineficàcia de drens.
  - B22: A2 + sacsejades sísmiques.
  - B23: A2 + màxim nivell embassament.

- Situació extrema:
  - Pes propi + màxim nivell embassament + ineficàcia de drens.

De totes aquests combinacions aquelles que poden estar influenciades per les obres son les hipòtesis A2 i B23 donat que son les hipòtesis que consideren una situació de reducció de les subpressions.

Per l'anàlisi que ens ocupa el càlcul es realitzarà comparant les dades de subpressions considerades per la normativa, les registrades per l'auscultació existent i sobre aquesta una hipòtesis de possible reducció produïda per la perforació dels pènduls.

La comprovació de l'estabilitat s'ha realitzat a la secció més desfavorable dels blocs on s'han previst les actuacions, per a cadascuna de les hipòtesis plantejades.

3.4. Resultats del càlcul

En els càlculs s'estableixen les condicions d'equilibri en les diferents hipòtesis plantejades, obtenint-se els corresponents coeficients de seguretat enfront del lliscament.

Els resultats s'organitzen per a la secció considerada segons les diferents hipòtesis de càrrega. En els quadres següents es resumeixen els resultats obtinguts en l'anàlisi de sensibilitatper a diferents valors de la força de cohesió en situació actual i futura.

HIPÒTESIS DE CÀLCUL

	ACTUAL		ACTUACIÓ	
BLOC	A2	B23	A2	B23
B11	1,79	1,70	1,81	1,72
B12	1,77	1,68	1,79	1,70
B15	1,72	1,61	1,73	1,62
B16	1,85	1,86	1,75	1,76

4. CONCLUSIONS

Tots els blocs, donen coeficients de seguretat per sobre dels valors recomanats a la normativa.

No obstant a l'anàlisi no s'ha tingut en compte l'efecte de la cohesió i en particular l'efecte del tacó de la presa, per la qual cosa es considera que els valores es troben del costat de la seguretat.

De l'anàlisi anteriorment realitzat, es pot concloure que les actuacions projectades milloren l'estabilitat de la presa i per tant augmenten la seva seguretat estructural.

ANNEX 9
AUTOMATITZACIÓ I TELECONTROL

ÍNDEX

1. SISTEMA AUTOMÀTIC ACTUAL 3
2. SISTEMA AUTOMÀTIC REALITZAT AMB LA CONSTRUCCIÓ DE LA PRESA **¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**
3. ARQUITECTURA DE L'AUTOMATITZACIÓ 3
4. CANALITZACIÓ DE SENYALS 3
5. CENTRAL DE LECTURA.....3
6. REGISTRADOR DE DADES (DATALOGGER) 4

1. SISTEMA AUTOMÀTIC ACTUAL

Actualment la presa de Sant Ponç disposa d'un sistema d'automatització, renovat l'any 2019, basat en una centralització dels senyals de la instrumentació existent en un armari concentrador on es recullen els senyals en un logger de la casa comercial Campbell des d'on l'encarregat recull les dades.

Es pretén ampliar la instrumentació automatitzada, per tal de recollir la nova instrumentació projectada. Això permetrà ampliar el control en temps real de la presa i tenir un millor coneixement del seu comportament.

La instrumentació a incloure en l'automatització serà la següent:

- Cabals drenats i filtrats: s'automatitzaran tots els aforadors.
- Moviments horitzontals: Es substituiran els 2 pèndols directes per pèndols inversos i s'automatitzarà els extrems.
- Moviments relatius entre blocs contigus: S'automatitzaran els moviments d'obertura i tancament de les juntes que s'inclouen com a indicadors de l'escenari 0 del pla d'emergència (8 Juntes).
- Moviments del terreny: s'automatitzaran 1 extensòmetre de varetes a instal·lar en l'exterior.
- Subpressions: s'incorporarà als 25 piezòmetres ja automatitzats, 6 piezòmetres existents en l'exterior i 1 piezòmetre nou que s'instal·larà a la marge esquerra.

A més, tal com es recull en el Annex 9 Sistema d'auscultació la presa disposarà d'un control sísmic mitjançant 4 equips i un programari de supervisió a instal·lar a l'oficina de la presa.

Per portar els senyals de la instrumentació fins a l'armari d'automatització s'aprofitarà la canalització existent a la presa, i es col·locarà nova canalització a les instal·lacions exteriors a la presa.

Actualment existeix una anella de fibra òptica utilitzada pel sistema de videovigilància al qual es preveu la connexió del sistema d'auscultació. No es preveu l'ampliació de l'esmentada xarxa.

2. ARQUITECTURA DE L'AUTOMATITZACIÓ

L'arquitectura proposada consistirà en ubicar un nou armari que integri tota la auscultació i es connecti a la xarxa de fibra óptica.

Addicionalment al sistema actual s'instal·larà un programari que serveixi per a l'emmagatzemament i anàlisi de les dades d'auscultació compatible amb la resta d'embassaments de l'ACA, a l'ordinador de les oficines de la presa que recollirà les dades.

El sistema instal·lat haurà de ser totalment autònom i per tant, permetrà el seu funcionament independentment de que tingui accés a qualsevol xarxa externa.

El programari ha de ser capaç de treballar i obtenir resultats aptes per a la interpretació de sèries d'auscultació "in situ".

3. CANALITZACIÓ DE SENYALS

Per portar els senyals de la instrumentació fins a la central de lectura i equip d'adquisició de dades, es farà servir la canalització existent.

On es necessari col·locar nova canalització, aquesta serà del tipus Rejiband sobredimensionada per a una possible futura ampliació de la instrumentació.

Les mànegues dels sensors seran contínues, sense unions ni empalmaments, des del propi sensor fins a la caixa de centralització. Es faran servir unes mànegues apantallades per evitar soroll entre els diferents instruments i en el cas de la corda vibrant, si es fa servir una mànega per diversos equips, es farà servir mànega amb apantallament independent per a cada parell, per evitar soroll en els senyals.

Totes les mànegues aniran correctament identificades en cada extrem, segons l'enginyeria elèctrica, amb punteres i 3 cm de funda termoretràctil on es talli la funda, dins de cada armari.

4. CENTRAL DE LECTURA

Per fer la lectura manual de la instrumentació de corda vibrant, controladors de juntes i piezòmetres, s'instal·larà una central de lectura en un quadre de polièster amb protecció mínima IP66. Aquest armari disposarà de:

- Llum interior amb encesa automàtica mitjançant sensor d'obertura
- Presa auxiliar 230V
- Bornes de lectura
- Commutadors ON-MON per a cada un dels instruments

La instal·lació de commutadors ON-MON permetrà que de forma permanent la instrumentació estigui connectada a l'automatització, i només pressionant el commutador

es desconnectarà el sensor del logger connectant-se a les borns de lectura manual. Això permet que mai estigui connectat un instrument a dos equips de lectura, que mai quedi un equip de lectura desconnectat de l'automatització i que no es connectin dos equips de forma simultània.

5. REGISTRADOR DE DADES (DATALOGGER)

Es proposa la instal·lació d'un logger igual al instal·lat a les preses ja automatitzades, logger de la casa comercial Campbell Scientific Cr6 i multiplexors, amb capacitat per recollir els senyals existents i les noves a instal·lar, a més de capacitat per a futura ampliació en un mínim de un 20% de senyals ocupades.

L'armari disposarà d'un repartidor de FO per comunicar la xarxa sísmica i l'automatització amb l'oficina de la presa. A més es dotarà de presa auxiliar 230Vac, llum led amb encesa mitjançant sensor d'obertura de l'armari i resistència calefactora controlada per un termòstat regulable.

El logger serà del tipus Campbell CR6 i comptarà amb les següents característiques:

- 4 MB memòria
- 12 entrades analògiques o 6 entrades CV
- 4 entrades/sortides digitals
- Freqüència mostreig fins 100 Hz
- CS I/O i RS-232 serial ports
- 13-bit analog to digital conversions
- Background system calibration for accurate measurements over
- time and temperature changes
- Gas Discharge Tube (GDT) protected inputs
- A més serà necessari instal·lar multiplexors, tipus Campbell AM16/32:
- Consum Unregulated 9.6 to 16 Vdc
- Scan Advance Occurs on the leading edge of the clock pulse transition (from below 1.5 V to above 3.3 V)
- Minimum Clock Pulse Width 1 ms
- Maximum Actuation Time for Relay 20 ms
- Relay Operation Break before make
- Initial Relay Resistance, Closed 0.1 ohm
- Maximum Switching Current 500 mA
- Maximum Switching Voltage 50 Vdc
- Minimum Contact Life 5 x 107 operations

ÍNDEX

1 OBJECTE 3

2 PÈNDOL INVERTIT 3

3 MESURADOR ÒPTIC DE PÈNDOLS 3

4 MESURADOR AUTOMÀTIC DE PÈNDOLS 3

5 SENSOR ULTRASÒNIC PER A MESURA DE FILTRACIONS 3

6 PIEZÒMETRES DE CORDA VIBRANT 4

7 EXTENSÒMETRES 4

8 SENSOR PER A MESURA DE JUNTES 4

9 INCLINÒMETRES 4

10 AUSCULTACIÓ TOPOGRÀFICA 5

10.1 ESTACIÓ TOPOGRÀFICA AUTOMATITZADA 5

10.2 CLAUS D'ANIVELLAMENT 5

10.3 PRISMA D'AUSCULTACIÓ 5

11 ACCELERÒGRAF 5

12 CABLEJAT 6

13 SISTEMA ADQUISICIÓ DE DADES 6

13.1.1 DATALOGGER CR6 O EQUIVALENT 6
13.1.2 FONT D'ALIMENTACIÓ 24VDC PULS QS10.241 O SIMILAR 7
13.1.3 SISTEMA D'ALIMENTACIÓ ININSTERROMPUDA 8
13.1.4 MÒDUL DE PROTECCIÓ D' ALIMENTACIÓ 8
13.1.5 CONVERTIDOR AC/DC PER A L'ALIMENTACIÓ 8
13.1.6 ARMARIS PER A L'ALLOTJAMENT 8

1 OBJECTE

El present Annex té per objecte definir les especificacions dels equips que es proposen instal·lar per tal de millorar el sistema d'auscultació de la presa de Sant Ponç.

2 PÈNDOL INVERTIT

Les característiques dels pèndols invertits a instal·lar són les següents:

- Sistema d'ancoratge. El sistema disposa d'un contrapès, proveït d'estries horitzontals per facilitar la seva adherència a l'ésser injectat de beurada amb una longitud de 500 mm.

- Dipòsit i flotador. El dipòsit es troba en la part superior del pèndol, d'altura 500 mm i diàmetre 500 mm amb tapa i amb un flotador d'acer inoxidable. Aquest dipòsit està ple d'oli per facilitar l'estabilització del flotador. El dipòsit disposa d'una vàlvula per permetre el buidatge del tanc i en la part superior disposa d'un espiell per comprovar el nivell d'oli.

Les lectures es poden realitzar tant de forma manual com automàtica o combinant ambdues.

Els suports per a la instal·lació dels pèndols són d'acer inoxidable i es dissenyen de forma que s'adapten en cada punt a la geometria necessària en funció a la ubicació dels elements.

3 MESURADOR ÒPTIC DE PÈNDOLS

El mesurador òptic de pèndols disposa d'una lent de 50 mm de diàmetre i 2x d'augment que permet la visió del fil de forma nítida en tot el seu rang de mesura.

La unitat de mesura es posiciona sobre una planxeta simple amb tres punts en forma de con, canal i plànol que asseguren el posicionament correcte de l'equip de mesura. La planxeta es troba instal·lada de forma fixa en les proximitats del fil del pèndol, sense parts mòbils.

4 MESURADOR AUTOMÀTIC DE PÈNDOLS

Per a realitzar les mesures bidireccionals de pèndols, s'utilitzaran planxetes òptiques de rang X-Y 50x50 mm amb display LED i amb les següents característiques:

- Rang de mesura 50x50 mm
- Resolució 0,02%
- Precisió +/- 0,1 mm
- Temperatura de treball -15ºC / + 60 ºC
- Sortida manual o automàtica de dades

La lectura del pèndol utilitza dos dispositius CCD (càrrega acoblada dispositiu) de matriu linial com sensors bàsics a 90º entre sí. L'ombra del pèndol cau sobre el sensor CCD i amb un escaneig automàtic registra i emmagatzema digitalment les coordenades de l'ombra.

La planxeta mecànica permet la mesura dels desplaçaments del fil del pèndol en ser fixada a l'estructura a controlar. S'instal·la de forma fixa, amb el que s'eliminen els errors deguts emplaçaments en els diferents punts, així com la incomoditat d'altres sistemes mòbils que obliguen a transportar de punt en punt un conjunt més o menys pesat

Cada teleplanxeta realitza mesures segons un eix d'un plànol horitzontal, i disposa dels ajustos necessaris per a les tres adreces de l'espai.

5 SENSOR ULTRASÒNIC PER A MESURA DE FILTRACIONS

Està prevista la instal·lació de sensors ultrasònics per tal de mesurar les filtracions . Aquest dispositiu mostra de forma permanent els valors mesurats i conmuta automàticament les visualitzacions.

Els sensors disposen de sortida analògica i digital i sincronització de fins deu sensors amb configuració de sensors de diferents distàncies d'exploració.

La carcassa del sensor és un tub de llautó niquelat amb peces de plàstic i el transductor ultrasònic es troba realitzat amb espuma de poliuretà i resina epoxi amb partícules de fibra de vidre.

6 PIEZÒMETRES DE CORDA VIBRANT

Amb l'objectiu de conèixer els valors de les subpressions registrades en la presa, es proposa instal·lar piezòmetres de corda vibrant, els quals estan particularment indicats per mesurar en sòls semi-saturats de baixa permeabilitat.

Fonamentalment consta de les següents parts:

- Element sensible: Format en essència per una membrana elàstica que es deforma per la pressió exterior, i una entenimentada piano d'alta resistència unida als extrems, que permet mesurar la deformació longitudinal d'aquesta membrana.
- Càmera d'aigua: De volum pràcticament constant.
- Pedra porosa: De ceràmica o bronze en funció de les característiques del mitjà a controlar, en general d'alta resistència a l'entrada de l'aire.
- Connexions: A través d'un cable especial de diàmetre 12 mm., de 4 conductors que va muntat directament sobre el piezòmetre.
- Elements de protecció i tancament: Formant un sòlid conjunt fabricat en bronze amb tractament anticorrosiu e inalterable al pas del temps i als mitjans més agressius, i proveïts de juntes que garanteixen la seva estanqueïtat.

Els piezòmetres de corda vibrant a instal·lar compliran les següents característiques:

Rang	1000 kPa
Material	Acer inoxidable
Precisió	+/- 1%
Diàmetre	19 mm
Longitud	15 mm
Temperatura de treball	-20ºC a +80ºC
Filtre	Sintered Stainless Steel

El piezòmetre proporciona mesures pressions d'aigua intersticial total o parcialment en sòl saturat.

La punta del piezòmetre té un element de filtre porós integral que conté un transductor de pressió de corda vibrant de tipus diafragma. Un cable connecta el transductor a una unitat terminal o registrador de dades de lectura.

7 EXTENSÒMETRES

Les característiques d'aquests sensors que mesuren els desplaçaments del extensòmetres són les següents:

Característiques
Rang de mesura 20 mm
Sensibilitat 0,1 mm
Dimensions: 90 mm de diàmetre x 3000mm
Resposta instantània
Sense influència tèrmica
Protecció IP 67

Els sensors automatitzables per a mesura de juntes externes seran corda vibrant, fabricats en acer inoxidable, amb rang de mesura de 25 mm i precisió 0,005.

Sensor automàtic de corda vibrant per a la mesura de juntes o fisures
Característiques
Rang de mesura 25 mm
Precisió +/- 0,5 %
Rang de freqüència 1500-2800 Hz
Longitud 293 – 318 mm
Pes 0,50 kg

Els inclinòmetres són tubs especials fabricats en resina no corrosiva i utilitzats per al control de el moviment lateral de la terra en una zona de lliscament, per a la detecció dels plans de tall en estructures hidràuliques, per al mesurament de la estabilitat. durant

la construcció, deformació de murs i pals de suport sota pressió, etc. i per a altres usos que impliquin la introducció de tecnologies per a realitzar mesuraments dins el propi tub.

El sistema disposa d'un dispositiu per control electrònic que converteix la senyal analògica en senyal digital, transmesa mitjançant cablejat.

La diferència entre dos lectures d'inclinació de l'inclinòmetre és utilitzada per calcular el perfil vertical d'aquest, i per tant, quan es comparen dos perfils determinats en diferents dates, es pot determinar la magnitud i localització de les variacions que es produeixen.

Les característiques de l'inclinòmetre són les següents:

Inclinòmetres	
Característiques	
D ext (mm)	60
D int (mm)	50
Espesor (mm)	3.5
Longitud (mm)	3000

10 AUSCULTACIÓ TOPOGRÀFICA

10.1 ESTACIÓ TOPOGRÀFICA AUTOMATITZADA

L'estació total automàtica té com principals característiques:

Longitud	142 mm
Apertura	EDM 38 mm
Camp de visió	1º30'
Enfocament	1,30 m
Angle de mesura	Rotació total
Resolució mínima	1 segon

Comunicació automàtica de dades

Recerca de prismes independentment de les condicions meteorològiques.

10.2 CLAUS D'ANIVELLAMENT

Els claus d'anivellament es troben dissenyats per a la mesura de:

- Desplaçaments verticals amb mira Invar i nivell d'alta precisió
- Desplaçaments en les tres direccions per a la mesura amb taquímetre d'alta precisió mitjançant l'acoblament de prismes de reflexió
- Desplaçaments horitzontals amb mira mòbil de col·limació i col·limador

Els claus disposen de:

- Cap d'acer inoxidable amb rosca adaptada a prismes de topografia
- Vareta roscada per l'ancoratge en formigó, roca o terreny
- Caixa de protecció de fosa d'alumini amb juntes tòriques i tancament de seguretat de diàmetre interior 150 mm.

10.3 PRISMA D'AUSCULTACIÓ

Per completar l'estació topogràfica es disposarà un prisma d'auscultació de gran diàmetre Leica GPR112 o similar per un abast de 2500 m i amb filtre especial anticondensació a la part del darrere que evita l'entelament i permet mesuraments en condicions ambientals difícils. El prisma permet muntatge en rosca M8 i 5/8".

11 ACCELERÒGRAF

Els acceleròsgrafs controlen les acceleracions registrades en el cos de presa o en un punt allunyat de la presa. L'element clau d'un acceleròsgraf és un xip capacitiu que registra les variacions de capacitat de les seves plaques, i les tradueix en un voltatge que ve a ser el senyal la qual es transmet en el sistema per obtenir els valors registrats al programari informàtic.

Es proposa la utilització d'un nou acceleròsgraf, que funcionarà en temps real amb temporització NTP i disposarà d'un client FTP per pujar els fitxers registrats.

Aquest acceleròsgraf té un funcionament totalment autònom proporcionat tant per la seva bateria interna, que garanteix la seva operativitat encara que es doni una situació de falta d'energia, com per la seva capacitat de registre en memòria d'estat sòlid, a més del

client FTP de pujada, que li permet emmagatzemar esdeveniments sísmics encara que caigui la xarxa.

La xarxa tindrà una tipologia d'estrella centralitzada en una unitat central que permetrà l'accés des de la unitat de registre (PC) a tots els equips, disposar de la mateixa base de temps sincronitzada mitjançant un rellotge GPS, i realitzar el dispar i mostreig comú de tots els sensors.

12 CABLEJAT

Es tracta de cablejat amb mescles de PVC especial que el fa més flexible. Les característiques tècniques són:

Conductor coure recuit classe 5a

Aïllament: PVC

Colors negre-marró, gris-groc / verd

Pantalla: A el conjunt PVC + trena de coure polit

Coberta: PVC coberta negra gruix 1,8

Diàmetre exterior: 9,0 mm.

Depenent de la instal·lació, el cablejat tindrà els següents fils:

- Corda vibrant (piezòmetres i mediadors de juntes): 4 fils
- Pèndols: 4 fils per punt (són dos canals de senyal) + cable d'alimentació al sensor (220V o 24 V)

13 SISTEMA ADQUISICIÓ DE DADES

Per a la captació de les senyals elèctriques procedents dels sensors distribuïts per els punts a controlar als diferents elements de la presa, s'instal·larà un sistema basat en un estàndard de comunicació ethernet amb funcions TCP / IP, amb utilització de datalogger CR6 Campbell scientific o similar El sistema a instal·lar està basat en la utilització de datalogger CR6 Campbell scientific o similar amb la qual cosa s'aconseguirà configurar una instal·lació amb el suport d'un estàndard de Sistemes Oberts i de mercat i amb això una garantia d'existència d'equips al tractar-se de productes multifabricant, sent acord amb les tendències actuals als diferents sistemes de control de processos.

L'armari centralitzador estarà composat per:

- 2 Datalogger CR6 Campbell scientific o equivalent

- Font d´alimentació 24Vdc PULS QS10.241 o equivalent

- DC-UPS PULS UBC10.241 o similar (Sistema d'alimentació ininterrompuda, amb 2 bateries de 12V 40 AH)

- 3 AM16/32B Mòdul multiplexor 16/32 canals

- 1 Switch ethernet 5 ports IE-SW-BL05-5TX

- Els dispositius de condicionament de senyal

- Els dispositius de protecció elèctrica

- L'armari de allotjament amb protecció IP55 de 180x60x40

- Els sistemes d'alimentació

13.1.1 DATALOGGER CR6 O EQUIVALENT

A continuació es detallen les característiques del datalogger:

Benefits and Features

- A powerful and versatile multi-tool for data acquisition.
- U terminals, configurable to be analogue or digital, input or output.
- Static vibrating wire measurements using our patented spectral analysis method.
- 24 Effective bits of analogue resolution
- Surge and over-voltage protection on all terminals
- Flexible power input from solar panel, dc power supply, 12 V battery or USB.
- On-board communications via Ethernet 10/100.
- Wiring simplified by the introduction of removable terminal blocks.
- Micro SD card drive for extended memory requirements.
- Serial sensor support with RS-232 and RS-485 native.
- CPI for hosting Campbell high speed sensors and distributed modules (CDM).
- Programmable with CRBasic or SCWin program generator, fully PakBus compatible.
- Shared operating system (OS) with the popular
- CRBasic CR1000 and CR3000 dataloggers.

- **CPU:** 32 bit with hardware FPU, running at 100 MHz.
- **Internal Memory:** 6 Mb flash for OS, 4MB SRAM for data storage, 1 MB serial flash (CPU) for programme files.
- **Micro SD Drive:** for extended data storage up to 16 GB.
- **Clock accuracy:** ±3 min per year, optional GPS correction to 10 µs.
- **USB Micro B:** for direct connection to PC (limited power source during configuration), 2.0 full speed, 12 MBps.
- **10/100 Ethernet RJ-45:** for LAN connection.
- **CS I/O port:** for connection to Campbell Scientific modems and displays.
- **CPI port:** for terminal expansion using Campbell Distributed Modules (CDM).
- **Battery terminal pair:** for regulated 12 V power input or rechargeable 12 V VRLA for UPS mode.
- **Charge terminal pair:** for 16 to 32 V from dc power converter or 12 or 24 V solar panel.
- **Two switched 12 V terminals:** for powering sensors or communications devices, 1100 mA @ 20°C
- **Continuous 12 V terminal**

Specifications continued

Preliminary

- **Twelve Universal (U) Terminals:** U terminals are software configurable for analogue or digital functions.
  - Analogue functions consist of:
    - Analogue inputs: 12 single-ended or 6 differential with ± 5000 mV, ±1000 mV, ±200 mV ranges 24 bit ADC.
    - Analogue outputs: ±2.5 V or ±4 mA ranges for bridge measurements 12 bit DAC.
    - Static frequency-analysed vibrating wire: terminal pair both excites to 12 V p-p and 100 Hz to 6.5 KHz and reads vibrating wire transducers.
    - Thermistor: completion resistor internal 5 kΩ
    - Period average: up to 200 kHz, amplitude dependent
    - Low level ac: 1 Hz to 20 kHz, amplitude dependent
  - Digital I/O functions consist of 5 V for 3.3 V logic levels for:
    - General status/control
    - Voltage source 5 V, 3.3 V, 15 mA @ 3.5 V
    - Timer I/O
    - Switched closure (150 Hz) or higher frequency counter (1 MHz)
    - Pulse width modulation
    - Interrupts
    - SDI-12 and SDM
    - Serial asynchronous communication Tx/Rx pairs
- **Four control (C) Terminals:** C terminals are software configurable for digital functions.
  - Digital I/O functions consist of 5 or 3.3 V
    - General status/control
    - Voltage source 5 V, 3.3 V: 8 mA @ 3.5 V
    - Timer I/O
    - Switched closure (150 Hz) or higher frequency counter (1 MHz)
    - Pulse width modulation
    - Interrupts
    - SDI-12 and SDM
    - RS-232/RS-485: half or full duplex.
- **Maximum Multiplexed Analogue Measurement Rate:** 125 Hz (8 ms)
- **Best Analogue Accuracy:** ± (0.025% of reading + offset), 0° to 40°C
- **Best Effective Resolution:** 80 nV (±200 mV range, differential measurement, input reversal 5 F Hz Fnotch
- **Weight/Dimensions:** 0.42 kg
  20.3 x 10.2 x 6.1 cm



13.1.2 FONT D'ALIMENTACIÓ 24VDC PULS QS10.241 O SIMILAR

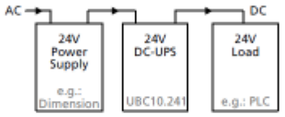
Output voltage	DC 24V	
Adjustment range	24 - 28V	
Output current	10 – 9A	continuous
	15 – 13.5A	for typ. 4s
Output power	240W	continuous
	360W	for typ. 4s
Output ripple	< 50mVpp	20Hz to 20MHz
Input voltage	AC 100-240V	±15%
Mains frequency	50-60Hz	±6%
AC Input current	2.22 / 1.22A	at 120 / 230Vac
Power factor	0.98 / 0.92	at 120 / 230Vac
AC Inrush current	typ. 4 / 7A peak	at 120 / 230Vac
Efficiency	92.6 / 93.5%	at 120 / 230Vac
Losses	19.1 / 16.7W	at 120 / 230Vac
Temperature range	-25°C to +70°C	operational
Derating	6W/°C	+60 to +70°C
Hold-up time	typ. 27 / 28ms	at 120 / 230Vac
Dimensions	60x124x117mm	WxHxD



13.1.3 SISTEMA D'ALIMENTACIÓ ININSTERROMPUDA

Input voltage range	nom. 24Vdc 22.5-30Vdc	
Output current	min. 15A min. 10A	Normal mode Buffer mode
Output voltage	typ. 0.23V lower as input voltage 22.25V	Normal mode Buffer mode, 10A
Integrated battery	12V 5Ah	VRLA lead acid
Temperature range	0 to 40°C	Operational
Dimensions	123x124x119mm	WxHxD
Buffer time	typ. 16'15" typ. 6'15"	At 5A load At 10A load

Typical setup of a DC-UPS system with the UBC10.241:





13.1.4 MÒDUL DE PROTECCIÓ D' ALIMENTACIÓ

Aquest mòdul serà un transmissor de sobretensions per a baixa i s'instal·larà a l'entrada d'alimentació dels quadres que continguin els elements integrants del armari.

Característiques tècniques:
- Tensió nominal: 24 Vdc
- Tensió màxima de servici: 34 Vdc
- Resistència de pas: 0.1 ohm
- Corrent màxima de servici: 1/5 A
- Intensitat màxima de descarrega (8/20^S): 5 kA
- Tensió continua de reacció del descarregador: 90V
- Sobretensió xoc (1 kV/^S) del descarregador: 700V
- Tensió d'eixida per a una entrada de 1kV/^S: 42 V

13.1.5 CONVERTIDOR AC/DC PER A L'ALIMENTACIÓ

Serà un convertidor AC/DC, amb separació galvànica entre la seva entrada i eixida, encarregat de l'alimentació dels equips a partir de la tensió de 220 Vca subministrada per la línia de BT.

Característiques tècniques:
- Aïllament Entrada/Eixida: 2500 Vef a 50 Hz
- Tipus de connexions: Per regletes de bornes
- Tensió d'entrada: 220 Vca Vcc ± 25%
- Tensió d'eixida: 24 Vcc
- Regulació de línea: < 0,1 % (I=nominal. Vi=±25%)
- Arrissat i soroll: < 50 mVpp (BW=20MHz)
- Ajust de la tensió d'eixida: ±10%
- Temperatura de funcionament: 0 a 50ºC (a plena càrrega)
  0 a 70ºC (a mitjana càrrega)
- Temperatura d'emmagatzemament: -25 a 80ºC
- Potència màxima: 120 W
- Rendiment: 83%
- Normativa: EN-60950, EN-50081-1, EN-50082
- Proteccions sobrecàrregues i curtcircuit, inversió de polaritat i subtensions d'entrada
- Caixa: Metàl·lica

13.1.6 ARMARIS PER A L'ALLOTJAMENT

En ells s'allotjaran els elements de connexió necessaris per a la completa integració de les senyals dels sensors previst per el projecte.

Característiques tècniques:
- Protecció ambiental IP55
- Dimensions 1800X600X400
- Construcció metàl·lic acer tipus "heavy duty"
- Instal·lació mural
- Tancament amb porta semitransparent
- Placa de muntatge metàl·lica d'acer cincat bicromatitzat, amb carrils per a muntatge de mòduls electrònics

ÍNDEX

1 INTRODUCCIÓ I OBJECTIU 3

2 MANTENIMENT DEL SISTEMA D'AUSCULTACIÓ 3

2.1 CONTROL DE DESPLAÇAMENTS. PÈNDOLS 3

2.2 CONTROL DE FILTRACIONS 3

2.3 PIEZÒMETRES 3

2.4 CONTROL DE MOVIMENT DE LES JUNTES 3

2.5 MANTENIMENT DE L'AUSCULTACIÓ TOPOGRÀFICA 4

2.6 EXTENSÒMETRES 4

2.7 INCLINÒMETRES 4

2.8 XARXA SÍSMICA 4

2.9 REMOTES I CENTRALS DE LECTURA 5

2.10 SERVIDOR 5

1 INTRODUCCIÓ I OBJECTIU

Aquest annex té per objectiu descriure les principals tasques de manteniment que suposarà la instal·lació dels nous elements del sistema d'auscultació de la presa de Sant Ponç.

2 MANTENIMENT DEL SISTEMA D'AUSCULTACIÓ

Els protocols de manteniment descrits en aquest annex s'inclouran dins de l'actualització de les Normes d'Explotació de la Presa de Sant Ponç.

2.1 CONTROL DE DESPLAÇAMENTS. PÈNDOLS

Per garantir un correcte funcionament dels pèndols, es recomana que un cop a l'any, s'observi l'estat de les principals peces que els componen: planxetes, flotadors, seient del flotador, fil, etc.

A més a més, cal realitzar inspeccions visuals periòdiques setmanals, verificant que els elements de protecció eviten la caiguda d'aigua que podria donar-se a través dels pous d'inspecció existents en el cos de presa, en les perforacions dels pèndols. Així, les tasques d'inspecció i manteniment hauran d'incloure:

- Comprovació de l'estat de conservació de l'estructura que suporta el recipient on s'alberga el flotador i el dipòsit d'oli, verificació del nivell d'oli i reposició del mateix.
- Neteja setmanal, amb retirada de brutícia que pugui quedar recollida en els elements de mesura i en els pous on s'allotgen els pèndols. També es controlarà el grau de condensació en els elements de mesura, retirant la mateixa, per evitar problemes d'oxidació i deteriorament gradual.
- Neteja del telecoordinòmetre o palpadors, així com caixes d'interconnexió (si es troba automatitzat) amb baieta microfibres seca la part exterior i amb drap electrostàtic l'òptic.

Per altra banda, i amb periodicitat mensual caldrà fer:

- Comprovació que els elements d'ancoratge estan fermament subjectes, verificant que el fil està tens.
- Comprovació del nivell d'aigua en el dipòsit per garantir la tensió del fil.
- Revisió de la inalterabilitat del flotador, comprovant que no existeix aigua al seu interior que redueixi l'empenta al fil.
- Comprovació de funcionament amb display local.

Trimestralment haurà de realitzar-se el greixatge trimestral de les planxetes de lectura manual.

Anualment es realitzarà la comprovació del perfecte funcionament de l'instrument de lectura i el seu calibratge. Contrast anual de les dades automàtics amb les lectures manuals per comprovar que no hi ha desviacions.

2.2 CONTROL DE FILTRACIONS

El control de filtracions es realitzarà amb sensors ultrasònics. La inspecció i manteniment d'aquests sensors inclourà:

- Inspeccions visuals periòdiques amb freqüència trimestral.
- Neteja de calcificacions que puguin produir-se.
- Revisió trimestral de connexions i caixes d'interconnexió.
- Tarat anual i contrast de lectures automàtiques i manuals.

2.3 PIEZÒMETRES

El manteniment dels piezòmetres consisteix en:

- Inspeccions visuals trimestrals, comprovant el correcte amarratge de les fixacions i que no hi hagi pèrdues, revisant les connexions dels cables (sense mossegades ni òxid).
- Revisió de la caixa de interconnexió i verificar que no hi ha humitat, prensos estrets, l'estat de la carcassa i manteniment dels terminals.
- Manteniment de les unitats de lectura portàtils

2.4 CONTROL DE MOVIMENT DE LES JUNTES

El control de moviments de les juntes proposat es realitzarà mitjançant mesuradors de superfície tridireccionals.

La inspecció i manteniment d'aquests mesuradors inclourà:

- Inspeccions visuals periòdiques amb freqüència trimestral, verificant que els elements de protecció eviten la caiguda de filtracions que podria donar-se a

través de les juntes i que podrien danyar la instrumentació.

- Neteja de calcificacions que puguin produir-se en la junta.
- Revisió trimestral de connexions i caixes d'interconnexió, així com comprovació del correcte amarratge de les fixacions.
- Tarat anual i contrast de lectures automàtiques i manuals.

2.5 MANTENIMENT DE L'AUSCULTACIÓ TOPOGRÀFICA

Encara que les referències topogràfiques, per les seves característiques, tendeixen a ser bastant estables, necessitaran un cert manteniment al llarg del temps:

- Inspecció periòdica de la xarxa topogràfica: es basa en una revisió visual anual de les senyals i fites topogràfiques que conformen la xarxa, comprovant la seva permanència, estabilitat, nivell d'alteració, etc, prenent fotografies si es produeixen canvis en els punts inspeccionats. Quan es detecti que el nombre d'elements alterats és prou alt, es plantejarà a la renovació dels senyals.
- Neteja periòdica.
- Observacions de control, tot i que les inspeccions periòdiques puguin donar resultats positius durant llargs períodes de temps i que no calgui realitzar operacions d'actualització per no existir alteracions o per trobar molt poques, és recomanable realitzar observacions de control de la xarxa per saber si es han pogut produir moviments inesperades i no detectats en les inspeccions.

2.6 EXTENSÒMETRES

Les tasques de manteniment i inspecció dels extensòmetres consisteix en:

- Inspeccions visuals periòdiques de caràcter trimestral.
- Revisió trimestral de connexions i caixes de interconnexió, i correcte amarratge de les fixacions.
- Tarat anual i contrast de les lectures automàtiques amb les lectures manuals.

2.7 INCLINÒMETRES

Els inclinòmetres són tubs utilitzats per al control de el moviment lateral de la terra en una zona de lliscament, per a la detecció dels plans de tall en estructures hidràuliques, per al mesurament de la estabilitat.

El manteniment dels inclinòmetres consisteix en:

- Inspeccions visuals trimestrals, comprovant correcta instal·lació.
- Neteja periòdica.
- Manteniment de les unitats de lectura portàtils.
- Revisió trimestral de connexions, cablejat i sistema de comunicacions.
- Tarat anual i comprovació de lectures.

2.8 XARXA SÍSMICA

El control de la xarxa sísmica requereix un seguiment i ajust continuat de tota la instrumentació i de tots els elements que constitueixen el sistema de transmissió i recepció de les dades, per a això es proponent les següents tasques de control:

- Comprovació visual del recinte de l'estació sísmica en terreny i si és necessària neteja del mateix.
- Inspecció visual, comprovant l'estat de neteja, i que els elements que componen cada estació sísmica es troben fermament subjectes, així com que no presenten deteriorament físic ni d'aïllament en les connexions, verificar l'estat físic dels cables.
- Comprovació anual del correcte ancoratge, fixació i orientació de l'equip.
- Substitució de la bateria principal de l'equip cada tres anys.
- Substitució de la pila / piles de backup de l'equip cada cinc anys.
- Comprovar el correcte funcionament de la unitat, així com de les comunicacions, mitjançant l'ordinador portàtil.
- Cal verificar i, si escau, corregir l'anivellament del sismòmetre.
- Constatar el centrat de masses en les tres components, mitjançant el testejat de les mateixes.

- Revisió preventiva almenys un cop l'any, per a efectuar controls in situ de cadascuna dels elements instal·lats (instruments, fonts d'alimentació, sistemes de protecció, etc.), de la xarxa sísmica.

2.9 REMOTES I CENTRALS DE LECTURA

Les remotes són els armaris col·locats en les galeries de la presa on es recullen els senyals dels diferents sensors de forma elèctrica i es converteixen a valors digitals, de manera que és fonamental el seu bon manteniment, ja que qualsevol fallada en algun component crític deixaria un percentatge molt alt de senyals inoperatives.

Les centrals de lectura consisteixen en armaris de centralització d'equips, on hi ha suport per la lectura manual.

Les tasques de manteniment i inspecció a realitzar en aquest elements són:

- Inspeccions visuals periòdiques durant les operacions habituals de lectura, revisant l'estat exterior de l'armari, que no tingui grans filtracions sobre ell, que la porta estigui ben tancada i correctament ancorat a la paret. És aconsellable també obrir la porta i frontal i veure que no hi ha humitats a la part inferior de l'armari o condensació.

- Revisió trimestral verificant l'estat, tancat i estanc, armari sense desperfectes, comprovació del correcte amarratge de les fixacions, de l'estat interior, remota alimentada i sense acumulació d'humitat interior.

- Revisió visual del cablejat, sense mossegades, parts de coure a la vista, òxids, etc.

- Verificació de les connexions, sense cables solts ni fluixos, comprovant la posada a terra

2.10 SERVIDOR

Tota la informació que es recull dels sensors mitjançant la xarxa de senyals i dades fins al PLC, s'envia per a la seva gestió i emmagatzematge a un servidor instal·lat a les oficines de la presa. Es recomana fer un manteniment preventiu regular trimestral:

- Reinici programat

- Còpia de seguretat en unitat externa

ANNEX 12
PROCEDIMENTS CONSTRUCTIUS

ÍNDEX

1 INTRODUCCIÓ 3

2 REPLANTEJAMENT 3

3 AUSCULTACIÓ. MIGRACIÓ A UN SISTEMA TIPUS DAMDATA O EQUIVALENT 3

4 AUSCULTACIÓ. ESTACIÓ TOPOGRÀFICA 3

5 AUSCULTACIÓ. ACCELERÒGRAF AL COS DE PRESA 3

6 AUSCULTACIÓ. INSTAL·LACIÓ DE PIEZÒMETRES DE CORDA VIBRANT AMB LECTURA AUTOMATITZADA EN LA VESSANT ESQUERRA 3

7 AUSCULTACIÓ. INSTAL·LACIÓ D'EXTENSÒMETRES DE VARETA I INCLINÓMETRE AL MARGE I ESQUERRA 4

8 AUSCULTACIÓ. AUTOMATITZACIÓ DE MESURADORS DE JUNTES EXTERNES 5

9 AUSCULTACIÓ. AFORADORS I AUTOMATITZACIÓ D'AFORADORS 6

10 AUSCULTACIÓ. PÈNDOLS 6

11 AUSCULTACIÓ. ARMARIS DE CENTRALITZACIÓ 7

1 INTRODUCCIÓ

En el present Annex es presenten els procediments constructius a desenvolupar en cadascuna de les actuacions contemplades en el present projecte.

2 REPLANTEJAMENT

A partir dels plànols del projecte, el Contractista replantejarà la situació dels aparells a instal·lar. Aquest replantejament servirà de base efectiva per a l'amidament i abonament dels treballs.

3 AUSCULTACIÓ. MIGRACIÓ A UN SISTEMA TIPUS DAMDATA O EQUIVALENT

L'actualització del sistema d'auscultació de la presa de Sant Ponç començarà amb la comprovació de tots els senyals i migració al nou sistema.

Es tracta d'instal·lar una aplicació web per la gestió integral de les dades d'auscultació de la presa de Sant Ponç.

L'aplicació integra la monitorització en el programa de seguretat de preses de l'ACA i proporciona eines per tal de realitzar un control continu en temps reial de les variables de la presa, així com facilitar una avaluació detallada del comportament de la presa.

El nou software d'auscultació abasta tot el recorregut de la dada de monitorització, des de la seva adquisició i emmagatzematge fins a la seva avaluació i implantació per a la gestió de seguretat.

La informació s'emmagatzemarà en una base de dades en un servidor central.

4 AUSCULTACIÓ. ESTACIÓ TOPOGRÀFICA

L'equip serà lliurat en obra perfectament embolicat i amb els seus corresponents certificats de qualitat i funcionament.

Serà instal·lada per personal qualificat i seguint les instruccions del fabricant.

5 AUSCULTACIÓ. ACCELERÒGRAF AL COS DE PRESA

S'inclou a aquest projecte la instal·lació d'un accelerògraf triaxial de 24 bits amb sensor integrat.

L'equipament de control de velocitats, ha de ser instal·lat per personal altament qualificat que segueixi rigorosament les indicacions pròpies del fabricador. Caldrà tenir en compte alguns aspectes:

- El sensor ha d'instal·lar-se de forma totalment solidari a l'estructura. A més ha de realitzar-se una anivellació una vegada instal·lat.
- Es recomana utilitzar plataformes de fixació adaptables per a la instal·lació del sensor tant si la instal·lació es duu a terme en la paret com en el sòl.
- A més s'ha de realitzar una anivellació de la plataforma una vegada situada.

La connexió a la xarxa de fibra òptica es realitzarà en el concentrador ethernet de la xarxa de fibra òptica situat a la oficina.

6 AUSCULTACIÓ. INSTAL·LACIÓ DE PIEZÒMETRES DE CORDA VIBRANT AMB LECTURA AUTOMATITZADA EN LA VESSANT ESQUERRA

Amb l'objectiu de conèixer els valors dels subpressions registrades en la presa, s'instal·len els piezòmetres de corda vibrant, els quals es basin en el principi de la corda vibrant.

Aquest tipus de piezòmetres són particularment apropiats per mesurar en sòls semi-saturats de baixa permeabilitat.

La instal·lació de tots els piezòmetres es realitzarà en trepants perforats a la vessant esquerra i en trepants ja existents.

La longitud del trepant serà la necessària per aconseguir un punt de mesurament més 1 metre pel detritus de perforació que no pugui extreure's. El diàmetre de la perforació a rotació serà de 56 mm amb extracció de testimoni.

Haurà de realitzar-se un esquema del trepant, reflectint les característiques dels materials perforats i la distància a la boca d'aquest trepant on es va aconseguir la roca, definint la cota del contacte entre la roca i el formigó, i la longitud total del trepant.

A continuació s'haurà de rentar perfectament el trepant amb aigua a pressió. Serà llavors quan el fons del trepant, i fins a la cota d'instal·lació del sensor, s'emplenarà amb sorra de sílice rentada.

Posteriorment s'instal·larà el corresponent piezòmetre.

De manera prèvia a la instal·lació del piezòmetre, a la recepció del sensor, aquest haurà d'haver estat submergit en posició vertical en un contenidor d'aigua neta durant un mínim de 24 hores abans de la instal·lació.

Poc abans de continuar amb la instal·lació, es submergirà tot el cos del piezòmetre en el mateix recipient i s'invertirà la seva posició per expulsar qualsevol aire que pugui quedar dintre del cos del piezòmetre. Aquest procediment s'ha de repetir si es necessari per assegurar que tot l'aire s'ha eliminat.

A continuació s'ha d'invertir la peça que conte el filtre per expulsar l'aire i tornar a col·locar-la mantenint totes les seccions submergides en l'aigua durant el procés.

Just abans de la instal·lació, es realitzarà la lectura d'origen:

- Es comprova que es disposa de la documentació del fabricant per a realitzar les lectures.
- S'ha d'assegurar que el piezòmetre estigui totalment submergit en aigua neta a una profunditat de pocs centímetres i protegit de la llum solar.
- S'haurà de connectar el lector per registrar les lectures del sensor.
- Esperar 15 minuts per a que s'ajusti la temperatura del sensor a l'aigua i continuar amb les lectures.
- Si s'observa inestabilitat en les lectures esperar a que aquestes quedin estables.
- Registrar la lectura estable del sensor, la pressió baromètrica i la temperatura de l'aigua.

Abans de la instal·lació del sensor també es mesurarà el nivell de l'aigua en el trepant.

El piezòmetre s'instal·larà amb cura, evitant donar-li cops amb les parets del trepant.

Col·locat el piezòmetre en la posició, es tornarà a prendre mesures donant-li temps per a que s'estableixi un equilibri de temperatura amb el nou medi (mínim 15 minuts). Es compararà la mesura del sensor amb la mesura presa del nivell d'aigua.

Una vegada instal·lat el piezòmetre, s'envoltarà i cobrirà, en almenys mig metre, també amb sorra de sílice rentada.

Seguidament, i per sobre d'aquesta capa a manera de filtre que conté el piezòmetre, s'executarà un tap de bentonita d'almenys mig metre de longitud.

Finalment es passarà a emplenar la resta de trepant per mitjà d'injecció de lletada de ciment, la qual caldrà deixar forjant durant 24-48 hores.

Per automatitzar cada unitat, haurà de connectar-se el cable del piezòmetre que hagi quedat fora del trepant en la caixa d'entroncament que s'instal·li en l'hastial del trepant.

Des d'aquesta caixa d'entroncament, el cable serà portat fins a la canaleta de cablejat que recorri la galeria que conduirà el cable fins a l'armari de centralització corresponent.

Finalment es tornarà a prendre mesures i es compararà amb les mesures prèvies per a comprovar que la finalització de la instal·lació no ha alterat el piezòmetre.

7 AUSCULTACIÓ. INSTAL·LACIÓ D'EXTENSÒMETRES DE VARETA I INCLINÓMETRE AL MARGE I ESQUERRA

Abans de la instal·lació dels sensors a la marge esquerra es realitzarà la pista d'accés amb mitjans manuals per a poder transportar la maquinaria de perforació.

La perforació es realitzarà a rotació amb extracció de testimoni. Amb aquest sistema, a més d'obtenir informació sobre l'estat de la fonamentació, s'aconsegueixen notables avantatges enfront dels resultats obtinguts a rotopercusió.

El muntatge de l'extensòmetre es realitzarà unint varetes segons es van introduint en el corresponent trepant, tret que la longitud del barnillatge més llarg permeti el seu perfecte muntatge en l'exterior, en aquest cas es protegirà adequadament la zona de treball, amb la finalitat de no deteriorar o embrutar l'extensòmetre.

Per al muntatge es realitzen les següents operacions:

- Si fos necessari, es procedirà a una neteja del trepant, utilitzant-se aigua i aire comprimit.

- S'haurà de mesurar amb la màxima aproximació la longitud real del trepant, a fi de comprovar que s'ajusta a la distribució d'ancoratges prevista. En trepants ascendents, es tindrà en compte la decantació de la lletada de ciment posteriorment a la seva injecció.

- S'iniciarà el muntatge pròpiament dit, per a això s'actuarà com segueix:
  - Enroscar l'ancoratge a una vareta i cobreixi's aquesta amb un tram de canonada de polietilè fins al topall fixat en l'ancoratge. Seguidament s'escalfarà amb cura el corresponent terminal de polietilè amb bufador de butà. La unió s'assegurarà amb l'abraçadora subministrada a tal fi i es protegirà amb màstic i cinta plàstica vulcanizable.
  - Les varetes es fixaran entre si de gom a gom per mitjà dels ràcords d'unió i es protegiran amb la canonada de polietilè. En el cas especial d'utilitzar-se rodons d'invar o acer refractari de baix coeficient de dilatació lineal, aquests seran de diàmetres inferiors a 10 mm i no precisaran ràcords d'unió.
  - Els trams de mànega de recobriment s'acoblaran per dilatació tèrmica de la primera extremitat a introduir en la vareta, protegint-se les unions amb cintes vulcanizable i plàstica. Així mateix l'extrem de la mànega exterior al trepant quedarà a uns 20 cm de la respectiva vareta. En ocasions també es podran utilitzar maniguets per a unió del polietilè semirígid, però aquests han d'assegurar un tancament IP-66 (DIN-40050).
  - En el cas d'instal·lar un extensòmetre de més de 2 ancoratges és important col·locar separadors dels tubs de polietilè amb la finalitat d'evitar s'entrellacin entre si les varetes.
  - L'última vareta es roscarà al terminal superior o vareta lectora, i s'introduirà pel corresponent trepant de la placa de cap.
  - Una vegada realitzada l'operació referida en el punt "d" es procedirà a subjectar el barnillatge utilitzant la peça A i els corresponents cargols.

Simultàniament es deixaran els terminals amb el rang de lectura que jutgi oportú (normalment sobresortiran 4 cm més de la placa de cap). Per a això la placa de cap haurà de tenir els rodons de subjecció i se situarà provisionalment en la posició definitiva. Si calgués, es podrien utilitzar mordasses en aquesta operació per subjectar el barnillatge.
- Es procedirà a la injecció del trepant.
- Vint-i-quatre (24) hores després de finalitzar la injecció (última en el cas de realitzar diverses fases) es desmuntarà el dispositiu de subjecció i calibrat procedint-se a instal·lar la placa de subjecció dels transductors de desplaçament o la de suport de l'aparell portàtil per a presa de lectures (comparador), per a això s'utilitzaran les petites columnes d'unió

Com a precaucions més importants es tindran en compte les següents:

- En cap cas la mànega de polietilè suportarà el pes d'ancoratges, varetes i mànegues d'injecció i ventilació.
- La lletada d'injecció no ha de penetrar entre la mànega de revestiment i les varetes.
- L'ancoratge més profund s'allunyarà uns 0.3 m del fons del trepant o part alta del dipòsit de detritus no evacuat, amb la finalitat de que pugui unir-se perfectament al mitjà a controlar.
- S'aplicarà una capa molt fina de greix consistent a la superfície exterior de les varetes, tenint gran cura de no tacar els ancoratges.

Es formigonarà la placa de cap, formant un petit dau.

A continuació haurà d'efectuar-se el segellat del trepant tal com es descriu seguidament:

- La lletada de ciment a utilitzar ha de tenir una proporció aigualeix-ciment major que 1, evitant-se que el conglomerant pugui ser més rígid que la roca, la qual cosa podria originar trencament per tall en la unió. Per a això es pot afegir bentonita en una proporció adequada. Aquesta lletada convé que sigui lleugerament expansiva o que almenys no tingui retracció important, i en trepants descendents s'injectarà per gravetat, utilitzant una sola mànega que acompanya a l'ancoratge més profund. Si la profunditat i inclinació del trepant ho fessin necessari, s'introduiran almenys tres mànegues, dues per a injecció i una per ventilació.

- La mànega de ventilació i una altra d'injecció penetrarà en el trepant almenys 0,25 cm per sobre de l'ancoratge més allunyat del cap de l'extensòmetre. En aquest cas es podrà afegir algun fluidificant a la lletada de ciment a injectar.

- Aquestes mànegues es passaran per sota de la placa de cap amb cura de no doblegar-les. La pressió hidrostàtica sobre el revestiment de polietilè mai haurà de sobrepassar 3 kg/cm². Si calgués, la injecció es realitzarà en diverses fases. En aquest cas les mànegues d'injecció i ventilació es netejaran amb aire comprimit al final de cada fase.

- Caldrà subjectar sòlidament el cap de l'extensòmetre a la roca o formigó a través de rodons de fixació introduïts en la roca o formigó. Finalment deurà formigonar-se la placa de cap, formant un petit dau.

- En el cap de l'extensòmetre i adaptat a cadascuna de les varetes existents, s'instal·larà un sensor LVDT que recollirà el valor de forma automàtica. Des d'aquests sensors es connectarà un cable que portarà el senyal fins a la caixa d'entroncament propera, a través de la qual s'escometrà la canaleta de cablejat general que recorri la galeria, que conduirà el senyal fins a l'armari de centralització corresponent.

- D'aquesta forma es possibilita la dualitat de lectures en el propi equip. D'una banda la lectura manual mitjançant un rellotge comparador que registri les distàncies a través dels buits del disc del cap de l'extensòmetre.

8 AUSCULTACIÓ. AUTOMATITZACIÓ DE MESURADORS DE JUNTES EXTERNES

Amb l'objectiu de mesurar els moviments de juntes externes de la presa, es procedirà a l'automatització d'aquestes mesures.

L'equip serà lliurat en obra perfectament embolicat i amb els seus corresponents certificats de qualitat i funcionament.

Serà instal·lada per personal qualificat. Es tracta d'un sensor automatitzable de corda vibrant, amb dos punts d'ancoratge i amb connexió per tal de monitoritzar els moviments.

Es dibuixarà una línia ortogonal a la junta en la posició on es vulgui col·locar el sensor. Es marcarà a totes dues bandes de la junta a mesurar els punts a perforar per l'ancoratge del mesurador segons la distància recomanada per les especificacions del sensor o utilitzant l'utillatge proporcionat pel fabricant.

A continuació es perforarà amb broca de 14 mm i amb una profunditat igual o superior al cilindre d'ancoratge del sensor.

Es separarà (descargolant) la barra mesuradora dels ancoratges.

Es netejarà els forats de 14 mm i es col·locaran els ancoratges, primer expandint els ancoratges amb una clau anglesa i posteriorment amb adhesiu tipus "loctite", ajustant la seva posició.

Introduïu el cos del sensor principal al suport ajustable i introduïu la vareta de mesura al coixinet giratori i bloquejar-lo amb la volandera i el cargol Allen

Mitjançant una unitat de lectura, connecteu el cable de senyal d'acord amb la convenció del cable (veure manual del fabricant) i ajusteu el rang del sensor fent lliscar el cos

principal cap a dins o cap a fora. Quan s'arribi a la posició desitjada, bloquejar l'anell d'ajust.

El mesurador disposarà de protecció mitjançant planxes metàl·liques d'acer inoxidable o galvanització.

9 AUSCULTACIÓ. AFORADORS I AUTOMATITZACIÓ D'AFORADORS

Es procedirà, per altra banda a la instal·lació d'aforadors amb lectura automatitzada al exterior de la presa. Com a normes generals per a instal·lar l'abocador, s'indiquen les següents:

- La cara vertical d'aigües amunt (en contacte amb l'aigua) de l'abocador ha d'estar situada el més perpendicular possible a la direcció del corrent d'aigua.
- Les cares de aigües amunt de la cresta i costats o cants de l'abocador ha de ser plans, sense rugositat, ni sortints ni imperfeccions.
- Si és possible, la cresta del sobreeixidor estarà anivellada. - L'aire haurà circular lliurement per sota i costats de la làmina vessant.
- La solera a la zona de canalització del sobreeixidor ha de deixar-se llisa, plana i si fos possible horitzontal.
- És recomanable que com a zona de canalització mínima es considera la distància compresa entre la placa aforador i 8 vegades l'altura de l'abocador triangular.
- La cresta de l'abocador deu estar bisellada, de manera que les arestes en contacte amb la làmina vessant quedi localitzada aigües amunt.

Quan s'instal·li una escala de mesura, aquesta:

- Serà metàl·lica, inoxidable e indeformable i si és possible d'acer inoxidable.
- Estarà graduada en mm, diferenciant netament les divisions cada 5 i 10 mm.
- Permetrà l'apreciació clara de la lectura del nivell de la làmina d'aigua.
- S'instal·larà el més vertical possible, sòlidament fixada al frontispici i evitant alteracions en el flux d'aigua.

Quan s'hagi completat la instal lació, l'aforador haurà de ser calibrat, anivellats el zero de l'escala amb un punt de referència en el frontispici en què es trobi.

Per altra banda, es procedirà a la instal·lació de sensors ultrasònics per automatitzar les mesures dels aforadors. El sensor serà lliurat en obra perfectament embolicat i amb els seus corresponents certificats de qualitat i funcionament.

Serà instal·lat per personal qualificat i seguint les instruccions del fabricant.

El sensor ultrasònic es trobarà instal·lat a l'interior d'una caixa estanca de fibra de 170x105x82 mm. Aquesta caixa ha de ser instal·lada al frontispici de la galeria, sobre la zona de recés en la regata de filtracions, mitjançant un sòlid suport d'acer inoxidable. Respecte al sistema automàtic, ha de ser introduït a la remota d'auscultació, el conjunt de paràmetres de configuració de cada aforador (dimensions i constants).

10 AUSCULTACIÓ. PÈNDOLS

La renovació dels pèndols consisteix en susbtitiur els pènduls directes existents per pènduls inversos ancorats a la roca uns 20 m per sota de la cota de fonamentació.

El primera a realitzar serà el desmuntatge dels pèndols existents.

Posteriorment es realitzarà la perforació des de la galeria IV amb maquinària perforadora elèctrica y/o electrohidràulica de rotació amb capacitat d'extracció de testimoni.

La perforació es realitzarà amb corona de diamant de 101 mm amb un avanç de 3 m diaris i amb la utilització de centradors tant a la superfície com dins de la perforació.

Es realitzaran comprovacions de verticalitat cada 2 metres amb l'objectiu que el fil del pèndol no toqui les parets de la perforació.

Posteriorment, en cas de ser necessari, es realitzaran rectificacions per ampliar el diàmetre de la perforació amb l'objectiu de que el fil del pèndol no toqui les parets de la perforació tenint en compte el moviment màxim de que pot tenir la presa.

El procediment d'instal·lació de les planxetes per automatització de les lectures dels pèndols seguirà els següents passos previs:

- Fixar, l'emplaçament de la planxeta, de manera que se situï a una altura aproximada d'1.30 m de la solera.
- Una vegada definit l'hastial de la galeria on va a anar situada la planxeta, ancorar al formigó, mitjançant morter d'enduriment ràpid, dos angulars PNL-50 zincats, de manera que les ranures practicades en ells quedin en un plànol horitzontal i els eixos d'aquestes ranures distin entre si uns 150 mm aproximadament.
- El conjunt dels angulars suport pot estar unit a una placa perpendicular a ells, la qual es fixaria sòlidament a l'estructura mitjançant perns. Per a aquesta operació caldrà verificar amb un nivell de bombolla la perfecta horitzontalitat dels angulars. Pot ser adequat unir els dos angulars amb una platina. En realitzar aquesta operació s'anirà amb compte que el plànol normal a l'hastial del camerín i que passa pel fil del pèndol sigui pla de simetria dels angulars. Si és possible, es recomana soldar els referits angulars a l'armadura del camerín del pèndol.

Una vegada fixada a l'estructura la placa suporti d'angulars o transcorregut el temps necessari per al complet enduriment del morter amb que s'han ancorat aquests, es procedirà a l'emplaçament de la planxeta segons els passos següents:

- Superposar la planxeta sobre els angulars.
- Lliscar amb cura la planxeta fins que el fil del pèndol quedi en el centre del cercle interior de la mateixa.
- Fixar la planxeta als angulars mitjançant cargols i rosques d'acer inoxidable.
- Comprovar, amb un nivell de bombolla, la perfecta horitzontalitat de la planxeta en totes adreces.

Si fos necessari es realitzarien correccions introduint volanderes en un o un altre cargol de fixació.

Les superfícies de 250 x 150 mm de la placa basi de la planxeta hauran d'instal·lar-se paral·leles a la direcció a controlar, la qual serà:

- Radial o tangencial en preses de volta o arquejo gravetat. (Adreces corresponents a la suspensió del pèndol directe o a la fixació del fil en el flotador en pèndols invertits).
- Longitudinal o transversal, en preses de planta recta. El cable de la teleplanxeta es portarà a la central de presa de lectures, panell, o a la Unitat Automàtica de presa de dades connectada a l'ordinador.

S'ha de tenir en compte que aquest cable haurà de tenir una longitud menor de ≈ 1.00 m. El transport de la teleplanxeta fins al camerín de col·locació es realitzarà amb la peça de bloqueig del palpador la qual s'eliminarà en la instal·lació.

Per a la fixació de la teleplanxeta a l'hastial caldrà instal·lar una placa de ferro o acer de 250 x 250 x 8 mm, unida a l'hastial on s'ha de fixar el suport de la teleplanxeta. Els perns d'aquesta placa s'hauran fixar sòlidament al formigó o als rodons de l'armadura en el cas que existeixi.

La localització de la placa dependrà de la cota a la qual es desitja realitzar el muntatge de la teleplanxeta, així com la zona on previsiblement passarà el fil del pèndol una vegada instal·lat.

Si aquesta placa per a unió del suport de la teleplanxeta no s'hagués col·locat en la fase de construcció de l'estructura, es podrà optar per tres solucions:

- Col·locació de 4 perns expansius M-10, utilitzant el propi suport de la teleplanxeta com a plantilla de definició. Aquesta solució no és molt recomanable ja que tot el sistema del telemedidor ha de quedar sòlidament unit a l'estructura, procurat evitar que en el futur existeixi possibilitat de moviments de la fixació.
- Col·locació de 4 perns M-10, de 350 mm de longitud, utilitzant el suport de la planxeta com a plantilla de definició i instal·lació.
- Col·locació de la placa suporti de ferro o acer amb quatre espàrrecs d'ancoratge de 200 mm de longitud.

En les dos últimes solucionis els perns o espàrrecs s'uniran al formigó mitjançant morter autonivellant no retractiu tipus BETEC-110 Fi.

Per a la connexió del cable a l'alimentació i sistema de mesurament, es poden considerar les següents solucions:

- Connexió amb quatre conductors (0-5, 10, 20 o 4-20 dt.), distribucions para:
  - Alimentació amb c.c.
  - Alimentació amb c.c. i separació galvànica.
  - Alimentació amb c.a. i separació galvànica.
- Connexió amb tres conductors (0-5, 10, 20, o 4-20 dt.).
- Connexió amb dos conductors (4-20 dt.).

Encara que el nombre de conductors necessari dependrà del tipus de connexió a realitzar, es normalment subministra un cable de 4x0.5 mm2 amb aïllaments en PVC i amb pantalla de coure estanyat (recobriment del 60%).

11 AUSCULTACIÓ. ARMARIS DE CENTRALITZACIÓ

Els armaris de centralització han d'arribar a l'obra amb tots els seus components instal·lats en el seu interior. L'única cosa que ha de faltar i que s'ha de fer in-situ, serà el connexionat amb el cablejat corresponent, el qual haurà quedat preparat per escometre l'entrada a l'armari per la seva banda inferior (l'armari quedarà per sobre de la canaleta per la qual discorre el cablejat dels diferents sensors a centralitzar en aquest armari).

En primer lloc hauran de fixar-se els angulars que faran de suport de l'estructura de l'armari en la ubicació definida prèviament. A continuació, s'instal·larà l'armari, fixant en primer lloc els suports del darrere que conformaran el suport principal de l'estructura.

ANNEX 13
PLA D'OBRA

ÍNDEX

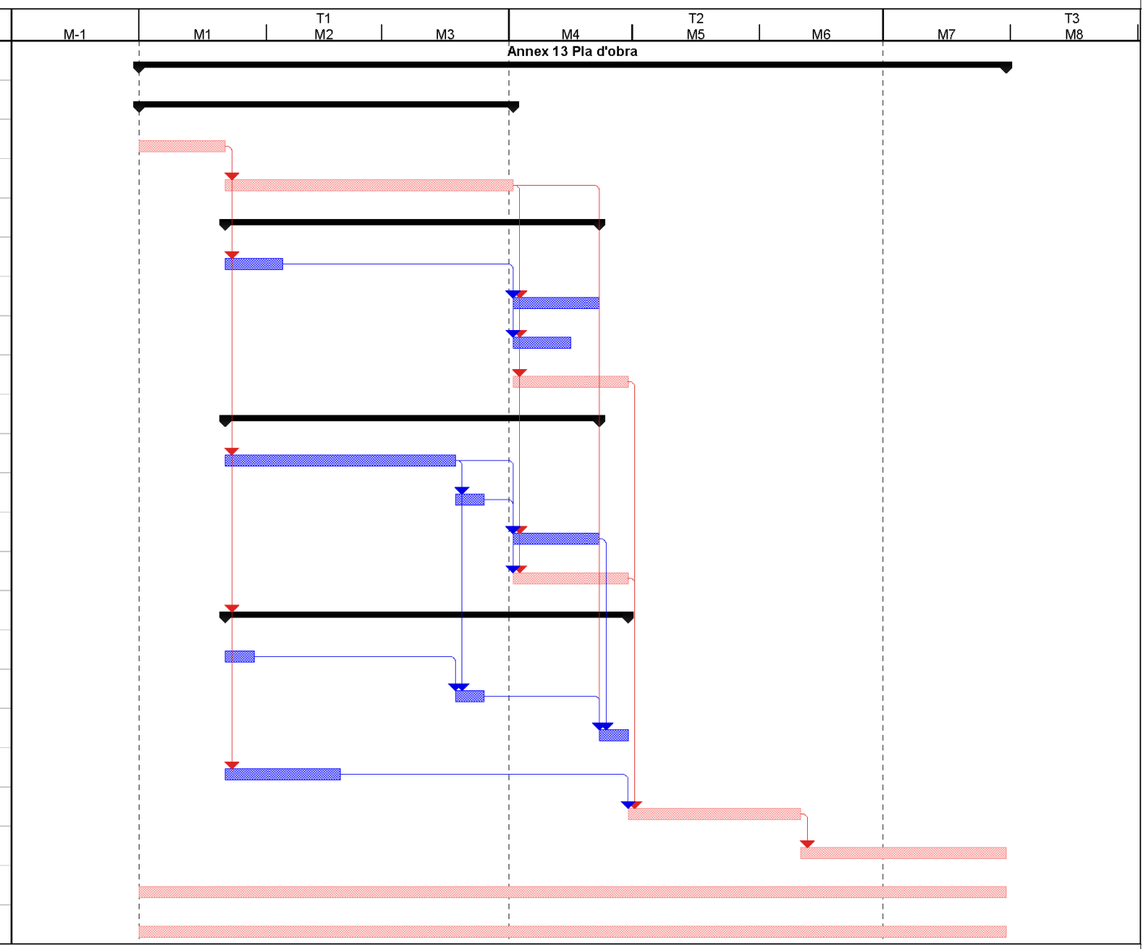
1 PLA D'OBRES DE L'EXECUCIÓ 3

2 PREVISIÓ DE CERTIFICACIÓ MENSUAL I CORRESPONDÈNCIA ENTRE PRESSUPOST I ACTIVITATS DEL PLA 4

1 PLA D'OBRES DE L'EXECUCIÓ

PROJECTE DE MILLORA DE LA SEGURETAT DE LA PRESA DE LA LLOSA DEL CAVALL: REHABILITACIÓ DE LA XARXA DE DRENATGE I MILLORES EN EL SISTEMA D'AUSCULTACIÓ. TM NAVÈS. COMARCA DEL SOLSONÈS. Clau: LAB.00653/01

Id	Nombre de tarea	Duración	Nombres de los recursos
1	**Projecte auscultació Sant Ponç**	**151 días**	
2	**0. Tasques prèvies**	**65 días**	
3	0.1. Replanteig	15 días	
4	0.2. Adquisició d'aparells	2,5 mss	
5	**1. Auscultació topográfica**	**65 días**	
6	1.1.Repas de bases i prismes	10 días	
7	1.2. Programació i configuració de l'estació	15 días	
8	2. Sismógrafs	10 días	
9	3. Aforadors	1 ms	
10	**4. Pénduls**	**65 días**	
11	Perforació	2 mss	
12	Col·locació fil	1 sem	
13	Co·locació coordinòmetres i sensors	3 sem.	
14	5. Juntes	1 ms	
15	**6. Auscultació vessant esquerra**	**70 días**	
16	6.1 Camí	1 sem	
17	6.2 Perforacions	1 sem	
18	6.3 Col·locació sensorització	1 sem	
19	7. Cablejat	1 ms	
20	8. Automatització, centralització i posada en marxa	1,5 mss	
21	9. Remats i acabats	1,8 mss	
22	10. Gestió de residus	7,55 mss	
23	11. Seguretat i Salut	7,55 mss	



Projecte: LAB.00036/01.P

Tarea	Progreso resumido	Tarea manual	Hito externo
División	Tareas externas	solo duración	Tareas críticas
Hito	Resumen del proyecto	Informe de resumen manual	División crítica
Resumen	Hito externo	Resumen manual	Progreso
Tarea resumida	Fecha límTarea	solo el comienzo	Hito externo
División resumida	Hito inactivo	solo fin	
Hito resumido	Resumen inactivo	Tareas externas	

2 PREVISIÓ DE CERTIFICACIÓ MENSUAL I CORRESPONDÈNCIA ENTRE PRESSUPOST I ACTIVITATS DEL PLA

Activitats del Pla		Partides del pressupost									
Id	Nom de la tasca	Capítol	PEM	PEC	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7
1	**Millora auscultació**		**358,493.80 €**	**426,607.62 €**	**14,844.71 €**	**92,462.55 €**	**92,462.55 €**	**117,524.35 €**	**70,328.98 €**	**31,041.77 €**	**7,942.71 €**
2	0. Tasques prèvies	1	5,800.00 €	6,902.00 €	6,902.00 €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
4	0.2 Adquisició d'aparells		22,714.74 €	27,030.54 €	- €	9,010.18 €	9,010.18 €	9,010.18 €	- €	- €	- €
5	1. Auscultació topogràfica		8,386.06 €	9,979.41 €	- €	2,494.85 €	2,494.85 €	2,494.85 €	2,494.85 €	- €	- €
6	2. Sismògrafs	02.03	11,098.49 €	13,207.20 €	- €	- €	- €	13,207.20 €	- €	- €	- €
7	3. Aforadors	02.01	9,961.84 €	11,854.59 €	- €	- €	- €	11,854.59 €	- €	- €	- €
8	4. Pèndols		108,366.00 €	128,955.54 €	- €	42,985.18 €	42,985.18 €	42,985.18 €	- €	- €	- €
14	5. Juntes Externes		5,682.96 €	6,762.72 €	- €	- €	- €	- €	6,762.72 €	- €	- €
14	6. Auscultació vessant esquerra	4	89,826.70 €	106,893.77 €	- €	26,723.44 €	26,723.44 €	26,723.44 €	26,723.44 €	- €	- €
15	7. Cablejat		11,113.24 €	13,224.76 €	- €	3,306.19 €	3,306.19 €	3,306.19 €	3,306.19 €	- €	- €
20	8. Automatització	04	38,821.96 €	46,198.13 €	- €	- €	- €	- €	23,099.07 €	23,099.07 €	- €
21	9. Remats i acabats			- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
22	Gestió de residus	04	12,502.28 €	14,877.71 €	2,125.39 €	2,125.39 €	2,125.39 €	2,125.39 €	2,125.39 €	2,125.39 €	2,125.39 €
23	Seguretat i Salut i altres	05	34,219.53 €	40,721.24 €	5,817.32 €	5,817.32 €	5,817.32 €	5,817.32 €	5,817.32 €	5,817.32 €	5,817.32 €
	TOTAL PEC (SENSE IVA)				**14,844.71 €**	**92,462.55 €**	**92,462.55 €**	**117,524.35 €**	**70,328.98 €**	**31,041.77 €**	**7,942.71 €**
	TOTAL ACUMULAT				**14,844.71 €**	**107,307.26 €**	**199,769.81 €**	**317,294.16 €**	**387,623.14 €**	**418,664.91 €**	**426,607.62 €**

ANNEX 14
PLA DE CONTROL DE QUALITAT

ÍNDEX

1 INTRODUCCIÓ I OBJECTIU 4

2 PLA DE CONTROL DE QUALITAT 4

2.1 CONTRACTISTA 4

2.2 DIRECCIÓ D'OBRA 4

3 NORMATIVA APLICABLE 4

4 DESENVOLUPAMENT DEL PLA DE CONTROL DE QUALITAT 5

5 CONTROL DE RECEPCIÓ MATERIALS 6

5.1 FORMIGÓ 6

5.2 MORTERS 7

6 CONTROL DE L'EXECUCIÓ DE L'OBRA 7

6.1 FORMIGÓ 8

6.2 MORTERS 8

6.3 INSTAL·LACIONS I PROVES DE SERVEI 9

6.4 INFORME DE RESULTATS 9

7 CONTROL DE L'OBRA ACABADA 10

7.1 FORMIGÓ 10

7.2 MORTERS 10

8 MILLORA DEL SISTEMA D'AUSCULTACIÓ 10

8.1 UNITAT PIEZÓMETRE DE CORDA VIBRANT AUTOMATITZADA 10

8.2 UNITAT PER A LA LECTURA MANUAL I AUTOMÀTICA DELS PÈNDOLS 10

8.3 UNITAT MESURADOR JUNTES 10

8.4 UNITAT SENSOR PER MESURA DE FILTRACIONS 10

8.5 UNITAT INCLINÒMETRES 11

8.6 UNITAT EXTENSÒMETRE 11

8.7 UNITAT CLAU ANIVELLAMENT 11

8.8 UNITAT ESTACIÓ TOTAL AUTOMÀTICA 11

8.9 UNITAT ACCELERÒGRAF 11

8.10 UNITAT ARMARI DE CENTRALITZACIÓ..... 11

1 INTRODUCCIÓ I OBJECTIU

A continuació s'adjunta el control de qualitat que s'ha previst realitzar durant l'execució de les obres d'aquest projecte.

Aquesta annex es una descripció de les idees bàsiques que s'han fet servir per elaborar el Pla de Control de Qualitat de l'obra PROJECTE D'AMPLIACIÓ I MILLORA DEL SISTEMA D'AUSCULTACIÓ DE LA PRESA DE SANT PONÇ.

Aquest Pla de Control de Qualitat té la finalitat de complementar el contingut del Plec de Condicions Tècniques Particulars (P.C.T.P.) en el que fa referència als procediments a seguir en obra per tal de verificar el compliment del que allà s'estableix. En cas de contradiccions entre el contingut d'ambdós documents prevaldrà el que decideixi la DO (o direcció d'execució) davant de cada circumstància.

2 PLA DE CONTROL DE QUALITAT

El Pla de Control de Qualitat de les Obres té per objecte definir el control dels materials, subministraments i processos d'execució que s'han de fer d'acord al Programa de Treballs i seguint la normativa vigent referent a això, per al bon terme de les obres.

El Contractista, d'acord amb el que preveu el plec de bases, és el responsable de la realització del Control de Qualitat de l'Obra, per la qual cosa disposarà d'una organització dedicada exclusivament al Control de Qualitat de l'obra, que emetrà un Pla de control de qualitat (PCC) a fi de que en l'objecte de projecte quedin definides les organitzacions, autoritats, responsabilitats i mètodes que permetin una prova objectiva de qualitat per a totes les fases del programa de construcció.

Un cop adjudicada l'obra, i en un termini estipulat des de la signatura del Contracte, el Contractista trametrà a la Direcció d'Obra un pla de control de la qualitat el contingut serà, com a mínim, el que s'indica en el present annex, relatiu al Pla de Qualitat.

2.1 CONTRACTISTA

El Control de Qualitat de Producció, li correspon al Contractista, que el desenvoluparà enquadrat en un Pla d'Assegurament de la Qualitat (PAC) redactat i implantat segons la Norma UNE-EN ISO 9001.

S'entén que els factors fonamentals per a la producció amb qualitat, per part de l'esmentat Contractista, de l'obra objecte, resideix en la capacitat i qualitat dels mitjans personals, materials i garanties de qualitat que s'aportin. Entre ells:

a) Formació i experiència dels mitjans personals de producció com ara Cap d'Obra, Cap de Producció, Encarregats, Capatassos, Maquinistes, etc.

b) Capacitat i qualitat dels mitjans materials de producció com ara maquinària de moviment, instal·lacions de fabricació i col·locació de materials (formigó, acer, etc.).

c) Personal i mitjans utilitzats pel Contractista per al Control de Qualitat dels Materials i Equips (productes prefabricats, manufacturats, préstecs, etc.).

d) Redacció i implantació d'un adequat Pla d'Assegurament de la Qualitat (PAC).

En definitiva, el contractista a través del seu Pla d'Assegurament de la Qualitat (PAC) es responsabilitza de la seva pròpia gestió de la qualitat, amb independència de la verificació (o recepció) per part de la Direcció d'Obra mitjançant el seu Pla de Supervisió de la Qualitat (PSC).

2.2 DIRECCIÓ D'OBRA

Verificar que efectivament la qualitat contractada es produeix és una funció que correspon a la Direcció Facultativa, a través d'inspeccions, proves, assajos, etc ...

Les comprovacions, assajos, etc. per a l'acceptació inicial, rebuig o penalització dels materials, unitats d'obra, equips, etc. per part de la part contractant, les ha de fer la Direcció d'Obra, per la qual cosa aquesta comptarà amb els mitjans personals i materials oportuns, independents dels del Contractista.

El Contractista trametrà a la Direcció d'Obra durant l'execució de l'obra i període de garantia, puntualment i diàriament, la documentació generada pel PAC. La Direcció d'Obra comprovarà que l'esmentat pla segueix la Norma ISO 9001 i es troba correctament implantat en obra.

La Direcció de les Obres, designarà un Responsable de Qualitat, dotant-li autoritat i responsabilitat per a:

- Establir, implementar i mantenir els processos necessaris per al Sistema de Gestió de Qualitat.

- Promoure la presa de consciència dels requisits del client en tots els nivells de l'organització.

3 NORMATIVA APLICABLE

Serà d'aplicació la Normativa Tècnica vigent a Espanya. En particular, s'han d'observar les següents normes o Instruccions:

- Directiva 89/106/CEE per a la lliure circulació de productes de construcció.
- Reial Decret 1630/1992, de 29 de Desembre.
- Instrucció de formigó estructural EHE-08.

- Instrucció per a la recepció de ciments, RC-03.
- Normes UNE.
- Normes ASTM.
- Reglament electrotècnic per a baixa tensió i instruccions tècniques
- complementàries (R.D. 842/2002).
- Regulació de mesures d'aïllament de les instal·lacions elèctriques.
- Plec de Condicions Tècniques Particulars inclòs en el Projecte.

En general, totes les prescripcions que figuren a les Normes, Instruccions o Reglaments oficials que tinguin relació amb les obres del projecte.

En cas de discrepància entre les normes anteriors, i llevat de manifestació expressa en contra, s'entendrà que és vàlida la prescripció més restrictiva.

Quan en algunes disposicions es faci referència a una altra que hagi estat modificada o derogada, s'entendrà que aquesta modificació o derogació s'estén a aquella part de la primera que hagi quedat afectada.

4 DESENVOLUPAMENT DEL PLA DE CONTROL DE QUALITAT

Les activitats a desenvolupar en el pla de control de qualitat són:

a) El control de recepció de productes i equips, aquest control abasta dues activitats a examinar:

o Recull de les dades dels fabricants, marques comercials, dades d'identificació del material segons UNE i marcatge CE, certificats de garantia o segells de qualitat quan els tinguin concedits. Tot això referit als materials que posteriorment van a ser sotmesos a assajos o d'aquells que el director de les obres indiqui.

o Execució dels assajos obligatoris.

b) El control de l'execució de l'obra, analitzarà els aspectes següents:

o Control dels treballs previs i preparatoris

o Control d'instal·lació dels nous elements d'auscultació.

c) El control de l'obra acabada, es realitzaran les proves de funcionament que sigui necessàries.

ARXIU DEL CONTROL DE LA QUALITAT

En el transcurs de l'obra, ha de quedar evidència documental a l'arxiu de control de la qualitat, de totes les inspeccions, verificacions, proves i assajos que es realitzin. Les tasques d'arxiu i control de la documentació del projecte i de control de la qualitat es trobaran adequadament procedimentades, recaient en el Cap de Control de Qualitat de l'obra la responsabilitat de supervisar que les mateixes es desenvolupen correctament.

L'arxiu de control de la qualitat l'integraran els següents documents:

· Pla de control de la qualitat actualitzat i edicions anteriors al mateix

· Documents constructius del Projecte (Plec de prescripcions, plànols i possibles desenvolupaments d'enginyeria de detalls) que han servit per a l'execució de l'obra.

· Procediments de les proves de recepció en fàbrica aprovats per la Direcció d'Obra.

· Registres del control de la qualitat realitzat a materials, equips i subministraments, incloses les proves de recepció en fàbrica.

· Certificats de qualitat obtinguts de proveïdors i fabricants.

· Registres del control de la qualitat de l'execució, instal·lació i / o muntatge de les unitats d'obra.

· Procediments de les proves aprovats per la Direcció d'Obra.

· Registres de les proves d'acceptació realitzades.

· Informes de No Conformitat generats durant el transcurs de les obres

· Registres de calibratge d'aparells i equips de mesura.

· Informes mensuals i puntuals de control de la qualitat remesos a la Direcció d'Obra.

L'arxiu de control de la qualitat estarà en tot moment accessible i a disposició de la Direcció d'Obra. Totes les revisions que es facin del Pla de Control de Qualitat s'han de sotmetre a l'aprovació de la Direcció d'Obra.

El dossier de control de qualitat ha de ser realitzat pel Responsable de l'Arxiu de Control de la Qualitat. Un cop finalitzada l'obra i abans de la recepció provisional de la mateixa, l'arxiu de control de la qualitat, amb el contingut descrit, complet i ordenat, es remetrà pel Cap de Control de Qualitat al Director d'Obra.

5 CONTROL DE RECEPCIÓ MATERIALS

El control de recepció té per objecte comprovar les característiques tècniques mínimes exigides que han de reunir els productes i equips que s'han d'emprar per al desenvolupament de l'objecte del projecte, així com les seves condicions de subministrament, les garanties de qualitat i el control de recepció.

Durant la construcció de les obres el director de l'execució de l'obra realitzarà els següents controls:

a) Control de la documentació dels subministraments

Els subministradors lliuraran al constructor, qui els ha de facilitar al director de l'execució de l'obra, els documents d'identificació del producte exigits per la normativa d'obligat compliment i, si s'escau, pel projecte o per la direcció facultativa. Aquesta documentació comprendrà, almenys, els següents documents:

- Els documents d'origen, full de subministrament i etiquetatge.

- El certificat de garantia del fabricant, signat per persona física.

- Els documents de conformitat o autoritzacions administratives exigides reglamentàriament, inclosa la documentació corresponent al marcatge CE dels productes de construcció, quan sigui pertinent, d'acord amb les disposicions que siguin transposició de les Directives Europees que afectin als productes subministrats.

- En el cas de formigons estructurals el control de documentació es realitzarà d'acord amb l'apartat. 79.3.1. de l'EHE, facilitant-se els documents indicats

abans, durant i després del subministrament.

b) Control mitjançant distintius de qualitat o avaluacions tècniques d'idoneïtat

El subministrador proporcionarà la documentació precisa sobre:

- Els distintius de qualitat que ostentin els productes, equips o sistemes subministrats, que assegurin les característiques tècniques dels mateixos exigides en el projecte i documentarà, si s'escau, el reconeixement oficial del distintiu d'acord amb el que estableix l'article 5.2.3 del capítol 2 del CTE.

- Les avaluacions tècniques d'idoneïtat per a l'ús previst de productes, equips i sistemes innovadors, d'acord amb el que estableix l'article 5.2.5 del capítol 2 del CTE, i la constància del manteniment de les seves característiques tècniques.

- El procediment per a formigons estructurals és l'indicat en l'apartat 79.3.2. de l'EHE. El director de l'execució de l'obra verificarà que aquesta documentació és suficient per a l'acceptació dels productes, equips i sistemes emparats per ella.

c) Control mitjançant assajos

Per verificar el compliment de les exigències bàsiques del CTE pot ser necessari, en determinats casos, realitzar assajos i proves sobre alguns productes, segons l'establert en la reglamentació vigent, o bé segons el que especifica el projecte o ordenats per la direcció facultativa.

La realització d'aquest control s'efectuarà d'acord amb els criteris establerts en el projecte o indicats per la direcció facultativa sobre el mostreig del producte, els assajos a realitzar, els criteris d'acceptació i rebuig i les accions a adoptar.

Per al cas de formigons estructurals el control mitjançant assajos es realitzarà conforme amb l'apartat 79.3.3.

5.1 FORMIGÓ

Documentació prèvia al subministrament

Es lliuraran els certificats d'assaig que garanteixin el compliment del que estableix la Instrucció Estructural EHE-08. Que ha de constar:

- Certificat de dosificació referit en l'Annex nº22 de l'EHE-08.

Si és el cas, certificat dels assajos que siguin d'aplicació dels contemplats enl'Annex 22: resistència a compressió i profunditat de penetració d'aigua.

- Nom del laboratori

En el cas que no es tracti d'un laboratori públic dels previstos en l'apartat 78.2.2.1, declaració del laboratori d'estar acreditat conforme a la UNE-EN ISO/IEC 17025 per a l'assaig referit.

- Data d'emissió del certificat

- Tipus de proveta utilitzada en l'assaig de ruptura a compressió

Es lliurarà així mateix la següent documentació relativa als materials emprats en l'elaboració del formigó:

- Documentació corresponent al marcatge CE o, si escau, certificats dels assajos que garanteixin el compliment de les especificacions referides en aquesta Instrucció

- Si és el cas, declaracions d'estar en possessió d'un distintiu de qualitat oficialment reconegut.

Documentació durant el subministrament

Es realitzaran els controls de documentació, de conformitat de la docilitat i de resistència de l'apartat 86.5.2 de la Instrucció.

Així s'ha es facilitar:

- Identificació del subministrador
- Número de sèrie del full de subministrament
- Nom de la central de formigó
- Identificació del peticionari
- Data i hora de lliurament
- Quantitat de formigó subministrat
- Designació del formigó segons s'especifica en l'apartat 29.2 EHE-08, havent de contenir sempre la resistència a compressió, la consistència, la mida màxima de l'àrid i el tipus d'ambient al que serà exposat.
- Dosificació real del formigó que inclourà, almenys:
    - Tipus i contingut de ciment
    - Relació aigua/ciment
    - Contingut d'addicions, si escau
    - Tipus i quantitat d'additius
- Identificació del ciment, additius i addicions emprats
- Identificació del lloc de subministrament
- Identificació del camió que transporta el formigó
- Hora límit d'ús del formigó.

Documentació després del subministrament

Els subministradors de materials i productes inclosos en l'àmbit de l'EHE-08 proporcionaran un certificat final de subministrament, en el qual es recollirà la totalitat dels materials o productes subministrats.

5.2 MORTERS

Tot morter que arribi a l'obra ha de presentar la seva marcatge CE, ja que aquest és obligatori després de l'entrada en vigor de la normativa europea corresponent a la tipologia del morter.

En el control de la documentació, el subministrador lliurarà al Contractista els documents d'identificació del producte, qui els facilitarà al Director de l'Execució de l'obra.

Es farà servir un **morter industrial** que ha de disposar de:

· **Etiqueta Marcat CE.**

· **Declaració de conformitat:** Un cop s'hagi assolit el compliment de les condicions requerides en la Norma, el fabricant o el seu representant ha de preparar i conservar una declaració de la conformitat que li autoritzarà a estampar el Marcat CE en els seus productes.

· **Certificat de Garantia:** Document que es basa en la declaració de conformitat. Serà específic per a l'obra particular a la qual se subministra el material sol·licitat.

En cas d'emprar-se **morters fets en obra (in situ)** s'ha de sol·licitar:

1. Marcat CE de tots els elements constituents del morter:

- Ciment.
- Cal.
- Àrid.
- Additius, etc.

2. Full de dosificacions on es recullin les proporcions dels diferents materials emprats en cada partida barrejada i la designació d'aquest morter.

6 CONTROL DE L'EXECUCIÓ DE L'OBRA

Durant la construcció, el director de les obres controlarà l'execució de cada unitat d'obra verificant el seu replanteig, els materials que s'utilitzin, la correcta execució i disposició dels elements constructius i de les instal·lacions, així com les verificacions i altres controls a realitzar per comprovar la seva conformitat amb el que indica el projecte, la legislació aplicable, les normes de bona pràctica constructiva i les instruccions de la direcció facultativa. A la recepció de l'obra executada poden tenir-se en compte les

certificacions de conformitat que ostentin els agents que intervenen en l'obra.

En el control d'execució de l'obra s'adoptaran els mètodes i procediments que es contemplin en les avaluacions tècniques d'idoneïtat per a l'ús previst de productes i equips.

6.1 FORMIGÓ

La conformitat d'un formigó amb el que estableix el projecte es comprovarà durant la seva recepció a l'obra, i inclourà el seu comportament en relació amb la docilitat, la resistència i la durabilitat o qualsevol altra característica que estableixi el Plec de prescripcions tècniques particulars o decideixi el Director de les Obres.

La presa de mostres es realitzarà d'acord amb el que indica UNE EN 12350-1, podent estar presents en la mateixa els representants de la Direcció de les Obres, del Constructor i del Subministrador del formigó.

La presa de mostres es realitzarà en el punt d'abocament del formigó (obra o instal·lació de prefabricació), a la sortida d'aquest del corresponent element de transport i entre ¼ i ¾ de la descàrrega.

El representant del laboratori aixecarà una acta per a cada presa de mostres, que haurà d'estar subscrita per totes les parts presents, quedant-se cadascun amb una còpia de la mateixa. La seva redacció obeirà a un model d'acta, aprovat per la Direcció d'Obres a l'inici de l'obra i el contingut mínim es recull en l'Annex nº 21 del'EHE-08.

Els assajos a realitzar en el formigó són els que es mostren a continuació:

1. PROFUNDITAT DE PENETRACIÓ DE L'AIGUA, es procedirà a realitzar l'assaig segons UNE-EN-12390-8:2001. Abans del començament de l'assaig se sotmetrà a les provetes a un període d'assecat previ de 72 hores en una estufa de tir forçat a una temperatura de 50 + -5ºC.

2. DOCILITAT DEL FORMIGÓ, es determinarà la consistència del formigó fresc pel mètode del con d'Abrams, segons UNE EN 12350-2.

L'especificació per a la consistència del formigó serà la recollida, d'acord amb la docilitat del formigó, el Plec de Prescripcions Tècniques Particulars o, si s'escau, la indicada per la Direcció d'Obra. Es considerarà conforme quan l'assentament obtingut en els assajos es trobi dins dels límits definits en la taula 86.5.2.1. de l'EHE-08 (*Toleràncies per la consistència del formigó*).

3. RESISTÈNCIA DEL FORMIGÓ, s'ha de comprovar que la resistència del formigó és l'adequada per al projecte, d'acord amb els criteris de seguretat i garantia per a l'usuari definits a la EHE-08.

Aquesta es comprovarà mitjançant assaigs de resistència a compressió pel mètode A de penetració d'agulla en un formigó projectat, segons la norma UNE-EN14.488-2.

La seva freqüència i els criteris d'acceptació aplicables seran funció de:

a) El distintiu de qualitat i el nivell de garantia.

b) La modalitat de control que s'adopti en el projecte:

- Modalitat 1. Control estadístic, segons 86.5.4,

- Modalitat 2. Control al 100 per 100, segons 86.5.5, i

- Modalitat 3. Control indirecte, segons 86.5.6.

Per a cada procés o activitat, es definiran les unitats d'inspecció corresponents la dimensió o grandària serà conforme a l'indicat a la Taula 92.5 de l'EHE.

6.2 MORTERS

Els assajos a realitzar en els morters varien si es tracta de morters Industrials i morters in situ:

- **Morters Industrials,** en el cas del control mitjançant assajos es considera que els morters industrials a disposar del Marcat CE que garanteix, mitjançant assajos realitzats en fàbrica i sota un control de producció, les característiques que el defineixen, no cal fer aquest control llevat que el prescriptor així ho especifiqui.

Però si fos necessari fer algun assaig en obra, per a la comprovació d'alguna de les característiques del morters s'hauran de realitzar els assajos que ja se li exigeixen:

o Resistència a compressió.

o Absorció d'aigua.

o Adhesió.

Així les característiques a assajar en morters fets en obra per a revestiment:

Característiques a assajar. Criteris d'acceptació i mètodes d'assaig

Resistència a compressió Tots

Resistència:

· CS I: 0,4 a 2,5 N/mm2

· CSII: 1,5 a 5 N/mm2

· CS III: 3,5 a 7,5 N/mm2

· CS IV: a 6 N/mm2

Assaig UNE-EN 1015-11:2000

Absorció d'aigua

Només revestiments

exteriors

Absorció d'aigua per capacitat:

· W1: c ≤ 0,40 kg/cm2 min0,5

· W2: c ≤ 0,20 kg/cm2 min0,5

Assaig UNE-EN 1015-18:2003

Adhesió Tots

Major que el valor declarat

Assaig UNE-EN 1015-12:2000

Els assajos s'han de fer per un laboratori acreditat a l'àrea tècnica corresponent, sobre una mostra de morter fresc, agafada en obra segons UNE-EN 1015-2, per a la determinació de les següents característiques:

- Mesura de la consistència pel mètode de referència d'una mostra de morter fresc, segons la norma UNE 83811

- Determinació de la densitat aparent d'una mostra de morter fresc, segons la norma UNE-EN 1015-6

- Determinació de la capacitat de retenció d'aigua d'una mostra de morter fresc segons la norma UNE 83816

- Determinació del contingut d'aire d'una mostra de morter fresc, segons la norma UNE.-EN 1015-7

- Assaig d'estabilitat amb determinació de l'exsudació i variació de volum de la injecció de lletada, segons Annex 5 de l'EHE-08.

6.3 INSTAL·LACIONS I PROVES DE SERVEI

Comprovació d'instal·lació d'auscultació.

Els Quadres de Control i panells elèctrics es realitzaran d'acord amb els Esquemes elèctrics, així com als plànols de vistes físiques.

Abans de la seva expedició a obra es realitzarà el muntatge total dels armaris amb els components col·locats i realitzats el cablejat complet, per tal de comprovar els circuits.

Es realitzarà com a mínim els següents controls:

- Comprovació de dimensions, gruix de xapa, premsat de cargols, acabat, etc.

- Comprovació del cablejat d'armaris i de cada component en particular, d'acord amb els esquemes enviats per l'adjudicatari, des d'aquests fins als regleters de bornes de sortida.

- Comprovació que es compleixen en totes les característiques indicades en l'especificació de disseny i de la subcomanda.

- Comprovació de les característiques i qualitats dels Components inclòs en cada panell, com ara: contactors, arrencadors, transformadors, relés, fusibles, polsadors, pilots, regleters de bornes, safates i conductors, ràcords, posades a terra, etc.

- Comprovació del correcte funcionament d'interruptors, polsadors, llums pilot, relés, etc.

- Comprovació de rètols.

- Comprovació del correcte funcionament dels contactors amb tensions de comandament diferent a la nominal.

- Comprovació dels enclavaments.

- Assaig de simulació de funcionament.

- Assaig de resistència d'aïllament de cada quadre.

De tots aquests controls es lliurarà un programa de Punts d'Inspecció degudament emplenat.

6.4 INFORME DE RESULTATS

De les inspeccions realitzades s'emetran informes en el qual es recull la data de la inspecció, els treballs realitzats, la normativa aplicada, els elements inspeccionats, els resultats obtinguts i el tècnic que va realitzar la inspecció.

7 CONTROL DE L'OBRA ACABADA

Per tal de comprovar les prestacions finals de l'edifici en l'obra acabada han de realitzar-les verificacions i proves de servei establertes en el projecte o per la direcció facultativa i les previstes en el CTE i la resta de la legislació aplicable que s'enumera a continuació:

7.1 FORMIGÓ

S'han de prendre les mesures oportunes per assegurar el manteniment de la humitat del formigó durant l'enduriment i primer període d'enduriment, mitjançant un adequat curat. Si el curat es realitza mitjançant reg directe, aquest es farà sense que produeixi desllavat de la superfície i utilitzant aigua sancionada com a acceptable per la pràctica. Queda prohibit l'ús d'aigua de mar.

Un cop finalitzada l'execució de cada fase de l'estructura, s'ha d'efectuar una inspecció de la mateixa, a fi de comprovar que es compleixen les especificacions dimensionals amb les toleràncies geomètriques establertes en el projecte o, si no, les indicades a l'efecte en el annex 11 de l'EHE-08.

7.2 MORTERS

Una vegada que es comprova que el material és el correcte, segons especifica el projecte, disposa de la documentació que ho acredita i compleix amb els requisits exigits mitjançant la realització d'assaigs (morters fets en obra), s'ha d'assegurar que la unitat s'executi segons les especificacions d'ús i aplicació presentades pel fabricant, per tal d'evitar futures patologies.

8 MILLORA DEL SISTEMA D'AUSCULTACIÓ

8.1 UNITAT PIEZÓMETRE DE CORDA VIBRANT AUTOMATITZADA

Una vegada s'hagi completat la instal·lació de cada unitat, haurà d'efectuar-se una mesura manual abans d'empalmar el cablejat en les seves caixes d'entroncament corresponents.

Amb això s'assegurarà el funcionament de la unitat després de la seva instal·lació i segellat. Seguidament a completar l'automatització i a la configuració de les seves constant en la remota d'auscultació, s'efectuarà una lectura del registre recollit en aquesta remota i es comprovarà que equival al valor obtingut en una lectura efectuada mitjançant un equip de lectura manual de corda vibrant des de les bornes seccionables de l'armari en el qual es trobi centralitzada la unitat en qüestió.

Si aquests valors coincideixen (o existeix una diferència menor de 15 Hz), i proporcionen un valor d'acord als de la seva localització, el funcionament del sensor i de la seva automatització, serà correcte.

8.2 UNITAT PER A LA LECTURA MANUAL I AUTOMÀTICA DELS PÈNDOLS

Una vegada completada la instal·lació indicada, haurà de realitzar-se una campanya de mesurament manual en les planxetes mecàniques. S'anotaran tots els valors obtinguts i es compararan amb els registres del sistema automàtic.

Si les diferències obtingudes entre un i un altre sistema no sobrepassen 1 mm de diferència, es donarà per correcte el funcionament del sistema, i juntament amb el lliurament de la documentació associada, representarà l'acceptació de les tasques i l'adequat treball d'instal·lació dut a terme.

8.3 UNITAT MESURADOR JUNTES

El control de moviments de les juntes proposat es realitzarà mitjançant mesuradors de superfície tridireccionals.

Una vegada completada la instal·lació d'acord amb les instruccions del fabricant, haurà de realitzar-se una campanya de mesurament manual. S'anotaran tots els valors obtinguts i es compararan amb els registres del sistema automàtic.

Si les diferències obtingudes entre ambdós sistemes no sobrepassen els límits establerts pel fabricant, es donarà per correcte el funcionament del sistema, i juntament amb el lliurament de la documentació associada, representarà l'acceptació de les tasques i l'adequat treball d'instal·lació dut a terme.

8.4 UNITAT SENSOR PER MESURA DE FILTRACIONS

Un cop s'hagi completat la instal·lació de les diferents unitats especificades, ha de confirmar l'adequat funcionament de cadascun dels elements instal·lats.

Quan s'hagi completat el calibratge dels aforadors hi haurà de comprovar la correspondència entre els valors automàtics registrats a la remota i aquells obtinguts manualment en l'escala de mesurament. També s'haurà d'obtenir el cabal de cada filtració de forma manual (cub tarat i cronòmetre) i realitzar la comparació amb els valors automàtics.

La referència disponible per conèixer la adequada realització dels treballs d'instal·lació, és que la diferència entre el sistema manual i automàtic ha de ser menor de 2 mm, si això succeeix, la instal·lació és adequada i el funcionament d'aquesta instrumentació és correcte.

8.5 UNITAT INCLINÒMETRES

Haurà de comprovar-se l'estabilitat i fixació dels inclinòmetres una vegada completada la seva instal·lació. Es procedirà a efectuar una campanya de mesurament manual i es comprovaran aquests valors amb aquells que reculli el sistema automàtic, i es confirmarà la correspondència entre ambdós registres.

Si les diferències obtingudes entre un i un altre sistema no sobrepassen els límits establerts pel fabricant, es donarà per correcte el funcionament del sistema, i juntament amb el lliurament de la documentació associada, representarà l'acceptació de les tasques i l'adequat treball d'instal·lació dut a terme.

8.6 UNITAT EXTENSÒMETRE

Una vegada completada la instal·lació de tot el sistema, i de la configuració del sistema automàtic mitjançant la implementació en la remota de les característiques principals dels extensòmetres instal·lats, es procedirà a efectuar una campanya de mesurament manual en cadascuna de les varetes dels extensòmetres. Llavors es comprovaran aquests valors amb aquells que reculli el sistema automàtic, i es confirmarà la correspondència entre ambdós registres.

Una vegada es contempli la correspondència citada en totes les unitats instal·lades, i es lliuri tota la documentació relacionada, es donaran per completats els treballs d'instal·lació.

8.7 UNITAT CLAU ANIVELLAMENT

Haurà de comprovar-se l'estabilitat i fixació dels claus una vegada completada la seva instal·lació.

Ha d'efectuar-se una campanya d'anivellació utilitzant-se els claus recentment instal·lats i contrastar els registres obtinguts amb els valors històrics de les campanyes anteriors.

Si aquests valors són similars i continuen amb la tendència habitual establerta en els valors històrics, i es lliura tota documentació corresponent d'instal·lació i manteniment, es donarà per finalitzada l'execució dels treballs.

8.8 UNITAT ESTACIÓ TOTAL AUTOMÀTICA

L'adequat funcionament d'aquest equipament, vendrà contrastat en la garantia del propi equip, i la seva documentació de maneig i funcionament inclosa en el lliurament de l'equip.

8.9 UNITAT ACCELERÒGRAF

Una vegada completada la instal·lació i l'engegada de l'equipament haurà de comprovar-se l'adequat funcionament del programari i del maquinari. Si el programa aporta valors concordes a l'estat sísmic de la zona, i l'equipament manté una adequada fixació dels seus components, l'estat de la instal·lació haurà estat correcte.

L'acceptació final llegarà quan, juntament amb la finalització dels treballs, es lliuri tota la documentació relacionada amb la instal·lació.

8.10 UNITAT ARMARI DE CENTRALITZACIÓ

Una vegada completats els treballs d'instal·lació, haurà de comprovar-se la correcta recepció de tots els valors dels sensors centralitzats en cada armari. Aquesta comprovació tindrà dos vessants:

- D'una banda en el propi armari, mitjançant una mesura en bornes, abans que entri en actuació el sistema automàtic, i el valor registrat pel sensor hagi recorregut solament el cablejat fins a l'armari.
- D'altra banda en la remota d'auscultació existent fos del cos de presa, en la qual s'han de registrar els mateixos valors obtinguts en bornes.

Depenent de la configuració de l'embassament, la transformació dels valors bruts generats pel sensor, en els valors denominats “enginyerils” , amb els quals es controla l'evolució de la variable, es troba en dispositius instal·lats en el propi sensor, mitjançant convertidors en els armaris centralitzadors, o bé al programari de la remota.

Si finalment es dona la correspondència de valors registrats entre ambdues vessants de dades, el funcionament dels armaris serà correcte.

COL·LEGI D'ENGINYERS DE
CAMINS, CANALS I PORTS
CATALUNYA

Expedient	Data
2021/04497/01	14/12/2021

V I S A T

ANNEX 15
SEGURETAT I SALUT. MEMÒRIA

ÍNDEX

1. OBJECTE....4
2. DADES DEL PROJECTE....4
3. AUTOR DE L'ESTUDI DE SEGURETAT I SALUT....4
4. DESCRIPCIÓ DEL PROJECTE....4
5. PRESSUPOST....4
6. UNITATS CONSTRUCTIVES QUE COMPOSEN L'OBRA....4
7. OFICIS QUE INTERVIENEN EN L'EXECUCIÓ DE LES OBRES....5
8. PRINCIPALS MATERIALS A UTILITZAR....5
9. MAQUINÀRIA I MITJANS AUXILIARS....5
10. DETERMINACIÓ DEL PROCÈS CONSTRUCTIU....5
11. MITJANS AUXILIARS D'UTILITAT PREVENTIVA....6
12. SERVEIS PROVISIONALS....6
    12.1. CONDICIONS GENERALS....6
    12.2. OBRA CIVIL....6
    12.3. INSTAL·LACIONS....7
    12.4. ESCOMESES....7
    12.5. MANTENIMENT....7
13. PROTECCIONS INDIVIDUALS I COLECTIVES....7
14. INSTAL·LACIÓ ELÈCTRICA PROVISIONAL....8
    14.1. CABLEJAT....8
    14.2. INTERRUPTORS....8
    14.3. QUADRES ELÈCTRICS....8
    14.4. ENLLUMENAT PORTÀTIL....9
    14.5. PRESES D'ENERGIA....9
    14.6. PROTECCIÓ DELS CIRCUITS....9
    14.7. PRESES DE TERRA....9

14.8. ACCESSOS I SENYALITZACIÓ 9
15. SENYALITZACIÓ DE RISCOS EN EL TREBALL 10
16. RISCOS LABORALS QUE NO PODEN SER ELIMINATS 10
17. PREVENCIÓ DE RISCOS CATASTRÒFICS 10
18. ORDRE I NETEJA 11
19. MESURES PREVENTIVES GENERALS 11
20. MESURES PREVENTIVES A APLICAR EN ESPAIS CONFINATS 12
21. SERVEIS DE SALUBRITAT I CONFORT DEL PERSONAL 13
22. ÀREES AUXILIARS 13
23. TRACTAMENT DE RESIDUS 13
24. TRACTAMENT DE MATERIALS I SUBSTÀNCIES PERILLOSES 13
25. MEDICINA PREVENTIVA I PRIMERS AUXILIS 14
26. MESURES ASSITENCIALS EN CAS D'ACCIDENT 15
27. COORDINADOR DE SEGURETAT I SALUT 16
28. FORMACIÓ I INFORMACIÓ ALS TREBALLADORS 16
29. RECONEIXIMENT MÈDIC PREVI 16

1. OBJECTE

Aquest estudi de Seguretat i Salut estableix, durant el desenvolupament dels treballs contemplats en el corresponent projecte, les previsions respecte a prevenció riscos d'accidents laborals i malalties professionals, així com els derivats dels treballs de reparació, conservació, entreteniment i manteniment, de les instal·lacions perceptives de seguretat i salut dels treballadors.

Tindrà que servir, per tant, per a donar unes directrius bàsiques a qui tingui que executar els treballs per complir amb les seves obligacions en el camp de la prevenció de riscos professionals, facilitant el seu desenvolupament, baix el control de la Direcció Facultativa, d'acord amb el Real Decret 1627/1997, del 24 d'Octubre, per el que s'implanta la obligatorietat de la inclusió d'un Estudi de Seguretat i Salut, segons quins casos (Art. 4 del anomenat R.D.), als projectes d'obres.

2. DADES DEL PROJECTE

El present Estudi de Seguretat i Salut es refereix al següent projecte:

Títol: Projecte ampliació i millora del sistema d'auscultació de la presa de Sant Ponç.(T.M. Clariana de Cardener).

Promotor: Agència Catalana de l'Aigua

Autor: Carlos Aguilar Moreno

Ubicació: Presa de Sant Ponç, T.M. Clariana de Cardener, província de Lleida.

Subministrament i serveis

Aigua: a la pròpia presa

Sanejament: a la pròpia presa

Electricitat: a la pròpia presa

Nombre màxim de treballadors: 16

Nombre màxim de treballadors presents simultàniament: 10

Duració de les obres: 5 mesos

3. AUTOR DE L'ESTUDI DE SEGURETAT I SALUT

L'autor del present estudi de Seguretat i Salut es l'enginyer de Camins, Canals i Ports D. Carlos Aguilar Moreno.

4. DESCRIPCIÓ DEL PROJECTE

L'objecte del present projecte és l'ampliació i millora de l'auscultació de la presa de Sant Ponç, contemplant les següents actuacions:

- Instal·lació de pèndols i mesuradors automàtics i manuals de lectura de pèndols inversos.
- Instal·lació de piezòmetres de corda vibrant
- Instal·lació de mesuradors automàtics de juntes externes.
- Auscultació en marge esquerre, amb instal·lació de piezòmetres i clinòmetres.
- Execució de camí de servei en marge esquerre.
- Auscultació topogràfica.
- Auscultació sísmica
- Automatització dels aparells que no es troben automatitzats.
- Migració a un sistema tipus DAMDATA

5. PRESSUPOST

El Pressupost d'Execució Material del present Estudi de Seguretat i Salut és de 10.719,53 €.

El Pressupost d'Execució Material del present *Projecte ampliació i millora del sistema d'auscultació de la presa de Sant Ponç* és de 358.493,80 €.

6. UNITATS CONSTRUCTIVES QUE COMPOSEN L'OBRA

Les principals unitats constructives considerades en l'execució de les obres previstes són:

- Treballs previs.
- Treballs de perforació i preparació per a la instal·lació dels elements d'auscultació

- Instal·lació de nous elements d'auscultació.
- Instal·lació d'equips elèctrics i mecànics per a la adquisició de dades.
- Execució del camí de servei.

7. OFICIS QUE INTERVIENEN EN L'EXECUCIÓ DE LES OBRES

Els tècnics previstos que participaran en l'execució dels treballs contemplats en aquest projecte són:

- Enginyer especialista en seguretat de preses
- Enginyer especialitzat en instrumentació
- Topògraf
- Capatàs
- Oficial 1ª especialista
- Peó especialista
- Peó ordinari.

8. PRINCIPALS MATERIALS A UTILITZAR

Els principals materials a utilitzar a l'obra son els equips elèctrics i mecànics que es descriuen a la memòria del projecte i a les prescripcions tècniques particulars del mateix.

9. MAQUINÀRIA I MITJANS AUXILIARS

Els principals tipus d'equips mecànics a utilitzar a l'obra, son els següents:

- Grups electrògens
- Quadres i conduccions elèctriques
- Vehicles i maquinària mòbil

10. DETERMINACIÓ DEL PROCÈS CONSTRUCTIU

El Contractista amb antelació suficient a l'inici de les activitats constructives n'haurà de perfilar l'anàlisi de cada una d'acord amb els *Principios de la Acción Preventiva (Art. 15 L. 31/1995 de 8 de novembre) i els Principios Aplicables durante la Ejecución de las Obras" (Art. 10 RD. 1627/1997 de 24 d'octubre).*

Els aspectes a examinar per a configurar cadascun dels procediments d'execució, hauran de ser desenvolupats pel Contractista. A continuació es descriuen alguns dels aspectes més importants a tenir en compte, segons l' activitat a realitzar:

Instal·lació i muntatge de material

Es fixarà un lloc segur per a la descàrrega i acopi del material.

S' utilitzaran aparells elevadors de capacitat adequada i es destinarà un lloc segur per el seu emmagatzematge, assignant les necessàries mesures de seguretat.

Les maniobres seran guiades per el responsable o recurs preventiu de l' obra. S' adoptaran totes les mesures per càrregues suspeses.

Perforacions a rotació

Els treballadors que manipulin la perforadora hauran d' estar formats per les tasques a realitzar.

La maquinària emprada haurà d' estar conforme a la legislació vigent, així com haurà de tenir un manteniment adequat per a les corresponents activitats.

Es senyalitzarà i identificarà l' àrea on s' ubiquin els treballs de perforació.

S' instal·laran totes les mesures preventives necessàries depenent de la ubicació en cada moment de la màquina i dels seus operaris.

S' inspeccionarà l' entorn abans de l' inici dels treballs amb la finalitat de detectar i prevenir els riscos derivats del mateix.

Quan es treballi en bastides es prendran les mesures de treballs en alçada.

Es mantindrà el lloc de treball de les màquines net i sense materials que obstaculitzin els treballs habituals.

S' especificaran les normes preventives per els operaris i treballadors que utilitzin les perforadores.

Instal·lació d'equips i elements d'auscultació

Es comprovaran les fulles de registre de cadascun dels equips a la recepció dels mateixos.

Les eines auxiliars necessàries per a la instal·lació dels equips hauran d'estar conforme a la legislació vigent, amb un manteniment adequat per a les corresponents activitats.

Es mantindrà el lloc de treball de les màquines net i sense materials que obstaculitzin els treballs habituals.

Es realitzaran les tasques de comprovació del bon funcionament dels equips un cop es troben instal·lats.

Execució del camí de servei

Es fixarà un lloc segur per a la descàrrega i acopi del material.

Es delimitarà el perímetre dels treballs durant les activitats d'excavació, anivellament i execució de les capes que constitueixen el camí.

11. MITJANS AUXILIARS D'UTILITAT PREVENTIVA

Es parteix del principi que els projectistes (de construcció i/o de màquines i equips emprats en construcció) han complert amb la seva obligació de realitzar els seus dissenys i/o projectes, eliminant o reduint el risc en origen, incorporant fes proteccions, resguards i sistemes de protecció col·lectiva, en el propi disseny de l'activitat, equip, mitjà auxiliar o màquina, garantint la seva eficàcia davant riscos perillosos d'accidents, per part dels seus usuaris directes o tercers circumdants, en les condicions normals d'utilització previstes pel dissenyador o projectista, per tal d'evitar o reduir al mínim qualsevol tipus d'improvisació .

Tot equip, mitjà auxiliar, màquina o eina a utilitzar a l'obra objecte del present Estudi de Seguretat, s'integrarà en el procés constructiu, sempre d'acord amb el "principis de l'acció preventiva" (Art. 15 LPRL 31/95), els "principis aplicables durant la execució de les obres (Art. 10 RD 1827/97), "regles generals de seguretat per a màquines" (Art. 18 RD 1495/1986) i Codi Tècnic d'Edificació, entre altres reglaments connexos, així com atenent a les Normes Tecnològiques de l'Edificació, Instruccions Tècniques Complementàries i Normes UNE o Normes Europees, d'aplicació obligatòria l/o aconsellada.

Així doncs, tindran la consideració de mitjans auxiliars d'utilitat preventiva, tot mitjà auxiliar dotat de protecció, resguard, dispositiu de seguretat operació seqüencial, seguretat positiva o sistema de protecció col·lectiva, que originàriament ve integrat, de fàbrica, en l'equip, màquina o sistema, de forma solidària i indissociable, de tal manera que s'interposi, o apantalli els riscos d'abast o simultaneïtat de l'energia fora de control, els treballadors, personal alià a l'obra i/o materials, màquines, equips o eines pròximes a la seva àrea d'influència. anul·lant a reduint les conseqüències d accident.

La seva operativitat queda garantida pel fabricant o distribuïdor de cadascun dels components, en les condicions d'utilització i manteniment per ells prescrites.

La necessitat d'afavorir la incorporació de Mitjans Auxiliars d'Utilitat Preventiva, en relació als sistemes de protecció col·lectiva i utilització d'equips de Protecció Individual, ve donada a més de l'obligació legal d'integrar la seguretat en les fases de projecte i planificació dels treballs en compliment dels "principis de l'acció preventiva" (Art,15 LPRL 31/95) per l'eficàcia rendibilitat preventiva de caràcter pràctic.

La prevenció d'accidents i de les tècniques de seguretat no són una opció, sinó una obligació, motiu per el qual els Mitjans Auxiliars d'Utilitat Preventiva, com equipament de seguretat integrada, no tindran la consideració de protecció afegida al projecte, sinó que formarà part de la seva execució material, per tant la seva presència no té una correspondència en la valoració pressupostària inclosa en l'Estudi I corresponent Pla de Seguretat i Salut, que s'entén contemplada en el desglossament unitari de les partides d'obra del Projecte Executiu.

Els Mitjans Auxiliars d'Utilitat Preventiva més rellevants, previstos per a l'execució del present projecte són els indicats a continuació:

- Connexionat i cablejat provisional de la instal·lació elèctrica de l'obra amb sistema de protecció integrat
- Quadre elèctric secundari provisional amb sistema de protecció integrat
- Enllumenat provisional de l'obra amb un nivell lumínic mínim de 250 lux
- Instal·lació de posta a terra amb conductor de coure i electrode connectat a terra.
- Interruptor diferencial de sensiblitat mitjana 300 mA, amb 40 d'intensitat nominal
- Senyal acústica de marxa enrere.

12. SERVEIS PROVISIONALS

12.1. CONDICIONS GENERALS

Aquests serveis resten resolts mitjançant la instal·lació de mòduls metàl·lics prefabricats comercialitzats en xapa emparedada amb aïllament tèrmic i acústic, muntats sobre soleres lleugeres de formigó que garantiran la seva estabilitat i bon anivellament. Els plànols i les "literatures" i contingut dels amidaments, aclareixen les característiques tècniques que han de reunir aquests mòduls, la seva ubicació i instal·lació. Es considera unitat d'obra de seguretat, la seva recepció, instal·lació, manteniment, retirada i demolició de la solera de cimentació.

12.2. OBRA CIVIL

L'obra civil haurà de complir:

- Fonamentació de formigó en massa de 200 Kg (HM-20) de ciment "portland".
- Mòduls metàl·lics comercialitzats en xapa metàl·lica aïllant pintada contra la corrosió. S'han previst en l'opció de lloguer mensual, contenint la distribució i instal·lacions necessàries expressades al quadre informatiu. Dotats de la fusteria metàl·lica necessària

per a la seva ventilació, amb cristalls simples a les finestres, que a l'hora, estaran dotades amb fulls practicables de corredora sobre guies metàl·liques, tancades mitjançant tanques de pressió per mordassa simple.

• Fusteria i portes de pas formades per cèrcols directes per a mampara i fulls de pas de fusta, sobre quatre perns metàl·lics. Els fulls de pas de les comunes i dutxes, seran de les de tipus esquinçat a 50 cm, sobre el paviment. Les portes d'accés tindran pany amb clau.

12.3. INSTAL·LACIONS

Mòduls dotats d'instal·lació, de fontaneria per a aigua calenta i freda i desguassos, amb les oportunes aixetes, claveguerons, desguassos, aparells sanitaris i dutxes. Totes les conduccions seran previstes en "PVC".

També disposen d'instal·lació elèctrica des del quadre de distribució, dotat dels interruptors magnetotèrmics i diferencial de 30 mA; distribuïda amb mànega contra la humitat i dotada de fil de presa de terra. Es calcula un endoll per a cada dos lavabos.

12.4. ESCOMESES

Es realitzaran als punts disponibles més propers del lloc de treball. Les condicions tècniques i econòmiques considerades en aquest Estudi de Seguretat i Salut, són les mateixes que les assenyalades per a l'ús d'aquests serveis al Plec de Condicions Tècniques i Particulars del projecte de l'obra o del contracte d'adjudicació.

El subministrament d'energia elèctrica al començament de l'obra i abans de que es realitzi l'oportuna escomesa elèctrica de l'obra, es realitzarà mitjançant la posada en funcionament d'un grup electrogen generador trifàsic, accionat per un motor de gasoil. Se'l considera un mitjà auxiliar necessari per a l'execució de l'obra, conseqüentment no es valora al pressupost de seguretat. L'escomesa d'aigua potable, es realitzarà a la canonada de subministrament especial per a l'obra, que té idèntic tractament econòmic que el descrit al punt anterior.

12.5. MANTENIMENT

Les condicions tècniques que han de complir les proteccions decidides per al manteniment posterior del construït ja especificats a la memòria seran els mateixos que les descrites a les proteccions de l'obra.

13. PROTECCIONS INDIVIDUALS I COLECTIVES

Les ***proteccions individuals*** necessàries per a l'obra són:

- Unitat Casc de seguretat homologat
- Unitat Granota de treball
- Parell de botes de seguretat de cuir (classe III)
- Parell de guants de cuir, antitall
- Equip d'aigua
- Parell de botes impermeables al aigua i a la humitat
- Ulleres contra impacte i antipols
- Mascareta antipols, homologada
- Filtre per a mascareta antipols
- Protector auditiu
- Parell de guants aïllants, per a baixa tensió
- Parell de botes aïllants
- Armilla reflectant
- Equip d'il·luminació incorporada al casc
- Sistema anticaigudes per a treballs verticals

Als efectes del present Estudi de Seguretat i Salut, tindran la consideració d'Equips de Protecció Individual, aquelles peces de treball que actuen a mode de coberta o pantalla portàtil, individualitzada per a cada usuari, destinats a reduir les conseqüències derivades del contacte de la zona del cos protegida, amb una energia fora de control, d'intensitat inferior a la previsible resistència física de l'EPI.

La seva utilització haurà de quedar restringida a l'absència de garanties preventives adequades, per inexistència de MAUP, o en el seu defecte SPC d'eficàcia equivalent.

Tots els equips de protecció individual estaran degudament certificats, segons normes harmonitzades CE. Sempre de conformitat als R.D. 1407/92, R.D.159/95 i R.D. 773/97.

El Contractista portarà un control documental del seu lliurament individualitzat al personal (propi o subcontractat), amb el corresponent avís de recepció signat pel beneficiari.

En els casos en què no existeixin normes d'homologació oficial, els equips de protecció individual seran normalitzats pel constructor, per al seu ús en aquesta obra, triats d'entre els que existeixin en el mercat i que reuneixin una qualitat adequada a les respectives prestacions. Per aquesta normalització interna s'haurà de comptar amb el vist-i-plau del tècnic que supervisa el compliment del Pla de Seguretat i Salut per part de la Direcció d'Obra o Direcció Facultativa/Direcció d'Execució.

Al magatzem d'obra hi haurà permanentment una reserva d'aquests equips de protecció,

de manera que pugui garantir el subministrament a tot el personal sense que se'n produeixi, raonablement, la seva carència.

En aquesta previsió cal tenir en compte la rotació del personal, la vida útil dels equips i la data de caducitat, la necessitat de facilitar-los a les visites d'obra, etc.

Les ***proteccions col·lectives*** necessàries per a l'obra són:

- Senyal normalitzada de STOP amb suport, col·locació inclosa
- Rètol indicatiu de risc sense suport
- Rètol indicatiu de risc amb suport metàl·lic, inclosa col·locació
- Cordell de abalisament reflectant, amb suports
- Cable per a ancoratge de cinturó de seguretat
- Barrera metàl·lica per a protecció de vianants
- Con de senyalització

14. INSTAL·LACIÓ ELÈCTRICA PROVISIONAL

S'utilitzaran les fonts d'energia disponibles a la presa, per tant no es contempla en el pressupost una partida alçada per a escomeses d' electricitat.

La instal·lació elèctrica tindrà una xarxa de protecció de terra mitjançant cable de coure nu que estarà connectat a una javelina, plaques de connexió al terra, segons càlcul del projectista i comprovació de l'instal·lador.

Tant si el subministrament es realitza mitjançant la connexió amb una empresa hidroelèctrica o mitjançant un grup electrogen, deuran considerar-se com a riscos més freqüents, els següents:

- Contactes elèctrics directes.
- Contactes elèctrics indirectes.
- Mal funcionament dels mecanismes i sistemes de protecció.
- Mal comportament de les tomes de terra (incorrecta instal·lació).
- Cremades.
- Incendis.

S'adopten les següents mesures preventives:

14.1. CABLEJAT

El calibre o secció del cablejat serà sempre l'adequat per a la càrrega elèctrica que ha de suportar en funció del càlcul realitzat per a la maquinària e il·luminació prevista.

Els fils tindran una funda protectora aïllant, sense defectes que es puguin apreciar. La distribució general des del quadre general d'obra als quadres secundaris s'efectuarà mitjançant mànega elèctrica que protegeixi de la humitat.

La distribució dels cables i mànegues, s'efectuarà a una altura mínima de 2 m en localitzacions per als vianants i 5 m en les de vehicles, mesurats sobre el nivell del paviment.

Els entroncaments entre mànegues es realitzaran mitjançant caixes d'entroncaments normalitzades estanques de seguretat.

14.2. INTERRUPTORS

S'ajustaran expressament a lo especificat en el reglament Electrotècnic de Baixa Tensió.

Les caixes d'interruptors tindran sobre la porta una senyal normalitzada de "perill, risc elèctric".

14.3. QUADRES ELECTRICS

Els quadres elèctrics tindran la carcassa posada a terra i seran metàl·lics del tipus intempèrie, amb porta i pany (amb clau) segons norma UNE-20324. Tindran sobre la porta la senyal de "Risc elèctric".

Els quadres elèctrics tindran preses de corrent per a connexions normalitzades blindades per a l' intempèrie.

Les característiques del quadre general seran:

- Disposarà de protecció vers als contactes indirectes mitjançant diferencial de sensibilitat mínima de 300 mA. Per a enllumenat i eines elèctriques de doble aïllament la seva sensibilitat caldrà que sigui de 30 mA.
- Disposarà de protecció vers als contactes directes per tal que no hi existeixin parts en tensió al descobert (embornals, cargols de connexió, terminals automàtics, etc.).
- Disposarà d'interruptors de tall magnetotèrmics per a cadascú dels circuits independents. Els dels aparells d'elevació hauran de ser de tall omnipolar (tallaran tots els conductors, inclòs el neutre).
- Anirà connectat a terra (resistència màxima 78 Ω). A l'inici de l'obra es realitzarà