

FONAMENTS, GEOLÒGICS I HIDROGEOLÒGICS PER LA NATURALITZACIÓ D'UNA ZONA FLUVIO-LITORAL: LES MADRIGUERES DE LA RIERA DE LA BISBAL (EL VENDRELL), TARRAGONA

RESUM

Amb motiu de l'ordenament urbanístic en el litoral alterat de la desembocadura de la Riera de la Bisbal, en l'extrem meridional del Baix Penedès, s'efectua un pla de reconeixement per a un projecte de naturalització d'acord amb la reconstrucció paleogeogràfica que es pot deduir després d'una àmplia campanya de reconeixements geològics.

El pla consta en l'execució de 38 cales mecàniques, 10 sondeigs mecànics de fins a 15 metres de profunditat, 2 sondeigs elèctrics verticals (SEVs) i 9 basses experimentals de dimensions i profunditats diferents, que permeten el reconeixement geològic del subsòl i un seguiment químic i piezomètric posterior, a fi de caracteritzar i preveure el funcionament hidrogeològic.

La naturalització projectada d'aquest espai ocupa unes 23 ha i configura llacunes fluvials amb fons predominantment de grava, llacunes litorals amb fons sorrenc i àmbits de maresmes o aiguamolls amb presència de llots amb matèria orgànica. Els reconeixements hidrogeològics denoten barreja d'aigües, profundes i superficials, que condicionen contrastos molt marcats en l'espai.

Paraules clau: restauració, paleogeografia, llacunes fluvials i litorals, maresmes i barreja d'aigües.

ABSTRACT

Arising from the new urban planning on the coast at the Riera de la Bisbal mouth, on the southern end of the Baix Penedès County, a reconnaissance plan was carried out for a naturalization project following the paleogeographic reconstruction gathered after a broad campaign of geologic reconnaissance actions.

The plan consisted in 38 mechanic borings, 10 mechanic soundings up to 15 metres deep, 2 vertical electrical soundings (VES) and 9 experimental reservoirs with various sizes and depths which allowed to carry out a geologic exploration of substratum and its later chemical and piezometric follow-up in order to depict and envisage its hydro-geologic behaviour.

The projected naturalization of this area takes up some 23 hectares and includes fluvial lakes whose sills are mostly made of gravel, coastal lakes with sandy sills and marshlands or wetlands with organic-matter mud. The hydro-geologic exploration shows there is water mixture, both shallow and deep, which determine clear contrasts in this area.

Key words: restoration, paleogeography, coastal and fluvial lakes, marshland and water mixture.

1. INTRODUCCIÓ

L'espai de les Madrigueres se situa en el marge est de la desembocadura de la Riera de la Bisbal, en el litoral del municipi del Vendrell (fig. 1). Geològicament s'emmarca en el domini de les Serralades Costaneres Catalanes (Catalànids), en l'extrem SW del Massís del Garraf llindant amb la depressió costanera del Vendrell Tarragona (IGME, 1982).

La Riera de la Bisbal s'associa amb una conca de 190 km² i, malgrat que durant la major part de l'any roman seca, puntualment es poden enregistrar avingudes considerables amb cabals punta de 100 m³/s per períodes de retorn de 5 anys i de fins a 570 m³/s per períodes de retorn de 100 anys.⁽³⁾

Durant els anys seixanta, en l'espai de les Madrigueres es va iniciar una urbanització, derivant directament al mar la desembocadura de la riera a través d'un canal de 50 m d'amplada per uns 2 m d'alçada, que deixava lliure unes 12 ha del marge est on s'instal·larien els futurs carrers⁽⁴⁾ (fotos 1 i 2).

En no progressar la urbanització, l'espai ha quedat alterat, restant el canal de desguàs antròpic de la riera com a funcional, mentre que l'antiga llera, malgrat estar terraplenada per sobre del seu entorn, roman visible mercès a la vegetació freatòfita persistent (foto 2).

La reorganització territorial d'aquest litoral degradat permetrà la recuperació d'uns espais a naturalitzar, gràcies a la contribució urbanística com a espai lliure, cedit en el futur a l'administració local.

Un altre objectiu amb el projecte de naturalització de l'espai és, tot retornant a condicions paleogeogràfiques pretèrites, minimitzar els riscos d'inundabilitat de Sant Salvador,⁽⁵⁾ rebaixant les cotes màximes d'inundació després de crear els llacunatges litorals i fluvials.

2. MÈTODE DE TREBALL

L'estudi i caracterització física de l'espai de les Madrigueres com a punt de partida per a la seva naturalització es realitzà a través d'una xarxa de reconeixement i seguiment geològic-hidrogeològic de dos pous existents (un pou obert i una antiga sínia), 38 cales mecàniques fetes amb retroexcavadora, deixant instal·lat un piezòmetre de control en 24 d'elles, 2 sondeigs elèctrics verticals (SEVs),⁽⁶⁾ 10 sondeigs mecànics fets a rotopercussió d'entre 6 i 15 metres de fondària i 9 basses experimentals de dimensions i profunditats variables (fig. 1).

El reconeixement dels diferents materials existents repartits en aquest espai es va fer a partir de les cales i sondeigs. Això permet fer una aproximació de l'evolució paleogeogràfica del sector. Els dos sondeigs elèctrics es feren per tenir una idea de la geometria del basament pre-quaternari.

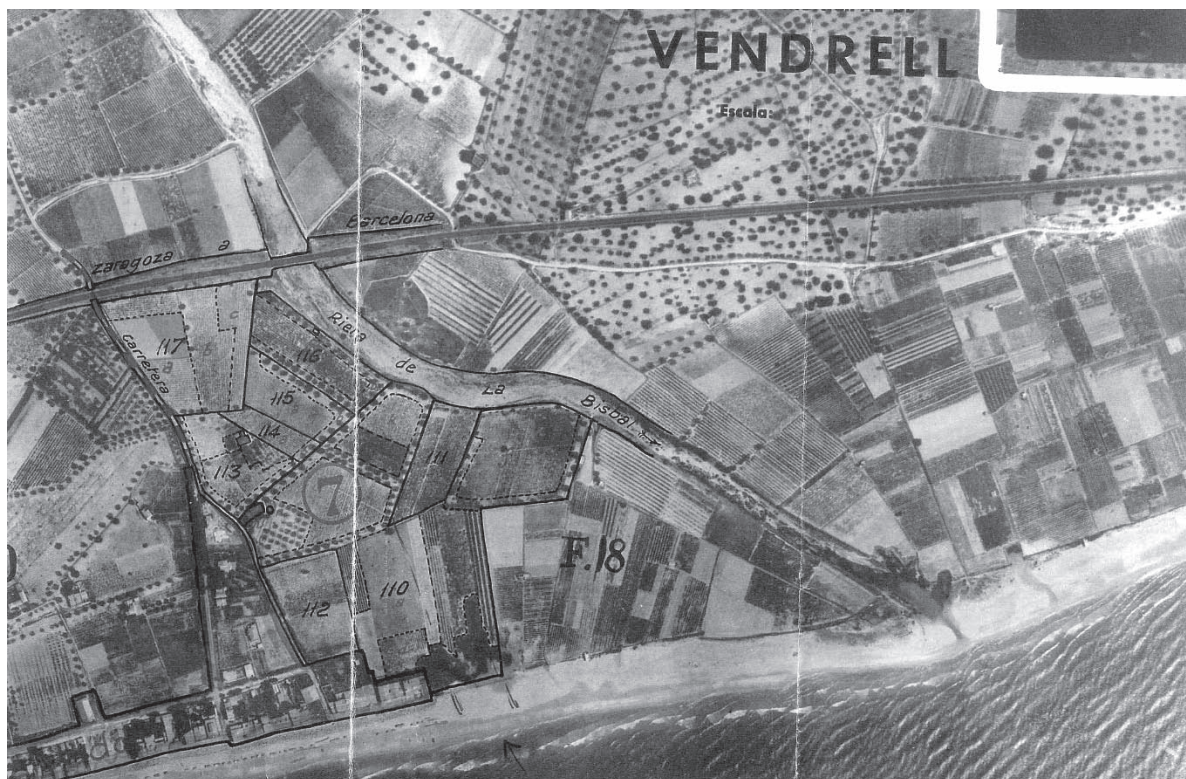
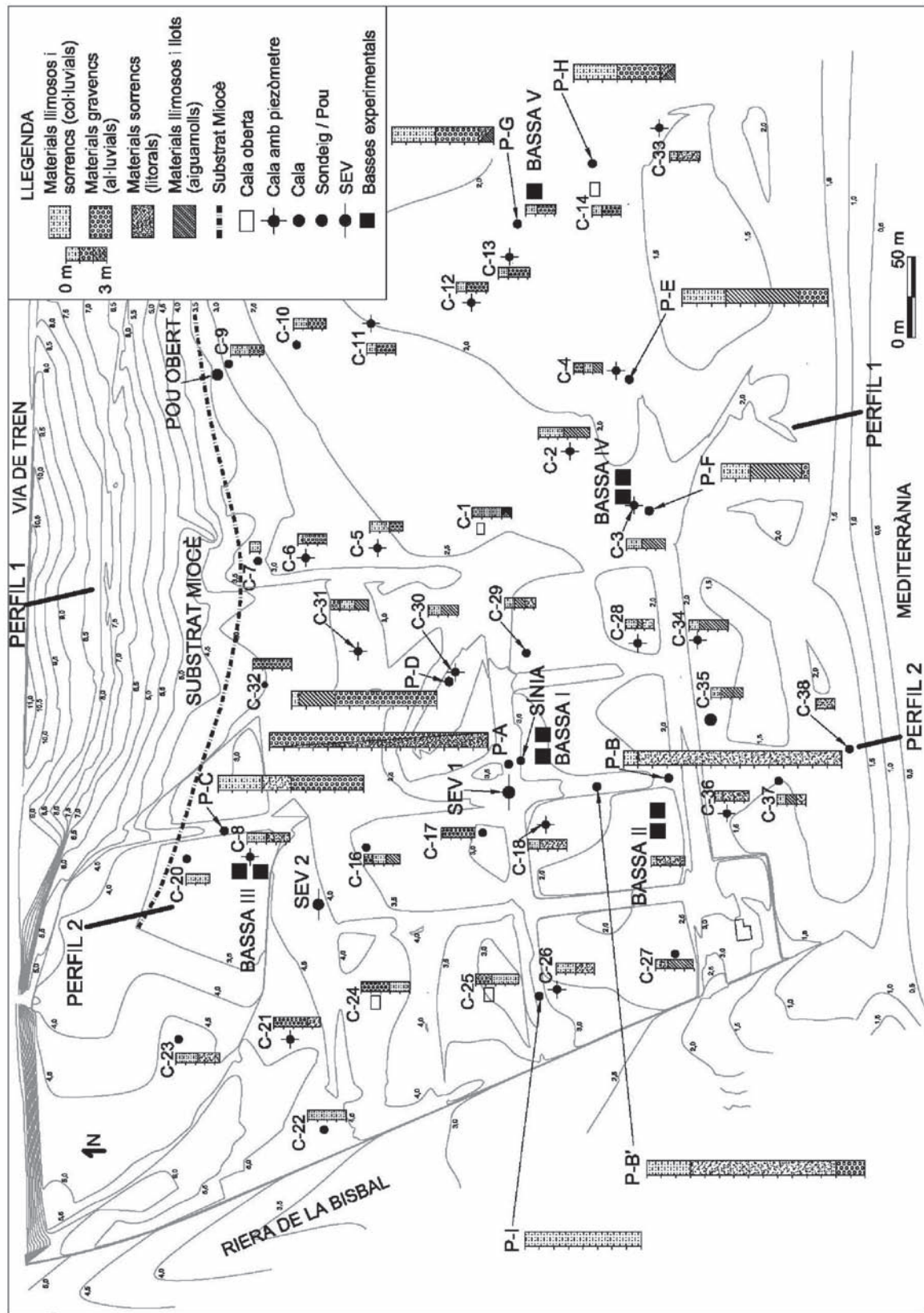


Foto 1. L'espai de les Madrigueres a l'estiu de 1955.



Foto 2: L'espai de les Madrigueres al juliol de 1992.



Els piezòmetres instal·lats a les cales, els pous existents, els sondeigs i les basses han permès el seguiment hidrogeològic de l'entorn, prenent mesures *in situ* periòdiques dels nivells piezomètrics, temperatura, conductivitat elèctrica i oxigen dissolt (fonamentalment a les basses), i obtenint mostres d'aigua per tal de fer el seguiment d'elements majoritaris en el laboratori. En un proper article es resumiran les dades hidrogeològiques sintetitzades i les seves conclusions per al projecte de naturalització de l'espai.

3. RESULTATS

En base als treballs realitzats es reconeixen quatre tipus de materials quaternaris que es disposen discordantment sobre el substrat carbonatat miocè (fig. 2), format en aquest sector per calcarenites bioclàstiques ocre amb fòssils dispersos i trams lumaquèl·lics, únicament aflorant en la part nord de l'espai de les Madrigueres (zona propera a la via del tren) i àmpliament visibles cap a zones més internes del terme com ara Sant Vicenç de Calders, els Masos de Coma-ruga o en el coll de Calafell.

Pel que fa als materials quaternaris es diferencien (figs. 1 i 2):

- Llims sorrencs més o menys carbonatats i/o argilosos de tons rosats amb nòduls carbonàtics (calitx) i graves calcàries disperses, atribuïbles a dipòsits col·luvials distals.

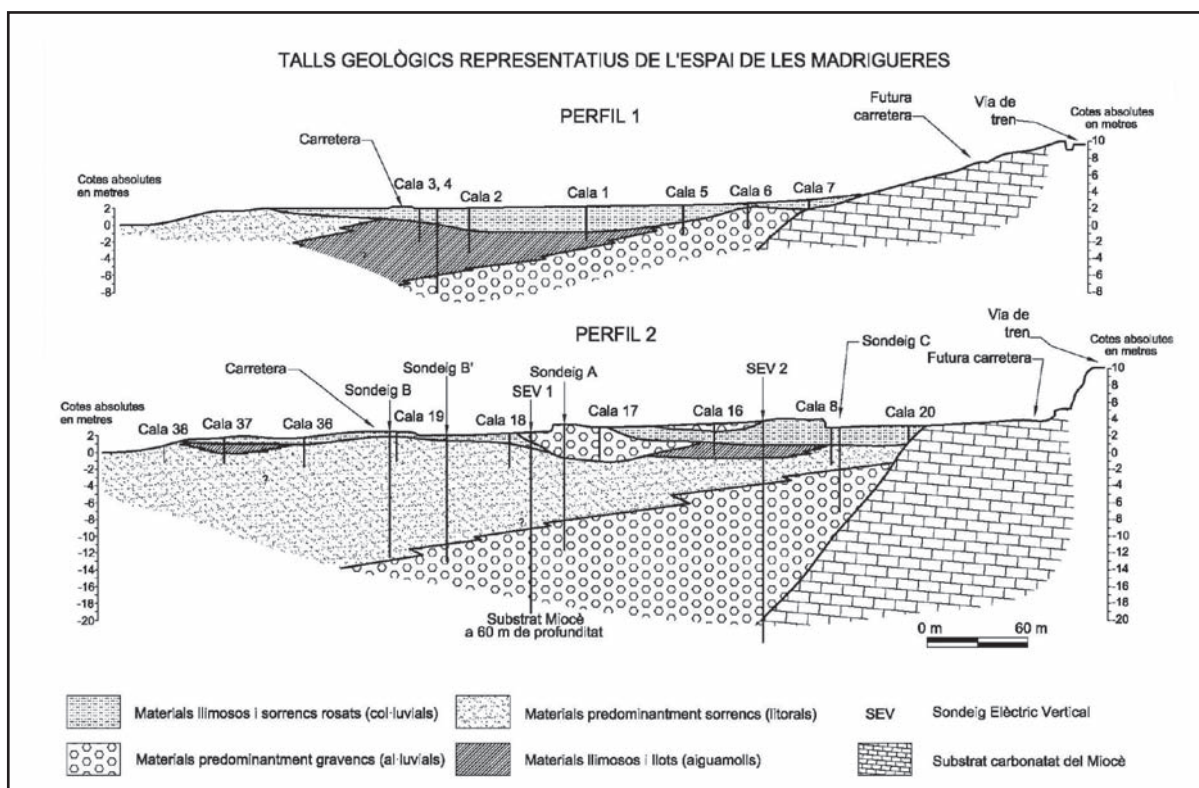


Fig. 2: Perfils geològics efectuats a partir de les dades de la xarxa de reconeixement geològic.

- Graves calcàries, heteromètriques, subrodades amb continguts variables amb matriu de llims i sorres de coloracions marronoses, pròpies de dipòsits al·luvials de la riera.
- Sorres de gra mig a fi, ben seleccionades, de coloracions ocre i gris amb presència de matèria orgànica, alguns fòssils i graves de litologies varies (fonamentalment de calcàries i quars), heteromètriques i rodades. Conjunt propi d'ambients de dipòsits litorals.
- Llots i fangs grisos amb forces restes fòssils i continguts variables en matèria orgànica que generen una forta olor de sulfhídric, associats a dipòsits d'antics aiguamolls.

A partir dels sondeigs elèctrics verticals (SEVs), s'intercepta el substrat miocè entorn als 25 m de fondària en el SEV 2 i a fondàries de fins a 60 m en el SEV 1 més proper al litoral, i es realitza una interpretació en fondària del conjunt dels materials, on s'observa una geometria en forma de tascó laxa, amb els materials quaternaris recobrint progressivament el substrat miocènic cap al nord, assolint gruixos creixents cap a mar (fig. 2).

La piezometria del sector es troba sempre per sobre de la cota zero absoluta, entre 0,2 i 1,2 m, en no existir extraccions significatives per l'entorn, amb un gradient molt baix cap al sud i amb oscil·lacions temporals inferiors al mig metre, mesurables tant en els piezòmetres com en els sondeigs i les basses (fig. 3).⁽⁷⁾ Les línies de flux subterrani semblen encara convergir vers la traça de l'antiga llera.

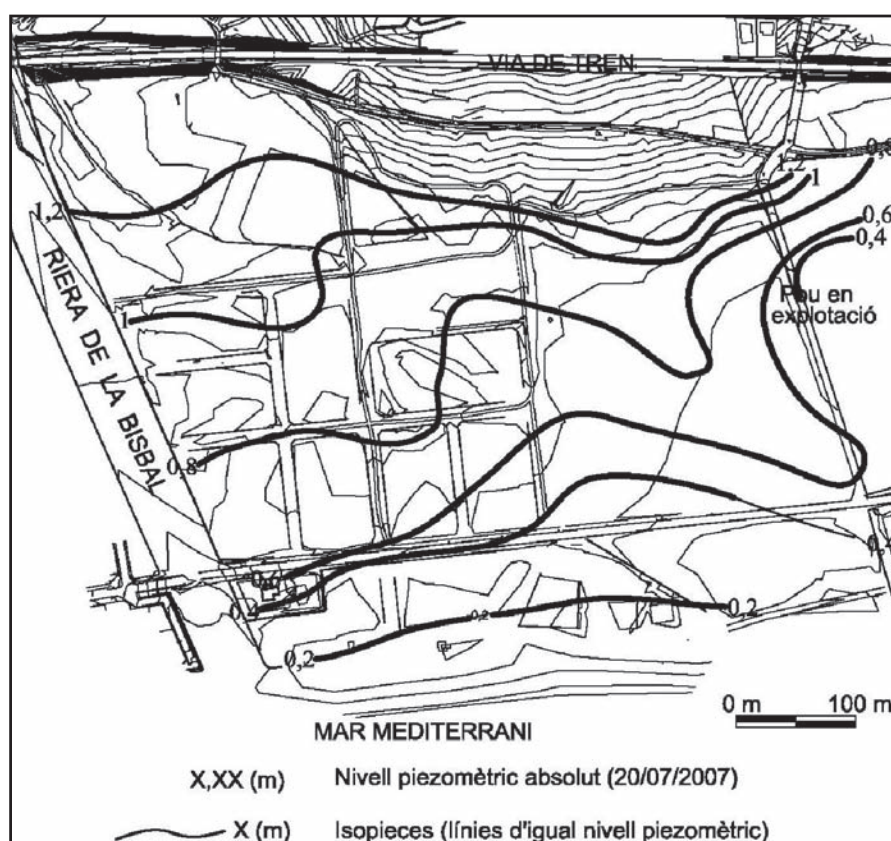


Fig. 3: Mapa piezomètric on s'observen els gradients dominants, les cotes sempre positives i un punt marginal al NE amb extraccions, fora de l'àmbit a naturalitzar.

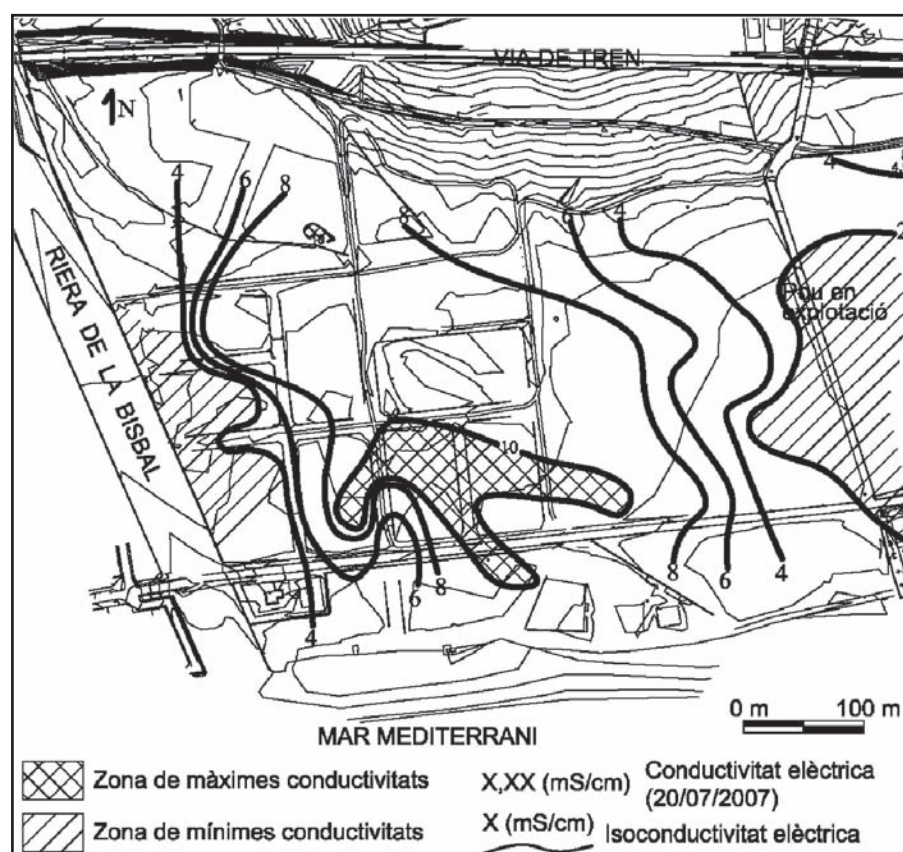
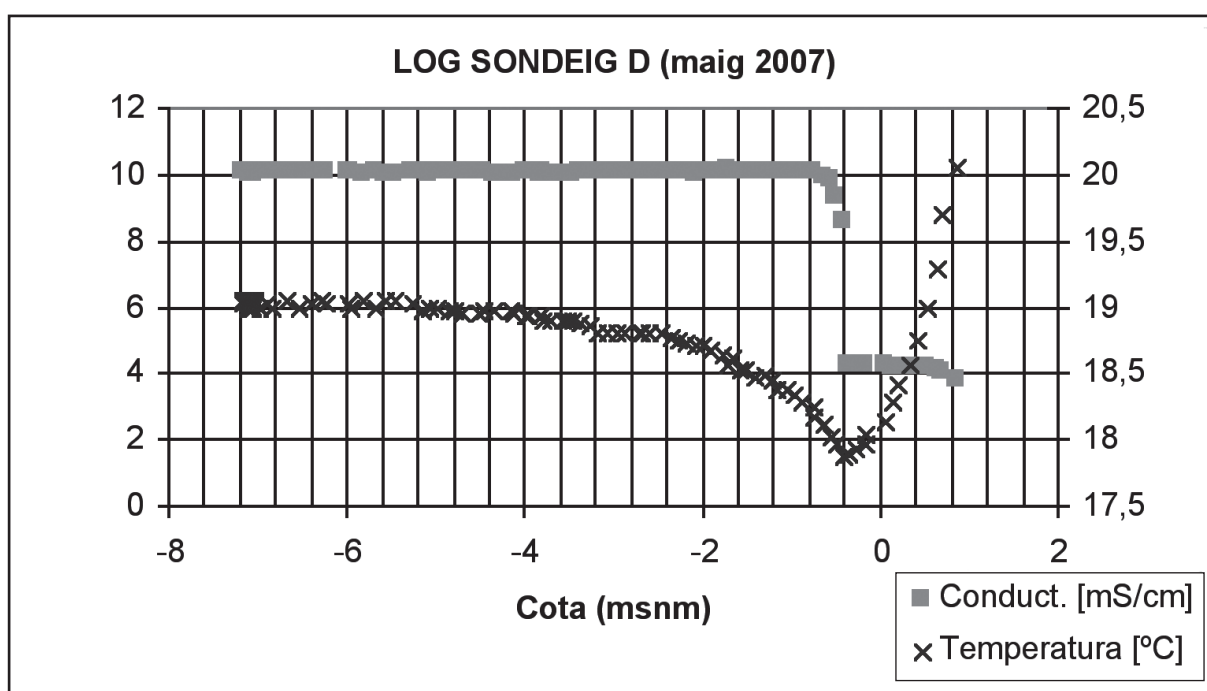
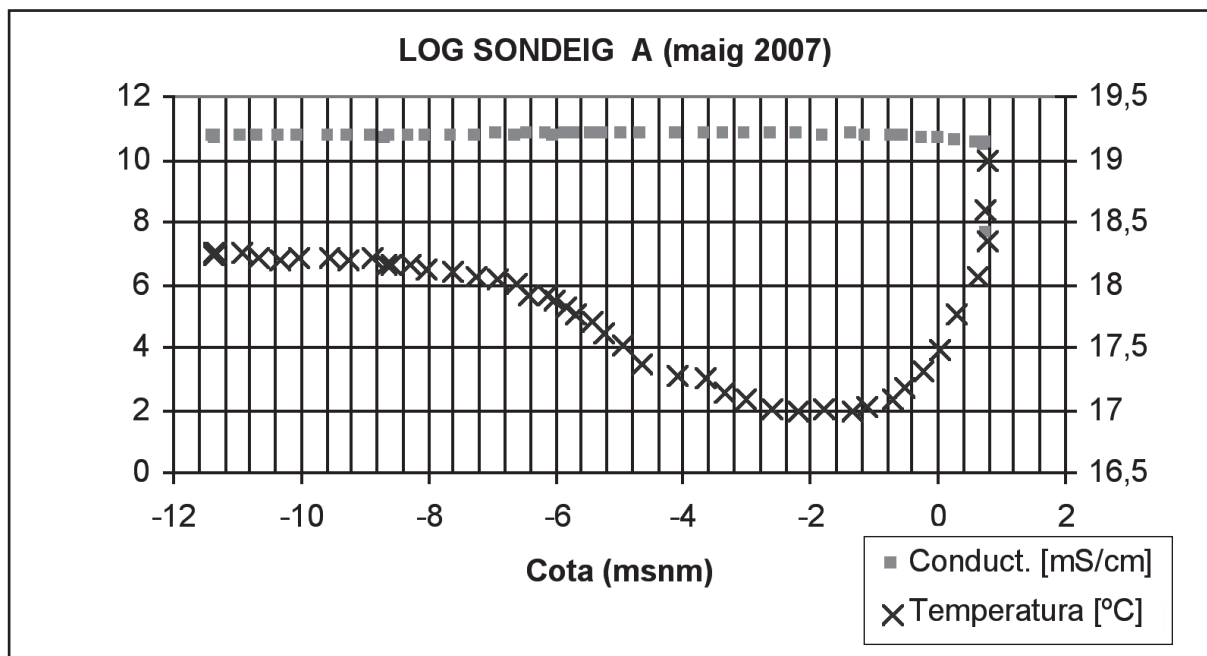


Fig. 4: Mapa d'isoconductivitat elèctrica on s'evidencien diferències marcades per l'aflorament d'aigües salobres de descàrregues subterrànies, en el sector central, sense precedir extraccions i sense contribució d'aigües mareals o de temporals.

Pel que fa al quimisme s'aprecien importants diferències espacials, amb unes aigües centrals clorurades sòdiques amb altes conductivitats elèctriques, probablement producte de la barreja d'aigües profundes (aquífer Miocè i Quaternari) amb aportacions d'aigües marines i unes aigües més superficials, bicarbonatades magnèsiques amb conductivitats més baixes que es troben en els extrems de l'àmbit de les Madrigueres (fig. 4). Tal com hem dit, en el proper article hi entrarem amb més detall. Ara comentarem els diferents registres realitzats de salinitat i temperatura en diversos sondeigs poc profunds realitzats, la qual cosa fa entreveure l'estructura hidrogeològica present.

Els registres verticals de salinitat i temperatura, denominats en argot tècnic logs verticals, denoten diferents circumstàncies:

- Els tres logs (sondeigs A, D i E) denoten un gradient tèrmic important, menor en el sondeig D, després dels dos a tres primers metres que s'equilibren amb la temperatura del terreny superior. Els tres sondeigs presenten (casualment ?) alta salobritat, constant en els sondeigs A i E, mentre que en el sondeig D es denota un tram som d'aigua "dolça" surant pel damunt, amb la interfase⁽⁸⁾ coincident amb la inversió tèrmica.



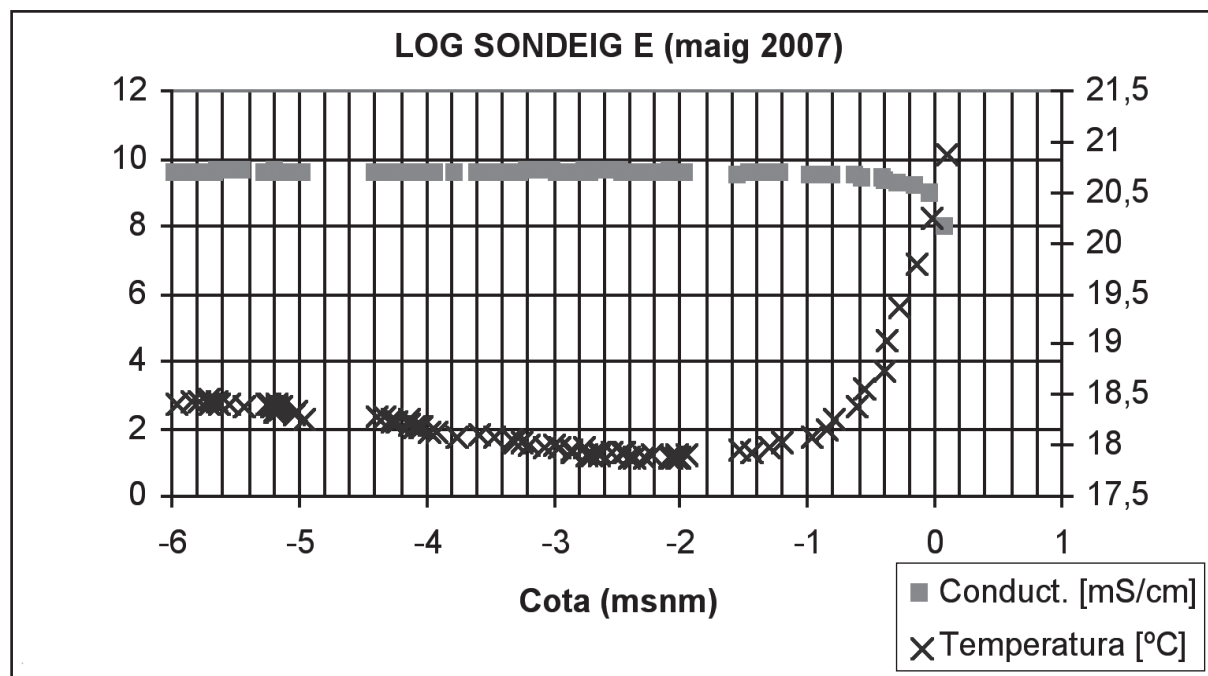
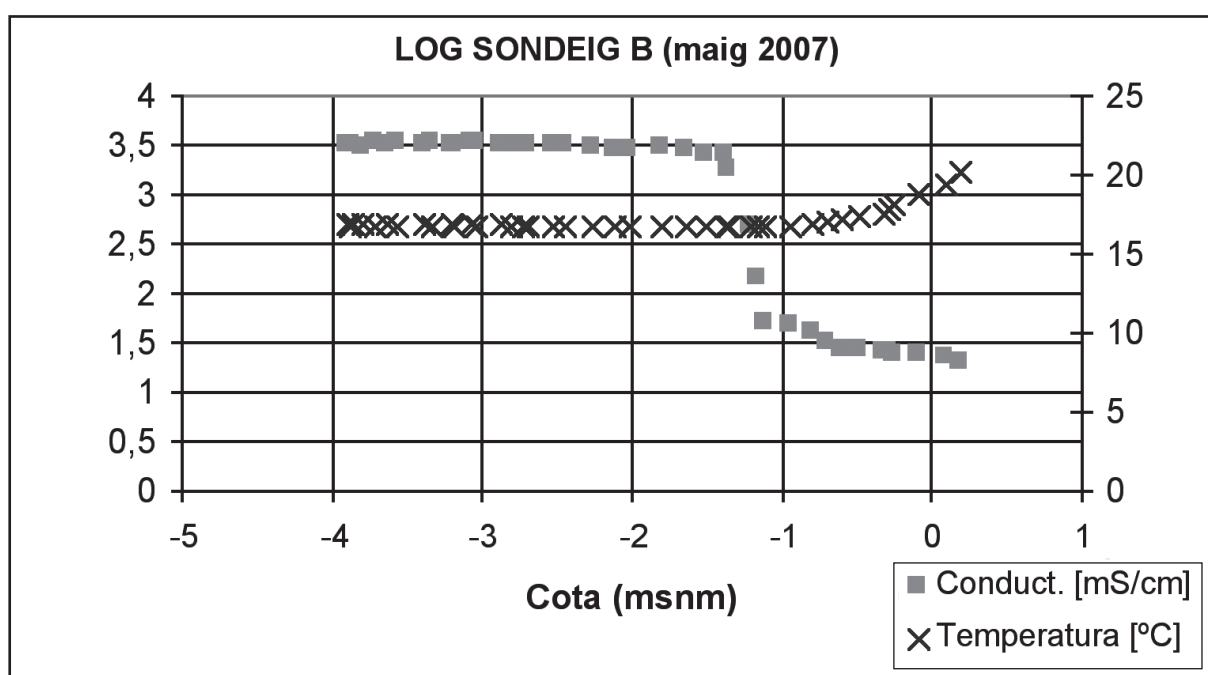


Fig. 5: Tres registres verticals de temperatura i salinitat en diferents sondeigs poc profunds, amb gradient tèrmic.

- Els tres logs següents corresponen a sectors on dominen les aigües dolces a molt dolces, és a dir, amb CE inferiors a 2 miliSiemens, però on es presenta molt clarament una interfase d'aigües més salobres a diferents fondàries: a dos metres i mig en el sondeig H i a la meitat, 1,25 metres en el sondeig B. En el cas del sondeig G les seves aigües no superen la barrera de 0,8 miliSiemens. Quant a les temperatures, en aquests tres sondeigs no s'observa un gradient tèrmic, i es nota solament la influència de les aigües afectables per la isoterma del terreny.



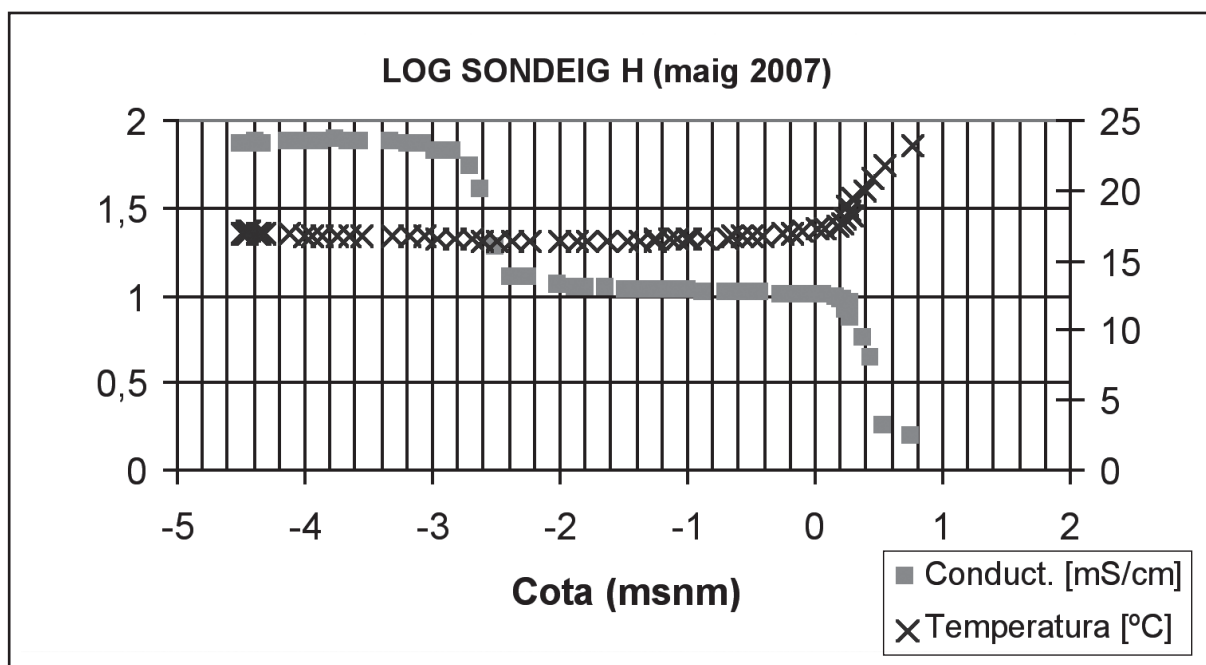
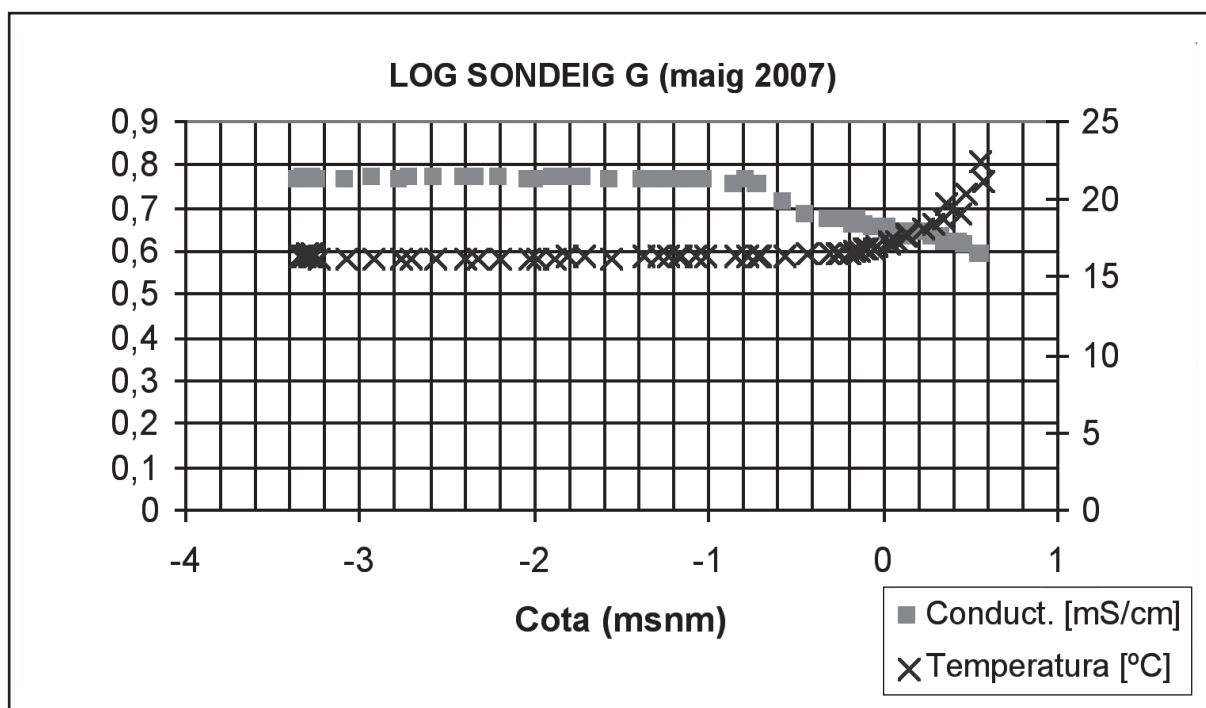


Fig. 6: Tres registres verticals de temperatura i salinitat en diferents sondeigs poc profunds, amb aigües dolces i sense gradient tèrmic aparent.

CONCLUSIONS

Enfront a les diverses alternatives possibles, es presenta una restauració naturalística⁽⁹⁾ (CASADO et al., 1992; COMIN, F. A. et al., 1996) en base a una reconstrucció paleogeogràfica d'aquest entorn fluvio-litoral (fig. 7), sabent que l'espai de les Madrigueres, àmbit de trànsit entre el litoral i la desembocadura d'una riera, denota dinàmiques geològiques pròpies i intenses.

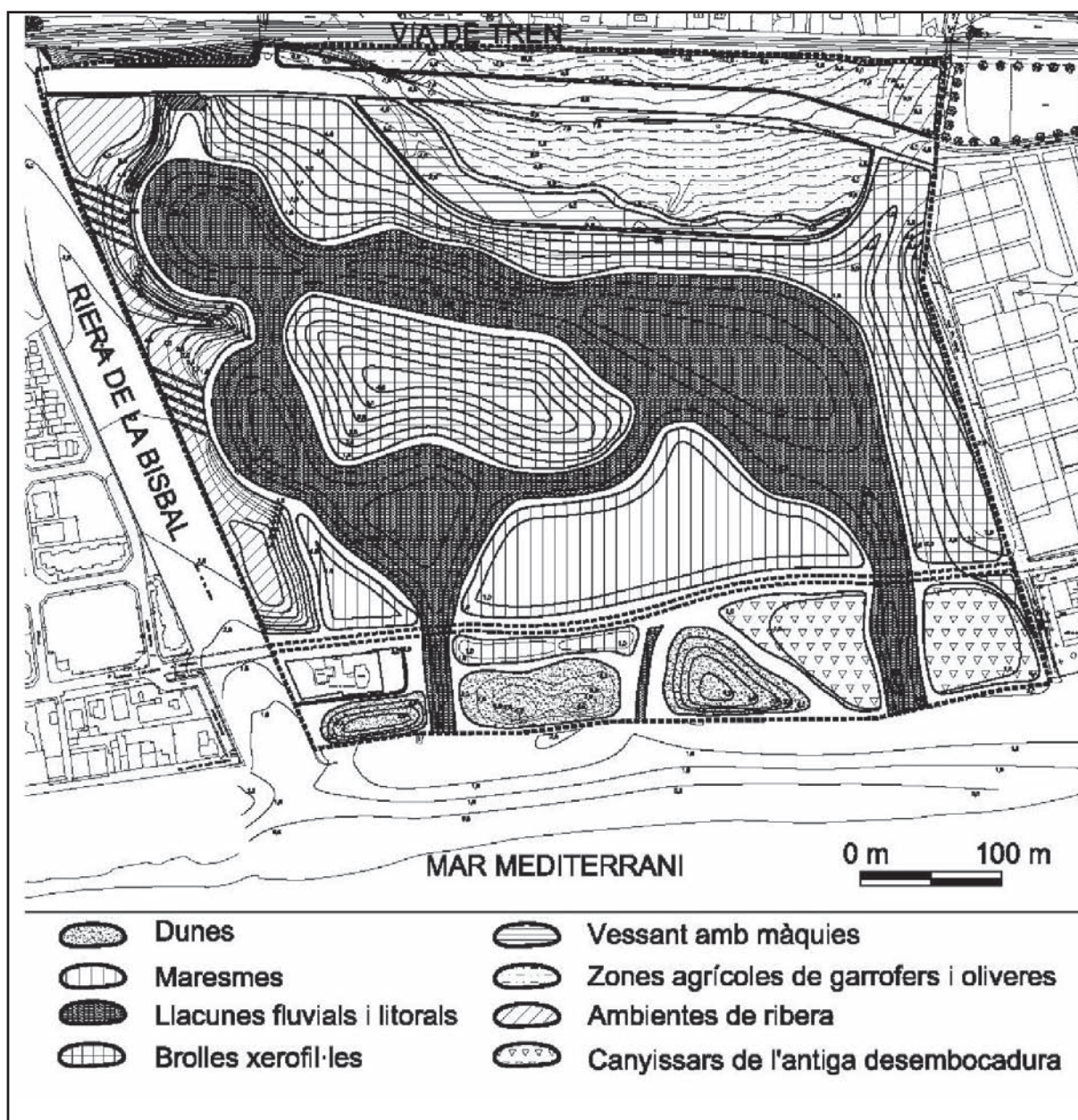


Fig. 7: Projecte de naturalització de l'espai de les Madrigueres en base a una reconstrucció paleogeogràfica dels materials del subsòl.

Els reconeixements efectuats permeten diferenciar materials de graves rodades associades predominantment a aportacions fluvials característics d'aquests trams finals de la conca que lateralment passen a materials més fins corresponents a dipòsits col·luvials distals, conjunt propi d'ambients transicionals amb influència continental.

També es reconeixen materials sorrencs ben seleccionats, propis dels dipòsits litorals marins i trams de llots i llims orgànics característics dels dipòsits de maresmes litorals, presents en espais pròxims litorals com els Salats i Muntanyans dels municipis de Creixell i Torredembarra, pocs quilòmetres al sud de la zona en estudi.

El disseny de les llacunes i maresmes s'ha efectuat intentant coincidir al màxim amb els materials interceptats en els treballs de reconeixement del subsòl (figs. 1 i 7). És a dir, les llacunes fluvials se situen preferentment en les antigues lleres fluvials que enllaçaven al seu torn amb les llacunes litorals, envoltades per les maresmes (FORÉS, 1994; MENÉNDEZ et al., 1987).

Entre la línia actual del mar i l'espai de maresmes i llacunes s'instal·len normalment cordons dunars que es restauraran, interceptats per canals que connectaran temporalment les llacunes amb el mar (fig. 7), a manera de canals mareals. La morfologia i granulometria dels relleus dunars s'ha efectuat segons un estudi comparatiu amb cordons dunars similars de Torredembarra, donada la similitud de les àrees font i dels climes (CARULLA et al., 2001).

En la zona NW, annexa a la riera funcional, es permetrà el desbordament controlat de cabals d'avingudes cap a les llacunes fluvials, dinamitzant l'espai i actuant en certa mesura com a llacuna de laminació en períodes d'avingudes.

NOTES

- (1) Geòlegs Assessors. nacg@tinet.org
- (2) Geòlegs Assessors. dalbalat@colgeocat.org
- (3) Entre d'altres estudis, destaquem "Planificació de l'espai fluvial de la Riera de la Bisbal i el Torrent del Lluc", Agència Catalana de l'Aigua. Març 2001.
- (4) "Proyecto reformado del desvío y encauzamiento de la Riera de La Bisbal entre el puente del Ferrocarril de Madrid a Barcelona y el Mar para defensa del Barrio marítimo de San Salvador de Vendrell" (Tarragona).
- (5) "Informe d'inundabilitat del tram final de la Riera de la Bisbal (les Madrigueras)". TYPSA. Barcelona. Abril 2002.
- (6) Mètode de reconeixement indirecte on introduint corrents elèctrics en el terreny es mesuren els gruixos dels diferents estrats.
- (7) Les oscil·lacions màximes piezomètriques voregen el mig metre, remarcant o suavitzant els gradients hidràulics.
- (8) S'entén per *interfase* el sector de contacte entre aigües de característiques molt diferents.
- (9) No entrem en el Pla Especial de l'Espai on es delimiten els usos previstos, i la forma legal de gestionar l'espai per part de l'Administració. Per tant, no entrarem a descriure les modificacions en les infraestructures que aquest Pla implica, millorant l'ús global de l'espai.

BIBLIOGRAFIA

- CARULLA, N.; PUIGSERVER, D. (2001). "Anàlisi de la tipologia dunar i de la morfologia dels estanys litorals: Aplicació a la proposta de restauració del paratge de les Madrigueres (el Vendrell, Tarragona)". Rev. *Spartina*, núm. 4. Butlletí naturalístic del Delta del Llobregat. El Prat de Llobregat. Barcelona: 2-17.
- CARULLA, N.; ALBALAT D.; JODAR, J. (2008). "Bases geológicas e hidrogeológicas para la naturalización de una zona fluvio-litoral: Las Madrigueras de la Riera de La Bisbal (El Vendrell), Tarragona. NE Spain". VII Congreso Geológico Nacional de España. Las Palmas de Gran Canaria. Geo-Temas 10.
- CASADO DE, O.; SANTOS Y MONTES, C. (1992). "La falsa restauración de humedales". Rev. *Quercus*, julio 1992: 16-18.
- COMÍN, F. A.; ROMERO, J. A.; GARCIA, C. i ASTORGA, V. (1996). "Restauración y gestión de humedales en el delta del Ebro (NE España)". Butlletí Parc Natural Delta de l'Ebre núm. 9: 23-25.
- FORÉS PLANELLS, E. (1994). "Llacunes costaneres de rambla de la localitat de l'Ametlla de Mar. Estudi preliminar del poblament vegetal i algunes característiques químiques de les seves aigües". Butlletí Parc Natural Delta de l'Ebre núm. 8: 4-8.
- Instituto Geológico y Minero de España (1982): *Mapa geológico de España*, escala 1:50000. Hoja nº 447 (Villanueva y Geltrú).
- MENÉNDEZ, M. i COMÍN, F. A. (1987). "Las lagunas costeras del Delta del Ebro: Criterios ecológicos básicos para su gestión". Butlletí Parc Natural Delta de l'Ebre núm. 1: 32-35.