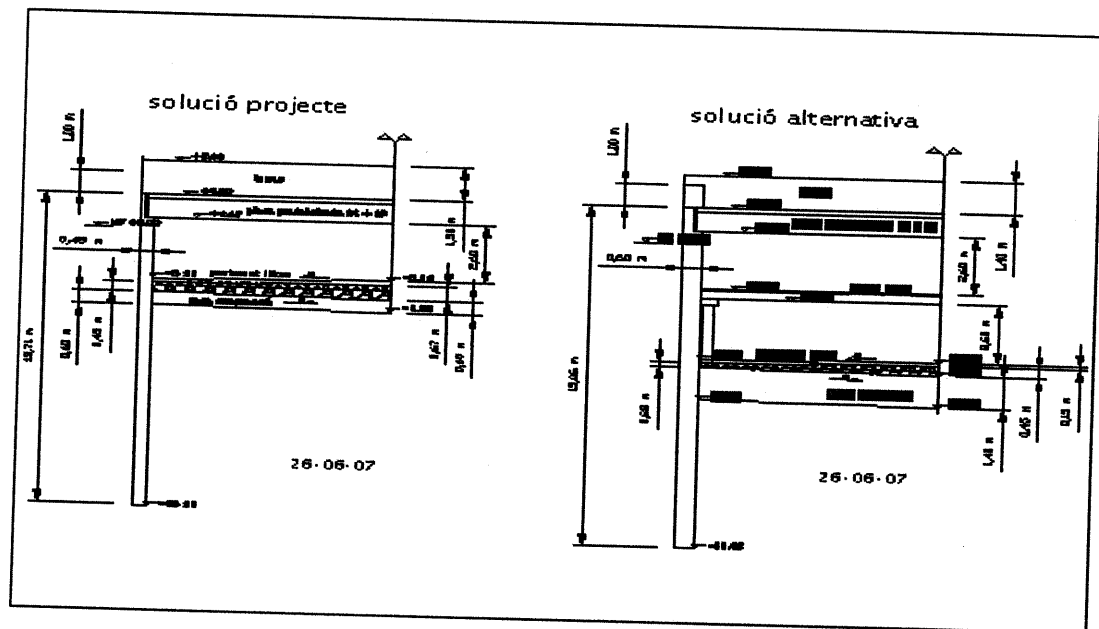


INFORME DE MODELITZACIÓ HIDROGEOLÒGICA DE SOLUCIÓ ALTERNATIVA PER A LA CONSTRUCCIÓ D'UN APARCAMENT SUBTERRANI DE DUES PLANTES A L'AVINGUDA VERGE DE MONTSERRAT DEL PRAT DE LLOBREGAT

ESBORRANY



Realitzat per a:

DRAGADOS
GESTORIA AMBIENTAL, G.A.
Projecte C1707A
JULIOL 2007

INFORME LA MODELITZACIÓ HIDROGEOLÒGICA D'UNA SOLUCIÓ ALTERNATIVA PER A LA CONSTRUCCIÓ D'UN APARCAMENT SUBTERRANI DE DUES PLANTES A L'AVINGUDA VERGE DE MONTSERRAT DEL PRAT DE LLOBREGAT

Gestoria Ambiental, GA, ha estat requerida per DRAGADOS Aparcament El Prat de Llobregat 265/582 (en endavant DRAGADOS) per realitzar una modelització hidrogeològica d'una solució alternativa per a la construcció d'un aparcament subterrani de dues plantes a l'avinguda Verge de Montserrat, entre l'avinguda del Remolar i el carrer de l'Empordà, en el municipi del Part de Llobregat (Barcelona).

1.0 ANTECEDENTS

Entre el mes d'octubre de 2005 i març de 2006 i per encàrrec de l'empresa PRAT ESPAIS, SLU va ser elaborat per Gestoria Ambiental, G.A. l'estudi hidrogeològic de la zona on es projectava construir un pàrking subterrani d'un planta a l'avinguda Verge de Montserrat del Prat de Llobregat.

L'avantprojecte realitzat per Prat Espais, S.L.U., contemplava la construcció d'un aparcament en una única planta sota el vial públic, d'aproximadament 16,6 metres d'ample lliure i uns 224 metres de llarg, resultant un total de 4.082 m² construïts d'aparcament aproximadament, que havia d'estar soterrat deixant una capa de terres per sobre de 1,5 metres per tal de poder tornar a plantar arbres a l'avinguda. Pel que fa al sistema estructural s'havien evitat els pilars i s'havia optat per un sostre prefabricat recolzat en la pròpia pantalla que faria de contenció perimetral. Aquest sostre tindria un cantell aproximat d'1,1 metres, i el gàlib de l'aparcament seria d'uns 2,4 metres. A més, és de preveure que calgués realitzar una llosa de subpressió al fonament. Per tant la cota de fonament de la llosa estaria propera als 7 metres de fondària.

A més a més, Prat Espais SLU va contractar també els serveis de Bosch & Ventayol per realitzar l'estudi geotècnic del subsòl i a l'empresa Perforacions Lujan, SL per realitzar els treballs de construcció dos pous i realitzar l'assaig de bombament.

Per determinar les característiques hidrogeològiques de l'aquífer superficial a la zona del pàrking es van instal·lar 4 piezòmetres de control en els sondatges geotècnics

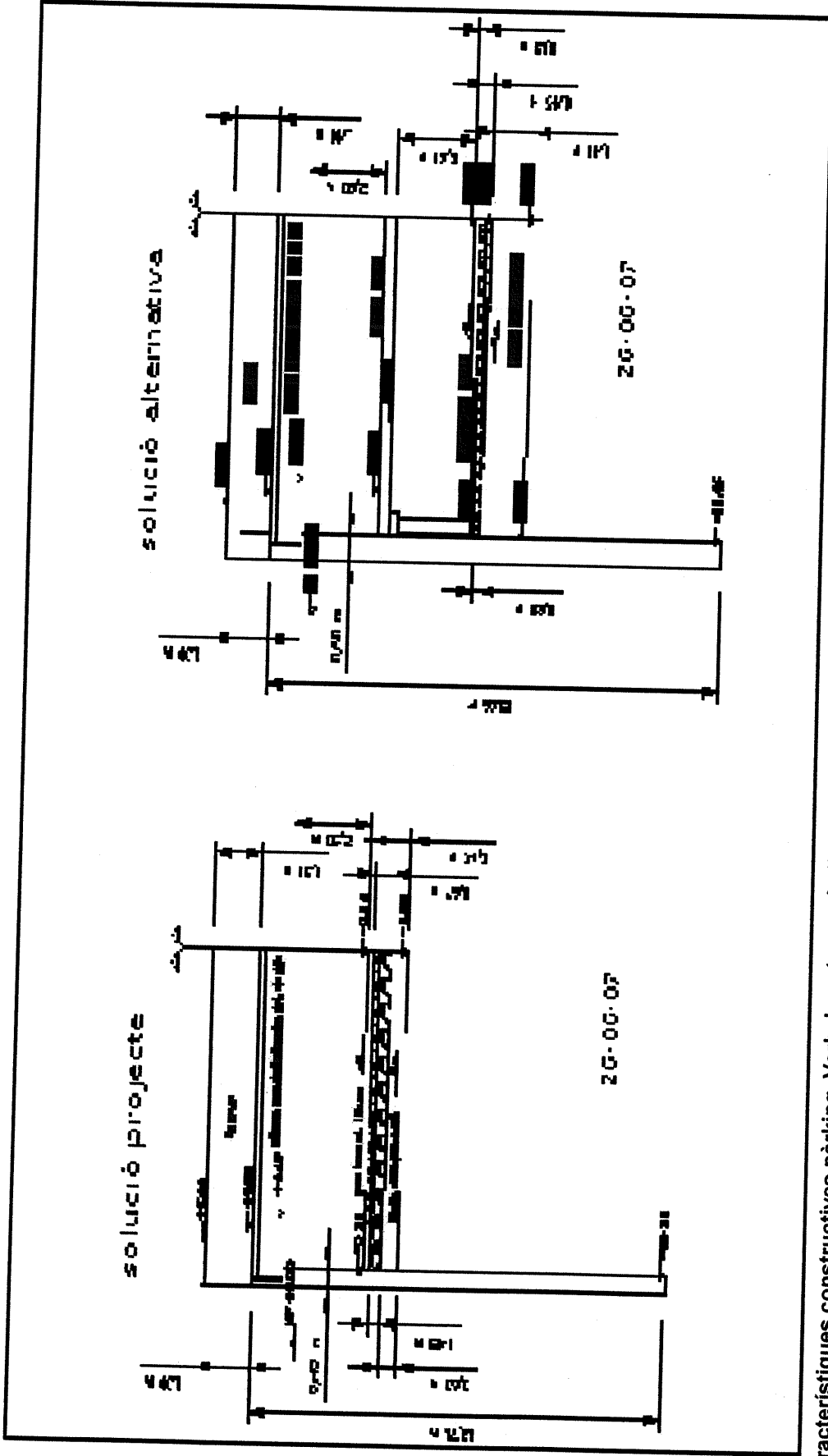
prèviament programats, i es van instal·lar dos pous per a dur a terme assaigs de bombament de 48 hores a cadascun.

Amb les dades de camp interpretades es va realitzar una modelització per simular del drenatge requerit per rebaixar el nivell de l'aigua subterrània fins a la cota -2 m (7 m de profunditat respecte a la superfície del terreny), descens necessari per a la construcció de la llosa del pàrking. Es va simular dos escenaris: un amb pantalles perimetrals de 13,5 m dins l'aqüífer superficial i un altre escenari amb pantalles de 15 m de profunditat dins de l'aqüítard. El resultat es recullen en "l'Informe de l'Estudi Hidrogeològic per a la Construcció d'un Aparcament Subterrani a l'Avinguda Verge de Montserrat del Municipi del Prat de Llobregat, Abril 2006", una de les conclusions del qual és: "En una excavació en una única fase (escenari 2) amb pantalles a 15 m de profunditat (cota -8,5 m) i llosa a 7 m de profunditat (cota -2 m) amb 4 pous de bombament, s'haurien d'extreure cabals entre 800 i 1000 m³/dia, amb uns temps estimats d'entre 10 i 15 dies".

Posteriorment, i segons informació verbal, la solució projecte escollida va ser la corresponent a l'escenari de construcció de pantalles a 15 de profunditat. Tanmateix, Dragados ha presentat una solució alternativa de construcció.

A petició de DRAGADOS, Gestoria Ambiental va presentar oferta de serveis per realitzar un estudi hidrogeològic mitjançant modelització, la qual ha estat acceptada en data 9 de juliol de 2007 i són l'objecte d'aquest informe.

La següent figura mostra la solució projecte i la solució alternativa.



Característiques constructives parking. Verbalment es va indicar que la cota de la base de les pantalles no serà -11,46 m com mostra la figura sinó -13 m.

2.0 OBJECTIU

Avaluar la interacció entre l'aquífer superficial del delta del Llobregat i la construcció d'un aparcament subterrani amb dues plantes com a solució alternativa amb murs pantalla fins a uns 18 m de profunditat, centrant-se en l'aportació d'aigua de l'aquífer durant l'etapa de construcció i en les extraccions necessàries que caldrà realitzar durant la construcció i el seu grau d'afecció als nivells piezomètrics per poder excavar fins a la cota -5 m respecte al nivell del mar.

3.0 DESCRIPCIÓ DELS TREBALLS

3.1 Condicions de referència

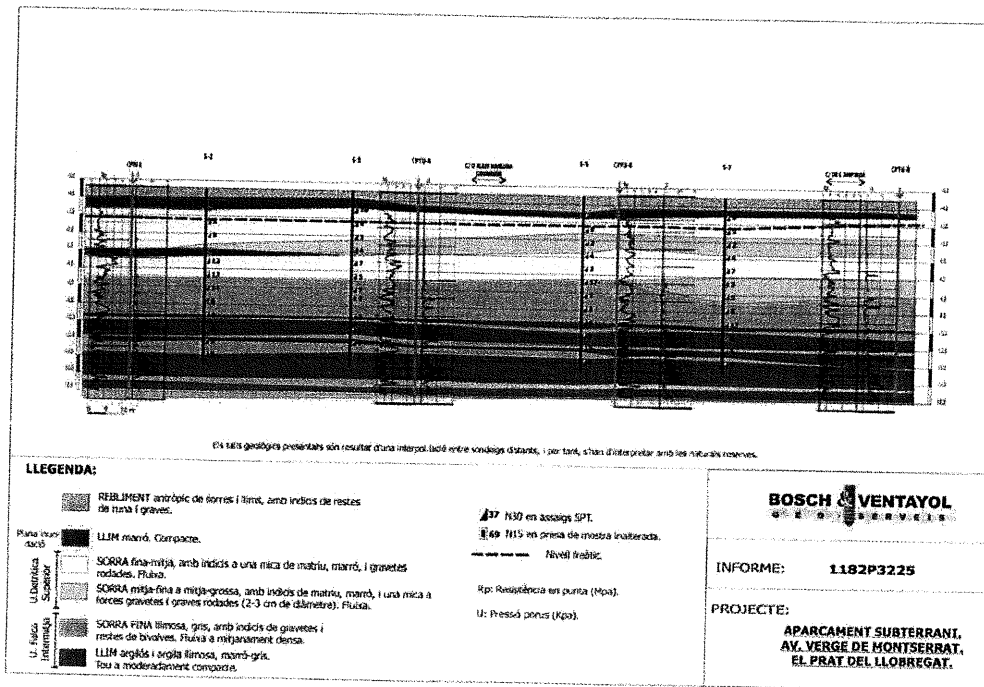
Geologia

Geològicament la zona d'estudi s'enmarca dins de la plana del delta del riu Llobregat, formada per materials detrítics (graves, sorres, llims i argiles) del Quaternari. La potencia d'aquests materials a la zona del Prat de Llobregat és de 100 a 150 metres, i estan dipositats sobre materials del Neògen, formats principalment per argiles, sorres, arenisques, conglomerats i margues.

La investigació geotècnica i hidrogeològica s'ha centrat en els 20 m superficials del complex deltàic superior, que en la zona del pàrking consisteix, de forma general, amb les unitats litològiques que a continuació es descriuen:

Potencia estimada (m)	Litologia
0 - 1,50	Reblimet antròpic (sorres, gravetes i llims; restes de runa)
1,50 - 2,40	llims marrons
2,40 - 11,50	sorres fines i grolleres, amb graves i gravetes
11,50 - 15,00	sorres fines i llims grisos localment amb gravetes
15,00 - 20,00	llims i argiles grises

En el tall geològic longitudinal (Bosch & Ventyol, estudi geotècnic octubre 2005) que es mostra seguidament es pot observar una major presència de sorres i graves en el sondatge S-7, situat a la zona est del pàrking.



Tall geològic longitudinal

Hydrogeològicament, fins als 15 m de profunditat, els materials corresponen a l'aquífer superficial formats per sediments arenosos d'origen fluvial i litoral de mitjana a alta transmissivitat (platja somera i platja profunda), que presenta una cobertura de llims i argiles marrons de plana deltàica. A partir de 15 m de profunditat són materials que corresponen al tascó intermedi de llims (prodelta) que actua com un aquífer de baixa permeabilitat.

Piezòmetres de control i pous de bombament

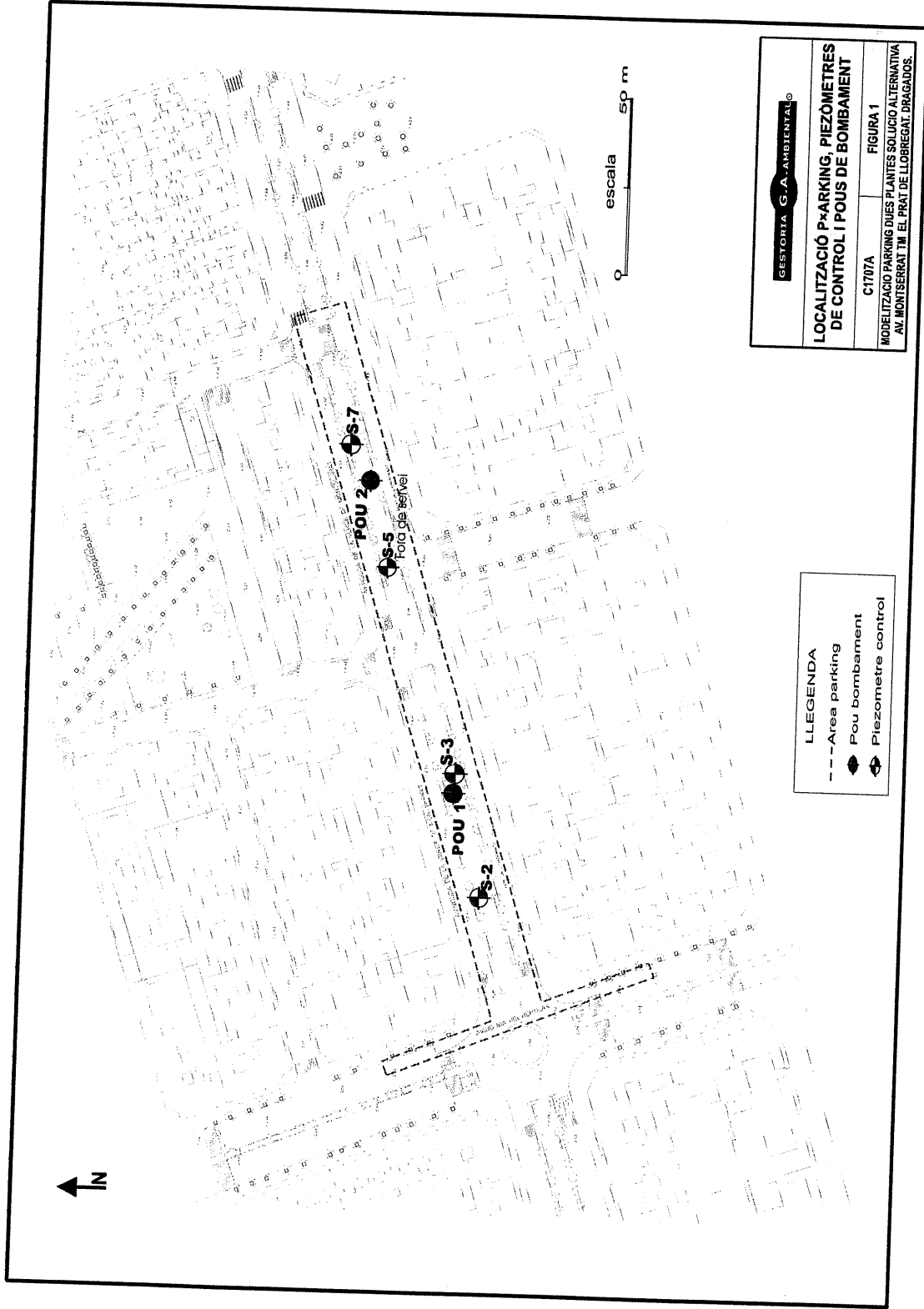
A la rambla central on es preveu construir el pàrking, es van instal·lar l'any 2005 quatre piezòmetres de control, S-2, S-3, S-5 i S-7, amb canonada final de PVC roscada de 50 mm de diàmetre, amb tap de fons, filtre de graves, segellament de bentonita i arqueta, tots formats per 1,0 m de canonada cega en superfície i la resta (19 m) ranurat amb un pas de reixeta de 0,5 mm. El nivell freàtic es va tallar en tots els piezòmetres a 3,50 m de profunditat respecte a la superfície (octubre 2005). Així mateix es van construir dos pous de bombament, P-1 i P-2, emplaçats cadascun d'ells en les dues illetes de la rambla.

Les dades de les acotacions topogràfiques realitzades en els pous de bombament i els piezòmetres de control construïts, són les que seguidament s'indiquen.

Cordenades UTM i cota topogràfica de pous i piezòmetres

Toponimia	X	Y	COTA (m)
Pou 1	423865.876	4575316.876	5,092
Pou 2	423961.080	4575344.880	4,996
S-2	423833.568	4575307,123	5,123
S-3	423871.458	4575315.823	5,117
S-5	423934.175	4575338.660	5,052
S-7	423971.255	4575350.559	4,992

La figura següent mostra la localització del pàrking, els piezòmetres de control i els pous de bombament construïts a data de la visita de camp realitzada el 9 de juliol de 2007.



LLEGENDA

- - - - Area parking
- Pou bombament
- Piezometre control

GESTORIA G.A. AMBIENTAL

LOCALITZACIÓ PÀRKING, PIEZÒMETRES DE CONTROL I POUS DE BOMBAMENT

C1707A **FIGURA 1**

MODELITZACIÓ PARKING DUES PLANTES SOLUCIÓ ALTERNATIVA AV. MONTSERRAT TM. EL PRAT DE LLOBREGAT, DRAGAODS.

El dia 9 de juliol de 2007 es van prendre lectures de la profunditat del nivell freàtic estàtic en els piezòmetres de control mitjançant sonda elèctrica.

En la visita de camp es va observar que el piezòmetre S-5 està trencat (fora de servei). En els pous no van poder ser mesurada la profunditat de l'aigua atès que estaven coberts amb tapa de formigó, i segons indicacions verbals de l'empresa, no era recomanable obrir-los, per mesures de seguretat.

Nivells freàtics dia 9 de juliol de 2007

Data	S-2 (m)	S-3 (m)	S-5 (m)	S-7 (m)
9/07/2007	3,63	3,65	TRENCAT	3,575

A partir de la cota i la profunditat dels piezòmetres s'ha determinat el nivell piezomètric a data 9 de juliol de 2007:

Nivells piezomètrics dia 9 de juliol de 2007

Toponimia	Cota (m)	Profunditat aigua (m)	Nivell piezomètric (m)
S-2	5,123	3,63	1,49
S-3	5,117	3,65	1,47
S-5	5,052	-	-
S-7	4,992	3,575	1,415

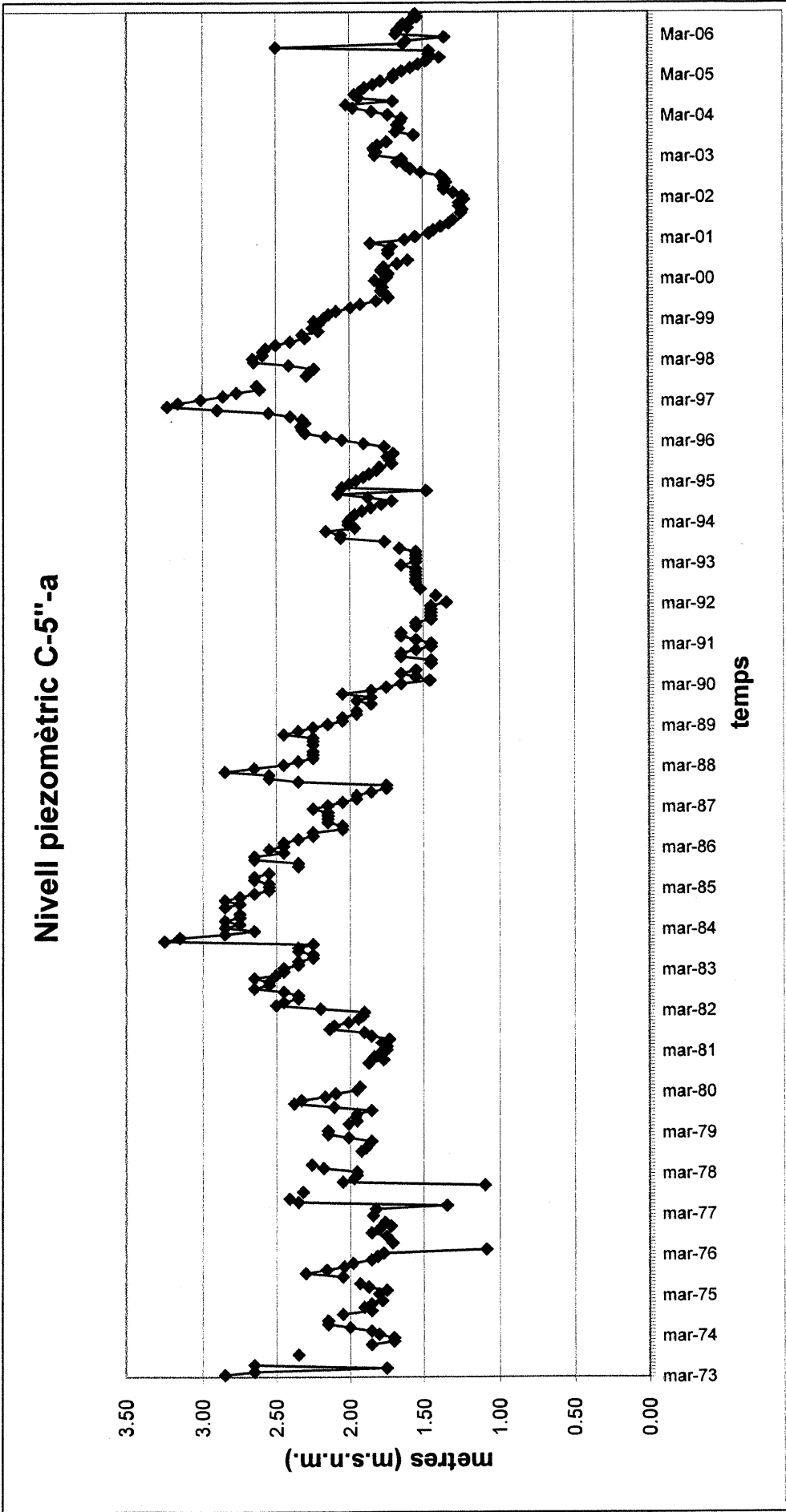
A continuació es mostren les lectures de la profunditat del nivell freàtic estàtic en els piezòmetres de control a data de febrer de 2006.

Dates	S-2 (m)	S-3 (m)	S-5 (m)	S-7 (m)
9/01/2006	3,37	3,39	3,36	3,33
17/01/2006	3,35	3,38	3,355	3,30
27/01/2006	3,35	3,37	3,34	3,30
2/02/2006	3,305	3,345	3,315	3,265
6/02/2006	3,285	3,315	3,295	3,245
7/02/2006	3,28	3,31	3,285	3,23
8/02/2006	3,285	3,31	3,28	3,23

La diferència relativa de la profunditat de l'aigua respecte a febrer de 2006 no ha variat, tot i que en conjunt a la zona hi ha un descens de 0,3 m fruit, probablement, de l'època d'estiatge.

A partir de les dades obtingudes s'observa que la direcció general del flux subterrani predominant és cap a l'est, amb un gradient hidràulic aproximat de la zona de $3 \cdot 10^{-4}$.

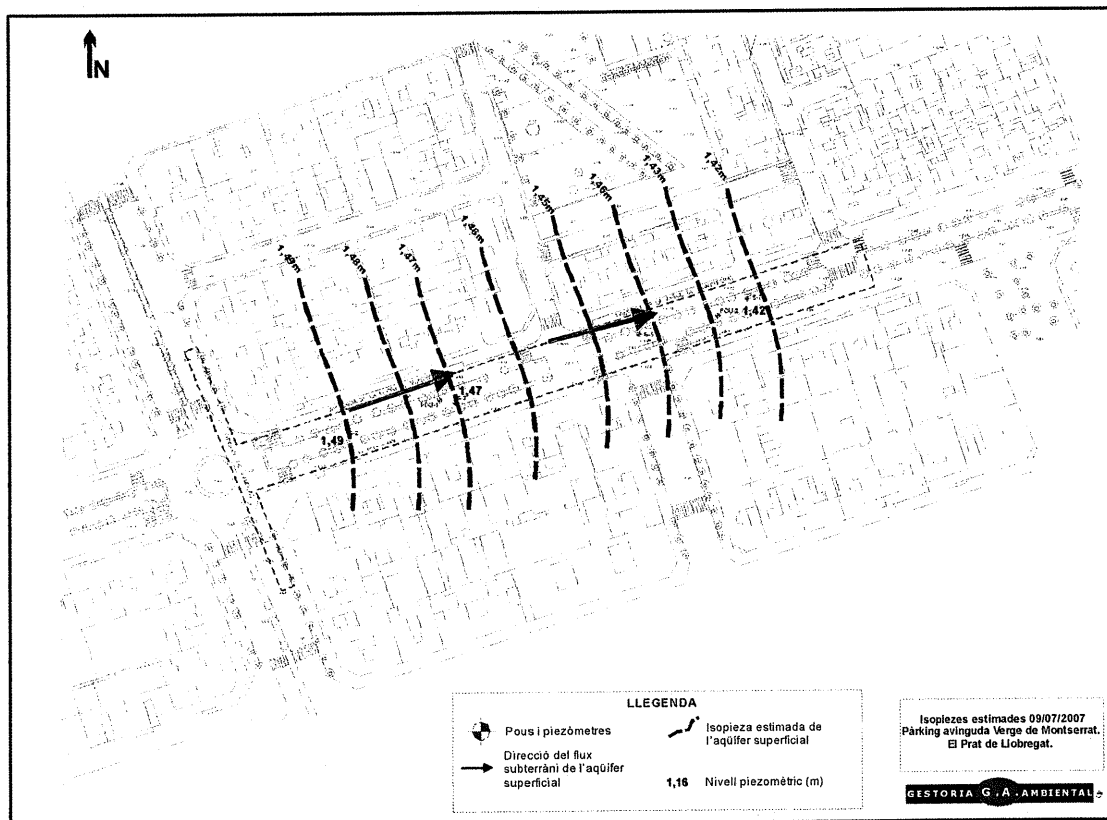
Per conèixer l'evolució del nivell piezomètric (m.s.n.m.) a la zona del Prat s'ha estudiat les dades disponibles del piezòmetre C-5 -a de l'Agència Catalana de l'Aigua, situat en el nucli urbà del Prat de Llobregat (coordenades UTM X: 423.991 i Y: 4.575.995) i proper a la zona d'estudi, per al període 1973-2006 (dades actualitzades fins al dia 12 setembre de 2006), dades que es representen en la següent gràfica.



El valor màxim correspon a 3,25 m al novembre de 1983 i el valor mínim correspon a 1,09 m a l'abril de 1976, el que indica una variació màxima del nivell de l'aigua subterrània de 2,16 m. Per això, es pot prendre com a criteri de seguretat no provocar un descens superior a 2 m per sota dels habitatges propers.

Direcció del flux subterrani

Tot i que l'alineació dels punts de control, que van ser ubicats llavors, a partir de les indicacions de l'empresa Prat Espais, S.L.U. per tal d'assegurar la no afectació als serveis soterrats, dificulta una bona triangulació, s'ha elaborat un mapa piezomètric (isopiezes), a partir de les dades obtingudes al juliol de 2007, on s'observa que la direcció general del flux subterrani predominant és cap a l'est, amb un gradient hidràulic aproximat de la zona de $3 \cdot 10^{-4}$.



Mapa d'isopiezes estimades

3.2 Modelització

S'ha utilitzat el model estàndard de simulació de flux d'aigües subterrànies Visual Modflow, versió 2.82 de diferències finites que permet simular en règim permanent i transitori.

El model s'ha utilitzat per simular del drenatge requerit per rebaixar el nivell de l'aigua subterrània fins a la cota -5 m (10 m de profunditat respecte a la superfície del terreny), descens necessari per a la construcció de la llosa del pàrking. S'ha simulat un únic escenari, amb pantalles perimetrals a cota -13 m (18 m de profunditat respecte a la superfície del terreny), que penetren totalment l'aquífer superficial i una part dins de l'aquífer tard, i a partir del qual es presenten diferents opcions de construcció.

El límit del model correspon al plànol de la zona que va ser facilitat per l'empresa PRAT ESPAIS, S.L.U., que es va emprar en les treballs de modelització, continguts en l'informe suara esmentat. S'han establert nivells piezomètrics constants en els marges adients del plànol. S'ha emprat una xarxa general amb cel·les de 40 m x 40 m fins a cel·les de 6 m de costat a l'entorn del pàrking. L'orientació general de les cel·les és aproximadament paral·lela a la direcció del flux subterrani estimat. A més a més s'ha considerat que l'aquífer superficial del delta del Llobregat, en aquesta zona té uns 15 m de gruix, situat entre la cota +5 m i -10 m.

La modelització s'ha realitzat en base a les dades hidrogeològiques de l'assaig de bombament dels dos pous situats a l'emplaçament (febrer 2006) i amb dades històriques recopilades. La piezometria emprada ha estat la recollida en l'informe hidrogeològic de febrer de 2006 de Gestoria ambiental G.A., ja que el nombre de dades es més complet i és representatiu de les condicions de flux de la zona en l'actualitat, a més a més ens permet compara la solució projecte amb la solució alternativa. La taula següent recull els diferents paràmetres emprats en les simulacions.

Paràmetres escenaris de modelització

	Paràmetres model	Aquífer superficial	Aquífer tard	Pantalles
Permeabilitat (m/dia)	K_x	80	0,1*	0,1*
	K_y	80	0,1*	0,1*
	K_z	8	0,01*	0,01*
Coeficient emmagatzemament	S_s	0,1	0,00001*	0,00001*
	S_y	0,2	0,05*	0,05*

	Paràmetres model	Aqüífer superficial	Aqüítard	Pantalles
Porositat	E_{ff} Por	0,3*	0,05*	0,05*
	Tot Por	0,35*	0,05*	0,05*

* valor estimat o bibliogràfic

Remarcant que no disposem de les dades reals dels paràmetres hidrogeològics dels llims de l'aqüítard, per tant s'han pres les dades més conservadores de permeabilitat vertical de 10-2 m/dia (0.01 m/dia) emprats en els models del REPO (1971) i Iribar (1992) tal com es cita en l'informe Model Matemàtic de Flux i Transport i Pla de gestió dels Aqüífers de la Cubeta Cubeta de Sant Andreu i de la Vall Baixa i Delta del Llobregat, UPC 2002.

També s'ha estimat que la recàrrega a la zona és d'uns 100 mm/any, procedent majoritàriament de les pèrdues de les xarxes d'aigua potable, de pluvials, de residuals i canals de reg.

Indicar també que els resultats obtinguts estan condicionats a la permeabilitat real de les pantalles i la variabilitat estacional del nivell freàtic.

El model consta de 3 capes (capa 1 de cota 0 a -10 m; capa 2 de cota -10 m a -13 m) i la capa 3 de cota -13 a -30 m).i pantalles fins a 18 m de profunditat.

La permeabilitat de les pantalles ha estat estimada amb valors similars als de la capa de llims de l'aqüítard situada a la base de la capa de sorres i graves de l'aqüífer superficial.

S'ha modelitzat prèviament el règim estacionari amb balanç d'aigua -Zone Budget- (càlcul de cabals necessaris pel drenatge) i en règim transitori, a partir de diferents opcions constructives.

- Pàrking complet (1 calaix). Sense pantalla plàstica
- Pàrking dividit en 2 calaixos, A i B. Amb una pantalla plàstica.
- Pàrking dividit en 4 calaixos, A1 i A2 / B1 i B2). Amb tres pantalles plàstiques

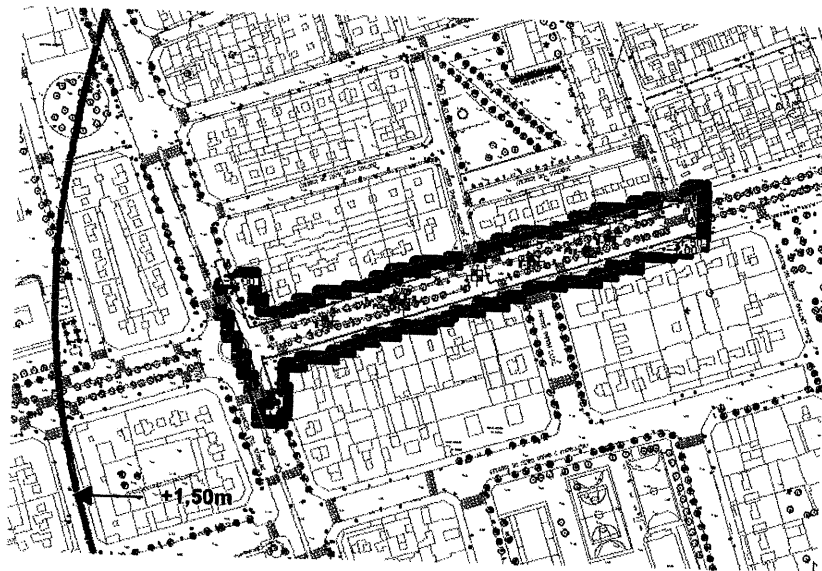
3.2.1 Opció Pàrking complet (1 calaix), sense pantalles plàstiques

Excavació en una única fase amb pantalles a 18 m de fondària (cota -13 m) encastades a la capa de llims de l'aqüítard, i provocant un descens dels nivell freàtic fins a 10 m de profunditat (cota -5 m).

S'ha considerat necessari 3 pous de bombament (P-3, P-1, P-2) amb el règim de bombament següent:

Pou de bombament	Cabal de bombament (m ³ /dia)
P-3	325 - 300
P-1	325 - 275
P-2	500 - 375

Descens observat del nivell piezomètric en el subsòl dels habitatges propers al pàrking oscil·la entre la cota +2,0 i la cota 0,0 per tant amb un descens màxim de 2 m respecte al nivell piezomètric en condicions naturals de no afecció. La figura següent mostra les isolines de nivell piezomètric en règim Estacionari + Zona Budget.



Isolines de nivell piezomètric amb intervals de 0,5 m

La figura següent representa d'una banda les isopièzes a intervals de 0,5 m i d'altra el règim de descens en règim transitori observat en els piezòmetres de control a l'interior de les pantalles i a l'exterior de les mateixes sota els habitatges més propers, en les condicions d'excavació i de drenatge fins a cota -5m.

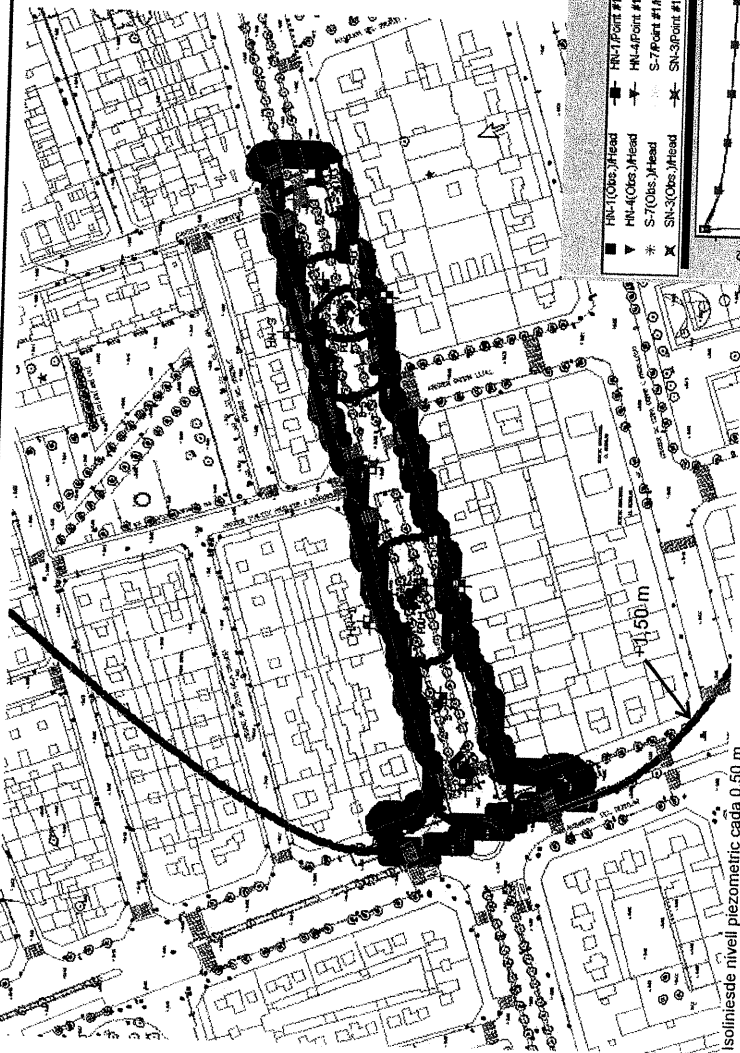
GESTORIA G.A. AMBIENTAL

Pantalles de formigo perimetrals 18 m de fondaria [cota -13 m] sense pantalles plastiques i amb 3 Pous de Bombament

C1707A

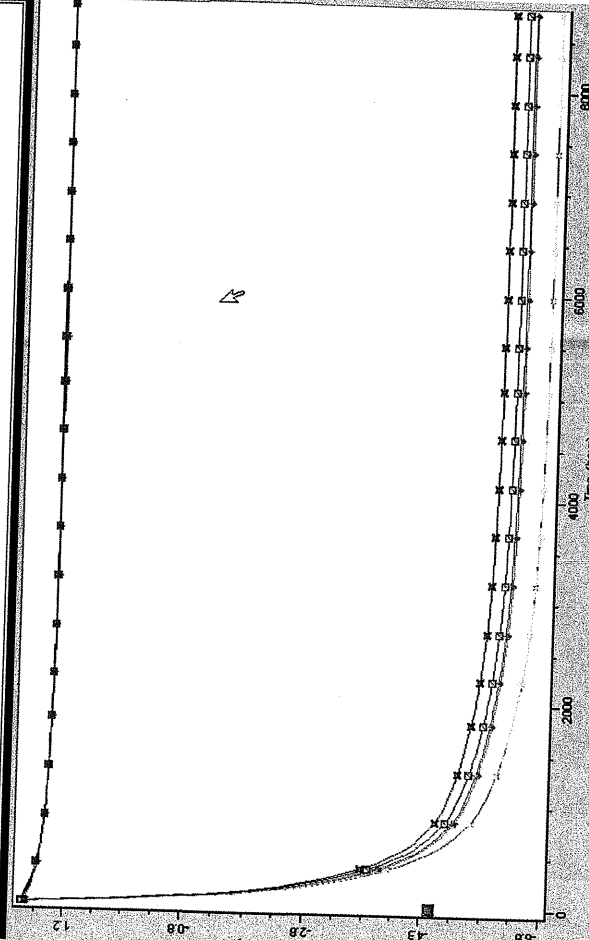
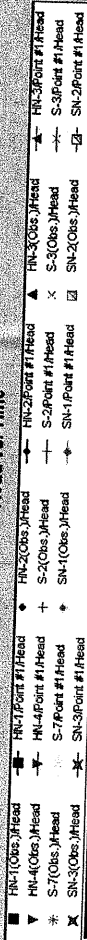
FIGURA 2

MODELITZACIÓ PARKING DUES PLANTES SOLUCIÓ ALTERNATIVA AV. MONTSERRAT TM. EL PRAT DE LLOBREGAT. DRAGADOS.



Isolinies de nivell piezometric cada 0.50 m

Head vs. Time



CABALS DE BOMBAMENT [m³/dia]

Pou bombament P-3: 325 - 300

Pou bombament P-1: 325 - 275

Pou bombament P-2: 500 - 375

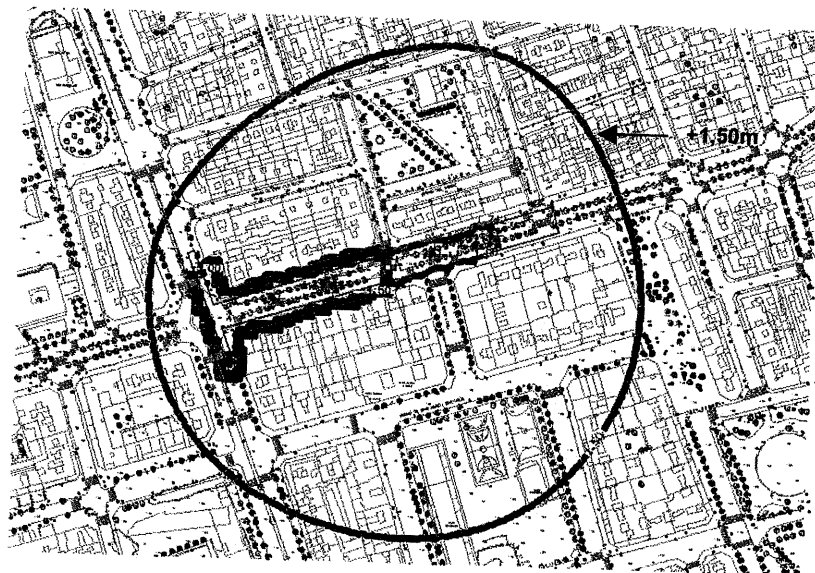
3.2.2 Opció Pàrking dividit en dos calaixos, (una pantalla plàstica).
Calaix A zona sud del pàrking

Excavació en una única fase amb pantalles a 18 m de fondària (cota -13 m) encastades a la capa de llims de l'aquítard, i provocant un descens dels nivell freàtic fins a 10 m de profunditat (cota -5 m) amb 1 PANTALLA PLÀSTICA a la part central simulació calaix A, zona sud.

S'ha considerat necessari 2 pous de bombament (P-3, P-1) amb el règim de bombament següent:

Pou de bombament	Cabal de bombament (m ³ /dia)
P-3	325 – 300
P-1	325 – 275

Descens observat del nivell piezomètric en el subsòl dels habitatges propers al pàrking oscil·la entre la cota +2,0 i la cota 0,5 per tant amb un descens màxim de 1,5 m respecte al nivell piezomètric en condicions naturals de no afecció. La figura següent mostra les isolines de nivell piezomètric en règim Estacionari + Zona Budget.



Isolines de nivell piezomètric amb intervals de 0,5 m

La figura següent representa d'una banda les isopiezes a intervals de 0,5 m i d'altra el règim de descens en règim transitori observat en els piezòmetres de control a l'interior de les pantalles i a l'exterior de les mateixes sota els habitatges més propers, en les condicions d'excavació i de drenatge fins a cota -5m.

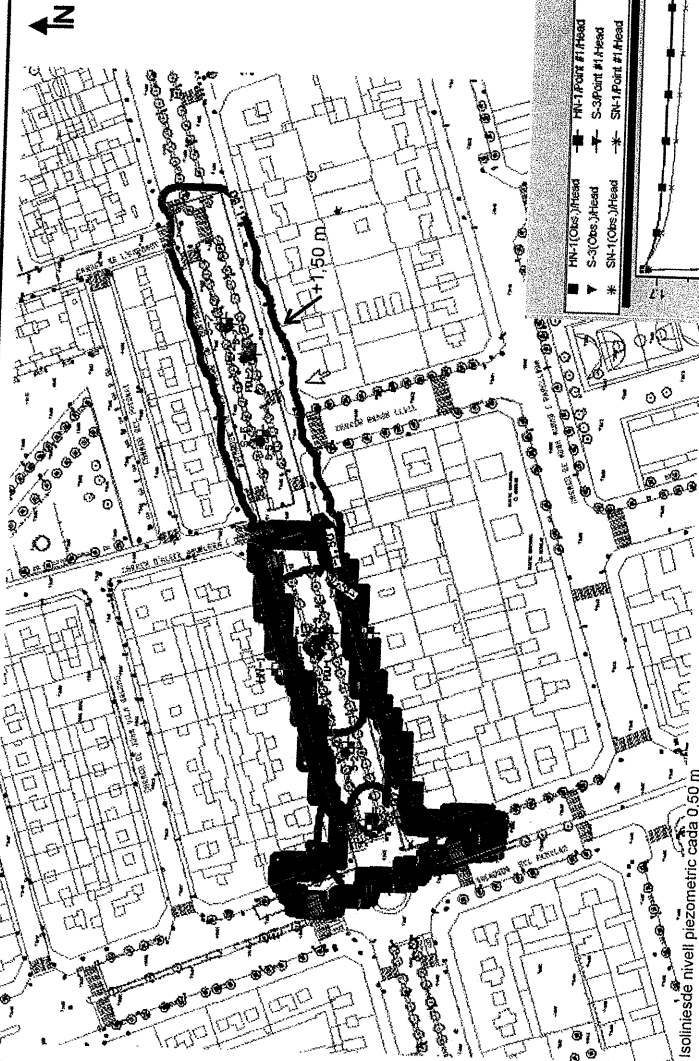
GESTORIA G.A. AMBIENTAL

Pantalles de formigo perimetrals 18 m de fondaria [cota -13 m] amb 1 pantalla plastica 12 Pous de Bombament

C1707A

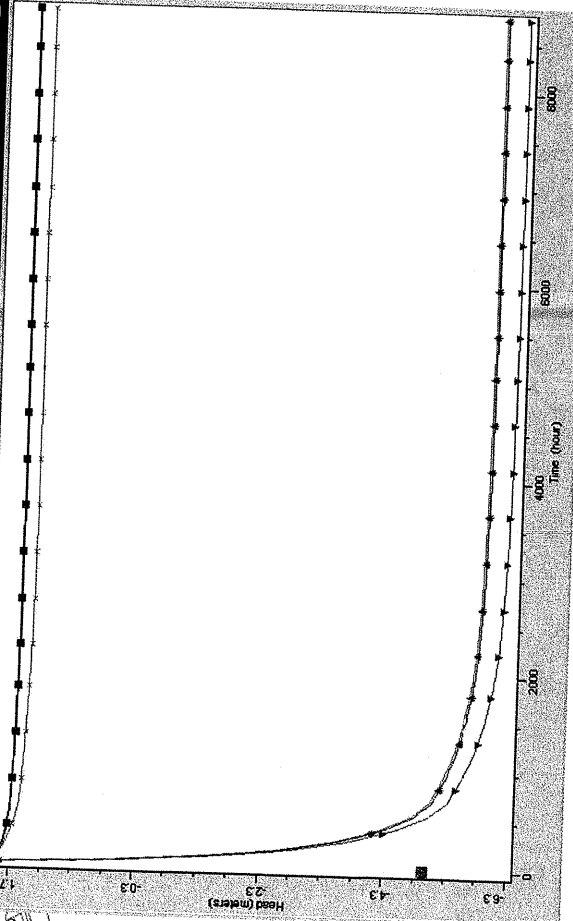
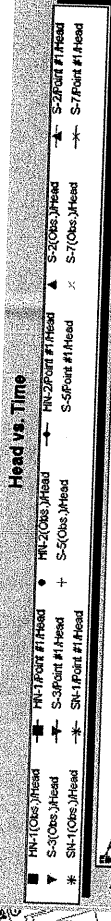
FIGURA 3

MODELIZACIO PARKING DUES PLANTES SOLUCIO ALTERNATIVA AV. MONSERRAT IM. EL PRAT DE LLOBREGAT, DRAGADOS.



Isolinies de nivell piezometric cada 0,50 m

escala 50 m



CABALS DE BOMBAMENT [m³/dia]
 Pou bombament P-3: 325 - 300
 Pou bombament P-1: 325 - 275

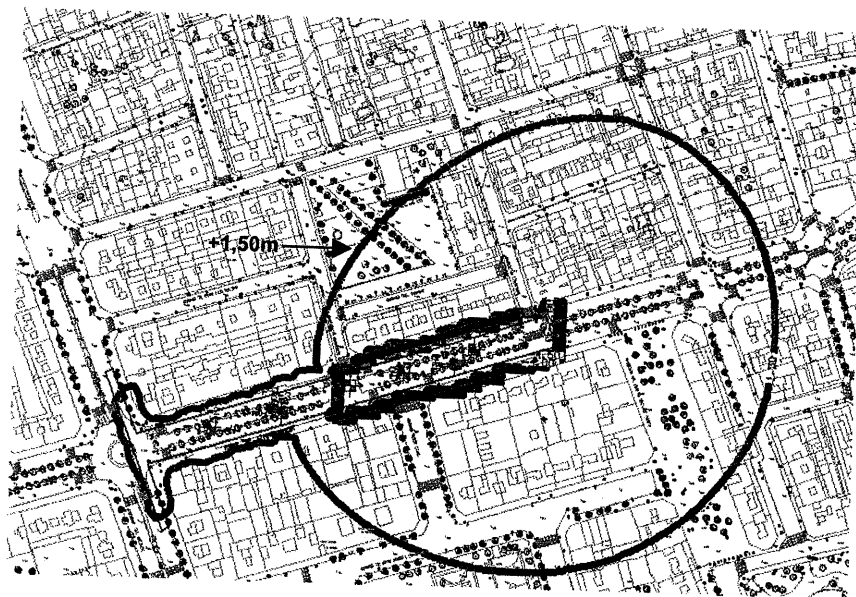
3.2.3 Opció Pàrking dividit en dos calaixos, (una pantalla plàstica).
Calaix B zona nord del pàrking

Excavació en una única fase amb pantalles a 18 m de fondària (cota -13 m) encastades a la capa de llims de l'aquítard, i provocant un descens dels nivell freàtic fins a 10 m de profunditat (cota -5 m) amb 1 PANTALLA PLÀSTICA a la part central simulació calaix B, zona nord.

S'ha considerat necessari 1 pou de bombament (P-2) amb el règim de bombament següent:

Pou de bombament	Cabal de bombament (m ³ /dia)
P-2	600 – 425

Descens observat del nivell piezomètric en el subsòl dels habitatges propers al pàrking oscil.la entre la cota +2,0 i la cota 0,5 per tant amb un descens màxim de 1,5 m respecte al nivell piezomètric en condicions naturals de no afecció. La figura següent mostra les isolines de nivell piezomètric en règim Estacionari + Zona Budget.



Isolines de nivell piezomètric amb intervals de 0,5 m

La figura següent representa d'una banda les isopiezes a intervals de 0,5 m i d'altra el règim de descens en règim transitori observat en els piezòmetres de control a l'interior de les pantalles i a l'exterior de les mateixes sota els habitatges més propers, en les condicions d'excavació i de drenatge fins a cota -5m.

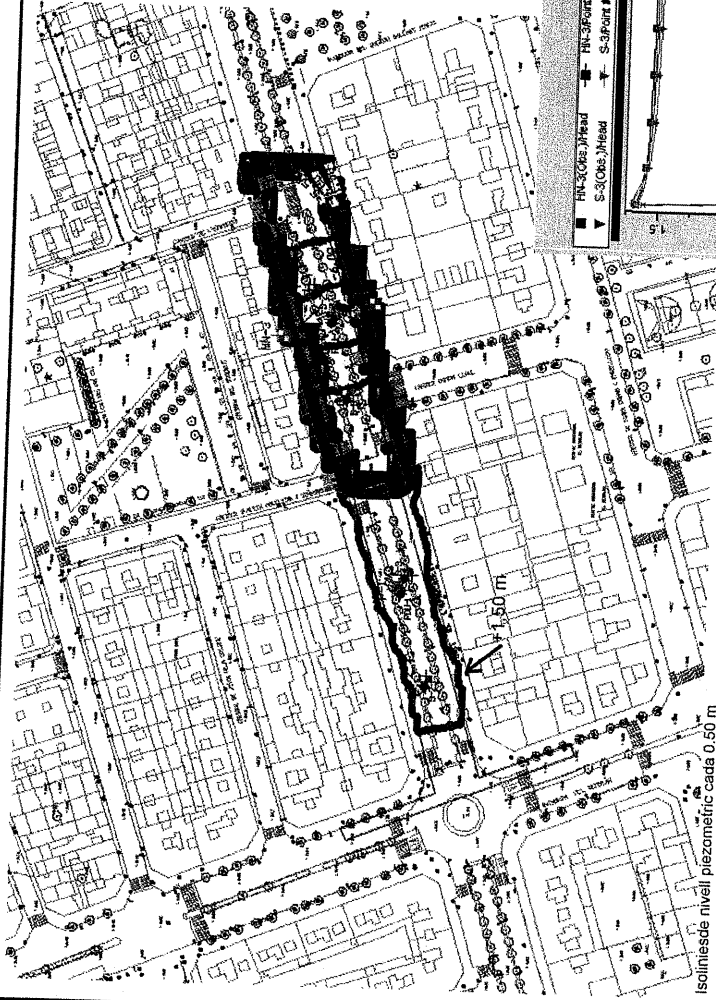
GESTORIA G.A. AMBIENTAL

Pantalles de formigo perimetrales 18 m de fondària [cota -13 m] amb 1 pantalla plàstica i 1 Pou de Bombament [calaix B]

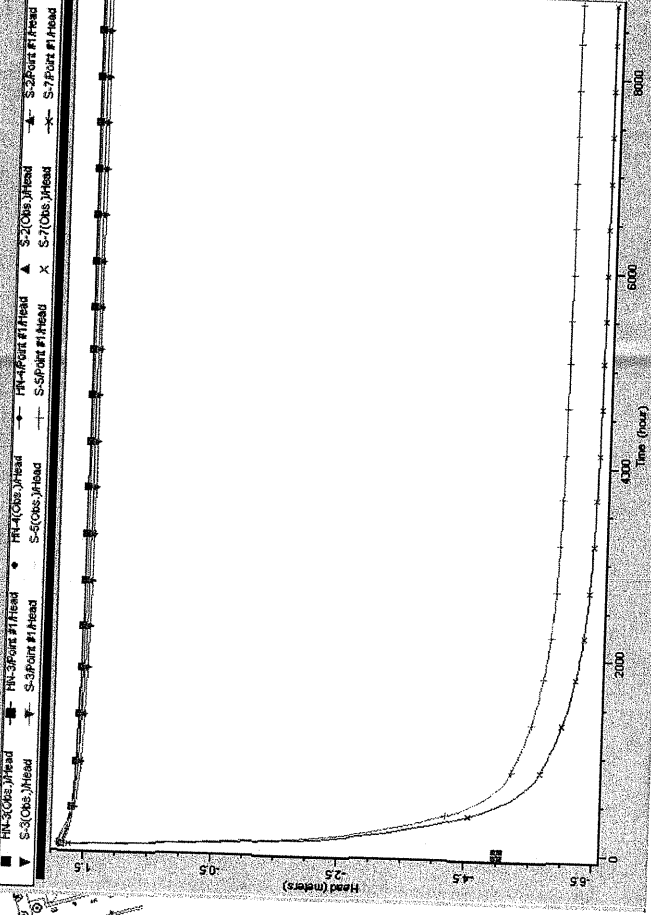
C1707A

FIGURA 4

MODELITZACIÓ PARKING DUES PLANTES SOLUCIÓ ALTERNATIVA AV. MONTSERRAT TM. EL PRAT DE LLOBREGAT-DRAGAODS.



Head vs. Time



CABALS DE BOMBAMENT [m³/dia]
 Pou bombament P-2: 600 - 425

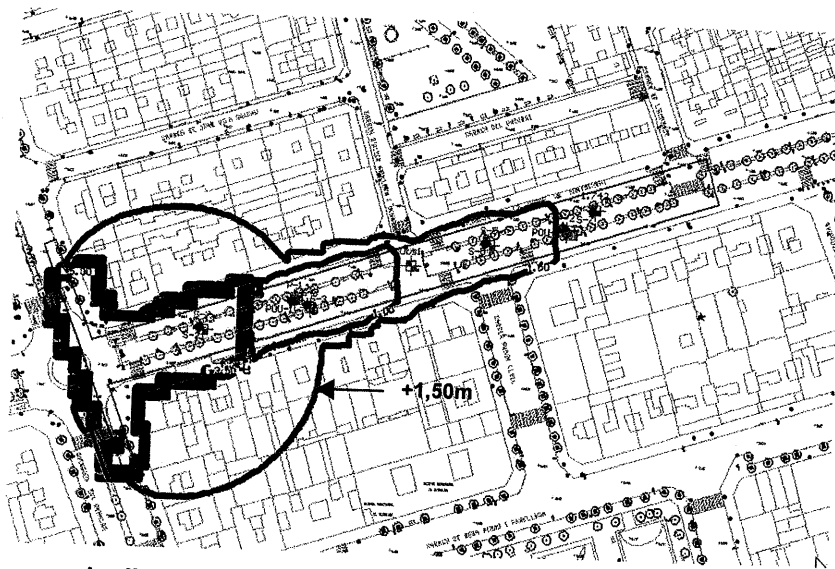
3.2.4 Opció Pàrking dividit en 4 calaixos amb 3 pantalles plàstiques.
Calaix A1 zona sud del pàrking

Excavació en una única fase amb pantalles a 18 m de fondària (cota -13 m) encastades a la capa de llims de l'aqüítard, i provocant un descens dels nivell freàtic fins a 10 m de profunditat (cota -5 m) amb 3 PANTALLES PLÀSTIQUES, simulació calaix A1, zona sud del pàrking.

S'ha considerat necessari 1 pou de bombament (P-3) amb el règim de bombament següent:

Pou de bombament	Cabal de bombament (m ³ /dia)
P-3	450 - 400

Descens observat del nivell piezomètric en el subsòl dels habitatges propers al pàrking oscil·la entre la cota +2,0 i la cota 1,0 per tant amb un descens màxim de 1,0 m respecte al nivell piezomètric en condicions naturals de no afecció. La figura següent mostra les isolines de nivell piezomètric en règim Estacionari + Zona Budget.



Isolinees de nivell piezomètric amb intervals de 0,5 m

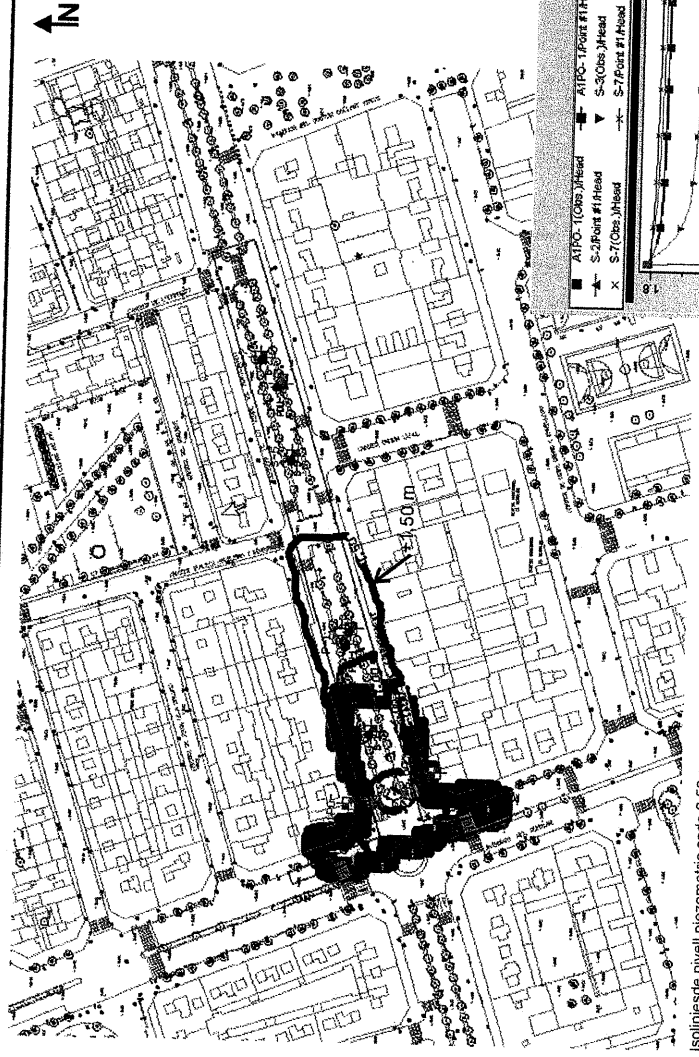
La figura següent representa d'una banda les isopiezes a intervals de 0,5 m i d'altra el règim de descens en règim transitori observat en els piezòmetres de control a l'interior de les pantalles i a l'exterior de les mateixes sota els habitatges més propers, en les condicions d'excavació i de drenatge fins a cota -5m.

GESTORIA G.A. AMBIENTAL

Pantalles de formigo perimetrais 18 m de fondaria [cota -13 m] amb 3 pantalles plastica i 1 Pou de Bombament [calaix A1]

C1707A FIGURA 5

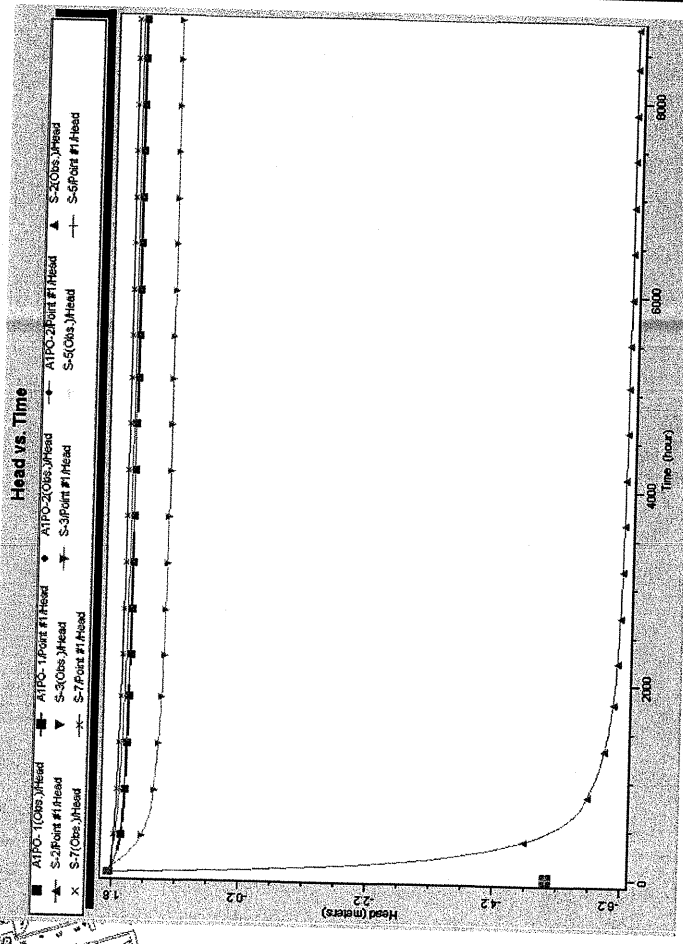
MODELITZACIÓ PARKING DUES PLANTES SOLUCIÓ ALTERNATIVA AV. MONTSERRAT TM. EL PRAT DE LLOBREGAT, DRAGAODS.



Isolimesde nivell piezometric cada 0,50 m

escala 50 m

CABALS DE BOMBAMENT [m³/dia]
 Pou bombament P-3: 450 - 400



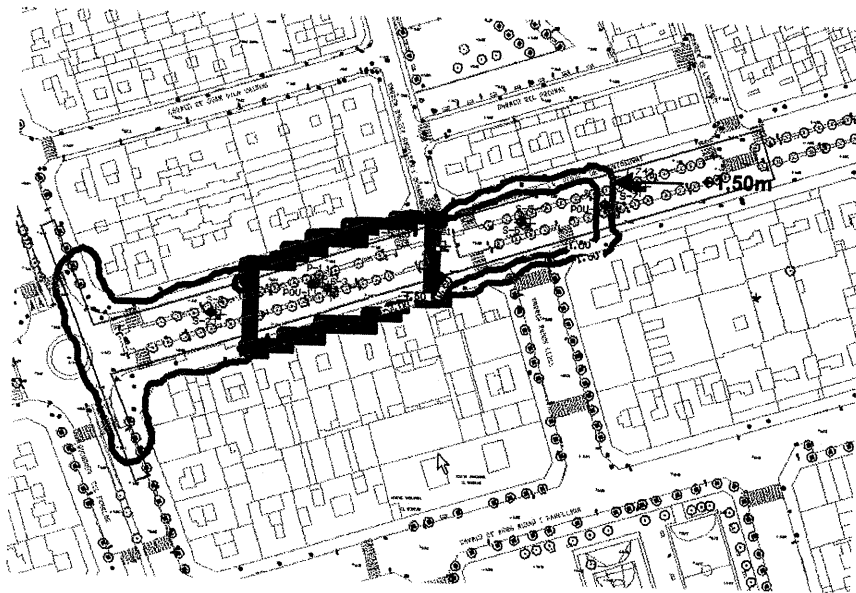
3.2.5 Opció Pàrking dividit en 4 calaixos amb 3 pantalles plàstiques.
Calaix A2 zona centre-sud del pàrking

Excavació en una única fase amb pantalles a 18 m de fondària (cota -13 m) encastades a la capa de llims de l'aquítard, i provocant un descens dels nivell freàtic fins a 10 m de profunditat (cota -5 m) amb 3 PANTALLES PLÀSTIQUES, simulació calaix A2, zona centre-sud del pàrking.

S'ha considerat necessari 1 pou de bombament (P-2) amb el règim de bombament següent:

Pou de bombament	Cabal de bombament (m ³ /dia)
P-2	300 – 250

Descens observat del nivell piezomètric en el subsòl dels habitatges propers al pàrking oscil·la entre la cota +2,0 i la cota 1,0 per tant amb un descens màxim de 1,0 m respecte al nivell piezomètric en condicions naturals de no afecció. La figura següent mostra les isolines de nivell piezomètric en règim Estacionari + Zona Budget.



Isolines de nivell piezomètric amb intervals de 0,5 m

La figura següent representa d'una banda les isopiezes a intervals de 0,5 m i d'altra el règim de descens en règim transitori observat en els piezòmetres de control a l'interior de les pantalles i a l'exterior de les mateixes sota els habitatges més propers, en les condicions d'excavació i de drenatge fins a cota -5m.

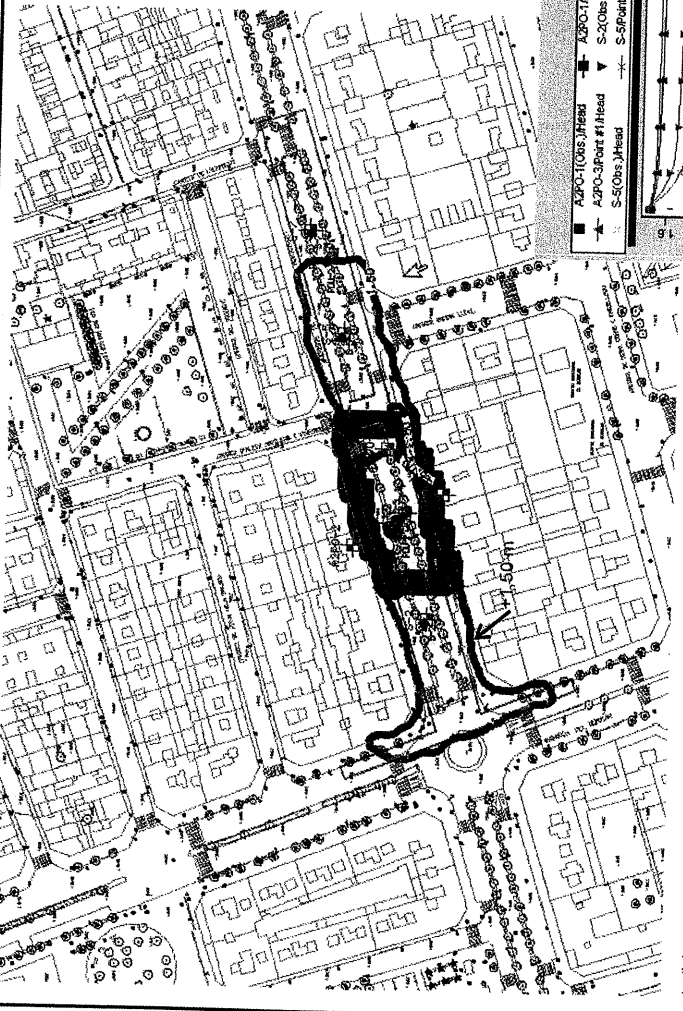
GESTORIA G.A. AMBIENTAL®

Pantalles de formigo perimetrals 18 m de fondària [cota -13 m] amb 3 pantalles plàstica i 1 Pou de Bombament [calaix A2]

C1707A

FIGURA 6

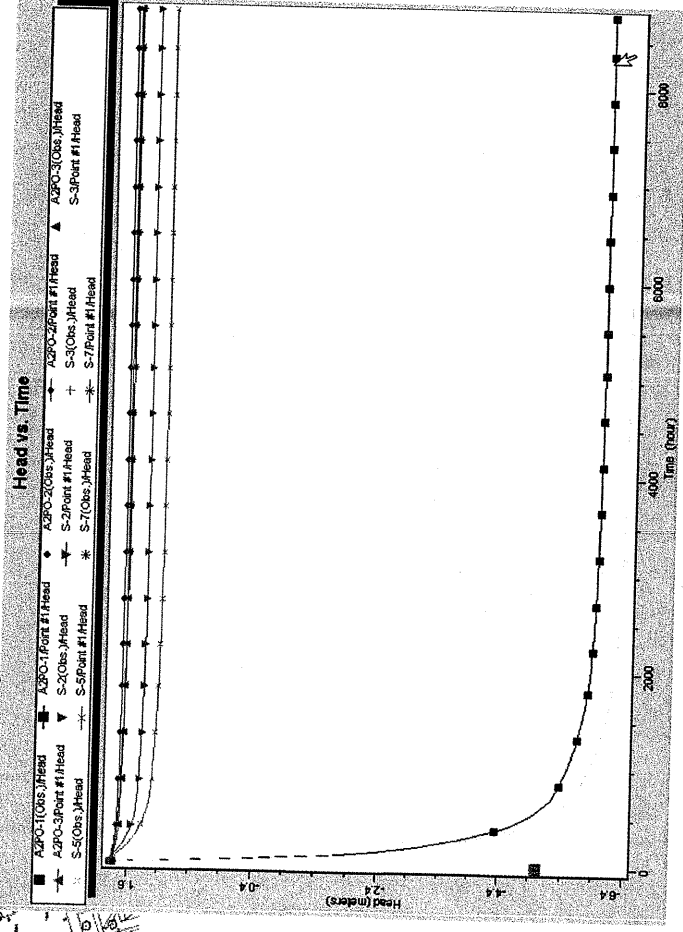
MODELITZACIÓ PARKING DUES PLANTES SOLUCIÓ ALTERNATIVA AV. MONTSERRAT TM. EL PRAT DE LLOBREGAT, DRAGAODS.



Isolinies de nivell piezomètric cada 0,50 m

escala 1:500

CABALS DE BOMBAMENT [m³/dia]
 Pou bombament P-2: 300 - 250



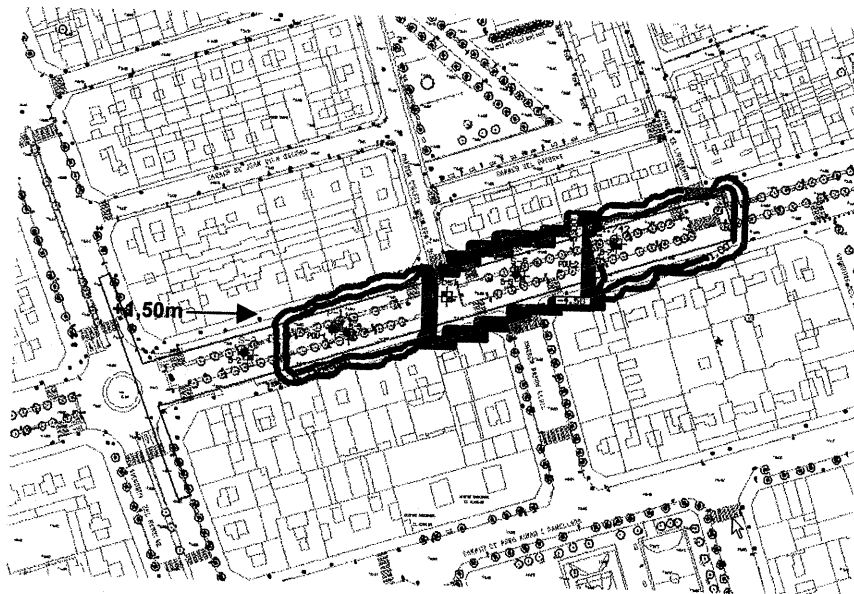
3.2.6 Opció Pàrking dividit en 4 calaixos amb 3 pantalles plàstiques.
Calaix B1 zona centre-nord del pàrking

Excavació en una única fase amb pantalles a 18 m de fondària (cota -13 m) encastades a la capa de llims de l'aqüítard, i provocant un descens dels nivell freàtic fins a 10 m de profunditat (cota -5 m) amb 3 PANTALLES PLÀSTIQUES, simulació calaix B-1, zona centre-nord del pàrking.

S'ha considerat necessari 1 pou de bombament (P-4) amb el règim de bombament següent:

Pou de bombament	Cabal de bombament (m ³ /dia)
P-4	300 – 250

Descens observat del nivell piezomètric en el subsòl dels habitatges propers al pàrking oscil·la entre la cota +2,0 i la cota 1,0 per tant amb un descens màxim de 1,0 m respecte al nivell piezomètric en condicions naturals de no afecció. La figura següent mostra les isolines de nivell piezomètric en règim Estacionari + Zona Budget.



Isolines de nivell piezomètric amb intervals de 0,5 m

La figura següent representa d'una banda les isopièzes a intervals de 0,5 m i d'altra el règim de descens en règim transitori observat en els piezòmetres de control a l'interior de les pantalles i a l'exterior de les mateixes sota els habitatges més propers, en les condicions d'excavació i de drenatge fins a cota -5m.

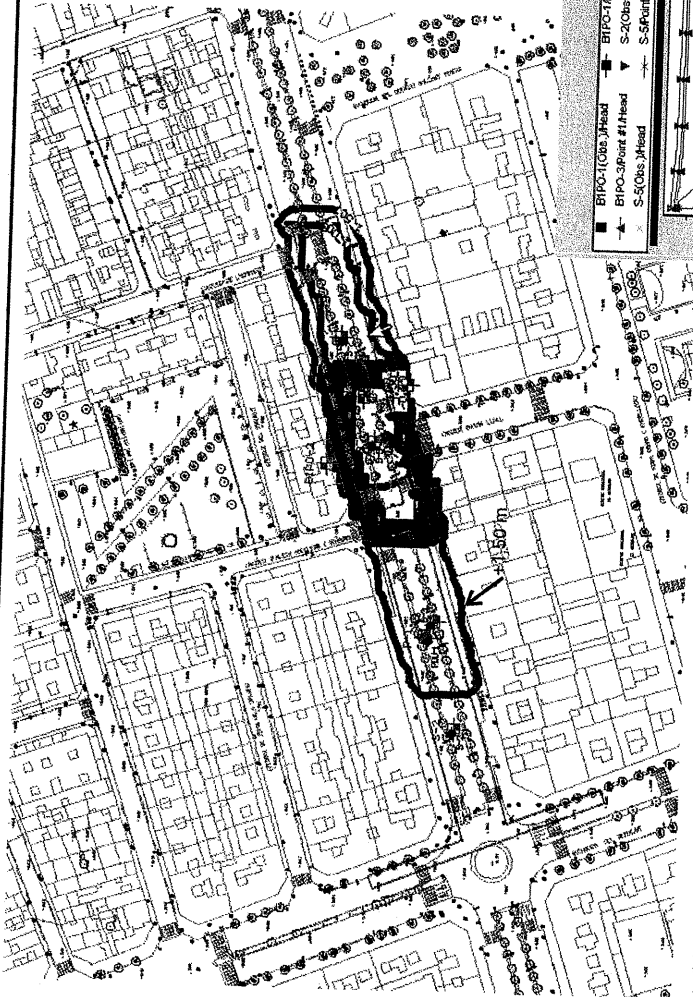
GESTORIA C.T.A. AMBIENTAL

Pantalles de formigo perimetrals 18 m de fondaria [cota -13 m] amb 3 pantalles plastica i 1 Pou de Bombament [calaix B1]

C1707A

FIGURA 7

MODELITZACIÓ PARKING DUES PLANTES SOLUCIÓ ALTERNATIVA AV. MONTSERRAT TM EL PRAT DE LLOBREGAT, DRAGONDS.



Isolinies de nivell piezometric cada 0,50 m

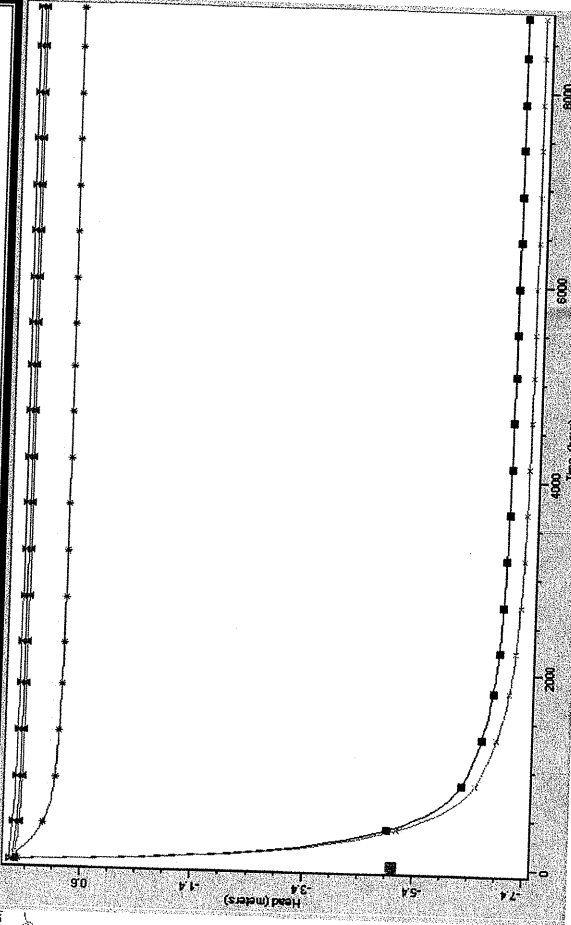
escala 50 m

CABALS DE BOMBAMENT [m³/dia]

Pou bombament P-4: 300 - 250

Head vs. Time

- B1PO-1(Obs.)/Head
- ▲ B1PO-2(Obs.)/Head
- ▼ B1PO-3(Obs.)/Head
- ◆ B1PO-4(Obs.)/Head
- B1PO-5(Obs.)/Head
- B1PO-6(Obs.)/Head
- B1PO-7(Obs.)/Head
- △ B1PO-8(Obs.)/Head
- ▽ B1PO-9(Obs.)/Head
- ◆ B1PO-10(Obs.)/Head
- B1PO-11(Obs.)/Head
- B1PO-12(Obs.)/Head
- B1PO-13(Obs.)/Head
- △ B1PO-14(Obs.)/Head
- ▽ B1PO-15(Obs.)/Head
- ◆ B1PO-16(Obs.)/Head
- B1PO-17(Obs.)/Head
- B1PO-18(Obs.)/Head
- B1PO-19(Obs.)/Head
- △ B1PO-20(Obs.)/Head
- ▽ B1PO-21(Obs.)/Head
- ◆ B1PO-22(Obs.)/Head
- B1PO-23(Obs.)/Head
- B1PO-24(Obs.)/Head
- B1PO-25(Obs.)/Head
- △ B1PO-26(Obs.)/Head
- ▽ B1PO-27(Obs.)/Head
- ◆ B1PO-28(Obs.)/Head
- B1PO-29(Obs.)/Head
- B1PO-30(Obs.)/Head
- B1PO-31(Obs.)/Head
- △ B1PO-32(Obs.)/Head
- ▽ B1PO-33(Obs.)/Head
- ◆ B1PO-34(Obs.)/Head
- B1PO-35(Obs.)/Head
- B1PO-36(Obs.)/Head
- B1PO-37(Obs.)/Head
- △ B1PO-38(Obs.)/Head
- ▽ B1PO-39(Obs.)/Head
- ◆ B1PO-40(Obs.)/Head
- B1PO-41(Obs.)/Head
- B1PO-42(Obs.)/Head
- B1PO-43(Obs.)/Head
- △ B1PO-44(Obs.)/Head
- ▽ B1PO-45(Obs.)/Head
- ◆ B1PO-46(Obs.)/Head
- B1PO-47(Obs.)/Head
- B1PO-48(Obs.)/Head
- B1PO-49(Obs.)/Head
- △ B1PO-50(Obs.)/Head
- ▽ B1PO-51(Obs.)/Head
- ◆ B1PO-52(Obs.)/Head
- B1PO-53(Obs.)/Head
- B1PO-54(Obs.)/Head
- B1PO-55(Obs.)/Head
- △ B1PO-56(Obs.)/Head
- ▽ B1PO-57(Obs.)/Head
- ◆ B1PO-58(Obs.)/Head
- B1PO-59(Obs.)/Head
- B1PO-60(Obs.)/Head
- B1PO-61(Obs.)/Head
- △ B1PO-62(Obs.)/Head
- ▽ B1PO-63(Obs.)/Head
- ◆ B1PO-64(Obs.)/Head
- B1PO-65(Obs.)/Head
- B1PO-66(Obs.)/Head
- B1PO-67(Obs.)/Head
- △ B1PO-68(Obs.)/Head
- ▽ B1PO-69(Obs.)/Head
- ◆ B1PO-70(Obs.)/Head
- B1PO-71(Obs.)/Head
- B1PO-72(Obs.)/Head
- B1PO-73(Obs.)/Head
- △ B1PO-74(Obs.)/Head
- ▽ B1PO-75(Obs.)/Head
- ◆ B1PO-76(Obs.)/Head
- B1PO-77(Obs.)/Head
- B1PO-78(Obs.)/Head
- B1PO-79(Obs.)/Head
- △ B1PO-80(Obs.)/Head
- ▽ B1PO-81(Obs.)/Head
- ◆ B1PO-82(Obs.)/Head
- B1PO-83(Obs.)/Head
- B1PO-84(Obs.)/Head
- B1PO-85(Obs.)/Head
- △ B1PO-86(Obs.)/Head
- ▽ B1PO-87(Obs.)/Head
- ◆ B1PO-88(Obs.)/Head
- B1PO-89(Obs.)/Head
- B1PO-90(Obs.)/Head
- B1PO-91(Obs.)/Head
- △ B1PO-92(Obs.)/Head
- ▽ B1PO-93(Obs.)/Head
- ◆ B1PO-94(Obs.)/Head
- B1PO-95(Obs.)/Head
- B1PO-96(Obs.)/Head
- B1PO-97(Obs.)/Head
- △ B1PO-98(Obs.)/Head
- ▽ B1PO-99(Obs.)/Head
- ◆ B1PO-100(Obs.)/Head



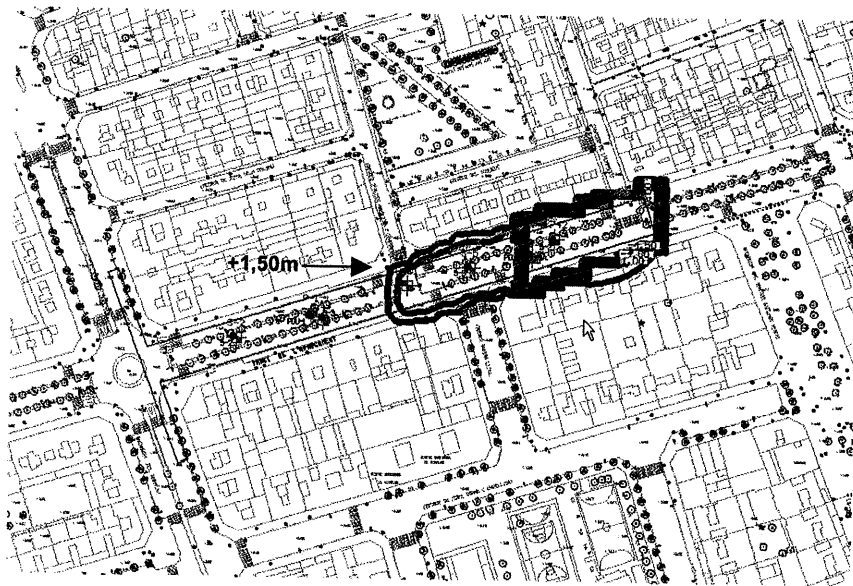
3.2.7 Opció Pàrking dividit en 4 calaixos amb 3 pantalles plàstiques.
Calaix B2 zona nord del pàrking

Excavació en una única fase amb pantalles a 18 m de fondària (cota -13 m) encastades a la capa de llims de l'aqüítard, i provocant un descens dels nivell freàtic fins a 10 m de profunditat (cota -5 m) amb 3 PANTALLES PLÀSTIQUES, simulació calaix B-2, zona nord del pàrking.

S'ha considerat necessari 1 pou de bombament (P-2) amb el règim de bombament següent:

Pou de bombament	Cabal de bombament (m ³ /dia)
P-2	300 – 250

Descens observat del nivell piezomètric en el subsòl dels habitatges propers al pàrking oscil·la entre la cota +2,0 i la cota 1,0 per tant amb un descens màxim de 1,0 m respecte al nivell piezomètric en condicions naturals de no afecció. La figura següent mostra les isolines de nivell piezomètric en règim Estacionari + Zona Budget.



Isolines de nivell piezomètric amb intervals de 0,5 m

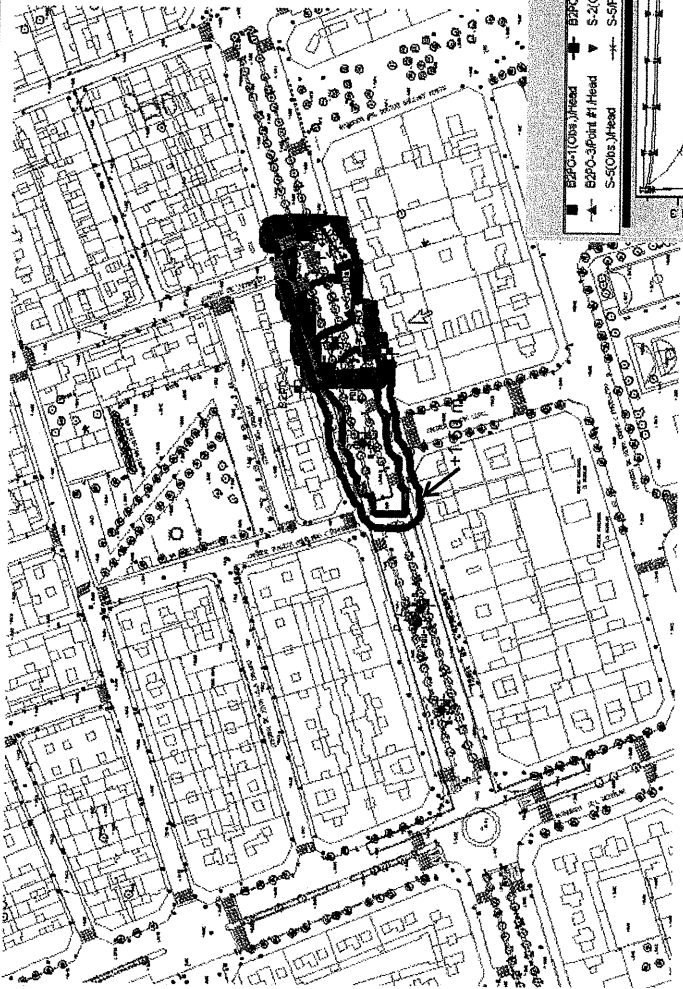
La figura següent representa d'una banda les isopièzes a intervals de 0,5 m i d'altra el règim de descens en règim transitori observat en els piezòmetres de control a l'interior de les pantalles i a l'exterior de les mateixes sota els habitatges més propers, en les condicions d'excavació i de drenatge fins a cota -5m.

GESTORIA G.A. AMBIENTAL

Pantalles de formigo perimetrals 18 m de rondaria [cota -13 m] amb 3 pantalles plastica i 1 Pou de Bombament [calaix B2]

C1707A FIGURA 8

MODELITZACIÓ PARKING DUES PLANTES SOLUCIÓ ALTERNATIVA AV. MONTSERAT T.M. EL PRAT DE LLOBREGAT DRAGADOS.

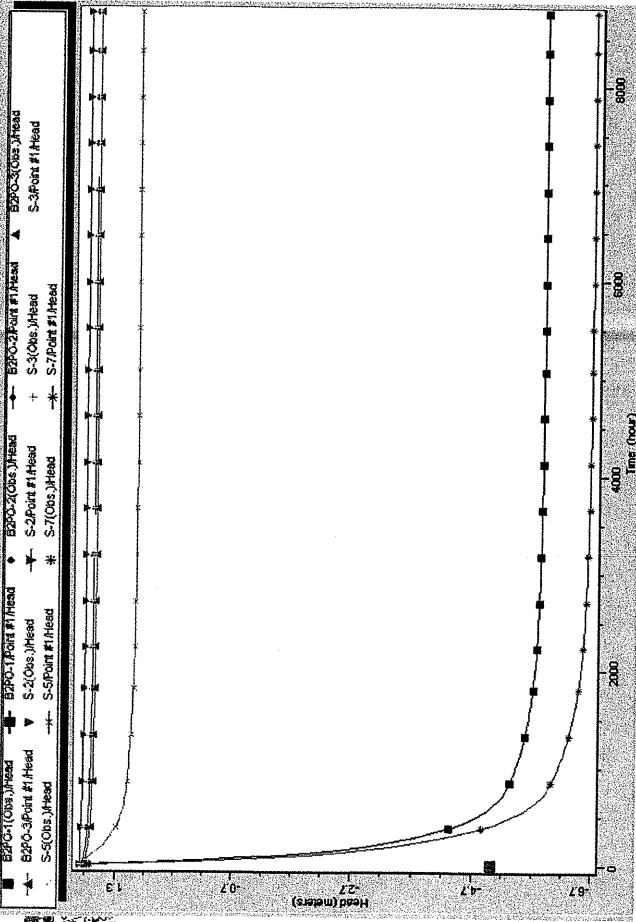


Isolinies de nivell piezometric cada 0,50 m

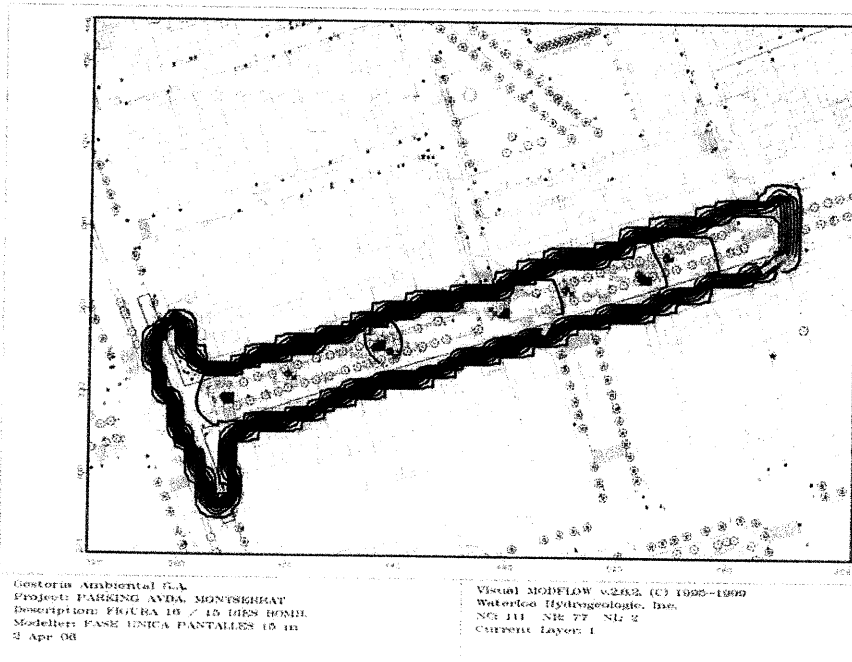
escala 50 m

CABALS DE BOMBAMENT [m³/dia]
Pou bombament P-2: 300 - 250

Head vs. Time



Indicar com a referència, que en la solució projecte amb pantalles a 15 m de fondària (cota -10 m) encastades a la capa de llims basal de l'aquítard, i provocant un descens dels nivell freàtic fins a 7 m de profunditat (cota -2 m) el descens sota els habitatges més propers es situa entre 0,10 i 0,50 m d'acord amb l'informe de febrer de 2006 de Gestoria Ambiental G.A., tal com mostra la figura següent.

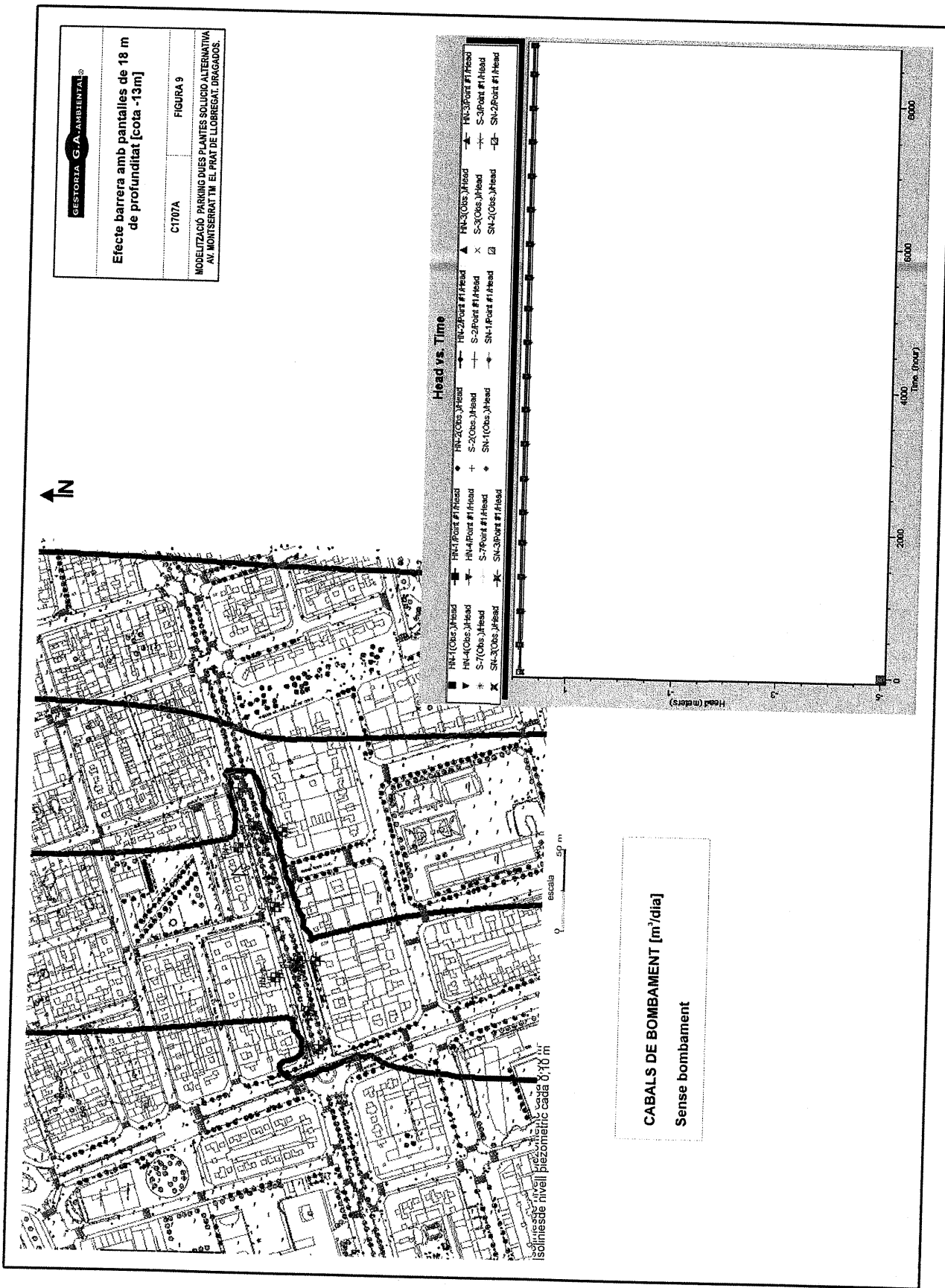


3.2.8 Efecte Barrera pantalles de 18 m de profunditat (cota -13,0 m)

D'acord amb direcció local del flux subterrani que és cap a l'est, l'aigua subterrània es desplaça longitudinalment a la zona més estreta del pàrking, per això l'efecte barrera quedaria minimitzat.

Per a simular l'efecte barrera s'han desactivat tots els pous de bombament a l'interior de les pantalles i s'ha considerat que una vegada finalitzada l'obra no es requerirà de cap bombament d'aigua subterrània.

L'afecció al nivell piezomètric a l'entorn del pàrking seria de l'ordre de 0,20 m, tal com mostra la figura següent.



4.0 CONCLUSIONS

D'acord amb les dades que s'han tingut en compte i els resultats obtinguts en la modelització, les principals conclusions són:

- La direcció general del flux subterrani predominant és cap a l'est, amb un gradient hidràulic aproximat a l'àrea del pàrking de 3×10^{-4} .
- El valor màxim de nivell de cota piezomètrica (m.s.n.m.) registrat en el piezòmetre de l'Agència C-5 -a correspon al novembre de 1983 amb 3,25 m i el valor mínim correspon a l'abril de 1976 amb 1,09 m, el que indica una variació màxima del nivell de l'aigua subterrània de 2,16 m. Per això, es pot prendre com a criteri de seguretat no provocar un descens superior a 2 m per sota dels habitatges propers.
- En l'excavació en una única fase amb pantalles a 18 m de fondària (cota -13 m) encastades a la capa de llims de l'aqüítard, i provocant un descens dels nivell freàtic fins a 10 m de profunditat (cota -5 m), s'ha considerat necessari 3 pous de bombament i cabals de bombament de: P-3 325-300 m³/dia, P-1 325-275 m³/dia i P-2 500-375m²/dia.. El descens observat del nivell piezomètric en el subsòl dels habitatges propers al pàrking oscil·la entre la cota +2,0 i la cota 0,0 per tant amb un descens màxim de 2 m respecte al nivell piezomètric en condicions naturals de no afecció. Caldria construir un nou pou de bombament de 15 m de profunditat i 300 mm de diàmetre, així com dos piezòmetres de control de 15 m de profunditat i 50 mm de diàmetre.
- En l'excavació en una única fase amb pantalles a 18 m de fondària (cota -13 m) encastades a la capa de llims de l'aqüítard, i provocant un descens dels nivell freàtic fins a 10 m de profunditat (cota -5 m) amb 1 PANTALLA PLÀSTICA a la part central, simulació calaix A, zona sud, s'ha considerat necessari 2 pous de bombament i cabals de bombament de: P-3 325-300 m³/dia i P-1 325-275 m³/dia. El descens observat del nivell piezomètric en el subsòl dels habitatges propers al pàrking oscil·la entre la cota +2,0 i la cota 0,5 per tant amb un descens màxim de 1,5 m respecte al nivell piezomètric en condicions naturals de no afecció. Caldria construir un nou pou de bombament de 15 m de profunditat i 300 mm de diàmetre, així com dos piezòmetres de control de 15 m de profunditat i 50 mm de diàmetre.

- En l'excavació en una única fase amb pantalles a 18 m de fondària (cota -13 m) encastades a la capa de llims de l'aqüítard, i provocant un descens dels nivell freàtic fins a 10 m de profunditat (cota -5 m) amb 1 PANTALLA PLÀSTICA a la part central simulació calaix B, zona nord, s'ha considerat necessari 1 pou de bombament i cabals de bombament de P-2 600-425 m³/dia. El descens observat del nivell piezomètric en el subsòl dels habitatges propers al pàrking oscil·la entre la cota +2,0 i la cota 0,5 per tant amb un descens màxim de 1,5 m respecte al nivell piezomètric en condicions naturals de no afecció. Només caldria construir dos piezòmetres de control de 15 m de profunditat i 50 mm de diàmetre.
- Per tant, en l'opció de construcció amb 1 pantalla plàstica, el que caldria construir entre els habitatges i les pantalles són 4 piezòmetres, així com 1 pou a l'interior de les pantalles.
- L'excavació en una única fase amb pantalles a 18 m de fondària (cota -13 m) encastades a la capa de llims de l'aqüítard, i provocant un descens dels nivell freàtic fins a 10 m de profunditat (cota -5 m) amb 3 PANTALLES PLÀSTIQUES, simulació calaix A1, zona sud del pàrking, s'ha considerat necessari 1 pou de bombament i cabals de bombament de P-3 4350-400 m³/dia. El descens observat del nivell piezomètric en el subsòl dels habitatges propers al pàrking oscil·la entre la cota +2,0 i la cota 1,0 per tant amb un descens màxim de 1,0 m respecte al nivell piezomètric en condicions naturals de no afecció. Caldria construir un nou pou de bombament de 15 m de profunditat i 300 mm de diàmetre, així com dos piezòmetres de control de 15 m de profunditat i 50 mm de diàmetre.
- Excavació en una única fase amb pantalles a 18 m de fondària (cota -13 m) encastades a la capa de llims de l'aqüítard, i provocant un descens dels nivell freàtic fins a 10 m de profunditat (cota -5 m) amb 3 PANTALLES PLÀSTIQUES, simulació calaix A2, zona centre-sud del pàrking, s'ha considerat necessari 1 pou de bombament i cabals de bombament de P-2 300-250 m³/dia . El descens observat del nivell piezomètric en el subsòl dels habitatges propers al pàrking oscil·la entre la cota +2,0 i la cota 1,0 per tant amb un descens màxim de 1,0 m respecte al nivell piezomètric en condicions

naturals de no afecció. Només caldria construir dos piezòmetres de control de 15 m de profunditat i 50 mm de diàmetre.

- L'excavació en una única fase amb pantalles a 18 m de fondària (cota -13 m) encastades a la capa de llims de l'aquíard, i provocant un descens dels nivell freàtic fins a 10 m de profunditat (cota -5 m) amb 3 PANTALLES PLÀSTIQUES, simulació calaix B-1, zona centre-nord del pàrking, s'ha considerat necessari 1 pou de bombament i cabals de bombament de P-4 300-250 m³/dia . El descens observat del nivell piezomètric en el subsòl dels habitatges propers al pàrking oscil·la entre la cota +2,0 i la cota 1,0 per tant amb un descens màxim de 1,0 m respecte al nivell piezomètric en condicions naturals de no afecció. Caldria construir un nou pou de bombament de 15 m de profunditat i 300 mm de diàmetre, així com dos piezòmetres de control de 15 m de profunditat i 50 mm de diàmetre.
- L'excavació en una única fase amb pantalles a 18 m de fondària (cota -13 m) encastades a la capa de llims de l'aquíard, i provocant un descens dels nivell freàtic fins a 10 m de profunditat (cota -5 m) amb 3 PANTALLES PLÀSTIQUES, simulació calaix B-2, zona nord del pàrking, s'ha considerat necessari 1 pou de bombament i cabals de bombament de P-2 300-250 m³/dia. El descens observat del nivell piezomètric en el subsòl dels habitatges propers al pàrking oscil·la entre la cota +2,0 i la cota 1,0 per tant amb un descens màxim de 1,0 m respecte al nivell piezomètric en condicions naturals de no afecció. Només caldria construir dos piezòmetres de control de 15 m de profunditat i 50 mm de diàmetre.
- Per tant, en l'opció de construcció amb 3 pantalles plàstiques, el que caldria construir entre els habitatges i les pantalles són 8 piezòmetres, així com 2 pou a l'interior de les pantalles.
- L'opció que presenta un menor descens del nivell piezomètric, segons la modelització realitzada, sota els habitatges a l'entorn del pàrking, és la corresponent a construcció amb 3 pantalles plàstiques (4 calaixos, A1, A2 i B1, B2).
- L'efecte barrera produiria una afecció en el nivell piezomètric a l'entorn del pàrking que seria de l'ordre de 0,20 m.

5.0 RECOMANACIONS

- Abans d'iniciar els treballs d'excavació es proposa instal·lar en el piezòmetre S-2, per un període de set dies (168 hores) un equip TD-DIVER de mesura automàtica (lectures cada 15 minuts) de nivell freàtic, per determinar l'oscil·lació diària actual ja que des de l'estudi anterior pot haver influència d'aquesta oscil·lació pel bombament d'obres properes com l'AVE o d'altres.
- Es recomana que els pous de nova construcció proposats es realitzin a percussió amb un diàmetre de perforació de 600 mm utilitzant canonada de revestiment provisional fins al 17 m de profunditat total del pou., instal·lant-hi canonada de 12 m ranurada i 5 cega, interior de PVC roscada d'uns 300 mm de diàmetre, d'uns 10 mm de paret i 1 mm de pas de reixeta. A més, entre la perforació i el terreny natural s'hauria de col·locar un reblliment de grava filtrant, tap de bentonita, beurada de ciment i arqueta metàl·lica.
- Es recomana realitzar els piezòmetres a rotació amb recuperació de testimoni continu, amb diàmetre de perforació de 128 mm utilitzant revestiment provisional, instal·lant-hi canonada roscada de 50 mm de diàmetre de PVC i disposant d'un tap de fons i d'un tap amb tanca hermètica a la boca. La major part de la canonada hauria de ser ranurada (reixeta) amb un pas de de 0,5 mm. S'hauria d'omplir l'espai entre la canonada del PVC i la paret del sondeig amb grava silícia rentada (diàmetre 2-5 mm), tap de bentonita, beurada de ciment i arqueta metàl·lica.
- Realitzar anàlisi periòdic de l'aigua en el punt d'abocament a clavegueram dels paràmetres del Reglament metropolità d'abocament de residuals de 3 de juny de 2004 o d'altres que l'empresa consideri adients.
- En cas d'utilitzar well point (wp) pel drenatge fins a la cota -5 m, es recomana instal·lar-los una vegada s'hagi excavat els 3 primers metres de zona no saturada (ja que per a un sòl esglaó de wp la profunditat màxima amb eficiència de les llances es considera d'uns 6 m) i establir al menys 2 esglaons de wp.

- Elaborar un Pla de Control i Seguiment de l'evolució dels nivells piezomètrics, principalment entre les pantalles i els habitatges, per determinar al llarg de les obres de construcció l'evolució del nivell de l'aigua subterrània sota els habitatges propers al pàrking, per tal de prendre les mesures adients. Per a dur a terme aquest control es podrien prendre lectures del nivell piezomètric manuals (sonda elèctrica) o automàtiques (Diver).
- En finalitzar els treballs de perforació es recomana acotar topogràficament i ubicar amb coordenades els pous i piezòmetres de control de nova construcció, amb un mínim de tres dígits de precisió.

Barcelona, 16 de juliol de 2007

Francesc Beni
Geòleg. Diplomat en Hidrogeologia
Col·legiat núm. 4818 pel Col·legi Oficial de Geòlegs d'Espanya i C.O.G.