



ANNEX 03 GEOLOGIA I GEOTÈCNIA

ÍNDEX

1.	INTRODUCCIÓ	3
2.	ESTUDI GEOTECNIC ANY 1.996.....	3

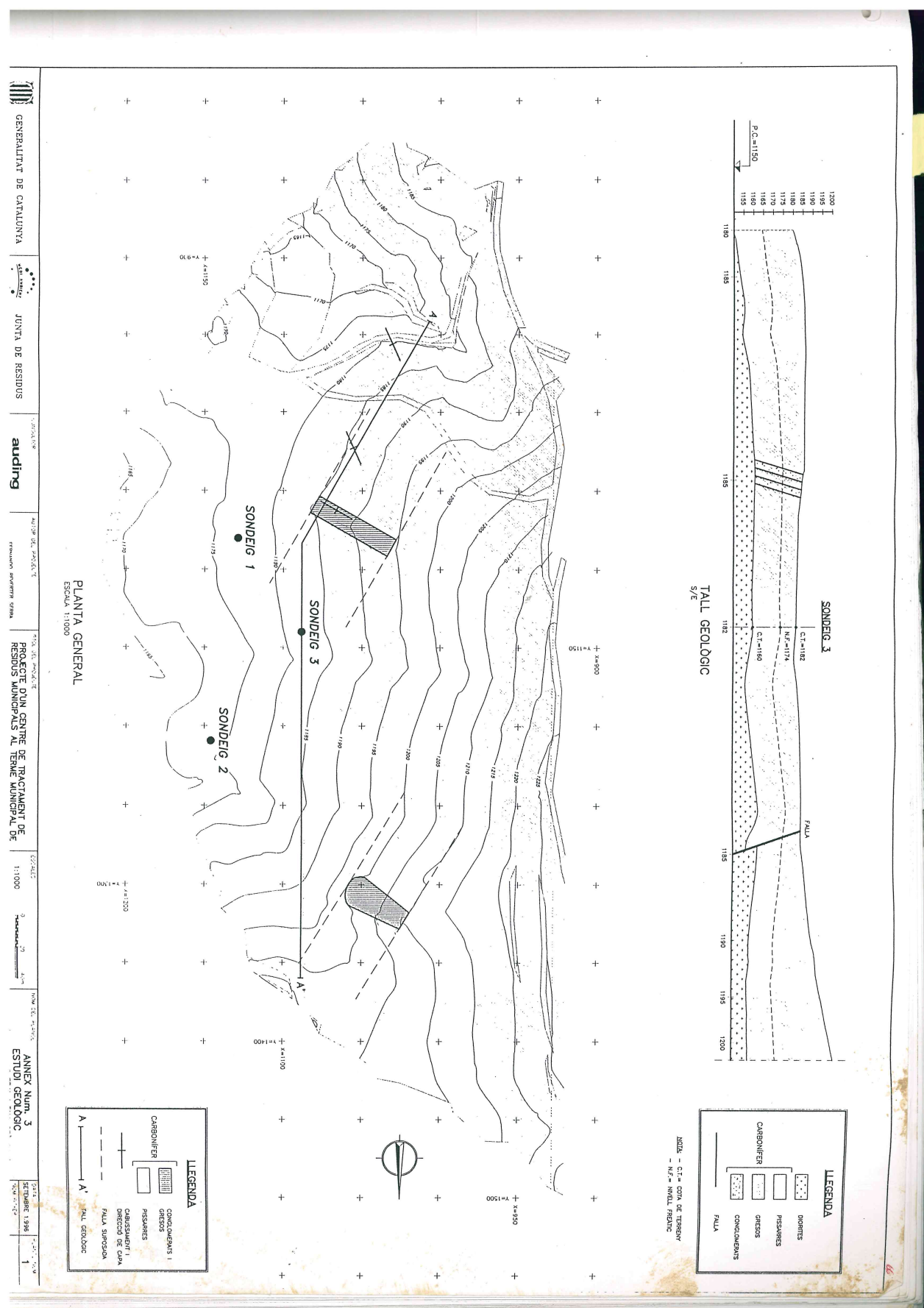


1. INTRODUCCIÓ

Per la realització d'aquest projecte s'ha utilitzat un estudi realitzat el any 1.996 per la nostra mateixa empresa llavors denominada PAYMACOTAS, ja que continua sent totalment vàlid i es lo suficient complet pels treballs que s'han de realitzar en aquest projecte.

2. ESTUDI GEOTECNIC ANY 1.996

A continuació es transcriu literalment el estudi realitzat per nosaltres mateixos fa vint-i-sis anys.



PLÀNOLS GEOLÒGICS

ANALÍTICA DE LES AIGÜES REALITZADES PER AIMA

AIMIA
ANALYSTS | INSIDE ACCOUNTING S.L.

Esplugues de Llobregat, 26 d'Agost de 1996

De les anàlisis químiques efectuades sobre la mostra amb referència de laboratori 2213/96, es desprenen les següents conclusions:

No es detecta la presència de matèria orgànica a la mostra ($DQO < 2 \text{ mg/L O}_2$).

L'elevat valor del paràmetre Matèries en Suspensió (MES) es degut a sorres presents a la mostra, que decanten fàcilment i que no contribueixen a incrementar el valor de la Demanda Química d'Oxigen (DQO).

El valor de pH es troba dins del límit per a aigües potables.

Encara que no s'ha determinat la duresa de l'aigua pròpiament, el contingut en Calci i Magnesí, mesurats per espectrofotometria d'absorció atòmica, indiquen que es tracta d'una aigua de baixa duresa, igualment, la salinitat és baixa donats els quatre cations majoritaris en aigües (Sodi, Calci, Potassi i Magnesí) i en clorurs.

Cap dels metalls pesants analitzats (components tòxics) ultrapassa els límits que marca la legislació espanyola per a aigües potables. El ferro sí excedeix el límit legal, però migrarà ser un metall pesant no està considerat component tòxic sino component no desitjable.

* Ley 29.945, 2 de agosto, de agua. BOE núm. 189, de 8.8.85 y BOE núm. 243, de 10.10.85.

ANALISI MEDIANIENTE, S.T.
Pinna Carlo
 Via S. Maria, 14-15, 20121 A. Lorel 13
 10020, INCUBATORI DE CLOSTRIDI (Random)
 Tel. 473.53 Maria Gavelli 04/83
 Cap de Laboratorio!

AIMA
ANALISI | MEDICI | AMBIENTE S.R.L.

Esplugues de Llobregat, 26 d'Agost de 1996

Li trameiem els resultats de les anàlisis efectuades en una mostra d'aigua arribada al nostre laboratori el dia 26/7/96:

Ref. Lab: 2213/96

MES (mg/L)	260
DQO (mg/L O ₂)	<2

pH 7.75

Chlorus (mg/L Cl)	3.4
Sulfas (mg/L SO ₄)	22
Bicarbonates (mg/L HCO ₃)	171

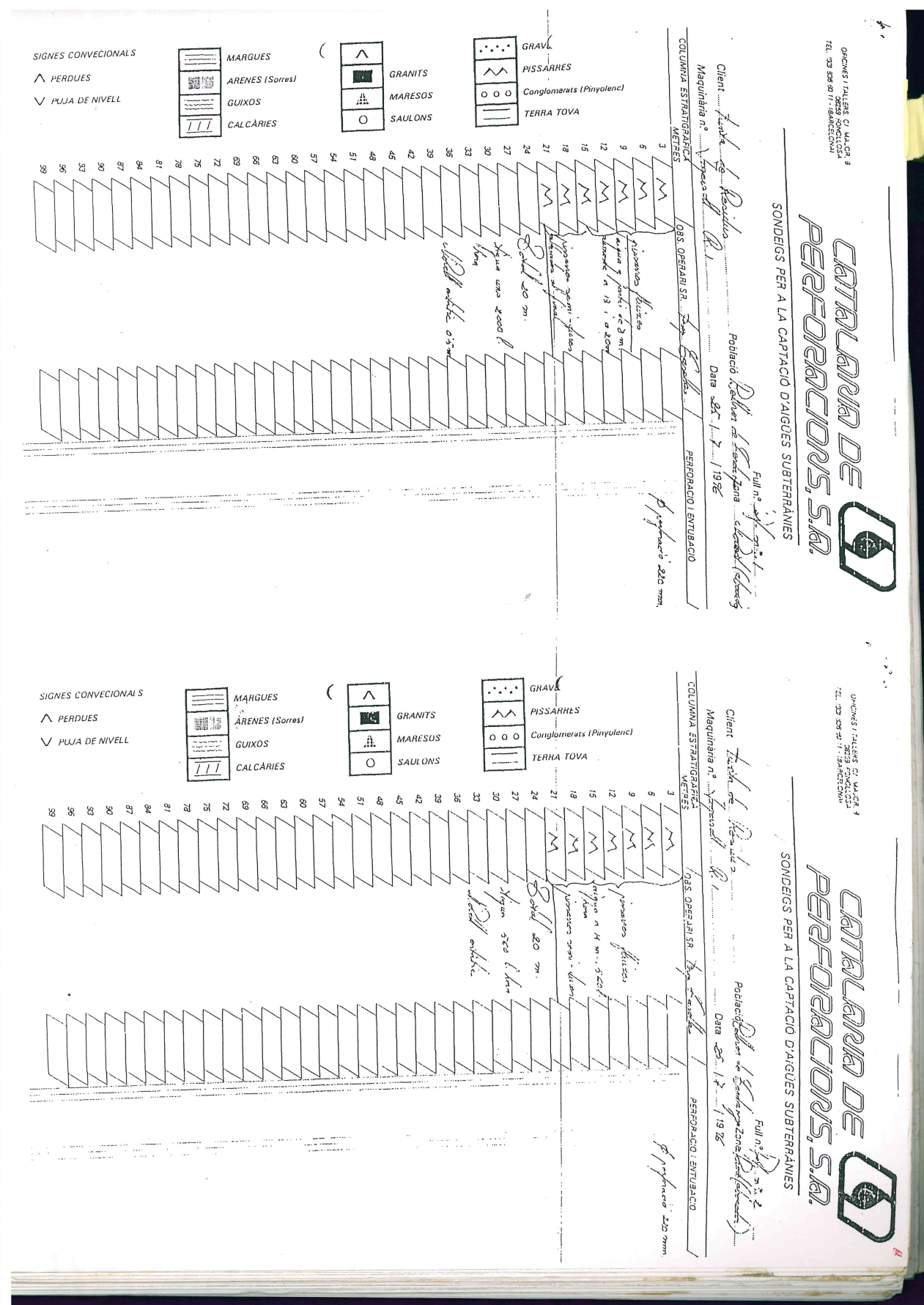
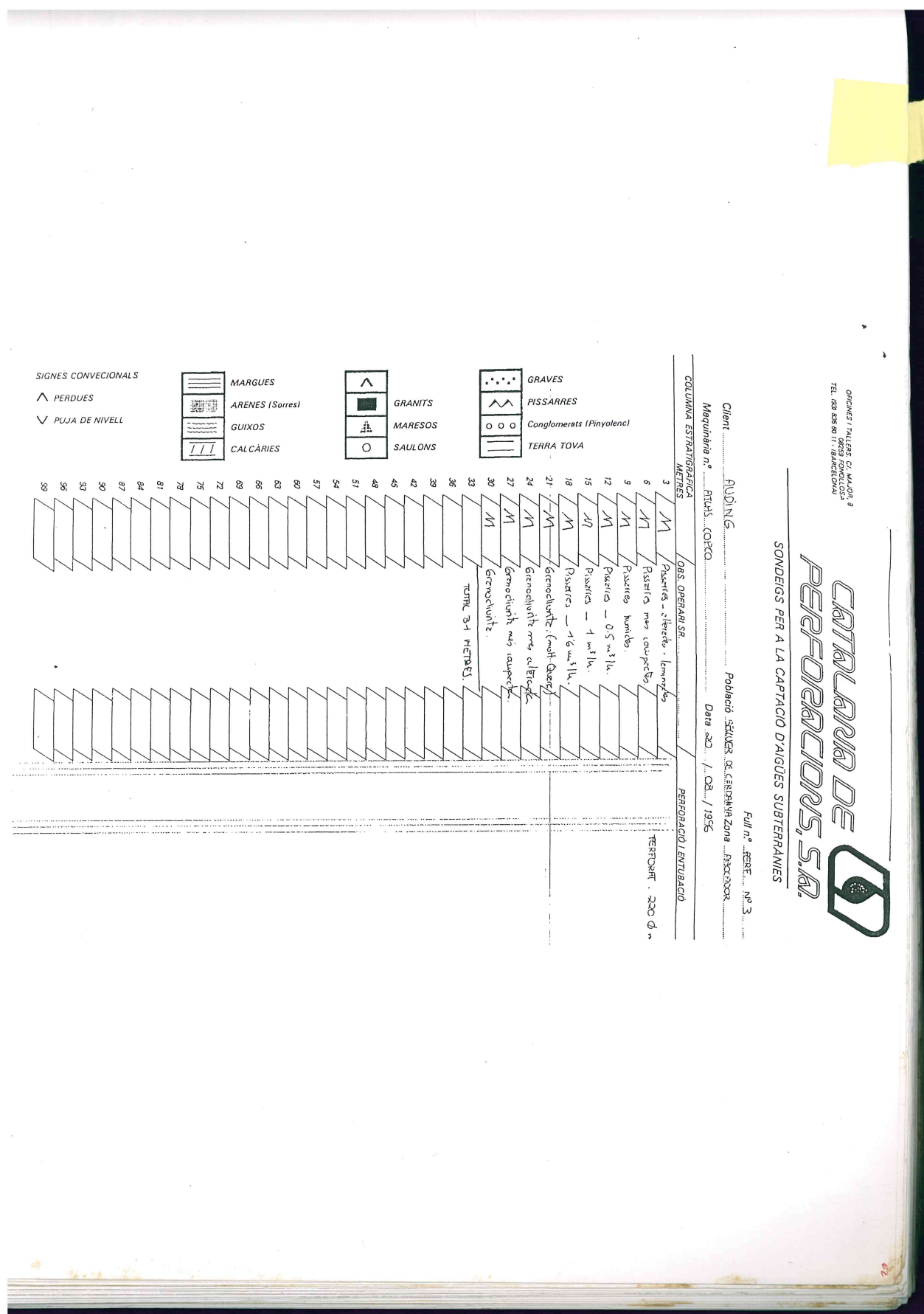
Sodi (mg/L)	9.7
-------------------	-----

Calcio (mg/L)	34.8
Magnesio (mg/L)	16.0

Coure (mg/L).....	< 0.05
Niquel (mg/L).....	< 0.05
Cadmium (mg/L).....	< 0.05

Zinc (mg/L)	<0.05
Plom (mg/L)	<0.05
Ferro (mg/L)	2.3

Thina Enzile
ANALYST, MED. CHEMIST, S.T.
C/o. Ntufa, Cavallie Olieg.
Cap de Laboratoire
TEL. 478-80-11 FAX 478-1-1000





FECHA : 21-08-1996
N/REF.: 2709/1-1

ENSAYO DE PERMEABILIDAD

OBRA : MUESTRAS REMITIDAS
REFERENCIA : G-523
FECHA : 30-07-1996
T. MATERIAL : MARGAS (Machaqueo de rocas margosas)

ENSAYOS SOLICITADOS:

ENSAYO DE PERMEABILIDAD :

- Condiciones del ensayo :
- En Célula triaxial de 1,1^m pulgadas
 - Probeta Cilíndrica :
Diámetro = 3.8 cm.
Altura = 7.6 cm.
 - Muestra remoldeada
 - Presión lateral en Célula Triaxial :
= 6.5 Kg/cm²
 - Presión en cola de permeámetro
= 6.0 Kg/cm²
- Condiciones iniciales del suelo ensayado :
- Densidad seca = 1.87 gr/cm³
 - Humedad % = 1.9 %

RESULTADO :

$K = 4,33 \times 10^{-5} \text{ cm/seg}$

OBSERVACIONES :

- Para K entre 10⁻⁷ a 10⁻⁹ se clasifica como : Muy impermeable
- Para K entre 10⁻⁴ a 10⁻⁶ se clasifica como : De impermeabilidad media
- Para K < 10⁻⁴ se clasifica como : Muy permeable

FECHA : 21-08-1996
N/REF.: 2709/1-1

ENSAYOS DE GEOTECNIA

OBRA : MUESTRAS REMITIDAS.
REFERENCIA : S-2 (Desde N° 3 hasta N°11)
FECHA : 30-07-1996
T. MATERIAL : MARGAS (MACHAQUEO DE ROCAS MARGOSAS)
PROFUNDIDAD : . . . mts. ☐ S.P.T. ☐ INALTERADA ☒ ALTERADA


HUMEDAD NATURAL		CONDICIONES DEL ENSAYO	
UNE 7328	%		
DENSIDAD NATURAL			
Nº 1168			
CONTEINIDO DE SULFATOS			
UNE 7307/72	%		
CONTEINIDO DE MATERIA			
Nº 118/39	%		
CORTE DIRECTO			
ASTM D3082			
Coeficiente de Rotamiento Ø	0,25	36°	No drenado / Sumergido <input checked="" type="checkbox"/> RAPIDO
DENSIDAD SECA		gr/cm ³	
CONTEINIDO DE CARBONATOS			
Nº 116/72	%		
HINCHAMIENTO LIBRE			
Hinchamiento libre (%)			
Pres. Hincham. (Kg/cm ²)			
COMPRESION SIMPLE			
Nº 202/72			
Presión de Rotura			
H.A.M.B.			
Índice de Hinchamiento			
Coeficiente Potencial de Volumen			
Clasificación de la muestra según Norma			
LIMITES DE ATTERBERG			
UNE 7377/76 y 7378/75			
L.L.			
L.P.			
I.P.			
ANALISIS GRANULOMETRICO			
L.L.			
L.P.			
I.P.			
CONDICIONES DE HUMEDAD			
H.A.M.B.			
Índice de Hinchamiento			
Coeficiente Potencial de Volumen			
Clasificación de la muestra según Norma			
LIMITES DE ATTERBERG			
UNE 7377/76 y 7378/75			
L.L.			
L.P.			
I.P.			

FECHA : 21-08-1996
N/REF.: 2709/1-1

ENSAYOS DE GEOTECNIA

OBRA : MUESTRAS REMITIDAS.
REFERENCIA : S-2 (Desde N°16 hasta N°20)
FECHA : 30-07-1996
T. MATERIAL : MARGAS (MACHAQUEO DE ROCAS MARGOSAS)
PROFUNDIDAD : . . . mts. ☐ S.P.T. ☐ INALTERADA ☒ ALTERADA

HUMEDAD NATURAL		CONDICIONES DEL ENSAYO	
UNE 7328	%		
DENSIDAD NATURAL			
Nº 1168			
CONTEINIDO DE SULFATOS			
UNE 7307/72	%		
CONTEINIDO DE MATERIA			
Nº 118/39	%		
CORTE DIRECTO			
ASTM D3082			
Coeficiente de Rotamiento Ø	0,25	37°	No drenado / Sumergido <input checked="" type="checkbox"/> RAPIDO
DENSIDAD SECA		gr/cm ³	
CONTEINIDO DE CARBONATOS			
Nº 116/72	%		
HINCHAMIENTO LIBRE			
Hinchamiento libre (%)			
Pres. Hincham. (Kg/cm ²)			
COMPRESION SIMPLE			
Nº 202/72			
Presión de Rotura			
H.A.M.B.			
Índice de Hinchamiento			
Coeficiente Potencial de Volumen			
Clasificación de la muestra según Norma			
LIMITES DE ATTERBERG			
UNE 7377/76 y 7378/75			
L.L.			
L.P.			
I.P.			
ANALISIS GRANULOMETRICO			
L.L.			
L.P.			
I.P.			

PROYECTOS, ANÁLISIS Y VENTAS AMBIENTE S.A.

PAYMASA
 0810 STA. M. DE MONTCADA
 (Barcelona)
 Tel. (093) 573 32 56
 Fax (093) 564 30 00

42400 VILASICA (Tampón)
 Polígono Industrial Canaleir (Pam. Euz.)
 Tel. (071) 32 02 19 32 30 34
 Fax (977) 32 02 18

08200 CERNICOLA DEL VALLES
 (Barcelona)
 Xarxa de Riera 13
 Tel. (071) 30 02 18
 Fax (93) 300 25 18

पृष्ठ. 2 / 10

AUDITORIA E INGENIERIA, S. A
Ctra. de Cornellà, 23-25, D-4
08950-ESPLUGUES DE LLOBREGAT

CLIENTE: AUDITORIA E INGENIERIA, S. A.

O B R A: MUESTRAS REMITIDAS

Nº INFORME : 2709/ 1- 1

FECHA: 21-08-1996

ENSAYOS REALIZADOS

* ENSAYOS DE GEOTECNIA

Los ensayos son efectuados según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales u objetos ensayados y/o sobre las muestras comandas "in situ" o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y aplicación de procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.

Los resultados se consideran como propiedad del Cliente, y sin autorización previa, PAMASA no se abstendrá de comunicarlos a un tercero.

PAMASA no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento de PAMASA, debiendo reflejarse en ella íntegramente todos los resultados obtenidos en los ensayos.

PROYECTOS ANÁLISIS MEDIO AMBIENTE S.A.

24110 572, 40 DE MONTECADA
(Barridos)
c. Pabellón 35, C-256
Tel. (03) 375 38 34
Fax (03) 364 99 00

2440 VILCASA, TERNADA
Polígono Industrial Orla
(Pab. Sudeste)
c. Maíz Terciario, Vivero 1, 254
Tel. (077) 39 32 19 - 39 30 34
Fax (077) 39 32 32

06290 CERDANYOLA DEL VALLE
(Barcelona)
Avda. de Roma, 13
Tel. (02) 580 87 27
Fax (02) 580 25 18

Page. 4 / 10

FECHA : 21-08-1996
N/REF.: 2709/1-1

ENSAYO DE PERMEABILIDAD

OBRA : MUESTRAS REMITIDAS

REFERENCIA : G-514
FECHA : 30-07-1996

ENSAYOS SOLICITADOS:

ENSAYO DE PERMEABILIDAD :

Condiciones del ensayo : - En Célula triaxial de 1,1/2 pulgadas

- Probeta Cilíndrica :
Diámetro = 3.8 cm.
Altura = 7.6 cm.

- Presión Lateral en Célula Triaxial = 6.5 Kg/cm²

- Presion en cola de permeametro
= 6.0 Kg/cm²

condiciones iniciales	:	Densidad seca	= 2.00	gr/cm ³
del suelo ensayado	:	Humedad %	= 15	%

Densidad seca	= 2.00	gr/cm
Húmedad	= 1.5	%

RESULTADO:

Permeabilidad	:	K	=	2,70	x	10 ⁻⁶	cm/seg
---------------	---	---	---	------	---	------------------	--------

OBSERVACIONES :

- Para K entre 10^7 a 10^9 se clasifica como : Muy impermeable
- Para K entre 10^4 a 10^6 se clasifica como : De impermeabilidad media
- Para $K < 10^4$ se clasifica como : Muy permeable

FECHA : 21-08-1996
N/REF. : 2709/1-1

ENSAYOS DE GEOTECNIA

OBRA : MUESTRAS REMITIDAS.

REFERENCIA : S-1 (Desde N° 6 hasta N°14)
FECHA : 30-07-1996

T. MATERIAL : MARGAS (MACHAQUEO DE ROCAS MARGOSAS)
PROFUNDIDAD : . . . mts. ☐ S. P. T. ☐ INALTERADA ☒ ALTERADA

mts. ☐ S.P.T. ☐ INALTERADA ☒ ALTERADA

RESULTADOS	CONDICIONES DEL ENSAYO
------------	------------------------

HUMEDAD NATURAL	R E S U L T A D O S	CONDICIONES DEL ENSAYO
DENSIDAD NATURAL UNE 7328 NIT-168	% 	- Pesar 1 muestra suelo represent. - Volúmen de la muestra - Determinar densidad aparente - Pesar 1 muestra parafraseada - Calcular la densidad
CONTENIDO DE SULFATOS EN SUELOS NIT 107/72	% 	- Menor de 0.20% - ATROQUE DEBIL. - Entre 0.20 y 0.59% - ATROQUE FUERTE - Mayor de 0.50 - ATROQUE MUY FUERTE
CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA NORMA 15/39	% 	
CORTE DIRECTO ASNT 03032 Cajilla de Rozamiento Ø Calibres	36° Kg/cm² 0,40	No Consolidado No Compactado X PAVIDO LEANTO
DENSIDAD SECA	gr/cm³ 	
CONTENIDO DE CARBOHATOS NLT 116/72 En peso CA CO,	% 	
HINCHAMIENTO LIBRE Hinchoamiento libre (%) Pres.Hincham. (kg/cm²)	Prob.Nº1 Prob.Nº2 Prob.Nº3 Humedad Comparat.: % % %	Prob.Nº1 Prob.Nº2 Prob.Nº3 %
NORMA 282/708 SIMPLE Presión de Rotura	Kg/cm² Según NIT 202/72	CONDICIONES DE HUMEDAD
L.A.M.B. NIT 114/75 Indice de Hinchamiento Volumen Potencial de Volumen	Kg/cm² % Suelto Seco	límite Plástico Himedo
Clasificación de la muestra según Norma		
LIMITES DE ATERREGG UNE 737/76 Y 7378/75	A N A L I S I S UNE 7376/75	G R A N U L O M E T R I C O
L.L.	TAMIZ UNE (mm)	40 25 10 5.0 0.40 0.080
I.P.	% QUE PASA	

del vas de l'abocador.

Un altre aspecte a tenir present és l'àrea font d'aquests materials, bàsicament per a disminuir costos de transport, per assegurar les característiques geotècniques requerides per l'obra, i per minimitzar l'impacte ambiental i paisatgístic que suposa la introducció de materials foranis. Per això és preferible la localització d'àrees properes amb suficients reserves, per a garantir les necessitats presents i de futures ampliacions.

* Dipòsits d'argila:

Les argiles s'utilitzen com a materials d'impermeabilització. Es disposen concentrades com a rebliment artificial en una capa d' 1 m de gruix, fins assolir un coeficient d'impermeabilització de 10^{-10} m/s.

Segons dades de l'IGME, els dipòsits més propers es localitzen a la Seu d'Urgell. Estan integrats per una formació molt potent d'argila vermella, plàstica, que intercala algun nivell arenós lenticular. Aquestes argiles corresponen al Miocè.

S'han comptabilitzat 6 dipòsits dels quals quatre es troben en explotació i 2 sense front obert.

Les reserves d'aquests materials són molt grans i de fàcil explotació.

La composició química d'aquestes argiles és la següent:

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	SO ₃	P ₂ O ₅
59.6%	20.3%	7.11%	0.37%	0.86%	0.80%	3.31%	0.52%	no	7.04%

* Dipòsits de grava i sorres:

En la construcció de l'abocador, s'ha de preveure tota una sèrie de llits drenants,

tant per recollir els lixivis produïts en l'abocador, com per recollir les aigües de pluja, imitant, d'aquesta manera, la recàrrega de l'aquífer, així com per a evacuar els possibles augments del nivell freàtic.

Aquestes capes de sorres i grava, a més són necessàries per a esmorteir les pressions exercides, tant pels treballs de compactació, com per les aigües subterrànies.

Propers a la zona del projecte hi ha nombroses extraccions de grava i sorres. Més concretament a l'àrea de Bellver de Cerdanya, a les terrasses del Segre, hi ha quatre explotacions actives.

Els materials explotats són de natura pissarrosa. Les reserves d'aquests dipòsits són molt grans, essent explotats amb intensitat.



subparalela a l'estratificació, com a estructures resultant dels episodis orogenics alpins i hercínians, respectivament.

D'edat posterior es troben les granodiorites del batóit d'Andorra-Monlluís, detectats a 22 m de fondària pel sondeig número 3.

Tectònicament la zona es troba afectada per l'orogènia alpina produint-se estructures anticlinals i sinclinals, falles i encavalcaments. La zona considerada forma part del flanc d'un plec afectat per un seguit de falles identificades al camp pel desplaçament relatiu dels estrats de conglomerats, més resistents a l'erosió.

3.- HIDROGEOLOGIA

La zona estudiada es troba afectada per un aquífer d'origen granític. En els tres sondejors efectuats s'ha trobat aigua a partir de les cotes 1164, 1159 i 1176, respectivament. S'ha interpretat com el nivell freàtic afectant la zona de pissarres. En el sondeig nº 1 ha hagut una recuperació del nivell d'aigua fins a la cota 1176. Aquesta cota s'ha interpretat com el nivell piezomètric.

Aquest aquífer s'enquadra en els aquífers en roques impermeables que magatzema l'aigua per les fissures existents a la roca (plans d'estratificació, falles, diaclasis,...). En el cas concret de la zona del projecte l'aquífer ha estat format per l'alteració de la granodiorita en contacte amb l'aigua que s'escala pels plans de discontinuïtat. En menor proporció la zona de pissarra conté aigua gràcies a la seva porositat secundària.

El cabal mesurat en els sondejors dona valors màxims al voltant dels 2000 l/h.

La permeabilitat de les pissarres està, segons assajos de laboratori, compresa entre $2,7 \cdot 10^{-6}$ i $2,45 \cdot 10^{-5}$ cm/s.

sondeig	prof. (m)	angle freg.	cohesió (kp/cm)	permeabilitat (cm/s)
S-1	6-15	36°	0,40	$2,7 \cdot 10^{-6}$
S-1	15-20	34°	0,40	$4,33 \cdot 10^{-5}$
S-2	3-11	36°	0,25	$2,45 \cdot 10^{-5}$
S-2	16-20	37°	0,25	$2,83 \cdot 10^{-5}$

S'han obtingut els següents resultats:

Tot i els valors assolits, s'ha de tenir present que el massís on s'excavaran els talussos presenta una estratificació de mil·limètrica a centimètrica amb cabussament vertical i amb importants discontinuïtats (diaclasis i esquistositat), perpendiculars a l'estratificació. Aquestes característiques poden produir problemes de bolcaments per flexió deguts a la transmissió dels esforços de la pressió de l'aquífer existent cap a l'interior del massís.

Els bolcaments impliquen una rotació d'unitats en forma de columna o bloc sobre una base, sota l'acció de la gravetat i forces exercides per unitats adjacents o per inclús d'aigua a les discontinuïtats.

Aquests moviments poden culminar en altres tipus, desprendiments, lliscaments, etc, depenent dels aspectes geomètrics del material involucrat, la distribució de les discontinuïtats. Els bolcaments es poden considerar exclusius del medis rocosos, condicionats per la disposició estructural dels estrats, i d'un sistema de discontinuïtats ben desenvolupades.

Els bolcaments per flexió es desenvolupen sota un mecanisme compost per flexions pseudocontínues del material, individualitzat en columnes, degut a una sèrie de moviments acumulats al llarg de les discontinuïtats. Quan es desencadena el moviment, per transmissió de la càrrega al peu del talús, el mecanisme progressa cap a l'interior del massís rocós, originant esquerdes de tracció amb profunditat i amplitud variables.

Les correccions necessàries pel tipus de massís serien la construcció de mesures de

La dinàmica de l'aquífer es suposa drenant cap a l'eix del riu Segre que circula al sud de la zona. Hi hauria direccions predominants de descàrrega pels plans de falla. Això explicaria la no recuperació fins a la cota 1176 del nivell piezomètric del sondeig nº 2. Geomorfològicament les direccions de falla coincideixen amb els torrents que travessen el vessant estudiat.

L'anàlisi geològica de l'aigua ha permès classificar-la, segons el diagram de Piper-Hill-Langelier, com a bicarbonatada calcàica, de duresa baixa.

4.- GEOTÈCNIA

S'han realitzat tres sondejors a la zona escollida per instal·lar l'abocador. Les cotes de perforació han estat la 1176,54, la 1173 i la 1182.

El sistema utilitzat ha estat la perforació de rotació amb recuperació de mostra alterada. El diàmetre de perforació ha estat de 220 mm.

Dels dos primers sondejors s'ha recuperat mostra alterada corresponents a les pissarres per a realitzar assajos de laboratori de tall directe i de permeabilitat. Prèviament als assajos, la mostra s'ha remoldejat; per tant els resultats són una aproximació quantitativa dels seus valors reals. Tot i així, i com ja s'ha descrit en l'apartat de geologia, al tractar-se d'un massís rocós afectat per nombroses discontinuïtats, el seu tractament com a sòl és prou aproximat al seu comportament real.

L'assaig de tall directe ha estat del tipus ràpid i sense drenatge.

L'assaig de permeabilitat s'ha realitzat en cèl·lula triaxial de 1,5 polsades. Les dimensions de la probeta cilíndrica han estat de 3,8 cm de diàmetre i 7,6 cm d'alçada. S'ha exercit una pressió lateral en cèl·lula triaxial de $6,5 \text{ kg/cm}^2$, mentre que la pressió en cua del permeàmetre ha estat de $6,0 \text{ kg/cm}^2$.

drenatge superficial per allunyar les aigües d'escolament superficial, i així limitar la capacitat de recàrrega del terreny, i d'un drenatge profund per tal de modificar el nivell freàtic, deprimint-lo a la zona d'influència de la instal·lació.

Els drenatges profunds consisteix en una capa de grava i que recullen les línies de corrent per a depressir el nivell freàtic, evaquant-lo fora del vas d'abocament, mitjançant tubs que atreuessant el dic de contenció.

En la construcció de drenatges profunds s'ha de tenir present que ha d'existir una adequada connexió hidràulica entre el material excavat i el sistema de drenatge.

En massissos rocosos la filtració es desenvolupa fonamentalment al llarg de discontinuïtats. L'eficàcia del sistema de drenatge depèn directament del nombre de discontinuïtats interceptades.

El sistema de drenatge ha de ser capaç de desguassar un cabal superior a la de la capacitat de recàrrega, per la qual cosa ha de tenir la suficient superfície efectiva.

Les aigües subterrànies que arriben a la zona de la instal·lació poden limitar-se mitjançant pantalles impermeables o pantalles de pous verticals de drenatge.

Des del punt de vista mecànic els materials que s'han d'excavar són ripables. Les pissarres donen velocitats de propagació de les ones sísmiques de compressió entre 1200 i 2100 m/s (IGME, 1987); això permet utilitzar un ripat mig, atavorit per les nombroses discontinuïtats. En el cas d'afectar els estrats conglomeràtics que s'intercalen entre les pissarres, s'haurà d'aplicar explosius, la qual cosa, però, no sembla previsible.

5.- MATERIALS D'ABORTACIÓ

En la construcció d'un abocador s'ha de preveure l'aportació de materials per a la contrucció dels drenatges i l'aïllament adequat que assegurin l'impermeabilització



1.- TREBALLS REALITZATS

Per tal de caracteritzar geotècnicament la zona de l'emplaçament del futur abocador de residus sòlids urbans de la Cerdanya, s'ha realitzat una sèrie de treballs de camp, assajos i anàlisis de laboratori, i recerca documental per avaluar la millor solució constructiva en front els aspectes geotècnics i hidrogeològics, així com la facilitat d'obtenció de materials per a poder portar a terme l'obra amb les màximes garanties d'impermeabilització i no afectació ambiental de la zona.

Els treballs de camp efectuats han estat:

- Prospecció visual prèvia per tal d'identificar els materials geològics de la zona i les estructures associades; i escollir els punts on calia extreure informació del subsòl per mètodes directes.
- Realització de tres sondejors helicoidals amb recuperació de mostra alterada. Les cotes de perforació han estat la 1176,54 m, la 1173 m i la 1182 m, respectivament. S'han assolit profunditats de 20 m pels dos primers i de 31 m pel tercer.

Els assajos de laboratori han estat:

- Tall directe, per obtenir angle de fregament intern i la cohesió de les mostres obtingudes del sondejors.
- Permeabilitat en cel·lula triaxial de 1,5 polsades.

S'ha analitzat geoquímicament una mostra d'aigua obtinguda del sondeig nº 1, per a caracteritzar geològicament la formació aquífera.

La recerca documental ha estat dirigida a:

- Situar la zona en el seu context geològic regional, prèviament i posterior

metamorfisme i de la deformació durant l'orogènia herciana.

Els granitoides hercians són majoritàriament intrusius i, a grans trets, hom pot fer- n'hi dos grups: els leucogranits moscovítics i les granodiorites i d'altres granitoides associats, que predominen àmpliament sobre els leucogranits. Aquests granitoides, així com les roques plutòniques intermèdies i bàsiques associades, tenen un caràcter calcoalcalí. Aquest és el químic propi de les roques ígnies presents a les feixes orogèniques lligades a les zones de subducció. La gènesi dels magmes dels quals deriven pot ésser relacionada amb l'anatèxia cortical d'una zona profunda de l'escorça continental o bé, més probablement, pot tenir un origen híbrid, on intervinrien magmes generats a profunditats més gran, en el mantell, per fusió a la zona de subducció, i magmes procedents de la fusió de l'escorça continental.

Al Pirineu axial afloren extensos massissos granodiorites intruïts després de les deformacions hercianes principals. Són les manifestacions plutòniques dels temps tardihercinians. Un bon exemple n'és el massís d'Andorra-Montlluís, que aflora al N de la Cerdanya.

Aquests batòlits estan emplaçats en dominis relativament superficials des del punt de vista estructural, constituïts per roques paleozoiques que no havien estat afectades pel metamorfisme regional o que ho havien estat només en un grau baix o molt baix. Al voltant s'hi formen aureòles de metamorfisme tèrmic de contacte.

En alguns casos, però, no s'observa l'aureòla de contacte. Això succeeix, entre altres, en alguns sectors de les vores del batòlit de Montlluís, on els granitoides es posen en contacte amb gneis o esquists de grau mitjà.

Si bé en la constitució petrològica dels batòlits i "stocks", els termes granodiorites solen ésser els més abundants, llur composició és força variable, ja que la gamma de composicions que intervien en la seva constitució va des de les tonalites als leucogranits, passant per les granodiorites, els granits monzonítics i els granits biotítics. També hi són presents alguns termes més bàsics, però sempre d'una manera subordinada: es tracta principalment de quarsodiorites i diorites que, a més

a la prospecció de camp, i

- Trobar els dipòsits de materials propers a la zona de l'obra, de característiques geotècniques adequades i amb reserves suficients.

Amb tota aquesta informació s'ha elaborat el següent annex, que consta d'una memòria, i dels informes dels sondejors, i dels laboratoris geotècnic i químic on s'han fet els assajos i les anàlisis.

2.- GEOLOGIA

La zona d'estudi s'enmarca en els materials hercians del Pirineu axial.

Els Pirineus són un cas típic de serrelada moderna que s'ha estructurat involucrant materials d'un cicle orogènic anterior, per això les direccions estructurals dels afloraments de terrenys hercians són deguts a l'orogènia alpina.

A més de les estructures de plegament, els terrenys hercians dels Pirineus són travessats per un conjunt de bandes milonítiques orientades d'E-W a NW-SE. Es tracta de zones estretes i allargades, on s'ha produït una intensa deformació dúctil de les roques en condicions metamòrfiques retògradades, és a dir, després del climax metamòrfic. En aquestes bandes, les estructures preexistents han estat gairebé destruïdes. Aquestes zones es troben sobretot en els materials més cristal·lins, gneiss i granitoides, o bé en les roques metamòrfiques de grau mitjà. Estan relacionades amb flancs de plects tardans o amb sistemes d'encavalcaments, quan la seva orientació és aproximadament E-W, o bé amb falles inverses amb un desplaçament lateral notable, quan la seva orientació és propera a NW-SE. Aquestes bandes milonítiques, tot i estar clarament relacionades amb els plects tardans, afecten també els granitoides joves que tallen les estructures de plegament.

Aquests terrenys, a més, es caracteritzen per l'abundància d'intrusions de granitoides, a partir dels quals s'originaren els gneis gràcies a l'efecte del

de formar petits cossos, són molt freqüents, en forma d'encavalcaments de dimensions decimètriques, a l'interior de les granodiorites. Molt més rars són els cossos de roques gabroïdes i ultramàfiques, que en tot cas sempre són de dimensions reduïdes.

L'emplaçament del projecte correspon a una de les vores del batòlit d'Andorra-Montlluís, amb les particularitats abans descrites d'absència d'aureòla de metamorfisme de contacte.

Per les observacions de camp realitzades es tracta d'una zona constituïda per materials terrígens afectats per metamorfisme regional de grau baix i molt baix (pissarres).

Estratigràficament es tracta d'una alternança d'episodis sedimentaris successius de baixa a alta energia (d'argiles a conglomerats, respectivament). Corresponen al Carbonífer.

Els materials més fons són pissarres amb estratificació mil·limètrica i centimètrica. El conjunt atany potències decimètriques.

Les pissarres es troben alternades amb materials de mida de gra més groller: gresos i conglomerats.

Els gresos són silícics de mida de gra mig i amb ciment silícic.

Els conglomerats estan compostos per còdols bàsicament de quars, heteromètrics, de mil·limètrics a centimètrics. La matriu és gresosa i el ciment silícic. Aquests estrats conglomeràtics sobresurten al paisatge, essent fàcilment identificables.

El conjunt forma una sèrie monoclinall amb estratificació de vertical a subvertical i direcció de capa entre 135 i 170º respecte el nord.

Les pissarres es troben afectades per esquistositat perpendicular i foliació



ANNEX Nº 3
ESTUDI GEOTÈCNIC, GEOLÒGIC E HIDROGEOLÒGIC

INDEX

- 1.- Treballs realitzats
- 2.- Geologia
- 3.- Hidrogeologia
- 4.- Geotècnia
- 5.- Materials d'aportació

Annexes:

Informes geotècnics de Payma
Columnes de les perforacions realitzades per Catalana de Perforacions, S.A.
Anàlítica de les aigües realitzades per AIMIA
Plans geològics
Fotografies de punts característics i dels sondatges