



MAGISTRALA 6 1 MAI •—• OTOPENI

LEGĂTURA REȚELEI DE METROU
CU AEROPORTUL INTERNAȚIONAL
HENRI COANDĂ

”Legătura rețelei de metrou cu Aeroportul Internațional Henri Coandă. (Magistrala 6. 1 Mai – Otopeni).” Proiectare și execuție lucrări structură de rezistență

Lot 1.1. 1 MAI – TOKYO

CAIET DE SARCINI

Capitolul 5 – Documente de referință

Raport geotehnic

Februarie 2019

Cuprins

1. DATE GENERALE	3
1.1 Obiectivele prezentei documentații	3
1.2 Cercetarea terenului de fundare	3
1.3 Traseul Magistralei 6	6
1.4 Limitări și excepții	7
2. INVESTIGAȚII DE TEREN ȘI LABORATOR	7
2.1 Investigatii de teren	7
2.2 Analize de laborator	8
3. CONDITII GENERALE DE AMPLASAMENT	9
3.1 Conditii geografice și geomorfologice	9
3.2. Cadru structural geologic	10
3.3 Conditii geologice	12
3.4 Conditii hidrogeologice	14
3.5 Seismicitate și adâncime de îngheț	17
4. CONDITII SPECIFICE DE AMPLASAMENT PENTRU TRASEUL 1 MAI – TOKYO	20
4.1 Conditii geologice	20
4.2. Conditii hidrogeologice de amplasament	23
5. BIBLIOGRAFIE	23

Lista anexelor

Anexa 1 – Fișe complexe ale forajelor - 6.01.DA18.02SGT.0.00–AS.001.POM.MTX.03

Lista planșelor

Plan de situație - 6.01.DA18.02SGT.0.00–PD.001.POM.MTX.03

1. DATE GENERALE

1.1 Obiectivele prezentei documentații

Prezenta documentație reprezintă raportul geotehnic preliminar, aferent Secțiunii 1, între stația 1 Mai și stația Tokyo a Magistralei 6 (care va lega Aeroportul Henri Coanda cu rețeaua de metrou existentă în București prin Stația 1 Mai).

În conformitate cu **"NORMATIV PRIVIND DOCUMENTAȚIILE GEOTEHNICE PENTRU CONSTRUCȚII", INDICATIV NP 074-2014**, lucrările de metrou fac parte din categoria geotehnică 3 iar cercetarea geotehnică preliminară are drept scop:

- să ofere informațiile necesare unei proiectări corespunzătoare și economice a lucrărilor de construcții,
- să furnizeze informațiile necesare în vederea stabilirii metodei de execuție,
- să identifice dificultățile care ar putea apărea pe parcursul execuției lucrărilor,

prin cunoașterea:

- condițiilor naturale (geotehnice și hidrogeologice) de amplasament,
- incidența construcțiilor avute în vedere, cu mediul înconjurător,
- problemele speciale posibil să apară pe perioada execuției lucrărilor și ulterior punerii acestora în funcțiune (folosind experiența anterioară în proiectarea și urmărirea execuției acestor tipuri de lucrări)

Pentru a răspunde subiectelor mai sus enumerate, prin prezenta lucrare s-au stabilit următoarele:

- succesiunea straturilor geologice care alcătuiesc terenul de fundare sau masivul de pământ adiacent construcțiilor care se vor proiecta,
- condițiile hidrogeologice de amplasament,
- caracteristicile fizico - mecanice ale straturilor geologice investigate (conform fișe complexe anexate documentației),
- încadrarea amplasamentului din punct de vedere al seismicității,
- adâncimea maximă de îngheț.

1.2 Cercetarea terenului de fundare

Pentru îndeplinirea obiectivelor menționate la pct. 1.1. METROUL S.A. a realizat în anul 2012 următoarele foraje (tabelul nr. 1).

Tabelul nr. 1 – Foraje geotehnice generatie 2012

Nr. crt.	Foraj geotehnic	Cota (m)	Adancime (m)	x	y
1	F1-2012	88.188	25	331480.858	583675.724
2	F2-2012	88.047	25	331749.519	584157.771
3	F3-2012	87.406	25	331580.137	584413.692
4	F4-2012	87.601	25	331294.439	584541.980
5	F5-2012	86.882	26	331311.366	585397.542
6	F115-2012	85.035	25	332077.108	585712.489
7	F113-2012	90.172	25	333574.804	585991.900
8	F100-2012	89.826	25	334013.586	585986.172
9	F101-2012	89.911	25	334111.061	586002.094
10	F103-2012	89.162	25	334153.809	586006.393
11	F102-2012	89.358	25	334332.179	586024.012
12	F112-2012	90.457	25	334523.168	586084.691

Completarea si verificarea informatiilor geotehnice s-a realizat pe baza consultarii documentatiilor de specialitate arhivate, ce privesc litologia zonei, in special cele furnizate din forajele cuprinse in Tabelul nr. 2.

Aceste foraje au fost realizate pentru același obiectiv, Magistrala 6, în etape anterioare de proiectare (SPF și SF) de către ISPIF S.A.

Tabelul nr. 2 – Foraje geotehnice de arhivă

Nr. crt.	Foraj geotehnic	Cota (m)	Adâncime (m)	x	y
1	FR2-11	89.140	29	330695.356	583711.373
2	FR2-10	88.800	30	330832.668	583611.310
3	FR2-9	89.100	30	330963.815	583531.801
4	FR2-30	89.000	29	331027.439	583444.051
5	FR2-8	88.000	32	331112.729	583445.539
6	FM2-57	89.500	32	331212.973	583409.149
7	F1'	88.150	30	331673.389	583881.540
8	F8	87.450	30	331048.934	584788.423
9	F9	87.230	30	331116.828	585241.343
10	F10	87.850	30	331549.237	585491.994
11	F11	86.200	30	331767.129	585590.353
12	F12	82.300	30	332311.552	585796.004
13	F10SPF	82.000	37	332845.335	585884.994
14	F13	90.000	20	333375.491	585957.096
15	F14	90.100	15	334166.908	586063.013
16	F9SPF	91.300	10	334573.026	586130.906

1.3 Traseul Magistralei 6

In figura 1 se evidentiaza amplasamentul traseului de metrou (statii si interstatii) al Magistralei 6.

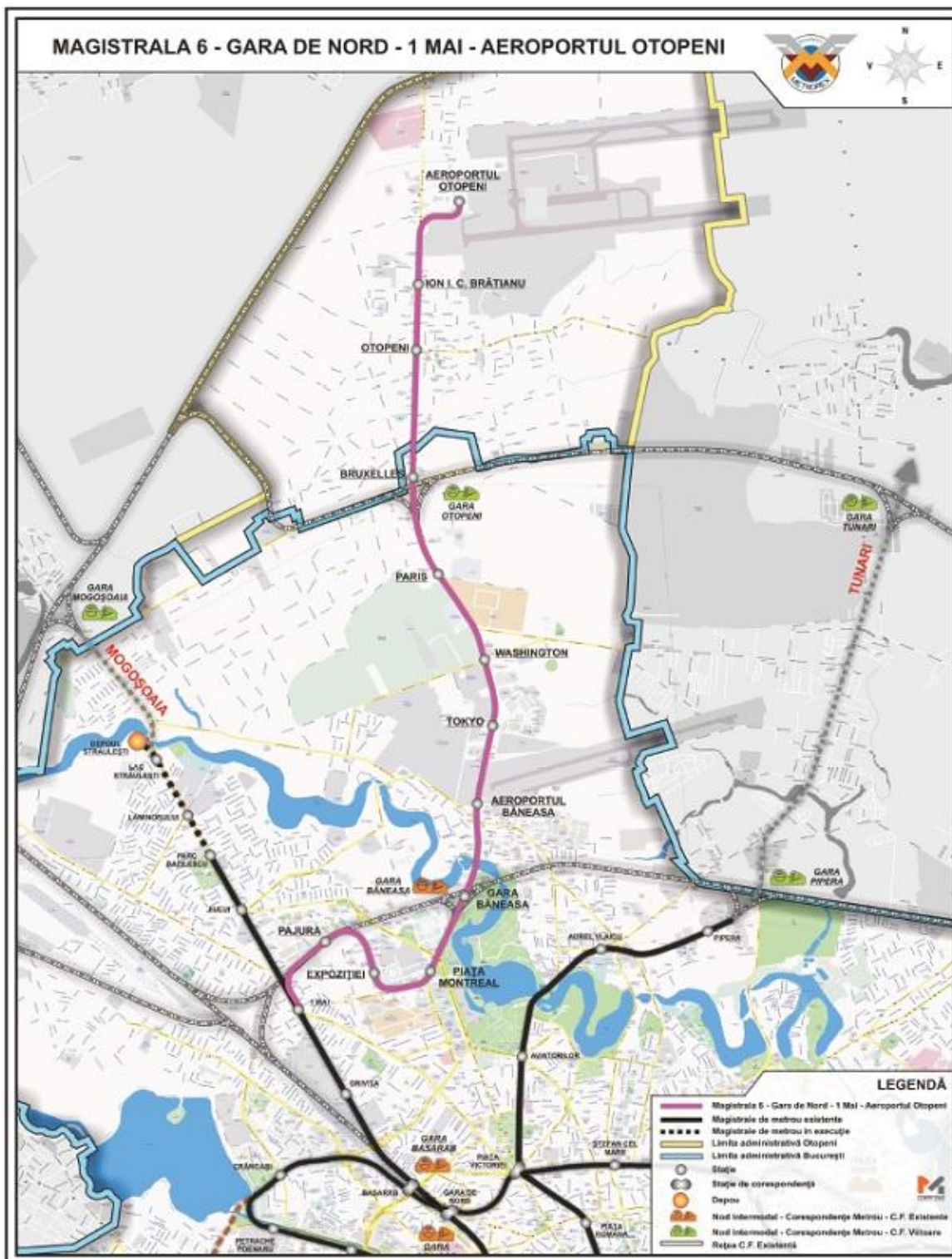


Figura 1: Traseul Magistralei 6 (1 Mai – Aeroportul Otopeni)

1.4 Limitari si exceptii

Prezentul raport prezintă datele colectate din forajele de investigație a amplasamentului și din analizele de laborator, efectuate pe probe prelevate din foraje.

Comentariile și opiniile exprimate în acest raport se bazează pe condițiile de teren din timpul execuției forajelor și pe rezultatele preliminare ale determinărilor din laborator. Cu toate acestea, pot exista condiții de teren care nu au fost descoperite prin investigația cu foraje și care, prin urmare nu pot fi luate în considerare.

În special, ar trebui să se țină cont de condițiile de variație a apei subterane, variații ce pot fi determinate de o serie de factori, precum variațiile sezoniere, drenarea și alimentarea lacului Herastrau, exploatarea acviferului prin epuizmente, pierderi de apă prin infiltrații, etc, condiții ce pot determina un nivel al apei semnificativ diferit față de cele raportate anterior.

2. INVESTIGAȚII DE TEREN ȘI LABORATOR

2.1 Investigații de teren

După cum se precizează la pct. 1.2, au fost executate un număr total de 28 de foraje geotehnice, cu adâncimi cuprinse între 10 m ÷ 37 m, majoritatea fiind cele cu adâncimi de peste 25 m (25 de bucăți).

Cercetarea geotehnică a avut în vedere cunoașterea caracteristicilor specifice terenului de fundare (masivului de pământ) până la limita previzionată a zonei de influență a construcțiilor.

Volumul, natura și programul cercetărilor corespunde cerințelor normativ NP 074-2014, faza cercetare geotehnică preliminară.

Execuția lucrărilor de foraj, s-a efectuat conform metodologiei specifice pentru studii geotehnice, cu respectarea standardelor în vigoare, precizate în tabelul nr. 3.

Tabelul nr. 3 – Standarde utilizate pentru investigații geotehnice de teren

Nr. crt.	Indicativ	Denumire
1	SR EN 1997-2:2007 SR EN 1997-2:2007/AC:2010	Eurocod 7: Proiectarea geotehnică. Partea 2: Investigarea și încercarea terenului
2	SR EN 1997-2:2007/NB:2009	Eurocod 7: Proiectarea geotehnică. Partea 2: Investigarea și încercarea terenului. Anexa națională
3	SR EN ISO 22475-1:2007	Investigații și încercări geotehnice. Metode de prelevare și măsurări ale apei subterane. Partea 1: Principii tehnice pentru execuție
4	SR EN ISO 22476-3:2006 SR EN ISO 22476-3:2006/A1:2012	Cercetări și încercări geotehnice. Încercări pe teren. Partea 3: Încercare de penetrare standard
5	STAS 1242/4-85	Teren de fundare. Cercetări geotehnice prin foraje

Forajele s-au realizat în sistem uscat, cu instalații de foraj mecanice (Beretta T47 și Comacchio GEO-305) și semimecanice.

Forajele mecanice au fost executate cu tub carotier de 131 mm diametru, protejat într-o coloană de lucru de 152 mm diametru.

Pentru forajele semimecanice, coloana de lucru folosită are diametrul de 324 mm și 273 mm. Pentru execuția gurilor de foraj s-au folosit în terenuri coezive borsape de 273 mm și 220 mm în vederea introducerii telescopice a tubulaturii de susținere a gurilor de foraj, datorită alternanței între pământurile coezive și necoezive.

În zona complexelor necoezive, execuția gării s-a realizat prin folosirea pompei cu clapet de 273 și 220 mm.

Deoarece poziția rețelelor edilitare trasate pe planurile de situație are caracter informativ, a fost necesară depistarea acestora prin sondaje manuale cu adâncimea de 2 m.

Pentru determinarea gradului de indesare/ capacității portante a terenului s-au efectuat teste de penetrare standard în foraj (SPT).

Au fost recoltate probe netulburate și tulburate din metru în metru și la fiecare schimbare de strat, lungimea stutului fiind de 30 cm iar diametrul de 10 cm.

În timpul execuției fiecărui foraj, tehnicianul geolog a fost prezent pentru identificarea corectă a succesiunii straturilor și caracterizării vizuale a probelor.

După finalizarea lucrărilor geotehnice, gaurile de foraj împreună cu santurile executate manual s-au umplut cu material local.

2.2 Analize de laborator

Pe probele prelevate din foraje s-a efectuat întreaga gamă a determinărilor de identificare a pământurilor, începând cu granulometria prin cernere și combinată (cernere + sedimentare) și continuând cu determinările de plasticitate, consistență, greutate volumetrică, porozitate, umiditate, grad de saturatie.

S-au efectuat încercări mecanice, constând în determinarea compresibilității pământurilor prin încercarea în edometru și determinarea rezistenței pământurilor la forfecare, prin încercarea de forfecare directă.

Rezultatele determinărilor sunt cuprinse în buletinele de analize anexate și se pot evalua examinând fișele complexe ale forajelor.

Tabela nr. 4 – Standarde utilizate pentru analizele și determinările de laborator

Nr. crt.	Indicativ	Denumire
1	SR EN ISO 14688-1:2004	Cercetări și încercări geotehnice. Identificarea și clasificarea pământurilor. Partea 1: Identificare și descriere
2	SR EN ISO 14688-2:2005	Cercetări și încercări geotehnice. Identificarea și clasificarea pământurilor. Partea 2: Principii pentru o clasificare
3	STAS 1913/1-82	Teren de fundare. Determinarea umidității
4	STAS 1913/2-76	Teren de fundare. Determinarea densității scheletului pământului
5	STAS 1913/3-76	Teren de fundare. Determinarea densității pământurilor
6	STAS 1913/4-86	Teren de fundare. Determinarea limitelor de plasticitate
7	STAS 1913/5-85	Teren de fundare. Determinarea granulozității
8	STAS 1913/6-76	Teren de fundare. Determinarea permeabilității în laborator
9	STAS 8942/1-89	Teren de fundare. Determinarea compresibilității pământurilor prin încercare în edometru
10	STAS 8942/2-82	Teren de fundare. Determinarea rezistenței pământurilor la forfecare, prin încercarea de forfecare directă

3. CONDIȚII GENERALE DE AMPLASAMENT

3.1 Condiții geografice și geomorfologice

Amplasamentul de studiu la care ne referim se încadrează din punct de vedere geomorfologic în Câmpia Bucureștiului, subunitate a Câmpiei Vlăsiei, parte componentă a Câmpiei Române și este străbătută de râul Colentina a cărui curs foarte meandrat a fost amenajat hidrotehnic, cu mari suprafețe de luciu de apă, reprezentate prin lacurile Baneasa, Herastrau, Floreasca etc.

Apa din râul Colentina se găsește, în prezent, la nivelele obișnuite ale lacurilor, având la intrarea în oraș cota 80,50 m (Lacul Baneasa) și 66,0 m la ieșire (Lacul Fundeni).

Zona de lunca a râului Colentina este, în general, îngustă, dezvoltându-se pe suprafețe restrânse de o parte și alta a râului.

Spre nord de râul Colentina se cunosc zonele de câmp, denumite subzona Baneasa și subzona Otopeni, iar la sud de acesta, se întinde subzona Câmpului Giulești-Floreasca.

Zonele de taluz natural (trecerea de la zona de lunca la zona de câmpie), atât spre nord, cât și spre sud, sunt puternic influențate de lucrările de amenajare pe verticală a terenului din intravilan.

În concluzie, din punct de vedere geografic, morfologic și hidrografic, perimetrul studiat traversează:

- zona de lunca a râului Colentina pe ambele maluri,
- zona de câmpie, atât spre nord cât și spre sud de râul Colentina.

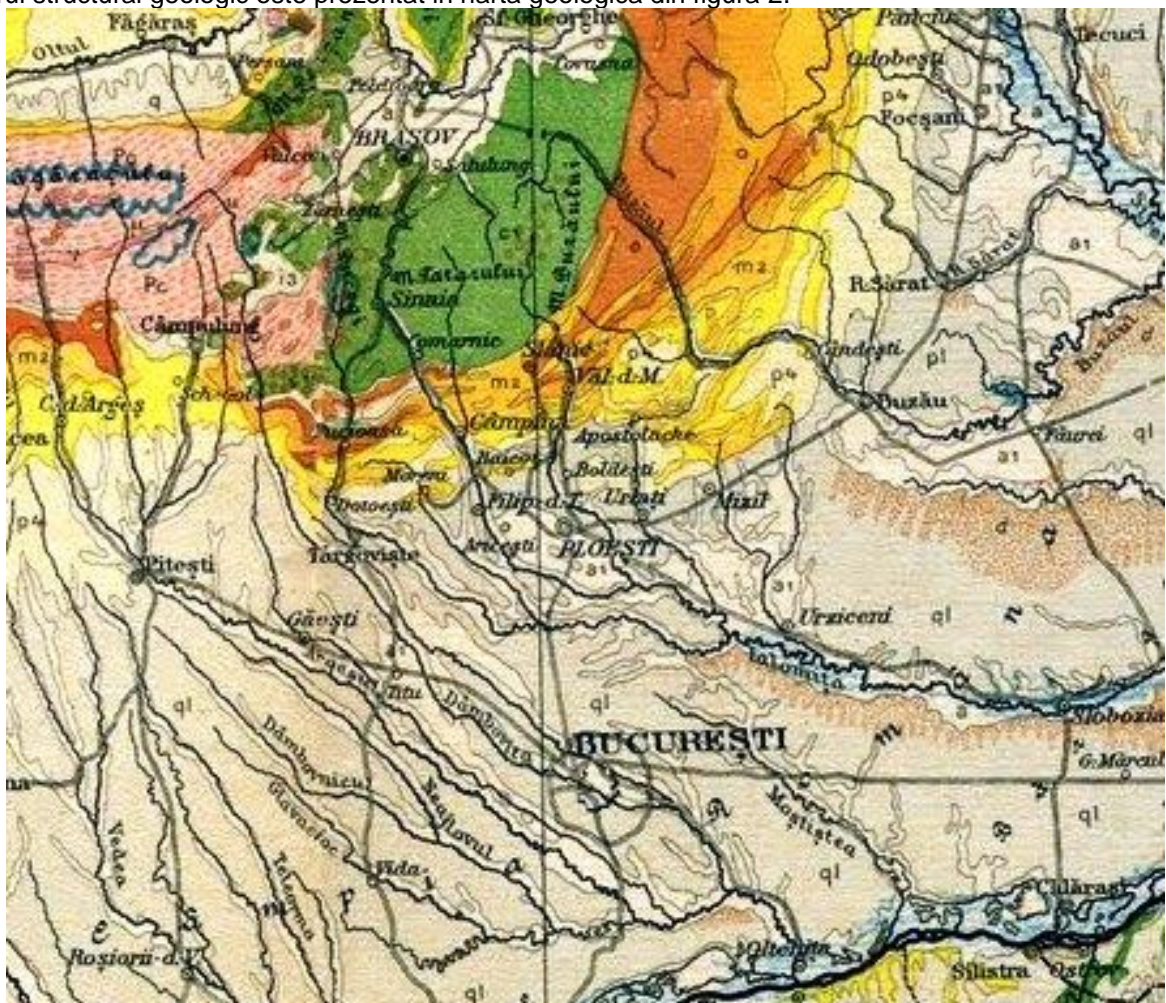
Energia de relief este redusă și este determinată de racordarea zonelor de câmp la zona de lunca, precum și de văile din câmpie, cu sau fără apă, săpate în depozitele loessoide.

Rețeaua hidrografică este slab reprezentată, principalul curs de apă fiind Colentina.

3.2. Cadrul structural geologic

Problemele pe care le ridică geologia Câmpiei Române privesc pe de o parte fundamentul ei, pe de altă parte alcătuirea litologică și stratigrafică a formațiunilor sedimentare mai noi.

Cadrul structural geologic este prezentat în harta geologică din figura 2.



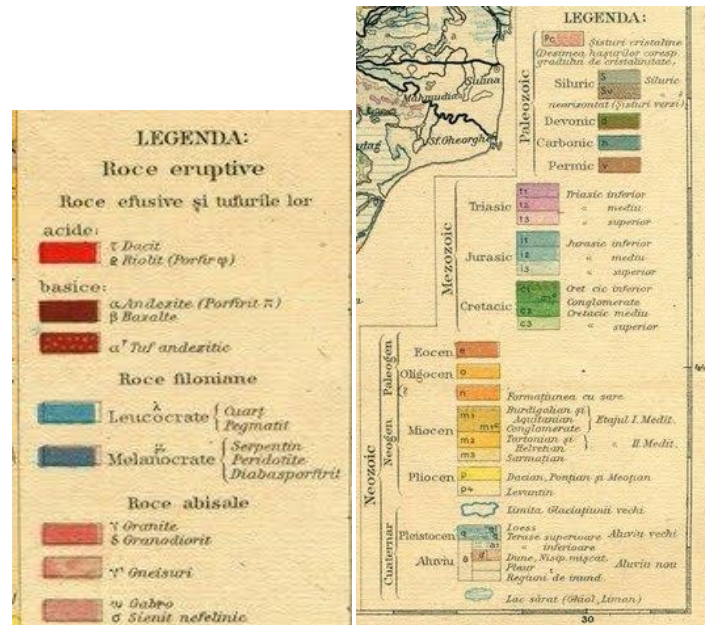


Figura 2: Harta geologica a Romaniei, sc. 1 : 200.000, Institutul Geologic al Romaniei

Fundamentul zonei este reprezentat de un soclu rigid, format din sisturi cristaline de diferite tipuri, intalnite numai in foraje, la mari adancimi.

In zona Bucuresti se considera ca fundamentul se afla situat sub adancimea de 5.000 – 6.000 m conform Emil Liteanu (1953) - "Geologia zonei orasului Bucuresti", Comitetul Geologic, Bucuresti.

Acest fapt pune in evidenta ca orasul Bucuresti este situat intr-o zona ce prezinta caracter de labilitate a scoartei, avertizand astfel asupra reactiei la seisme datorita lipsei unui fundament rigid aproape de suprafata sau a unor roci dure (aspect evidentiat si in articolul mentionat la pct. 3.5).

Cuvertura sedimentara se dispune peste fundamentul penplenizat si se continua treptat, prin diferite faze de eroziune si de acumulare de sedimente marine, lacustre sau continentale, terminandu-se cu cele de varsta cuaternara.

In intregul sau, cuaternarul se prezinta ca o etapa complexa, in care s-au format depozite foarte variate atat din punct de vedere genetic, cat si litofacial.

Se intalnesc astfel depozite piemontane, deltaice, conuri de dejectie, depozite de terasa, de lunca si lacustre, peste care se aseaza depozite eoliene.

3.3 Condiții geologice

Din interpretarea datelor obținute în urma execuției recente a forajelor de investigație geotehnică, precum și pe baza celor arhivate, rezultă următoarea succesiune litologică specifică traseului Stația 1 Mai – Stația Tokyo:

1. UMPLUTURI, (SOL VEGETAL ȘI UMPLUTURI ANTROPICE)
2. COMPLEXUL ARGILOS - NISIPOS SUPERIOR,
3. COMPLEXUL PIETRISURILOR DE COLENTINA,
4. COMPLEXUL DEPOZITELOR INTERMEDIARE,
5. BANCUL GROS DE NISIPURI - MOSTISTEA,
6. COMPLEXUL LACUSTRU,
7. COMPLEXUL PIETRISURILOR INFERIOARE – FRATEȘTI.

Descrierea complexelor se face în raport de vârstă acestora, (de jos în sus).

3.3.1 COMPLEXUL PIETRISURILOR INFERIOARE

Acest complex se dezvoltă continuu sub întreg teritoriul Bucureștiului, pe o grosime variind între 100 - 180 m, fiind constituit din trei bancuri de nisipuri și pietrisuri, separate de două orizonturi de argilă.

În zona orașului București, acest complex are o cadere spre nord.

La Baneasa, acoperișul complexului se află la cota -90 m, iar în comuna Progresu la cota -30 m.

În același timp, grosimea crește de la sud spre nord, având în comuna Progresu 90 m, iar spre nord la Baneasa 170 m.

3.3.2 COMPLEXUL LACUSTRU

Peste depozitele pietrisurilor inferioare se găsește deșus complexul lacustru.

Acesta are grosimi de 60 – 130 m și este constituit dintr-o alternanță de argile marnoase și nisipuri fine.

Nisipurile din complexul lacustru sunt întotdeauna cenușii – verzui.

În ceea ce privește distribuția pe verticală a diferitelor nivele de nisipuri, rezultă din profilele forajelor că în porțiunea inferioară a complexului, lentilele de nisipuri sunt mai rare ca în rest.

Ca distribuție pe orizontală, nu există zone cu distribuție diferită, nisipurile fiind repartizate uniform pe întreaga suprafață a orașului București.

Examinând hărțile izobatelor superioare ale complexului lacustru (*conform documentației grafice elaborate de I.P.B. sc. 1:25.000 în anul 1979*), se pune în evidență o cadere generală dinspre vest din zona Cotroceni, unde are cota +60 m și dinspre nord, Parcul Herastru, unde are cota +55 m, spre est Pantelimon, unde are cota +30 m.

Centrul orașului se înscrie între cotele +45 m și +35 m, unde suprafața complexului este aproape orizontală.

Grosimea întregului complex variază între 130 m în zona Baneasa și 58 m în sud, zona Jilava.

Față de suprafața complexului care variază în limite restrinse, creșterea rapidă a grosimii spre nord pune în evidență faptul că acest complex compensează adâncimea tot mai mare la care se află orizontul de pietrisuri inferioare.

3.3.3 BANCUL GROS DE NISIPURI

Peste depozitele complexului lacustru s-a deșus un banc de nisipuri, care are numeroase intercalatii de

argile prafoase, argile nisipoase și prafuri nisipoase.

Bancul gros de nisipuri este bine dezvoltat, având o extindere continuă în toată zona Bucureștiului, cu o grosime medie de 10 - 15 m.

Bancul gros este alcătuit aproape exclusiv din nisipuri, cu foarte rare intercalatii argiloase.

Argilele se găsesc intercalate între nisipuri sub forma de lentile sporadice, fiind constituite din argile nisipoase și prafoase de culoare cenușiu, galbuie.

Bancul gros de nisipuri se dezvoltă în toată zona orașului București, grosimea variind între 1 – 25 m.

Când lipsesc depozitele argilelor intermediare, peste complexul bancului gros de nisipuri se suprapun direct pietrisurile complexului de Colentina, tranziția dintre acestea fiind dificil de sesizat.

Suprafața bancului gros variază între cotele +70 m în vest și 39 m în est, având o cadere generală de la vest, nord-vest, spre est, sud est.

3.3.4 COMPLEXUL DEPOZITELOR INTERMEDIARE

Este constituit din toată gama pământurilor coezive, predominând însă argilele.

În cuprinsul său sunt întâlnite suborizonturi permeabile constituite din nisipuri fine, medii și prafuri nisipoase, nisipuri prafoase.

Caracteristica acestui complex este variabilitatea atât ca dezvoltare, cât și ca alcătuire.

În ceea ce privește distribuția complexului, el se găsește bine repartizat în nordul orașului, unde are grosimi de cca. 20 m și se subțiază spre sud, unde pietrisurile de Colentina se așează direct peste bancul gros de nisipuri.

Se poate afirma că originea acestor depozite este variată, lacustră și eoliană, aceasta deoarece argilele prafoase, întâlnite în acest complex au caracteristicile tipice ale luturilor.

3.3.5 COMPLEXUL PIETRISURILOR DE COLENTINA

Este constituit din pietrisuri și nisipuri, având sub aspect granulometric variații mari.

Complexul poate fi observat direct în excavațiile adânci și se caracterizează prin prezența a numeroase intercalatii argiloase și prafoase, lentiliforme.

Pietrisurile au elemente ce pot ajunge ca dimensiuni la cca. 70 mm, fiind totdeauna bine rulate.

Nisipurile sunt variate ca granulozitate, între nisipurile fine și nisipurile grosiere, cu treceri la pietrisuri marunte.

Culoarea este variată, predominând cea galbuie în partea mijlocie a complexului și trece treptat în jos la o culoare albicioasă iar în sus la portocaliu și apoi ruginiu.

În ceea ce privește distribuția acestui complex trebuie menționat faptul că exceptând vestul Bucureștiului, acesta a fost interceptat de forajele geotehnice pe întreg arealul interfluviului, precum și la nord de râul Colentina, pe grosimi ce variază între 5 și 20 m.

În legătura cu structura lui, putem preciza că s-a depus într-un regim puternic torențial, în care apele divagau pe tot întinsul cimpiei și depuneau mari cantități de nisipuri și pietrisuri

În cuprinsul lor apar suborizonturi argiloase, uneori cu grosimi considerabile 2-5 m.

3.3.6 COMPLEXUL ARGILELOR NISIPOASE SUPERIOARE

Acest complex este constituit din depozite loessoide, spre baza din nisipuri prafoase, nisipuri care fac tranziția la Complexul Pietrisurilor de Colentina.

În ceea ce privește structura acestora, se disting depozite de câmp și depozite de lunca.

3.3.6.1 Depozitele de câmp, acopera toate interfluviile.

Este constituit în suprafața din orizontul B argilos, care a luat naștere prin levigarea calcarului din luturi și orizontul C prafos, în care s-a acumulat calcarul.

Pe interfluviul Dambovită - Colentina grosimea complexului de luturi este redusă, având 4 – 5 m.

Cu cât se apropie de râul Colentina, grosimile scad, pentru a atinge cca. 1,0 m.

În zona cîmpurilor de nord și sud (Baneasa - Pantelimon și Cotroceni - Vacaresti), grosimile complexului de luturi este mult mai mare, atingând 10-20 m.

3.3.6.2 Depozitele de lunca sunt reprezentate printr-o alternanță de argile, prafuri nisipoase și nisipuri prafoase, între care există treceri gradate, neputând fi stabilite limite precise.

În ceea ce privește grosimea complexului argilo-nisipos, acesta prezintă variații mari.

În lunca Colentinei, Complexul argilo-nisipos are variații între 3 – 6 m.

Luncile au depozite caracteristice aluvionare de ses, care au transportat în genere fracțiunea fină a aluviunilor.

Nisipurile urmăresc mai ales fostul fir al apei, în timp ce argilele indică zonele fostelor bălți din lunca majoră.

3.4 Condiții hidrogeologice

Principalele formațiuni acvifere care se individualizează în zona orașului București, sunt:

- calcarele cretacice,
- stratele de Candesti – Fratesti,
- nisipurile de Mostiștea și Pietrisurile de Colentina.

În aprecierea condițiilor hidrogeologice din zona orașului București, un rol important îl are faptul că depozitele sedimentare se înscriu într-un larg sinclinal, efect al mișcărilor neotectonice și de subsidență.

Axul acestui sinclinal are o afundare pe direcția SV – NE, el situându-se la nord de orașul București, care se află astfel pe versantul sudic al sinclinalului.

Un argument al acestui cadru structural al Câmpiei Române (cu caracter depresionar), este faptul că acviferele de adâncime apar la zi pe marginile depresiunii, cele cretacice în sud la Dunăre și cele de Fratesti, în vest și sud, scotând astfel în evidență marginile mai ridicate ale podisurilor învecinate.

Stratele de Fratesti reprezintă depozite fluviale, cu granulație variată (pietrisuri, nisipuri, nisipuri argiloase, argile).

În zona orașului București, stratele de Fratesti sunt clar evidențiate prin cele trei orizonturi, denumite:

- A (orizontul superior),
- B (orizontul median),
- C (orizontul inferior).

Cel mai bine dezvoltat, având o grosime de 30 - 50 m, este orizontul A, orizonturile C și B având grosimi de 20 - 30 m.

Stratul de argilă ce separă orizonturile A și B poate avea grosimi maxime de 20 - 30 m, astfel încât întregul complex de Fratești atinge grosimi de 80 - 140 m.

Stratul A este principalul debitor de apă potabilă pentru București, fiind exploatat prin sute de foraje, motiv pentru care este și mai bine cunoscut.

Analizând un profil N-S, prin zona cercetată a orașului, pe o lungime de cca. 15 km, s-a interceptat stratul tip A, pe o grosime medie de 24,50 m, la adâncimea de 105 m, în sud (I.M.G.B. - Berceni) și 169 m în nord (Pipera).

Nivelul hidrostatic se situează la adâncimea de 60 - 61 m.

Se evidențiază astfel o cadere a stratului de la sud spre nord cu 64 m reprezentând 7 - 9 %.

Sub orizontul A, toate forajele au interceptat formațiuni argiloase - marnoase pe grosimi de 5-13 m, fără a le depăși.

În întregul său, orizontul A prezintă permeabilități diferite în funcție de granulometrie.

Stratul B are caracteristici asemănătoare cu stratul tip A atât din punct de vedere granulometric, cât și al calității apei.

Stratul C are o granulație mai fină iar din punct de vedere chimic are conținuturi ridicate în substanțe organice și amoniac, fapt pentru care este mai puțin exploatat.

Uneori stratele B și C vin în contact direct (zona Soseaua Alexandriei - Magurele).

Adâncimea maximă la care se consideră că s-a depășit dezvoltarea stratelor de Fratești este consemnată în unele foraje din partea de nord a orașului (Combinatul Poligrafic, Calea Grivitei) 315 m, foraj Fabrica Textile Dacia, zona în care întregul complex este interceptat între 172 m și 315 m, având deci o grosime de 143 m.

În legătura cu dinamica apelor din aceste strate, Emil Liteanu consideră că, independent de natura stratelor de Fratești, apele subterane din acest orizont curg după un fascicol cu direcția, în general, vest - est și divergent spre Dunăre.

În ceea ce privește stratul tip A, Mircea Pascu susține că pe baza studiilor cu izotopi de mediu, s-a evidențiat alimentarea acestuia în zona sa centrală, în principal pe seama unui aport prin drenanță ascensională, iar realimentarea de la suprafața a stratului se produce după un ciclu de 9-14 ani.

Nisipurile de Mostiștea

Sunt reprezentate prin nisipuri fine, cu treceri locale la nisipuri medii și, mai rar, pietrisuri marunte cu intercalatii de argile prafoase sau nisipoase.

Sunt bine dezvoltate având o extindere continuă, grosimea variind între 2 - 25 m.

Local în unele zone, ele vin în contact cu pietrisurile de Colentina, prin lipsa complexului argilelor intermediare, caz în care nivelul piezometric corespunde nivelului hidrostatic al orizontului superior cu nivel liber, la adâncimea de 6 - 7 m.

Nisipurile de Mostiștea constituie surse de alimentare cu apă, în special apă tehnologică, datorită conținuturilor ridicate în fier.

În zone apropiate orașului București, orizontul este captat cu puturi având 25 - 45 m la Arcuda, calitățile

apei fiind corespunzătoare.

Complexul Pietrisurilor de Colentina

Constituie depuneri atribuite vechilor cursuri ale raurilor Argeș și Dambovită.

El se dezvoltă atât în interfluviu, cât și la nord de râul Colentina și la sud de Dambovită, lipsind local însă în zona Militari – Drumul Taberei.

Spre nord de București, pietrisurile dispar pe un aliniament Otopeni – Afumatei.

În general, nivelul apei este liber, constituind nivelul freatic din zona Bucureștiului.

Pe alocuri, acesta poate fi slab ascensional datorită presiunii exercitate de depozitele argilelor prafoase de suprafață.

3.5 Seismicitate și adâncime de îngheț

- În conformitate cu SR 11100/ 1-1993 Zonarea seismică a teritoriului României, amplasamentul magistralei M6 se găsește în **zona de intensitate seismică "8₁"** (caracterizată de scara de intensitate MSK cu perioada medie de revenire de 50 ani).

- În conformitate cu Codul de proiectare seismică pentru clădiri P100-1/ 2013 încadrarea este următoarea:

- accelerația de vârf a terenului pentru proiectare cu IMR = 225 ani și 20% probabilitate de depășire în 50 de ani **$a_g = 0,30g$** (Figura 3)
- perioadele de control (colt) ale spectrului de răspuns, specifice amplasamentului sunt : $T_B = 0,32$ s; **$T_C = 1,60$ s**; $T_D = 2,00$ s (Figura 4 pentru T_C)

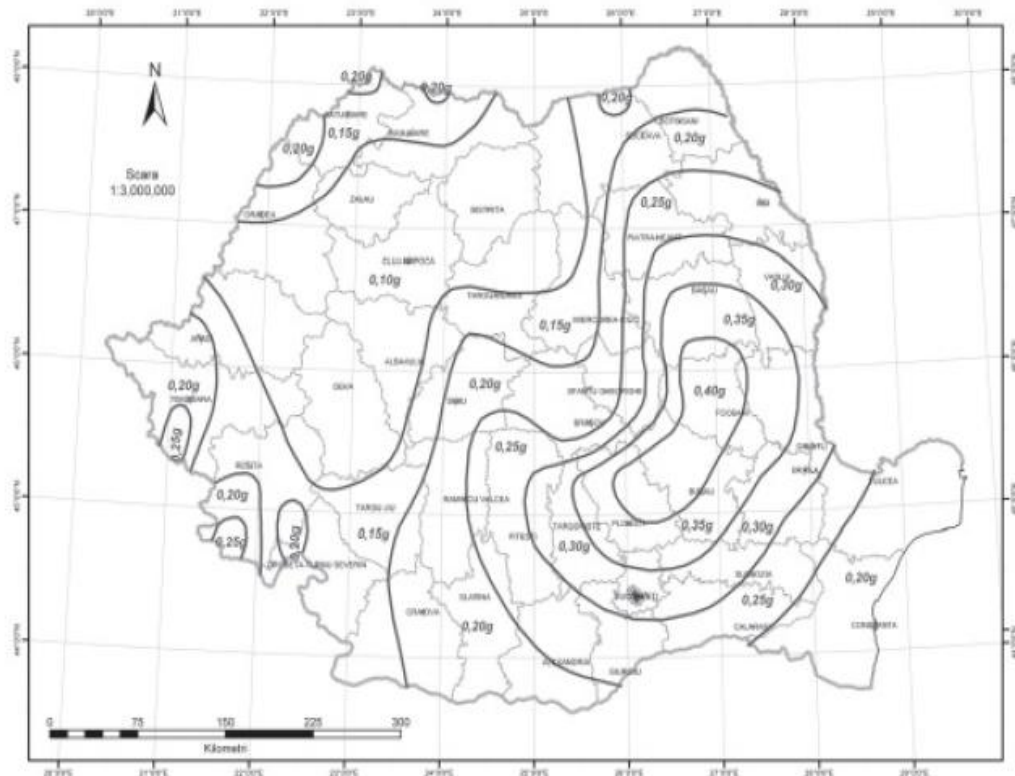


Figura 3 - Zonarea valorilor de vârf ale accelerației terenului pentru proiectare a_g cu IMR = 225 ani și 20% probabilitate de depășire în 50 de ani (conform P100-1/2013)

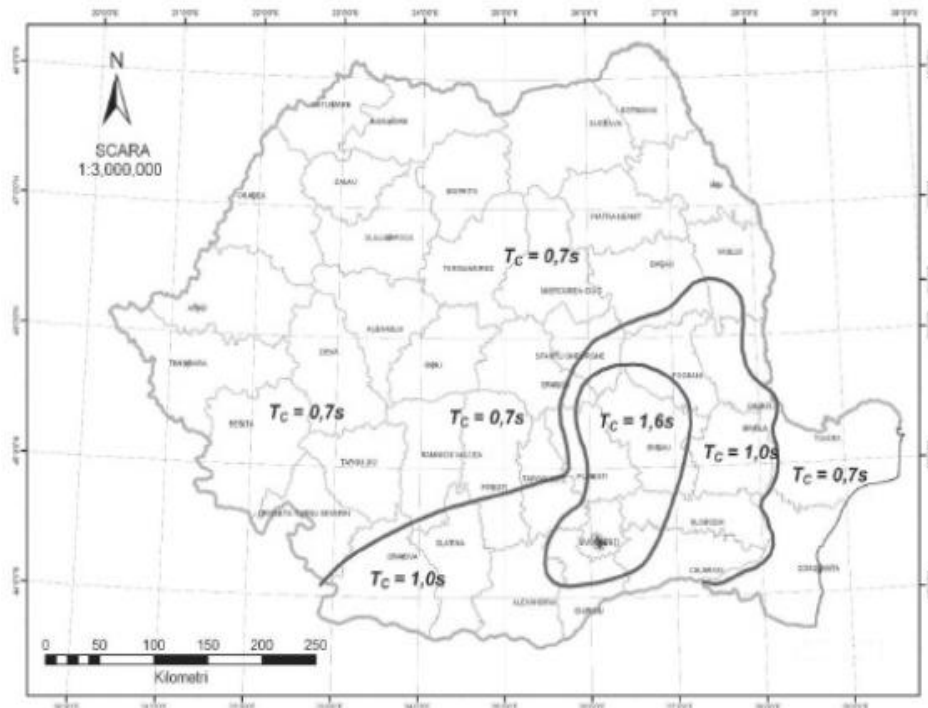


Figura 4 - Zonarea teritoriului Romaniei in termeni de perioada de control (colț), T_c a spectrului de raspuns (conform P100-1/2013)

În concordanță cu microzonarea seismică a orașului București, rezultată în urma cercetărilor efectuate de Institutul Național de Fizică Pământurilor, Universitatea din Karlsruhe și S.C. METROUL S.A și rezumată în articolul "GEOLOGICAL AND GEOPHYSICAL MODEL OF THE QUATERNARY LAYERS BASED ON IN SITU MEASUREMENTS IN BUCHAREST, ROMANIA", întocmit de A. BALA, D. HANNICH, J.R.R. RITTER, V. CIUGUDEAN – TOMA, amplasamentul imobilului se află situat într-o microzonă seismică pentru care viteza undelor secundare este cuprinsă între 240 - 280 m/s, specifică terenurilor cu comportare slabă la sollicitări seismice.

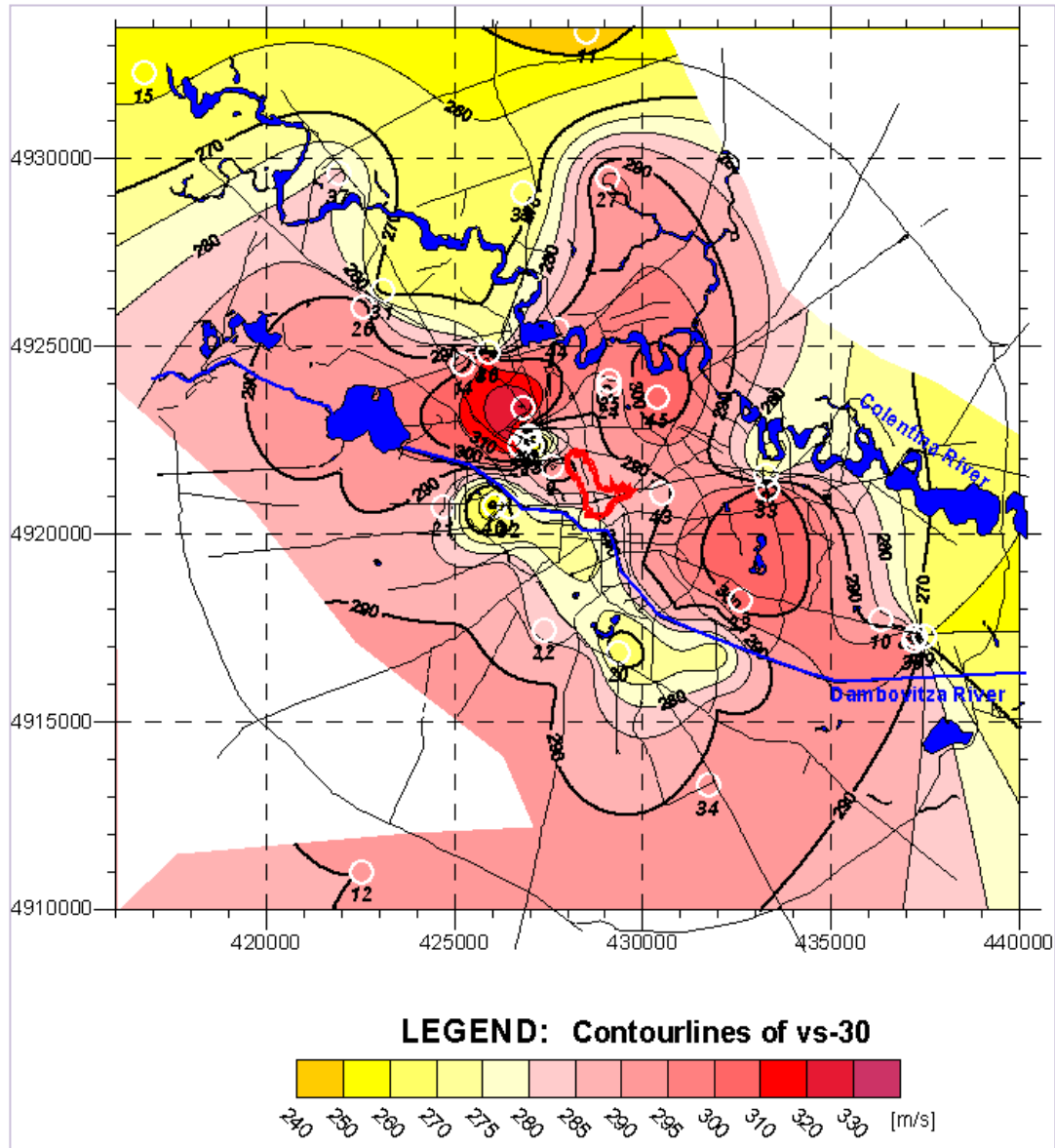


Figura 5 - Zonare microseismica Bucuresti

Analizând potențialul de lichiefiere a terenului din amplasament, se constată că în conformitate cu tabel 1 – “Indrumator tehnic pentru studiul proprietăților pământurilor necoezive lichiefiabile – Indicativ P 125-84” nu sunt îndeplinite criteriile granulometrice de apreciere a lichiefiabilității pentru complexul Pietrisurilor de Colentina.

Acest fapt este dovedit și de comportarea bună a imobilelor din zonă, care au suportat cutremurele din 1977, 1986, 1990 (nu s-a manifestat fenomenul de lichiefiere).

În tabelul de mai jos se prezintă intensitatea maximă înregistrată în partea centrală a orașului București, pentru cinci cutremure semnificative de tip vrancean, care s-au manifestat în ultimele două secole.

Tabelul nr. 5 – intensitatea maximă înregistrată în București, pentru cinci cutremure de tip vrancean

No.	Data	Timp	Epicentru	H	Magnitudine	DH	DE	Io	IA
-----	------	------	-----------	---	-------------	----	----	----	----

		(GMT)	coordonate		focar							
		h: m: s	Lat°N	Long°E	h (km)	mb	MS	MW	(km)		(MSK)	
1	26.10.1802	10:55:00.00	45.700	26.600	130	-	7.5	7.9	195	146	9.5	8.4
2	10.11.1940	01:39:07.00	45.800	26.700	133	-	7.4	7.7	207	158	9.0	7.8
3	04.03.1977	19:21:56.20	45.340	26.300	109	-	7.2	7.4	149	101	8.5	7.7
4	30.08.1986	21:28:37.00	45.530	26.470	133	-	7.0	7.2	182	125	8.0	7.2
5	30.05.1990	10:40:06.40	45.820	26.900	91	-	6.7	6.9	189	166	8.0	6.1

DH: distanța hipocentrului

DE: distanța epicentrului

h: adâncime focar

MS: magnitudinea undelor de suprafață

Io: intensitate epicentrală

IA: intensitate amplasament

mb: magnitudinea undelor de volum

MW: magnitudine moment

Adâncimea maximă de îngheț este **0,80 - 0,90 m**, în conformitate cu prevederile STAS 6054-77.

4. CONDIȚII SPECIFICE DE AMPLASAMENT PENTRU TRASEUL 1 MAI – TOKYO

4.1 Condiții geologice

Studiile geologice zonale, scot în evidență faptul că succesiunea generală a depozitelor, începând din baza cuaternarului și având în partea superioară Complexul Pietrisurilor de Colentina și Complexul argilelor prăfoase de suprafață, este relativ uniformă pe întreaga zonă cercetată, variațiile existente nefiind semnificative pentru caracterul de sedimentare.

Limitele complexelor geologice interceptate de forajele de studiu se regăsesc în tabelul nr. 6:

Tabelul nr. 6 – limitele complexelor geologice

Nr. foraj	H (m)	Baza Str. 1 (m)	Baza Str. 2 (m)	Baza Str. 3 (m)	Baza Str. 4 (m)	Baza Str. 5 (m)	NH (m)
FR2 – 11	29	0,60	3,50	16,10	26,70	Neinterceptat	7,90
FR2 – 10	30	0,60	4,90	16,30	25,50	Neinterceptat	7,40
FR2 – 9	30	0,60	4,90	16,50	24,10	Neinterceptat	7,60
FR2 – 30	29	0,90	9,20	14,60	27,80	Neinterceptat	10,10
FR2 – 8	32	1,70	7,90	15,10	30,20	Neinterceptat	9,10
FR2 – 57	32	3,70	9,70	15,40	28,80	Neinterceptat	8,20
F1-2012	25	1,00	7,20	20,60	Neinterceptat		7,20
F1'	30	0,20	8,00	14,50	20,70	Neinterceptat	8,00
F2-2012	25	0,50	3,00	18,20	20,80	Neinterceptat	6,60
F3-2012	25	0,80	6,00	15,60	16,80	Neinterceptat	6,70
F4-2012	25	0,50	5,70	14,00	17,00	Neinterceptat	7,50
F8	30	0,40	4,50	15,50	22,50	Neinter-	7,30

						ceptat	
F9	30	1,00	3,50	15,50	18,70	neinterceptat	9,00
F5-2012	26	0,90	3,70	16,70	23,70	Neinterceptat	7,90
F10	30	0,40	5,00	15,20	20,40	Neinterceptat	9,40
F11	30	0,50	2,50	17,70	22,80	Neinterceptat	8,00
F12	30	0,60	2,30	13,60	26,50	Neinterceptat	7,50
F115-2012	25	0,50	7,60	17,40	21,80	Neinterceptat	7,30
F10 _{SPF}	37	2,70	5,30	14,30	27,90	Neinterceptat	2,70
F13	20	0,80	10,50	15,40	Neinterceptat		7,80
F113-2012	25	0,90	11,10	15,20	Neinterceptat		9,40
F100-2012	25	6,40	10,20	14,50	Neinterceptat		7,20
F101-2012	25	0,60	9,70	13,50	Neinterceptat		6,60
F14	15	1,40	9,70	13,30	Neinterceptat		5,30
F103-2012	25	0,30	7,80	12,60	Neinterceptat		6,80
F102-2012	25	1,40	6,50	14,30	Neinterceptat		8,30
F112-2012	25	0,80	9,70	14,80	Neinterceptat		6,80
F9 _{SPF}	10	0,40	Neinterceptat				9,40

Datele prezentate în tabel se regăsesc în fișele de foraje anexate prezentei documentații.

Traseul metroului străbate o alternanță de subzone geomorfologice, de lunca, taluz, câmpie și acumulări de apă.

Disponerea acestor zone în lungul traseului, se prezintă astfel:

- **lunca și taluz**, pe o lungime de cca. 300 m, dezvoltată pe malul stâng al lacului Herastrau,
- **lunca și taluz**, în lungime de cca. 200 m, pe malul drept al lacului Herastrau,
- **camp** în lungime de cca. 3800 m, dezvoltat **la sud de raul Colentina, în interfluviul Dambovită – Colentina**, pornind din zona stației 1 Mai, până la Gara Baneasa,
- **lacul Herastrau** pe o lungime de cca. 150 m,
- **camp** în lungime de cca. 1100 m, dezvoltat la nord de raul Colentina.

Rezultă ca terenul se află în stare normal consolidată sau în curs de consolidare, nu pot fi interceptate „pământuri” supraconsolidate.

Zona Stația 1 Mai – Lac Baneasa/Herastrau, are ca element de referință cursul meandrat al Colentinei și salba de lacuri amenajate (Floreasca, Herastrau, Baneasa).

În această zonă, modelarea reliefului și a rețelei hidrografice s-a făcut în mare măsură de către om, din cele mai vechi timpuri și până în prezent.

Pentru zonele de camp situate la sud de Colentina, în interfluviul Dambovită – Colentina, caracterul sedimentării se prezintă în cele ce urmează:

Stratul tip 1 - constituit din umpluturi, atinge grosimi maxime de 3,70 m în zona Stația 1 Mai, unde este evident rezultatul unor lucrări antropice, efectuate de-a lungul timpului. Foarte rar este constituită numai din sol vegetal.

Stratul tip 2 - Argila prăfoasă de suprafață este formată dintr-un strat de argilă, argila nisipoasă și argila prăfoasă cafenie, sub care se găsește de obicei, un strat de praf argilos galben cafeniu, ce conține calcar diseminat și concreții de calcar.

Acestea au fost întâlnite până la adâncimi maxime de 7 m, având grosimi cuprinse între 2,50 m și 6,00 m.

Stratul tip 3 - Complexul Pietrisurilor de Colentina este constituit din nisip și nisip cu pietris.

Uneori trecerea între stratul tip 2 și stratul tip 3 se face prin lentile de nisip fin prăfos, galben cenușiu.

În cuprinsul lor apar deseori suborizonturi coezive alcătuite din nisipuri argiloase, argile prăfoase, nisipoase, de grosimi variind între 1 - 3 m.

Complexul se dezvoltă pe grosimi cuprinse între 10 – 18 m, având baza situată la adâncimi cuprinse între 15,20 – 23,00 m.

Stratul tip 4 - Complexul argilelor intermediare este reprezentat de argile, argile prăfoase, deseori cu concrețiuni calcaroase și papusi de calcar. Baza sa a fost interceptată în zona Piața Presei Libere la cca. 20 m, unde complexul prezintă o dezvoltare redusă, spre deosebire de zona dinspre Stația Pajura (str. Tipografilor), unde până la adâncimea maximă de investigație, 30 m, complexul nu a fost depășit.

În cuprinsul complexului se întâlnesc suborizonturi permeabile, care cantonează acviferul sub presiune.

Stratul tip 5 - Complexul nisipurilor de Mostiștea alcătuit din nisipuri fine, medii prezintă un nivel de apariție mai ridicat, în jur de 18 - 20 m, în zona Piața Presei Libere.

În cuprinsul acestui complex se întâlnesc suborizonturi argiloase, uneori prăfoase, cu grosimi reduse, de 1 – 2 m.

Zona Baneasa- stația Tokyo – Traseul lucrării se situează, în principal, în lungul soselei DN1.

Depozitele sedimentare pentru partea superioară a succesiunii, deosebite față de cele descrise anterior, se caracterizează prin dezvoltarea redusă a stratului de umpluturi, (stratul tip 1) și prin

dezvoltarea mare în plan vertical și orizontal, a stratului tip 2.

Acest tip de strat cu caracteristici proprii, cunoscut în literatura prin depozite loessoide, s-a format fie subaerian, fie în mediul acvatic, în zone lacustre sau mlăștinoase, în condițiile noilor factori de climă, relief și vegetație instaurate în cuaternarul superior.

Grosimea acestor depozite atinge 12 - 18 m.

În adâncime, succesiunea și dezvoltarea stratelor se face în conformitate cu descrierea generală, menționându-se că grosimea Pietrisurilor de Colentina, stratul tip 3, prezintă, în general, o dezvoltare redusă în plan vertical, grosimi care variază între 2 m – 8 m.

Sub complexul Pietrisurilor de Colentina, se dezvoltă complexul argilelor intermediare, stratul tip 4, în cuprinsul cărora există și suborizonturi permeabile constituite din nisipuri fine și medii.

Baza sa nu a fost interceptată în această zonă până la adâncimea maxim investigată (26,00 m).

4.2. Condiții hidrogeologice de amplasament

Condițiile hidrogeologice sunt caracterizate de existența unui acvifer freatic dezvoltat în Complexul Pietrisurilor de Colentina, strat tip 3 și a unui acvifer sub presiune, cantonat în suborizonturile permeabile cuprinse în stratul tip 4.

Coeficientul de permeabilitate rezultat din încercările de laborator, se încadrează în familia de valori obținute în situ și are, în general, valori medii de 50 – 100 m/zi pentru stratul tip 3, Complexul Pietrisurilor de Colentina și de 1-5 m/zi pentru suborizonturile permeabile cuprinse în Complexul argilelor intermediare și Complexul Nisipurilor de Mostiștea.

Condițiile geomorfologice variate ale masivului de pământ în care se vor executa lucrările de metrou, determină poziționarea diferită a nivelului hidrostatic în raport cu structurile subterane, atât pentru zona de lunca, cât și pentru cea de câmpie.

Condițiile naturale, precum și cele artificiale existente în zona Câmpiei Bucureștiului, determină o fluctuație a nivelului hidrostatic pentru statistici multianuale, cu $\pm 1,50$ m.

Zona Stația 1 Mai – lac Baneasa/ Herastrau se caracterizează prin existența a două suborizonturi acvifere:

- orizontul acvifer freatic, localizat în complexul Pietrisurilor de Colentina care are nivelul situat la adâncimea de **6,60 - 9,40 m**,
- orizontul sub presiune, localizat în lentilele nisipoase ale stratului tip 4 și în Nisipurile de Mostiștea, care are caracter ascensional, nivelul apei situându-se aproximativ la cota nivelului freatic.

În imediata apropiere a lacului, nivelul apei se ridică până la adâncimea de 2,70 m.

În general, nivelul apei freatice este influențat de nivelul apei din lacurile de acumulare în care variază sezonier volumul apei acumulat.

Zona Baneasa – stația Tokyo, prezintă caracteristici hidrogeologice specifice zonei de câmp, nivelul apei variind în funcție de cota reliefului între 5,30 (F14) – 8,30 m (F102-2012).

5. BIBLIOGRAFIE

1. Petre Cotet – (1976), Câmpia Română. Studiu de geomorfologie, integrată, Editura Ceres, București

2. Emil Liteanu – (1953), Geologia zonei orașului București, Comitetul Geologic, București
3. Emil Liteanu – (1953), Geologia tinutului de câmpie din bazinul inferior al Argeșului și a traseelor Dunării, Comitetul Geologic, București
4. Ministerul Cailor Ferate – direcția generală a metroului București – (1953), Memoriu tehnic economic asupra construcției metroului în orașul București, Volumul 3. Capitolul II, Studii geologice, geotehnice și hidrogeologice
5. Institutul de Proiectare “Proiect București”- (1956) Studiu geotehnic pentru raionarea orașului București, înel II
6. Comitetul de Stat al Geologiei, Institutul Geologic – (1966), Harta Geologică, scară 1:200 000, foaia București
7. Întreprinderea Metroul București / S.C. METROUL S.A. - (1975 – 2014), Studii geotehnice și hidrogeologice