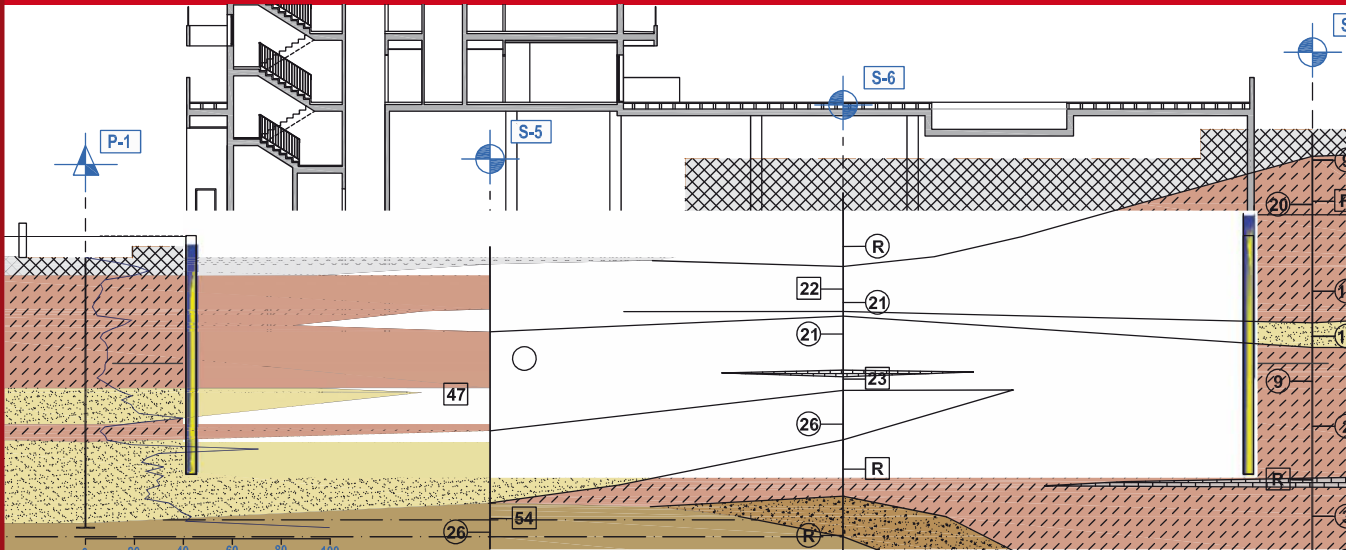


GUIA CGE

Consultoria Geotècnica en Edificació

Clara Puy
Enric Capella
Josep Baquer

EQUIP REDACTOR



GUIA CGE



MONOGRÀFIC 4

GUIA CGE

Consultoria Geotècnica en Edificació

© Institut d'Estudis Estructurals
Wellington, 19
BARCELONA (08018)

Equip redactor: Clara **Puy**, Enric **Capella**, Josep **Baquer**

Autors: Josep **Baquer** (ACE 52), Jorge **Blasco** (Estudi m103), Enric **Capella** (Geoplanning),
Ramon **Ferrando** (2BMFG), Francisco **García** (Geoplanning), José Luis **López** (Geoplanning),
Fruitós **Mañà** (Valeri C. A.), Joan **Martínez** (Geomar), Oriol **Palou** (Sustenta), Josep **Pugibet**,
Clara **Puy** (Geoplanning), Juan José **Rosas** (2PE), Albert **Ventayol** (Albert Ventayol)

Col·laboradors: Antonio **Barrio**, Ignasi **Capellà** (Cecam), Luis **Chóliz** (Indus), Ramon **Codina** (Geoplanning),
José Antonio **Cortizo** (Pilotes y obras), Sergi **Díaz** (BBG), Eduard **Font** (Pilotes y Obras), Rubén **Galisteo**
(Uretek), David **Garcia** (BIS Structures), Ferran **Garcia** (Pilotes y Obras), Teodoro **González**
(Centro Catalán de Geotecnia), Javier **González** (Centro Catalán de Geotecnia), Alex **Giménez** (Ishebeck),
Lluís **Guanter** (Blázquez-Guanter SLP), Enric **Heredia** (Novaltra), Daniel **Lascorz** (SGS), Joan **Massana**
(Bac i Ventayol), Laia **Picarín** (BIS Structures), Miquel **Rodríguez** (Static), Albert **Sánchez** (Cecam),
Edgar **Sanz** (Centro Catalán de Geotecnia)

Imatges: Geoplanning, Bac i Ventayol, GS Ingeniería, Geoinsitu, Geotècnica i control de Qualitat

Disseny i maquetació: baber comunicació

ISBN: 978-84-09-42387-3
Dipòsit legal: B. 13210-2022
Impressió: EGS. Rosari 2. Barcelona

MONOGRÀFIC 4

GUIA CGE

Consultoria Geotècnica en Edificació

EQUIP REDACTOR

Clara **Puy** (GEOPLANNING)

Enric **Capella** (GEOPLANNING)

Josep **Baquer** (ACE 52)

AUTORS

Josep **Baquer** (ACE 52)

Jorge **Blasco** (ESTUDI M103)

Enric **Capella** (GEOPLANNING)

Ramon **Ferrando** (2BMFG)

Francisco **García** (GEOPLANNING)

José Luis **López** (GEOPLANNING)

Fruitós **Mañà** (VALERI C. A.)

Joan **Martínez** (GEOMAR)

Oriol **Palou** (SUSTENTA)

Josep **Pugibet** (Amic de l'ACE)

Clara **Puy** (GEOPLANNING)

Juan José **Rosas** (2PE)

Albert **Ventayol** (ALBERT VENTAYOL)

COL·LABORADORS

Antonio **Barrio** (Amic de l'ACE)

Ignasi **Capellà** (CECAM)

Luis **Chóliz** (INDUS)

Ramon **Codina** (GEOPLANNING)

José Antonio **Cortizo** (PILOTES Y OBRAS)

Sergi **Díaz** (BBG)

Eduard **Font** (PILOTES Y OBRAS)

Rubén **Galisteo** (URETEK)

David **García** (BIS STRUCTURES)

Ferran **Garcia** (PILOTES Y OBRAS)

Teodoro **González** (CENTRO CATALÁN DE GEOTECNIA)

Javier **González** (CENTRO CATALÁN DE GEOTECNIA)

Alex **Giménez** (ISHEBECK)

Lluís **Guanter** (BLÁZQUEZ- GUANTER SLP)

Enric **Heredia** (NOVALTRA)

Daniel **Lascorz** (SGS)

Joan **Massana** (BAC I VENTAYOL)

Laia **Picarán** (BIS STRUCTURES)

Miquel **Rodríguez** (STATIC)

Albert **Sánchez** (CECAM)

Edgar **Sanz** (CENTRO CATALÁN DE GEOTECNIA)

ALTRES PATROCINADORS

Socis ACE



2PE PILOTES, SL



No socis



PRESENTACIÓ DEL PRESIDENT DE L'ACE

L'Associació de Consultors d'Estructures, des de la seva constitució l'any 1986, ha mantingut uns valors que segueix defensant amb plena convicció. La dignificació de la professió dels qui es dediquen al càlcul i disseny estructural amb professionalitat i estima, és i ha estat el pilar fonamental de la nostra associació i de tots els seus associats.

És evident que la figura del Consultor d'Estructures no és l'única que intervé en l'ample món de les estructures, ni pretén abastar protagonismes que no li pertocuen. En aquest sentit, pensem que és hora que la professió del Consultor de Geotècnia també és dignifiqui. Ambdues consultories es relacionen necessàriament i es complementen tant en la fase de disseny de projecte com en la d'execució de l'obra.

La present guia neix per la iniciativa d'un Soci Protector de l'ACE (*Geoplanning Estudis Geotècnics, S.L.*), i, concretament del seu Director General, el Sr. Ramón Codina Gual, que des del primer moment posà a disposició del projecte l'equip tècnic de la seva empresa dins la «Comissió de Geotècnia». Aquesta ha estat integrada per una vintena d'associats (tècnics d'empreses del sector i socis numeraris, tots ells de l'ACE), que mitjançant un procés de treball en equip ha elaborat la Guia que teniu a les mans. Aquest esforç comú manifesta el fet que l'ACE és un col·lectiu de professionals amb una clara voluntat de col·laboració desinteressada al servei del sector de l'arquitectura i la construcció.

La Guia, eminentment pragmàtica, pretén ser d'utilitat de cara tant a la redacció de projectes de fonamentacions i contencions, com de cara a l'execució i direcció de les obres, en què interaccionen l'estructura i el terreny. Però també s'ha redactat, pensant en els promotors, equips i tallers d'arquitectura.

Aquesta Guia ha estat el fruit de la feina coordinada de Consultors d'Estructures i Consultors de Geotècnia en què cadascú ha aportat el seu punt de vista: dues visions complementàries de la relació intrínseca entre l'estructura i el sòl.

Sens cap dubte, aquesta primera edició tindrà continuïtat, amb ampliació i millora del seu contingut en properes edicions, i a partir de les crítiques i aportacions dels lectors que se'n vulguin servir.

Una vegada més l'ACE, amb la seva intenció d'ajudar a professionalitzar tot allò que es relaciona amb el camp del disseny estructural, ha estat capaç de crear un nou Monogràfic gràcies a l'esforç i dedicació dels seus autors, tots ells associats a l'ACE. Des d'aquí, vull expressar el meu agraïment al seu esforç i a la seva dedicació.

ENRIC HEREDIA CAMPMANY-GAUDET,
president de l'ACE



PRESENTACIÓ DEL PRESIDENT DEL COL·LEGI DE GEÒLEGS DE CATALUNYA

Lluny queden els anys en què l'estudi geotècnic per a qualsevol actuació constructiva era un document voluntari que només es redactava en el cas de tenir la percepció que s'estava davant una obra singular que s'ho mereixia o bé quan el promotor de l'obra o el redactor del projecte havia tingut males experiències. Aquests actors van entendre que la famosa frase que definia un problema geotècnic com a «uns vicis ocults del terreny» no era certa, i que el problema, en realitat, era el «desconeixement del terreny» i que, per tant, calia fer les investigacions requerides de la mà d'un professional de la geotècnicia.

Avui en dia, el marc normatiu obliga a realitzar l'estudi geotècnic a gairebé totes les tipologies d'obra, fet que ha derivat en un increment de la seguretat, en la disminució d'imprevistos i la reducció del percentatge de modificacions de projecte. Alhora, la responsabilitat ha estat repartida d'acord amb el treball de cada professional que intervé en un projecte. Actualment, ja no es discuteix que invertir en geotècnica aconsegueix un estalvi net en el procés constructiu. Disposar d'un bon model del terreny es tradueix en una major eficàcia durant la fase executiva, fet que estalvia recursos, evita desviacions de pressupost i, fins i tot, pot ajudar a escurçar el termini d'execució.

Tradicionalment, al nostre país, la geotècnicia ha estat assumida en gran part pels geòlegs i geòlogues. Aquest fet es pot deure, en part, a la complexitat geològica del territori; la Geologia aporta una visió contextualitzada i completa que és essencial per a comprendre el model del terreny sobre el qual es construiran les obres. Per això, ens va complaure gratament el fet que l'Associació de Consultors d'Estructures proposés al Col·legi de Geòlegs de Catalunya, de participar en l'elaboració, la revisió de continguts i en la promoció i difusió de la guia de geotècnicia, raó per la qual, no vam dubtar a sumar-nos a la iniciativa. No en va, el Col·legi representa una bona part dels Consultors en Geotècnicia, i és la nostra funció treballar i vetllar perquè aquesta es realitzi de forma sistematitzada, rigorosa i que se li atorgui el reconeixement que es mereix. Per a aconseguir-ho, però, cal la complicitat de tots els actors que participen en el procés constructiu, entre els quals destaquen els consultors d'estructures.

De ben segur que la Guia que l'ACE ha promogut ajudarà perquè la figura del Consultor de Geotècnicia sigui una realitat en tots els projectes, i que des de les fases inicials d'una obra fins a la seva posada en servei, es consideri la tasca del susdit consultor, com imprescindible per a les exigències de qualitat i seguretat actualment requerides.

Agraïm haver estat convidats a participar del projecte i convidem als Consultors d'Estructures que feu ús d'aquest document que teniu avui a les vostres mans.

RAMON PÉREZ MIR,

president del Col·legi de Geòlegs de Catalunya





PRÒLEG

Quan tot just fèiem les primeres reunions de la Comissió de Geotècnia de l'ACE de cara a enfocar l'orientació i l'abast de la Guia de Geotècnia, vam formular el que creïem que n'havia de ser el contingut i quin havia de ser l'objectiu a assolir a partir de la situació actual, heretada d'una llarga història de la construcció especialment a casa nostra.

Ara, amb la Guia completada, resulta adient de recordar aquells primers plantejaments, amb la satisfacció de veure que allò que enteníem que calia fer, s'ha assolit amb escreix, i oferim doncs a la consideració del lector valorar si és així.

INTRODUCCIÓ

Quan ens plantejem una nova situació, sempre és necessària una reflexió prèvia sobre el que està bé, el que està malament i el que és millorable. El mateix succeeix en la informació geotècnica i en la relació entre els nous agents sobrevinguts recentment a la construcció, on l'assessor en geotècnia pren un protagonisme considerable.

Aquesta introducció es redacta amb un objectiu únic: posar de manifest alguna de les incoherències que llastren la forma que té la tècnica actual d'accedir i coordinar-se de cara al projecte d'edificis, i que, tot i que apunta directament a temes relatius al sòl, es poden aplicar a d'altres especialitats.

EVOLUCIÓ HISTÒRICA

Si hom fa una certa reflexió sobre l'estat actual d'una tècnica antiga, una tècnica tan antiga com l'art de construir, és important recordar d'on venim i de com ha condicionat el moment actual la seva particular forma d'evolucionar.

Des dels seus inicis, l'evolució de la construcció va ser essencialment empírica. En aquest context, en el segle XV, en ple Renaixement, Leon Battista Alberti va fer dues propostes importants:

La primera és una exposició molt interessant dels sistemes de prospecció dels sòls i dels mètodes de fonamentació al seu abast. Els mètodes d'informar-se sobre les característiques del sòl de l'Alberti no són tan diferents als actuals: es basava en l'observació de la secció del sòl mitjançant pous, els quals proporcionen, a poca profunditat, una lectura a una escala molt millor que no els sondatges actuals.

La segona, trivial en principi però que ha llastrat l'aplicació dels principis de la mecànica del sòl fins el moment actual: haver establert el criteri sobre que els fonaments no formen part de l'edifici. És clar que, en el seu moment, això venia justificat per la rigorosa modulació i pel rigorós catàleg de solucions constructives i formals que aplicaven els clàssics. En aquest context cultural introduir un element no pre-definit formalment que havia de fer de coixí entre el sòl i la construcció implicava una distorsió important d'uns principis compositius sempre vinculats a criteris de proporció i no a unes mides de lliure determinació (dimensionades a partir del pes de l'edifici i de la resistència del terreny).

Els fonaments sempre han estat considerats com una cosa a part, més pròxima al sòl que a l'edifici i, avui, en molts aspectes, encara seguim així. No amb el mateix motiu però si que estem ancorats per una excessivament rigorosa separació entre especialitats. Pot ser que els geòlegs hagin de saber una mica més de construcció i els constructors hagin de saber una mica més de geotècnia o bé s'hagin de crear personatges intermedis destinats a resoldre aquest atzucac.

El tema de les especialitats (en detriment dels generalistes) engega amb el racionalisme, amb el científisme: Fins Descartes i els seus acòlits, l'evolució de la construcció va ser bàsicament empírica i comptava amb un petit volum d'experiències que podien ser assolides per un sol home. A les primeres èpoques, els lletraferits del racionalisme, es van dedicar a criticar durament aquesta forma d'evolucionar. La construcció, en part menyspreada i en part «desenlluernada» per les noves idees, va començar a mirar cap a la ciència, cap a les teories, cap a representacions numèriques dels fenòmens observats (els cartesians estaven tan convençuts de la seva veritat que creien, fins i tot, en la representació numèrica de Déu) i, tot i que la construcció va continuar sent fonamentalment empírica, adoptà, fins avui, una posició intermèdia entre l'empirisme i el «científisme».

Les teories, més o menys desenvolupades, seran la base del cos normatiu universal. A partir d'aquí i a mesura que l'experimentació va anar comprovant la realitat de les teories, s'anaven fent palesos desajustos entre els models numèrics i la realitat observada. En bona part, aquests desajustos són conseqüència de la quantitat de paràmetres que es van anar deixant de banda en el desenvolupament matemàtic necessari per aconseguir la formulació d'una certa teoria (molt sovint, s'ha supeditat una millor representació del fenomen a una expressió matemàtica brillant).

La realitat és que els investigadors actuals quasi mai han qüestionat la bondat d'aquestes expressions ja admeses en el col·lectiu tècnic, el que han fet ha estat corregir-les en funció d'una certa quantitat de paràmetres, normalment relacionats amb l'entorn, tal com temperatura, humitat, etc. Això ha generat una situació estranya, ens sembla que som els màxims valedors d'un cos teòric-racional quan, en la realitat, som uns nous empírics ja que hem hagut d'anar corregint la racionalitat amb l'experiència.

Però el que és cert és que el coneixement de la construcció s'ha complicat molt i ha generat una munió d'especialistes que afavoreixen la compartimentació del coneixement el qual genera la compartimentació de la seva aplicació i cal fer vertaders esforços per aconseguir la seva coordinació, dirigida a la màxima eficiència d'un objecte únic: l'edifici.

Es poden esmentar molts exemples que manifesten la discordança entre el que es fa i el que s'hauria de fer. Quan es calcula una pantalla, hom té un cert criteri sobre les deformacions que es produeixen (en el front i en la superfície). La deformació en cap de la pantalla no sol ser inferior als 10 mm (als quals s'hi hauria d'afegir la deformació —no negligible— que s'origina durant l'excavació dels armaris). Si introduïm aquest desplaçament a l'edifici veí ens adonarem de la seva poca capacitat d'absorbir-los sense lesions aparents. Vist que la deformació de la pantalla fa que sigui altíssima la probabilitat de danyar-les, ens preguntem: quants projectes de pantalles de contenció de terres s'ha vist que comptin amb una partida per a la reparació de les cases pròximes? Si anem una mica més enllà, ens podem preguntar: com és que a la gran majoria de pantalles no es presenta aquest problema que a nivell numèric es tan evident? Bé doncs, perquè els càlculs s'han fet partint de la plena independència entre pantalla i els edificis de l'entorn i en la realitat hi ha una interacció entre pantalla-sòl-estructura de l'edifici veí que no ha estat analitzada en la seva complexitat real.

L'objectiu d'aquesta Guia, entre d'altres, és poder avaluar correctament els riscos estructurals d'una construcció, en funció de la seva ubicació, de la tipologia dels edificis de l'entorn i del terreny que l'ha de suportar, i definir uns protocols que ens permetin desenvolupar els diferents documents necessaris en cada moment per conèixer les característiques del sòl.

Confio que el lector o estudiós de la Guia, pugui trobar un ajut en aquestes planes que ara posem a la seva disposició i es faci càrrec de la importància que té el fet d'entrar en el que s'hi proposa, com en una «nova cultura» pel que fa a la manera d'entendre la relació entre la Propietat o Promotor i l'Equip Projectista i de Direcció d'Obra, en què s'hi hauria d'integrar tant el Consultor d'Estructures com el Consultor de Geotècnia des del primer moment i fins a la posada en servei de l'edifici.

FRUITÓS MAÑÀ I REIXACH

*Dr. Arquitecte.
Catedràtic ETSAB (jubilat)
Soci d'Honor de l'ACE*



CONTINGUT: GUIA DE LECTURA

Per a facilitar la lectura de la Guia s'ha organitzat el seu contingut en tres parts atès l'interès que cadascuna d'elles pugui despertar als usuaris del document. A continuació es descriuen els àmbits de recepció considerats, la organització de la Guia i la descripció de cadascuna de les diferents parts:

ORGANITZACIÓ I ÀMBITS DE RECEPCIÓ DE LA GUIA

- I. Marc de referència.** Agents relacionats amb l'edificació → Els qui contracten
 - Organismes públics o privats.
 - Empreses constructores.
 - Tallers d'Arquitectura.
- II. Geotècnia i Estructura.** Tècnics de l'edificació → Els qui projecten i dirigeixen
 - Equips d'Arquitectura i Enginyeria.
 - Els directors d'execució de les obres.
- III. Consultoria Geotècnica.** Els especialistes → Els qui calculen i analitzen
 - Consultors de Geotècnia.
 - Consultors d'Estructures.

DESCRIPCIÓ DE LES PARTS DE LA GUIA

I. PRIMERA PART

MARC DE REFERÈNCIA → Els qui contracten

La primera part de la Guia interessa no només als especialistes en Geotècnia i Estructures, sinó a tots els agents relacionats amb l'edificació: equips tècnics dels organismes públics o privats; empreses constructores; despatxos d'Arquitectura, etc. Inclou els següents aspectes:

- Marc legal.
- Equip projectista: integració Consultors de Geotècnia i Consultors d'Estructures.
- Criteris bàsics d'enfocament dels informes geotècnics.
- Presència del Consultor de Geotècnia: Avantprojecte + Projecte Bàsic + Projecte Executiu + Fase d'Obra + Fase de Servei.
- Criteris de contractació en funció de les «fases» d'actuació.
- Criteris de control i d'inspecció.

Es parla del marc legal, de l'equip projectista i de com hi ha d'estar integrat tant el Consultor d'Estructures com el Consultor de Geotècnia. Es descriuen els criteris bàsics per poder enfocar encertadament un estudi geotècnic sense entrar en detalls i, finalment es mencionen els aspectes que sovint no es contemplen, i que estan relacionats amb el control i la inspecció del comportament del terreny i de l'estructura.

Es pondera un aspecte «transversal» que com a cultura cal anar implementant. Ens referim a la descripció del servei del Consultor de Geotècnia, que no s'ha de limitar a redactar un informe geotècnic, sinó que s'ha de fer extensiu a la fase de planejament, avantprojecte, projecte bàsic i executiu, en fase d'obra i fins i tot, en alguns casos, a la fase de servei de l'edifici.

II. SEGONA PART GEOTÈCNIA I ESTRUCTURA → Els qui projecten i dirigeixen

La segona part de la Guia està adreçada especialment als despatxos d'Arquitectura i Enginyeria, als Consultors d'Estructures i evidentment, als Consultors de Geotècnia. Inclou els següents aspectes:

- Punt de vista de l'Arquitecte Projectista.
- Punt de vista del Consultor d'Estructures en fase de projecte.
- Mirada sobre el terreny on s'ha de fer l'edifici:
 - Possibles riscos (físics i/o legals).
 - Requeriments geotècnics (bàsics) per enfocar el disseny amb encert.

En aquesta segona part, la guia se situa bàsicament en l'òptica de l'Arquitecte (no especialista ni en estructures ni en geotècnia) i també en el punt de vista del Consultor d'Estructures, en fase de projecte.

Una mirada sobre el terreny en el qual s'hi vol projectar un edifici o element de contenció, per prendre consciència dels possibles riscos (tant físics com legals) i dels requeriments que caldrà adoptar per tal de poder enfocar bé el disseny del Projecte.

III. TERCERA PART CONSULTORIA GEOTÈCNICA → Els qui calculen i analitzen

Uns capítols adreçats especialment al Consultor d'Estructures (CdE) i també al Consultor de Geotècnia (CdG). Inclou els següents aspectes:

- Requeriments per al Consultor de Geotècnia.
- Requeriments per al Consultor d'Estructures.
- Treballs de camp i assaigs de laboratori: «el què, el com i el perquè».
- Bases de càlcul.
- El Consultor de Geotècnia en el procés d'edificació.

Es parla dels treballs de camp i dels assaigs de laboratori, donant criteris de servei i «bones pràctiques», es fan referències a la normativa vigent, als Eurocodis i als criteris en la redacció d'informes geotècnics.

IV. REFERÈNCIES

La Guia també inclou taules de consulta «ràpida» i diverses referències entre les tres parts que conformen la guia (Marc de referència, Geotècnia i Estructura i Consultoria Geotècnica), amb l'objectiu de poder entrellçar els continguts.

V. ANNEXOS

Finalment s'inclouen els annexes següents:

- **Annex A.** Glossari de termes.
- **Annex B.** Fitxes tècniques.
- **Annex C.** Taula contenció i fonamentació.
- **Annex D.** Taula Riscos presumibles.
- **Annex E.** Taula resum: tècniques de prospecció, assaigs in situ i assaigs de laboratori.
- **Annex F.** Segell de qualitat COLGEOCAT.

PRIMERA PART. MARC DE REFERÈNCIA	17
1. ANTECEDENTS EN GEOTÈCNIA	17
2. INTRODUCCIÓ I OBJECTIUS	19
3. MARC LEGAL	20
3.1. REFLEXIONS SOBRE LA NORMATIVA VIGENT	20
3.1.1. SEGONS LA LOE	21
3.1.2. SEGONS EL CTE. PARTE 1	21
3.1.3. SEGONS EL DOCUMENT BÀSIC «DB-SE. SEGURIDAD ESTRUCTURAL»	22
3.1.4. SEGONS EL DOCUMENT BÀSIC «DB-SE-C. SEGURIDAD ESTRUCTURAL CIMIENTOS» (DB-SE-C)	22
3.1.5. SEGONS LA NORMA SISMORRESISTENT	27
3.2. ATRIBUCIONS, OBLIGACIONS I RESPONSABILITATS	28
3.3. ASSEGURANCES I VISATS	28
4. EQUIP PROJECTISTA	29
4.1. EQUIP MULTIDISCIPLINAR	29
4.2. EQUIP TÈCNIC	29
4.3. CONSULTOR DE GEOTÈCNIA (CdG): PROJECTISTA EN GEOTÈCNIA	29
4.4. CONTRACTACIÓ DE SERVEIS TÈCNICS	30
4.4.1. SITUACIÓ ACTUAL	30
4.4.2. NOVA PERSPECTIVA	30
5. CONSULTORIA GEOTÈCNICA	31
5.1. NOU PLANTEJAMENT	31
5.1.1. ACTUACIÓ DEL CdG	31
5.1.2. LA PROPIETAT: COORDINACIÓ AMB L'EQUIP TÈCNIC	31
5.2. EL CdG EN LES FASES DE PROJECTE I OBRA D'EDIFICIS	32
5.2.1. AVANTPROJECTE	33
5.2.1.1. Nota tècnica	33

5.2.2. PROJECTE BÀSIC	33
5.2.2.1. Informe preceptiu	34
5.2.2.2. Requeriments	34
5.2.2.3. Propostes per a estudis complementaris ulteriors	34
5.2.3. PROJECTE EXECUTIU	34
5.2.3.1. Informe ampliat	35
5.2.3.2. Abast de l'informe ampliat	35
5.2.3.3. Fonaments profunds en terrenys deltaics	35
5.2.4. CONSTRUCCIÓ	35
5.2.4.1. Nota tècnica	36
5.2.4.2. Monitorització	36
5.2.4.2.1. Pla d'auscultació	36
5.2.4.2.2. Projecte de control	36
5.2.4.2.3. Interpretació de resultats	36
5.2.5. EDIFICI EN FASE DE SERVEI	37
5.3. EDIFICIS I CONSTRUCCIONS EXISTENTS	37
5.3.1. PLANTEJAMENT	37
5.3.2. REHABILITACIÓ	37
5.3.3. PATOLOGIES GEOTÈCNiques	38
6. CONTROL I INSPECCIÓ MONITORITZADA	38
6.1. MONITORITZACIÓ	38
6.2. PLA D'AUSCULTACIÓ	38
6.3. PLA DE CONTINGÈNCIES	39
6.4. INSTRUMENTACIÓ	39
6.5. LECTURA DE DADES	40
6.6. ÀMBIT D'ACTUACIÓ DEL CdG	41
6.6.1. FONAMENTACIÓ	41
6.6.2. CONTENCIÓ	41
6.6.3. CONTROL DEL NIVELL FREÀTIC	41
6.6.4. MOVIMENTS DE TERRES (TERRAPLENS I DESMUNTS)	41
6.6.5. TERRAPLENS	41
6.6.6. DESMUNTS	41
6.6.7. EXCAVACIÓ PER «DAMAS» (O BASTAIXOS)	41
6.6.8. TALUSSOS	42
6.6.9. MILLORA DEL TERRENY	42
7. ORDENAMENT DEL TERRITORI	42
7.1. SITUACIÓ ACTUAL	42
7.2. PLANTEJAMENT COMISSIÓ-ACE	42
7.3. RISC GEOLÒGIC	43

8. TERRENY: RISCOS PRESUMIBLES	44
8.1. TIPUS DE TERRENY SEGONS EL CTE	44
8.2. TIPUS DE RISCOS SEGONS EL SEU ORIGEN	44
8.2.1. NATURALS	44
8.2.2. SOBREVINGUTS PER ACTUACIONS SOBRE EL TERRENY	47
8.3. TIPUS DE RISCOS SEGONS ELS SEUS EFECTES	49
8.3.1. DEFORMACIONS	49
8.3.2. COL·LAPSES	49
8.4. TIPUS DELS RISCOS SEGONS LES ASSEGUADORES	50
8.5. INFORMES REQUERITS PER LES ASSEGUADORES (OCT)	52
8.5.1. OBRA NOVA AMB NECESSITAT DE <i>SEGURO DECENAL</i> (SD)	52
8.5.1.1. Informe D0: definició de riscos/anàlisi de riscos tècnics	52
8.5.1.2. Informe D1.1: unitats d'obra especials/fonamentacions	52
8.5.1.3. Informe D0.1: revisió del projecte d'estabilitat	53
8.5.1.4. Informes d'execució	53
8.5.1.5. Informe D7: incidències/obra iniciada i altres incidències	53
8.5.1.6. Altres informes especials	53
8.5.1.7. Informe D6: final de l'obra	53
8.5.2. EDIFICI A REHABILITAR AMB NECESSITAT DE <i>SD</i>	54
8.5.2.1. Informe D4: preexistents/obra nova amb preexistències	54
8.5.2.2. Resta d'informe	54
8.5.3. RISCOS EXCLOSOS A LES PÒLISSES DE <i>SD</i>	54
9. CONTENCIÓ I FONAMENTS: DADES GEOTÈCNiques REQUERIDES	56
9.1. CONTENCIÓ	56
9.2. FONAMENTS SUPERFICIALS	56
9.3. FONAMENTS PROFUNDS	57
9.4. HIDROGEOLOGIA	57
9.5. REHABILITACIONS	60
9.6. MILLORA DEL TERRENY	60
9.7. ESTUDI DE CONTAMINACIÓ (O PRELIMINAR)	62
9.8. ESTABILITZACIÓ DE TALUSSOS	63
9.9. COMPACTACIÓ DEL TERRENY	65

10. TREBALLS DE CAMP	67
10.1. PLANIFICACIÓ DELS ESTUDIS D'EMPLAÇAMENT	67
10.1.1. DISTRIBUCIÓ DELS PUNTS DE REONEIXEMENT GEOTÈCNIC D'ACORD AMB EL CTE	68
10.1.2. SUBSTITUCIÓ PER ASSAIGS DE PENETRACIÓ DINÀMICA	70
10.1.3. PROFUNDITAT MÍNIMA A ASSOLIR	70
10.1.4. % DE SUBSTITUCIÓ DE SONDEIGS PER ALTRES TÈCNiques	70
10.2. TÈCNiques DE PROSPECCIÓ	72
10.2.1. SONDEIG MECÀNIC	73
10.2.1.1. Sondeig a rotació amb extracció de testimoni continu	73
10.2.1.2. Sondeig a vibració amb extracció de testimoni continu	74
10.2.1.3. Sondeig amb barrina helicoidal	74
10.2.1.4. Tricon	76
10.2.1.5. Sondeig a rotopercussió	76
10.2.2. ASSAIG DE PENETRACIÓ DINÀMICA (DP)	77
10.2.3. ASSAIG DE PENETRACIÓ ESTÀTICA (CPT-CPTU)	78
10.2.4. CALES MECÀNIQUES	82
10.2.5. GEOFÍSICA	82
10.2.5.1. Sísmica de refracció	82
10.2.5.2. Sísmica MASW (<i>Multichannel Analysis of Surface Waves</i>)	83
10.2.5.3. Resistivitat elèctrica	84
10.2.5.4. Georadar	85
10.3. PRESA DE MOSTRES I ASSAIGS IN SITU	87
10.3.1. PRESA DE MOSTRES DE SÒL	87
10.3.1.1. Categories de mètodes de mostreig (A-B-C)	88
10.3.1.2. Tècniques de mostreig	88
10.3.1.3. Classes de qualitat de mostres	88
10.3.2. PRESA DE MOSTRES DE ROQUES	88
10.3.2.1. Categories de presa de mostres (A-B-C)	88
10.3.2.2. Identificació visual de la roca	89
10.3.2.3. Tècniques de mostreig	89
10.3.3. ASSAIGS IN SITU	89
10.3.3.1. Assaig de penetració estàndard (SPT)	90
10.3.3.2. Mostra inalterada (MI)	91
10.3.3.3. Assaig pressiomètric	91
10.3.3.4. Penetròmetre de butxaca	92
10.3.3.5. «Vane test» o assaig de molinet	93
10.3.3.6. Assaig Lefranc	94
10.3.3.7. Assaig Lugeon	94
10.4. EL CdG DE CAMP	95

11. LABORATORI DE GEOTÈCNIA. INTRODUCCIÓ ALS ASSAIGS DE CARACTERITZACIÓ	97
11.1. INTRODUCCIÓ I MOTIVACIÓ	97
11.2. CONCEPTES PREVIS	98
11.2.1. SÒLS	98
11.2.2. ROQUES	100
11.3. TIPUS DE MOSTRA	102
11.4. NOMBRE D'ASSAIGS A REALITZAR I REPRESENTATIVITAT	104
11.5. CONDICIONS D'ASSAIG	105
11.5.1. RECEPCIÓ, MANIPULACIÓ I CONSERVACIÓ DE MOSTRES	105
11.5.2. PREPARACIÓ DE MOSTRES	106
11.5.3. IDENTIFICACIÓ I DESCRIPCIÓ DE MOSTRES	106
11.6. TIPOLOGIA D'ASSAIGS DE LABORATORI	106
11.6.1. ASSAIGS EN SÒLS	106
11.6.1.1. Assaigs d'estat i de classificació (sòls)	106
11.6.1.2. Assaigs de consolidació, deformabilitat i inflament (sòls)	107
11.6.1.3. Assaigs de resistència (sòls)	109
11.6.1.4. Assaigs de permeabilitat (sòls)	111
11.6.2. ASSAIGS EN ROCA	111
11.6.2.1. Assaigs de resistència (roca)	112
11.6.2.2. Assaigs d'abrasivitat i duresa (riparilitat) (roca)	113
11.6.2.3. Durabilitat (alterabilitat) i roques evolutives	113
11.6.3. ASSAIGS QUÍMICS	114
11.6.3.1. Assaigs químics en mostres de sòls	114
11.6.3.2. Assaigs químics en mostres d'aigua	114
11.6.4. ASSAIGS PER A VIALS	115
11.6.5. ASSAIGS MINERALÒGICS	117
12. BASES DE CÀLCUL	120
12.1. CRITERIS DE CÀLCUL SEGONS L'EC-7	120
12.1.1. CATEGORIES GEOTÈCNiques	122
12.1.2. ESTATS LÍMITS	122
12.1.3. ENFOCAMENT DE PROJECTE (<i>DESIGN APPROACH-DA</i>)	122
12.1.4. COEFICIENTS PARCIAIS DE SEGURETAT	124
12.1.5. VERIFICACIÓ DELS ESTATS LÍMITS ÚLTIMS STR I GEO	125
12.2. CÀLCULS HABITUALS	125
12.2.1. FONAMENTS SUPERFICIALS: SABATES	125
12.2.2. FONAMENTS PROFUNDS: PILONS	134
12.2.3. ASSENTAMENTS EN FONAMENTS SUPERFICIALS	137

13. EL CONSULTOR DE GEOTÈCNIA EN EL PROCÉS D'EDIFICACIÓ	139
13.1. NOTA TÈCNICA: AVANTPROJECTE (AP)	139
13.2. INFORME PRECEPTIU: FASE DE PROJECTE BÀSIC (PB)	140
13.2.1. INTRODUCCIÓ I OBJECTIUS	140
13.2.2. FONTS DOCUMENTALS I BIBLIOGRÀFIQUES CONSULTADES	140
13.2.3. DESCRIPCIÓ DELS TREBALLS GEOTÈCNICS EXECUTATS	140
13.2.4. MARC DE REFERÈNCIA	141
13.2.5. RISCOS PREVISIBLES	141
13.2.5.1. Risc sísmic	141
13.2.5.2. Risc per gas radó	142
13.2.6. RECONeixEMENT DEL TERRENY	143
13.2.7. CARACTERITZACIÓ GEOLÒGICA I GEOTÈCNICA	143
13.2.8. RECOMANACIONS GEOTÈCNiques	144
13.2.9. CONCLUSIONS	145
13.2.10. ANNEXOS	145
13.3. INFORME AMPLIAT: FASE DE PROJECTE EXECUTIU (PE)	146
13.4. NOTES TÈCNiques: FASE DE CONSTRUCCIÓ (CRT)	147
13.5. SEGUIMENT: FASE DE SERVEI (SR)	147
14. REFERÈNCIES TÈCNiques	148
NORMATIVA	148
BIBLIOGRAFIA	150
WEBGRAFIA	151
15. ANNEXOS	152
ANNEX A. GLOSSARI DE TERMES	152
ANNEX B. FITXES TÈCNiques	153
ANNEX C. TAULA DE CONTENCIÓ I FONAMENTS	170
ANNEX D. RISCOS PRESUMIBLES	178
ANNEX E. TAULA RESUM. TÈCNiques DE PROSPECCIÓ, ASSAIGS IN SITU I ASSAIGS DE LABORATORI	183
ANNEX F. SEGELL DE QUALITAT COLGEOCAT	188