



AJUNTAMENT DE SANT CARLES DE LA RÀPITA

PLA D'ORDENACIÓ URBANÍSTICA MUNICIPAL

APROVACIÓ INICIAL

VOLUM I	DIAGNOSI URBANÍSTICA. CRITERIS I OBJECTIUS GENERALS DEL PLANEJAMENT.
VOLUM II	ANNEX INFORMATIU. ÀMBITS D'ACTUACIÓ PROGRAMATS AL PGOU DE 1991.
VOLUM III	ANNEX INFORMATIU. ELS EQUIPAMENTS.
VOLUM IV	ANNEX INFORMATIU. FITXES DE L'INVENTARI DEL PATRIMONI ARQUEOLÒGIC I PALEONTOLÒGIC I DE L'INVENTARI DEL PATRIMONI ARQUITECTÒNIC DEL DEPARTAMENT DE CULTURA DE LA GENERALITAT DE CATALUNYA.
VOLUM V	MEMÒRIA DESCRIPTIVA I JUSTIFICATIVA.
VOLUM VI	MEMÒRIA SOCIAL.
VOLUM VII	AVALUACIÓ DE LA MOBILITAT GENERADA.
VOLUM VIII	AGENDA I AVALUACIÓ ECONÒMICA I FINANCERA DE LES ACTUACIONS A DESENVOLUPAR - SOSTENIBILITAT ECONÒMICA.
VOLUM IX	NORMATIVA URBANÍSTICA.
VOLUM X	ANNEX NORMATIU. ÀMBITS DE GESTIÓ I SECTORS DE PLANEJAMENT.
VOLUM XI	CATÀLEG DE BÉNS PROTEGITS I CATÀLEG DE MASIES EN SÒL NO URBANITZABLE.
VOLUM XII	ANNEX JUSTIFICATIU DE ZONES INUNDABLES CONTIGÜES A RIERES AFECTADES EN SÒL URBÀ O URBANITZABLE.
VOLUM XIII	ESTUDI DE RISCOS GEOLÒGICS.
VOLUM XIV	PLA ESPECIAL D'ORDENACIÓ URBANÍSTICA D'INFRAESTRUCTURES DE TELEFONIA MÒBIL (PETM).
VOLUM XV	INFORME DE SOSTENIBILITAT AMBIENTAL.



Estanislau Roca i Blanch - Dr. Arquitecte, director de l'equip

Joan Florit Femenias, Estanislau Roca i Calaf - Arquitectes
Raimon Roca i Calaf - Arquitecte T. / Ramon Arandes - Enginyer de C. C. P.
Francesc López Palomeque - Catedràtic d'Anàlisi Geogràfica Regional
Joan López Redondo - Geògraf, Director d'Estudis Urbans
Joan Miquel Piqué Abadal - Economista
Anna Saballs Nadal - Advocada
LAVOLA (serveis per a la sostenibilitat)



Data: 6 de abril de 2011

RV:/

RN: 2010 / 041385 / B

Il·lm. Sr. Alcalde - President de l'Ajuntament
Ajuntament de Sant Carles de la Ràpita
Plaça Carles III, 13
43540 Sant Carles de la Ràpita
Montsià

AJUNTAMENT SANT CARLES DE LA RÀPITA	
Registre Entrada núm.	1416
Registre Sortida núm.	—
Data:	11 ABR. 2011

Assumpte: Sol·licitud d'informe d'inundabilitat i dictamen geològic per redacció del POUM del terme municipal de Sant Carles de la Ràpita

Benvolgut senyor,

La Direcció General d'Urbanisme va encarregar a l'Institut Geològic de Catalunya l'Estudi d'identificació de Riscos Geològics i l'Estudi d'inundabilitat per al Planejament del municipi de Sant Carles de la Ràpita.

Ara ens han lliurat l'Estudi d'identificació de Riscos Geològics, del qual us trametem un exemplar en paper i en digital.

Resta pendent l'Estudi d'inundabilitat, que us l'enviarem en quan ens l'hagin lliurat.

Atentament,

Elisa Armengou Orús
Servei de Documentació i Estudis

Generalitat de Catalunya
Departament de Territori i
Sostenibilitat (BCN-Av. J.
Tarradellas)

Número: 03659/14711/2011
Data: 06/04/2011 11:13:51

Registre de sortida



**Estudi per a la
identificació de riscos
geològics a Sant
Carles de la Ràpita
(Montsià)**

Codi: AP-017/11

Març 2011

Índex

1	Introducció	1
1.1	Objectius i abast	1
1.2	Marc Territorial	5
1.3	Marc geològic	7
1.4	Pous d'abastament	11
2	Anàlisi de peril·lositat	13
2.1	Anàlisi del terme municipal	13
2.2	Anàlisi del nucli de Sant Carles de la Ràpita	21
3	Recomanacions	37

ANNEXES:

Plànols

Resum

Fitxes

Referències bibliogràfiques

1 Introducció

1.1 Objectius i abast

A instàncies de la Direcció General d'Urbanisme (DGU) s'ha procedit a la realització de l'Estudi d'Identificació de Riscos Geològics (EIRG) en el nucli de Sant Carles de la Ràpita, en el municipi del mateix nom (Figura 1).

L'aptitud del territori per a la urbanització ve condicionada, en alguns casos, per l'acció de processos geodinàmics actius, tals com l'estabilitat dels vessants, avingudes de rius, erosions, torrentades i dinàmica litoral. El risc geològic és un factor més, entre molts d'altres, a tenir en compte en la planificació i la regulació urbanística segons la legislació vigent. El planejament urbanístic ha de permetre assolir un nivell adequat de protecció enfront els riscos naturals i ha de preservar de la urbanització i l'edificació aquelles zones de risc llevat que es prevegin l'execució d'obres vinculades a la protecció o a la prevenció dels mateixos. Per abordar aquesta qüestió en les zones incloses en les àrees d'ordenació del terme municipal de Sant Carles de la Ràpita s'ha realitzat el present estudi d'identificació de riscos geològics (EIRG).

L'EIRG es realitza en base a la recerca d'indis de processos geològics actius que siguin susceptibles de generar situacions de risc que convingui evitar, prevenir o mitigar. L'estudi no valora les qualificacions urbanístiques que s'assignaran a cada zona i les tracta totes igual; com a sòl urbà, d'ocupació continuada de persones o sense qualificar. Un estudi més detallat podria valorar la relació entre risc geològic i vulnerabilitat en relació als usos. Aquesta labor no és objecte del present treball.

El document se centra en l'estudi de la perillositat geològica d'origen natural corresponent a:

- Moviments del terreny (moviments de vessant i esfondraments)
- Inundabilitat
- Processos torrencials associats a cons de dejecció
- Aqüífers vulnerables d'especial interès per al consum urbà

L'anàlisi del risc geològic es basa en una estimació preliminar de la perillositat natural, entesa com a la probabilitat de què succeeixi un fenomen natural potencialment destructiu. Queda fora de l'abast d'aquest estudi l'avaluació del risc, entès com el producte de la perillositat geològica per la vulnerabilitat de les diferents estructures existents i d'aquelles que es pot preveure implantar en el futur. No es considera la perillositat que es pugui generar per accions antròpiques futures (mineria, sobreexplotació d'aqüífers, abocaments, talussos, terraplens, ni altres obres d'origen antròpic).

L'estimació de la perillositat natural s'ha realitzat en funció de la intensitat i del grau d'activitat que podrien assolir els possibles fenòmens geomorfològics identificats. A partir d'aquests paràmetres, es poden determinar els següents graus de perillositat natural:

- Perillositat Molt Baixa o Negligible: zones on no s'ha detectat una exposició a fenòmens actius (sense perillositat definida); o amb fenòmens de baixa intensitat i baixa activitat.
- Perillositat Baixa: zones exposades a fenòmens de baixa intensitat i d'activitat mitjana / alta; o de mitjana intensitat i d'activitat baixa.
- Perillositat Mitjana: zones exposades a fenòmens de mitjana intensitat i d'activitat mitjana / alta; o d'alta intensitat i d'activitat baixa.
- Perillositat Alta: zones exposades a fenòmens d'alta intensitat i d'activitat mitjana / alta.

A partir de l'avaluació de la perillositat geològica del territori es distingeixen dues situacions tipus:

- **Àrees en les quals no cal la realització d'estudis addicionals de perillositat geològica.** corresponen a àrees amb perillositat de Molt baixa a Baixa.
- **Àrees en les quals es recomana la realització d'estudis de perillositat addicionals.** Normalment, corresponen a àrees que contenen àmbits amb perillositat de Mitjana a Alta. En aquestes àrees, com a criteri general, abans d'emprendre qualsevol actuació urbanística, es recomana efectuar estudis detallats, previs a la definició dels usos del sòl que hi poden ser compatibles,

que avaluïn detalladament determinats aspectes de la perillositat geològica i els seus possibles efectes sobre l'actuació projectada.

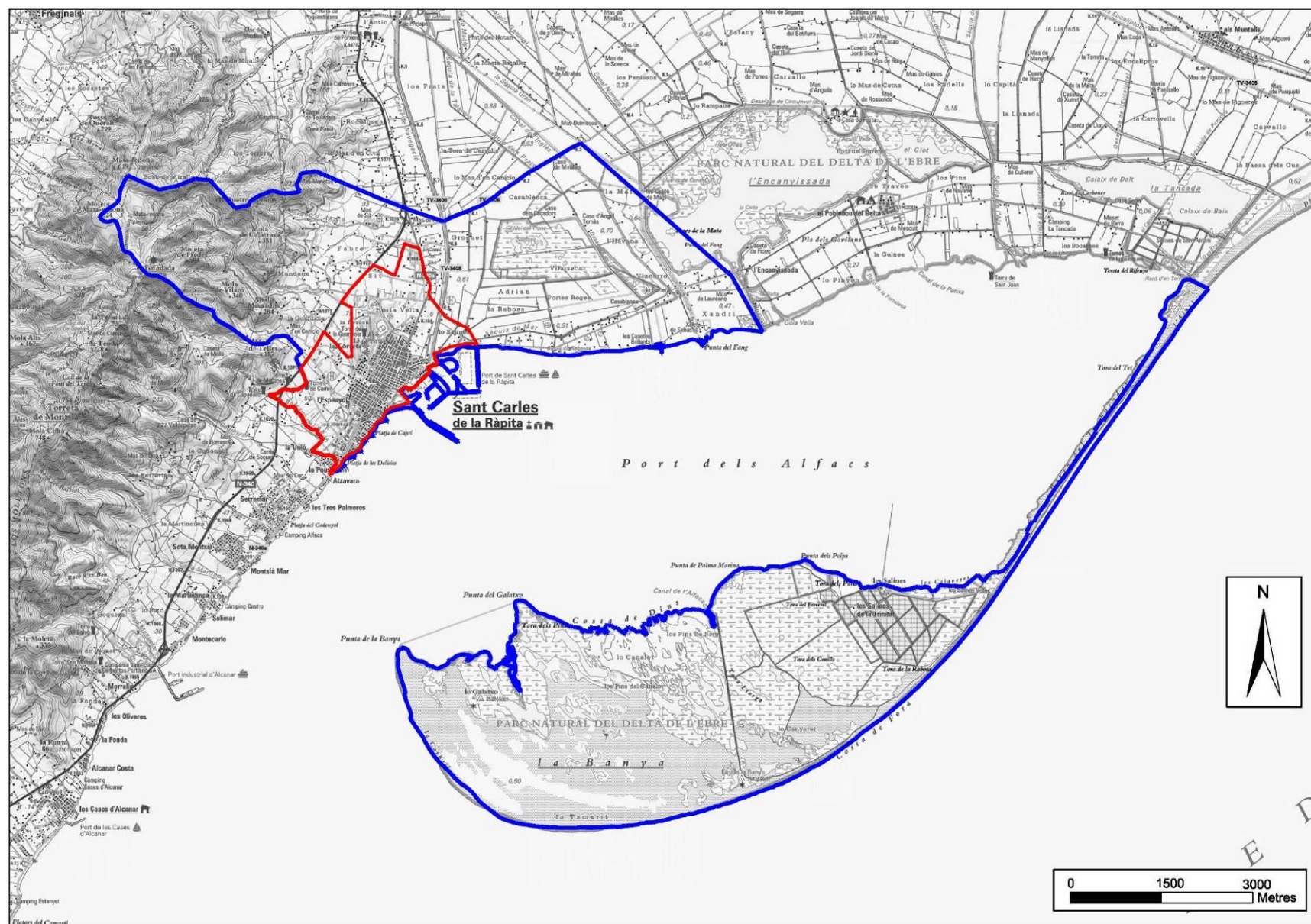


Figura 1: Plànol de situació. En vermell l'àrea d'estudi.

1.2 Marc Territorial

El municipi de Sant Carles de la Ràpita es troba a l'extrem sud-oriental de la comarca del Montsià. Limita amb els municipis de Freginals, Ulldecona i Alcanar a l'oest, i amb el municipi d'Amposta al nord. Té una superfície de 53,72km² i una població de 15.583 habitants (any 2010), segons dades de l'IDESCAT. L'accés al municipi s'efectua per la carretera N-340a des d'Alcanar al sud, i per la TV-3406 des de Deltebre, al nord.

Sant Carles de la Ràpita es localitza en el context del delta de l'Ebre. Bona part de l'àrea del municipi correspon a la Banya, un cordó litoral originat al sud del delta i que forma part del Parc Natural del Delta de l'Ebre. La seva situació litoral i la proximitat del delta condicionen en bona mesura la topografia del terme, que majoritàriament és plana. Els únics relleus corresponen a la serra del Montsià, que es localitza en l'extrem nord-occidental del municipi, i on s'assoleixen alçades de fins a 626m a la Moleta de Mata-redona, just en el límit oest. La xarxa de drenatge està constituïda per torrents amb cursos de longitud inferior als 5km que recorren cap al sud-est des de les parts altes de la serra i fins a desembocar al mar. Els més importants són el barranc de l'Aiguassera, que discorre per l'oest, i el barranc de Solito, que discorre pel centre.

El clima és semiàrid, segons l'índex d'humitat de Thornthwaite. La temperatura mitjana anual se situa entre 14 i 18°, amb els valors més baixos localitzats en el sector occidental (serra de Montsià) i augmentant progressivament cap a l'est, i l'amplitud tèrmica anual és de 14-15°, només inferior en l'extrem sud-oriental del terme. La precipitació mitjana anual es troba entre els 500 i els 650 mm, més abundant cap a la serra de Montsià.

A les taules següents s'indiquen els episodis recents més importants recollits en estacions properes.

Taula 1: Precipitacions acumulades mensuals més destacades (mm/mes), enregistrades a les estacions d'Amposta (1931-1983) i Godall (1931-1983) de l'INM.

Data/Estació	Amposta	Godall
Juliol 1932	274,0	191,0
Maig 1942	210,0	270,0
Setembre 1943	242,0	40,0
Abril 1946	280,0	-
Octubre 1947	226,0	-
Setembre 1949	220,0	158,0
Setembre 1951	276,0	-
Octubre 1957	216,3	345,1
Setembre 1959	324,0	357,5
Novembre 1967	216,0	-
Octubre 1969	301,0	373,7
Desembre 1971	348,0	425,6
Setembre 1972	374,0	373,3
Març 1974	263,5	153,2
Maig 1975	255,0	176,0

Taula 2: Precipitacions acumulades diàries i mensuals més destacades enregistrades des de maig de 1991 a Alcanar, des de maig del 1994 als Alfacs i des de febrer de 1992 a Amposta, de la Xarxa Agrometeorològica de Catalunya (XAC).

Data	Alcanar		Els Alfacs		Amposta	
	mm/mes	mm/dia	mm/mes	mm/dia	mm/mes	mm/dia
22 de Desembre 1991	197,6	88,8	-	-	-	-
29 de Setembre 1994	60,3	21,7	127,4	33,4	103,6	27,1
9 d'Octubre 1994	98,2	31,2	121,4	40,2	105,7	43,6
7 de Desembre 1995	121,1	48,8	205,0	59,0	155,8	34,9
8 de Desembre 1996	100,4	35,5	121,0	34,0	99,0	22,6
6 de Gener 1997	144,5	39,0	123,8	36,6	125,6	29,7
27 de Gener 1998	132,6	41,8	116,8	26,8	77,4	17,0
25 d'Octubre 2000	171,0	41,6	138,0	44,8	186,6	91,1
22 de Setembre 2001	117,3	75,5	187,2	149,2	118,2	96,4
8 de Maig 2002	238,6	117,1	221,4	104,4	230,7	104,3
6 de Maig 2003	89,6	56,2	107,4	77,2	126,4	93,7
16 d'Octubre 2003	76,7	44,5	120,8	45,2	70,9	17,8
12 d'Octubre 2005	112,8	48,8	144,8	70,0	107,7	69,5
12 de Setembre 2006	74,4	37,7	106,4	56,0	15,9	12,9
17 de Desembre 2007	126,9	37,1	114,2	37,8	83,9	32,3
10 de Maig 2008	167,5	85,3	142,5	49,9	176,1	66,4
12 d'Octubre 2010	130,0	101,6	164,2	126,2	137,3	108,4

1.3 Marc geològic

El municipi de Sant Carles de la Ràpita es localitza entre la serra del Montsià i el delta de l'Ebre. La majoria del terme se situa sobre dipòsits quaternaris de plana al·luvial i deltaica, dipòsits litorals i eòlics, i de manera més puntual, dipòsits al·luvials-col·luvials.

Pel que fa a la serra del Montsià, es va originar durant l'orogènia alpina i forma part de la Serralada Litoral Catalana. Està separada de la serra de Godall, situat al nord-oest, per la fossa d'Ulldecona, i presenta un conjunt de falles normals subverticals de direcció NE-SW. Està constituïda per materials mesozoics, fonamentalment calcaries cretàiques i dolomies juràssiques-cretàiques, amb estratificació planar i cabussament en general baix cap a l'oest i nord-oest.

Les unitats geològiques de referència, a escala 1:50.000, que afloren al terme municipal (Figura 2), segons el Mapa Geològic de Síntesi a escala 1:50.000 (ICC), són les següents:

QUATERNARI

Qac3. Bretxes i llims vermellosos amb graves anguloses disperses. Són acumulacions procedents de petites conques. Són dipòsits al·luvials - col·luvials de procedència local. Edat: Plistocè superior.

Qcl. Sorres amb restes de troncs i closques marines. Es disposen en cossos allargats paral·lels a la costa. Corresponen a dipòsits de cordó litoral antic ("beach ridge"). Edat: Holocè.

Qd. Correspon als cordons de dunes litorals. Són dipòsits de sorra localitzats generalment a la zona de rere platja ("back shore"). La major part estan fixades per la vegetació, molt degradades i antropitzades. Els materials que les constitueixen són sorres fines ben classificades de composició variada. Edat: Holocè.

Qm. Llims i sorres de color grisós, amb abundant matèria orgànica i alt contingut en sal. Sovint es troben degradats per l'acció antròpica. Són dipòsits de maresmes. A la zona de Roses la seva potència és de l'ordre de 10m. Edat: Holocè.

Qmd. Torba amb intercalacions de lutites i sorres fines. Ocasionalment, es poden formar sòls de crostes calcàries cimentant les sorres. S'interpreten com a dipòsits de maresmes degradades antròpicament. Edat: Holocè.

Qp. Sorres mitjanes a fines ben classificades, sense cap tipus de matriu i sense consolidar. Correspon a cordons de platges amb algunes dunes associades. Ocasionalment poden incloure algun nivell de graves. Passen lateralment a les unitats Qt0-1, Qd i Qpa i es situen discordantment sobre la unitat Qt1 o el substrat prequaternari. Edat: Holocè - actual.

Qpa. Conjunt de sediments que formen la plana al·luvial i deltaica. El seu sostre sovint es troba molt antropitzat i recobert per sòls de conreu i materials de rebliment antròpic. Es tracta de materials predominantment sorrencs, si bé localment inclouen nivells argilosos amb més o menys matèria orgànica dipositats en ambient d'aiguamolls o de maresma, o nivells de graves d'origen fluvio - deltaic. Edat: Holocè.

Qs. Salines (antròpic). Edat: Holocè.

Qse. Sorres fines netes. Planes subaèries de sorra eòlica. Ocupen la major part de les dues grans fletxes litorals que flanquegen el delta. Es tracta d'àrees planes situades lleugerament per sobre del nivell del mar. La capa superficial de les capes de sorra presenta freqüentment una estructura en esponja de 5 a 30 cm de gruix, deguda a la fluctuació del nivell freàtic. Edat: Holocè.

Qsei. Sorres fines netes. Planes subaèries de sorra eòlica. Ocupen la major part de les dues grans fletxes litorals que flanquegen el delta. Es tracta d'àrees planes situades lleugerament per sobre del nivell del mar i que s'inunden periòdicament per una fina làmina d'aigua. La capa superficial de les capes de sorra presenta freqüentment una estructura en esponja de 5 a 30 cm. de gruix, deguda a la fluctuació del nivell freàtic. Edat: Holocè.

Qv3. Graves i blocs amb matriu sorrenca - argilosa. Es disposen formant cossos digitats d'aspecte caòtic, discordants sobre els materials que formen el relleu. S'interpreten com a ventalls al·luvials correlacionables amb la unitat Qt3. Edat: Plistocè superior.

MESOZOIC

CApc1. Calcàries beix i margues gris - blavoses. El tram inferior de la unitat és predominantment margós i molt ric en fauna, particularment en foraminífers i ammonits. S'ordenen en cicles gra i estratodecreixents de 10 a 15m de potència. El tram superior està format per calcàries amb alguna intercalació dolomítica. En general predominen les fàcies de textures suportades pels grans, associades a esculls coral·lins i bancs de rudistes. La potència és de 100m. S'interpreten com a dipòsits de rampa distal. Edat: Aptià inferior - superior.

CBc. Calcàries beix, margues i margocalcàries grogues, i localment argiles vermelles. Les calcàries són micrítiques i estan interestratificades amb margues en una proporció molt irregular, que varia tant verticalment com lateralment. El contingut fossilífer és abundant i inclou ostrèids, bivalves, gasteròpodes, foraminífers i ostracodes, entre d'altres. Es troben nivells amb grans acumulacions d'ostrèids o rudistes. S'interpreten com fàcies de *lagoon*. La potència de la unitat és d'uns 300 m. Edat: Hauterivià (?) – Barremià.

JCd. Dolomies negres. Són dolomies massives o bé amb estratificació difusa. Estan constituïdes per cossos de geometria prismàtica el·lipsoïdal, de longitud quilomètrica i alguns centenars de metres de potència els més grans. Els cossos poden estar aïllats o interconnectats entre si. La textura microcristal·lina és equigranular (euhedral a subhedral) i s'observa com guarda relació amb la textura de la calcària original. La base de la dolomitització oscil·la en uns límits compresos entre el Kimmeridgià i el Bathonià, mentre que el sostre ho fa generalment entre el Berriasià i el Portlandià. Afecten diferents unitats carbonatades indistintament (JDd, JMc, JCc) i no mostren relació genètica amb cap d'elles en particular, exceptuant les dolomies lligades a les calcàries de la part alta de la unitat JCc, d'edat Portlandià - Berriasià, interpretades com dipòsits de plana mareal. S'interpreten per tant com dolomies secundàries, exceptuant les citades anteriorment, que es podrien considerar dolomies primàries originades per l'acció de la interfase aigua dolça - aigua marina en el medi mareal. La potència de la unitat pot assolir els 500m. Edat: Juràssic - Cretaci.

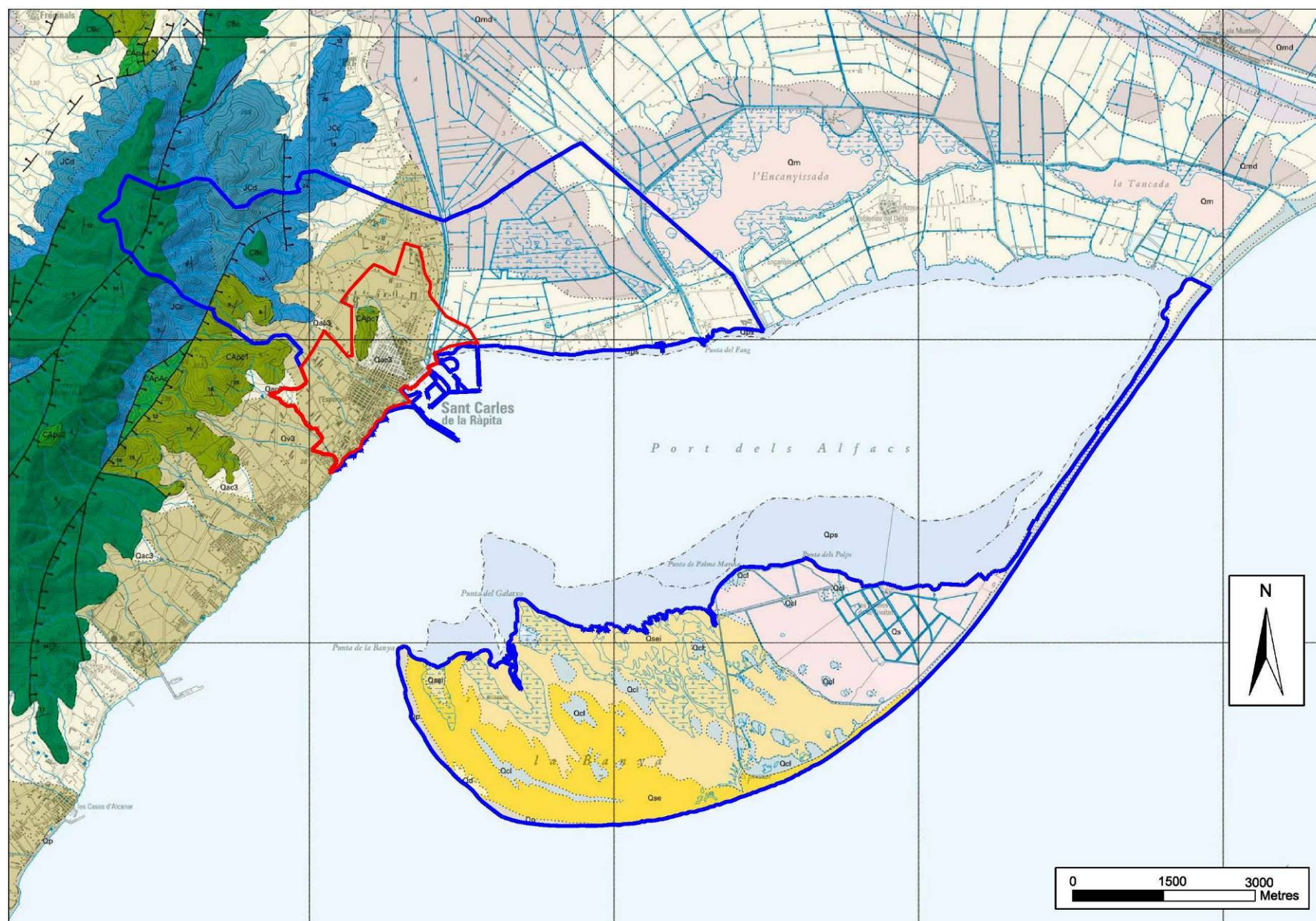


Figura 2: Mapa geològic. En vermell l'àrea d'estudi.

1.4 Pous d'abastament

L'aigua d'abastament al municipi del Sant Carles de la Ràpita prové majoritàriament del Consorci d'Aigües de Tarragona (CAT), i en menor proporció de diversos pous de captació situats en el barranc de Solito (Fotografia 1). L'aigua s'emmagatzema en dos dipòsits, cadascun amb una capacitat de 4000m³. Davant els problemes de salinització de les aigües derivats de la intrusió salina, es planteja la construcció d'una infraestructura per a abastir el municipi íntegrament d'aigües del CAT que en el futur permetés l'aturada temporal dels pous.

El terme es troba sobre les masses d'aigua subterrània de Plana de la Galera-Montsià, Mesozoic dels Ports i Montsià, al·luvial de Tortosa i delta de l'Ebre, definides per la nova Directiva Marc en Política d'aigües de la Unió Europea, aprovada pel Parlament Europeu i el Consell el 23 d'octubre de 2000, i publicada al DOCE el 22 de desembre de 2000 (2000/60/CE). Es tracta de masses d'aigua subterrànies protegides per abastament, amb captacions superiors a 10m³/dia destinades al consum humà, excepte la massa del delta de l'Ebre. Cal destacar que totes elles corresponen a zones litorals amb risc d'intrusió salina. Com s'ha esmentat anteriorment, la intrusió salina s'evidencia en el sector de Sant Carles de la Ràpita, d'acord amb les dades hidroquímiques i de conductivitat elèctrica obtingudes per la Confederació Hidrogràfica de l'Ebre en pous del municipi, i d'acord amb les dades de l'Ajuntament.

D'altra banda, cal esmentar que el Reial decret 261/1996, de 16 de febrer, de transposició de la Directiva 91/676 CEE, de 12 de desembre identifica el terme de Sant Carles de la Ràpita com a zona no vulnerable per nitrats d'origen agrari. Malgrat que els valors existents en les aigües són moderats, en cap cas superen els 50mg/l (CHE).



Fotografia 1. Pou de captació situat en el barranc de Solito.

2 Anàlisi de perillositat

2.1 Anàlisi del terme municipal

El terme municipal de Sant Carles de la Ràpita presenta un relleu suau en general, marcat per la proximitat del delta de l'Ebre i del litoral. Els pendents existents són molt baixos (*Figura 7*), i tan sols presenten valors destacables a la serra del Montsià, en la qual assolixen puntualment valors de fins a 45° (escarpat), i en el sector de la pedrera de la Torreta, on presenten valors superiors a 45° (molt escarpat). Aquests pendents juntament amb la naturalesa rocosa del terreny són favorables al desenvolupament de despreniments. En el fons documental de l'IGC i en l'Ajuntament de Sant Carles de la Ràpita consten antecedents de despreniments associats a l'antiga pedrera de la Torreta (Ventayol i Gili, 1992). Donat que aquest sector es troba en el nucli de Sant Carles de la Ràpita, la seva descripció es durà a terme en l'apartat 2.2.

En relació a altres tipologies de moviments de vessant, no es pot descartar el desenvolupament de lliscaments traslacionals en roca (rock-slides segons Cruden et Varnes 1996) en els materials mesozoics, donat que en alguns casos els cabussaments assolixen els 35° en presència d'intercalacions margoses i juntes amb rebliments argilosos que podrien afavorir aquests fenòmens. En quant a esllavissades en sòls, malgrat l'existència de dipòsits col·luvials amb un notable contingut argilós, els pendents no són en general prou elevats en els sectors on es localitzen aquests materials, i per tant es descarten.

Pel que fa a la possibilitat d'esfondraments, cal destacar la presència de litologies solubles formant part de les unitats del substrat, concretament calcàries i dolomies. En aquests materials es poden desenvolupar processos càrstics, tal i com s'ha evidenciat en el reconeixement de camp, i per tant no es pot descartar la possibilitat d'esfondraments tot i que en aquestes litologies els processos són molt lents.

Una bona part del terme municipal es troba sobre el delta de l'Ebre i que els deltes solen patir un procés de subsidència natural, que en els cas del de l'Ebre alguns estudis han estimat entre 1,5 i 3 mm/any (ITGE, 1996; Ibáñez et al., 1999). La velocitat de subsidència no té per què ser homogènia per a tot el delta, ja que depèn de les característiques dels sediments acumulats en cada sector i d'altres factors com les variacions dels nivells freàtics, que poden comportar subsidències de caràcter local. Generalment, l'aportament de sediments del riu sol contrarestar en bona part la

subsidència del delta, però des de principis del segle XX la construcció d'embassaments ha comportat una disminució molt important de l'aportament sòlid, modificant aquest equilibri natural. Segons Guillén i Palanques (1992) i Ibáñez i altres (1995), els embassaments retenen gairebé el 99% dels sediments. Aquest procés de subsidència, si no està compensat per un augment dels sediments deltaics, té com a conseqüència un augment relatiu del nivell del mar respecte del terreny, i el conseqüent retrocés de la línia de costa (Figura 3).



Figura 3: Evolució de la línia de costa del delta de l'Ebre entre els anys 1957 i 2000 (Departament de Medi Ambient, 2008).

En quant a patologies en edificacions o estructures viàries, no s'ha tingut constància que la subsidència natural al delta hagi donat lloc a problemàtiques estructurals, atès que la subsidència es produeix a una velocitat lenta i la distorsió angular associada és molt baixa, degut a què es tracta d'un procés extens i localment homogeni. No obstant, a causa de les característiques litològiques del subsòl (sediments poc consolidats), juntament amb variacions dels nivells freàtic o altres causes que pugui alterar l'equilibri de tensions del terreny, és possible que de forma molt puntual es puguin generar desplaçaments diferencials majors, que tot i així tendrien a ser baixos. En aquest sentit es disposa d'un estudi geotècnic del sector del Groguet elaborat per Roset (2007) on es descriuen indicis puntuals de patologies en forma de fissures mil·limètriques de tracció. En aquest cas els sondatges identificaven un nivell de matèria orgànica d'elevada compressibilitat i deformabilitat i amb una potència que variava al llarg de la parcel·la de 50cm a 120cm. Així doncs l'existència de nivells molt deformables de potència variable pot propiciar l'aparició d'assentaments diferencials d'àmbit molt local, amb les patologies derivades en les estructures amb fonamentacions situades per sobre d'aquests materials.

A banda del fenomen de subsidència del delta, en relació a l'augment relatiu del nivell del mar cal tenir present que actualment una part de la comunitat científica accepta que s'està produint un canvi climàtic que en els propers anys pot provocar un augment global del nivell mitjà del mar. Al delta de l'Ebre, segons diversos autors (Sanchez-Arcilla et al., 1993; Ibáñez et al., 1995; Smith et al., 2000) el possible ascens del nivell del mar sumat a la subsidència del delta podria donar lloc a un ascens relatiu del nivell del mar entre 2 i 6 mm/any. En una zona tant baixa i plana com el delta un ascens relatiu mitjà del nivell del mar de tan sols 50 cm podria comportar, segons Ulied i Xalabarder (2007), la desaparició del voltant del 50% de la superfície actual del delta de l'Ebre.



Fotografia 2. Comparació del nucli de Sant Carles de la Ràpita entre els anys 1956 i 2009.

Pel que fa a la inundabilitat, s'han identificat nombroses zones potencialment inundables associades al delta de l'Ebre, que afecten a part de la meitat nord del terme i a la totalitat de la Banya. Els episodis d'avinguda són relativament freqüents, ja que segons el registre històric en disposició del Departament de Medi Ambient, durant el segle XX es van produir un total de 18 avingudes, la majoria concentrades en les dècades dels 60 i 70.

Les més grans de que es té constància van tenir lloc els anys 1787 i 1907 respectivament. A la Taula 3 es presenta aquest registre:

Taula 3: Registre històric d'avingudes de l'Ebre.

Segle	Any de l'avinguda
S. XIV	1380
S. XV	1488
S. XVI	1532, 1582
S. XVII	1605, 1617, 1625, 1700
S. XVIII	1717, 1743, 1772, 1773, 1783, 1787
S. XIX	1826, 1845, 1853, 1865, 1866, 1871, 1884
S. XX	1907, 1914, 1937, 1959, 1960, 1961, 1962, 1967, 1969, 1970, 1971, 1972, 1974, 1977, 1978, 1979, 1982, 1997, 2001

D'altra banda, no es pot descartar que existeixin zones potencialment inundables associades als torrents que drenen la serra del Montsià i que travessen el nucli.

En la delimitació de zones potencialment inundables per a la redacció de l'INUNCAT s'identifiquen les àrees del delta de l'Ebre (Figura 4), així com gran part del curs del barranc de Solito i la part pròxima a la desembocadura dels barrancs dels Penjats i de l'Aiguassera. Així mateix, segons la Planificació d'Espais Fluvials de Catalunya (PEFCAT), que defineix el límit de les zones inundables per a un període de retorn de 10, 50, 100 i 500 anys (Figura 5), alguns sectors del municipi es troben dins la zona inundable per a períodes de retorn superior a 50 anys.

Adicionalment, cal esmentar que a les zones litorals del terme hi ha abundants dunes eòliques, algunes de les quals són mòbils, de manera que puntualment és possible que envaeixin zones urbanitzades properes.

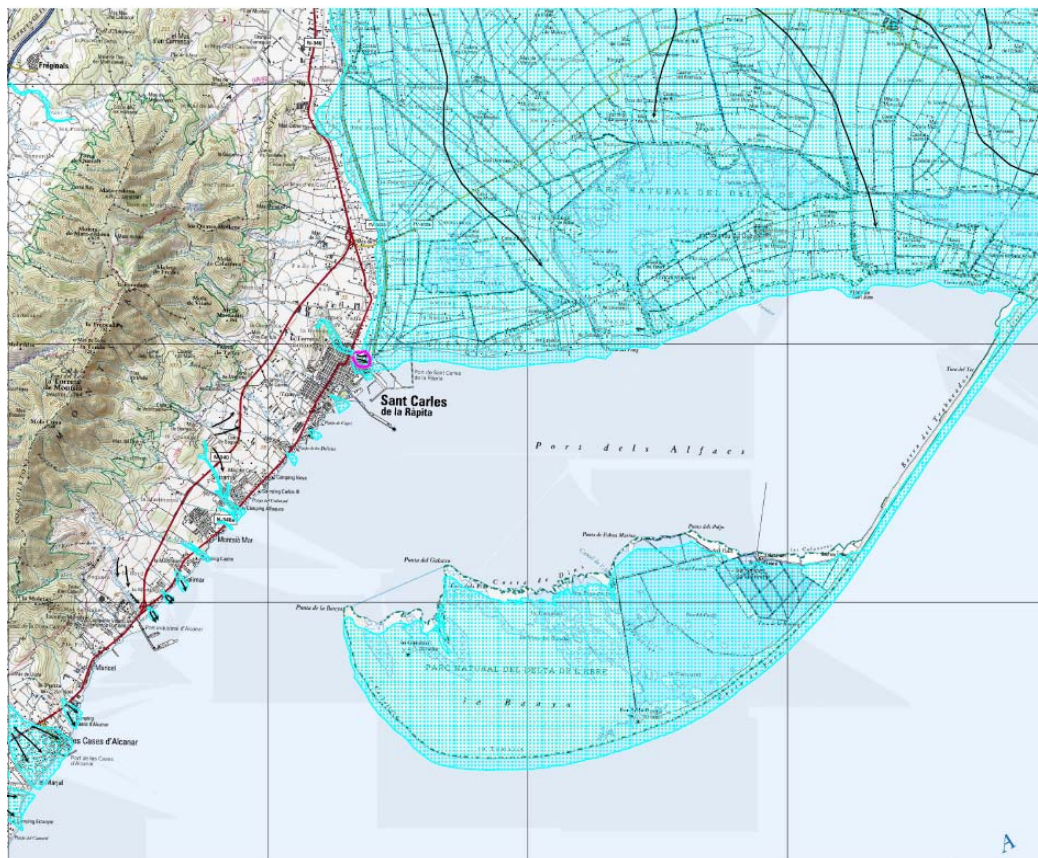


Figura 4: Delimitació de zones potencialment inundables per a la redacció de l'INUNCAT (mapa geomorfològic). Conques intercomunitàries de Catalunya, full 547. Agència Catalana de l'Aigua. Desembre 2002.

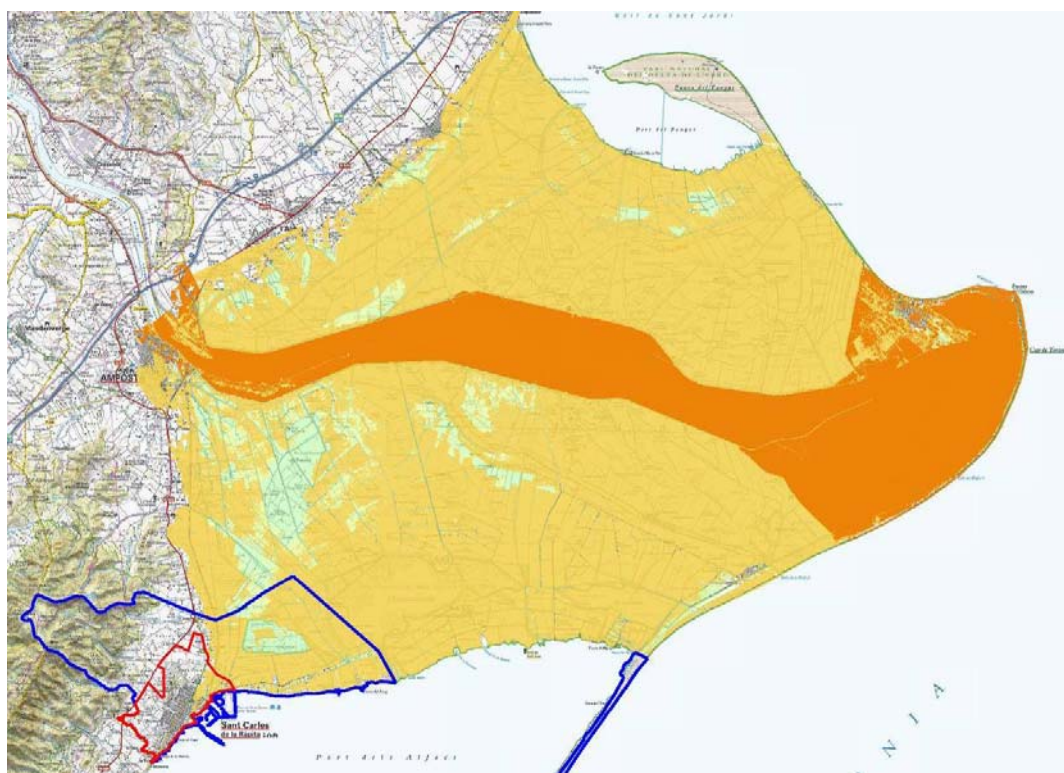


Figura 5: Delimitació de zones inundables en l'àmbit del delta de l'Ebre recollides en el PEFCAT (T10 en vermell, T50 en taronja, T100 en groc i T500 en verd).

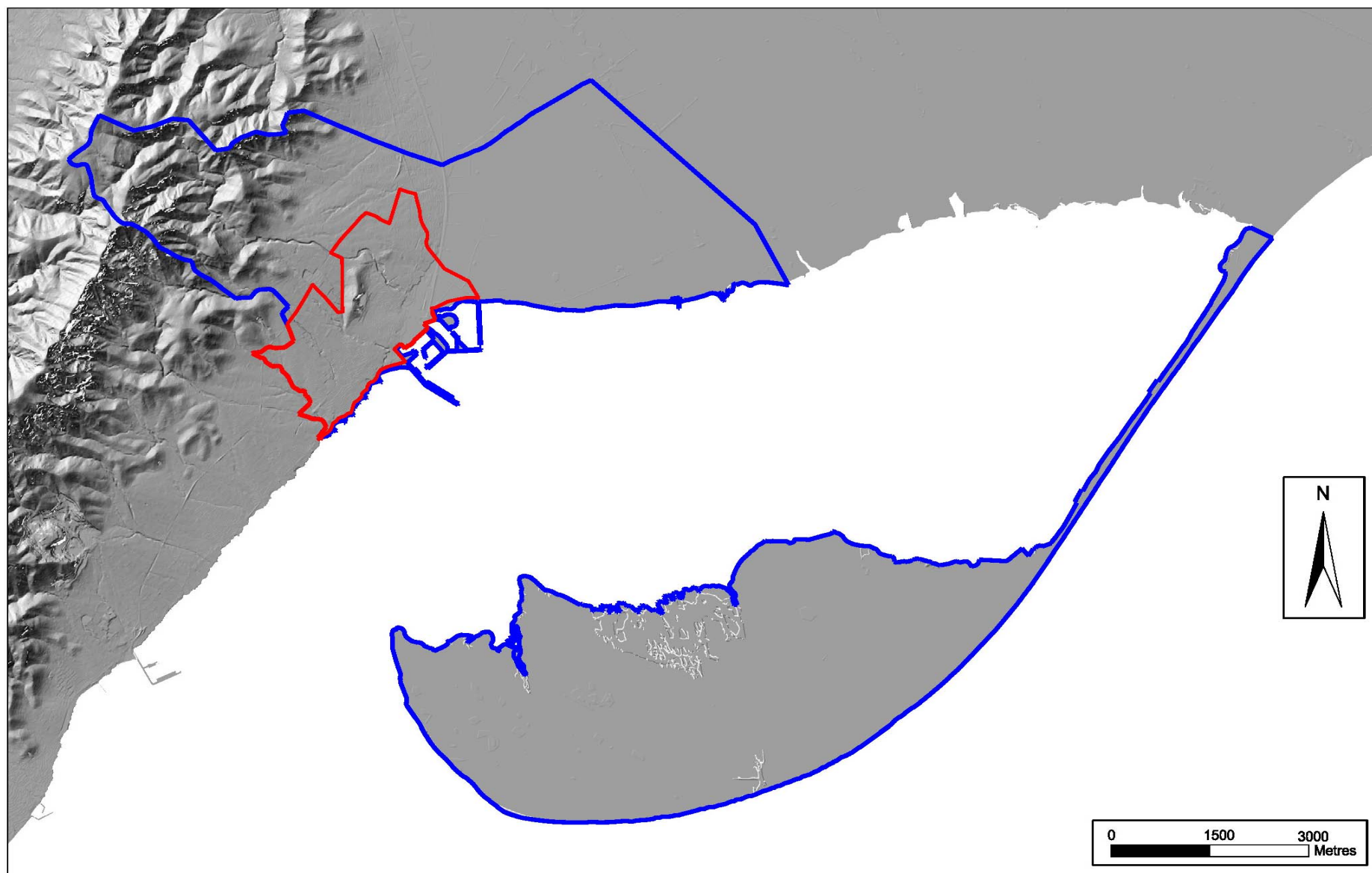


Figura 6: Mapa de relleu sintètic. En vermell l'àrea d'estudi.

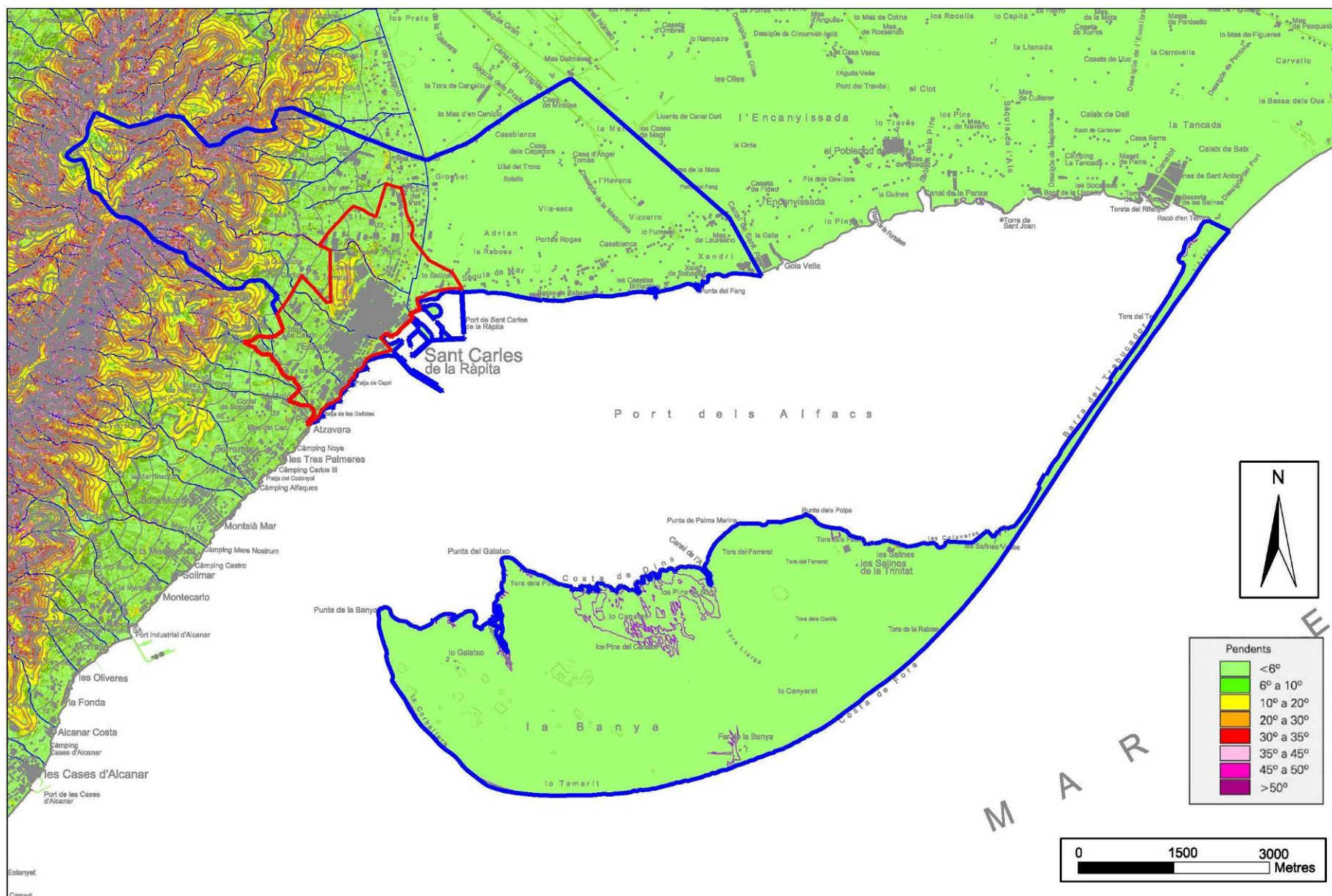


Figura 7: Mapa de pendents. En vermell l'àrea d'estudi.

2.2 Anàlisi del nucli de Sant Carles de la Ràpita

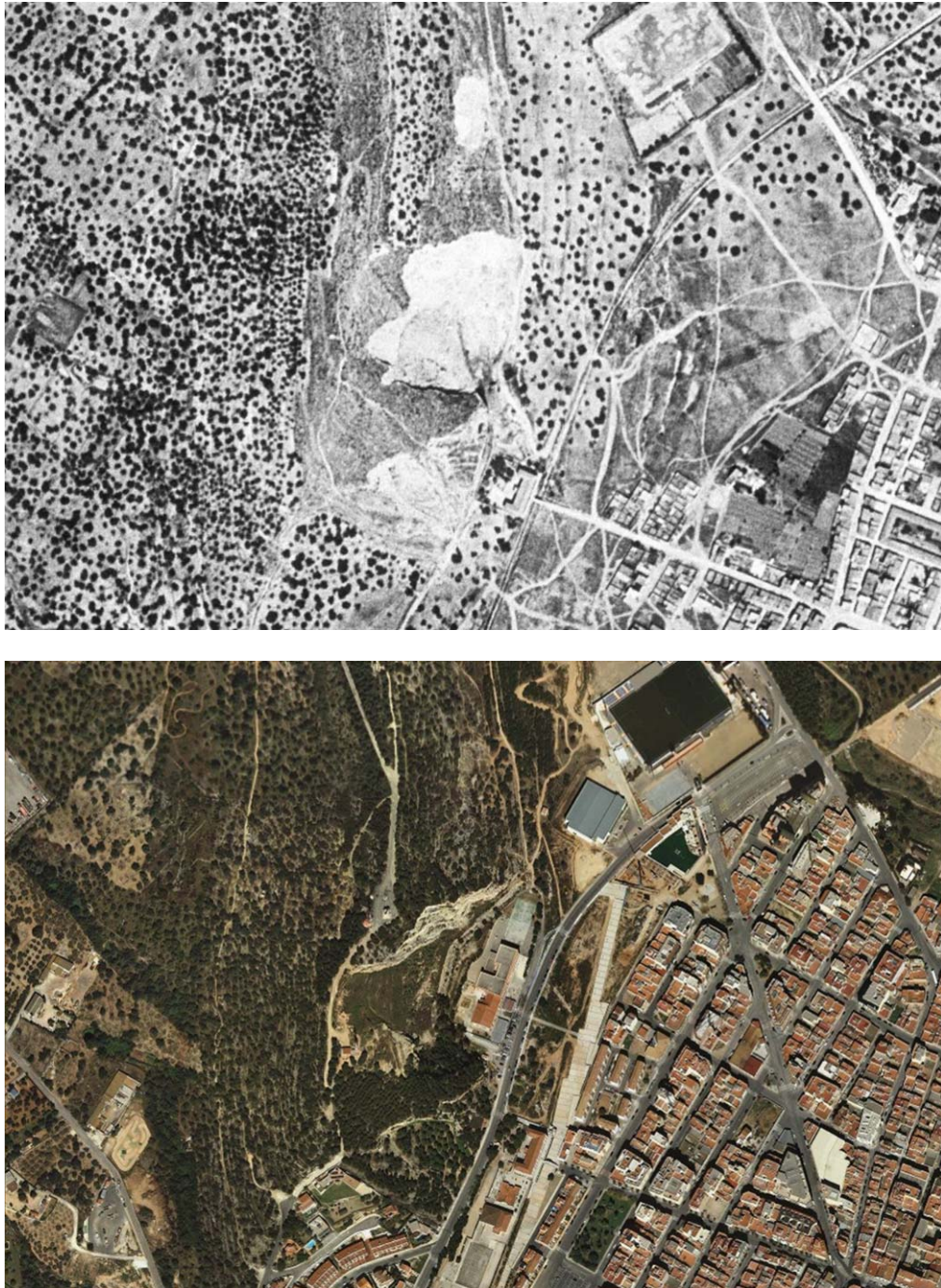
L'àrea de Sant Carles de la Ràpita es localitza en el sector sud-occidental del municipi, on ocupa una extensió en l'entorn de 493 Ha. El seu límit nord-oest coincideix en bona part de l'àrea amb la carretera N-340, al sud-oest amb el barranc de l'Aiguassera i al nord-est el seu límit coincideix amb el del polígon industrial el Rajolar. L'accés s'efectua per la carretera N-340a des d'Alcanar al sud, i per la TV-3406 des de Deltebre, al nord.

Es tracta d'una zona predominantment urbana situada en el límit entre els dipòsits deltaics i els materials mesozoics de la serra del Montsià. El subsòl està constituït a la major part de l'àrea per dipòsits de ventall al·luvial pleistocè (**Qv3**). En el sector central aflora el substrat mesozoic (**CApc1**), constituït per calcàries amb estratificació decimètrica a mètrica i cabussament de entre 30 i 35°, que defineixen els únics relleus existents a l'àrea, els de la Torreta. El vessant situat per sota l'ocupa un col·luvial ben desenvolupat (**Qac3**). L'extrem de l'àrea situat a l'est de la carretera TV-3408 està ocupat per dipòsits deltaics, constituïts fonamentalment per sorres netes amb alguna intercalació argilosa o de matèria orgànica (**Qpa**).

Moviments de vessant

L'àrea de Sant Carles de la Ràpita és en general molt plana, i per tant les litologies existents no són susceptibles al desenvolupament de moviments de vessant. Tan sols en l'antiga pedrera de la Torreta (**subàrea A**, plànol 2) s'ha identificat escarpaments en presència de litologies rocoses amb un cert diaclasat, que afegit a una estratificació amb cabussament moderat (en l'entorn dels 35°) i a l'existència d'intercalacions margoses, són favorables al desenvolupament de desprendiments. En aquest sentit, es té constància d'antecedents de desprendiments en aquest sector que, donada la proximitat d'un centre escolar, han motivat un seguit d'actuacions correctores al llarg dels anys.

La pedrera de la Torreta va romandre activa entre els anys 1965 i 1967, quan s'extreien blocs de calcària per a la construcció del port del municipi (Fotografia 3). L'extracció s'efectuava mitjançant voladura, provocant el lliscament dels blocs per sobre d'algun dels nivells de margues intercalats. Aquest mètode tan sols consistia en accelerar el procés de desmantellament que es produeix de forma natural per efecte de la meteorització.



Fotografia 3. Comparació de l'entorn de la Torreta entre els anys 1956 i 2009.

L'any 1981, davant la previsió de construir un centre escolar a l'esplanada al peu del talús de la pedrera, l'Ajuntament va encarregar un estudi al Servei Geològic de Catalunya. Aquest estudi, que efectuava una descripció sectoritzada del talús, proposava una sèrie de mesures correctores com a condició prèvia a l'aprofitament del sector.

Posteriorment, l'any 1982 l'empresa Losan S.A. va elaborar un nou estudi, en el qual es recomanava la construcció al peu del talús d'un mur de formigó de 2,5m d'alçada. Entre

els anys 1982 i 1984, durant la construcció del centre escolar, diverses empreses van visitar la pedrera a petició de l'Ajuntament i van plantejar diverses alternatives, en alguns casos contradictòries.

Davant la divergència de les mesures proposades, l'any 1985 l'Ajuntament va sol·licitar al Servei Geològic de Catalunya un estudi sobre les mesures d'estabilització a adoptar. Aquest estudi presentava com a principals recomanacions la construcció d'un dic d'escullera, el sanejament del talús i l'allunyament del patí de l'escola. El mateix any l'empresa Losan va iniciar l'execució d'aquestes mesures.

El febrer de 1988, després d'un episodi de pluges importants, es va produir un fort despreniment amb un volum total estimat de 4.500m^3 . El fenomen es va desencadenar per lliscament planar de les calcàries per sobre d'un nivell de margues (rock-slide). Malgrat les dimensions del despreniment, el dic d'escullera va presentar un bon comportament i tan sols dos petits fragments d'alguns centímetres de diàmetre van impactar contra l'escola. Un volum de 10.000m^3 situat immediatament per sobre de la massa despresa presentava signes d'inestabilitat motiu pel qual es va procedir al despreniment controlat. L'escola va romandre tancada unes setmanes. L'informe redactat pel Servei Geològic de Catalunya amb posterioritat recomanava la suavització del perfil de l'antiga pedrera mitjançant voladures controlades. El mateix any es van realitzar petites voladures a la part alta del talús i es va condicionar parcialment el camí d'accés. Aquest mecanisme de trencada s'atribueix al despreniment ocorregut l'any 1988, d'acord amb la interpretació de les fotografies obtingudes abans i després de l'esdeveniment.

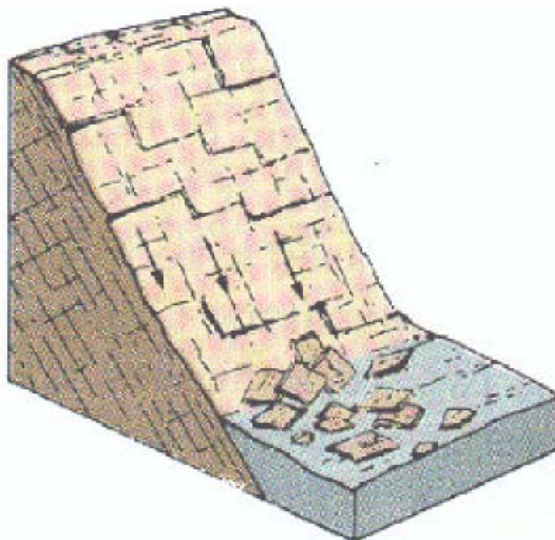


Figura 8: Lliscament translacional al llarg dels plans d'estratificació (Skinner & Porter, 1992).

Entre els anys 1988 i 1991 es va voler adequar la pedrera com a espai verd mitjançant la construcció de camins per vianants i murs de maçoneria, però les obres van ser interrompudes ja que l'elevada plasticitat dels nivells margosos provocava el seu deteriorament en períodes de pluja. El darrer estudi, elaborat l'any 1992 amb l'objectiu d'avaluar l'estat del talús, el nivell de risc de l'escola i proposar mesures de millora de la protecció, recomanava la construcció d'un pedraplè.

L'any 2004 es van produir alguns petits desprendiments locals de poc volum, com a conseqüència dels quals es va decidir modificar la ubicació dels mòduls prefabricats del centre. Aquest episodi posa de manifest que, malgrat les actuacions efectuades, la pedrera encara és susceptible de patir inestabilitats.

En el reconeixement de camp s'ha identificat al peu del talús indicis d'una certa activitat (Fotografia 4), en forma d'abundant material acumulat probablement a partir de petits desprendiments d'alguns decímetres cúbics que es produïrien amb una freqüència alta (període de retorn <30 anys).



Fotografia 4. Acumulació de material al peu del talús.

Actualment, s'observa algunes masses potencialment inestables, la majoria amb volums d'alguns decímetres cúbics i puntualment alguna d'ordre mètric, generalment blocs susceptibles de mobilitzar-se per bolcada o per lliscament per sobre del pla

d'estratificació (Figura 8), donada la proximitat entre la direcció del cabussament de l'estratificació i l'orientació del talús.

Aquestes masses no es concentren en un determinat sector, sinó que apareixen de manera puntual i dispersa. De manera general, la meitat nord de la pedrera presenta un major grau de fracturació que condiciona que en aquest sector la mida dels possibles blocs sigui inferior i que el material presenti un aspecte més desorganitzat. A les discontinuïtats generals del material, que es descriuran posteriorment, s'afegeixen d'altres ocasionals que propicien el despreniment de petits volums per tracció.

Per la seva banda, a la meitat sud del talús l'espaiat de les juntes augmenta i per tant també ho fa la mida dels blocs. En aquest sector es destaquen amb claredat tres famílies de discontinuïtats que delimiten volums de morfologia paral·lelepípedica. L'observació dels materials permet descriure'ls com una sèrie monoclinal de calcàries amb intercalacions margoses i amb cabussament cap a l'est, en la qual destaquen dues falles subverticals, identificables per anar associades a nivells de bretxa (Fotografia 5). El cabussament dels materials presenta un valor promig de 100/35 (sentit/cabussament). Les principals famílies de discontinuïtats presenten les següents orientacions: 200/82 (D1), 335/80 (D2) i 300/61 (D3).



Fotografia 5. Nivell de bretxa de falla.

S'ha realitzat una anàlisi cinemàtica mitjançant el test de Markland (Figura 9), una avaluació preliminar de l'estabilitat del front rocós mitjançant la projecció estereogràfica de les discontinuïtats, el pendent i l'orientació del talús, i l'angle de fregament de les discontinuïtats. L'angle de fregament s'ha considerat $\phi=30^\circ$, valor representatiu de calcàries de gra fi a mitjà i baix grau d'alteració.

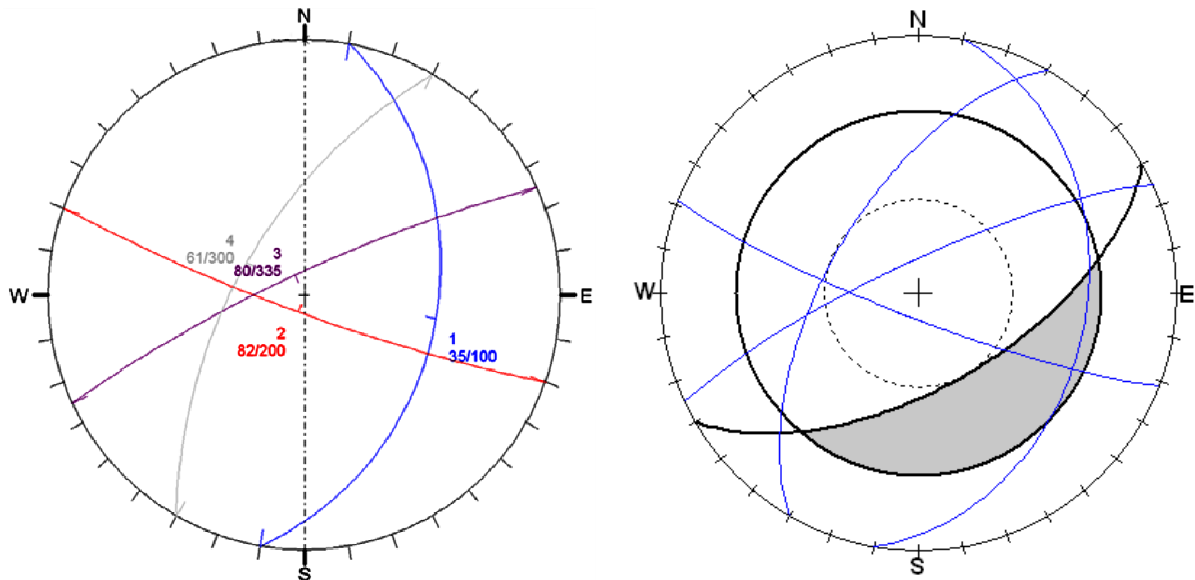


Figura 9: Projecció estereogràfica de les discontinuïtats mesurades en l'antiga pedrera de la Torreta i estereograma del test de Markland.

La intersecció entre el pla de discontinuïtat D1 i l'estratificació se situa a la zona ombrejada, definida per l'orientació del talús i l'angle de fregament, el que indica que és possible el desprendiment d'aquests tascons. No obstant, es pot observar com un petit augment de l'angle de fregament de les discontinuïtats situa la intersecció dels dos plans fora de la zona ombrejada i per tant els tascons esdevenen estables (Figura 10). Contràriament, una disminució de l'angle de fregament per la presència de margues situa la intersecció en el centre de la zona ombrejada, augmentant la probabilitat de que es doni un desprendiment.

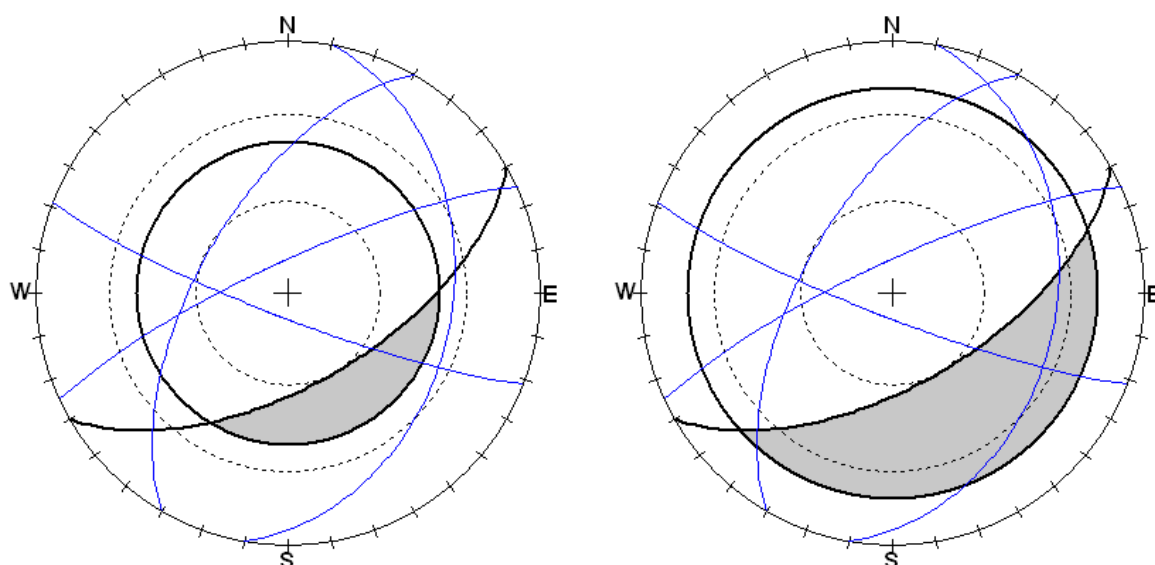


Figura 10: Test de Markland considerant $\phi=40^\circ$ i $\phi=20^\circ$ respectivament.

S'ha procedit al càlcul del factor de seguretat dels tascons generats pel pla de discontinuïtat D1 i l'estratificació mitjançant el mètode de Hoek i Bray (1981), considerant un angle de fregament $\phi=30^\circ$, i simulant diversos valors de cohesió de les juntes, paràmetre pel qual s'estima que pot existir una major variabilitat. Així mateix, s'ha considerat diferents alçades pel tram de talús simulat, paràmetre que condiciona les dimensions del tascó generat.

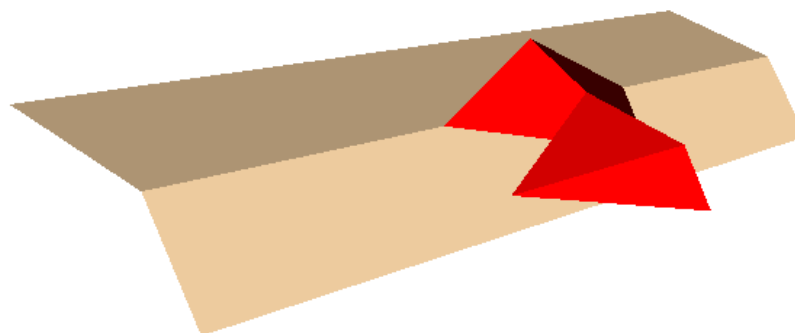


Figura 11: Reproducció tridimensional del tascó generat per la intersecció de l'estratificació amb el pla de discontinuïtat D1.

Taula 4: Factors de seguretat considerant un angle de fregament $\phi=30^\circ$.

Alçada de talús simulada (m)	Massa (t)	Volum (m ³)	Factor de seguretat		
			c= 0,0 kg/cm ²	c= 0,1 kg/cm ²	c= 0,2 kg/cm ²
1	3,25	1,30	< 1	5,63	10,29
2	25,97	10,39	< 1	3,30	5,63
10	3246,9	1298,8	< 1	1,44	1,90

Els resultats posen de manifest que les juntes presenten una certa cohesió ja que els desprendiments no es produeixen de manera generalitzada i espontània, si no que es donen en unes determinades condicions (pressió d'aigua, etc) i en sectors amb evidències prèvies d'inestabilitat. Els factors de seguretat que s'assoleixen fins i tot amb valors baixos de cohesió són moderats, i per tant en absència de precipitacions s'estima que la probabilitat de que es donin desprendiments és baixa. No obstant, considerant les variacions que es poden donar en aquests paràmetres al llarg del massís i del temps en un mateix punt, no es descarta el desenvolupament de desprendiments.

Amb tot, donada la possibilitat de que es produeixin desprendiments de magnitud variable, de baixa a alta, amb una freqüència alta (període de retorn < 30 anys), es considera una perillositat de baixa a alta enfront desprendiments al llarg subàrea A (plànol 2). Malgrat tot, es considera poc probable que algun bloc pugui superar el dic d'escullera i assolir l'escola, si no és que aquest es desprengués de la part alta del talús i rebotés amb la paret. En tot cas, aquesta incertesa i la proximitat al talús d'una estructura vulnerable, motiva la recomanació de realitzar un estudi actualitzat de l'estat del talús en el qual s'efectuïn simulacions numèriques que considerin les mesures protectores instal·lades i avaluï la necessitat d'efectuar actuacions d'estabilització sobre la paret. Així mateix, es recomana restringir l'accés a la franja situada entre el peu del talús i el dic d'escullera i posar una senyalització de desprendiments advertint del perill.



Fotografia 6. Talús de l'antiga pedrera de la Torreta des de l'extrem nord del centre escolar. A la base el dic d'escullera.



Fotografia 7. Aspecte dels talussos de l'antiga pedrera de la Torre des de l'extrem sud.



Fotografia 8. Dic d'escullera a la base del talús.



Fotografia 9. Volum parcialment individualitzat en el sector nord del talús.



Fotografia 10. Antic front d'explotació en el sector sud-oest de la pedrera, amb alguns signes de carstificació superficial.

D'altra banda, en el sector adjacent de la Glorieta (subàrea B, plànol 2), en l'actualitat ocupat per un parc públic, existeix un escarpament d'uns 15 metres d'alçada constituït per calcàries on s'ha observat algun volum potencialment inestable. No es pot descartar que es produeixin desprendiments per bolcada (Fotografia 11) o per lliscament dels blocs

per sobre dels plans d'estratificació. Donada la possibilitat de fenòmens de magnitud baixa amb freqüència mitjana, es considera una perillositat baixa enfront desprendiments per a la subàrea B. En aquest sector, donada la facilitat per a controlar qualsevol intervenció de neteja i la manca d'estructures vulnerables que puguin ser afectades, es recomana la realització d'una inspecció visual i la retirada controlada dels volums que presentin un equilibri precari. Així mateix, es recomana efectuar una inspecció visual periòdica (bianual, per exemple) a fi de mantenir un control sobre l'evolució del talús i detectar possibles inestabilitats que puguin aparèixer. Aquesta recomanació es fa efectiva també pel cas de la **subàrea A**.



Fotografia 11. Volum potencialment inestable en l'escarpament per sobre del parc de la Glorieta.



Fotografia 12. Volum en voladís a la part alta de l'escarpament per sobre del parc de la Glorieta. S'observen petits fragments caiguts sobre el pla d'estratificació.

Esfondraments

En l'àrea estudiada s'ha reconegut la presència de roques carbonatades, concretament calcàries i dolomies, susceptibles de desenvolupar processos càrstics. En el reconeixement de camp s'ha identificat aquests processos a escala superficial (Fotografia 10), malgrat que no s'ha observat cap morfologia que indiqui l'existència d'esfondraments derivats de carstificacions profundes. Per tant, considerant l'existència de litologies carstificables amb indicis de processos superficials, s'ha estimat una perillositat natural baixa enfront esfondraments relacionats amb processos càrstics. Cal esmentar que s'ha identificat en les proximitats del parc de Garbí algunes balmes (Fotografia 13) desenvolupades en els dipòsits de la unitat Qv3. Aquestes estructures puntuals es consideren fenòmens aïllats que s'han d'atribuir probablement a l'acció litoral durant el Pleistocè i Holocè.



Fotografia 13. Bauma en els dipòsits de la unitat Qv3, davant del parc de Garbí.

D'altra banda, cal esperar que en els sectors de l'àrea de Sant Carles de la Ràpita situats sobre dipòsits deltaics existeixi una subsidència natural generalitzada, però no s'ha constatat que aquesta subsidència hagi donat lloc a patologies o altres problemàtiques rellevants en edificacions o estructures viàries, ja que en aquest processos els desplaçaments verticals diferencials solen ser molt baixos. Tot i que són possibles, tampoc s'ha observat ni s'ha tingut constància de deformacions per desplaçaments diferencials relacionades amb litologies del subsòl o amb variacions dels nivells freàtics.

És per tant que s'ha estimat una perillositat natural baixa enfront esfondraments derivats de la subsidència natural del delta.

La manca d'una informació més específica i detallada no permet una anàlisi de la perillositat que podria comportar l'hipotètic ascens relatiu del nivell del mar derivat del procés de subsidència, atès que caldria realitzar estudis específics i detallats de la zona que resten fora de l'àmbit d'aquest estudi d'identificació de riscos geològics. Per aquest motiu es recomana la realització d'un estudi regional de la subsidència, de l'àmbit de tot el delta de l'Ebre, que avaluï el possible ascens del nivell del mar, que identifiqui quines són les zones més sensibles i les possibles conseqüències.

Fluxos torrencials

No s'ha reconegut indicis de processos del tipus de fluxos torrencials o de corrents hiperconcentrats, ni de cons de dejecció associats. És per tant que s'ha estimat una perillositat natural molt baixa enfront fluxos torrencials i corrents hiperconcentrats.

Inundabilitat

L'àrea de Sant Carles de la Ràpita es troba dins l'àmbit del delta de l'Ebre, i alguns sectors dins el terme es troben a una cota molt propera a la del riu. Aquest fet queda recollit en el PEFCAT, que indica que part del nucli es troba afectat per les avingudes amb període de retorn 50 anys i superiors.

Així mateix, per l'àrea recorren diversos torrents amb conques de dimensions petites, inferiors en la majoria dels casos als 5km², però amb cursos amb pendents promig en l'entorn del 10-12%. Concretament els torrents presents a l'àrea són el d'Abaria, l'Aljub, l'Aiguassera, el Codonyol, els Penjats i Solito.

Pel mig del nucli de Sant Carles de la Ràpita recorren els torrents de l'Aiguassera, els Penjats i Solito. Les lleres d'aquests torrents es troben canalitzades al seu pas pel nucli, però s'ha identificat alguns punts problemàtics. Un dels punts es localitza en el barranc dels Penjats a l'entrada al nucli (punt a, plànol 2), on existeixen algunes instal·lacions situades a la mateixa llera i on s'ha identificat algun abocament de material que podria ser arrossegat per les avingudes i originar problemes de drenatge en les canalitzacions situades aigües avall.

Pel que fa al barranc de Solito, presenta un encaixament notable al nord del municipi (Fotografia 14), però aquest es va perdent cap a la desembocadura i un cop superat el pas per sota de la N-340a (punt b, plànol 3) no presenta un curs definit. Aquest fet pot propiciar la inundació laminada de tot el sector de l'Horta Vella, si bé sense preveure calats importants donada la seva extensió.

En qualsevol cas, l'Ajuntament disposa d'estudis d'inundabilitat detallats dels barrancs de l'Aiguassera, els Penjats i Solito, i per tant es recomana seguir les indicacions recollides en aquests documents.

En el cas dels barrancs d'Abaria, l'Aljub i el Codonyol, que recorren pels límits nord i sud de l'àrea, es recomana efectuar un estudi d'inundabilitat.



Fotografia 14. Barranc de Solito al nord del nucli de Sant Carles de la Ràpita, on presenta un notable encaixament en el substrat mesozoic.



Fotografia 15. Tram final del barranc de Solito. Al fons el pas per sota de la carretera N-340a, punt a partir del qual no presenta un curs definit.



Fotografia 16. Barranc de l'Aiguassera al seu pas pel nucli de Sant Carles de la Ràpita.

3 Recomanacions

S'ha estimat una perillositat potencial de baixa a alta enfront desprendiments al llarg de la **subàrea A**. Es recomana realitzar un estudi actualitzat de l'estat dels talussos on s'efectuïn simulacions numèriques que considerin les mesures protectores instal·lades i que avaluï la necessitat d'efectuar actuacions d'estabilització sobre la paret. Així mateix, es recomana restringir l'accés a la franja situada entre el peu del talús i el dic d'escullera.

D'altra banda, s'ha estimat una perillositat natural baixa enfront desprendiments per a la **subàrea B**. Es recomana efectuar una inspecció visual de l'àrea i la neteja controlada dels volums que presentin un equilibri precari.

Cal esmentar que la identificació i delimitació de les zones amb perillositat geològica potencial es basa genèricament en l'anàlisi de la susceptibilitat d'ocurrència d'un cert fenomen en el qual es combinen l'energia mobilitzada i la freqüència del mateix. En el cas dels desprendiments la perillositat potencial és funció de la magnitud dels possibles desprendiments (volum de bloc, alçada de sortida, etc) i de la freqüència amb que puguin ocórrer, paràmetres que es valoren mitjançant el reconeixement de camp i informació oral o documental referent a esdeveniments antics. Per tant, la identificació de la perillositat es veu condicionada per les actuacions efectuades prèviament sobre la morfologia del talús (sanejaments, modificació del pendent, etc), però no valora l'efectivitat de les actuacions antròpiques de protecció (actuacions passives tals com barreres dinàmiques, dics, etc).

Pel que fa a la inundabilitat associada a torrents, es recomana seguir les indicacions recollides en els estudis d'inundabilitat en possessió de l'Ajuntament. En el cas dels torrents d'Abaria, l'Aljub i el Codonyol pels quals no es disposa d'estudi d'inundabilitat, es recomana realitzar-ne.

En quant al riu Ebre, donades les dimensions i els cabals que presenta, l'àrea d'influència dels quals supera l'àmbit del present estudi d'identificació de riscos geològics, es recomana la realització d'un estudi d'inundabilitat detallat de tot el delta.

D'altra banda, considerant la manca d'una informació específica i detallada en relació al procés de subsidència del delta que permeti una anàlisi de la perillositat derivada de

l'hipotètic ascens relatiu del nivell del mar, es recomana realitzar un estudi de subsidència a nivell regional de tot el delta.

Addicionalment, en relació als dipòsits deltaics, els estudis geotècnics previs a qualsevol actuació hauran de considerar la possible presència de nivells d'elevada deformabilitat i de gruix variable que poden donar lloc a assentaments diferencials, afegits als propis del procés de subsidència del delta i dels derivats de variacions estacionals del nivell freàtic.

Amb caràcter general, independentment de la perillositat natural, cal tenir en compte les següents recomanacions:

- La realització d'un estudi geotècnic per a cada nova construcció, d'acord amb les directrius actuals del "Código Técnico de la Edificación" (CTE).
- Prendre les mesures adequades durant o posteriorment a l'execució d'excavacions o talussos antròpics per evitar el desenvolupament d'inestabilitats.
- Evitar edificar a les vores d'escarpaments i talussos. Es recomana deixar una distància prudencial entre l'escarpament i la base de les edificacions, ja que es poden veure afectades pel progressiu desenvolupament d'inestabilitzacions.
- Evitar les fonamentacions sobre terraplens o rebliments antròpics preexistents. Usualment, no solen ser aptes per a fonamentar estructures, i es poden generar assentaments diferencials importants en ser sotmesos a càrregues.

Barcelona, 15 de març de 2011

Vist i plau:

Darío Pérez Sánchez
Geòleg
Geocat Gestió de Projectes S.A.

Pere Martínez i Figueras
Cap de l'Àrea d'Enginyeria Geològica i Risc
Institut Geològic de Catalunya

ANNEXES:

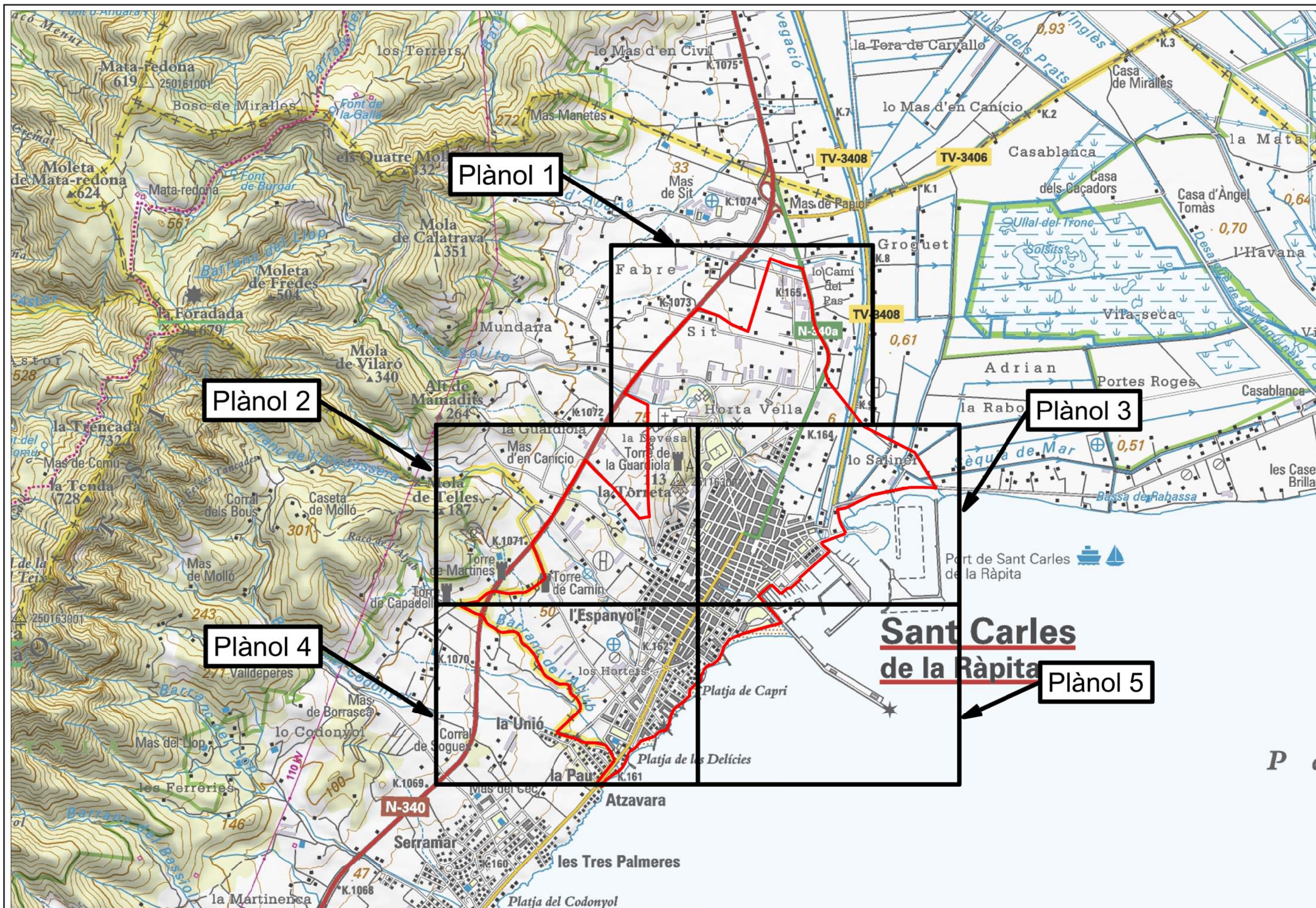
PLÀNOLS

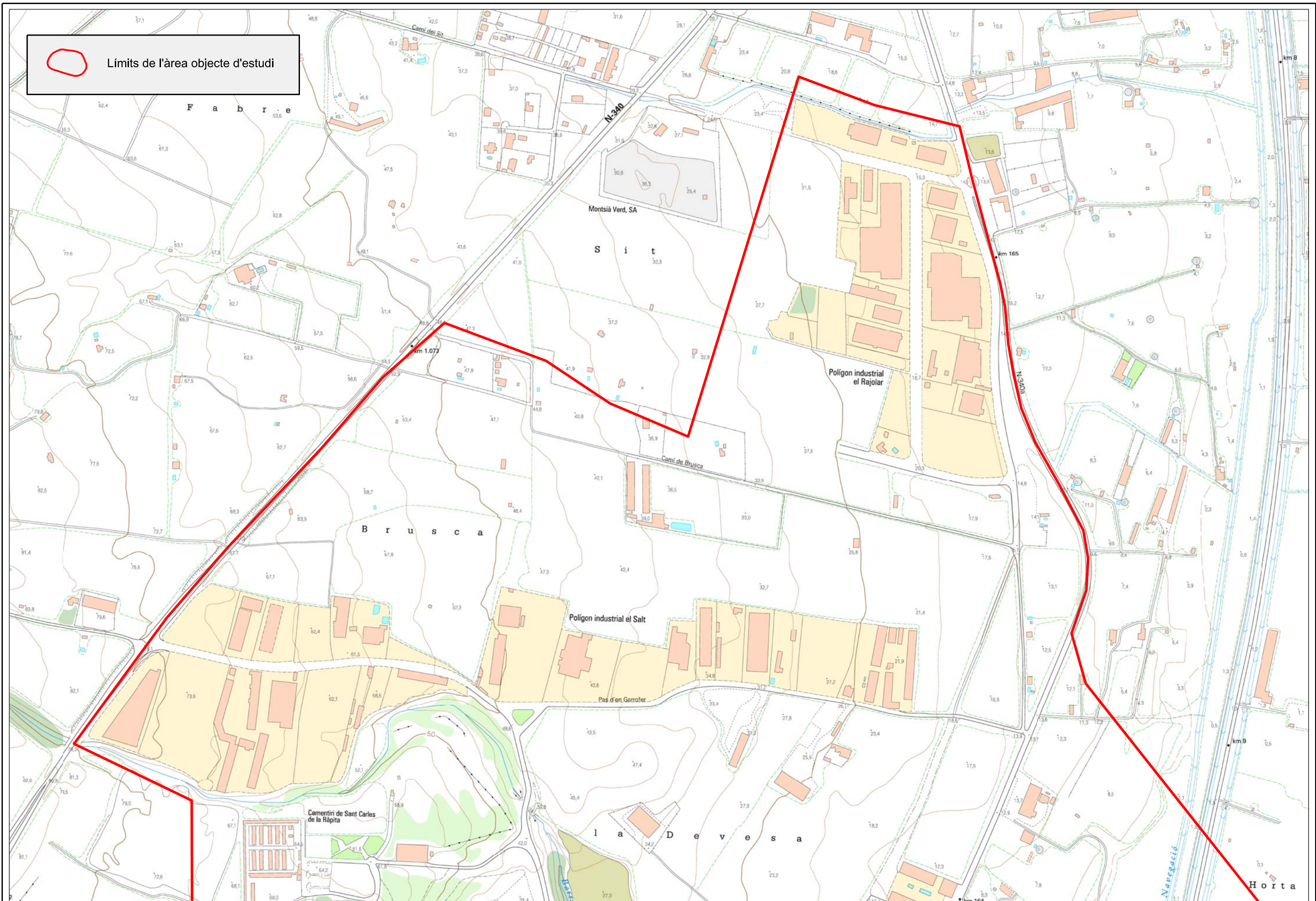
RESUM

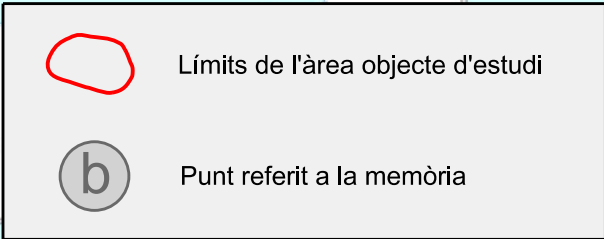
FITXES

REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

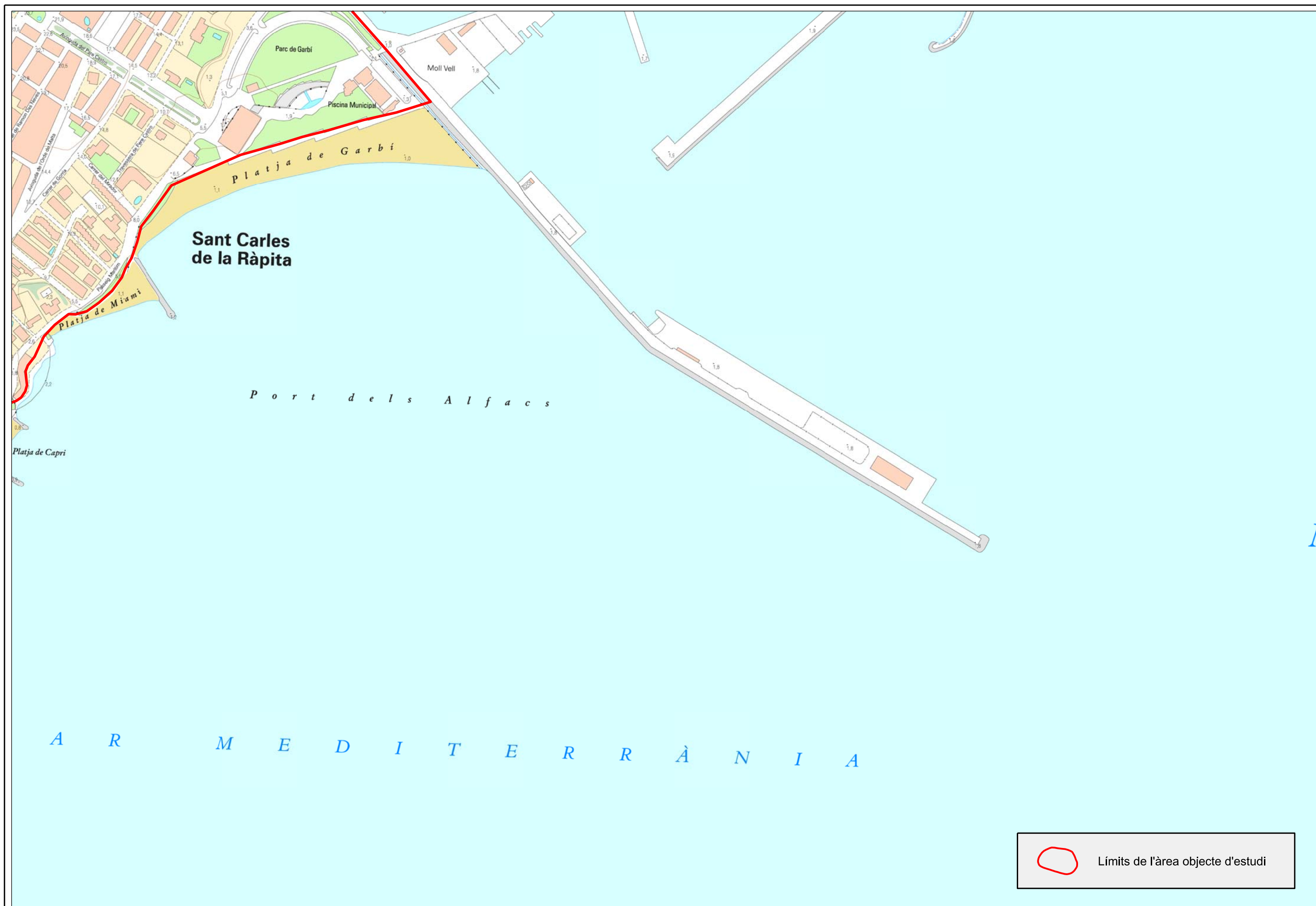
PLÀNOLS











Data:
Febrer
2011



Escala:
1:5.000
0 150 300m

Estudi d'identificació de riscos geològics a Sant Carles de la Ràpita (Montsià)
Àrea de Sant Carles de la Ràpita



Plànol 5

RESUM

(Estudi d'Identificació de Riscos Geològics)

	Sant Carles de la Ràpita
Moviments de vessant	Cal actuacions o estudis detallats (Indicis significatius) Perillositat mitjana a alta i baixa en les subàrees A i B, respectivament
Esfondraments	No cal estudis detallats No s'ha detectat indicis d'esfondraments relacionats amb processos càrstics o amb la subsidència del delta que hagin donat lloc a patologies en edificis o estructures Perillositat baixa
Inundabilitat	Cal estudi detallat d'inundabilitat (Zones potencialment inundables associades als barrancs d'Abaria, l'Aljub i el Codonyol i al riu Ebre) Seguir les recomanacions recollides en estudis en possessió de l'Ajuntament (Zones potencialment inundables associades als barrancs de l'Aiguassera, els Penjats i Solito)
Processos torrencials associats a cons de dejecció	No cal estudis detallats (No hi ha indicis)
Processos derivats de l'ascens relatiu del nivell del mar i de la dinàmica litoral	Es recomana efectuar un estudi regional, donat que l'àmbit d'afectació supera l'abast del present estudi (Una part de l'àrea es troba sobre el delta de l'Ebre)

FITXES**Àrea de Sant Carles de la Ràpita**

Subàrea A (plànol 2)		
Perill.	Tipus	Despreniments
	Grau	Baix a alt
Propostes		Es recomana que s'efectuï un estudi detallat d'estabilitat del vessant que delimiti la perillositat i determini si cal prendre mesures d'estabilització i/o protecció.

Subàrea B (plànol 2)		
Perill.	Tipus	Despreniments
	Grau	Baix
Propostes		Es recomana efectuar una inspecció visual i la neteja controlada dels blocs amb equilibri precari.

Àrea de Sant Carles de la Ràpita		
Perill.	Tipus	Dinàmica litoral i processos derivats de l'ascens relatiu del nivell del mar
Propostes		Es recomana un estudi de la subsidència dels dipòsits deltaics, que identifiqui quines són zones sensibles a l'ascens relatiu del nivell del mar i les seves conseqüències.

Barrancs de l'Aiguassera, els Penjats i Solito		
Perill.	Tipus	Inundabilitat
Propostes		Es recomana seguir les indicacions recollides en els estudis d'inundabilitat en possessió de l'Ajuntament.

Barrancs d'Abaria, l'Aljub i el Codonyol		
Perill.	Tipus	Inundabilitat
Propostes		Es recomana la realització d'un estudi detallat d'inundabilitat dels barrancs d'Abaria, l'Aljub i el Codonyol.

Riu Ebre		
Perill.	Tipus	Inundabilitat
Propostes		Es recomana la realització d'un estudi detallat d'inundabilitat del riu Ebre.

REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

- **Consell assessor per al desenvolupament sostenible** (2005). "Informe sobre el canvi climàtic a Catalunya". <http://www.iecat.net/canviclimatic/indexresum.htm>
- **Departament de Medi Ambient** (2002). "Delimitació de zones inundables per a la redacció de l'INUNCAT. Conques intercomunitaries de Catalunya". Memòria i Plànols. Desembre de 2002. <http://mediambient.gencat.net/aca/ca/planificacio/inundabilitat/>
- **Departament de Medi Ambient** (2008). "Estudios de base para una estrategia de prevención y adaptación al cambio climático en Catalunya. Número 1: el delta del Ebro. Documento de síntesis". Documents del Canvi Climàtic.
- **Guillén, J., Palanques, A.** (1992). "Sediment dynamics and hydrodynamics in the coger course of a river highly regulated by dams: the Ebro River". Sedimentology, vol. 39, 567-579.
- **Ibañez, C., Day, J.W., Canicio, A., Prat, N., Curcó, A.** (1995). "The Ebro Delta, Spain: Water and sediment management in the context of relative sea level rise". Medcoast 95, Middle East Tech. University, Ankara.
- **Ibáñez, C., Prat, N., Canicio, A., Curcó, A.** (1999). "El delta del Ebro, un sistema amenazado". Nueva cultura del agua, Ed. Bakeaz, Bilbao.
- **ICC** (1996). "Atlas climàtic de Catalunya". Institut Cartogràfic de Catalunya – Departament de Medi Ambient.
- **ICC** (2003). "Mapa Geològic de Síntesi de Catalunya a escala 1:50.000". Institut Cartogràfic de Catalunya.
- **ITGE** (1996), Estudio geológico del delta del Ebro. Proyecto para la evaluación de la tasa de subsidencia actual. Informe técnico del Instituto Tecnológico y Geominero de España.
- **Jiménez, J.A. i Sánchez-Arcilla, A.** (1993). "Medium-term coastal response at the Ebro Delta, Spain". Marine Geology, 114, 105-118.
- **Ministerio de Medio Ambiente** (2006). "Plan director para la gestión sostenible de la costa. Delta del Ebro".

- **Roset, J.** (2007). "Estudi geotècnic. Partida el Groguet. Sant Carles de la Ràpita". Informe IG153-06. Ambiental de Serveis Tècnics & Consulting S.L.
- **Sanchez-Arcilla, A., Stive, M.J.F., Jiménez, J.A., García, M.A.** (1993). "Impact of sealevel rise in a Mediterranean delta: the Ebro Delta case". Seachange 93, vol 4, Noordwijkerhout.
- **Sanchez-Arcilla, A., Jiménez, J.A., Pau, J.** (2005). "Zones costaneres: dinàmica sedimentària". Informe sobre el canvi climàtic a Catalunya 2005.
- **Skinner, B. J. & Porter, S. C.** (1992). The Dynamic Earth. An Introduction to Physical Geology, 2nd ed. 570 pp.
- **Smith, D., Raper, S.B., Zerbini, S., Sanchez-Arcilla, A.** (2000). "Sea level change on coastal processes". Implications for Europe. Office for Official Publications of the European Communities, Bruselas.
- **Ulied, A., Xalabarder, M.** (2007). "Impacte del canvi climàtic en la costa catalana". Capítol 2. Part II: L'Àgora del risc. Informe 2006 de l'Observatori del Risc. Canvi climàtic: som a temps d'aturar-lo?. Institut d'Estudis de la Seguretat (IDES).
- **Ventayol, A., Gili, J.A.,** (1992). "Estudi geotècnic del grau d'estabilitat actual i proposta de mesures de correcció del talús de la pedrera de la Torreta. Sant Carles de la Ràpita. Tarragona". Informe 104P166. Bosch & Ventayol Geoserveis.