

EVALUACIÓN Y DIAGNOSIS DE LOS SISTEMAS NATURALES DEL BAIX TER

Coordinador: Bernat Hereu¹

Autors: Diana Puigserver²
Esther Martí³
Jordi Sierra³
Estela Illa⁴
Carles Barriocanal⁵
Xavier Quintana⁶
Josep Capellà⁷
Robert Cruañas³
Josep Gesti⁸
Bernat Hereu¹

- 1- Dept. d'Ecologia, Universitat de Barcelona
- 2- Dept. de Geoquímica, Petrologia i Prospecció Geològica, Universitat de Barcelona
- 3- Dept. Productes Naturals, Biologia Vegetal i Edafologia, Universitat de Barcelona
- 4- Dept. Biologia Vegetal, Universitat de Barcelona
- 5- Dept. de Geografia, Universitat de Barcelona
- 6- Dept. Ciències Ambientals, Universitat de Girona
- 7- DCB - Turismo y desarrollo local
- 8- Diputació de Girona

2012



Indice:

1- Descripción general.....	3
1.1 - Paisaje y vegetación.....	3
1.2 - Datos bioclimáticos	9
1.3 - Geología	12
1.4 - Hidrogeología.....	21
1.5 - Edafología.....	27
1.6 - Flora.....	31
1.7 - Fauna	38
1.8 - Ecosistemas marinos	40
1.9- Aspectos socio-económicos	47
2- Diagnósis	49
Introducción general:	49
A- Macizo calcáreo del Montgrí.....	60
B- Duna continental. Coll de la sorra	67
C- Ambientes salobres (dunas litorales i charcas temporales).....	71
D- Río.....	76
E- Charcas de agua dulce (Ter Vell i Basses d'en Coll).....	78
F- La zona litoral	97
G- Ambientes agrícolas (arrozales, campos, esatanyets, acequias...)	98
i- Acequias	98
ii- Arrozales	99
iii- Els estanyets	101
H- Litoral marino	106
3- Restauración	110
Referencias	112

1- Descripción general

1.1 – Paisaje y vegetación

La comarca del Baix Empordà está limitada al norte y al sur por macizos montañosos, concretamente el Montgrí y les Gavarres, entre los cuales se encuentra la llanura aluvial de los ríos Ter i Daró.



Figura 1- Situación de la zona de estudio.

La zona de estudio se sitúa en la parte septentrional del Baix Empordà, y tiene como elementos paisajísticos de referencia la llanura propiamente dicha, el río Ter y el macizo del Montgrí. Cabe señalar otro elemento no tan aparente a gran escala pero también importante para comprender los usos del suelo y la distribución de la vegetación: el piedemonte, que hace la transición entre la llanura y el macizo. Finalmente hay que añadir una última unidad paisajística que se diferencia de las otras por su excepcionalidad: las islas Medes.

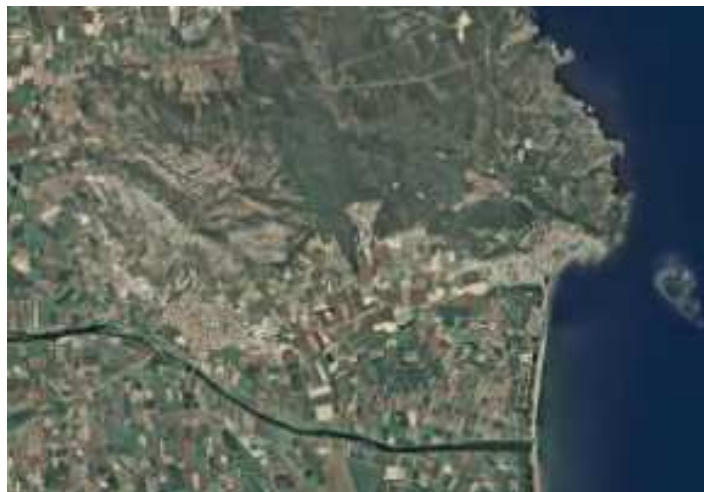


Figura 2- El macizo del Montgrí, la plana del Ter y la franja costera del Montgrí con las Illes Medes.

El macizo del Montgrí

El macizo del Montgrí está formado por materiales calcáreos en los cuales se han formado estructuras cársticas, entre ellas numerosas cuevas. En su punto de contacto con la costa, hay acantilados que pueden alcanzar altitudes de 100 metros, y la naturaleza caliza de la roca junto con la acción erosiva del mar, han formado en algún punto arcos de piedra o cuevas de gran atractivo.

El relieve del macizo es abrupto en las vertientes sur y este (una cae sobre la llanura aluvial y los núcleos de Torroella de Montgrí y de l'Estartit, y la otra cae directamente al mar), y más suave y ondulado en dirección norte y oeste, ya en contacto con la llanura del Alt Empordà. Se pueden diferenciar dos sectores, el occidental y el oriental. Las mayores altitudes se alcanzan en el sector occidental: el Montplà (317 metros) es el punto más elevado, siguiéndole de cerca la Muntanya d'Ullà (308 metros) y la Muntanya de Santa Caterina (303 metros), donde se encuentra el castillo del Montgrí. En el sector oriental sobresalen dos pequeñas cimas: Roca Maura (225 metros) y Torre Moratxa (220 metros). El resto del macizo, que se extiende hacia el norte, en general no supera los 150 metros de altitud. Ambos sectores están separados por una depresión cubierta de arena, llamada les Dunes o el Coll de les Sorres. Esta arena ha sido transportada desde el golfo de Roses por los vientos (principalmente la tramontana) a lo largo de los siglos, generándose una duna continental que fue fijada a finales del siglo XIX para evitar su avance sobre los cultivos y lugares habitados del sur del macizo.



Figura 3- Sector occidental del Montgrí, con los enclaves más elevados y erosionados



Figura 4- Sector oriental del macizo, más boscoso y de relieve menos abrupto

El tipo de vegetación predominante en el macizo son los matorrales, principalmente las garrigas (formaciones dominadas por *Quercus coccifera*), hecho que se puede atribuir a la recurrencia de incendios que ha habido históricamente en el territorio, ya sea por causas naturales o humanas, y a la naturaleza caliza del sustrato, que no retiene el agua. Las zonas más castigadas por los fuegos y erosionadas posteriormente por las lluvias o el viento (el sector occidental es el ejemplo más paradigmático) no cuentan con un gran desarrollo de la vegetación. En estos suelos escasos, principalmente en zonas culminales y en vertientes abruptas, las plantas tienen dificultades para establecerse, y entre la roca y tierra al descubierto aparecen, además de las citadas garrigas, prados secos ricos en especies anuales.

Los bosques, que son la formación vegetal más compleja que puede llegar a establecerse en un territorio, también ocupan grandes superficies. Principalmente se trata de pinares, en su mayoría plantados. El bosque original de la zona y hoy en día prácticamente inexistente son los encinares, de los que quedan pocos restos dispersos en el territorio y formando maquías. Exceptuando el sector occidental, abrupto y erosionado y por ello carente de formaciones forestales, el relieve suave del resto del macizo facilita la retención del suelo y el establecimiento de los pinares, que alternan con los matorrales allí donde ha habido un incendio o más erosión.

El piedemonte

El piedemonte consiste en una acumulación de materiales procedentes de la erosión por meteorización de un macizo, en este caso el Montgrí. Los fragmentos depositados, desde el tamaño de rocas al de limos y arcillas, se acumulan en la base de las vertientes, formándose un relieve de pendiente más o menos suave y de características geológicas e hídricas distintas a las de la llanura aluvial. La morfología especial del Montgrí hace que se pueda hablar de piedemonte sólo en la vertiente sur, puesto que hacia el norte el relieve es más suave y no se aprecia de una manera tan clara esta unidad.

En Torroella de Montgrí, donde no ha habido tanta presión urbanística, se ha conservado parte de la actividad agrícola y el piedemonte cuenta con numerosos cultivos, principalmente de olivo y de cereal. Los campos cerealísticos se encuentran en la parte baja, de pendiente muy suave, mientras que los olivares están en las partes más altas, situados en terrazas. También se encuentran muchas parcelas abandonadas, en general las de más pendiente o de más difícil acceso. En ellas aparecen pinares, principalmente de pino carrasco (*Pinus halepensis*), que crecen encima de matorrales de jaras (*Cistus albidus*, principalmente) y romero (*Rosmarinus officinalis*). Antiguamente, el aprovechamiento que se hacía del piedemonte era total, como lo demuestran las terrazas que todavía hoy se ven, que servían para allanar y estabilizar el terreno y que, por consiguiente, minimizan el riesgo de erosión y pérdida de suelo.

En l'Estartit, el piedemonte por encima de la población ha sido ampliamente urbanizado debido a la presión turística, creándose urbanizaciones de calles más o menos empinadas, factor que hay que tener en cuenta cuando se valoran los riesgos de erosión del terreno. En cambio, de Roca Maura hacia el oeste está ocupado por pinares de pino carrasco y prácticamente no quedan vestigios de la actividad agrícola pasada.



Figura 5- Piedemonte en Torroella de Montgrí, con terrazas agrícolas de árboles de seco y abandonadas (izquierda), y piedemonte en l'Estartit, urbanizado (derecha).

La llanura aluvial

A lo largo de su recorrido, los ríos van erosionando su cauce y transportan las partículas hasta que las depositan en su tramo final, formándose las llanuras aluviales, de suelos profundos, ricos en materia orgánica, y que cuentan con un buen aporte de agua debido a la proximidad del nivel freático a la superficie. Son los ambientes ideales para cultivar.

Los ambientes palustres (lagunas y pantanales) ocupaban antiguamente parte de la llanura aluvial de los ríos Ter y Daró. Dada la proximidad del nivel freático a la superficie, el territorio se inundaba periódicamente, hecho que supone una limitación para la mayoría de plantas. En estos ambientes la vegetación estaba dominada por carrizales, formaciones de juncos y herbazales húmedos. A lo largo de los siglos, por motivos de salud (había grandes densidades de mosquitos que transmitían enfermedades, básicamente paludismo) y por la necesidad de ampliar el área cultivada, la mayoría de estas lagunas y pantanales se fueron desecando hasta llegar a la situación actual. Hoy en día la llanura aluvial es mayormente agrícola, dominando los cultivos de regadío, y sólo quedan algunos vestigios de estos ambientes singulares tan abundantes en el pasado. A lo largo de los siglos se ha ido construyendo un entramado de canales de riego que drenan o abastecen de agua los distintos campos de cultivo, y que son los responsables del paisaje actual. Aún así, ciertas pequeñas depresiones naturales del terreno se inundan de manera natural con las lluvias, y el aprovechamiento que se les da difiere del resto de la llanura. En ellas se encuentran los campos de arroz, los pastos y las plantaciones de chopos (*Populus nigra*, *P. x canadensis*) y plátanos (*Platanus hispanica* var. *orientalis*), árboles de crecimiento rápido que precisan de agua abundante para desarrollarse.

Hasta hace poco menos de un siglo, cerca del mar había amplias zonas de marismas y lagunas costeras, dominadas por plantas adaptadas a las particulares condiciones de salinidad y de humedad. Con el incremento del turismo, estos ambientes desaparecieron, siendo reemplazados por urbanizaciones y otros equipamientos, o han quedado muy aislados. Una excepción al auge de la construcción es el caso de la Pletera, donde se paralizaron las obras de una nueva urbanización en 2002. Se preservó el lugar, pero al haberse construido ya las calles, para lo cual hubo que rellenar parte de las lagunas costeras y marismas que allí había, la vegetación salobre que no ha sido destruida se encuentra muy fragmentada.

Tanto los cultivos como los distintos equipamientos turísticos (urbanizaciones, campos de golf, etc.) son grandes consumidores de agua. Asimismo, los abonos y pesticidas utilizados en la agricultura van a parar en grandes cantidades al suelo y consecuentemente a las aguas, con la contaminación y eutrofización que ello conlleva. Un claro ejemplo es la antigua desembocadura del río Ter, el Ter Vell (al sur de l'Estartit), donde las aguas se han ido eutrofizando a lo largo del siglo XX.



Figura 6- Urbanización paralizada de la Pletera, con la vegetación de marismas fragmentada y donde sólo se conserva una laguna costera natural

En la primera línea de costa deben señalarse las playas como elemento paisajístico diferencial. Las playas son sistemas dinámicos que se reducen o se amplían con los temporales y que reciben aportes de arena por parte de los ríos y de las corrientes marinas. En condiciones naturales, asociadas a las playas pero fuera de la influencia directa de las olas se encuentran las dunas litorales. Éstas cuentan con una vegetación muy específica adaptada a la aridez y a la pobreza del sustrato (la arena es muy porosa y no retiene el agua ni los nutrientes), a la movilidad del mismo (una planta que no cuente con un buen sistema radicular que la fije, es arrancada fácilmente cuando el viento se lleva la arena), al aporte de aerosoles por parte del mar y a los fuertes vientos de la zona, entre otros. Detrás de los sistemas dunares es donde se encuentran las marismas y lagunas costeras, también muy relacionadas con el mar y los aportes de agua salada.

La construcción de embalses aguas arriba de los ríos, y de espigones y puertos deportivos en las zonas turísticas costeras, altera la llegada y deposición de sedimentos y arenas en las playas. Los procesos de erosión y de regeneración en estos ambientes son muy difíciles de predecir y controlar, pero deben tenerse en cuenta cuando se evalúan los riesgos potenciales o reales de un ecosistema.

El río Ter

El río Ter es el elemento vertebrador de la llanura aluvial del Baix Empordà. A lo largo de los siglos ha ido trazando su recorrido, con meandros y brazos de río que han ido cambiando de forma natural o artificial. La mano del hombre ha modificado y simplificado enormemente el recorrido del río, y hacia el siglo XVII se desvió por motivos estratégicos de su cauce original (y consecuentemente su desembocadura también cambió de ubicación). En su tramo medio una serie de embalses (Sau, Susqueda, el Pasteral) son los responsables de la reducción del caudal en el tramo final, haciendo que pase a depender en buena parte de la pluviometría local, con las consecuencias que conllevan los aumentos y disminuciones bruscas del nivel del agua. Debido también al bajo caudal, la salinidad provocada por la entrada de agua marina es relativamente elevada a unos pocos kilómetros de la desembocadura.

El Daró es el segundo río en importancia de la llanura del Baix Empordà. De caudal mucho menor que el Ter y de régimen torrencial, también sufrió la modificación de su recorrido por parte del hombre, canalizándose entre Gualta y Torroella de Montgrí para verter sus aguas al río principal.



Figura 7- Tramo canalizado del Daró entre Gualta y Torroella de Montgrí, que termina al verter sus aguas al río Ter

A ambos lados del Ter se encuentran restos del bosque de ribera original. Estos bosques están constituidos principalmente por álamos (*Populus alba*) y de manera natural ocuparían un cinturón relativamente ancho en los márgenes del río. Pero la actuación humana ha menguado drásticamente su ocupación, confinándolo a los emplazamientos actuales. También las avenidas diezman la vegetación, puesto que de manera natural un bosque bien formado reduciría la fuerza del agua e interceptaría parte de los materiales gruesos que arrastra. En cambio, un tramo lineal de árboles no tiene la capacidad ni la fuerza para ello y, al contrario, puede contribuir más a los destrozos con los troncos que son arrancados.

Las islas Medes

Las islas Medes son la prolongación del macizo del Montgrí dentro del mar, situadas a prácticamente un kilómetro de la costa. La vegetación que encontramos en ellas está condicionada por múltiples factores que limitan su crecimiento: los aerosoles marinos, el viento y la sequedad que supone el sustrato (calizas). Hay que añadir que son el lugar de nidificación de millares de gaviotas patiamarillas (*Larus michahellis*), responsables con sus excrementos de las elevadas concentraciones de nitratos actuales. Así pues, buena parte de la vegetación presente en las islas puede clasificarse como halonitrófila.

El hombre ha ocupado históricamente la Meda Gran, por razones generalmente estratégicas (piratas, militares), y aunque actualmente no están habitadas, sí que han quedado testigos de su paso. Se cultivaron higueras (*Ficus carica*) y viñedos (*Vitis vinifera*) y también se introdujeron especies que han derivado en invasoras, como *Carpobrotus edulis* o *Opuntia ficus-indica*.

1.2- Datos bioclimáticos

El bioclima del Empordà es de tipo mediterráneo litoral, típicamente con inviernos suaves y veranos secos y cálidos. La zona a estudiar, desde el punto de vista termopluiométrico de Cataluña según Martín-Vide (1992), tiene un clima mediterráneo litoral de subtipo norte. En este subtipo la precipitación media anual se sitúa entre los 550 y los 750 mm, con máximos de lluvias en otoño, y la temperatura media anual está entre los 14'5 y los 16 °C. Los otros dos subtipos del clima mediterráneo litoral, el subtipo central y sur, son un poco menos lluviosos y ligeramente más cálidos.

Para la estación de l'Estartit, la temperatura media anual es de 15'5°C, y la precipitación media es de 605'5 mm, datos que concuerdan con las características del subtipo mediterráneo litoral norte. En el siguiente diagrama ombrotérmico (obtenido del web del Departament Medi Ambient i Habitatge de la Generalitat de Catalunya: http://www.meteocat.com/mediamb_xemec/servmet/index.html) se aprecia un máximo de precipitación en otoño, asimismo como 2 (o 3) meses de aridez en verano, causantes de un acusado estrés hídrico. Potencialmente puede helar durante los meses hibernales, aunque es un hecho muy puntual.

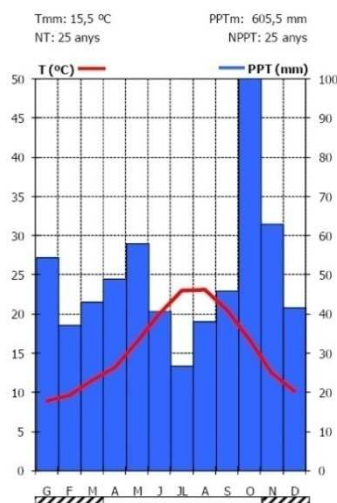


Figura 8- Diagrama ombrotérmico de la zona de estudio.

El diagrama ombrotérmico permite tener una idea de las características generales del clima en una zona concreta, pero para conocer más a fondo la variabilidad de las temperaturas y precipitaciones necesitamos tener los datos diarios y/o mensuales. Para este fin hemos recogido las medias mensuales de temperatura y precipitación entre los años 2002 y 2009 en Torroella de Montgrí. Es una serie de datos demasiado corta para darnos una información suficientemente relevante, pero nos permite ver la gran heterogeneidad de los datos.

Para la estación de Torroella de Montgrí la temperatura media anual es de 14'9°C, y la precipitación media anual es de 631,1 mm (tablas 1 y 2 y figuras 9 y 10; datos obtenidos del web del Departament Medi Ambient i Habitatge de la Generalitat de Catalunya:

http://www.meteocat.com/mediamb_xemec/servmet/index.html).

Tabla 1. Temperaturas medias mensuales y anuales entre los años 2002 y 2009 en Torroella de Montgrí

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	media anual
2002	7,7	8,9	11,8	13,7	15,5	20,8	21,9	21,1	19,3	16,1	12,5	9,0	14,9
2003	7,6	7,2	10,4	13,5	17,8	23,6	24,1	24,9	19,5	14,9	11,9	8,8	15,4
2004	8,0	7,9	9,7	12,7	15,4	21,5	22,7	23,2	20,3	17,1	10,0	8,7	14,8
2005	6,0	6,0	9,0	13,0	17,9	23,0	23,3	21,6	18,9	16,9	10,5	5,2	14,3
2006	7,3	7,2	10,9	14,2	17,5	20,6	24,8	22,1	20,1	18,0	12,8	8,6	15,3
2007	8,0	9,4	10,6	14,0	16,9	20,4	21,9	21,5	19,0	15,3	10,2	7,4	14,6
2008	9,0	8,8	10,0	13,1	16,2	20,1	22,6	22,3	18,7	15,7	10,6	8,0	14,6
2009	6,8	8,4	10,8	12,8	18,2	21,5	23,2	23,5	19,4	15,6	12,1	8,9	15,1
Promedio	7,4	8,0	10,3	13,4	16,8	21,3	23,1	22,5	19,4	16,2	11,3	8,1	14,9

Tabla 2. Precipitación acumulada mensual y anual entre los años 2002 y 2009 en Torroella de Montgrí

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	total anual
2002	8,4	41,0	24,6	189,6	132,2	47,8	12,0	58,6	36,8	74,8	69,0	61,8	756,6
2003	129,0	86,4	51,4	36,8	30,0	7,0	11,0	33,0	80,4	154,8	27,8	178,8	826,4
2004	34,0	62,2	42,2	151,2	105,2	21,2	10,0	3,0	39,4	80,8	24,8	114,8	688,8
2005	5,6	101,2	24,4	12,6	68,0	27,8	14,6	45,8	126,8	257,4	91,2	1,4	776,8
2006	158,4	13,8	17,6	4,4	17,4	1,0	1,4	46,2	136,4	106,8	3,0	44,2	550,6
2007	7,0	72,4	19,2	93,0	53,8	2,2	1,8	31,4	5,6	88,0	14,6	58,8	447,8
2008	41,4	20,8	81,4	37,6	104,4	74,4	30,8	20,8	3,2	33,8	63,0	93,4	605,0
2009	37,4	70,4	32,0	72,0	24,4	22,1	2,3	2,6	39,5	45,1	37,1	11,8	396,7
Promedio	55,4	68,5	48,7	69,2	73,6	24,4	10,5	30,2	58,5	105,2	41,3	70,6	631,1

Aunque estos valores concuerdan con los apuntados por Martín-Vide (1992), cabe destacar que hay una gran heterogeneidad, sobre todo en lo que concierne a las precipitaciones. Entre 2002 y 2009 las precipitaciones medias anuales fueron de 756'6 - 826'4 - 688'8 - 776'8 - 550'6 - 447'8 - 605 - 396'7 respectivamente, estando por encima o por debajo del intervalo de precipitaciones para el subtipo mediterráneo litoral norte en 5 ocasiones. Es importante resaltar como algunos años (principalmente 2006 y 2009) la limitación hídrica supera ampliamente las medias.

En lo que concierne a la temperatura, no hay fluctuaciones tan espectaculares como en la precipitación. Se puede observar como las temperaturas medias mensuales no bajan de los 6 °C, no habiendo pues estrés hibernal. En concreto, la limitación térmica se daría en forma de 3-4 meses de periodo subhibernal ($5 < T < 10$ °C, siguiendo la tipología de Bagnouls & Gaussen). También son relevantes las temperaturas medias estivales, donde sí se detectan años claramente más cálidos (principalmente 2003, pero también 2009), que es el momento más delicado para la vegetación debido al enorme estrés hídrico que pueden tener que soportar.

Por otro lado, hay que tener en cuenta el régimen de vientos de la zona. En la llanura ampurdanesa y el macizo del Montgrí, aunque los vientos no suelen ser demasiado fuertes, se dan episodios puntuales de tramontana, el viento procedente del norte. Estos episodios pueden durar unos cuantos días y fácilmente se puede llegar a ráfagas de más de 100 km/h. En verano no suele ser muy habitual, pero durante el resto del año sí se pueden dar temporales de vientos fuertes. Relacionado con la flora y fauna, este factor aumenta el estrés hídrico de la vegetación, e impide a la fauna ornítica realizar sus actividades habituales.

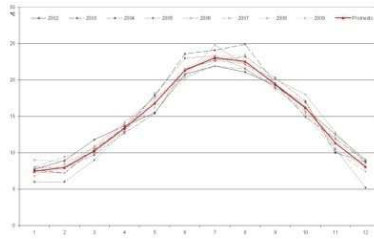


Figura 9- Temperaturas medias mensuales en Torroella de Montgrí entre los años 2002 y 2009

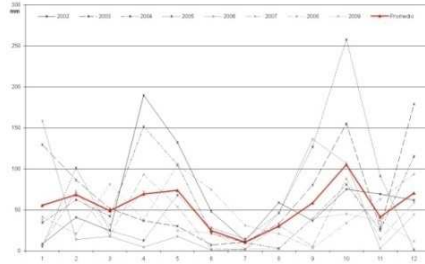


Figura 10- Precipitación media mensual en Torroella de Montgrí entre los años 2002 y 2009

En lo referente a los ambientes marinos, la temperatura del agua, principalmente la superficial, está muy relacionada con la temperatura del aire. Así pues, se puede apreciar como los meses especialmente cálidos o especialmente fríos en la temperatura del agua están relacionados con meses más cálidos o fríos en la temperatura del aire.

Hemos recopilado gráficas de temperatura del agua en superficie del Estartit de los años 2006, 2007, 2008 y 2009 (obtenidas del sitio web <http://www.meteoestartit.cat/graficamar.php>), donde se pueden observar las variaciones respecto a la media. En azul o verde temperaturas por debajo de la media, en rojo temperaturas por encima de la media.

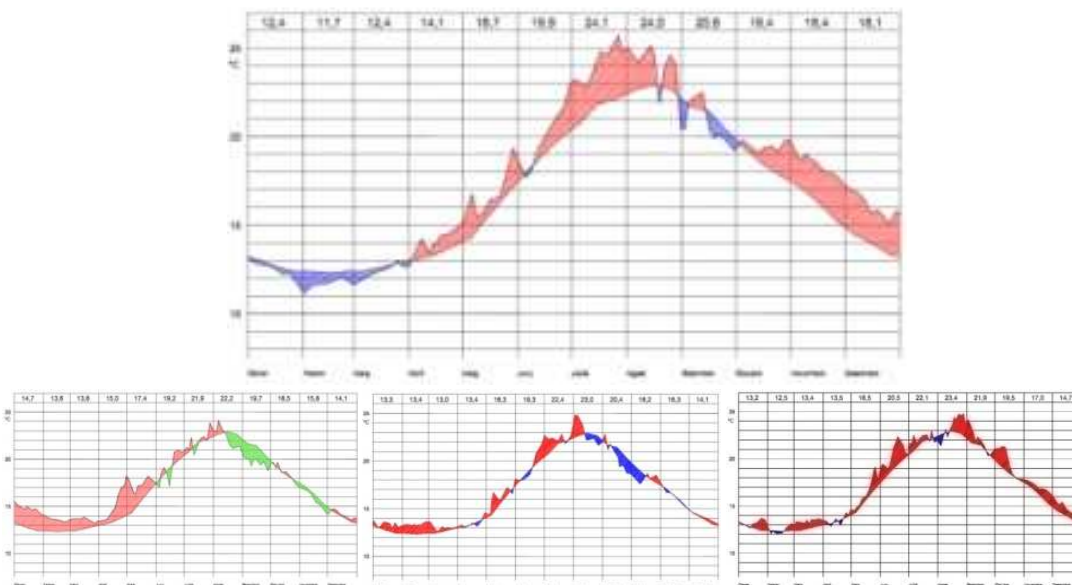


Figura 11- Temperatura del agua de mar en superficie el año 2006, 2007, 2008 y 2009

1.3 – Geología

Los orígenes de la Llanura del Baix Empordà como depresión es atribuible a la historia geológica que ha afectado a la zona desde el Neógeno y relacionado con los movimientos tectónicos que tuvieron lugar durante la orogenia Alpina y que han continuado hasta nuestros días. Esta tectónica se caracterizó por movimientos distensivos que, reactivaron las fracturas preexistentes dando lugar al graben de l'Empordà (Figura 12).

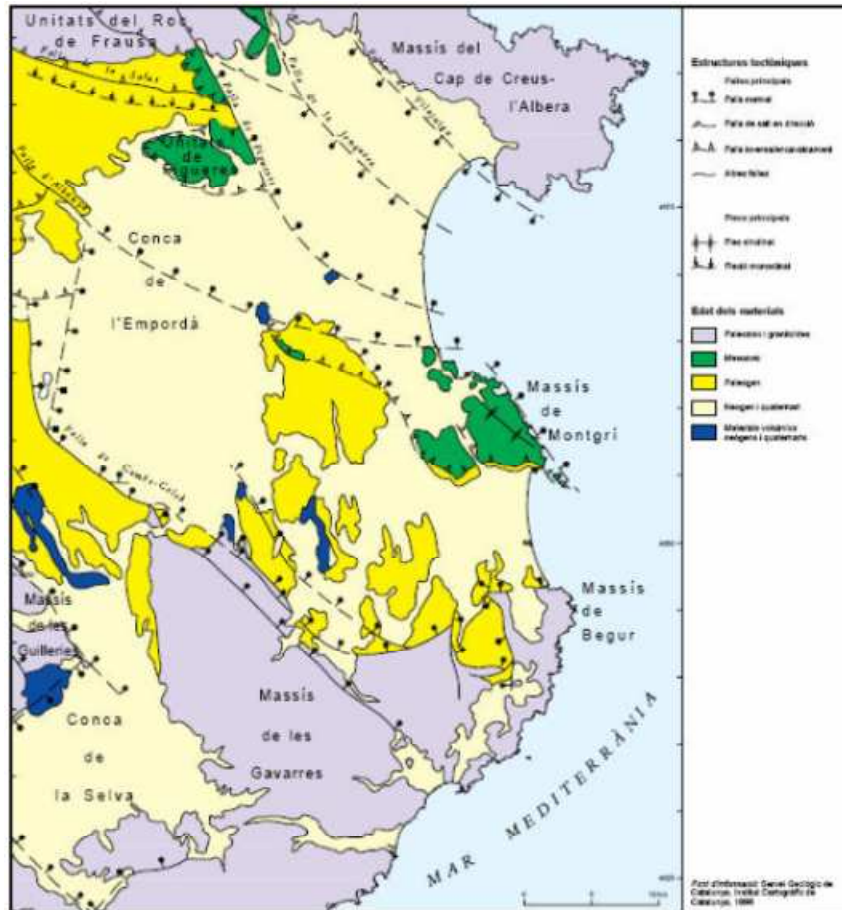


Figura 12- Esquema de las principales estructuras tectónicas de la zona de l'Empordà. Fuente: ICC, 1998a

En el contexto regional (Figura 12), las llanuras de l'Alt y del Baix Empordà forman parte de una depresión conjunta separada de los macizos circundantes mediante fracturas. En su límite norte, se encuentra separada de la cordillera del Pirineo por fallas de orientación NO-SE situadas al pie de Les Alberes. Por el contrario el límite sur de la depresión ampurdanesa viene marcado por las facturas de orientación E-O que la separan del Macizo de las Gavarres y de Begur, los cuales representan el extremo septentrional de la Serralada Litoral Catalana (Mas et al., 1989).

Entre ambas depresiones, se localiza el Macizo del Montgrí de materiales esencialmente calcáreos del Mesozoico (ver apartado A de la Diagnósis) y que forma parte de la serie alóctona que se desplaza de norte a sur durante el alzamiento del Pirineo. El cabalgamiento resultante afecta al Montgrí y se continúa en sentido NO hasta las Serres de Figueres, en vestigios medio sepultados bajo los materiales neógenos de l'Empordà, y da lugar a las escamas de materiales mesozoicos aflorantes en Bellcaire, Albons, Sant Mori y Vilaur (Solé Sabarís et al., 1955).

El juego de las fracturas situadas al norte del Montgrí, también de orientación NO-SE, completaron el hundimiento del bloque del Alt Empordà y su individualización como cuenca sedimentaria. Un

último conjunto de dislocaciones importantes, sobretodo con respecto a la depresión del Baix Empordà, es el que viene dado por las fracturas N-S que permiten su hundimiento respecto a los bloques de la Garrotxa y del Terraprim al oeste y respecto a la mola formada por los macizos de Begur y del Montgrí al este, los cuales en los últimos estadios se comportaron como una sola unidad (Got, 1973).

En la zona del Baix Empordà las fracturas de dirección N-S condicionan la morfología ya que controlan la alineación de las carenas en el sector comprendido entre Ullastret, Gualta y Peratallada. Esta alineación es igualmente visible a través de pequeños cerros dispersos por la llanura, como es el caso de las carenas alargadas del Mas Coll, Pinell de Dalt y Mas Pla en la parte oriental de la llanura o en las colinas del sector occidental de Regencós. Estos cerros presentan un relieve suave, con vertiente de poco ángulo, recubiertos de materiales de vertiente (coaluviones) y drenados por valles de fondo llano rellenos por una capa de escasa potencia de sedimentos aluviales.

Breve historia geológica de la zona

Antes de los movimientos distensivos eocenos la zona del Empordà se emplazaba en una gran cuenca sedimentaria abierta hacia el oeste (la cual por el norte comunicaba con la cuenca eocénica pirenaica) en la cual se depositaban, sobre el sustrato paleozoico, sedimentos procedentes de un macizo emergido situado al este.

A raíz de los movimientos tectónicos que se acontecen durante la orogénesis Alpina se invierte la geografía de la cuenca. El resultado es la apertura de la cuenca hacia el este y la aparición de bloques topográficamente más emergidos que lo rodeaban como consecuencia del juego de dislocaciones. En este estadio tiene lugar el cabalgamiento del Macizo del Montgrí. Su desplazamiento hacia el sur quedará parado como consecuencia de su colisión con el zócalo cristalino del Macizo de Begur (Got, 1973). Con la nueva disposición de la cuenca se inicia la sedimentación de los materiales neógenos en la depresión ampurdanesa acompañada de una subsidencia generalizada de aproximadamente unos 5 mm/año (Marqués & Juliá, 1986).

Según los datos de sondeos, la serie neógena, que sólo aflora en los márgenes de ambas llanuras, alcanza en el Alt Empordà una potencia de unos 600 m. En la llanura del Baix Empordà se estima que esta potencia podría quedar reducida a unos 200 m; no obstante, han sido identificados en el Corredor d'Albons, por debajo de los sedimentos cuaternarios, con un grosor superior a los 150 m (Martínez Gil, 1972).

Durante el Cuaternario, en términos generales, la tectónica evolutiva de l'Empordà sigue unas directrices similares a las que regían durante el Neógeno. El relleno de las depresiones con sedimentos detríticos coincide con movimientos neotectónicos sinsedimentarios que acabaron de definir su estructura actual. La carencia de unas direcciones preferentes de dislocaciones denota que serían movimientos de reajuste local relacionados con una tectónica anterior que determinó las características principales (Got, 1973).

En la evolución regional durante el Cuaternario, concretamente en el Holoceno, tienen un papel destacado las variaciones eustáticas del nivel del mar que se suceden a causa de las diferentes pulsaciones glaciares y que, mediante la alternancia de fases transgresivas y regresivas, influenciaron notablemente en la sedimentación. Así, el máximo regresivo durante el würms (hace 35.000 BP¹) sitúa el nivel del mar en la cota de -100 m en la zona de la costa ampurdanesa. En el periodo transgresivo que se sucede, denominado Versiliano en el ámbito de la Mediterránea, tuvo lugar un levantamiento continuado del nivel del mar que alcanzaría la costa de -80 m ahora hace 10.800 BP y la de -10 m a los 8,000 BP. Su estabilización a las cotas próximas a la actual (-3 m) tuvo lugar unos 5.000 BP, permitiendo la progradación de los grandes deltas existentes hoy en día en el Mediterráneo (Riba, 1981). Consecuentemente se piensa que el relleno de la llanura ampurdanesa

¹ BP: Before present

ha venido desarrollándose desde la transgresión versiliana y, concretamente, desde que el mar llega a registrar niveles próximos a los actuales (Mas et al., 1989).

Llanura del Baix Empordà

El mapa de la (Figura 13) muestra los principales materiales aflorantes en la zona. Estos materiales se pueden agrupar como materiales pre-cuaternarios y materiales cuaternarios.

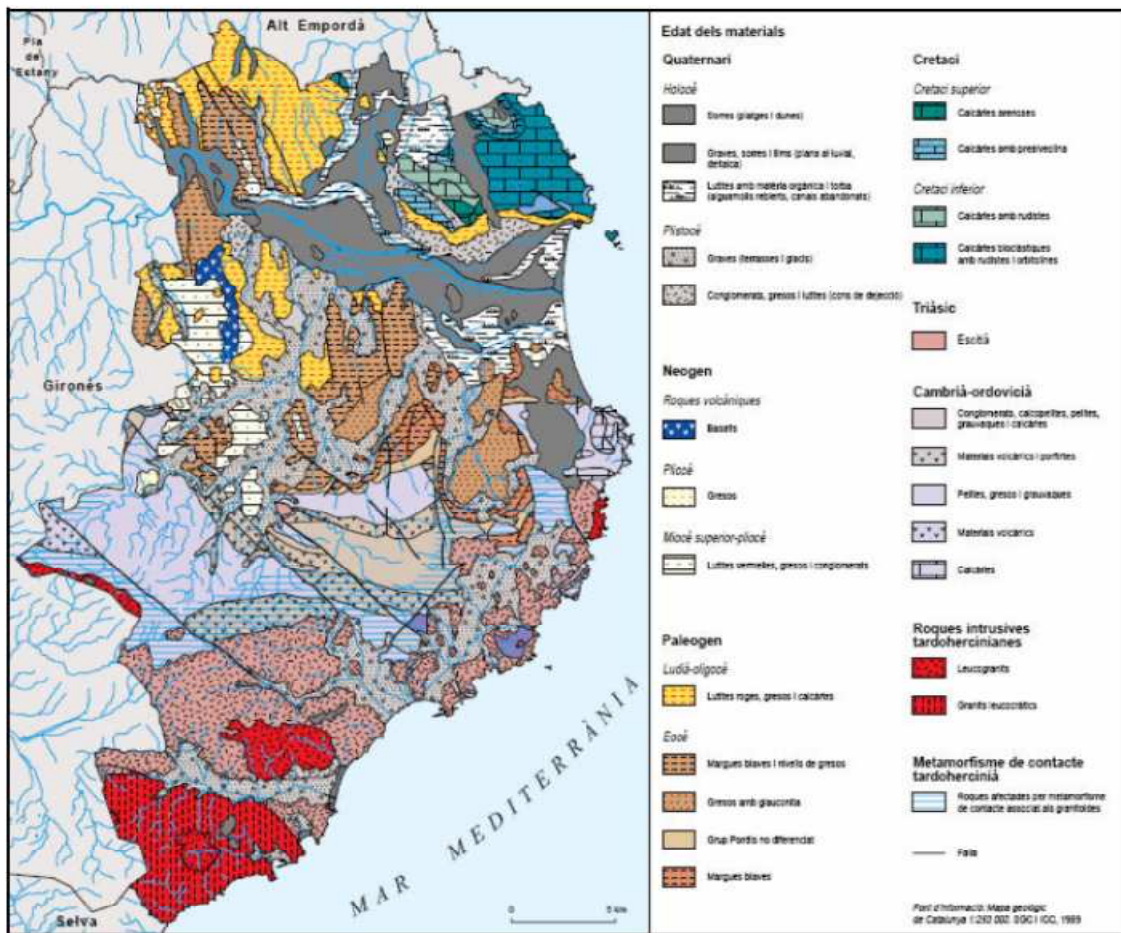


Figura 13- Mapa geológico de la llanura del Baix l'Empordà. Fuente: ICC, 1998b

Materiales pre-cuaternarios

Estos materiales conforman, en la mayor parte, el relieve de las Pre-Gavarres y aparecen bordeando el contacto entre los macizos de Las Gavarres y de Begur y la propia llanura del Baix Empordà y en la vertiente meridional del Montgrí. Además afloran en poblaciones como Sant Iscle, Palau-Sator y Pals, entre otras.

Desde el punto de vista de la serie estratigráfica ideal se pueden diferenciar:

- En la base, un conjunto de materiales continentales de carácter fluvio-torrencial depositados en un medio de abanicos aluviales y constituidos por conglomerados y arenas rojizas con niveles arcillosos. Estos materiales afloran en los bordes norte de las Gavarres y del Macizo de Begur.
- Por encima se depositaron calizas grises de ambiente de plataforma continental marina proximal, muy ricas en microfauna, particularmente Numulites.

- A continuación, aparecen arcillas y margas azuladas con intercalaciones arenosas de grano fino, las cuales debieron depositarse en una gran bahía cerrada, tranquila y en un medio anaerobio. Igual que el anterior, se encuentra cerca de las sierras de las Gavarres y Begur.
- Encima de la unidad anterior, descansa un complejo de arenas y microconglomerados, ricos en glauconita, de color gris-amarillento, correspondientes a canales depositados en la parte frontal de un delta. Afloran en los relieves de los alrededores de Pals, Regencós y Peratallada.
- Sigue una unidad formada por arcillas y limos gris azulados con niveles de arenas del mismo color. Estos materiales marinos de plataforma continental, es habitual que presenten la existencia de barras y canales de torrentes retrabajados por el oleaje marino, que ocupan buena parte del centro de la Llanura (Ullastret, Fontanilles, La Fonollera, Mas Pla, Llabià).
- La última formación netamente marina la constituye un nivel de calizas blanquecinas con corales. Estos organismos configuran un ambiente litoral somero y muy próximo a la línea de costa. Lateralmente, esta formación pasa a un conjunto de arenas amarillas de grano fino, intensamente cementadas que corresponden a barras costeras. Presenta su máximo desarrollo en las proximidades de Llabià, Fontanilles, Ullastret, Serra de Daró y Gualta.
- En el techo de esta serie ideal se encuentra una formación limpiamente fluvial, constituida por un conjunto rojizo de materiales detríticos: arcillas, arenas y conglomerados. Afloran en el sector norte-occidental —Ullastret, Parlavà, Ultramort, Serra de Daró, Verges y La Tallada—; así como en las proximidades del Montgrí desde L’Estartit, Torroella y Ullà hasta Belcaire y Albons.

El contacto entre estos materiales pre-cuaternarios y el zócalo infrayacente de materiales paleozoicos se realiza mediante un contacto discordante, el cual, en determinadas localidades se ha transformado en un contacto mecánico por fracturación tectónica posterior a su sedimentación, cómo puede observarse a lo largo del Corredor de Palafrugell (Mas et al., 1989).

Los materiales eocénicos afectados por el cabalgamiento del Montgrí afloran en una franja estrecha en la vertiente meridional del Macizo del Montgrí. Están formados por los sedimentos del Eoceno superior (Oligoceno y aparecen recubiertos por materiales de denudación de la vertiente en una gran extensión). Como consecuencia de esfuerzos producidos por el cabalgamiento presentan una estructura en forma de sinclinal tumbado. Su importancia radica en el hecho que permiten datar el momento de colocación del manto de corrimiento durante el Eoceno superior, probablemente fin eocénico, y con menor posibilidad al inicio del Oligoceno (Pallí y Llompart, 1981)

Materiales cuaternarios

Dentro de los materiales cuaternarios podemos distinguir entre:

- depósitos propios de la llanura, es decir, los sedimentos resultantes de la dinámica aluvial que ha dado lugar a su relleno y los resultantes de la interacción entre esta dinámica y la litoral.
- depósitos marginales, que comprenden los materiales resultados de la denudación de los relieves circundantes o que se encuentran dentro de la llanura (coluviones en general) y los sedimentos de acumulación eólica.

Depósitos de la llanura

Dentro de la llanura, entendida como unidad morfológica, destacan tres tipos de depósitos. En primer lugar, aparecen los depósitos fluviales y fluviodeltaicos que forman la llanura aluvial, localizándose en sus márgenes formaciones palustres.

Finalmente, los depósitos litorales, que forman parte de la llanura, se individualizan por acción de la dinámica marina encima de los sedimentos aportados por los procesos aluviales. Los diferentes ambientes sedimentarios a que dieron lugar estos depósitos se han representado a la Figura 14.

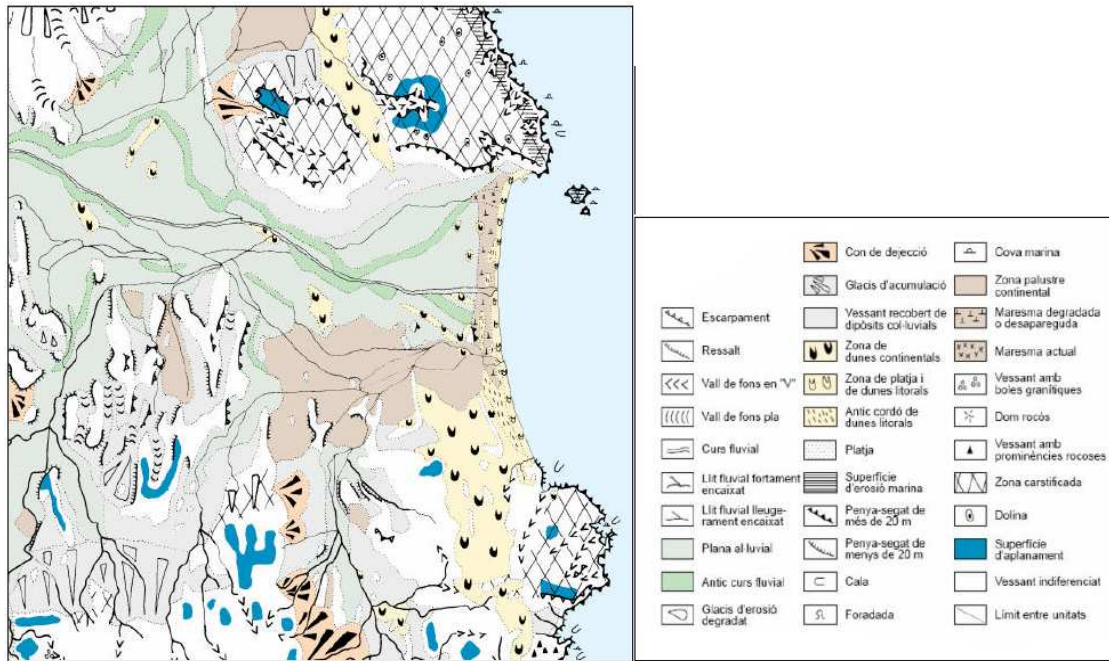


Figura 14- Principales ambientes sedimentarios y geomorfología de la llanura del Baix l'Empordà. Fuente: ICC, 1998c

Geomorfología y principales características litológicas de los materiales de la llanura aluvial

Los materiales de origen aluvial, concretamente fluvio-deltaico, son los que conforman la Llanura del Baix Empordà y se formaron a partir de los aportes del río Ter, principalmente, y de otros cursos menores como el río Daró, la riera de Peratallada y la riera Grossa de Pals.

Desde el punto de vista geomorfológico destaca el poco gradiente topográfico existente. Así el Ter, desde que entra a la llanura al sur de Jafre hasta que llega a mar, presenta un desnivel del 0,13% en un recorrido de 17,5 Km. Por parte suya, el Daró, como segundo curso en importancia, tiene una pendiente de 0,3% desde el sur de La Bisbal hasta Gualta, dónde pasa definitivamente a transcurrir por la llanura aluvial del Ter.

Actualmente, el río Ter presenta un trazado con una sinuosidad muy baja que casi permite considerarlo como rectilíneo. No obstante, el cauce abandonado que se distingue de forma continúa desde Verges, pasando por Torroella de Montgrí, hasta L'Estartit (Ter Vell) nos muestra que se trataba de un río de tipo meandriforme.

A lo largo del tiempo, el medio físico ha sido intensamente modificado por acción antrópica con la finalidad fundamental de mejorar sus condiciones de habitabilidad y de uso. En el caso del Baix Empordà estas acciones se han centrado en la modificación del trazado de la red de drenaje y en la desecación de balsas y estanques (ver apartados C y D de la diagnosis).

El origen de la Llanura del Baix Empordà, está asociado a los sedimentos aportados por el Ter que se depositaron en ambientes sedimentarios fluviales en el sector más interno y que dieron lugar a formaciones deltaicas de poca entidad. La Figura 14 permite observar como la anchura de la llanura se adelgaza notablemente entre Gualta y Torroella, dónde queda limitada a un pasillo de unos 2 Km de anchura entre el Macizo del Mongrí al norte y los estribos más septentrionales de las Pre-Gavarres al sur. Así se pueden diferenciar dos grandes zonas sedimentarias en la llanura del Ter. Una, esencialmente fluvial al oeste, entre Jafre y Torroella, y otra, fluviodeltaica al este, entre Torroella y el mar.

El sector fluvial entre Jafre y Torroella de Montgrí

El Ter desarrolla en este tramo su llanura de inundación mediante una dinámica típicamente fluvial. Dicha llanura surcada por una corriente fluvial está formada por materiales no consolidados procedentes de los sedimentos transportados por la corriente y que, periódicamente, se ve sometida a la inundación por desbordamiento del río. Su formación y evolución está ligada a la dinámica de la corriente fluvial (migración lateral del cauce y acreción lateral de los meandros con erosión y deposición simultáneas) y a los procesos de desbordamiento, en superficie (Mas et al., 1989).

Litológicamente este sector está formado por sedimentos detríticos, arenas, limos y arcillas negras predominantemente, y en menor proporción niveles de arena gruesa y gravas con potencias que no superan los 50 m (Martínez Gil, 1972).

En la parte sur de esta llanura aluvial confluyen los aportes del río Daró. Este río, en la actualidad desguaza directamente al Ter pero anteriormente se cree que su cauce transcurría por dónde actualmente se encuentra la riera Vella, y, probablemente, también al norte de St. Iscle. Este cauce se habría unido al curso del Daró a las proximidades de Fonolles. Así la máxima potencia de los materiales proporcionados por este río a la llanura es de entre 15 y 20 m.

Otros elementos geomorfológicos a destacar de este tramo son las pequeñas áreas deprimidas que periódicamente quedan inundadas. Entre las de mayor entidad se encuentran la localizada al norte de La Sala y Ultramort, conocida con el nombre d'Estanc de La Sala. Se trata de aguas que se quedan estancadas a causa de la escasa pendiente del terreno y de la baja permeabilidad de los materiales generalmente arcillas y limos, que dificultan su infiltración. Dentro de este grupo de elementos geomorfológicos también podemos incluir los pequeños estanques, documentados en el siglo XVIII, y situados cerca del Mas Estanyol de Cruilles, en la confluencia del río Daró y la riera de Vilar cerca de La Bisbal, y otra zona de embalse al oeste de esta población (Mas et al., 1989).

El sector fluvio-deltaico entre Torroella de Montgrí y el mar.

En el sector existente entre Torroella de Montgrí y el litoral, la llanura propiamente dicha incluye varios ambientes sedimentarios, todos ellos holocénicos, resultantes de la progradación hacia el mar de los materiales detríticos depositados por el río Ter y otras corrientes menores. En este tramo son perfectamente reconocibles las trazas de la formación deltaica del Ter.

Esta formación se desarrolla a ambos lados del actual curso del Ter. Su margen izquierdo, va a enlazar con los depósitos de vertiente del Montgrí; mientras que, el margen derecho, pasa progresiva y gradualmente a depósitos palustres.

Cabe destacar que en el relleno de la cuenca del Baix Empordà, la actividad fluvio-deltaica iba migrando dentro de la propia llanura situándose en los últimos estadios en la mitad norte. El control de estos desplazamientos podría ser imputable, exclusivamente, a la misma dinámica fluvial (Schumm, 1977) aunque también hace falta tener presente los movimientos neotectónicos que, durante el Cuaternario, favorecieron el hundimiento y la subsidencia de la cuenca.

La formación fluvio-deltaica, *sensu stricto*, presenta una forma lobulada, de perímetro sensiblemente triangular con el vértice a unos 4,5 Km al interior. La base de este supuesto triángulo se situaría próxima a la línea de costa con una longitud de unos 5 Km presentando una superficie aproximada de unos 16,5 Km². Además de los canales principales como el actual y el del Ter Vell existen otros canales que, dentro de la dinámica deltaica, actuarían como canales de distribución de sedimento y permitirían la progradación del delta, otorgándole la morfología lobulada.

Los sedimentos de estas áreas son de tipo detrítico, generalmente de grano fino (arcillas y limos), resultantes de los procesos de desbordamiento de los canales o de inundación. El sedimento más grueso (arenas y gravas) aparece en la base de los antiguos cauces y canales (paleocanales) y en la desembocadura en los canales de distribución.

En el caso del margen derecho de la formación, la distribución de los materiales fluvio-deltaicos y de los canales de distribución debió de venir condicionada, posiblemente, por los pequeños relieves de material eocénico (cerros de Mas Pinell y de La Fonollera).

Unidades de la llanura aluvial

La estratigrafía de la llanura aluvial del Baix Ter se caracteriza por estar formada por dos secuencias deposicionales, SQT2 (Figura 15) o secuencia inferior y SQT1 (Figura 15) o secuencia superior.

Dentro la parte alta de la SQT1, se ha podido diferenciar una unidad singular que viene a representar el estadio terminal de formación de la secuencia sedimentaria, y que se conoce como unidad progradante - o PROG - (Montaner & Sola, 2004).

La unidad PROG (Figura 15) constituye el último estadio importante de progradación de la llanura aluvial del Baix Ter lo que supone el retroceso de los sistemas fluviomarinos que se habían extendido por la llanura en el estadio anterior (Montaner et al., 2010).

El perfil longitudinal a la llanura aluvial (Figura 15) permite observar un aumento de la potencia de las secuencias deposicionales hacia el mar en especial la SQT2.

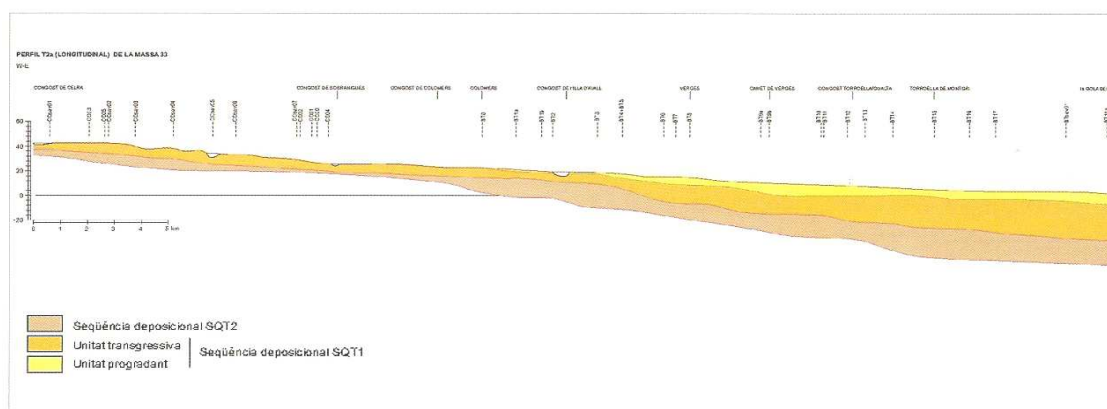


Figura 15- Perfil longitudinal sintético de las secuencias deposicionales aluviales de la llanura del Baix Ter entre el Congost de Celrà y la Gola del Ter. Fuente: Montaner & Solà, 2004.

En el frente de la llanura aluvial se presentan un sistema litoral formado por cordones de dunas y marismas con numerosas lagunas (la mayoría desaparecidas) que se extiende desde el frente litoral de l'Estartit hasta la Playa de Pals y en las zonas marginales de la llanura se observa la presencia de sedimentos lacustres poco profundos asociados a las lagunas interiores (Estany d'Ullastret, de Pals y de Bellcaire) que progresivamente, desde el siglo XIX se han desecado artificialmente para usos agrícolas.

Lechos fósiles de la llanura aluvial

En la llanura aluvial se distinguen varias trazas de lechos antiguos o fósiles. Se trata de vestigios de las últimas fases del proceso de progradación de la llanura aluvial del Baix Ter. Presentan formas alargadas y meandriformes propias de la dinámica fluvial que las originó. Litológicamente, los diversos paleocanales están formados por una pequeña parte basal de grabas seguida de un predominio de arenas, de forma que, desde el punto de vista hidrogeológico, constituyen zonas de flujo preferente respecto a las zonas inmediatamente contiguas de la llanura. En este sentido, y pese a que su singularidad hidrológica puede pasar más desapercibida si se compara con la de otros

elementos hidrogeológicos, hace falta remarcar su rol como eje de aportaciones hídricas al sector del litoral, en especial por su conexión subterránea con diversas lagunas litorales, como la del Ter Vell, la balsa del Frare Ramon, la balsa de la mota de l'Om, las balsas del sector de la Fonollera y las Basses d'en Coll.

Aluviales menores y zonas palustres

Dos rieras que también aportan sus sedimentos a la llanura son las de Peratallada y Grossa de Pals. Ambas vierten los sedimentos a la zona identificada como palustre y que, por lo tanto, no colaboran de forma directa a la progradación de la llanura deltaica. Mientras la riera de Peratallada iba colmatando, al menos en las áreas marginales, las zonas palustres la riera Grossa de Pals no parece que lo hiciera sino que alimentaba el estanque de Marisc de Pals.

En el conjunto de zonas palustres de la Llanura del Baix Empordà, destacan por su entidad el estanque d'Ullastret y la ancha superficie de estanques que se aprecia entre Pals, Boada, Fontclara, Fontanilles y Gualta (ver apartado G de la diagnosis). Aun así, existen otras zonas inundables de menor importancia, ya sea por su extensión que abarcan, por su embalse periódico o, sencillamente, porque han sido fuertemente degradadas por acción antrópica. Estas últimas son testigo del progresivo relleno existente en la llanura y de la deficiencia de su drenaje.

El medio litoral:

El medio litoral se encuentra representado de forma continua a lo largo de la costa del Baix Empordà, desde L'Estartit hasta Punta Espinuda, en el límite meridional de la playa de Pals. En este medio, se distinguen tres ambientes distintos (Mas et al., 1989):

- La playa, influenciada directamente por la dinámica marina, es el resultado del retrabajamiento de los sedimentos fluviales por efecto del oleaje y las corrientes marinas. En la zona estudiada, la anchura media de la playa es de entre 30 y 40 m. Las arenas de la playa de la llanura presentan una granulometría comprendida entre 0,2 y 2 mm de diámetro; mostrando una carencia de granoclasificación sobre todo en la zona de la playa más próxima a la línea de costa. La granoclasificación de las arenas aumenta a medida que nos desplazamos hacia el continente, dónde el efecto de los temporales es más esporádico. En éstas, el tamaño de la arena queda comprendido, en un alto porcentaje, entre 0,2 y 0,6 mm (Obrador et al., 1971). Un elemento morfológico destacable es la flecha de arena que se forma en la desembocadura del río Ter. Su morfología es variable y es el resultado del equilibrio entre el ritmo de aportes de sedimento por parte del río y el de la capacidad de retrabajamiento de estos materiales por los procesos marinos (oleaje y corrientes). En el área del Ter Vell y la Platera, se han identificado unas depresiones de arenas que se forman en la parte interior de la playa y que se denominaron depresiones de trasplaya. Estas suelen encontrarse en aquellos lugares dónde el cordón litoral de dunas presenta escasa entidad.
- El cordón litoral de dunas se ha originado por procesos eólicos. En la fachada litoral estudiada, se extiende de forma casi continua, en la trasplaya de Pals, de La Fonollera y de L'Estartit, exceptuando la zona del Ter Vell. Las dimensiones medianas de este cordón es de unos 10 a 15 m de anchura y de 2 a 5 m de altura. En el sector de La Fonollera y el Pinell también se encuentran unas depresiones someras, pero estas están situadas detrás de las dunas. En el extremo meridional de la playa de Pals, el cordón litoral queda unido al complejo de dunas continentales que rellenan el Macizo de Begur (Figura 14) siendo difícil diferenciarlas. Según los datos cartográficos las dunas continentales se sitúan sobre los materiales eocénicos mientras que las de origen litoral lo hacen sobre la línea de costa. Los materiales que conforman las dunas proceden de los sedimentos de la playa, transportados por deflacción y acumulados en la parte interna del cordón litoral. La selección del sedimento ejercida por el viento se hace patente en las curvas

granulométricas (Obrador et. al., 1971); observándose como la arena acumulada en la duna presenta un tamaño de grano considerablemente más fino que los depósitos de playa. Las zonas de marismas, situadas detrás el cordón dunar, han sido formadas en la confluencia de los procesos litorales con la dinámica fluvio-deltaíca. En esta zona se localizan los estanques o lagunas litorales. Dentro de la Llanura del Baix Empordà, ocupan una franja considerable del cordón litoral (ver apartados B y C de la diagnosis).

Depósitos marginales

Dentro de los depósitos marginales se incluyen los depósitos de vertiente y las acumulaciones eólicas continentales.

- Los **depósitos de vertiente** se localizan en los bordes de los macizos y de los relieves que aparecen dispersos en la llanura.

Dentro de estos materiales podemos distinguir: los **coluviales** cuyo tamaño de grano es de carácter heterogéneo (como finos predominan los limos y arenas finas y como gruesos arenas y bloques) como consecuencia de la denudación de la vertiente y del transporte y que aparecen rodeando los relieves de rocas eocénicas.

Los **conos de deyección** que presentan una morfología ligeramente lobulada (por ejemplo en la zona del Corredor de Palafrugell, cerca de Torrentí).

El **pie de monte** formados por arcillas y limos ocreos con bloques angulosos, predominantemente carbonatados (Pallí y Llompart, 1981) presentan pendientes del orden del 4% y aparecen al pie sur del macizo del Montgrí, desde Ullà hasta L'Estartit.

Los **glacis de acumulación** constituidos por materiales detríticos, transportados por procesos de escorrentía y que enlazan con los materiales aluviales. En ellos predominan las arenas y limos, con pequeñas intercalaciones de niveles conglomeráticos y presentan una potencia de entre 8 y 10 m, un perfil rectilíneo y una pendiente aproximada de 1,5 %. Se localizan extensamente en la vertiente septentrional de Las Gavarres, desde La Bisbal hasta Sant Climent de Peralta, al oeste de Canapost y este de la riera de Peratallada (glacis Fonteta), al norte de Foixà, al norte de Matajudaica y al sur de Casavells.

- Los **depósitos eólicos continentales** se caracterizan por encontrarse constituidos por arenas, seleccionadas y transportadas por el viento y se encuentran a lo largo del litoral como en el interior de la llanura.

Las primeras forman parte del cordón litoral y las segundas constituyen los depósitos eólicos continentales.

Las acumulaciones eólicas continentales se encuentran repartidas en cualquier parte de la Llanura del Baix Empordà. Generalmente, se trata de arenas de grano fino, subredondeadas, formadas por cuarzo, feldespato y biotita y por pequeños fragmentos de rocas metamórficas y minerales de rocas extrusivas. Entre los principales depósitos destacan los que atraviesan los macizos de Montgrí y de Begur.

Los depósitos eólicos del Montgrí afloran de forma continua desde Empúries hasta la llanura del Ter. En concreto, en el paraje de l'Horta d'en Reixac, a medio camino entre Torroella y L'Estartit, construyen una duna de vertiente, formada a rasero del viento, en forma de media luna de brazos desiguales hacia el sur. Se levanta a una altura mediana de 19 m encima de los terrenos limítrofes. Los aportes de arena debían de proceder de los cordones litorales y otros complejos de dunas existentes en l'Alt Empordà. Este conjunto dunar, formado en tiempos históricos, fue móvil hasta que, a finales del siglo XIX, se procedió a iniciar a su fijación con la repoblación forestal, hecho que continua durante los primeros años del siglo XX (Mas et al., 1989).

Los depósitos eólicos que recubren el macizo de Begur se inician en la playa de Pals y ocupa la franja existente entre Puig Caramany Gros y Puig Son Ric de Begur, llegando a traspasar el macizo hasta su vertiente meridional.

En la playa de Pals, este complejo dunar empieza en el cordón litoral, dónde desarrolla una morfología bien definida a favor de la tramontana de tipo barkhana. En estas dunas se encuentran restos de microfauna propia de lagunas salobres lo que indica los sedimentos no sólo pertenecen a la playa y del resto de dunas litorales y continentales, sino que también a la deflacción de zonas palustres de la llanura (Cros, 1987).

Existen además otras acumulaciones eólicas continentales menores como en la zona de Canet de Verges donde existen seis depósitos arenosos de origen eólico, sin una morfología

definida ni una expresión topográfica destacable. Más hacia el sur, y ya en el margen derecho del río Ter, existe una considerable extensión de sedimentos eólicos (0,3 Km²) conocido como Els Sorrers, situados a un quilómetro al norte de Sant Iscle y en la zona de Foixà.

Otros afloramientos son los que aparecen en el término de Gualta, destacando por su extensión (0,56 Km²) los que bordean la carretera que conduce a Pals. Finalmente, hace falta mencionar las acumulaciones eólicas, de poca entidad y considerablemente degradadas, que aparecen en las proximidades del Ter Vell, al norte de la zona de la marisma del mismo nombre; puesto que se puede atribuir su origen tanto a procesos eólicos continentales como a restos de un antiguo cordón litoral.

1.4 - Hidrogeología

Cuencas superficiales de los Ríos Ter y Daró:

El río Ter nace en el municipio de Setcases en la comarca del Ripollés y desemboca en el municipio de Fonollera (municipio de Torroella de Montgrí, comarca del Baix Empordà). Tienen una longitud de 199,7 Km y su cuenca presenta una superficie de 3275,6 Km² (ACA, 2005). La Figura 16 muestra las dos subunidades del Alt y Baix Ter en que se subdivide la cuenca.

El río Daró nace en el Macizo de las Gavarres y presenta una longitud de 44,3 Km. Desde finales de los 60 el río se encuentra conectado al Ter, mediante un canal artificial, por lo que funcionan como una única unidad hidrográfica.

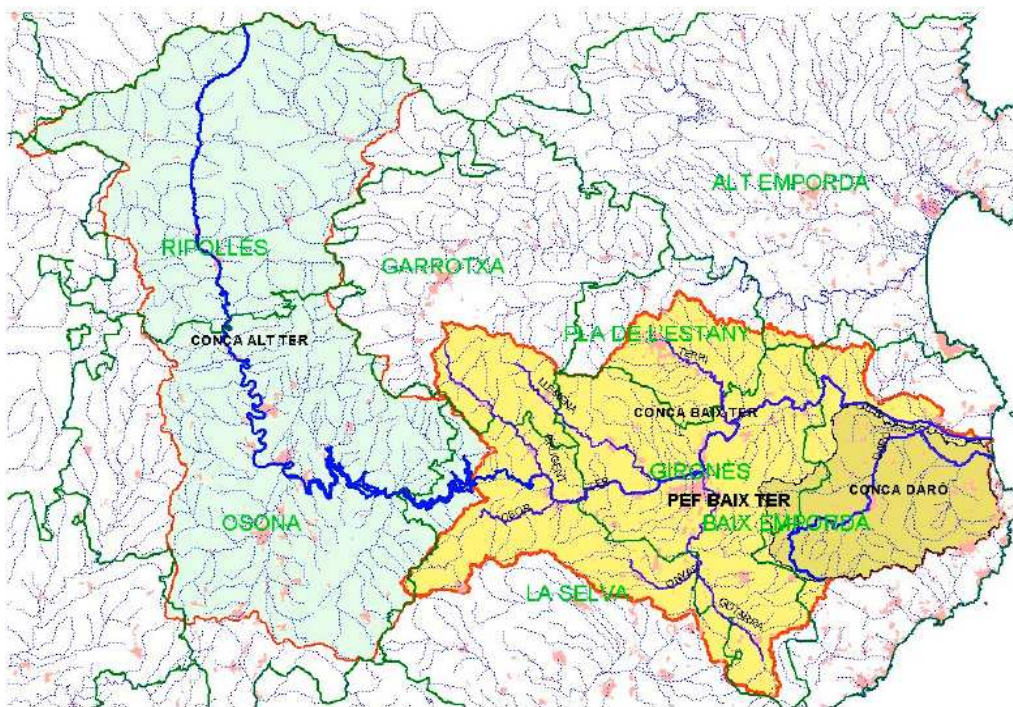


Figura 16- Cuencas hidrográficas del Baix Ter y del Daró. Fuente: ACA (2005)

Hidrogeología del Baix Ter:

Las principales formaciones acuíferas que constituyen el Baix Ter se recogen en la Tabla 3.

Tabla 3- Formaciones acuíferas de la zona del Baix Ter y sus principales características.

Unidad	Subunidad	Unidad hidrogeológica	Litología predominante	Edad	Recarga	Descarga
Terciaria del Baix Ter	Terciaria de la Cubeta del Baix Empordà	Calizas de Girona	Calizas	Neógeno /Paleógeno	Infiltración de agua de precipitación. Conexión hidráulica con formaciones Cuaternarias y/o con fallas subyacentes.	A través de pozos y/o de fallas subyacentes
Depósitos cuaternarios de cursos fluviales	Aluvial del Ter (sector del Baix Empordà)	Acuífera superficial (T1)	Gravas, gravillas, arenas, limos, limos arcillosos y lodos negros	Holoceno	Infiltración de agua de precipitación y por retornos de riego.	A través de pozos, por conexión hidráulica con el río y hacia el mar
		Acuífera profunda (T2)	Gravas, arenas, limos y arcillas	Pleistoceno superior	Conexión hidráulica con T1 y por el drenaje de las formaciones limosas confinantes	A través de pozos (ex. Torroella De Montgrí de la Mancomunitat de Pals y de l'Escala) y hacia el mar
	Aluvial del Daró	Acuífera superficial	Gravas y arenas medianas que evolucionan a limos y arenas finas hacia el techo de la formación	Holoceno	Infiltración de agua de precipitación y por retornos de riego.	A través de pozos y por conexión hidráulica con el aluvial del Ter
		Acuífera profunda	Gravas, arenas, limos y arcillas	Pleistoceno superior	Conexión hidráulica con acuífero superior y por el drenaje de las formaciones limosas confinantes	

La **unidad terciaria** constituye el sustrato de la formación aluvial del Ter y localmente puede dar lugar a buenos acuíferos como el que constituyen las calizas de Girona. Se trata de materiales que se disponen en cubetas tectónicamente bien individualizadas enmarcadas en las fosas tectónicas del Empordà.

Las fosas tectónicas relacionadas con el contexto tectónico extensional que afecta al área durante el neógeno y el cuaternario se encuentran fuertemente compartimentadas en diferentes bloques que constituyen altos estructurales u Horst y cubetas deprimidas o grabens.

Desde el punto de vista litoestratigráfico la mayor parte del sustrato de esta unidad se encuentra constituido por materiales de baja conductividad hidráulica de edad paleozoica y granitoides tardihercínicos constituidos por relieves que limitan y se encajan en cada una de las cubetas.

Por encima del sustrato se encuentran materiales paleógenos discordantes y que presentan una secuencia litoestratigráfica cuasi continua de base a techo constituida por: arcilla y areniscas rojas correspondientes a la Formación Pontils, calizas bioclásticas correspondientes a la Formación Girona, margas y niveles calizos correspondientes a la Formación Banyoles, areniscas de la Formación Folgueroles y alternancia de areniscas, conglomerados y margas correspondientes al Bartoniano superior. De entre estos materiales las calizas de la Formación de Girona y las areniscas de la Formación Barcons son las unidades hidrogeológicas que presentan los recursos hídricos más significativos (ACA, 2005).

El sustrato neógeno se deposita discordantemente sobre los materiales paleógenos y fosilizan gran número de las fallas normales de las cubetas estructurales. Este sustrato se encuentra constituido fundamentalmente por sedimentos de naturaleza continental (arenas, conglomerados y arcillas) correspondientes a abanicos aluviales y coluviales procedentes de los relieves circundantes que progradan hacia el centro de la cuenca (sector del Empordà) a sedimentos de transición y/o marinos. La proporción entre sedimentos finos y gruesos es lo que marca el comportamiento hidrogeológico de estos depósitos que puede ser muy variable.

Hay que destacar la irrupción de materiales volcánicos de edad neógena resultado de la actividad extrusiva originada por el hundimiento de las diferentes cubetas. Estos afloramientos volcánicos se encuentran dispersos y la litología se encuentra fundamentalmente constituida por basaltos y traquitas.

La importancia hidrogeológica y las relaciones hidrodinámicas entre las diferentes unidades que configuran el sustrato terciario y las unidades aluviales y coluviales cuaternarias dependen de factores como: extensión y superficie aflorante de la unidad, el grado de fracturación, disposición, profundidad y continuidad lateral de la unidad y el grado de conexión hidráulica vertical, lateral y/o estructural.

La Cubeta del Baix Empordà constituida por calizas de Girona (Tabla 3) proporciona caudales de 5 a 10 m³/h. Se trata de una subunidad con recarga muy limitada a través de la infiltración de las aguas de precipitación que circulan por las formaciones paleógenas en las zonas donde éstas afloran (sector meridional de la cubeta). Parte de la recarga también se produce por conexión hidráulica con la formación aluvial cuaternaria suprayacente aunque tampoco se descarta que parte de esta se produzca por conexión hidráulica con formaciones hidrogeológicas más profundada a través de las fallas existentes.

La descarga por su parte no se encuentra bien estudiada aunque no se descartan conexiones hidráulicas de descarga en profundidad a través de fallas hacia el mar. Localmente el sistema también descarga a través de pozos de caudales relativamente importantes (ACA, 2005).

La **llanura del Baix Ter** (Figura 17), se extiende desde el oeste hasta el este, del Congost de Colomers hasta el litoral de la abadía de l'Estartit. Al sur limita con los relieves terciarios de las Pre-Gavarres, les Gavarres y el Macizo de Begur, con los relieves neógenos de Jafre-Verges con la Sierra paleógena de Valldevià y con el Macizo del Montgrí.

La llanura del Baix Ter se ha formado a partir de la acumulación de los materiales aluviales (gravas, arenas, limos y arcillas) que se han depositado encima del sustrato neógeno y paleógeno preexistente.

La formación de la llanura del Baix Ter se corresponde con un proceso de sucesión y alternancia de varias fases sedimentarias de acreción fluvial y de transgresión y progradación de medios litorales. La acumulación resultante de los materiales aluviales y litorales refleja una estructura estratigràficament ordenada en la que se diferencian hasta 8 unidades de diferente permeabilidad (ver apartado E de la diagnosis, Montaner et al., 1995). De hecho, los materiales que forman el relleno de la llanura aluvial se ordenan verticalmente en dos unidades sedimentarias que de base a techo son: la unidad terraza T2 y la unidad terraza T1 separadas por una discordancia erosiva (Figura 18 perfil CD). Estas dos unidades constituyen las principales formaciones hidrogeológicas del área del Baix Ter (Tabla 3).

En el sector de Colomers a Verges se aprecia un único acuífero libre (Figura 18 perfil AB) mientras que en la zona de Torroella de Montgrí se puede hablar de dos acuíferos uno de superficial libre,

localmente semiconfinado y otro de profundo separados por un acuitardo intermedio (Figura 18, perfil AB). Las dos unidades acuíferas pasan lateralmente en dirección hacia el mar a dos acuitardos uno de superficial o superior y otro de profundo o inferior con salinidad congénita (ACA, 2005).



Figura 17- Geología superficial en la llanura del Baix Ter. Fuente: GeoServei (2000)

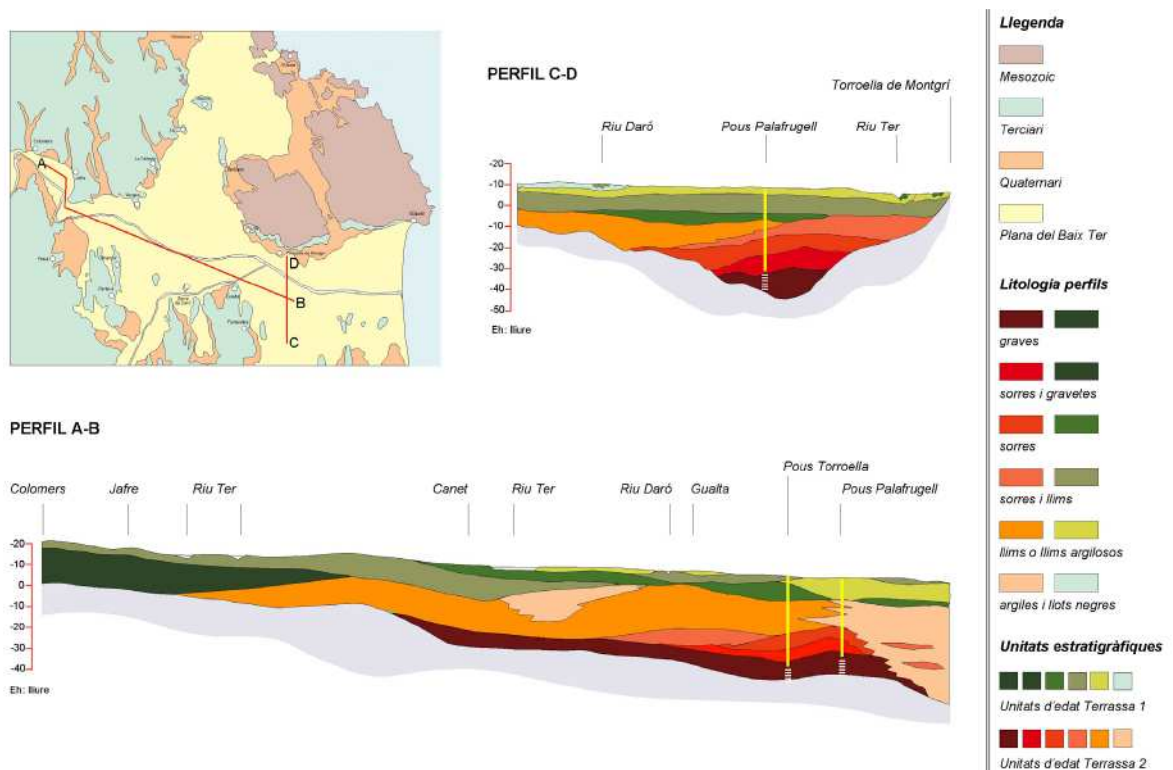


Figura 18- Perfiles longitudinal y transversal del Baix Ter. Fuente: GeoServei (2000)

Acuífero libre superficial (T1)

El acuífero libre superficial se encuentra constituido por los materiales sedimentados estructurados a grandes rasgos en dos series granodecrecientes (ver apartado E de la diagnosis) durante el último proceso de progradación o crecimiento de la llanura aluvial que ha afectado a la zona del Baix Ter durante el Holoceno (Tabla 3).

Este acuífero se caracteriza por presentar paleocanales de progradación de gravas encajados en arenas finas y que hacia el techo de la formación pasan a materiales limo-arcillosos y limo-arenosos correspondientes a depósitos de llanura de inundación y sistemas litorales y predominantes en las áreas palustres y marismales.

Se localizan conductividades hidráulicas elevadas en el interior de los paleocanales, valores de moderados a bajos en las zonas entre paleocanales y bajos en las zonas palustres, endorreicas y marismales.

Este acuífero en la zona litoral tienen una capacidad total de almacenamiento del orden de 260 hm³, con una distribución areal de 150 hm³ en el sector norte y 110 hm³ en el sector sur.

En el área litoral, el conjunto de las dos unidades de progradación tiene una representación significativa, y su potencia presenta de media entre 8 y 10 m en el sector de l'Estartit y del orden de 15 a 20 m en el sector de l'Escala (Montaner et. al., 2010).

Respecto a su grado de explotación (ver apartado E de la diagnosis) se destaca por presentar gran número de captaciones destinadas a uso agrícola.

Acuífero profundo semiconfinado (T2)

El acuífero profundo semiconfinado se encuentra constituido por materiales sedimentarios depositados durante el periodo transgresivo que afectó al Baix Ter durante el Pleistoceno superior (Tabla 3).

Como en el caso anterior se caracteriza por presentar a grandes rasgos dos series granodecrecientes (con bases caracterizadas por la presencia de grabas y arenas en la base y limos y arcillas en el techo). Cabe señalar que la unidad más basal presenta en general una mayor granulometría.

La potencia de la unidad basal oscila entre entre 0 y 21,5 m y su conductividad hidráulica varía de 10 a 100 m/día en la base y entre 1 y 10 m/día hacia el techo de la formación acuífera. En el techo de dicha formación semiconfinada inferior se sitúa una formación hidrogeológica de baja conductividad hidráulica (entre 0,001 y 1 m/día) constituida por materiales limo-arenosos con niveles ocasionales de arenas finas de 0 y 35,3 m de potencia y que actúa como acuitardo.

Aunque la mayor parte de las captaciones explotan el acuífero libre superior, el acuífero semiconfinado profundo es el que proporciona buena parte del agua destinada al abastecimiento municipal. Así en el sector sur se extraen unos 5,6 hm³/año para el abastecimiento municipal de la Mancomunidad de Palafrugell, Pals, Begur, Torrent y Regencós; y aproximadamente unos 2,5 hm³/año del sector norte se destina al abastecimiento de l'Escala y Albons.

Desde el punto de vista del funcionamiento hidráulico del sistema la Figura 19 muestra la existencia de conexión hidráulica entre la formación aluvial y el río. Así en el sector entre Colomers y Ullà-Gualta, el Ter actúa como río de carácter efluente aunque este carácter se puede ver invertido durante los periodos de avenidas. Consecuentemente durante la mayor parte del año la formación acuífera superficial se recarga por la infiltración de aguas de precipitación y por los excedentes de riego.

Por el contrario en el caso del acuífero profundo la recarga se produce a través de la conexión con el acuífero libre superficial y sobretodo por el drenaje de las formaciones limosas que constituyen el acuitardo.



Figura 19- Mapa piezométrico de la llanura del Baix Ter. Fuente: GeoServei (2000)

La Figura 19 también permite observar como las captaciones de la Mancomunitat de Palafrugell, en la zona de Gualta, provocan una depresión piezométrica, que en épocas estivales puede ser muy importante y que puede llegar a producir una influencia en el río.

El mapa piezométrico también permite observar la existencia de una divisoria de aguas subterráneas en la zona comprendida entre Bellcaire y la Tallada. Así existe un flujo bien diferenciado entre el actual curso fluvial del Ter y el antiguo brazo del Ter que transcurría hacia la Escala.

En el curso actual del Ter se observa que las principales líneas de flujo presentan direcciones NO-SE en el margen izquierdo del río y SO-NE en el margen derecho en la zona comprendida entre Jafre y Torroella de Montgrí. A partir de esta última población las principales direcciones de flujo presentan una dirección predominante O-E aunque destaca la existencia de líneas drenantes correspondientes a la existencia de paleocanales encajados en la formación aluvial. Así, el río Ter en la zona del Baix Ter mayoritariamente se comporta como un río efluente aunque este comportamiento puede verse modificado en las épocas de crecidas por el incremento substancial de la altura de la lámina de agua.

Los depósitos sedimentarios que configuran el relleno aluvial de la **llanura del río Daró** (Figura 17) provienen de la erosión de los depósitos terciarios deltaicos y de los abanicos aluviales que afloran en la vertiente septentrional de las Pre-Gavarres.

Los materiales cuaternarios que constituyen el aluvial del río Daró se corresponden con depósitos de abanicos aluviales (presentes en el este de la Bisbal, sector de La Fonteta y Vulpellac) constituidos por gravas y gavillas de litologías variadas con matriz arenosa. Este tipo de depósitos de edad Pleistocena se presentan muy degradados y con grosores de entre 3 y 7 m y son correlacionables con los depósitos T2.

También se presentan depósitos de terraza correspondientes a T2, T1, T0' y T0 de los ríos Daró y Rissec y cuya mayor representatividad se encuentra en las poblaciones de la Bisbal y Corçà.

Las terrazas T1 y T2 se encuentran constituidas por facies proximales, caracterizadas por gravas y arenas de gruesas a medianas que hacia el techo evolucionan a facies distales caracterizadas por

limos y arenas finas. Las terrazas T0' y T0 se corresponden con depósitos subactuales y actuales de los lechos del Daró y del Rissec. Cada una de las terrazas limita con la anterior mediante una discordancia erosiva. La edad de estos materiales va del Pleistoceno al Holoceno.

Los depósitos de la llanura aluvial se encuentran formados por arcillas, limos y arenas de finas a gruesas con canales interestratificados de gravas y gravitas que se distribuyen irregularmente a lo largo de la llanura y procedentes de los aportes fluviales del Daró y de otros tributarios.

Estos materiales presentan potencias del orden de 6 m y son observables desde La Bisbal hasta la confluencia con el Ter (ACA, 2005)

Desde el punto de vista hidrogeológico se pueden distinguir tres unidades correlacionables con la secuencia descrita en el Ter.

Depósitos de terraza T2, depósitos de terraza T1 y depósitos más superficiales de la llanura aluvial y terrazas T0' y T0. Ello permite diferenciar entre un acuífero superficial de carácter libre y un acuífero profundo semiconfinado por la presencia de un acuitardo. Cabe destacar que la recarga del acuífero profundo se produce por la conexión hidráulica entre este y el acuífero superior y por el drenaje vertical de los limos semiconfinantes suprayacentes.

1.5- Edafología

Definición y formación del suelo

El suelo es un sustrato no consolidado presente en la parte más superficial de la corteza terrestre, que se forma por la interacción entre la litosfera (constituida por minerales y rocas), la hidrosfera (agua), la atmósfera (aire) y la biosfera (especialmente los vegetales) y que evoluciona hacia unas condiciones de equilibrio. En síntesis, el suelo es el sistema que resulta de la transformación a lo largo del tiempo de un sustrato geológico, condicionada por el entorno, donde la actuación de los organismos vegetales en algún momento de su evolución es una condición necesaria para poder ser considerado como tal.

En el suelo se desarrollan un gran número de procesos que van determinando su evolución. Los factores que condicionan dicha evolución y que hacen posible que un determinado sustrato geológico se convierta en suelo son: litología, clima, geomorfología, organismos, tiempo y, cada vez más, el hombre.

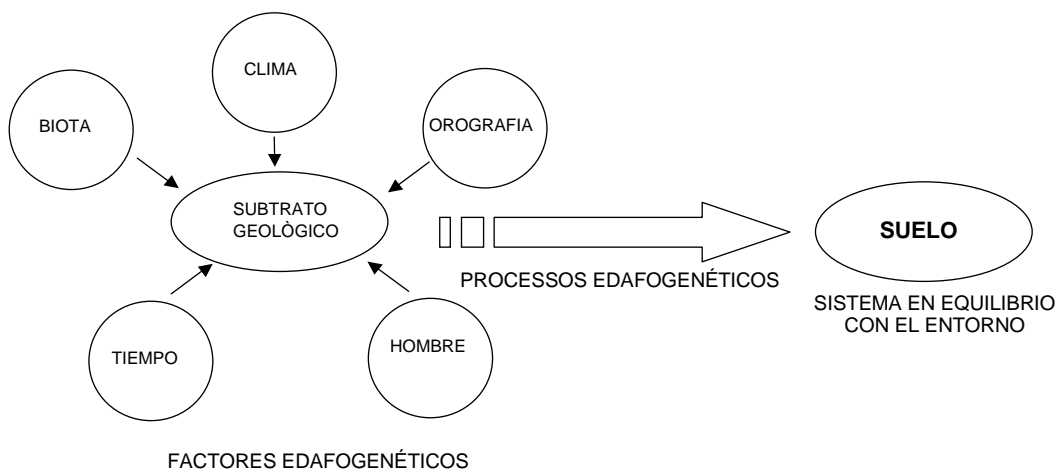


Figura 20- Factores y procesos edafogénéticos.

Cualquier suelo tiene su origen en un sustrato geológico, al que llamamos material originario. Este sustrato puede estar constituido por una roca compacta y dura (capa o horizonte **R**), o un material inconsolidado más o menos fino y alterado por procesos geoquímicos (horizonte **C**). En el caso de partir de la situación más desfavorable, es decir, una roca compacta, ésta, inicialmente se fragmenta por meteorización física, acción asociada principalmente al clima (viento, temperatura, humedad) generando horizontes tipo **C**. También puede producirse inicialmente y en menor medida, meteorización de tipo químico. El acceso e implantación de la vegetación en este material permite la incorporación superficial de materia orgánica residual al sistema (horizontes orgánicos tipo **O**). La presencia de este material orgánico facilita la colonización por micro y mesofauna. Todo ello trae como consecuencia la humificación de la materia orgánica residual (proceso de transformación química y biológica) y la formación de complejos organominerales, característica de los horizontes minerales de tipo **A**, que son producto de la interacción entre la materia orgánica humificada y la materia mineral más fina y alterada y que proporcionan una estructura espacial al suelo, capaz de permitir la circulación de fluidos (agua y aire), así como una mayor alteración química del material geológico y la liberación y retención de agua y nutrientes necesarios para el crecimiento vegetal. Suelen ser de coloración algo o muy oscura según el contenido de materia orgánica.

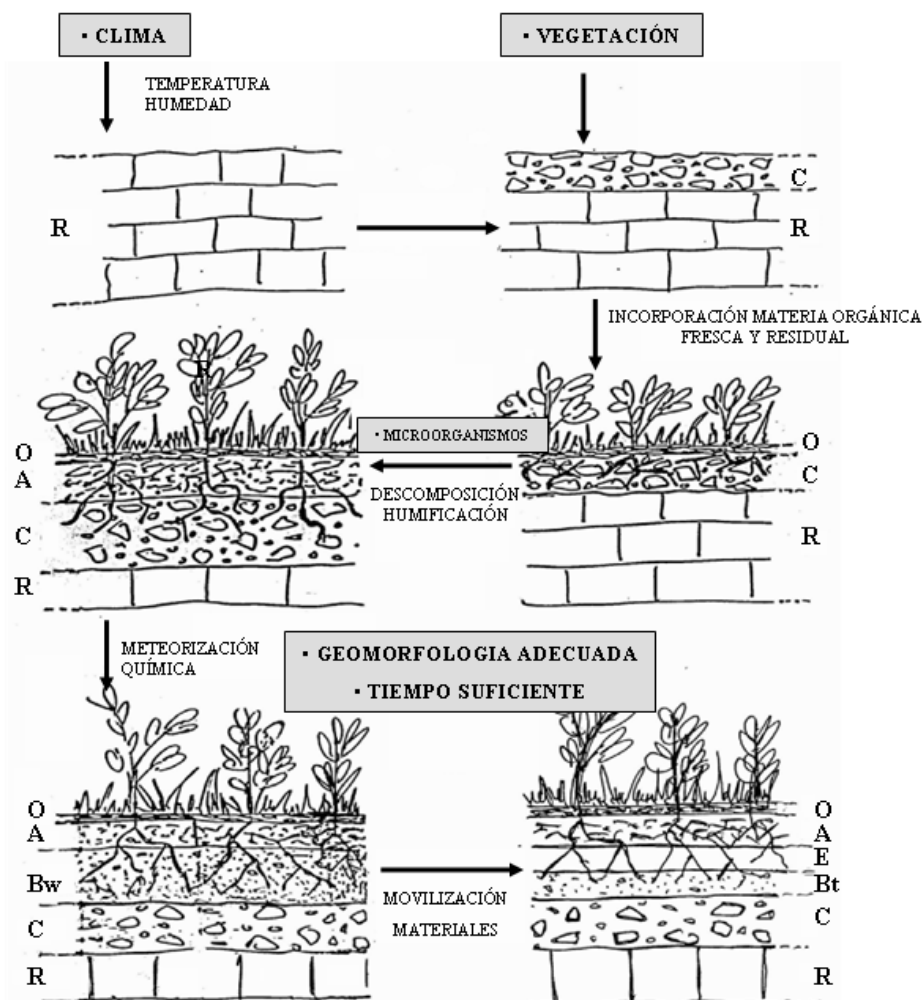


Figura 21- Formación y evolución del suelo.

La meteorización química y la transformación de los materiales minerales generan productos secundarios como arcillas y óxidos de hierro que caracterizan a los horizontes de alteración **Bw**. Su coloración suele ser ocre o rojiza por los óxidos de hierro. Factores como la orografía, humedad, etc., pueden favorecer procesos de movilización de ciertos materiales, como la materia orgánica

humificada, las arcillas, los óxidos de hierro, etc., de un determinado horizonte a otro inferior, generando horizontes **E** decolorados (por pérdida de ciertos materiales) y horizontes **B** coloreados (por acumulación de ellos). Según el tipo de material trasladado, los horizontes **B** se diferencian por un subíndice distinto del **w** (h, t, k...).

Todos estos procesos conducen a la diferenciación edáfica es decir la formación de horizontes que en su conjunto determinan el denominado perfil del suelo. Se denomina horizonte a toda capa más o menos paralela a la superficie que se desarrolla en el suelo y que presenta diferentes características físicas, químicas o biológicas. El perfil del suelo es la secuencia vertical de estos horizontes desde la superficie al material originario. El conjunto de horizontes más importantes del suelo y los símbolos indicadores de las propiedades que los caracterizan pueden resumirse en la tabla 1.

El suelo desempeña una serie de funciones vitales para los ecosistemas y para la actividad humana. Entre ellas pueden citarse las siguientes:

- Soporte y producción de biomasa, hábitat de especies y reserva genética y de biodiversidad.
- Regulador de la cantidad y la calidad de agua disponible, y protector de la cadena trófica, gracias a su capacidad filtrante, neutralizante, y detoxificante. El suelo actúa como un reactor (químico y biológico) frente a compuestos tóxicos reduciendo su biodisponibilidad y ecotoxicidad.
- Receptor de materia orgánica y regulador de los ciclos biogeoquímicos (C, N, S, P...).
- Preservación de registros geológicos, arqueológicos y astronómicos.
- Soporte físico de la actividad socioeconómica y cultural.

El suelo es, en definitiva, un sistema complejo y dinámico condicionado por un elevado número de factores naturales (climáticos, geológicos, hidrológicos, etc.) y antrópicos (agricultura, deposición de residuos, cambio de uso, etc.) siendo estos últimos cada vez más determinantes. Cada suelo tiene un uso potencial acorde con las características de los horizontes y por tanto de su perfil. La formación del suelo es un proceso que requiere largo tiempo, mientras que los procesos de degradación son mucho más rápidos. En definitiva el suelo es un recurso no renovable a corto plazo que hay que preservar, con funciones básicas para el correcto funcionamiento de los ecosistemas terrestres y acuáticos.

Tabla 4- Denominación y características de los horizontes del suelo.

Símbolo Alfabético	Características del horizonte que define
O	Predominio de materia orgánica, generalmente nada o poco evolucionada y no ligada a la mineral.
A	Predominio de materia mineral con incorporación de materia orgánica muy evolucionada e íntimamente asociada a la mineral.
E	Perdida de materiales como humus, sílice, arcilla y óxidos e hidróxidos de hierro y aluminio.
B	*Ganancia o acumulación de materiales como los perdidos por los horizontes E , además de otros como carbonatos, yeso y sales más solubles.
	*Alteración química de origen edáfico del material originario, con formación de arcillas y óxidos de hierro y aluminio. *Concentración residual de óxidos.
C	Material no consolidado y poco afectado por procesos edafogénicos que constituye o procede del material originario del suelo.
R	Roca consolidada y dura a partir de la cual se genera el suelo.
a	Predominio de materia orgánica con alto grado de descomposición (compatible con horizontes tipo O)
c	Formación y acumulación de concreciones o nódulos de hierro, aluminio y manganeso.
e	Predominio de materia orgánica con grado de descomposición intermedio (compatible con O)
f	Permanentemente helado
g	Reducción y movilización de hierro por exceso de agua
h	Acumulación de materia orgánica humificada
i	Predominio de materia orgánica con mínimo grado de descomposición (compatible con O)
k	Acumulación de carbonatos
m	Cementación o endurecimiento por la presencia de sustancias tales como carbonatos, sílice, óxidos de hierro,...
o	Acumulación residual de óxidos
p	Influencia de prácticas agrícolas, pastorales, etc. (asociado a horizontes tipo O y A)
q	Acumulación de sílice
s	Acumulación de óxidos no residuales, originados por translocación
t	Acumulación de arcillas
w	Desarrollo de color y / o estructura fundamentalmente como consecuencia de una alteración química (asociado a B)
y	Acumulación de yeso
z	Acumulación de sales más solubles que el yeso

1.6- Flora

Macizo del montgrí

El macizo del Montgrí ha estado históricamente muy influenciado por la presencia humana, hecho que se refleja en el paisaje actual y en la estructura de la vegetación. En la actualidad, pinares y matorrales cubren el territorio en proporciones similares, pero a lo largo de los siglos se ha cultivado en las vertientes del macizo; testigo de ello son las innumerables terrazas de piedra seca que todavía hoy perduran. Durante el siglo XX se fueron abandonando los cultivos, y las terrazas fueron colonizadas por la flora autóctona. Pero los incendios que han assolado la zona en repetidas ocasiones, junto con la limitación hídrica que supone el sustrato calizo y las duras condiciones climáticas magnificadas por los fuertes vientos, han impedido la recuperación total de la vegetación, sometiéndola a un estadio crónico de sucesión hacia los bosques potenciales. A la serie de comunidades vegetales que se suceden, desde los prados estructuralmente poco complejos hasta los bosques, estratificados y por ello con mucha más complejidad estructural, se le llama sucesión secundaria. En el macizo del Montgrí la sucesión secundaria ha de llevar a los encinares, bosques dominados por la encina (*Quercus ilex*) y actualmente muy raros en el territorio. Pero parece ser que en algunos enclaves muy erosionados y castigados, esta sucesión ha quedado estancada en los coscojares, que ya se consideran como vegetación potencial.

En lo que se refiere a la vegetación que se encuentra actualmente en el macizo del Montgrí, hay que señalar que las dos formaciones predominantes son los pinares y los coscojares. A éstas las acompañan matorrales de jaras y prados secos mediterráneos. Finalmente, no hay que olvidar la vegetación característica de acantilados, sometida a unas condiciones ecológicas muy diferentes que el resto de la vegetación del macizo.

Los pinares de pino carrasco (*Pinus halepensis*) no se consideran bosques como tales, puesto que los pinos, árboles de copa laxa que deja penetrar la luz hacia el suelo, crecen sobre un estrato ya existente de matorrales y su presencia no modifica las condiciones microambientales de los estratos arbustivo y herbáceo. Por lo tanto, a este tipo de formaciones se les denomina matorrales arbolados, o en su defecto, pinares, y no continen una flora especial, sino que son las mismas plantas que crecen en los matorrales de coscoja. En cambio, los encinares sí que ostentan el nombre de bosques porque debajo un estrato más o menos denso de encinas se generan unas condiciones microclimáticas especiales que favorecen el crecimiento de ciertas especies del sotobosque, y que no encontramos en otros ambientes. Desafortunadamente, los encinares son raros en el macizo del Montgrí, puesto que necesitan un largo periodo de tiempo para desarrollarse, y la acción humana y las perturbaciones recurrentes han impedido su crecimiento y la recolonización del territorio.

Además de la gran cantidad de pinares que han crecido de manera espontánea sobre matorrales de coscoja y de jaras, hay que señalar las múltiples repoblaciones que se han efectuado en el macizo. Las más remarcables son las que se llevaron a cabo a principios del siglo XX para fijar la duna continental, formada por arena arenas procedentes del Alt Empordà, y el avance de la cual amenazaba seriamente núcleos habitados y cultivos. Para ello se utilizaron los tres pinos mediterráneos: pino carrasco (*Pinus halepensis*), pino piñonero (*Pinus pinea*) y pino marítimo (*Pinus pinaster*). En la actualidad, hay una buena cobertura de pinos que pueden llegar a los 10 metros de altura, debajo de los cuales prosperan pocas especies debido al sustrato arenoso, que no retiene el agua necesaria para su supervivencia. En los sitios donde la duna tiene poca potencia y el suelo originario queda cerca de la superficie sí pueden crecer las plantas características de los matorrales circundantes, y en algunos puntos, hasta crecen las plantas características del sotobosque del encinar, como *Viburnum tinus* o *Ligustrum vulgare*. Otras repoblaciones con pinos, principalmente con *Pinus halepensis* aunque también con otras coníferas exóticas, se hicieron a finales del siglo XX con la finalidad de repoblar áreas afectadas por incendios. En estas repoblaciones la densidad de los árboles plantados es tan elevada que en ciertos casos ha impedido

la germinación y crecimiento de las especies herbáceas y arbustivas características del territorio, estancando de este modo la recuperación de la cubierta vegetal originaria.

En lo que refiere a los matorrales, los más abundantes son los coscojares o garrigas. La especie dominante es la coscoja (*Quercus coccifera*), arbusto de porte bajo y hojas espinescentes. Son formaciones relativamente densas excepto en los sitios donde el suelo ha sufrido mucha erosión. Cuentan con la presencia de otros arbustos como *Rosmarinus officinalis*, *Pistacia lentiscus*, *Genista scorpius* o *Daphne gnidium*, y hierbas, principalmente *Brachypodium retusum*.

Otra formación arbustiva que hay que citar son los jarales o matorrales de jaras, dominados principalmente por *Cistus albidus*, al cual acompañan *Cistus monspeliensis* y *Cistus salviifolius*. Se trata de especies heliófilas, por ello precisan de ambientes abiertos con grandes aportes de luz directa. Así pues, estos matorrales crecen donde el coscojar o los pinares han sufrido alguna perturbación. Cabe añadir que las jaras generan enormes cantidades de semillas, la germinación de las cuales es estimulada con temperaturas elevadas. Por consiguiente, cuando se ha producido un incendio en seguida germinan nuevos individuos que en poco tiempo vuelven a recubrir la superficie afectada por el fuego.

Los prados también tienen importancia en el paisaje del Montgrí, concretamente los prados de lastón (*Brachypodium retusum*). Éstos se encuentran ampliamente extendidos en las partes culminantes (Muntanya d'Ullà, Montplà, Muntanya de Santa Caterina) del sector occidental del macizo, que es el que más incendios y erosión ha sufrido. Debido precisamente a las perturbaciones recurrentes y a la consiguiente erosión, el suelo es escaso o inexistente, y la roca aflora en gran parte de este sector. Allí donde han quedado restos de suelo pueden crecer los prados de lastón, los cuales, a lo largo del tiempo y si nada lo impide, permitirán que se vaya desarrollando un suelo capaz de soportar especies que precisan de más requerimientos edáficos como los arbustos. Precisamente a causa de la gran cantidad de roca aflorante y del escaso suelo, algunos estudiosos opinan que potencialmente este sector no puede albergar bosques sino, a lo sumo, coscojares.

En las vertientes menos abruptas donde antiguamente había cultivos, en la actualidad se encuentran prados de *Brachypodium phoenicoides*. Esta gramínea necesita suelos con una cierta profundidad y por consiguiente más húmedos y ricos, y es en las terrazas abandonadas donde las condiciones ecológicas son más favorables para su establecimiento. Los prados de *Brachypodium phoenicoides* son formaciones herbáceas densas con un gran recubrimiento del terreno, y temporalmente pueden llegar a estancar la sucesión vegetal debido a la falta de espacio o de luz que dificulta la germinación de otras especies.

Finalmente, en lo que refiere a la línea de costa, el Montgrí cuenta con numerosos acantilados que albergan una flora rupícola halófila característica. Son plantas adaptadas a crecer en ambientes muy desfavorables, con escaso suelo y grandes aportes de salinidad por los aerosoles marinos, y que deben soportar además las fuertes ráfagas de viento tan habituales en la costa norte de Catalunya. Entre ellas citamos *Daucus gingidium*, *Crithmum maritimum* o *Limonium* spp. En algunos enclaves concretos aparecen individuos de *Euphorbia dendroides* y formaciones espinosas de *Astragalus tragacantha*, especies que sólo se encuentran en la costa septentrional catalana.

Por encima de los acantilados pero a primera línea de costa, crecen, por un lado los matorrales de coscoja y de jaras, y por otro pinares bajos de *Pinus halepensis*, con ejemplares de tronco retorcido y copa aerodinámica, para proteger las yemas y brotes jóvenes de la salinidad y los embates del viento.

Comunidades de vegetación del llano

En el llano, las poblaciones vegetales son muy singulares, diferentes de las que se observan habitualmente en las zonas mediterráneas, gracias a un conjunto de particularidades ambientales. En la llanura del Baix Ter, con un relevo muy suave y unas cotas topográficas muy poco elevadas, es frecuente encontrar zonas donde el agua se mantiene en superficie durante largos periodos o, como mínimo, se mantiene un nivel freático muy cercano a la superficie. Esto da lugar a unos ecosistemas de humedales y lagunas donde se instala una vegetación particular, completamente adaptada a las condiciones de estos medios. En la franja litoral también aparecen otros ambientes especiales como los arenales costeros o las marismas de suelos salinos, donde las características del suelo y la influencia marina, tienen un papel decisivo sobre la vegetación que se instala. Precisamente el hecho que estos ambientes ocupen de manera natural las llanuras litorales ha provocado que sufrieran una drástica reducción a lo largo de los siglos, pero sobre todo en las últimas décadas, debido a la intensa utilización de estos espacios por parte del hombre. Son terrenos fértiles, llanos y muy irrigados, lo cual, una vez establecido un sistema de drenaje suficiente, los convierte en buenas tierras de cultivo, de forma que han sido explotadas desde muy antiguo. Además, su situación cerca del litoral ha favorecido una intensa transformación con la llegada masiva del turismo en la segunda mitad del siglo XX y con todo el proceso urbanístico y de creación de infraestructuras de servicios que la acompañó.

Estos procesos han provocado que actualmente la distribución de estos tipos de vegetación sea muy restringida y discontinua a lo largo del litoral de Catalunya, razón por la cual las zonas donde todavía son presentes tienen que ser debidamente valoradas y preservadas para mantener los valores biológicos y ecológicos.

Si en la mayoría de territorios el clima es el factor más determinante para la flora, en las zonas costeras como el Baix Ter, en cambio, son las características edáficas especiales las que juegan este papel director sobre las plantas que viven. Efectivamente, en muchas zonas del Baix Ter las plantas no tienen que sufrir las restricciones hídricas impuestas por la sequía estival típica del clima mediterráneo, bien porque viven muy próximas a los cursos y masas de agua, bien porque pueden acceder a las aguas subterráneas que en esta zona son muy cercanas a la superficie. En cambio, estos vegetales conviven con otras particularidades edáficas a las cuales sólo se han adaptado y especializado un grupo reducido de plantas: la salinidad del suelo, la inundación periódica, los suelos arenosos de las playas, etc. El relieve es extraordinariamente suave y llano pero, no obstante, las pequeñas variaciones de la cota topográfica son especialmente relevantes para la vegetación puesto que pueden significar variaciones muy notables en el periodo de inundación o la accesibilidad al agua subterránea. Por todo esto, en esta zona no se puede esperar que predominen los encinares, garrigas, matorrales o prados secos que cubren grandes extensiones en las tierras que rodean la llanura. En su lugar, aparece una vegetación particular constituida por cañizales, herbazales y junqueras en las zonas húmedas; salicornias, prados y junqueras halófilas en las marismas y una serie de comunidades herbáceas y arbustivas en los arenales de las dunas y trasdunas de la fachada litoral. Se trata de comunidades vegetales que sólo existen en aquellos lugares donde se repiten estas características ambientales tan particulares. Incluso la vegetación ligada a la actividad del hombre presenta un contraste notable con la que se puede observar en las tierras mediterráneas cercanas. Así, la disponibilidad de agua en los meses estivales, permite la existencia de cultivos de regadío y, en las tierras más profundas, arrozales y prados de guadaña.

La llanura del Baix Ter se puede dividir en dos grandes unidades morfológicas y a la vez paisajísticas: en primer lugar un sector litoral que comprendería las marismas y los arenales del frente costero, donde existe una fuerte influencia marina; y en segundo lugar la llanura aluvial generada por las aportaciones sedimentarias de los ríos Ter y de Daró, ocupada por humedales, cursos fluviales y tierras de cultivo salpicadas por recortes de bosques mediterráneos que ocupan

pequeños cerros donde afloran materiales geológicos más antiguos y que se levantan algunas decenas de metros por encima de la llanura. Cada una de estas zonas atrae una vegetación muy diferenciada y adaptada a las condiciones ambientales que se dan.

Vegetación de los arenales: comunidades psammófilas

El medio litoral presenta un conjunto de condicionantes ecológicos que restringen drásticamente el número de vegetales capaces de desarrollarse con normalidad. En los arenales costeros, los principales problemas que tienen que superar estas plantas tienen relación con la movilidad de las arenas que cubren los vegetales y los desarraigan, con la sequía causada por la baja capacidad de retención de agua que tiene la arena y con la carencia de nutrientes que tampoco son retenidos con facilidad a la arena. Por eso, algunas de las adaptaciones de la flora psammófila consisten en desarrollar sistemas radiculares muy extensos y profundos, de forma que fijen correctamente la planta en el suelo y a la vez accedan a las capas profundas donde hay un nivel freático disponible. También presentan un crecimiento muy rápido para evitar ser cubiertos por los movimientos de la arena. Las hojas de tonalidades claras, estrechadas, rizadas o pilosas evitan el calentamiento y las pérdidas excesivas de agua. En el Baix Ter, los arenales costeros forman una unidad prácticamente continua desde el pie de los acantilados del Estartit hasta los de Begur, interrumpida sólo por las desembocaduras de los cursos fluviales. La morfología y la amplitud de estos arenales es muy variable y es posible observar, desde amplias playas prácticamente llanas, hasta zonas donde el desarrollo dunar es mucho más importante. La vegetación psammófila presente incluye, de mar hacia tierra firme, la comunidad *Salsolo-Cakiletum*, la *Cypero-Agropyretum*, la *Ammophiletum arundinaceae* y la *Crucianelletum maritimae*. La comunidad de *Salsolo-Cakiletum* se establece en los arenales donde existen acumulaciones de materia orgánica depositada por el mar o por intervención del hombre. Aparecen algunas plantas psammófilas anuales de apetencias nitrófilas como el rábano de mar o la barilla pinchosa. En cambio, las dunas suelen traer comunidades presididas por gramíneas perennes, dotadas de potentes rizomas. En las dunas más incipientes y en los frentes de duna, donde la arena es muy móvil e inestable, predomina la comunidad de lastón y el esporobolo, dos gramíneas con un crecimiento muy intenso. En cambio, en las crestas de las dunas muy desarrolladas aparece una comunidad dominada por el borrón, acompañado de todo un conjunto de plantas que ocupan las zonas abiertas.

Más alejados de la costa, detrás de las dunas o incluso algunos centenares de metros tierra adentro, aparecen arenales donde el sustrato logra un grado de estabilidad más alto, y aparece un suelo incipiente. En estas trasdunas, la vegetación no tiene que hacer frente a un movimiento tanto rápido de la arena, de forma que se puede instalar una comunidad muy diferente: la comunidad *Crucianelletum maritimae*. Se detectan aquí pequeños matorrales y también plantas anuales que ocupan los amplios espacios dejados por estas matas.

En el Baix Ter, este tipo de vegetación se encuentra bastante bien representada en toda la costa excepto, está claro, en aquellos puntos donde la urbanización o la frecuentación turística han destruido los frágiles sistemas dunares. La playa de Pals, la Fonollera, la Gola del Ter y la Pletera presentan cordones de dunas muy desarrollados y arenales trasdunares extensos. Otro caso particular de vegetación psammófila lo constituyen los arenales interiores fijados con pinos que se puede encontrar aisladamente dentro de la llanura y ya mucho más extensos a los extremos norte y sur. Habitualmente se trata de pinares de Pino piñonero (*Pinus pinea*) aunque no es raro encontrar otros pinos, con un sotobosque muy variable que puede ir desde herbazales más o menos ruderalizados hasta brollas máquias de encinares más desarrolladas.

Vegetación de las marismas: comunidades halófilas

La presencia de sales al suelo es un factor claramente limitante para la vida de los vegetales hasta el punto que sólo un pequeño grupo de plantas ha podido adaptarse a estas condiciones: los halófitos

o plantas halófilas. Estas elevadas concentraciones de sales al suelo dificultan los procesos de ósmosis por los cuales se da habitualmente la absorción de agua y de nutrientes a los vegetales. Entonces tiene lugar un fenómeno que se conoce con el nombre de *sequia fisiológica*; a pesar que el suelo dispone de importantes reservas de agua, esta no es asequible por la mayoría de vegetales. Los halófitos se han adaptado a esta situación acumulando grandes concentraciones de sales u otros compuestos a su interior hasta adquirir un potencial osmótico suficiente como para captar el agua del suelo. Para evitar la toxicidad de las sales absorbidas, algunas especies las acumulan en estructuras especializadas, o bien las eliminan gracias a glándulas excretoras situadas en las hojas como el caso de los *Limonium*. Otros, como los tamarindos, van perdiendo las hojas paulatinamente de forma que así se desprenden de la sal que se va acumulando. Finalmente, muchas especies halófilas presentan succulencia, es decir, los órganos se van llenando de agua a medida que llegan las sales, compensándose así los cambios de potencial osmótico. La vegetación halófila del Baix Ter está presente a las marismas del litoral, sobre todo a ambos lados de la Gola del Ter, donde aparecen varias comunidades, diferentes según como sea la salinidad, la textura del suelo, el tiempo de inundación, etc. Los salicorniares herbáceos ocupan los suelos fuertemente salinos, de textura arcillosa, los bordes de las lagunas y las pequeñas depresiones de la marisma, allí donde sólo se pueden desarrollar plantas anuales, como las *Suaeda*, que cierran todo su ciclo vital durante el periodo estival, cuando el suelo resta seco. Cuando el periodo de inundación no es tan prolongado, estos suelos arcillosos permiten la instalación de comunidades de plantas perennes mucho más desarrolladas como los salicorniares. Si el suelo tiene una fracción arenosa más grande, la vegetación que se desarrolla suelen ser los juncuales. En los suelos salinos pero mucho más secos, situados a una cota microtopográfica más elevada o con una textura arenosa que favorece la rápida percolación del agua, se puede reconocer la comunidad *Artemisio-Limonietum virgati*, compuesta por pequeñas matas muy adaptadas a la presencia de sales y al ambiente más seco.

Las zonas húmedas: comunidades acuáticas e higrófilas

El medio acuático ofrece a los vegetales la extraordinaria ventaja de una disponibilidad constante de agua para las funciones fisiológicas que les son necesarias. Por el contrario, presenta también algunos inconvenientes, especialmente relacionados con la dificultad de establecer el correcto intercambio de gases entre los órganos del vegetal y la atmósfera. Haría falta, en este punto, distinguir los vegetales propiamente acuáticos (hidrófitos), que flotan o viven sumergidos al agua, de los helófitos, que mantienen el aparato radicular bajo el agua y de los higrófitos que simplemente viven en los suelos húmedos. Las principales adaptaciones morfológicas y fisiológicas de los hidrófitos tienen que ver con la consecución de estructuras que permitan un correcto sostén dentro del agua y una captación óptima de la luz (hay que tener en cuenta que la luz atraviesa con dificultad el agua y disminuye rápidamente en profundidad). En los hidrófitos sumergidos, los tejidos estructurales se han reducido notablemente puesto que el agua permite una flotabilidad que ayuda a mantenerlos erectos. En el caso de plantas propias de aguas corrientes, las hojas tienden a hacerse muy estrechadas y ramificadas de forma que obtengan el máximo de superficie fotosintética con un mínimo de resistencia a la corriente. Otros desarrollan hojas anchas que se mantienen flotando sobre la superficie del agua gracias a estructuras especiales y presentan las estomas sólo en la cara que contacta con el aire. En todos los casos, aparece un desarrollo notable de tejidos que facilitan la conducción y distribución de los gases que permiten la fotosíntesis y la respiración de los vegetales. En aguas continentales, las comunidades de plantas acuáticas e higrófilas ocupan las lagunas, los humedales y todas aquellas zonas donde el nivel freático se sitúa cerca de la superficie. El nivel de inundación del agua, la composición química y la permanencia de esta agua a lo largo del ciclo anual, representan los parámetros clave que determinan la presencia de un tipo u otro de comunidad. Las lagunas salobres presentan una vegetación particular adaptada a las altas concentraciones de sales que se logran en verano, cuando estas lagunas se van secando con la evaporación. Aquí se localizan las *Ruppia* y varias algas que forman un herbazal subacuático

tapizan las zonas poco profundas de las lagunas. En el Baix Ter esta comunidad sólo aparece a las lagunas de la Pletera. En cuanto a las aguas dulces, podemos diferenciar una serie de comunidades acuáticas según que se trate de aguas corrientes o quietas y también según su estado trófico. Cuando las aguas son bastante transparentes, predominan las plantas sumergidas, como los volantines que pueden estar arraigados al fondo *Myriophyllum* o viviendo entre aguas *Ceratophyllum*, y las plantas que arraigan al fondo pero que tienen sus hojas flotando, como las *Potamogeton*. En cambio, cuando la concentración de nutrientes o los sedimentos en suspensión son elevados, la carencia de transparencia imposibilita la vida sumergida y entonces sólo es posible el desarrollo de plantas que flotan libremente en la superficie del agua, como por ejemplo las lentejas de agua. Si la calidad físico-química del agua es todavía más baja, los hidrófitos desaparecen completamente. En cuanto a las comunidades helofíticas y higrófilas, se suelen desarrollar en las zonas de humedal, en los bordes de las lagunas o en los márgenes de los cursos fluviales y las acequias, donde se disponen siguiendo bandas paralelas según el nivel de inundación. En las zonas más profundas se desarrollan los carrizales, espadañales y junqueras; si el ambiente es mínimamente salino, aparece la comunidad *Scirpetum compacto-littoralis*. En los suelos menos inundados, en cambio, se desarrollan las comunidades de *Cypero-Caricetum otrubae* o bien *Cirsio-Holoschoenetum*. En las zonas agrícolas se suelen encontrar comunidades diferentes, como el caso de *Apietum nodiflori* que se desarrollan en las acequias con una cierta carga de nutrientes, o la vegetación de los arrozales, que incluye varias especies de origen exótico traídas a nuestro país con el mismo cultivo del arroz (Bolòs & Masclans, 1955; Polo, 1986). Finalmente, la vegetación de ribera resigue fragmentariamente los cursos de agua de más entidad, como el Ter, el Daró y algunos canales y acequias artificiales, allí donde los bordes son suficientemente amplios y naturales. En estos lugares se desarrolla un bosque caducifolio donde predominan los álamos (*Populus alba*), los fresnos (*Fraxinus angustifolia*), los olmos (*Ulmus minor*) y los sauces (*Salix alba*), con un sotobosque diverso con varios arbustos, también caducifolios, y herbáceas de desarrollo sobre todo primaveral.

La llanura agrícola: comunidades arvenses y nitrófilas

La llanura es un enorme mosaico de tierras cultivadas desde tiempos pretéritos, cuando ya eran apreciadas por su fertilidad y por la facilidad con qué podían ser regadas. No es pues extraño, pues, que se haya desarrollado una actividad agropecuaria intensa que ha resultado en un paisaje singular, con incontables parcelas, masías, caminos, acequias, canales, y líneas de cipreses y tamarindos. Los cultivos que disponen de más superficie son los cultivos herbáceos de regadío, pero también hay extensiones importantes de arrozales y de frutales y algunas plantaciones de plátanos y chopos. Los cultivos de secano quedan arrinconados en las tierras más levantadas y arenosas de los extremos sur y norte, donde se disponen formando un mosaico de campos de cereales, oliveras y viñas. Las closes, cerramientos de pastos, más abundantes en el pasado, actualmente sólo aparecen en algunas zonas cercanas al litoral. La vegetación espontánea que acompaña toda esta actividad agrícola está muy diversificada y podemos reconocer desde comunidades arvenses que conviven con las plantas cultivadas, hasta herbazales de borde de campos y caminos.

Arrozales

Podemos definir los campos de arroz como ecosistemas acuáticos temporales poco profundos, que pasan por una fase seca durante el invierno. Periodicidad inversa a la mayoría de los ecosistemas acuáticos de nuestras latitudes. Dentro el arrozal se forma una comunidad vegetal propia, compuesta por un conjunto de plantas palustres acompañadas de neófitos de origen tropical, los cuales suelen acompañar a las propias semillas. Esta comunidad se define como la *Cypero Ammannietum coccienae*. En ella se encuentran tres tipos de asociaciones: una de helófitos

emergentes, una de plantas flotantes con o sin raíces y una sumergida; dado que durante el proceso de crecimiento del arroz se añaden productos fitosanitarios a los campos, algunas especies se ven empobrecidas. Durante todo el proceso del arroz se suceden una serie de vegetales con un ciclo de vida ajustado a cada proceso. Al empezar la inundación, se desarrollan en superficie una cianofíceas tapizantes que rápidamente se ven sustituidas por algas filamentosas. Cuando el arroz empieza a crecer, se desarrolla fitoplancton y diversos tipos de algas; estos favorecen el desarrollo de zooplancton filtrador con un predominio de cladóceros i rotíferos. A medida que crece el arroz, se desarrollan una serie de helófitos que al entrar en competencia con el cultivo, son combatidos con herbicidas y desaparecen. Lentamente empieza a aparecer vegetación sumergida, y en aquellos espacios donde la circulación de agua es lenta, empiezan a crecer las lentejas de agua y los *Potamogeton*. Durante junio y julio vuelven a crecer helófitos, algunos de origen tropical. De una forma global, cabe indicar que paralelamente al crecimiento del arroz, se desarrollan todo un conjunto de vegetales que generan una elevada producción primaria, origen de la cadena trófica que dará lugar a la concatenación de eslabones hasta desarrollar totalmente la pirámide trófica de este ecosistema.

El papel de los arrozales en beneficio del medio natural

La ubicación, en general, de los campos de arroz en sectores llanos, y la mayoría de veces en áreas deltaicas, hace que durante el proceso de irrigación los suelos de los arrozales se vayan cubriendo de una fina capa de lodos que son transportados por el agua de las acequias, a través de la red de canales. La inundación con agua dulce permite que haya un importante lavado salino del suelo, lo que beneficia a la agricultura y la productividad del cultivo. La presencia de agua dulce, especialmente en los sectores más cercanos al mar, hace que la intrusión marina sea más lenta, especialmente en momentos de la subida del nivel marino.

A través del agua transportada por las acequias, los campos de arroz reciben una gran cantidad de nutrientes, que junto a una serie de materiales en suspensión, quedan retenidos por la planta de arroz. De esta manera, el arrozal actúa de filtro biológico haciendo que el desagüe del agua, una vez ha ejercido su función de inundación, lleve una carga de nutrientes y material en suspensión menor que la que tenía en el momento de entrada al sistema. Uno de los elementos que es retenido de una forma más eficiente es el fósforo; este hecho no representa ninguna limitación para la productividad dado que el elemento más importante en el proceso de producción es el nitrógeno, gran parte del cual es incorporado artificialmente durante el proceso de producción.

Si en los cultivos se realizan buenas prácticas agroambientales, como las que se realizan en los arrozales de Pals, se puede disminuir la aportación artificial de nitrógeno de una forma sencilla, ya que una vez se ha realizado cosecha, los restos de los tallos son incorporadas al suelo con los tractores; este proceso hace que al descomponerse los tallos, entre al sistema una cantidad de nitrógeno que algunos autores han considerado de hasta del 50%, que servirá de abono para el siguiente cultivo. Paralelamente al nitrógeno, en este proceso también se hace aportación de fósforo, aunque en menor medida.

La disposición de los campos de arroz en entramados de lagunas, canales y diversos ecosistemas acuáticos hace que este cultivo sea considerado como un conector entre ambientes acuáticos. Así, algunos grupos animales encuentran áreas de tránsito entre ecosistemas. Un claro ejemplo son los peces; estos entran en el sistema del arroz durante la primavera, procedentes de los cursos fluviales. En otoño, dadas las situaciones de aumento de salinidad por intrusión marina –al haber disminuido el volumen de agua dulce— se trasladan hacia otros ambientes más favorables a través de los canales.

1.7 – Fauna

Los diversos ambientes que componen la zona de estudio acogen una elevada diversidad faunística. Cabría diferenciar los ámbitos de montaña, caso del macizo del Montgrí, de los de la llanura (zonas húmedas, cultivos,..).

De la zona del macizo del Montgrí, caracterizado por su carácter cárstico y la consiguiente ausencia de acumulaciones superficiales de agua, y la presencia de materiales rocosos con pocos sectores con un suelo desarrollado, cabe destacar una serie de especies bien adaptadas a estos medios. Además, la fisionomía de la vegetación, acaba de modelar la presencia de algunas de ellas. El grupo de las aves es el que más especies contempla, con más de doscientas. De estas, del orden de setenta son reproductoras en la zona. Destacarían tres especies de rapaces: el aguilucho cenizo (*Circus pygargus*), el águila perdicera (*Hieraetus fasciatus*) y el halcón peregrino (*Falco peregrinus*); la primera se encuentra, de una forma escasa, nidificando en los campos de cebada de las zonas bajas, mientras que el águila perdicera lo hace en los acantilados más aislados. Esta última es muy significativa dado que en la península ibérica se localiza el 85% de la población Europea. El halcón peregrino también se localiza en la zona de acantilados, tanto terrestres como marinos. El búho real (*Bubo bubo*), rapaz nocturna, también se encuentra como nidificante en el macizo. Como especies rupícolas, adaptadas al medio rocoso, destacan el roquero solitario (*Monticola solitarius*) y el treparriscos (*Tichodroma muraria*), este último únicamente con presencia invernal. Finalmente, algunas especies de paseriformes características de los medios pedregosos, acabaría de componer el panorama ornitológico: curruca cabecinegra (*Sylvia melanocephala*), curruca rabilarga (*Sylvia undata*) y tarabilla común (*Saxicola torquata*). Como representantes del grupo de los mamíferos encontramos al jabalí (*Sus scrofa*), con una presencia moderada y fluctuante, el zorro (*Vulpes vulpes*), el tejón (*Meles meles*), la jineta (*Genetta genetta*) la garduña (*Martes foina*), la comadreja (*Mustela nivalis*) y la ardilla (*Sciurus vulgaris*). La poca disponibilidad de agua en el conjunto del macizo hace que la presencia de anfibios sea baja y muy localizada; en este sentido destacarían los registros de especies en las balsas artificiales: rana común (*Pelophylax perezi*) en las cotas más altas y sapo corredor (*Bufo calamita*) y ranita meridional (*Hyla meridionalis*) en las bajas. En cuanto a reptiles hay presencia en el macizo de culebra de escalera (*Rhinechis scalaris*) y las lagartijas colilarga (*Psammodromus algirus*) y ibérica (*Podarcis hispanicus*). Se han llegado a determinar hasta trece especies de quirópteros en el macizo; de estas, destacaría el murciélago de cueva (*Miniopterus schreibersii*) que encuentra en el Montgrí uno de los refugios de cría más grande de Catalunya. Esta especie está, además, catalogada como vulnerable según los listados de la UICN.

En la zona del llano, donde la diversidad de ambientes es más compleja, la presencia de fauna también responde a las peculiaridades de estos. Así, en el sector de zonas húmedas distinguimos entre las de agua dulce y las salobres. En las de agua dulce, que se incluirían los últimos reductos de humedales (Basses d'en Coll y Ter Vell), se desarrollan ambientes naturales de aguas abiertas rodeadas de cinturones de carrizo y espadaña (comunidades de Typho-Schoenoplectetum tabernamontani y Typhetum latifoliae), en las que se encuentran especies de aves zancudas como el avetorillo (*Ixobrychus minutus*) o la garza imperial (*Ardea purpurea*), propias de carrizal denso y una serie de patos y especies afines: azulón (*Anas platyrhynchos*), polla de agua (*Gallinula chloropus*) y focha (*Fulica atra*). Estas zonas dulces acogen diversas especies de anátidas Europeas que invernan en nuestras latitudes: cerceta común (*Anas crecca*) y pato cuchara (*Anas clypeata*), y las zonas de carrizo son buenos refugios para passeriformes: escribano palustre (*Emberiza schoeniclus*) y pájaro moscón (*Remiz pendulinus*). En estos ambientes son comunes peces de agua dulce con presencia de especies de influencia marina: morragute (*Liza ramada*), lisa (*Chelon labrosus*) y mújol (*Mugil cephalus*). También es destacable la presencia de la anguila (*Anguilla anguilla*). Del grupo de los anfibios, aquí se detectan sapillo pintojo (*Discoglossus pictus*), rana común (*Pelophylax perezi*), sapo corredor (*Bufo calamita*) y ranita meridional (*Hyla meridionalis*).

Por su parte, los reptiles presentes en estos ambientes dulces se centran en las tortugas: elevada presencia de la especie invasora tortuga de Florida (*Trachemys scripta*), y el autóctono (incrementado gracias al proyecto Life de reintroducción) galápago europeo (*Emys orbicularis*). También está representada la culebra de agua (*Natrix maura*). Finalmente, del grupo de los mamíferos cabe destacar la presencia, cada vez más acusada, de la nutria (*Lutra lutra*) que gracias a las diversas acciones de reintroducción en el vecino parque natural Aiguamolls de l'Empordà, está expandiéndose significativamente por toda la llanura Ampurdanesa. El jabalí (*Sus scrofa*) encuentra refugio en los densos carrizales de los humedales como los de las Basses d'en Coll. Las características de los pequeños fragmentos de zonas salobres que quedan en la zona de estudio, hace que la fauna aquí presente sea muy particular. En las lagunas salobres es fácil detectar la garceta común (*Egretta garzetta*) pescando peces adaptados a este medio como el caso de fartet (*Aphanius iberus*) y, en algunos casos, especies de origen marino como alguna de las especies de lisa o incluso algún lenguado (*Solea lascaris*).

Uno de los sectores más sensibles de la zona del Baix Ter es el litoral. En este se localizan una serie de dunas y playas en un relativo buen estado de conservación. Este medio acoge especies de aves como el chorlito patinegro (*Charadrius alexandrinus*) o de reptiles como la lagartija colilarga (*Psammotriton algirus*).

La Bahía del Ter es un refugio de aves marinas, especialmente en invierno. No es difícil en esta estación citar algunas especies como el alca (*Alca torda*), el charrán patinegro (*Sterna sandvicensis*), el somormujo lavanco (*Podiceps cristatus*), el alcatraz (*Morus bassanus*) o el cormorán grande (*Phalacrocorax carbo*). Junto con la Bahía de Roses, forma la principal zona de invernada del colimbo ártico (*Gavia ártica*) del mediterráneo occidental. En primavera y verano encontramos nidificando, en los acantilados más inaccesibles, al cormorán moñudo (*Phalacrocorax aristotelis*). La alimentación de estas especies se basa en la comunidad íctea de la Bahía, que es extensa; las especies más representativas serían las sardinillas (*Sardinella maderensis* y *Sardina pilchardus*), anjova (*Pomatomus saltator*), esfírenos (*Sphyræna sphyræna*), herrera (*Lithognathus mormyrus*), sargo común (*Diplodus sargus*), sargo imperial (*Diplodus cervinus*) y salpa (*Sarpa salpa*).

En la llanura agraria, caracterizada por un mosaico de cultivos, con predominio de los regadío, en combinación con frutales y plantaciones de plátanos y chopos, se encuentra el jabalí, que refugiado en las zonas de vegetación más densas y profunda, y en los sectores de carrizales, de noche busca recursos en estos ambientes, con la siguiente problemática para los agricultores. En los pequeños bosques, rodeados de zonas arbustivas que se encuentran atomizados por el Baix Ter, se identifican algunas especies de aves, básicamente paseriformes: carbonero común (*Parus major*), tórtola común (*Streptopelia turtur*) y arrendajo (*Garrulus glandarius*) entre otros, y reptiles como el lagarto ocelado (*Lacerta lepida*). Son buenos lugares también para encontrar serpientes; las principales son: la culebra de escalera (*Rhinechis scalaris*), culebra lisa meridional (*Coronella girondica*) y culebra bastarda (*Malpolon monspessulanus*).

En los bosques de ribera situados en los principales canales de regadío y en algunos tramos del Ter, se cobijan aves ardeidas como el caso del martinete (*Nycticorax nycticorax*) y la garza real (*Ardea cinerea*).

Uno de los cultivos dominante en la zona del Baix Ter (aprox. 500 has.) son los arrozales. Caracterizados por disponer de una ingente cantidad de agua para su crecimiento, que se produce durante la primavera y el verano, precisamente cuando los ecosistemas mediterráneos sufren déficit hídrico, acogen una buena representación de especies que corresponderían a las zonas húmedas, a las cuáles substituyen dado que estos cultivos se han situado en los antiguos humedales de la región. Durante todo el año los arrozales acogen diversas especies de fauna, especialmente aves, pero es durante el ciclo invernal, en el que los agricultores dejan inundados los campos para favorecer la presencia de avifauna (cobran unas ayudas de la Unión Europea para tal fin), cuando más presencia se detecta. Diversos ardeidos como la garcilla bueyera (*Bubulcus ibis*), garceta común (*Egretta garzetta*), anátidas y limícolas se citan durante esta estación en grandes cantidades. Fuera de la estación invernal, los arrozales y las zonas húmedas asociadas (acequias, manchas de bosque de ribera,..) acogen algunas especies de peces como el caso de la invasora

gambúsia (*Gambusia holbrooki*) o del escaso espinoso (*Gasterosteus aculeatus*). Por las acequias circulan las nutrias (*Lutra lutra*) para desplazarse y alimentarse. Finalmente, la presencia de anfibios en este medio está dominada por la ranita meridional (*Hyla meridionalis*) y el sapo corredor (*Bufo calamita*) que a finales de invierno y principios de primavera pone sus huevos en los charcos que quedan en los arrozales y que aún no han sido arados para su preparación para la siguiente temporada. En realidad, esto es una trampa ecológica para la especie ya que o bien se secan rápidamente o bien los agricultores inician el proceso del arado; a pesar que su desarrollo larvario es muy largo respecto a otros anfibios, la mayoría de veces no es suficiente en estos medios antropizados.

1.8 – Ecosistemas marinos

El Mediterráneo es uno de los mares cerrados más grandes del planeta, con unos 4.000 km de largo y unos 400 de ancho de media. Aunque solamente representa un 0.82% de la superficie oceánica total, el Mediterráneo alberga entre el 4 y el 18% de las especies marinas del mundo, por lo que está considerado un “hot spot” de biodiversidad.

Esta elevada diversidad se debe a diversos factores. Una causa es la gran variedad de situaciones climáticas e hidrológicas además de una marcada estacionalidad, que permite la concurrencia de biota de ambientes fríos, templados y subtropicales. Además, su antigua y atormentada historia geológica ha determinado grandes cambios climáticos y aislamientos que han determinado una alta especiación y una alta proporción de endemismos.

El Mediterráneo es un relicto del antiguo mar de Tethys, que en el Mesozoico (200ma) unía las dos grandes cuencas del Índico y el Pacífico. La conexión con el océano Índico se interrumpió hace 12-13ma, y se convirtió en un mar cerrado con una pequeña conexión con el océano atlántico a través del estrecho de Gibraltar. Durante el Mioceno (5.6-5.3 ma), en la llamada crisis del Mesiniense, esta comunicación se interrumpió sucesivamente, provocando aislamientos y repoblaciones sucesivas de biota procedente del Atlántico. Además, durante los cambios glaciales del Pleistoceno, la distribución latitudinal de especies Atlánticas cambió periódicamente, permitiendo su entrada a través del estrecho de Gibraltar, y una vez dentro del Mediterráneo, estas especies quedaron aisladas y evolucionaron y se diversificaron, generando una alta tasa de endemismos. El resultado de todos estos procesos es una alta diversidad de especies que se distribuyen según sus particulares requerimientos o preferencias ecológicas.

En el bentos (los organismos que viven encima de un sustrato sólido), el patrón de distribución de las especies más marcado en un gradiente vertical, ya que es a lo largo de un gradiente de profundidad donde los factores ambientales, como la disponibilidad de luz o el hidrodinamismo, varían más. Así, podemos observar diferentes comunidades dominadas por especies diferentes distribuidas en cinturones a diferentes profundidades, en lo que llamamos zonación.

Además, existen variaciones a nivel horizontal, dependiendo del tipo de sustrato, grado de exposición a las olas, corrientes o, a una escala más amplia, de la situación geográfica asociada a las condiciones oceanográficas como la productividad o la temperatura del agua.

La costa del Montgrí y las Illes Medes están situadas en la costa oriental de Catalunya, entre las poblaciones de Estarrit i l'Escala (40º 02, 55" N, 3º 13' 30" E, Catalunya, Mediterráneo NO). Esta zona se caracteriza por una relativa alta productividad, con aportes de aguas continentales a través de los ríos como el Ter o la Muga. Además, debido a la corriente geostrofica que fluye de Norte a Sud, esta zona también está influenciada por aguas ricas en nutrientes del río Roine y de los afloramientos de agua profunda ricas en nutrientes que se producen en el golfo de León. Las Illes

Medes, al estar mar adentro, están más expuestas a las corrientes que proporcionan un mayor aporte de nutrientes y organismos del plancton que contribuye todavía más a una mayor productividad. Además, la colonia de gaviotas (*Larus michaelis*) aporta una cantidad importante de nutrientes a través de sus excrementos.

Estas condiciones oceanográficas, con aguas muy ricas en nutrientes y relativamente turbias la mayor parte del año permiten la existencia de una biota abundante, así como la presencia de especies y comunidades de profundidad en zonas relativamente someras, que son raras en otras partes más oligotróficas del Mediterráneo.

Otra característica de esta zona es su compleja orografía. La costa del Montgrí i las Illes Medes, están formadas por los restos del gran carst desarrollado en el Cretácico inferior, y ha estado erosionado tanto por las aguas continentales como por el mar, hecho que explica la extrema articulación de la costa, con numerosas calas, cabos y zonas con diferentes orientaciones respecto al oleaje, y la existencia de numerosas cuevas y conductos cársticos, la mayoría de ellos actualmente sumergidos.

En términos generales, las comunidades bentónicas de la costa del Montgrí siguen los patrones generales de zonación descritos en el Mediterráneo Occidental (Figura 22). Todas estas características determinan una gran diversidad de hábitats que permiten que en esta zona relativamente pequeña estén representadas la mayoría de comunidades y especies del Mediterráneo Occidental, y sean fácilmente observables (Figuras 24 y 25).

Zona supralitoral

Es la zona que solamente está en contacto con el agua de mar a través de las olas y salpicaduras, y se caracteriza por las duras condiciones para la vida. En la mayoría de las costas del Montgrí y las Medes, y especialmente en las zonas batidas donde esta zona es más amplia, esta comunidad se caracteriza por la presencia del líquen *Verrucaria symbalana*, además de la presencia de cianofíceas endolíticas como productores primarios, y algún isópodo como *Ligia italica* o el molusco *Littorina symbalana* como organismos sésiles, y la presencia en la parte más inferior de los cirrípedos como *Chtamalus depressus*.

Las pequeñas concavidades existentes en la zona supralitoral están generalmente llenas de agua provenientes del mar y de la lluvia. Estas charcas pueden variar enormemente en sus condiciones de temperatura, salinidad, pH, concentración de oxígeno y generalmente están colonizadas por algas unicelulares y ocasionalmente por algún copépodo, además de insectos como *Ochthebius quadricollis* o el mosquito *Aedes mariaae*.

Zona Mediolitoral

Es la zona que queda entre las mareas. Debido a que el Mar Mediterráneo es un mar sin mareas, la zona mediolitoral está delimitada por la interfase entre el aire y el agua, siendo más amplia en las zonas batidas por las olas. Las comunidades de esta zona varían mucho según su grado de exposición.

El horizonte superior está dominado por cirrípedos (*Chtamalus stellatus* y *C. montagui*) que, en algunos sitios pueden recubrir completamente el sustrato. Las algas superiores son escasas, y como productores primarios dominan las cianofíceas, que pueden ser abundantes. Como fauna sésil encontramos moluscos gasterópodos como las lapas (*Patella rustica*) o los conos (*Monodonta turbinata*).

En las zonas calmadas (en la parte Sur de las Illes Medes y zonas encalmadas del Montgrí), la parte inferior de la zona mediolitoral está dominada por algas generalmente adaptadas a medios ricos en nutrientes, como los rodófitos *Bangia atropurpurea*, *Ribularia mesenterica*, *Polisiphonia sertularioides*, los feófitos *Ralfsia verrucosa* o *Nemoderma tingitanum*, o, en zonas con mucho aporte de nutrientes procedentes de la colonia de gaviotas, clorófitos como *Ulva rigida*.

Pero la comunidad más frecuente en esta zona es el horizonte formado por el alga *Lithophyllum vissoides*, que se encuentra en las zonas expuestas al oleaje. Esta alga coralinácea al crecer incorpora carbonato cálcico y puede formar estructuras que se desarrollan horizontalmente y que en algunos puntos puede tener hasta un metro de anchura. Esta estructura, llamada “trottoir” o turo, tiene una estructura esponjosa con infinidad de cavidades en la que vive una gran diversidad de organismos desde algas hasta moluscos, poliquetos, crustáceos, nidarios, briozoos o equinodermos.

Zona infralitoral

Es la zona permanentemente cubierta de agua y que se extiende en profundidad hasta el límite de distribución de las algas fotófilas y fanerógamas. La composición específica de esta zona varía notablemente dependiendo del tipo de sustrato, o el grado de hidrodinamismo.

En la parte más superficial, donde el trottoir no es la comunidad dominante, se desarrolla un horizonte del alga *Cystoseira mediterranea*, con un crecimiento estacional, formando una comunidad muy densa y rica en especies asociadas. En zonas más calmadas, esta especie es sustituida por otras, como *Cystoseira compressa*, *Padina pavonica*, *Halopteris scoparia*.

Las comunidades sumergidas de la zona infralitoral están dominadas por comunidades de algas fotófilas (excepto en cuevas, o paredes verticales o extraplomos que no reciben luz y están dominados por animales). Las comunidades algales se estructuran en varias capas, con algas arborescentes que estructuran el paisaje, algas epífitas que viven fijadas encima, algas que forman un sotobosque, y algas coralináceas que recubren el sustrato en la parte basal.

La fracción animal es también muy abundante y diversa, y se distribuye según su tamaño y movilidad. En términos generales, encontramos fauna sésil fijada sobre el sustrato o sobre las algas, microfauna vágil que vive entre el sotobosque, o macrofauna que se mueve sobre el sustrato o nadando, como es el caso de la mayoría de peces.

En zonas calmadas de sustrato arenoso, en la parte Sur de las Illes Medes, o en algunas calas de la costa del Montgrí, se desarrollan comunidades dominadas por la fanerógama *Posidonia oceánica*. Esta planta forma un tapiz regular de hojas y rizomas que estabiliza el sustrato y permite la existencia de numerosa fauna y flora asociada.

Zona circalitoral

Se extiende desde el límite de los vegetales fotófilos hasta el límite inferior incompatible con la vida vegetal. Sobre comunidades de fondo blando, se desarrollan las comunidades denominadas de detrítico, caracterizadas por ser fondos de arena o grava con numerosos restos de conchas, con una flora poco abundante, y una fauna mayoritariamente filtradora y detritívora.

Sobre comunidades de sustrato rocoso, domina la denominada comunidad del coralígeno. Esta comunidad está dominada en su estrato basal por algas coralináceas que pueden formar estructuras muy potentes y que están pobladas por una gran cantidad de organismos en su superficie y sus intersticios. En zonas expuestas a corrientes, este coralígeno puede estar cubierto de gorgonias, que pueden formar bosques muy densos.

Esta comunidad es especialmente abundante en esta área. En la costa del Montgrí, se desarrollan plataformas de coralígeno que ocupan grandes extensiones, siendo uno de los puntos de la costa catalana donde ésta comunidad está más bien representada. En las Illes Medes, además, se encuentran grandes paredes verticales de coralígeno con gorgonia roja (*Paramuricea clavata*), siendo uno de los puntos en el Mediterráneo donde esta comunidad está tan bien representada y de tan fácil observación, ya que, debido a las particulares condiciones oceanográficas de la zona, se pueden observar a partir de 15 metros de profundidad.

Otras comunidades de la zona circalitoral que están muy bien representadas en esta zona son las comunidades existentes en las cuevas y túneles que, debido a su naturaleza calcárea, son muy

abundantes en la costa del Montgrí. Estas comunidades, al ser totalmente oscuras carecen de poblamiento vegetal, y dominan las especies de animales filtradores, principalmente del grupo de las esponjas.

La ictiofauna de las comunidades infralitorales de la costa del Montgrí y de las Illes Medes es muy rica y diversa, y se pueden encontrar la mayoría de especies del Mediterráneo Occidental. Según su posición sobre el fondo y la forma cómo utilizan el hábitat, se podrían agrupar en seis grupos (Figura 25).

Las especies más abundantes y fácilmente observables son las los grupos 3 y 5, entre los que destacan, por su densidad, biomasa y papel ecológico como depredadores, los espáridos *Diplodus sargus*, *Diplodus vulgaris*, *Diplodus puntazzo*. También son abundantes y muy importantes el herbívoro *Sarpa salpa*, y los pequeños lábridos *Coris julis*, *Symphodus tinca*, *Serranus cabrilla* (Tabla 5). Ocasionalmente, especies pelágicas, como algunos túnidos, pueden observarse en aguas cerca a la costa del Montgrí y las Medas.

Los mamíferos marinos también son presentes, básicamente con la presencia del delfín mular (*Tursiops truncatus*), que tiene poblaciones estables en la costa catalana y visita periódicamente las aguas del Montgrí y las Illes Medes para alimentarse.

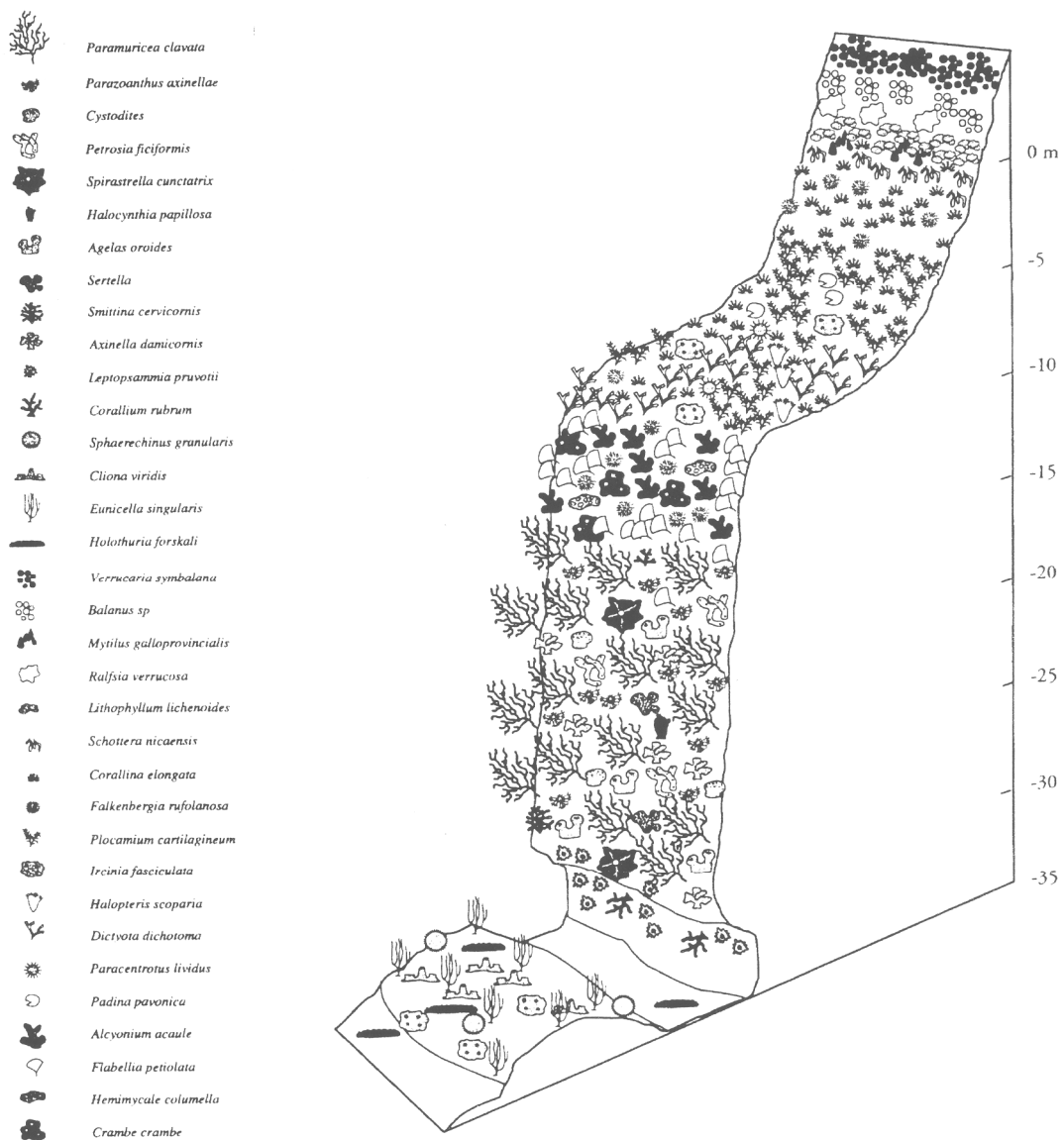


Figura 22- Vista esquemática de la zonación vertical en les Illes Medes. De Ballesteros i Zabala, 1993)

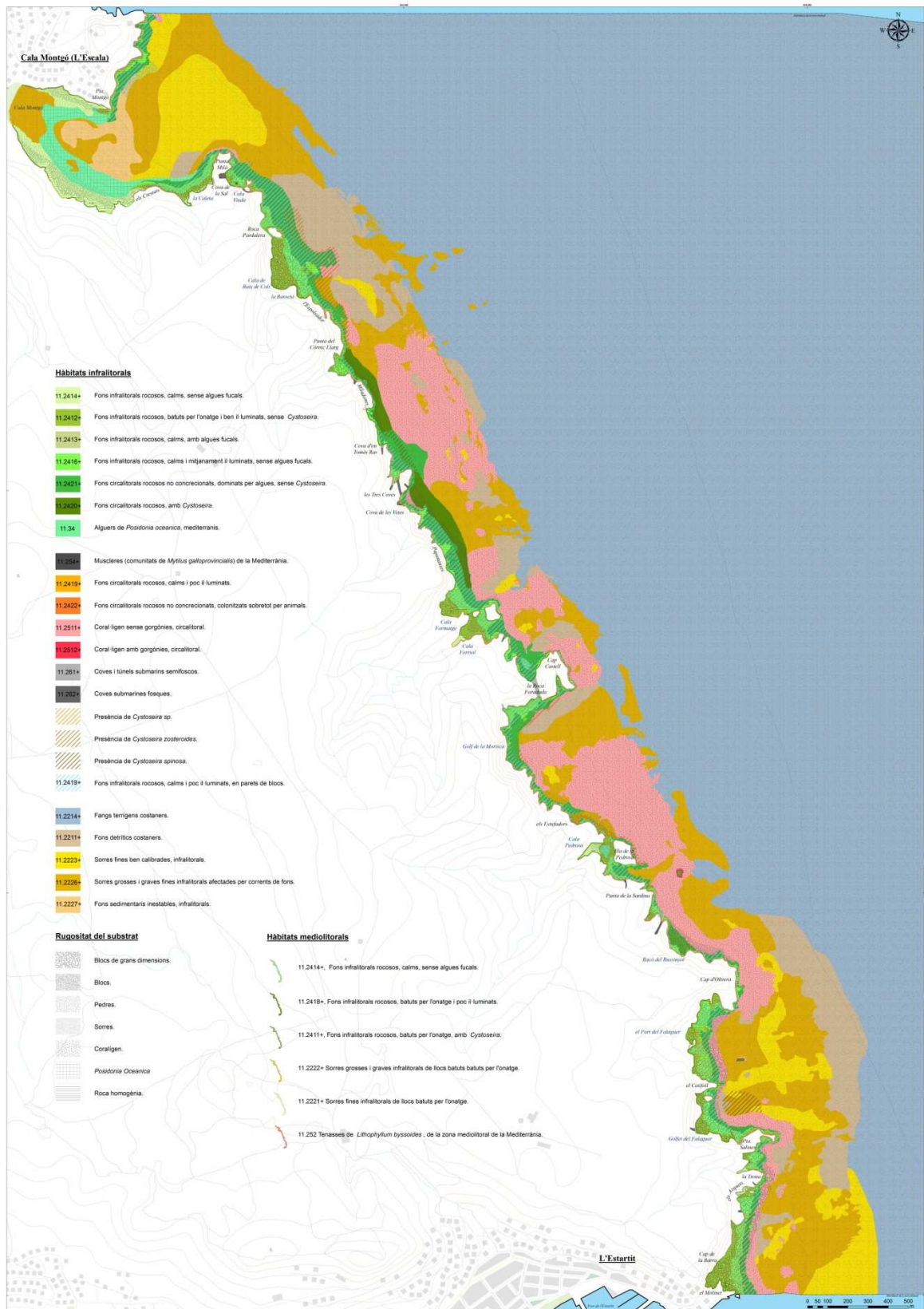


Figura 23- Mapa bionòmic de la costa del Montgrí. De Hereu et al., 2010.

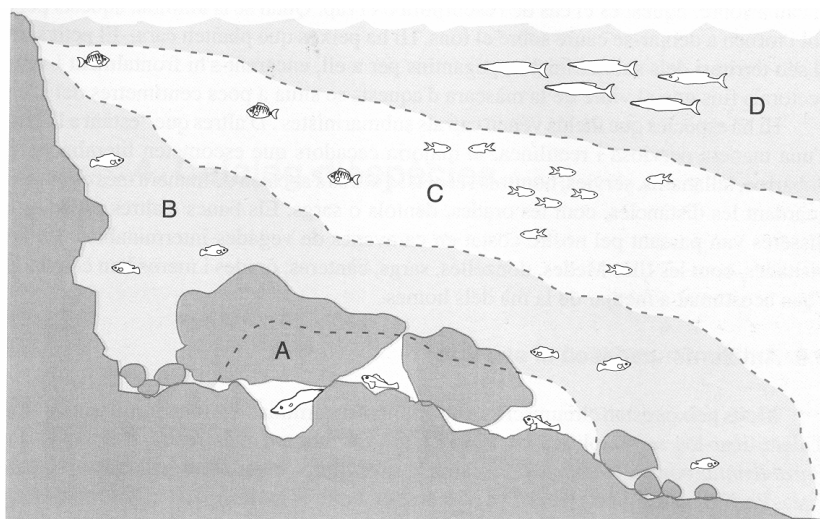


Figura 25- Las 6 categorías espaciales que integran la comunidad de peces litorales sobre sustrato rocoso (Según Harmelin, 1987; redibujadas por Jordi Corbera et al 1992).

Tabla 5- Las 6 categorías espaciales que integran la comunidad de peces litorales sobre sustrato rocoso en el Mediterráneo, y las especies más frecuentes en la costa del Montgrí i las Illes Medes.

Categoría	Posición sobre el fondo	Especies principales
1	En aguas libres	Centracanthidae: <i>Spicara ssp.</i> ; Sparidae: <i>Boops boops</i> , <i>Oblada melanura</i> ; Mugilidae: <i>Mugil sp.</i> ; Carangidae: <i>seriola dumerili</i> ; Serranidae: <i>Dicentrarchus labrax</i>
2	Sedentarios que viven en bancos en la columna de agua	Pomacentridae: <i>Chromis chromis</i> ; Serranidae: <i>Anthias anthias</i>
3	Necto-bentónicos con desplazamientos verticales moderados	Sparidae: <i>Diplodus annularis</i> , <i>Diplodus cervinus</i> , <i>Diplodus puntazzo</i> , <i>Diplodus sargus</i> , <i>Diplodus vulgaris</i> , <i>Dentex dentex</i>
4	Necto-bentónicos con desplazamientos verticales bajos	Mullidae: <i>Mullus surmuletus</i>
5	Necto-bentónicos con desplazamientos poco importantes	Serranidae: <i>Serranus cabrilla</i> , <i>Serranus scriba</i> , <i>Epinephelus marginatus</i> ; Sciaenidae: <i>Sciaena umbra</i>
6	Necto-bentónicos muy sedentarios	Labridae: <i>Coris julis</i> , <i>Ctenolabrus rupestris</i> , <i>Labrus bimaculatus</i> , <i>Labrus merula</i> , <i>Labrus viridis</i> , <i>Symphodus cinereus</i> , <i>Symphodus doderleini</i> , <i>Symphodus mediterraneus</i> , <i>Symphodus melanocercus</i> , <i>Symphodus ocellatus</i> , <i>Symphodus roissali</i> , <i>Symphodus rostratus</i> , <i>Symphodus tinca</i> , <i>Thalassoma pavo</i> ; Scorpaenidae: <i>Scorpaena porcus</i> , <i>Scorpaena scrofa</i> , <i>Scorpaena notata</i> ; Gobiidae: <i>Gobius bucchichi</i> ; Blenniidae: <i>Parablennius gattourgine</i> , <i>Parablennius incognitus</i> , <i>Parablennius pilicornis</i> , <i>Parablennius rouxi</i> ; Tripterygiidae: <i>Tripterygion spp.</i> Congridae: <i>Conger conger</i> ; Muraenidae: <i>Muraena helena</i> ; Gadidae: <i>Phycis phycis</i>

1.9- Aspectos socio-económicos

El término municipal de Torroella de Montgrí, está situado en la comarca del Baix Empordà, en el centro de la Costa Brava. Es un municipio de una gran extensión territorial formado por varios núcleos de población de los cuales, los más importantes son Torroella de Montgrí, L'Estartit, parte de la playa de Montgó y los grupos de casas de Sobrestany y la Bolleria.

Las principales características físicas del municipio son:

Superficie término municipal	6.634 Ha.	
Suelo urbano	34,9 Ha.	5,2%
Suelo urbanizable	27,6 Ha.	4,2%
Zona industrial	1,33 Ha.	0,2%
Suelo rústico	6.000 Ha.	90,4%

Buena parte del término municipal ha quedado incluido en el Parc Natural del Montgrí, Illes Medes i Baix Ter, aprobado en Julio de 2010, al cual aporta el 68% de su superficie total que es de 8.192 hectáreas: (23% marina y 77% terrestre)

Población

La población del municipio ha tenido un crecimiento continuado, superior a la media de la comarca y de Cataluña. Actualmente cuenta con 11.000 habitantes, de los que 3.400 residen en el núcleo de L'Estartit. Se trata de un crecimiento que se ha repartido de forma bastante equilibrada entre los dos principales núcleos de población. Las buenas expectativas económicas hasta el inicio de la actual crisis y la concentración y mejora de algunos servicios, han atraído hacia el municipio población de los pueblos del entorno, del resto de Cataluña, de algunos países europeos y sobretodo, del resto del estado español (al inicio del desarrollo turístico) y en estos últimos años, del norte de África, América Latina y países del Este de Europa.

Actividad económica

Tabla 6- Valor añadido bruto en %. Datos año 2006. Fuente: IDESCAT

	Agricultura	Industria	Construcción	Servicios	Total
Municipio	0,8	7,6	14,8	76,7	100
Comarca	1,6	11,2	19,4	67,8	100

Por sectores económicos, la actividad más importante recae en el sector servicios –que incluye la actividad turística- seguido de la construcción.

La agricultura, aunque tiene una participación pequeña en el conjunto de la producción, se ha mantenido estable y ha demostrado una fortaleza que se explica por su alto nivel de competitividad. Hay que tener presente que Torroella de Montgrí es un municipio que mantiene un censo agrario bastante elevado. Históricamente, este sector había tenido un peso determinante en la actividad económica del municipio, conjuntamente con el sector comercial, al ser centro de aprovisionamiento para los núcleos rurales que configuran la zona del Baix Ter.

La industria ha tenido poca presencia en el municipio y su entorno inmediato y se ha centrado en las actividades relacionadas con el sector de la construcción así como en la fabricación de envases y embalajes plásticos.

El sector comercial continúa teniendo una presencia muy importante, muy vinculado al sector turístico y de la construcción. Es de destacar también la existencia de estructuras de almacenaje y comercialización vinculadas al sector agrícola, a través de la Cooperativa frutícola Costa Brava.

En L'Estartit la actividad pesquera mantiene una pequeña flota de carácter artesanal, con barcas de pequeño calado.

En cuanto al paro registrado, la media del año 2010 fue de 752 personas y se centraba principalmente en el sector de la construcción y en el turístico, fuera de la temporada convencional.

Actividad turística

A partir de los años 60, el gran desarrollo socioeconómico del municipio ha venido impulsado por la actividad turística. En los primeros años, el crecimiento se centró en la creación de una planta hotelera y establecimientos comerciales y de entretenimiento, para una demanda turística canalizada a través de operadores internacionales, principalmente del Reino Unido.

A partir de los años 80 y con la mejora de las comunicaciones en toda Europa, el turismo de camping tomó un impulso muy importante en el municipio y en estos momentos, representa una de las principales ofertas de la Costa Brava.

En esta misma época, creció la oferta de segundas residencias en urbanizaciones, a veces situadas en segunda línea de mar y también la construcción de apartamentos turísticos y residenciales, en las zonas de expansión urbana de L'Estartit.

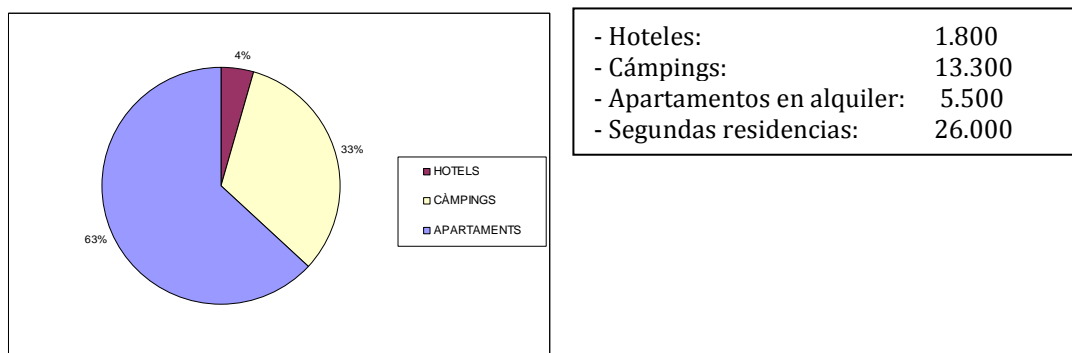


Figura 26- Plazas en alojamientos turísticos. Año 2009

A partir de finales de los 80, se empieza a diseñar un cambio en el modelo turístico basado en la planificación urbana y la valorización de los recursos endógenos del territorio. En esta línea, además de los dos Planes de Ordenación Urbana, la creación del Área Protegida de las Islas Medas en L'Estartit y la creación de equipamientos culturales (Museu de la Mediterrània) conjuntamente con la organización del Festival Internacional de Música, son algunos de los puntales de este cambio de modelo, en el cual el nuevo Parque Natural del Montgrí, Illes Medes i Baix Ter será un nuevo estímulo para su consolidación.

2- Diagnosis

Introducción general

El ámbito del Baix Ter corresponde a una extensa llanura articulada a través del río Ter configurada por un mosaico de ambientes diferenciados: zonas húmedas, cultivos de secano y regadío, dunas litorales y continentales, montañas e islas calcáreas y pequeños bosques esclerófilos. Es el resultado del equilibrio entre tierra, mar y agua dulce. La interacción milenaria de estos tres elementos ha configurado la orografía, el paisaje, la riqueza ecológica y la riqueza de recursos de esta página. La mayor o menor importancia de cada uno de estos elementos da lugar a diversos tipos de ambientes, más o menos salobres, de inundación más o menos permanentes, y explica la diversidad ecológica y paisajística de la zona. La acumulación de materiales aportados por el río ha dado lugar a una llanura agrícola muy fértil, con una amplia extensión de regadíos, gracias al tipo de sustrato ya la proximidad del agua, ya sea la superficial del río o la subterránea de los acuíferos. En zonas de cota deprimida, donde la frecuencia de la inundación ha dificultado el uso agrícola, se han conservado zonas húmedas, permanentes y temporarias, que conservan una fauna y flora de gran valor ecológico, que antiguamente era mucho más extensa, pero que actualmente está francamente reducida, debido a las sucesivas desecaciones causadas por el hombre. Estas zonas húmedas pueden ser más salobres, a consecuencia de la influencia marina, o de agua más dulce, si las aportaciones son básicamente de origen fluvial.

Hidrosfera

La hidrosfera es una de las geoesferas que presenta un mayor grado de vulnerabilidad frente a la presión antrópica. Esta vulnerabilidad de los recursos hídricos se refiere tanto a la disponibilidad del recurso como de su calidad, elementos éstos, necesarios para preservar el equilibrio ecológico de un sistema.

En el caso de los recursos hídricos de carácter superficial el análisis temporal de la variabilidad del régimen de aportaciones de los cursos superficiales permite valorar el estado cuantitativo de estos recursos. Por el contrario, en el caso de los recursos hídricos de carácter subterráneo este análisis es más complejo. Para controlar el flujo de las aguas subterráneas es necesario tener un adecuado conocimiento tanto de la geometría de las formaciones hidrogeológicas como de la evolución temporal de los niveles piezométricos.

Desde el punto de vista de la calidad de los recursos hídricos la caracterización hidroquímica de las aguas subterráneas y superficiales es fundamental para entender el funcionamiento hidráulico del sistema y las presiones antrópicas a las cuales se encuentra sometido el medio hidrogeológico.

Se trata de caracterizar químicamente las aguas en relación al fondo hidroquímico (desde el punto de vista de los elementos mayoritarios, minoritarios y trazas) adquirido como consecuencia de la interacción agua-roca. Así como caracterizar las modificaciones químicas de las aguas como consecuencia de la presencia de episodios de contaminación que se dan a lo largo del territorio.

Para llevar a cabo la caracterización hidroquímica se establecerán las principales facies hidroquímicas de las principales formaciones hidrogeológicas y se analizará la presencia de contaminantes en las aguas subterráneas (nitratos, nitritos, amonio, fosfatos, pesticidas, etc.) en relación a los principales usos del suelo.

Ésta caracterización también ha de permitir establecer algunos de los mecanismos de transporte reactivo que afectan a los solutos y que hay que tener en cuenta a la hora de gestionar los recursos hídricos. De hecho la integración de datos hidrodinámicos y hidroquímicos permitirá no sólo conocer las principales dinámicas de incorporación de los contaminantes al medio sino también

permitirá obtener información de la vulnerabilidad de dicho medio frente a potenciales episodios de contaminación futuros.

Los principales objetivos en la diagnosis del sistema desde el punto de vista hidrogeológico son:

- Identificar las formaciones hidrogeológicas de baja, media y alta conductividad hidráulica para conocer los principales acuíferos de la zona.
- Establecer la vulnerabilidad intrínseca de cada una de las formaciones hidrogeológicas identificadas y el riesgo de presentar contaminación como consecuencia de la presión antrópica que se ejerce sobre el sistema.
- Estudiar las problemáticas que afectan a los recursos hídricos desde el punto de vista cuantitativo y cualitativo.
- Analizar las interrelaciones entre los recursos hídricos superficiales y subterráneos para mejorar su gestión.

La metodología a seguir para poder alcanzar los objetivos planteados consiste en realizar, observaciones de campo, medidas *in situ* de parámetros físico-químicos y muestreo de aguas para su posterior análisis en el laboratorio.

En cada una de las paradas realizadas se identificarán:

- Formaciones hidrogeológicas que se están estudiando e interrelaciones entre masas de aguas superficiales y subterráneas.
- Las presiones antrópicas o naturales a las cuales se encuentran sometidas las masas de agua.
- Evaluación del estado cuantitativo y cualitativo de los recursos hídricos a partir de medidas *in situ* de parámetros físico-químicos y del análisis semicuantitativo de las aguas en el laboratorio.

Una vez realizadas todas las observaciones de campo y analizadas las aguas se llevará a cabo la diagnosis del estado cuantitativo y cualitativo de los recursos hídricos de cada uno de los ambientes estudiados.

Suelo

La observación del entorno pasa necesariamente por la observación del suelo y evidentemente, por el análisis de la influencia de todos aquellos factores que puedan condicionar su formación y evolución (material geológico, relieve, vegetación, acción antrópica...). Precisamente por esto, para poder iniciar el estudio del suelo hace falta disponer y analizar la información básica contenida en los mapas geológicos, de vegetación, topográficos, de usos, etc., con el fin de localizar aquellos lugares que se diferencien en algunos de estos factores con posible incidencia sobre la formación y/o evolución del suelo. Posteriormente, hace falta seleccionar aquellos posibles emplazamientos que sobre el papel permitan desarrollar suelos diferentes, y diseñar un itinerario o recorrido donde poder hacer las observaciones necesarias por constatar si aquellos factores han tenido o no la incidencia esperada en el suelo.

Otro aspecto a considerar es el tipo de estudio u observación que hace falta realizar en el campo para poder comprobar el tipo de suelo que se ha desarrollado y las posibles diferencias que presenta respecto a otros. En este sentido, hace falta sobre todo analizar la diferenciación edáfica, es decir el conjunto de horizontes que presenta su perfil (mínima superficie que manifiesta los cambios en las propiedades del suelo, desde la superficie del suelo hasta encontrar el material geológico sobre el cual se ha desarrollado). Además hace falta analizar las características generales del entorno y las características genéticas y de diagnóstico que presenta cada uno de los horizontes, considerando tanto las físicas, como las químicas y las biológicas. Lo indispensable es poder reconocer el material geológico del cual deriva, la vegetación que se ha desarrollado y la posición en relación con el relieve, así como determinadas características de los horizontes como su profundidad, la presencia o no de materia orgánica, la actividad biológica, el color, la textura, el

grado de alteración (relacionable con textura y color), la presencia de carbonatos y otras sales solubles, etc. Además, en el caso de los suelos desarrollados en condiciones de hidromorfía es especialmente interesante observar los efectos de la anerobiosis sobre determinados sistemas redox. Así, hace falta ver cómo es la evolución de la materia orgánica, la del sistema Fe^{3+}/Fe^{2+} , la del SO_4^{2-}/S^{2-} , la del Mn^{4+}/Mn^{2+} , o la del $NO_3^-/NO_2^-/N_2$ y consecuentemente, los particulares cambios morfológicos que experimentan los horizontes de estos suelos. Por ejemplo puede observarse el particular desarrollo del suelo de abajo hacia arriba por acumulación de materia orgánica, cambios de color por redistribución del hierro, o por la reducción de los sulfatos, y liberación de nitrógeno gas como consecuencia de la denitrificación.

Una vez observadas las propiedades es necesario intentar denominar los horizontes y explicar la génesis del suelo y, si se puede, identificar el tipo, es decir dar su clasificación. Evidentemente hace falta evaluar el factor o factores que son responsables de la formación y evolución de estos suelos y consecuentemente establecer y justificar las diferencias entre los suelos observados en base a los factores ambientales o antrópicos que han podido condicionar su génesis. Es también conveniente en estos tipos de suelos, ver la correlación existente entre el tipo de suelo o sus características, y la vegetación que soporta, particularmente por la presencia de sales solubles, o los efectos de determinada vegetación (carrizo) en las condiciones redox del suelo pese a las condiciones de hidromorfía. Otro aspecto interesante es plantearse cuáles son las capacidades de uso potencial que tienen en relación al crecimiento vegetativo (profundidad, fertilidad, retención hídrica, etc.) y sobre todo, como es capaz de responder cada uno de los suelos observados frente a determinadas situaciones. Por ejemplo cuál será su evolución en caso de utilizarse como suelo agrícola (arado, aterrazado, compactación,...) o incluso qué pasaría si fuera objeto de un vertido accidental o incontrolado de sustancias o residuos tóxicos (capacidad autodepuradora, bloqueo, transporte de contaminantes...).

Finalmente, en base a todas estas consideraciones, se puede hacer un diagnóstico de la calidad o valía del suelo para diferentes usos (natural, agrícola, urbano, d'recreo...) y si este uso es el que se le ha reservado en la ordenación del territorio actual o, por el contrario, es inadecuado por sus características. Evidentemente, se debería proponer cuál debería ser la gestión (actuaciones de protección y/o mejora) para mantener y mejorar si hace falta, las condiciones del suelo que lo hacen más apto para su mejor uso. Esto es especialmente interesante cuando un mismo territorio soporta varios usos, como la agricultura del arroz, la caza, espacio protegido, etc. En la zona de Les Basses d'en Coll (Pals), puesto que hay interacciones muy interesantes, no siempre beneficiosas y difíciles de solucionar.

Desde un punto de vista edáfico, en la zona estudiada podemos diferenciar entre los suelos de zona montañosa, los de pie de monte, de llanura aluvial, de marismas, de dunas, y de zonas con fuerte influencia antrópica.

Así, en las zonas de montaña como el macizo del Montgrí, la orografía, caracterizada por fuertes pendientes es el factor más determinante en la evolución de los suelos, ya que los escasos materiales formados por la débil alteración de la roca caliza (predominantemente química) como consecuencia del clima suave y poco agresivo de la zona, son movilizados y redistribuidos por la ladera, generando suelos poco profundos, con escasa diferenciación edáfica. En general suelen formarse suelos con perfiles (O)AR de tipo Entisol (según USDA, 2010) o Leptosol (según FAO-UNESCO, 2007). La presencia de horizontes orgánicos de materia residual O es ocasional y con escasa profundidad, dependiendo de la pendiente y también del tipo y densidad de vegetación. Suelen ser suelos con escasa materia orgánica, poco estructurados, poco fértiles y por lo tanto poco productivos.

En las zonas de ladera con pendientes más favorables para la estabilización de los materiales formados "in situ" por la alteración, e incluso de los movilizados de cotas superiores, y de manera especial en las zonas de pie de monte, pueden originarse suelos más profundos e incluso con mayor diferenciación edáfica, caracterizados por perfiles de tipo (O)A(Bw)C(R) más evolucionados. En estos suelos pueden observarse horizontes C e incluso Bw de moderado grosor, como consecuencia de la alteración física de la roca que se fragmenta y química de los materiales ya fragmentados, respectivamente, y su posterior permanencia en la zona gracias a la escasa o nula erosión que sufren. La roca puede no aparecer a profundidades moderadas. Este tipo de suelos son también Entisols (USDA) o Leptosol (FAO), a menos

que presenten horizontes de tipo Bw, en cuyo caso se clasifican como Inceptisols (USDA) o Cambisols (FAO), caracterizados por una mayor fertilidad y capacidad productiva.

La llanura del Baix Empordà se caracteriza por estar constituida por materiales sedimentarios aportados por los ríos, es decir de tipo aluvial. Al ser depósitos más profundos de materiales no consolidados, de texturas más finas, con mayor grado de alteración y en presencia de agua freática a escasa profundidad por la presencia del río, permiten un buen desarrollo radicular de los vegetales y elevada producción de biomasa. Los suelos que se desarrollan en este caso suelen ser suelos profundos con perfiles ApBwC, tipo Inceptisol (USDA) o Cambisol (FAO), fértiles y con notable vocación agrícola. De hecho, la práctica agrícola, con sus operaciones periódicas de labrado, homogeneiza los horizontes superficiales más o menos ricos en materia orgánica, reduciéndolos a un solo A con una profundidad determinada por la del laboreo. Estos suelos pueden sufrir inundaciones periódicas en las que el río deposita nuevos materiales que se superponen a los ya existentes generando suelos con distintos horizontes C o incluso diversas fases evolutivas (ABwC1C2 o incluso ABwC2A2C,...) sin dejar de ser Inceptisols (USDA) o Cambisols (FAO), sin embargo, también podemos encontrar suelos sin el Bw y por lo tanto de tipo Entisol (USDA) o Fluvisol (FAO) por desarrollarse sobre aportes fluviales.

Una parte de los suelos aluviales de la llanura se caracterizan por tener una capa freática de agua libre muy próxima a la superficie y un drenaje obstaculizado por la presencia de materiales aportados por el mar y la presión ejercida por la intrusión marina. Consecuentemente, estos suelos son susceptibles de sufrir inundaciones temporales o incluso permanentes, constituyendo zonas de marisma o humedales como la del Ter vell. En estos casos, los suelos no suelen desarrollar el horizonte Bw y en cambio, si suelen presentar alternancia de horizontes C, generados por los diversos materiales aportados por inundaciones periódicas, y horizontes, normalmente de tipo A desarrollados sobre ellos por lo que la materia orgánica presenta una distribución heterogénea en profundidad. Es de destacar también que la presencia de agua permanente en una parte o en todo el perfil del suelo, da lugar por falta de oxígeno disuelto, a fenómenos redox (de oxidación-reducción) que pueden afectar a determinados constituyentes del suelo como el hierro, el manganeso y otras sales como los sulfatos aportados por el mar. Como consecuencia de ello, puede observarse la presencia de manchas de colores diversos (ocre-rojizo y gris-negruzco fundamentalmente) distribuidos heterogéneamente en el perfil, fruto de la redistribución de dichos constituyentes. Los horizontes cuya morfología resulta afectada por estos fenómenos se identifican mediante el subíndice g, por lo que los perfiles suelen ser de tipo ACg2Ag2Cg...Este tipo de suelos, por falta de oxigenación y presencia de compuestos reducidos de carácter tóxico, no permiten mas que el desarrollo de vegetación adaptada como en el caso del carrizo, cuyos rizomas le permiten oxigenar el suelo a partir del aire de la atmósfera. Siguen siendo suelos de tipo Entisol (USDA) o Gleysols por carecer de horizonte Bw y presentar fenómenos de reducción de hierro y otras sustancias.

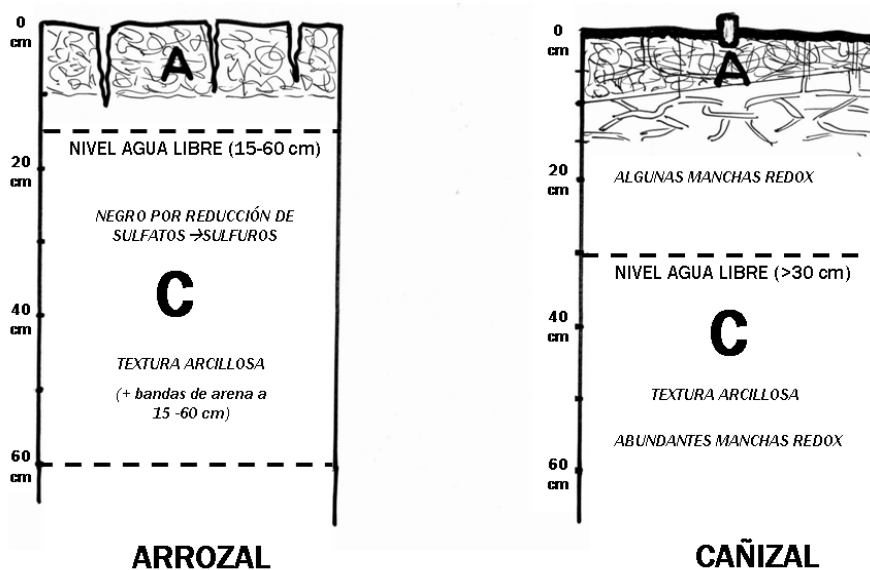


Figura 29- Tipos de perfil de suelos en zonas de arrozal y cañizal.

En la zona considerada, podemos también encontrar dunas de origen marino y continental. En el cordón de dunas marinas presentes en el litoral, la movilidad de sus arenas no permite la formación de horizontes O y A imprescindibles para poder considerar la presencia de suelo, mientras que en las dunas de origen continental de la zona del “Coll de la Sorra”, la actuación antrópica lo ha hecho posible. La plantación de vegetación ha estabilizado las dunas lo suficiente para desarrollar un O de materia orgánica residual, i en ocasiones un delgadísimo A sobre la arena estabilizada. Los perfiles de estos suelos son O(A)C y corresponden a Entisols (USDA) o Arenosols (FAO).

Finalmente, deben ser considerados los suelos con elevada influencia antrópica, ya sea por cultivos como el arroz que modifica la morfología del suelo según la época del año, y de aquellos que pueden llegar a estar contaminados como consecuencia de prácticas más agresivas como la caza. Este tipo de situaciones se dan en la zona de “Les Basses d’en Coll” donde coexisten arrozales donde se practica también la caza, con un humedal protegido para anidamiento de aves, y una laguna de uso recreativo para unas instalaciones de camping existentes. En estos casos los suelos son los descritos para las zonas de marisma salvo que el uso de agroquímicos y la munición utilizada para la caza, contaminan el suelo y los sedimentos de la laguna, con la presencia de elementos potencialmente tóxicos como el plomo, de elevada incidencia en la salud de las aves. Por otro lado, las exigencias del cultivo del arroz generan espectaculares coloraciones negruzcas en todo el perfil debido a los fenómenos de reducción que, tras su recolección, dejan paso a colores blanquecinos en superficie y presencia de numerosas y considerables grietas como consecuencia de la paulatina desecación de las arcillas presentes en este tipo de suelos.

Fauna i Flora

Más allá de la dinámica propia de la vegetación, que es el proceso por el cual las comunidades vegetales de un determinado lugar se van sucediendo a lo largo del tiempo hasta llegar a la comunidad clímax, el poblamiento vegetal del territorio también cambia debido a otros factores naturales, pero sobre todo antrópicos. Los cambios en los usos del suelo constituyen uno de los parámetros clave para comprender las causas de las variaciones históricas de la vegetación de cualquier espacio. En el Baix Ter, un territorio fuertemente humanizado desde muy antiguo, la vegetación actual también es fruto de la interacción entre los procesos naturales y antrópicos durante todo este tiempo. Pero ha estado en el último siglo cuando se han sucedido algunas de las transformaciones con más repercusión sobre los diferentes sistemas naturales de la llanura y de la costa: la homogeneización del paisaje agrario con los cultivos intensivos y el aprovechamiento turístico del litoral. Estas transformaciones en los sistemas naturales también tienen su reflejo en las comunidades faunísticas, que se acaban adaptando a las condiciones ambientales que el medio ofrece.

Como consecuencia del cambio ambiental global, el incremento de plantas exóticas en los sistemas naturales mediterráneos también tiene su reflejo en la zona del Baix Ter. Un estudio de detalle de la flora y vegetación de este territorio, claramente dominado por especies pluregionales (casi un 50% de la flora), mostró un 8,5% de especies alóctonas. En la tabla siguiente se relacionan las más significativas.

Tabla 7- Relación de las especies alóctonas y sus características detectadas en la zona del Baix Ter.

Nombre científico	Familia	Origen	Forma vital	Mecanismo de introducción local	Hábitat	Distribución local
<i>Cortaderia selloana</i>	Poaceae	América S	Hemicriptófito 2-4 m	A partir de plantas cultivadas en jardinería	Vías de comunicación, caminos, cultivos	Muy frecuente en toda la zona
<i>Carpobrotus edulis</i>	Aizoaceae	África S	Camélito suculento 0,2-0,4 m	A partir de plantas cultivadas en jardinería	Arenas y ambientes alterados	Muy frecuente en toda la zona litoral
<i>Lonicera japonica</i>	Caprifoliaceae	Asia E	Liana 1-5 m	A partir de plantas cultivadas en jardinería	Terrenos alterados	Frecuente en toda la zona litoral
<i>Arundo donax</i>	Poaceae	Asia	Fanerófito 2-5 m	Extendido desde la zona agrícola	Márgenes de cultivos y de cursos fluviales	Muy frecuente en toda la zona
<i>Amorpha fruticosa</i>	Papilionaceae	América N	Fanerófito 1-5 m	Desconocido	Formaciones riparias de cursos fluviales	Poco frecuente; presente en las Basses d'en Coll y desembocadura del río Daró
<i>Senecio inaequidens</i>	Asteraceae	África S	Camélito 0,5-1 m	Dispersión propia/accidental desde territorios próximos	Terrenos abiertos, frecuentemente arenosos	Frecuente en toda la zona
<i>Gleditsia triacanthos</i>	Papilionaceae	América N	Fanerófito 3-10 m	Desconocido	Bosques riparios	Poco frecuente; presente en la zona de Mas Pinell

Ecosistemas marinos

Debido a una serie de impactos antrópicos directos, como la sobrepesca, destrucción del hábitat, eutrofización o contaminación, o indirectos, como la introducción de especies o el cambio climático, los ecosistemas marinos han sufrido una fuerte degradación. Estas perturbaciones han provocado una fuerte pérdida de diversidad tanto de especies como de hábitats, así como una pérdida de los servicios que nos prestan estos ecosistemas.

El Mediterráneo, al ser un mar cerrado, y que ha estado habitado y explotado durante muchos siglos ha sufrido especialmente estas perturbaciones. Frente a estas amenazas, se han desarrollado herramientas para mitigar los cambios. Uno de los primeros retos es detectar y prevenir los cambios producidos en los ecosistemas. A través de una mejora del conocimiento de la dinámica de las comunidades y los procesos que las regulan, y una monitorización efectiva a través de especies y ecosistemas, se pueden detectar las diferentes perturbaciones y sus efectos sobre las comunidades. Una monitorización continua permite realizar una gestión que se adapte constantemente a las perturbaciones y pueda prever y anticiparse a los cambios.

Una vez detectados, estos cambios pueden ser mitigados a través de actuaciones concretas, como la limitación de las actividades extractivas para prevenir los efectos de la sobrepesca, la reducción de perturbaciones mecánicas que dañen especies o comunidades, reducción de la contaminación, prevención de la dispersión de especies exóticas o incluso, a gran escala, el control sobre el cambio climático.

Más allá de la conservación, un gran reto para la gestión es aumentar la capacidad de recuperación de los ecosistemas. En este sentido, las reservas marinas se han desarrollado como una herramienta eficaz no sólo para preservar ecosistemas de perturbaciones antrópicas, sino de aumentar la capacidad de recuperación de las zonas adyacentes no protegidas. Las reservas marinas son zonas en las que han dejado de producirse las perturbaciones que afectan a los ecosistemas marinos, es decir, zonas que continúan en su "estado natural". No obstante, debido a que hemos perdido las referencias de cómo son los ecosistemas "naturales" o prístinos, en general podemos decir que son zonas que se recuperan hacia un estado más natural.

Los beneficios de las reservas marinas responden a los diferentes procesos que provocan cada una de las perturbaciones. Así, en cuanto a la pesca, las reservas marinas permiten un aumento del número y la talla de las especies explotadas dentro de los límites protegidos, permitiendo así una recuperación de sus poblaciones. El aumento del número y biomasa de las especies más pescadas, que suelen ser depredadores con un papel muy importante en el funcionamiento de las redes

tróficas, produce una reestructuración en el funcionamiento de los ecosistemas. Además, el aumento del número y talla de individuos, permite una mayor producción de huevos y larvas, que pueden ser arrastrados por las corrientes y, junto con el propio movimiento de adultos fuera de los límites de la reserva, repoblar las zonas adyacentes y mantener las pesquerías locales en el entorno de la reserva.

Las reservas marinas permiten no sólo el mantenimiento de las especies explotadas, sino la conservación de la diversidad a nivel de todo el ecosistema, a través de la conservación de la estructura del hábitat (muchas veces formado por corales o algas con estructuras complejas), la diversidad específica y genética, los rangos de talla de las poblaciones, patrones de comportamiento de muchas especies y, en general, patrones que se producen a unas escalas temporales y espaciales que difícilmente se podrían producir en zonas explotadas o perturbadas.

La conservación de todos estos parámetros, finalmente aumenta la calidad de los ecosistemas y de los beneficios que nos aporta.

Además, las reservas marinas son un excelente modelo para estudios científicos y también para la gestión de otras zonas explotadas. Además del conocimiento de base sobre el funcionamiento de los ecosistemas, las reservas marinas nos proporcionan información de cómo deben ser los ecosistemas bien conservados, aportándonos una referencia hacia la cual deben dirigirse los esfuerzos de conservación.

Pero el mayor beneficio de las reservas marinas es la conservación per se, y el disfrute del patrimonio natural a través de la observación, el estudio y la educación.

No obstante, aunque en los últimos años el número de reservas marinas ha aumentado exponencialmente en número, su efectividad en algunos aspectos, todavía está en entredicho. Para comprobar su efectividad, por tanto, necesitamos realizar un control periódico, una monitorización, para evaluar si ésta herramienta de gestión responde realmente a los efectos esperados.

Los fondos de las Illes Medes están protegidos de la pesca desde el año 1983 y ampliado y consolidado con las leyes de 1990 (Llei 19/1990 Generalitat de Catalunya), y la reciente ley de 2010 que incluye la Reserva Marina dentro del Parc Natural Illes Medes, Montgrí i Baix Ter (Llei 15/2010, de 21 de maig de 2010).

Las perturbaciones sobre esta zona no solamente están relacionadas con la pesca. Debido a su singularidad y su buen estado de conservación, las actividades relacionadas con la observación y el turismo en torno a este espacio crecieron exponencialmente, ya sea a través de paseos en barco, el baño o el buceo, creando paradójicamente problemas de erosión y degradación de los ecosistemas por efectos de la sobrefrecuentación.

Además, los factores difusos como la contaminación, la introducción de especies exóticas y el calentamiento global también son amenazas para su conservación.

Debido al efecto atractor de las visitas y la industria turística asociada, en esta reserva se han regulado no solamente las actividades extractivas, sino también las relacionadas con las visitas, tal como se muestra en el tríptico diseñado por la reserva (Figura 29).

Para comprobar la efectividad de la reserva marina frente a las principales perturbaciones y sus efectos sobre las comunidades, se diseñó un programa de monitorización para evaluar los efectos de la protección en cada uno de los aspectos esperados. Debido a la imposibilidad de monitorizar toda la diversidad, se seleccionó una serie de descriptores que fueran fácilmente cuantificables mediante métodos no cruentos y que dieran respuesta a cada uno de las perturbaciones a las que están expuestos los ecosistemas. Además, se comparó con la zona adyacente no protegida para contrastar este efecto.

Así, se monitorizaron las poblaciones de peces y grandes decápodos para testar el efecto de la pesca. Las poblaciones de erizos permitieron determinar el equilibrio de los ecosistemas, ya que los erizos, al ser grandes herbívoros que pueden modificar las comunidades algales y a su vez son depredados por peces son una especie clave en el funcionamiento de los ecosistemas.

Las comunidades algales, así como las praderas de la fanerógama *Posidonia oceanica* permitieron tener pistas sobre el estado de las comunidades de productores primarios, así como tener un control sobre la introducción de especies invasoras.

El seguimiento de especies de alto valor comercial y gran fragilidad, como el coral rojo, también se monitorizaron para comprobar la efectividad de la reserva frente a episodios de expolio.

Además, se siguieron las poblaciones de gorgonias para determinar en qué grado las visitas de buceadores dañaban mediante el contacto físico las comunidades profundas de gran complejidad estructural pero también de gran fragilidad.

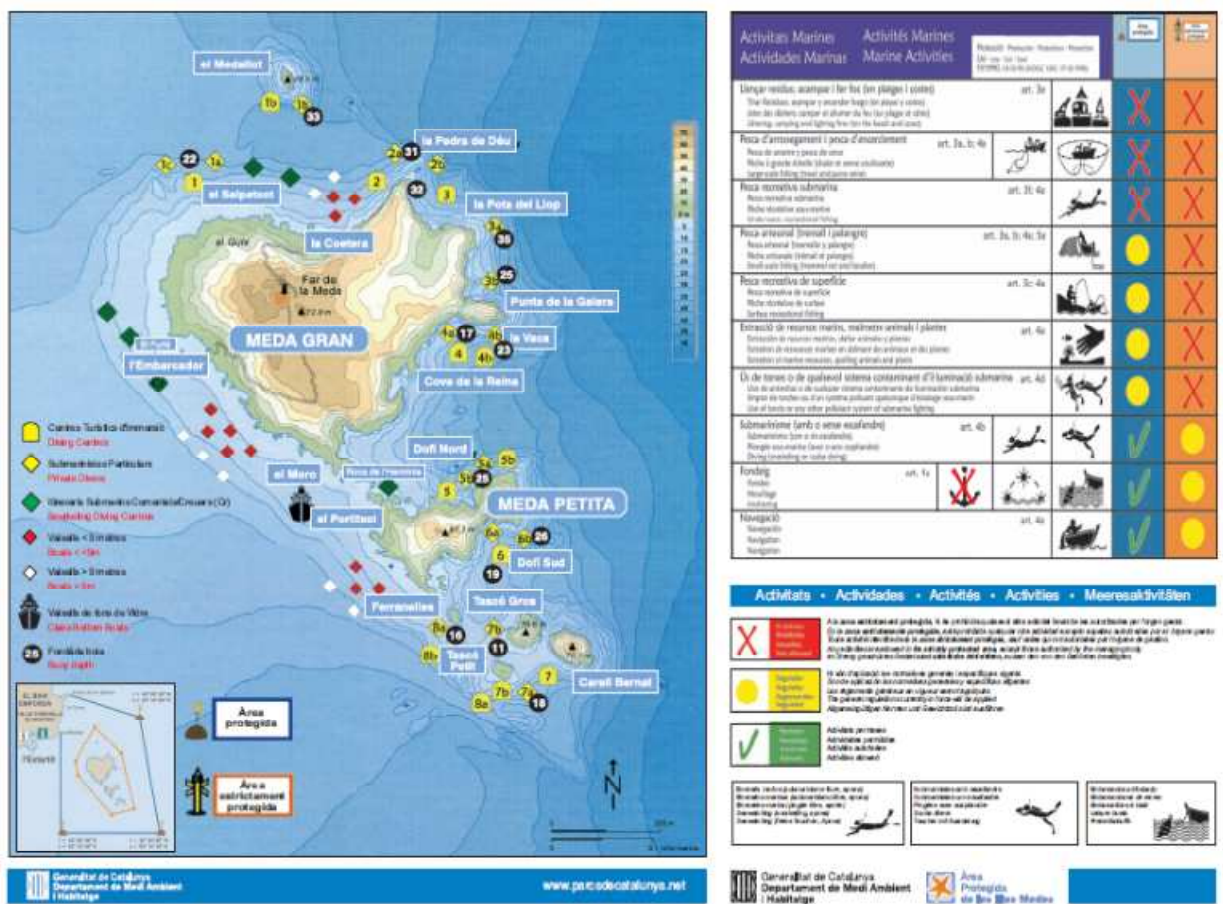


Figura 29- Usos y normas en la reserva marina de les Illes Medes.

Tabla 8- Descriptores monitorizados en la reserva marina de les Illes Medes (columnas) en relación a los aspectos sociales y ecológicos que representan (representado en el número de +).

	Interés social	Interés económico		Fragilidad	Ecológico
		Extracción	Exhibición		
<i>Posidonia oceanica</i>	+		++	+++	+++
Macroalgas				++	+++
Erizo de mar		++			+++
Coral rojo	+++	+++	+++	++	+
Gorgonia roja	++		+++	++	+++
Grandes decápodos	+++	+++	++	+++	+
Peces	+++	+++	+++	++	+++

En este curso evaluaremos la gestión de la reserva usando las mismas técnicas utilizadas para la monitorización de la reserva. Debido a las limitaciones de tiempo, evaluaremos solamente el efecto de la reserva sobre las poblaciones de peces objetivo de la pesca tanto profesional como deportiva.

Historia de la protección

La riqueza del medio natural del Baix Ter y la costa del Montgrí han sido reconocidas desde hace décadas. Los primeros turistas en los años 1960, antes del boom turístico, visitaron esta zona para observar la fauna, especialmente aves, de la zona. No obstante, no fue hasta finales de los 1960 que empezaron a aflorar los primeros intentos de crear reservas y regular los usos para su protección. En 1969, Ballester (1969) propuso un plan para la creación de una reserva marina en las Illes Medes, pero las primeras leyes de protección no llegaron hasta los años ochenta, cuando la Generalitat de Catalunya publicó la Orden de 25 de noviembre de 1983, por la que se prohibía la pesca y extracción de recursos marinos vivos en el litoral de las islas Medes. Esta protección fue ampliada con la Ley 19/1990, de 10 de diciembre, de conservación de la fauna y flora del fondo marino de las islas Medes.

La protección de la costa y el macizo del Montgrí, la parte emergida de las Illes Medes, así como una parte de los humedales del Baix Ter, se inició en 1992 con el Pla d'Espais d'Interès Natural (Decreto 328/1992), y no es hasta el año 2000 que el Gobierno de la Generalitat adoptó el acuerdo por el que se aprueba definitivamente el Plan Especial de Delimitación Definitiva del Espacio del PEIN de El Montgrí.

En el mes de diciembre del 2001, la reunión de las partes contratantes del Convenio de Barcelona celebrada en Mónaco aprobó incluir los fondos marinos de las islas Medes en la lista inicial de las zonas especialmente protegidas de importancia para el Mediterráneo (ZEPIM), por la existencia de especies singulares con elevado valor ecológico, tanto animales como vegetales.

El Decreto 222/2008, de 11 de noviembre, por el que se aprueba el Plan Rector de Uso y Gestión del Área Protegida de las Islas Medes (PRUG), es la última normativa aplicada a las islas.

El Acuerdo de Gobierno de septiembre del 2006 (GOV/112/2006), por el que se designan zonas de especial protección para las aves (ZEPA) y se aprueba la propuesta de lugares de importancia comunitaria (LIC), que configura la red Natura 2000 en Cataluña, unifica los tres espacios del PEIN de El Montgrí, Las islas Medes y El Baix Ter en uno solo, ampliando diferentes espacios como el

ámbito marino de El Montgrí, la zona de El Bol Roig en L'Escala, el río Ter y la zona de las antiguas instalaciones de Ràdio Liberty en Pals.

El parque natural del Montgrí, las islas Medes y el Baix Ter se creó por la ley 15/2010, de 21 de mayo de 2010, con el objetivo principal de unificar la normativa de protección de los tres espacios que conforman el parque natural (Macizo del Montgrí, las Islas Medes y el Baix Ter).

La ley declara como Parque Natural las Islas Medes, el macizo del Montgrí y su entorno marino así como el litoral del Baix Ter. Comprende los municipios de: Torroella de Montgrí, Pals, Bellcaire d'Empordà, Palau-Sator, Ullà, Fontanilles y Gualta, en la comarca del baix Empordà, y l'Escala en la comarca de l'Alt Empordà. La ley declara como reserva natural parcial el ámbito marino alrededor de las islas Medes dando lugar a la Reserva Natural Parcial marina de las islas Medes y también las lagunas y las marismas de los sectores de Ter Vell, Pletera, balsa de Fra Ramon y balsas de'n Coll y sus sistemas litorales asociados que en su conjunto originan la Reserva Natural Parcial dels Aiguamolls del Baix Ter. La superficie emergida de las Illes Medes se declara Reserva Natural Integral.

Las "Basses d'en Coll" es un espacio natural que forma parte del EIN "Aiguamolls del Baix Empordà", y que desde el 2010 se ha englobado en el Parque natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. Concretamente, tiene un tratamiento de Reserva Natural Parcial. Este espacio se encuentra situado totalmente en el municipio de Pals (Baix Empordà). En él se testó un modelo de cogestión público/privada. En abril de 2000 se rubricó un convenio de colaboración firmado por las tres partes involucradas en la protección de, en aquel momento, EIN: el Ayuntamiento de Pals, el Departamento de Medio ambiente de la Generalitat de Catalunya y por IAMSA, empresa privada propietaria de buena parte de los terrenos que conforman el espacio natural. El convenio tuvo una duración de tres años. A la finalización de este, la Generalitat no amplió el convenio y la gestión se siguió llevando a cabo por la empresa propietaria, con la ayuda puntual del Ayuntamiento de Pals. Ha sido el primer caso en Catalunya que una empresa privada ha gestionado un espacio protegido.

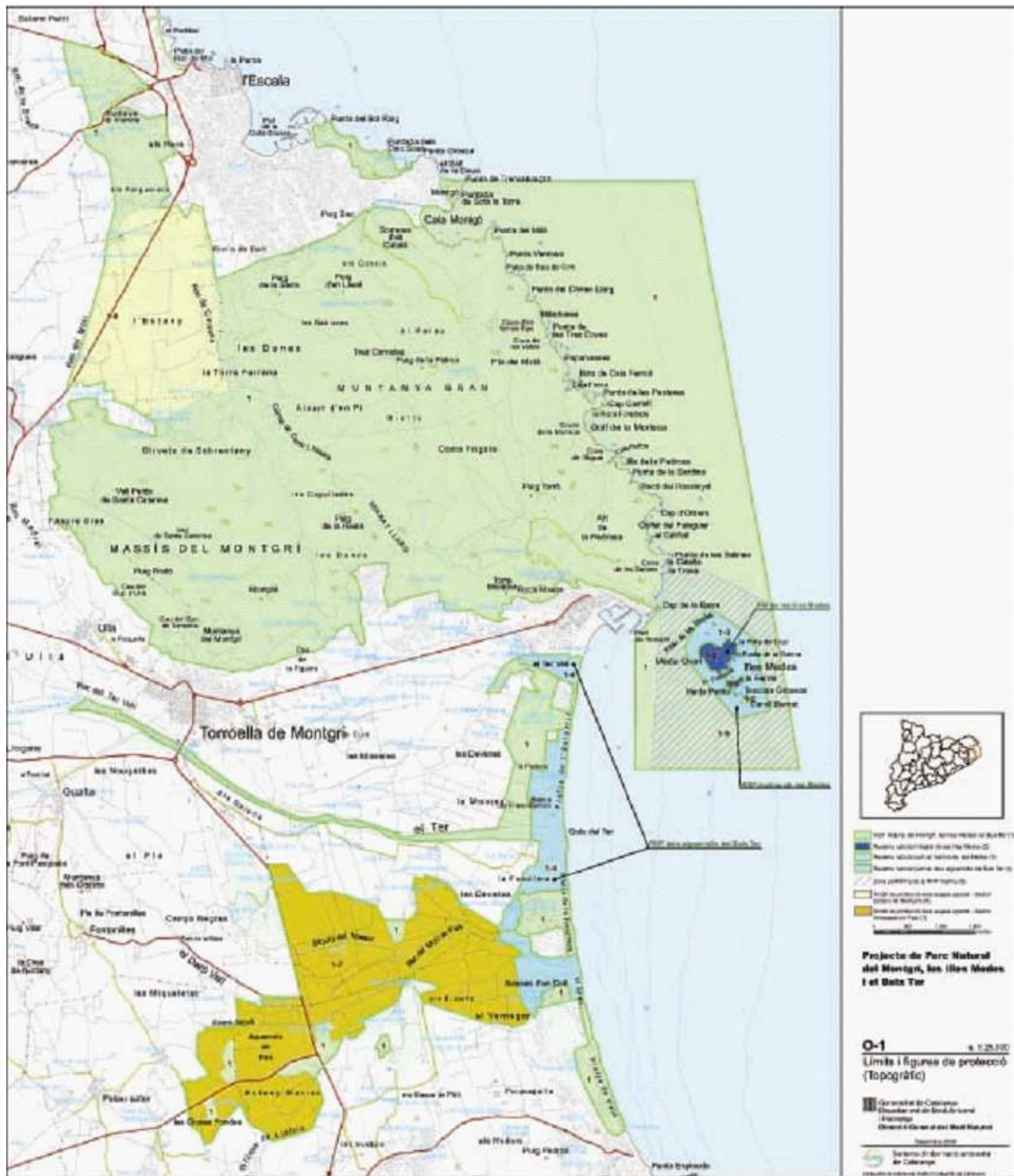


Figura 30- Límits y figuras de protección reguladas por el Parc Natural del Montgrí, Illes Medes i el Baix Ter.

A- Macizo calcáreo del Montgrí.

Geología e hidrogeología

OBSERVACIONES A REALIZAR:

- Caracterizar el material geológico que constituye el Macizo del Montgrí y la formación hidrogeológica a que da lugar (sistema kárstico).
- Analizar la estructura tectónica del macizo haciendo especial énfasis en el tipo de fracturación que presentan sus materiales así como su importancia en el proceso de disolución durante el proceso de infiltración de las aguas de precipitación.
- Análisis del carácter agresivo de las aguas de lluvia y de las principales facies hidroquímicas que caracterizan los sistemas kársticos.
- Observar y describir las estructuras fluviales y las lagunas asociadas a la llanura aluvial del Baix Ter.
- Identificación de los estanques interiores y de los medios palustres de la llanura del Baix Ter
- Observación y descripción de las actividades antrópicas a que se ve sometido el Macizo.
- Describir los diferentes usos del suelo y los posibles impactos que sobre los recursos hídricos tienen dichas actividades.
- Identificación de la zona de arrozales y del Cap de Begur.
- Estimación de la vulnerabilidad intrínseca del medio y riesgos potenciales a que se ve sometido el sistema.
- Problemáticas derivadas de la presión antrópica sobre los recursos hídricos del sistema.

Principales características geológicas del Macizo del Montgrí

El Macizo del Montgrí junto con la Illes Medes forma parte del extremo suroriental del manto de corrimiento de l'Empordà (Solé Sabarís et al., 1955). Esta unidad se encuentra constituida por materiales mesozoicos que cabalgan sobre los materiales de la cuenca del Ebro de edad Eoceno medio a superior. Por su ubicación, este macizo divide la llanura de l'Alt y Baix Empordà.

El cabalgamiento se desplazó desde el Pirineo hacia el sur por efecto de la tectónica compresiva alpina. Posteriormente, debido a la tectónica extensiva del Neógeno, el manto de corrimiento se quedó fragmentado en bloques y dio lugar a la depresión del Empordà y a los relieves que la bordean como es el caso del Macizo del Montgrí. El manto del Empordà está constituido por materiales del Keuper, Jurásico, consistente en margas y calizas margosas con abundantes restos fósiles, que caracterizan el Lías (Palli y Llompart, 1981) y Cretácico.

En la serie cretácica, que forma el grueso del macizo, se han identificado 6 discontinuidades que limitan un total de 7 unidades aloestratigráficas (NASC, 1983).

La estructura interna del Macizo del Montgrí consiste en dos láminas cabalgantes de orden menor, imbricadas y vergentes hacia el SO. La lámina de Montgó-RocaMaura (Figura 31), situada al NE está básicamente formada por materiales del Cretácico Inferior. Su estructura interna es sencilla y consiste en un sinclinal laxo y amplio, de dirección NO-SE, paralelo a la traza en superficie del cabalgamiento frontal y demás estructuras menores (Mató E. et al., 1996).

La lámina de Santa Catarina, situada al SO, está formada básicamente por materiales del Cretácico Superior. La estructura interna está constituida por otro sinclinal, cortado en su flanco sur por una falla inversa de dirección E-O, vergente hacia el sur.

El bloque inferior se encuentra constituido por materiales cuya edad va desde el Paleoceno hasta el Bartoniano-Priaboniano, deformados en un conjunto de pliegues, en general muy apretados, y fallas inversas de dirección NO-SE, vergentes hacia el SO (Mató E. et al., 1996). Tanto el cabalgamiento frontal del manto del Empordà, como las estructuras compresivas que afectan al Eoceno, están fosilizados por los conglomerados de Serra de Ventalló de edad imprecisa entre el Oligoceno y la base del Plioceno (Saula et al., 1994).

Las unidades aloestratigráficas de la figura 31 se encuentran descritas de forma detallada en Mató E. et al., (1996). Así sus principales características son:

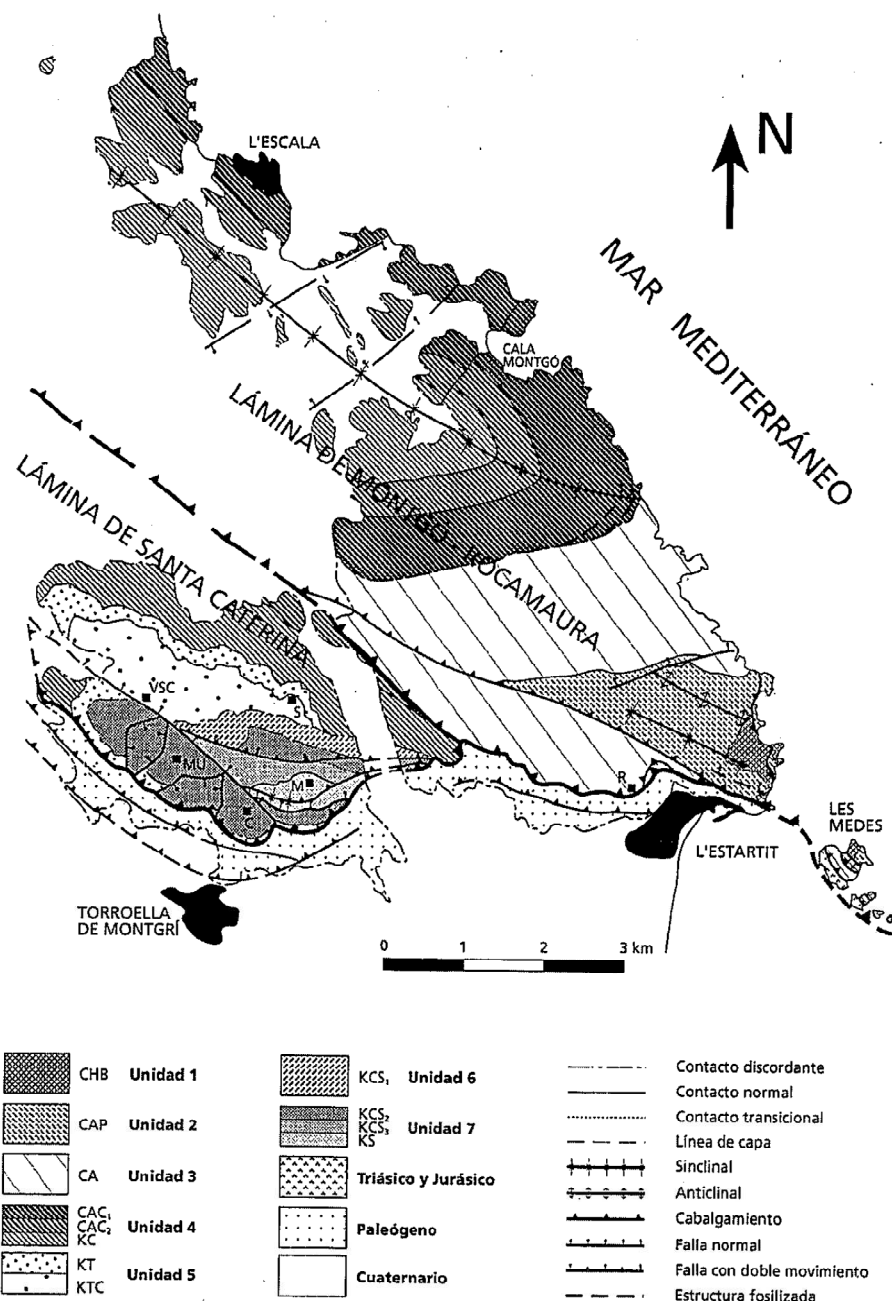


Figura 31- Mapa geológico del Macizo del Montgrí. Los grupos de siglas de la leyenda corresponden a las unidades cartográficas que integran las unidades aloestratigráficas. Localidades: R Rocamaura; M: Montplà; C: Castell del Montgrí; MU: Muntanya d'Ullà; S: Sobrestany; VSC: Valle de Santa Catalina. Fuente: Mató E. et al., (1996)

Unidad 1. Berriasiense-Barremiense constituida por calizas de tipo grainstone y packstone bioclásticas y oolíticas que llegan a presentar unos 125 m de potencia como mínimo.

Unidad 2. Aptiense se encuentra constituida por una serie carbonatada que en la parte inferior presenta sedimentos lacustres de tipo mudstones con carófitas y ostrácodos y que progresivamente hacia el techo alterna con niveles de calizas de tipo wackestone, packstones y grainstones de carácter esencialmente marino. La potencia del conjunto es de unos 350 m.

Unidad 3. Albiense Superior. Se trata de una serie de calizas (grainstones y packstones) de unos 875 m de potencia.

Unidad 4. Albiense Superior-Cenomaniense. Se caracteriza por presentar un tramo basal de unos 500 m de grainstones intercalados con packstones y wackestones hacia el techo. En el tramo intermedio de unos 220 m de potencia abundan las margas y las margocalizas nodulosas que hacia el techo incluyen niveles de wackestones, packstones y grainstones. En el tramo superior se presentan unos 250 m de wackestones y en menor medida de packstones y grainstones.

Unidad 5. Turoniense-Coniaciense inferior. En su parte basal se presentan 50 m de mudstones y packstones con calcisféridos y foraminíferos planctónicos. Mientras que en su parte superior, solo presente en Sobrestany, se encuentra constituida por 250 m de grainstones bioclásticos y oolíticos.

Unidad 6. Coniaciense-Santoniense I. Solo existe en la zona de Sobrestany en la lámina cabalgante de Santa Caterina y se encuentra representada por 110 m de packstones y margocalizas nodulosas que incluyen intercalaciones de grainstones hacia el techo de la unidad.

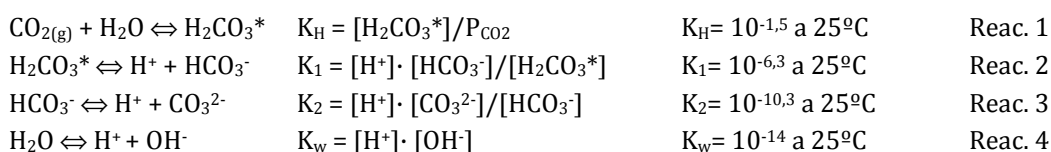
Unidad 7. Coniaciense-Santoniense II. Constituida por 580 m de grainstones, packstones y wackestones.

Así las unidades mesozoicas de las láminas cabalgantes que forman el macizo tienen un espesor de aproximadamente 3000 m, incluyendo la parte basal de yesos y lutitas del Keuper y los materiales margocalizos del jurásico (Saula et. al., 1994)

Proceso de disolución de las calizas y evidencias de modelado kárstico en la zona del macizo y las Illes Medes

Estas formaciones carbonatadas se encuentran fracturadas por fallas de dirección NO-SE y por fallas de menor entidad NE-SO. Además, estos materiales también presentan gran número de diaclasas que permiten la infiltración del agua de lluvia que se caracteriza por ser un agua de carácter ácido (entre 4 y 6 unidades de pH), e incorporar entre otros gases atmosféricos el CO₂ y el O₂. Además, las aguas de precipitación se caracterizan por encontrarse subsaturadas en la mayor parte de minerales lo que las convierte en aguas fuertemente agresivas.

Así el CO_{2(g)} incorporado al agua de lluvia reacciona con el H₂O formando ácido carbónico H₂CO₃* (Reac. 1). Este ácido se disuelve en dos fases (Reac. 2 y Reac. 3) dando lugar a un incremento del grado de acidez del agua.



Cuando la presión de gas del CO_2 es conocida, actividad del ácido carbónico puede ser calculada (en función del pH) y consecuentemente también la actividad del resto de especies (Reac. 5 y Reac. 6).



En el caso del Macizo del Montgrí, constituido esencialmente por calizas, el agua de precipitación se infiltra a través de las fracturas y de los planos de estratificación, lo que permite que parte del carbonato se disuelva de forma progresiva según la Reac. 7. De hecho el carbonato cálcico no es soluble en agua sino que es el ácido carbónico presente en el agua de precipitación el que permite su disolución a lo largo del proceso de infiltración.



La Reac. 7 también permite observar que el agua subterránea que ha circulado por este tipo de materiales se caracteriza por ser esencialmente bicarbonatada cálcica.

La interacción agua-roca en un contexto carbonatado es la responsable de la karstificación del subsuelo (Figura 32).

Como formas exokársticas del macizo destaca la gran Dolina d'Aixart (con restos fósiles pliocenos) y la Torra Ponsa, con 1,6 ha de superficie situada al NO de l'Estartit.

Las formas endokársticas son numerosas entre estas se encuentran las simas y sumideros. En la zona se conocen unos cincuenta, como el Pou de la Calella que presenta una profundidad de unos 55 m y un recorrido de unos 75 m y l'Hostalenc. Además, a menudo, las formas endokársticas se pueden observar en los acantilados. Un ejemplo de ello, son las cuevas de La Vaca y de la Reina en la Meda Gran y a más profundidad la Cova de la Pota del Llop. Además de las numerosas cavidades submarinas existen también galerías que en algunos casos llegan a atravesar las islas como es el caso de la Cova del Dofí en la Meda Xica.

En el interior del macizo, por su parte, la cueva conocida como el Cau dels Ossos, ha sido históricamente usada por el hombre y en ella se encontraron restos arqueológicos del neolítico.

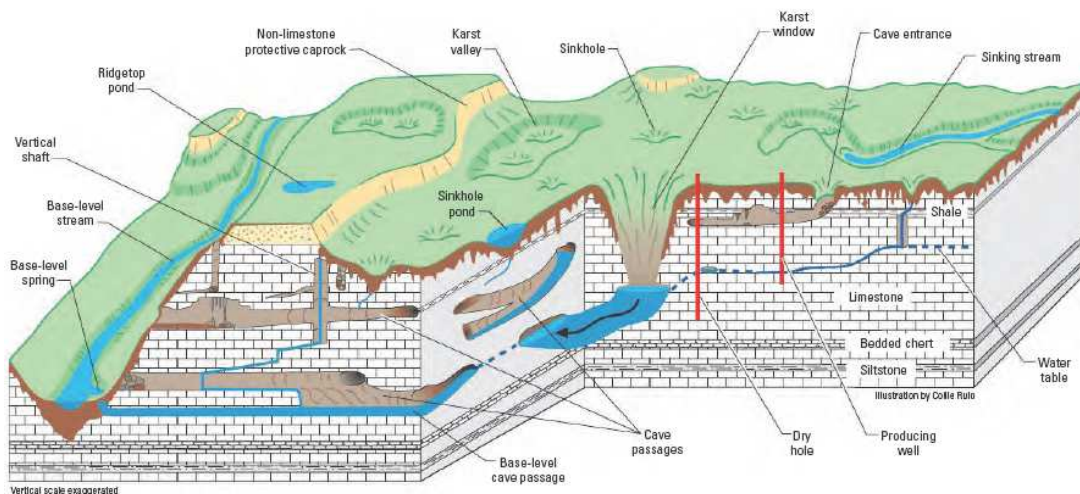


Figura 32- Fisiografía y principales características hidrológicas de los terrenos kársticos
Fuente: modificado de Currens, 2001, por **Rosenberry D.O., LaBaugh J.W., 2008**

Se trata de un macizo kárstico cuya principal zona de recarga se corresponde con los 46 Km² de afloramiento de materiales calizos. Esta recarga se produce a través de las fracturas aunque esta formación acuífera también recibe aguas procedentes de formaciones hidrogeológicas de diferente naturaleza.

La descarga del acuífero kárstico básicamente se produce hacia el mar aunque existen zonas como La Fornaca donde existen surgencias que históricamente habían sido utilizadas para abastecer el municipio de l'Escala (Montaner et al., 2010).

Presiones antrópicas sobre los materiales geológicos e hidrogeológicos del macizo y principales impactos sobre los recursos hídricos

Las formaciones kársticas costeras, como la del macizo, se caracterizan por presentar numerosos conductos kársticos que conectan la costa con el interior del continente. Estos conductos se caracterizan por presentar una elevada transmisividad lo que a menudo supone que la cuña marina penetre hacia el interior del continente.

En este tipo de contextos, la situación de captaciones en la zona costera que extraen caudales importantes de aguas subterráneas, a menudo supone el rápido avance de la interfaz agua dulce-agua salada hacia el interior del continente o la formación de domos salinos alrededor de las captaciones. Este tipo de afecciones se ha observado en algunos sectores de la zona de l'Escala como por ejemplo el H. dels Pins donde después de una extracción discontinua de 9000 m³ de agua hasta junio de 1971 la concentración de cloruros incrementó hasta los 3516 mg/L (Montaner et al., 2010).

En relación a las principales actividades de carácter antrópico a las que se ha visto sometido el Macizo destacan por su impacto sobre el medio las actividades extractivas.

En el municipio de Ullà se localiza la cantera Mas Blanch, actualmente clausurada y en proceso de restauración, que durante 40 años ha llevado a cabo una actividad extractiva que ha deteriorado el macizo. El impacto de este tipo de actividades sobre los recursos hídricos es importante. Por un lado la extracción en si supone una disminución de la superficie de infiltración de la formación hidrogeológica y por otro lado incrementa el grado de vulnerabilidad de la formación frente a las potenciales contaminaciones existentes.

La existencia de talas de árboles o de incendios provocados también tiene un impacto significativo en el régimen de recarga de la formación hidrogeológica carbonatada. Es bien conocido como la disminución de la masa forestal de un macizo favorece el incremento de la escorrentía superficial lo que conlleva la disminución de la recarga de los acuíferos.

Edafología

Desde este punto se pueden observar áreas geográficas donde podrán encontrarse tipos distintos de suelo. Esto vendrá condicionado principalmente por la orografía, el material originario, el clima, la acción antrópica, etc.

OBSERVACIONES A REALIZAR:

- suelos incipientes sobre roca y orografía accidentada
- suelos incipientes sobre dunas estabilizadas por el hombre
- suelos de llanura aluvial más profundos y fértiles
- suelos de humedal afectados por la presencia de un exceso de agua y salinidad que presentan fenómenos físico-químicos (redox) y morfológicos singulares
- suelos cuyas exigencias de cultivo, y otras actividades antrópicas, condicionan notablemente sus características (redox, contaminación, etc.) y la morfología del perfil.

Concretamente en este emplazamiento rocoso de orografía accidentada se observan suelos poco evolucionados, formados a partir de dolomías y rocas calcáreas, en los que el factor relieve resulta limitante para la diferenciación de horizontes. En la cota más alta, se puede observar tan sólo el efecto de la meteorización, fundamentalmente química, consecuencia de agentes climáticos y penetración de raíces y que se manifiesta a través de las diaclasas y zonas de fragmentación. La colonización por vegetales y la incorporación de materia orgánica es escasa y restringida, generando horizontes orgánicos **O**, e incluso un horizontes minerales **A** pobre en materia orgánica y poco profundos. La secuencia de horizontes en este lugar es básicamente de tipo **AR** y **OAR**. Esta estructura se corresponde con un Xerorthent lítico siempre que la roca se encuentre a 50 cm como máximo de profundidad.

Hay que tener en cuenta que debido a la pendiente estos materiales pueden ser transportados a zonas más bajas, acumularse en zonas de pendiente más suave y estable, y alterarse químicamente para dar lugar a perfiles algo más profundos y de secuencia más completa (**OACR**), correspondiendo en este caso a Xerorthent típico, si la roca se encuentra a una profundidad superior a 50 cm. Se puede encontrar incluso perfiles de tipo **ABwCR** y profundidad moderada, a pie de monte, correspondientes a suelos Xerochrept típico.

Vegetación

OBSERVACIONES A REALIZAR:

A nivel de geografía general

- Panorámica del territorio a estudiar y identificación de los distintos ambientes para los vegetales (macizo, llanura, río, costa).
- Factores que influyen en la vegetación que crece en los ambientes mencionados.
- Problemáticas que se pueden dar en los distintos ambientes.

A nivel del macizo del Montgrí

- Distinguir entre el propio macizo y el piedemonte
- Detección de los factores que influyen en la vegetación.
- Comprender como funciona la sucesión secundaria de la vegetación
- Observar las estrategias que presentan las plantas para adaptarse a las restricciones ambientales y a las perturbaciones

Desde la cima de Rocamaura tenemos una visión panorámica de la llanura del Ter y del sector oriental del macizo del Montgrí. Podemos observar la diversidad de ambientes vegetales, condicionados tanto por el clima general como por la geología, la orografía, la hidrografía, la salinidad y la actividad antrópica.

El recorrido hasta Rocamaura empieza en la solana, en la urbanización de El Rat Penat, y sigue un trozo por la parte culminante umbría hasta llegar a la cima. Al inicio del recorrido encontramos una vegetación dominada por pino carrasco (*Pinus halepensis*) debajo el cual crece el bosque autóctono, el encinar. En éste, la encina (*Quercus ilex* subsp. *ilex*), es escasa, y crece acompañada por arbustos como el aladierno (*Rhamnus alaternus*), la coscoja (*Quercus coccifera*) y el lentisco (*Pistacia lentiscus*) y enredaderas como la zarzaparrilla (*Smilax aspera*) o la madreselva (*Lonicera implexa*). Cuando llegamos a la cresta el estrato arbóreo desaparece y deja paso a un matorral donde domina la coscoja (*Quercus coccifera*). Esto indica una degradación del ambiente, principalmente debido a incendios. En la cima de Rocamaura, los arbustos dejan paso a las plantas herbáceas, siendo el lastón (*Bracypodium retusum*) la especie dominante. Esta gramínea crece bien sobre suelos escasos y en ambientes con una fuerte insolación, puesto que es una especie colonizadora. Así pues, en sitios donde haya habido una perturbación reciente que haya destruido el manto vegetal, ésta es una de las primeras especies que vamos a encontrar.

Fauna

En conjunto, en el macizo del Montgrí, el grupo de las aves es muy diverso y contiene especies destacables. Se han citado más de doscientas especies de las cuales unas setenta son nidificantes en la zona. Dentro de este amplio grupo destacan las rapaces. Se citan especies bastante escasas en el conjunto del territorio catalán como es el caso del aguilucho cenizo (*Circus pygargus*), que nidifica en los campos de cebada del entorno del macizo. Otra especie emblemática es el águila perdicera (*Hieraetus fasciatus*) cuya importancia radica en que sólo se encuentra en los países mediterráneos y muy localizada; en la península Ibérica se registra el 85 % de la población Europea. En el macizo del Montgrí esta especie cría desde hace muchos años.

Hay que mencionar dos especies más de rapaces que se detectan en la zona: una diurna y una nocturna; el halcón peregrino (*Falco peregrinus*) y el búho real (*Bubo bubo*). Ambas especies, a pesar de que aún no muy conocidas, presentan ciertos efectivos en el macizo. También hay que indicar la presencia del águila culebrera (*Circaetus gallicus*), que utiliza los espacios abiertos del macizo como territorios de caza.

Dentro del grupo de los mamíferos, en el macizo están bien representadas algunas especies de carnívoros como el caso del zorro (*Vulpes vulpes*), el tejón (*Meles meles*), la garduña (*Martes foina*), la comadreja (*Mustela nivalis*) y la gineta (*Genetta genetta*). De mamíferos de gran tamaño encontramos al jabalí (*Sus scrofa*), con una presencia moderada y fluctuante. Finalmente, mencionar la presencia de la ardilla (*Sciurus vulgaris*) mamífero marcadamente forestal y que se mueve por los abundantes pinares del macizo.

Otro grupo faunístico muy destacable en el macizo es el formado por los quirópteros. Se han llegado a determinar 13 especies diferentes de murciélagos, siendo las más abundantes las especies rupícolas como el murciélago de cueva (*Miniopterus schreibersii*), que tiene en el macizo uno de los refugios de cría más grandes de Cataluña.

Del grupo de los anfibios y reptiles, hay que destacar la presencia en el macizo del sapo corredor (*Bufo calamita*), la ranita meridional (*Hyla meridionalis*) y la rana común (*Pelophylax perezi*). Esta

última se puede encontrar a las balsas artificiales y el sapo y la ranita las encontraríamos en las zonas más bajas del macizo. En cuanto a reptiles, hay que indicar la culebra de escalera (*Rinechis escalaris*), la lagartija colilarga (*Psammotromus algirus*) y la lagartija ibérica (*Podarcis hispanica*).

Durante la ascensión al Rocamaura se podrán observar diversas especies de aves en función de los ambientes que se atraviesen. Así, en la zona de pinares y encinares se registrarían diversas especies de páridos (*Parus sp.*), el reyezuelo listado (*Regulus ignicapillus*) y el mirlo (*Turdus merula*). En los puntos más elevados citaríamos alguna rapaz en vuelo y en las zonas rocosas detectaremos al colirrojo tizón (*Phoenicurus ochruros*), al roquero solitario (*Monticola solitarius*) y a la tarabilla común (*Saxicola torquata*). En la zona del matorral de coscoja es fácil citar a la curruca cabecinegra (*Sylvia melanocephala*), curruca rabilarga (*Sylvia undata*) la tarabilla común (*Saxicola torquata*), el mirlo (*Turdus merula*) y el verdecillo (*Serinus serinus*).

B- Duna continental. Coll de la sorra

Geología e hidrogeología:

OBSERVACIONES A REALIZAR:

- Análisis comparativo del grado de alteración de la formación caliza y correlación con el grado de fracturación, pendiente, vegetación e interacción agua-roca.
- Evaluación del tipo de escorrentía predominante.
- Análisis comparativo del funcionamiento hidráulico de un sistema granular como el de las dunas continentales y de uno de fracturado como el de la formación caliza.
- Análisis comparativo del grado de consolidación de los materiales dunares y de las calizas
- Observación y descripción de las actividades antrópicas que se llevan a cabo en la zona de dunas.
- Estimación de la vulnerabilidad intrínseca del medio y riesgos potenciales.
- Estudio de las conexiones hidráulicas existentes entre los dos sistemas.

El análisis comparativo de el grado de alteración de la formación caliza entre esta zona y la de Rocamaura permite constatar que en esta zona existe la presencia de arcillas subsuperficiales producto de la alteración química de la caliza. De hecho, lo que se observa es lo conocido como *Terra rossa*. Se trata de arcillas rojas muy descarbonatadas que se presentan sobre la roca caliza en las regiones mediterráneas orientales sometidas a un clima cálido.

Además de la *Terra rossa* en la ladera se observan bloques y brechas generados como consecuencia del modelado del macizo. Ello permite constatar que así como en la zona de Rocamaura la existencia rocas calizas fisurada en una zona relativamente plana favorecía la infiltración de las aguas de lluvia, en una zona de ladera la pendiente favorece de forma significativa la escorrentía superficial frente a la subterránea.

Ahora bien la escorrentía superficial generada a lo largo de la ladera tenderá a infiltrarse en las zonas donde se produzcan cambios bruscos de pendiente como es la zona de la duna.

Ha nivel hidrodinámico y de transporte, el flujo subterráneo a través de las formaciones carbonatadas y de la formación dunar es diferente.

La formación dunar se comporta como un medio de tipo granular por lo que el flujo y el transporte de solutos se produce a nivel de la porosidad interconectada (Figura 33). Por el contrario, en el caso de la formación carbonatada existe un flujo de agua a través de las fracturas interconectadas (Figura 34) y un flujo a través de los conductos kársticos (Figura 32). La migración de los solutos en el medio fracturado además de producirse a lo largo del flujo también se produce desde las fracturas hacia el interior de la matriz porosa por difusión molecular (Figura 34).

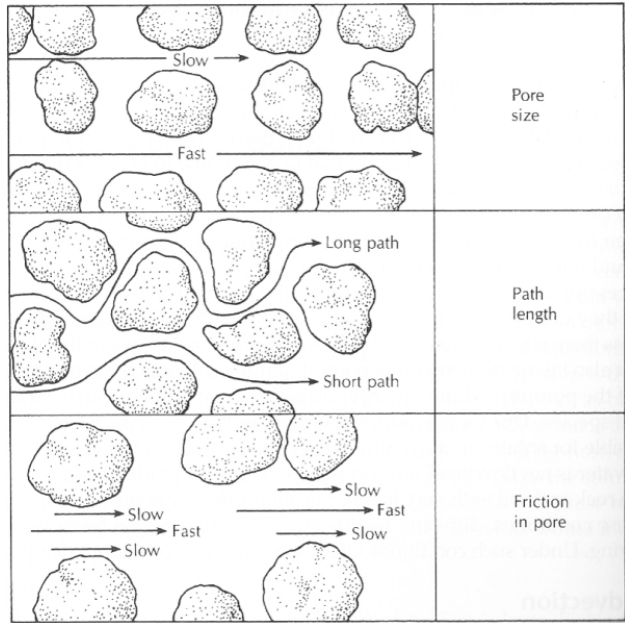


Figura 33- Migración de solutos, por transporte no reactivo, en medio granular a escala de poro. Fuente: Fetter C. W. (1994)

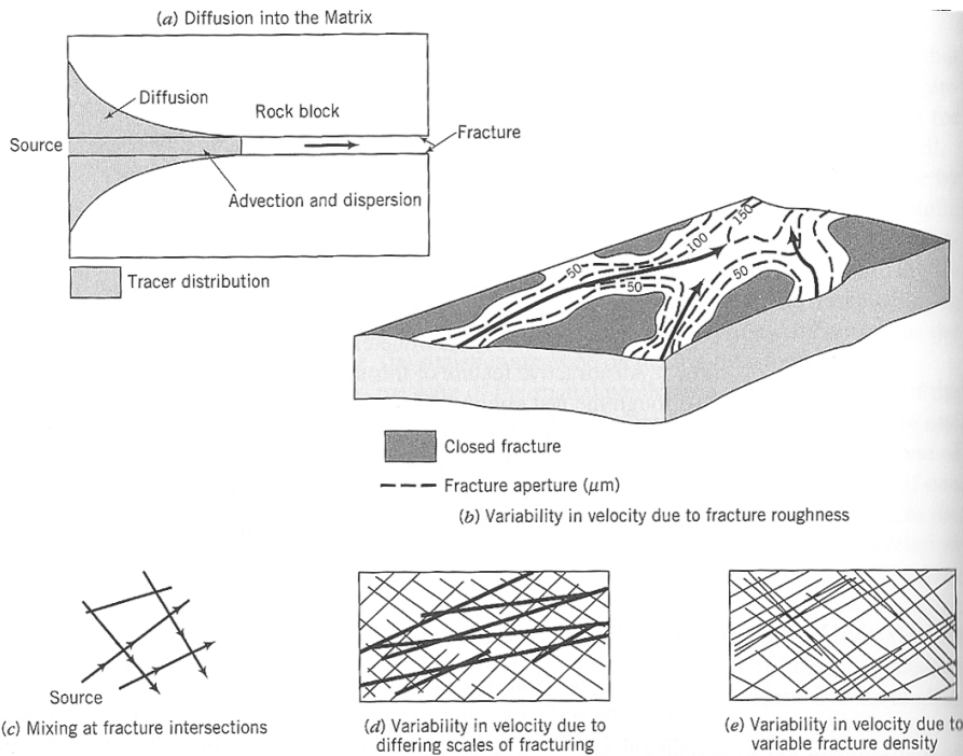


Figura 34- Ilustración del transporte de solutos en medio fracturado. Fuente: Domenico and Schwartz (1998)

Edafología:

Ladera sobre sustrato rocoso

En esta zona se observan suelos poco evolucionados, formados a partir de calcáreas y margas. Estos materiales originarios, junto con las condiciones climáticas generan y liberan materiales finos y rojizos por alteración química (arcillas y óxidos de hierro). Se puede identificar la naturaleza carbonatada del material rocoso de manera semicuantitativa mediante la reacción con ácido clorhídrico diluido, que produce efervescencia.

Determinación cualitativa de **carbonatos** en campo: una solución diluida de HCl (10-15%) aplicada sobre el material produce efervescencia ($\text{CO}_2 \uparrow$), de intensidad proporcional a la concentración de carbonatos presente.

Sin embargo, en el material edáfico que lo recubre la detección de carbonatos es muy inferior. Esto se debe al lavado de estos materiales, por escorrentía superficial y infiltración, debido a la pendiente y la acidez del agua por solubilización del CO_2 atmosférico i formación de bicarbonato soluble, según se muestra en el apartado de hidrogeología.

El suelo que encontramos es poco desarrollado por pérdidas de materiales edafizados a zonas más bajas. La secuencia de horizontes que le corresponde, en general también es de tipo **AR** y **OAR**, y son poco profundos aunque de color rojizo por la alteración (presencia de roca a profundidad inferior a 50 cm). Son suelos de tipo Xerorthent lítico.

Pie de monte lindante con duna (collado)

Aquí se observa un perfil donde se pueden distinguir diferentes horizontes. El suelo se asienta sobre material inconsolidado muy meteorizado y de naturaleza calcárea **C**, con la presencia ocasional de roca compacta calcárea en profundidad **R**. Se observa un horizonte orgánico **O** de poca potencia, seguido en la parte inferior por un horizonte mineral **A**, de textura arenosa. Entre el horizonte **A** y el **C**, se encuentra una capa de material rojizo de alteración química, con presencia de arcillas y óxidos de hierro **Bw**. La reacción a los carbonatos tiene lugar en todos los horizontes, pero con mayor intensidad en los inferiores. En este perfil se observa, pues, un grado importante de diferenciación edáfica, lo que supone que los procesos de formación han tenido tiempo para permitir una mayor evolución del suelo. La ubicación en una zona baja y sin pendiente, ha favorecido la permanencia de los materiales y su meteorización química, así como el aporte superficial y subsuperficial de otros materiales, tales como las arenas procedentes de las dunas colindantes, los óxidos de hierro de alteración procedentes de los suelos formados en la ladera, y la infiltración de agua bicarbonatada procedente también de las zonas calcáreas más altas de la ladera.

La **coloración** del suelo es indicativa de su composición. Los colores oscuros pardos indican presencia de materia orgánica. Los colores claros o blanquecinos indican la presencia de sales como los carbonatos. El color rojizo indica la presencia de óxidos de hierro (III).

La **textura** del suelo puede conocerse de manera aproximada en el campo humedeciendo una pequeña cantidad de suelo y comprimiéndola entre los dedos.

Arena: partículas duras que rascan al frotar

Arcilla: masa fina plástica, fácilmente moldeable y flexible

Limo: partículas finas que no rascan al tacto y no presentan plasticidad

La secuencia de horizontes es aparentemente **OABwCR**, correspondiente a suelos evolucionados, Xerochrept típico, si bien sería necesario disponer de estudios mineralógicos para confirmar la coherencia entre los diversos materiales existentes en el perfil y la existencia de un único ciclo edafogénico, o bien la presencia de materiales discordantes y ciclos evolutivos diferentes.

Zona de dunas continentales

Se observa un suelo incipiente sobre la duna estabilizada antrópicamente. En él se diferencia un horizonte superficial orgánico **O** constituido por materia orgánica residual, de potencia considerable, y un horizonte **A** subyacente muy poco desarrollado y de límites imprecisos. La materia orgánica residual de naturaleza acidófila (hoja de pino) no favorece la humificación. Además, la naturaleza del material originario (arena de la duna), poco activo, no permite una interacción físico-química eficiente entre la escasa materia orgánica humificada y las partículas minerales más finas, de manera que prácticamente no se puede desarrollar el horizonte **A**, y se acumula materia orgánica residual en el horizonte **O**. Se observa efervescencia al contacto con ácido clorhídrico diluido, lo que indica la presencia de carbonatos en la arena. Como corresponde a una textura arenosa, la permeabilidad del agua en este suelo es alta. Esto limita la presencia de nutrientes (escasa dado el tipo de material originario y ausencia de arcillas y materia orgánica humificada capaces de retenerlos) y condiciona la producción de biomasa y consecuentemente la misma evolución del suelo. Este perfil correspondería a una secuencia **OC** o **OAC** con un mínimo desarrollo del **A**, en el mejor de los casos, suelo de tipo Xeropsamment típico.

Para identificar la presencia de **materia orgánica** en el campo se puede utilizar peróxido de hidrógeno concentrado, que provoca efervescencia lenta, aunque si hay presencia de carbonatos puede confundirse porque el reactivo suele estar estabilizado con un ácido. En este caso la efervescencia es, sin embargo, más rápida.

Para diferenciar si los carbonatos de la arena son debidos a recubrimientos por aporte externos de partículas no carbonatadas se pueden efectuar aplicaciones sucesivas de HCl (10-15%) y observar si la efervescencia cesa cuando el recubrimiento carbonatado desaparece quedando el núcleo sin reaccionar.

Vegetación y Fauna

OBSERVACIONES A REALIZAR:

- Ver qué especies se establecen en los distintos puntos de muestreo.
- Comprender la distribución de las especies vegetales en los distintos ambientes de la duna

La duna continental fue fijada a finales del siglo XIX para frenar su avance. El viento dominante en la zona, la tramontana, arrastraba arena de las playas del Alt Empordà hacia el sur. El viento se canaliza por el Coll de Sorres (que separa los dos submacizos del Montgrí) de manera que es en este sector donde se iban depositando las arenas transportadas, hasta que empezaron a bajar por la solana amenazando cultivos y edificaciones.

La fijación de dunas suele realizarse con especies características de los ambientes dunares, entre las que destaca la gramínea *Ammophila arenaria*. Los primeros trabajos de fijación se llevaron a cabo con esta especie, aunque hoy en día ya no quedan individuos. Otras especies que se utilizan son los pinos carrasco (*Pinus halepensis*), piñonero (*Pinus pinea*) y marítimo (*Pinus pinaster*), por los mínimos requerimientos que precisan y por su rápida capacidad de crecimiento y de fijación del terreno. En la actualidad, encontramos formaciones de los distintos pinos a lo largo de la duna, donde el sotobosque es prácticamente inexistente, excepto en los sectores periféricos, donde aunque también hay bastante arena, se encuentra un suelo relativamente desarrollado.

En la zona de dunas repobladas con pinos se citan especies de aves típicamente forestales como es el caso del carbonero común (*Parus major*), el herrerillo común (*Parus caeruleus*), el herrerillo capuchino (*Parus cristatus*), el reyezuelo listado (*Regulus ignicapillus*) y el mirlo (*Turdus merula*).

C- Ambientes salobres (dunas litorales i charcas temporales)

Geología e hidrogeología

OBSERVACIONES A REALIZAR:

- Características del material geológico que constituye las zonas de marismas y lagunas litorales para evaluar su origen, carácter geoquímico y principales características hidrodinámicas.
- Análisis del origen de las aguas a partir del análisis *in situ* de los parámetros físico-químicos de las mismas y de medidas hidrodinámicas.
- Analizar la importancia de los recursos subterráneos en la dinámica hidrológica de las lagunas litorales y en los ecosistemas que de ella dependen.
- Evaluación de la calidad química de las aguas de las lagunas a partir del muestreo y posterior análisis por espectrofotometría de SO_4^{2-} , NO_3^- , NH_4^+ , PO_4^{2-} , Pb, Fe y Mn.
- Realización de un perfil longitudinal que integre los datos obtenidos para establecer un modelo conceptual de funcionamiento hidráulico.
- Observación y descripción de las actividades antrópicas que se llevan a cabo en la zona.
- Estimación de la vulnerabilidad intrínseca del medio y riesgos potenciales.

En las zonas litorales, como la que nos encontramos, a menudo se diferencian tres ambientes sedimentarios principales: fluvial, palustre y marino.

Los límites entre ellos pueden ser graduales, en función de las características de las facies sedimentarias.

Ambiente fluvial

El ambiente fluvial normalmente se encuentra en la zona interna del perfil (Figura 35) enlazando con los valles aluviales de los ríos (en nuestro caso el Ter), el cual se encuentra más elevado topográficamente que el resto de la zona. Litológicamente estaría formado por arenas y limos con niveles de gravas. Por el contrario, en las zonas de llanura de inundación predominan los sedimentos de granulometría fina, limos y limos arcillosos, transportados en suspensión a partir de procesos de desbordamiento y *crevassing*.

Ambiente palustre

Se trata de zonas que, a veces, proceden de la evolución de zonas de lagoon que progresivamente se han convertido en zonas lagunares y finalmente han sido desecadas, generalmente por acción antrópica. Conocidas como zonas palustres interiores habitualmente se localizan en las áreas de coalescencia de los aportes fluviales (Figura 35). En estas zonas predominan los limos y limos arcillosos, ricos en materia orgánica siendo más o menos salobres en función de su conexión con el mar.

Otras veces, los ambientes palustres se encuentran relacionados con la progradación de los cordones litorales e instalados sobre ellos formando la marisma litoral.

Ambiente marino (holomarino)

Se trata de zonas formadas por la acción de procesos marinos que se encuentran emergidas formando la franja más externa de la llanura deltaica (Figura 35). En ella se encuentran las playas

formadas por el oleaje y la corriente de deriva, a las que se superponen, por acción eólica, cordones de dunas. A este conjunto se denomina en sentido amplio cordón litoral.

Detrás del cordón litoral actual, en la zona cubierta por la marisma, se distinguen formaciones alargadas, paralelas a la línea de costa y de naturaleza arenosa, que se interpretan como antiguos cordones litorales (*beach ridges*), sobre los que se desarrolla la marisma al ir progradando el sistema (Bach, J. 1986).

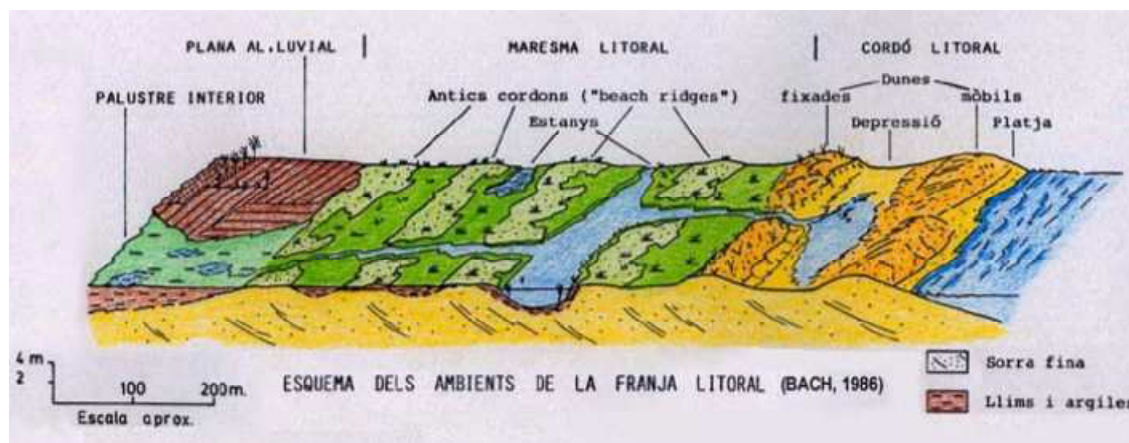


Figura 35- Esquema de los ambientes de franja litoral. Fuente: Bach, J. (1986)

Marismas litorales:

Las marismas litorales del Baix Ter se encuentran situadas en la franja costera, justo detrás de las playas y las dunas de l'Estartit, la Pletera, la Fonollera y Pals. Su formación es atribuida a la sucesión a lo largo del tiempo de procesos derivados de las dinámicas fluviodeltaicas y de la dinámica litoral. Por un lado se ha favorecido la creación de nuevas zonas húmedas a partir de la inundación de áreas morfológicamente deprimidas y por otra, las zonas de marismas litorales y las zonas palustres interiores se han ido rellenando a medida que el sistema fluviodeltaco iba avanzando o progradando en la dirección del mar (Montaner et al., 2010).

La construcción de infraestructuras que evitan la inundación de los márgenes del río y la antropización del litoral han mermado estos procesos de forma que muchas de las actuales marismas litorales han quedado progresivamente reducidas a una estrecha franja costera. En estos enclaves la presencia de una lámina de agua se produce básicamente como consecuencia de periodos prolongados de lluvia, aportaciones de excedentes de riego, crecidas extraordinarias del río, acenso del nivel freático así como aportes de aguas marinas durante los temporales de levante.

Zona de lagunas litorales:

Las lagunas litorales del Baix Ter se fueron creando durante el periodo de evolución de la llanura aluvial que fue progradando hacia el litoral. En el proceso de encajamiento del eje fluvial principal y la consolidación definitiva de la llanura aluvial actual, los antiguos canales fluviales fueron quedándose progresivamente desconectados de la dinámica fluvial actual (Montaner & Solà, 2004). El agua de estas lagunas litorales es principalmente de origen subterráneo, marino, agrícola procedentes de los canales de riego y de acequias y de escorrentía superficial.

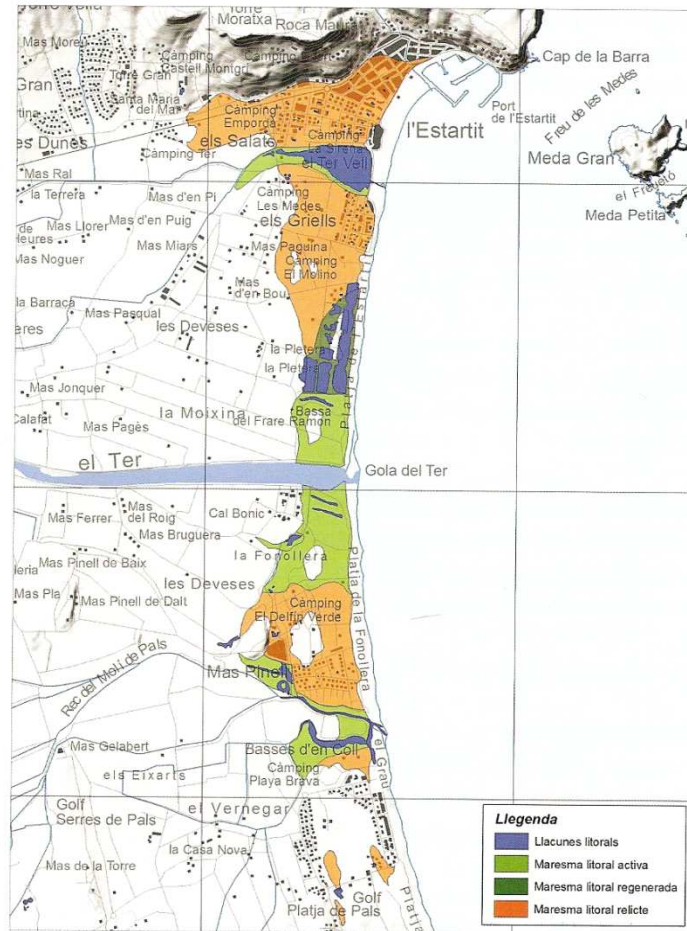


Figura 36-Tipología y distribución de las áreas marismales en el sector litoral de la llanura aluvial del Baix Ter. Fuente: Montaner et al., (2010)

Zona de la Pletera, Bassa del Frare Ramon y Bassa del Pi

En la Figura 36 se observan las principales zonas de marismas y de lagunas litorales de la zona del Baix Ter. En ella se observa que la **zona de la Pletera**, que se extiende desde la urbanización de los Griells hasta la desembocadura del Ter, abundan las lagunas litorales y marismas litorales activas. Con una longitud de más de 1500 m y una anchura de unos 300 m esta zona era una área paralela a la línea de costa que incluía unos extensos arenales que llegaban hasta la playa, un cordón de dunas litorales y un espacio dominado por vegetación de humedal. Fue parcialmente desecada durante la segunda mitad del XX de forma que se taparon unas balsas salobres, se labró el terreno y se levantado un par de motas para evitar la invasión del agua marina. Además en la década de los 80 se inició la construcción de un paseo marítimo para una urbanización que no llegó a terminarse. Es una marisma salobre de tipo confinado, sin entradas continuadas de agua dulce, donde la inundación depende básicamente del mar.

Tal y como se observa en la (Figura 35) en estas zonas de marismas abundan la presencia de lagunas litorales conectadas hidráulicamente a las aguas subterráneas. Por ello para conocer el balance hídrico de dicha laguna es importante poder cuantificar el flujo de agua de origen subterráneo que llega a la laguna a lo largo del año (Figura 37).

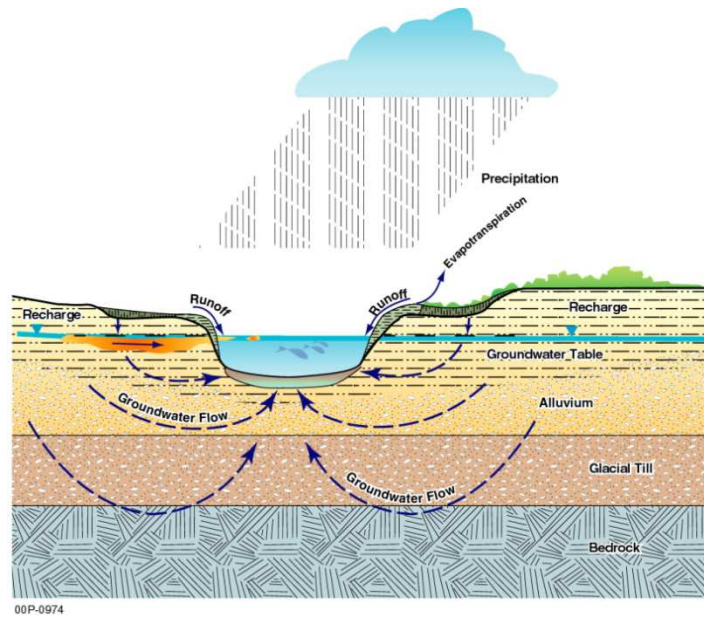


Figura 37- Esquema de parámetros a considerar para realizar un balance hídrico de una laguna.

A nivel de ensayos de campo una de las herramientas más utilizadas es el uso de piezómetros instalados en el lecho de la laguna (Figura 38). La distribución de estos piezómetros (bien sea en forma de nido de piezómetros o mediante el uso de piezómetros multinivel) en forma de transectos a lo largo de una laguna permite determinar no solo el flujo vertical ascendente a lo largo de la laguna sino también estimar el flujo másico circulante del acuífero a la laguna. Para calcular el flujo de agua subterránea a la laguna únicamente hace falta aplicar la Ley de Darcy (Reac. 8)

$$Q = K \cdot \text{grad}h \cdot S \quad \text{Reac.8}$$

Donde Q es el caudal de agua subterránea transferida a la laguna

K es la conductividad hidráulica vertical (correspondiente a los materiales del fondo de la laguna)

gradh = (Nivel piezométrico subterráneo - Nivel piezométrico superficial) / Distancia vertical

S: superficie de influencia del piezómetro a través de la cual penetra el agua subterránea

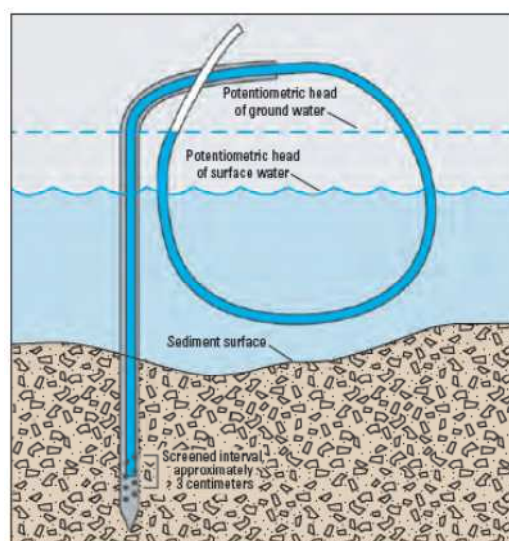


Figura 38- Piezómetro instalado directamente en los sedimentos de una laguna para medir el flujo vertical ascendente. Fuente: Wanty & Winter (2000)

Por su parte **la Bassa del Fra Ramon** (con unos 200 m de largo y entre 20 y 30 m de ancho) tienen su origen en el antiguo lecho de desembocadura del Ter entre la actual Gola del Ter y el ámbito marismal de la Pletera. Presenta una forma alargada perpendicular a la costa y una superficie inferior de 1 Ha. El lecho fluvial quedó progresivamente rellena de sedimentos por su parte interior y trucada en dirección al mar por el cordón de dunas litoral, por lo que queda significativamente reducida su extensión i el volumen de agua libre almacenada (Montaner et al., 2010).

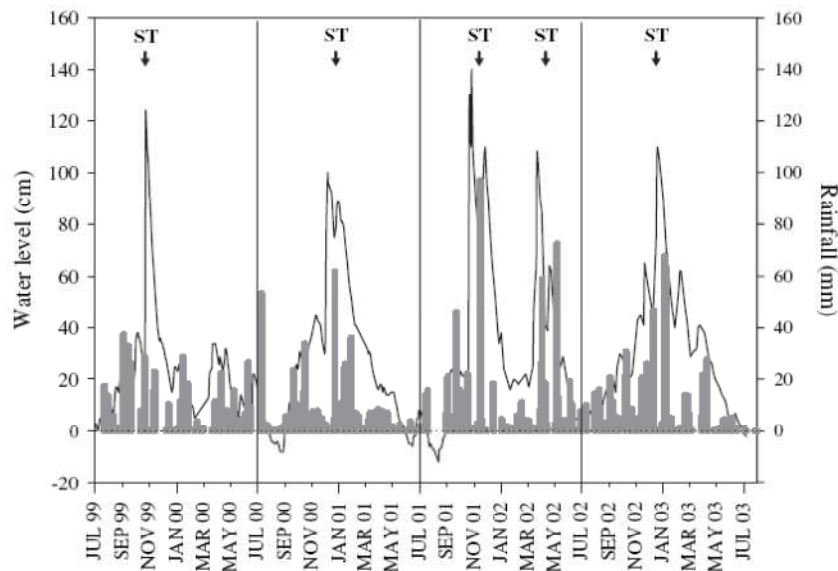


Figura 39- Variación del nivel del agua en la laguna de Fra Ramón (cota en cm referida al nivel medio del mar en la zona). Las barras representan la precipitación. ST indica los días de temporal de mar. Según Badosa et al. (2006b). La precipitación considerada a quina estación meteorológica pertany???????

Desde el punto de vista hidrológico la entrada de aguas procedente de los periodos de inundación del río han quedado prácticamente eliminadas de manera que la aportación de aguas dulces proviene del agua de precipitación y de su conexión hidráulica con las formaciones acuíferas de la zona. Así, aunque presenta una influencia de las aguas de precipitación el registro de altura de la lámina de agua de la balsa del Fra Ramon (Figura 39) muestra, en los episodios de precipitación menores un desfase entre el máximo de precipitación y el máximo de altura de la lámina de agua. Ello implicaría que parte del incremento del nivel se encuentra asociado al incremento de los niveles de agua subterránea. A pesar de ello, el carácter hipersalino de la balsa del Fra Ramon, con valores de conductividad que incluso pueden superar los del agua del mar es indicativo de largos periodos de desconexión hidráulica con los flujos subterráneos o de grandes aportes de aguas marinas durante los temporales de levante.

Hay que tener en cuenta que la deposición de materiales de granulometría fina como limos y arcillas en el fondo de una laguna o río puede ser la responsable de la desconexión hidráulica de dichas masas de agua.

Este modelo de incremento del nivel del agua y confinamiento condiciona la dinámica de nutrientes, con abundancia de fósforo y materia orgánica durante el confinamiento, pero con falta de nitrógeno inorgánico, que se pierde por desnitrificación.

Más al interior del continente al norte de la Bassa del Fra Ramon se sitúa la **Bassa del Pi**. Se piensa que esta balsa se sitúa en las proximidades de una surgencia. Su menor extensión y su menor grosor de la lámina de agua favorece una mayor salinidad de sus aguas a causa de los aportes de agua marina y probablemente por efecto de la evaporación de la lámina de agua libre acompañada por una menor influencia de las aguas subterráneas.

Edafología

En el cordón de dunas que separan las lagunas salobres del mar, puede observarse la ausencia de suelos debido a la movilidad de la arena que no presenta la estabilidad suficiente como para que la materia orgánica residual de la escasa vegetación (raíces...) pueda generar un horizonte en superficie y posteriormente desarrollar un horizonte A que estructurase el suelo y posibilitara la diferenciación edáfica.

Fauna y flora

Colonizan la Pletera toda una comunidad biológica característica de la marisma mediterránea, que actualmente es muy escasa en nuestro litoral debido a la progresiva desecación de las zonas húmedas del litoral. Destaca la presencia del fartet (*Aphanius iberus*), pez ciprinodóntido, endémico de la península Ibérica y en peligro de extinción. Acompaña al fartet una comunidad acuática característica, con herbazales de *Ruppia* (planta acuática que sirve de refugio al fartet) y varios invertebrados adaptados a los cambios de salinidad y el funcionamiento hidrológico de inundación/confinamiento.

Conservar este patrón hidrológico es muy importante para garantizar la conservación de las comunidades acuáticas presentes. Se debe evitar cualquier aportación más o menos continuada de agua dulce hacia la Pletera. La marisma está parcialmente rellena por el intento no completado de urbanización. La existencia de motas y escolleras en torno a las lagunas limitan su capacidad de desbordamiento y aceleran el proceso de eutrofización y de relleno. Actualmente es espacio protegido y existe un proyecto de restauración con el fin de retirar los materiales acumulados durante el proceso de urbanización (Mas et al., 2007). La frecuentación es elevada durante el verano y causa la degradación de la vegetación de marisma y del sistema de dunas litorales. En el sistema dunar nidifica el chorlitejo patinegro (*Charadrius alexandrinus*), pájaro característico de las dunas litorales.

D- Río

Geología e hidrogeología

OBSERVACIONES A REALIZAR:

- Observar y describir las estructuras fluviales y las lagunas asociadas a la llanura aluvial del Baix Ter.
- Describir los diferentes usos del suelo y los posibles impactos que sobre los recursos hídricos tienen dichas actividades.

El río Ter ha presentado cursos muy variables a lo largo del tiempo por ello fruto de su dinámica fluvial existen en la zona numerosos paleocanales (Figura 40). Además, existen evidencias paleogeográficas y cartográficas. Así por ejemplo, las cartografías del siglo (XVIII) a la altura de Verges demuestran que el Ter se bifurcaba en diferentes canales, uno de los cuales pasaba por el norte del Macizo del Montgrí y discurría hacia la zona del Fluvial antes de su desembocadura mientras otro se dirigía hacia el Daró y l'Estany de Pals. En definitiva las aguas del río Ter formaban un gran estuario a lo largo de la llanura del Baix Ter.

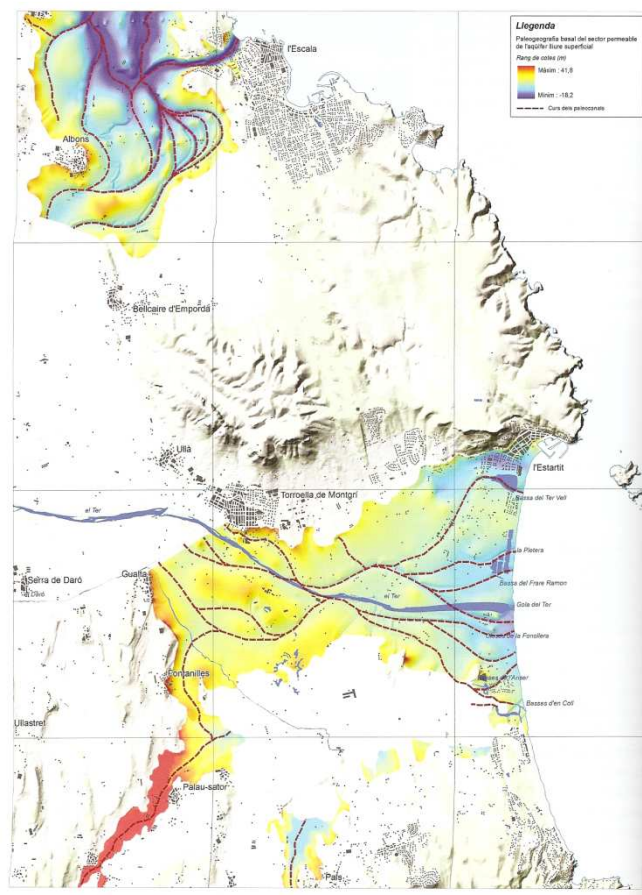


Figura 40- Paleocanales de la etapa final de progradación de la llanura del Baix Ter y relación geométrica con las lagunas litorales. Fuente: Montaner et al., (2010)

El conde d'Empuries (1303) desvió el río únicamente hacia el canal que se dirigía a Torroella aunque no está del todo claro. Lo que parece evidente es que el canal sur ha sido el principal durante los últimos siglos. Es a partir del XIX, que el Proyecto del Consejo Superior de Castilla del

1790 rectificó la trayectoria del río dando lugar al actual curso fluvial para facilitar la salida de las aguas al mar y evitar, en teoría, las inundaciones de la llanura del Baix Ter. Además se suprimieron algunos meandros y se trasladó la desembocadura desde l’Estartit a la actual Gola en la Badia de Pals.

Desde el punto de vista geomorfológico, el Ter presenta un recorrido total de 200 km y una cuenca hidrográfica superior a 3000 Km². El tramo final de su curso bajo recorre unos 21 Km entre Colomers y la Gola de Ter y la pendiente del perfil fluvial es inferior al 1% (Montaner et al., 2010).

El régimen actual del río Ter en su tramo bajo se mide a la altura del puente de Torroella. Así durante el periodo 2003-2007 el caudal del río Ter fue superior a 3 m³/s durante el 66% de los días del periodo analizado siendo el volumen medio anual de aportaciones de unos 398 hm³/año (Montaner et al., 2010, Tabla 9).

Tabla 9- Síntesis de valores de caudal circulante por el río Ter en el puente de Torroella de Montgrí (periodo 2003-2007) y valores de aportaciones medias anuales en volumen (hm³/año). Fuente: Montaner et al., (2010)

	Q (m³/s)	Q_{base} (m³/s)	Q_{extraordinario} (m³/s)
Máximo	230	6,96	230
Promedio	12,6	3,1	29,1
Mínimo	0,27	0,27	7,01
Tiempo (%)	100	63,57	36,43
	Volumen (hm³/día)	Volumen_{base} (hm³/día)	Volumen_{extraordinario} (hm³/día)
Máximo	19,95	0,6	19,95
Promedio	1,09	0,27	2,51
Mínimo	0,024	0,024	0,61
Tiempo (%)	100	64	36

Se trata de un río regulado por la existencia, en su tramo alto, de un conjunto de embalses Sau, Susqueda y El Pasteral además de presentar numerosas concesiones para el aprovechamiento del agua superficial entre las cuales destaca la derivación de 1 m³/s para el abastecimiento de Girona y poblaciones de la Costa Brava y un caudal de cómo máximo 8 m³/s (252,3 hm³) para el abastecimiento de Barcelona y su área de influencia entre otras (Latorre, 1995). Ello significa una derivación del 50 % de sus recursos regulados (ATLL, 1999).

El análisis del régimen de aportaciones del río Ter muestra la existencia de un caudal basal en buena parte atribuible a la conexión hidráulica con las formaciones acuíferas adyacentes (ver apartado E de la diagnosis).

E- Charcas de agua dulce (Ter Vell i Basses d'en Coll)

Formaciones hidrogeológicas de la llanura del Baix Ter y su importancia en la hidrología de las lagunas

En la llanura del Baix Ter las principales formaciones hidrogeológicas que constituyen los acuíferos más explotados son las secuencias deposicionales SQT2 y SQT1 que desde el último máximo glacial han ido rellenando la llanura.

Estas secuencias presentan, en cuanto a su composición y distribución litológica interna, una sucesión cíclica de bolos, grabas y arenas de varias granulometrías, desde muy gruesas hasta muy finas, que pasan en vertical y de forma transicional a niveles o tramos todavía más finos, de tamaño de grano de limo a arcilla. Tal y como se ha comentado en el apartado 1.4 de la introducción se trata en su mayor parte de series granodecrecientes.

A nivel de detalle la distribución vertical de la secuencia deposicional (Figura 41) se estructura en varias unidades litoestratigráficas según Montaner et al., (2010).

Formaciones aluviales que configuran el acuífero semiconfinado profundo:

Unidades de medio fluvial transgresivo (1 y 2):

Constituye la base detrítica permeable de la secuencia deposicional SQT2. Litológicamente, la forman grabas y arenas de diversos tamaños de grano, desde bolos a gravillas y arenas de grano grueso a mediano. Son materiales depositados en un ambiente fluvial dominado por procesos de aluvión y presenta potencias que oscilan de 0 a 21,5 m.

La conductividad hidráulica de esta unidad es muy variable y oscila entre 1 y 10 m/día en la unidad 2, a valores que oscilan entre 10 y 100 m/día en el caso de la unidad 1.

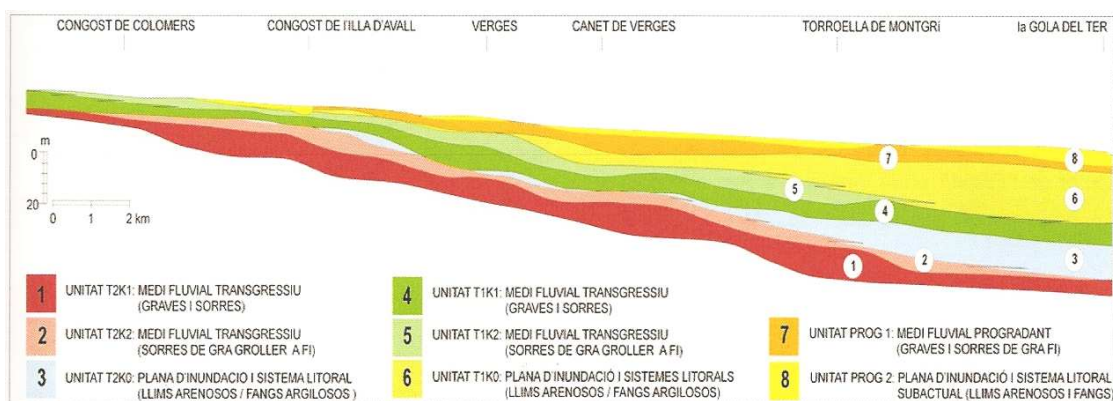


Figura 41- Perfil longitudinal de los acuíferos del Baix Ter (Montaner & Solà, 2006).

Unidad de llanura de inundación y sistema litoral (3):

Representa el techo de la secuencia deposicional SQT2 de baja permeabilidad. Litológicamente contiene desde fracciones limo-arenosas con niveles ocasionales de arenas finas, que son atribuibles a sedimentos de llanura de inundación, o bien de rotura de dunas litorales por efecto de los temporales de mar, hasta limos arcillosos y lodos arcillosos de color gris y negro, correspondientes a ambientes de sedimentación de marismas y palustre.

Esta unidad presenta grosores de entre 0 y 35,3 m y su conductividad hidráulica presenta valores que oscilan entre 0,001 a 1 m/día.

Unidades de medio fluvial transgresivo (4 y 5):

Constituye la unidad basal permeable de la secuencia deposicional SQT1. En general, el tamaño de grano de los materiales detríticos que forman estas unidades es inferior al de la 1 y la 2 aunque presenta una mayor mezcla de tamaños de grano.

Se asocian a depósitos fluviales derivados de procesos de aluvionamiento, instaurados durante la transgresión holocena. En los sectores litorales se interpretan como depósitos de playas transgresivas retrabajadas por el oleaje.

La potencia de esta unidad oscila entre 0 y 15 m, y disminuye significativamente a medida que nos acercamos al litoral, donde el máximo espesor es inferior a 5 m.

En la línea de costa, esta unidad se identifica en el paraje del Ter Vell y en el área comprendida entre la Pletera y la Gola del Ter. Se ha delimitado también en la riera Grossa de Pals, entre el estanque de Pals y las Basses d'en Coll aunque en esta tramo es poco relevante.

Unidad de llanura de inundación y sistema litoral (6):

Representa el techo de la secuencia deposicional SQT1 de baja permeabilidad. Se trata de materiales similares a los de la unidad 3, limos arenosos, limos arcillosos y lodos fangosos de color gris, negro y gris-verdoso, que se atribuyen a una sedimentación marismal con alternancias de influencia fluvial y litoral. Los valores de conductividad hidráulica son similares a los de la unidad 3. El ámbito de esta unidad comprende la extensa llanura fluvio-marina que se instauró en el Baix Ter durante el estadio de máxima inundación transgresiva holocena. Su potencia y extensión en la zona litoral es importante y del orden de 36 m de espesor.

Formaciones aluviales que configuran el acuífero libre superficial:

Unidades de medio fluvial progradante (7 i 8)

Estas unidades progradantes culminan la sedimentación de la secuencia SQT1.

Durante el proceso de progradación o crecimiento de la llanura, los ríos aportan importantes volúmenes de arenas que se van extendiendo por la llanura tanto por la misma dinámica fluvial como por la dinámica eólica dominante en la zona, que retrabaja las arenas y las acumula en zonas en concreto como los sorreres del Bosc del Baró a Foixà, les sorreres de Canet, Gualta entre otras.

En las áreas dónde no llegan los materiales arenosos de progradación se instauran ambientes sedimentarios restringidos de tipo palustre en las áreas interiores (como por ejemplo el estanque de Pals), de tipo marismal en los sectores litorales (como por ejemplo la Pletera). En estas áreas restringidas la sedimentación dominante es de materiales limosos y limo-arcillosos, pero de forma ocasional las áreas palustres también reciben materiales limo-arenosos procedentes de la inundación fluvial, mientras que a las áreas marismales pueden llegar depósitos de arenas procedentes de la rotura de la barra y dunas litorales que la separan de la playa.

La unidad 7 se extiende principalmente a las áreas de acumulación de arenas y a los paleocanales de progradación y la unidad 8 a las zonas donde predominan los materiales limo-arcillosos y limo-arenosos que se localizan predominantemente en las áreas palustres y marismales.

En general, los valores de conductividad hidráulica de la unidad 7 se sitúan entorno a unas unidades m/día, mientras que los valores de la unidad 8 son ligeramente superiores a los de las unidades 3 y 6.

En el área litoral, el conjunto de las dos unidades de progradación tiene una representación significativa, y su potencia presenta de media entre 8 y 10 m en el sector de l'Estartit y del orden de 15 a 20 m en el sector de l'Escala.

Caracterización hidroquímica de las formaciones acuíferas del Baix Ter

La caracterización hidroquímica de las formaciones acuíferas del Baix Ter se ha realizado a partir del análisis de los datos químicos de la red de monitorización de la Agencia Catalana del Agua.

Así, las principales facies hidroquímicas de las aguas subterráneas del acuífero libre superficial van de bicarbonatadas cálcicas y bicarbonatadas calcio-sódicas a cloruradas sódicas (Figura 42). De hecho el diagrama de Schoeller-Berkaloff (Figura 43) permite observar que las aguas cloruradas sódicas presentan un mayor grado de mineralización que las facies bicarbonatadas cálcicas a cálcico-sódicas. Este incremento sustancial de la salinidad de las aguas es causada por intrusión marina que se da a lo largo de la línea de costa.

En relación a la salinidad de un agua cabe destacar la clasificación de su estado cualitativo en función de las concentraciones en cloruros (Tabla 10).

Tabla 10- Niveles guías de cloruros para la diagnosis del estado cualitativo de una masa de agua.

Fuente: ACA (2006)

	Cl ⁻ (mg/L)	
1	< 25	Aguas limpias
2	25-99	Ligeros síntomas de estrés
3	100-199	Aguas con desequilibrios importantes
4	200-1000	Aguas con mucho estrés
5	>1000	Aguas muy contaminadas, salobres

La Figura 44 muestra claramente las zonas de la formación acuífera superficial más afectadas por la penetración de la cuña marina. Las zonas con mayor salinidad son según Montaner et al., 2010:

- Al norte de l'Estartit extiende cuyas aguas presentan una elevada conductividad eléctrica. Esta zona se extiende desde la zona de litoral hasta la masia de l'Arbre de Torroella de Montgrí al norte de la laguna del Ter Vell. Este incremento de la salinidad ha sido atribuido a la presencia de una cuña de depósitos marismales que penetra hacia el interior del continente y que se encuentra saturada con aguas salinas.
En el caso del tramo comprendido entre la masia del Pi y la masia de l'Arbre la salinidad puede encontrarse asociada a las extracciones que movilizan estas aguas salinas de los depósitos marismales.
- En el sector comprendido entre el Ter Vell y la Pletera los valores de salinidad son coherentes con el contexto geológico e hidrogeológico.
- Se observa una cierta correspondencia entre las áreas litorales que muestran menor salinidad y la ubicación de los principales paleocanales del acuífero superficial (como por ejemplo el Ter Vell), ya que estas estructuras geológicas actúan como vías preferentes de flujo subterráneo.
- La desembocadura del Ter manifiesta una zonación de la salinidad motivada por el carácter estuárico del río, desde la gola hasta más allá de la masia Ferrer.
- Entre el margen derecho del río Ter y la Fonollera, los valores de salinidad corresponden también a unas condiciones de saturación naturales de los sedimentos de la zona aunque también se observa una cierta penetración de la cuña marina por la presencia de captaciones particulares que realizan extracciones de carácter estacional.
- En la zona de Pals, en general los valores de conductividad eléctrica son bajos aunque pueden incrementar de forma sustancial en determinadas épocas del año. Así la evolución y la temporalidad de la salinidad se encuentra controlada por el régimen de aportaciones de aguas de riego destinadas a los arrozales, así como a la mayor o menor funcionalidad de los canales de riego y de drenaje y por el régimen de precipitaciones.

Diagrama de Piper-Hill-Langelier

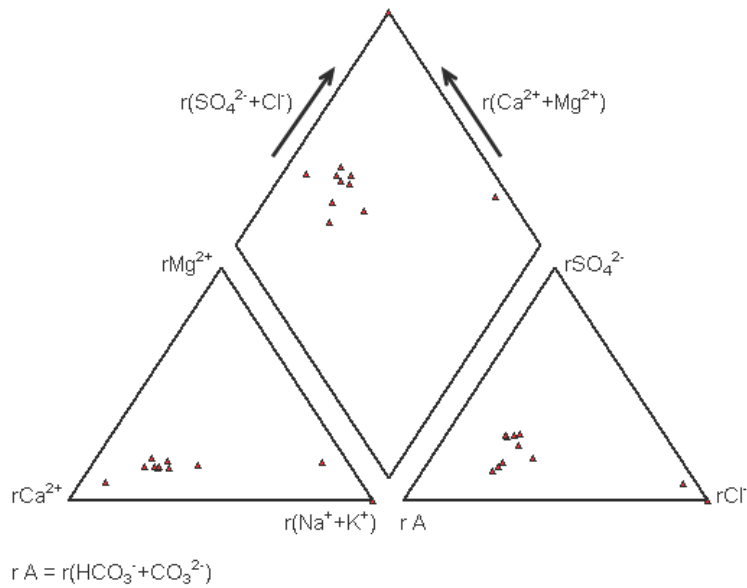


Figura 42- Diagrama de Piper de las aguas subterráneas del acuífero libre superficial del Baix Ter (Julio del 2005).

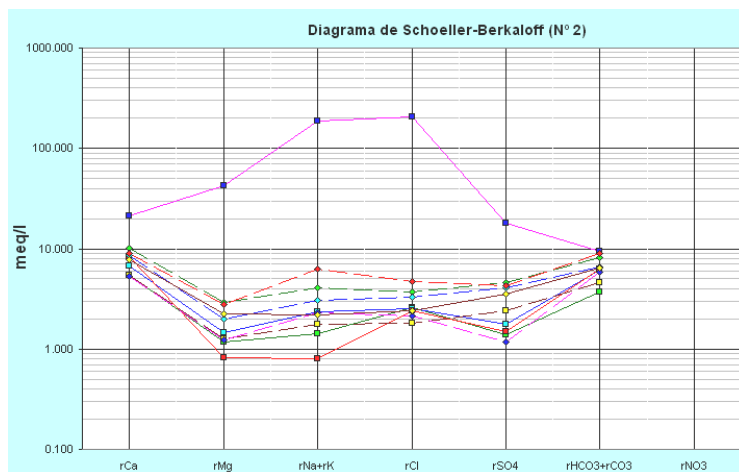


Figura 43- Diagrama de Schoeller-Berkaloff de las aguas subterráneas del acuífero libre superficial del Baix Ter (Julio del 2005).

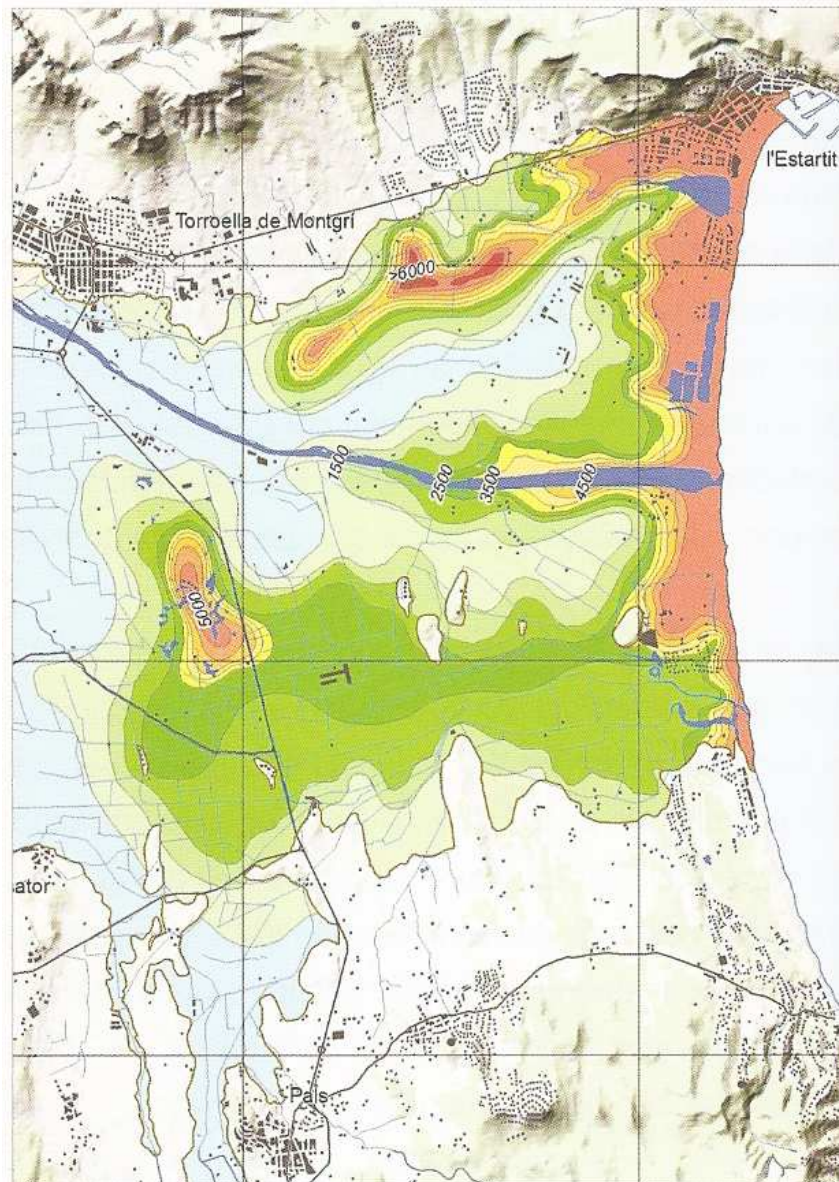


Figura 44- Mapa de isoconductividades ($\mu\text{S}/\text{cm}$) en las aguas subterráneas del acuífero libre superior. Fuente: ACA-Geoservei (2008)

En el caso del acuífero profundo semiconfinado las principales facies hidroquímicas son bicarbonatada cálcicas a cálcico-sódicas (Figura 45 y 47).

Diagrama de Piper-Hill-Langelier

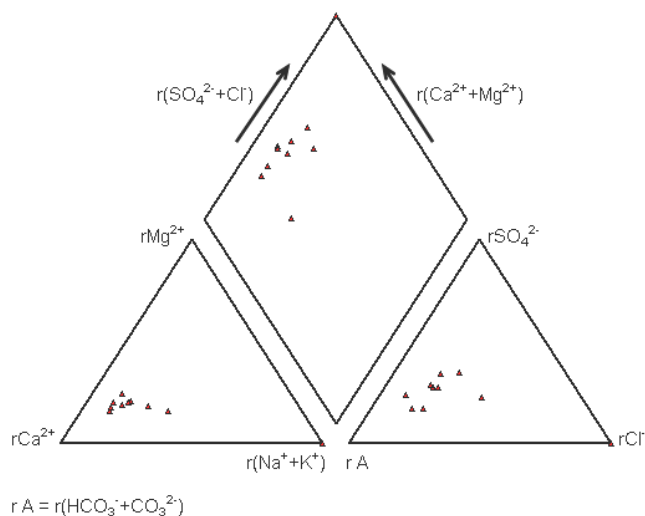


Figura 45- Diagrama de Piper de las aguas subterráneas del acuífero profundo semiconfinado del Baix Ter (Julio del 2002).

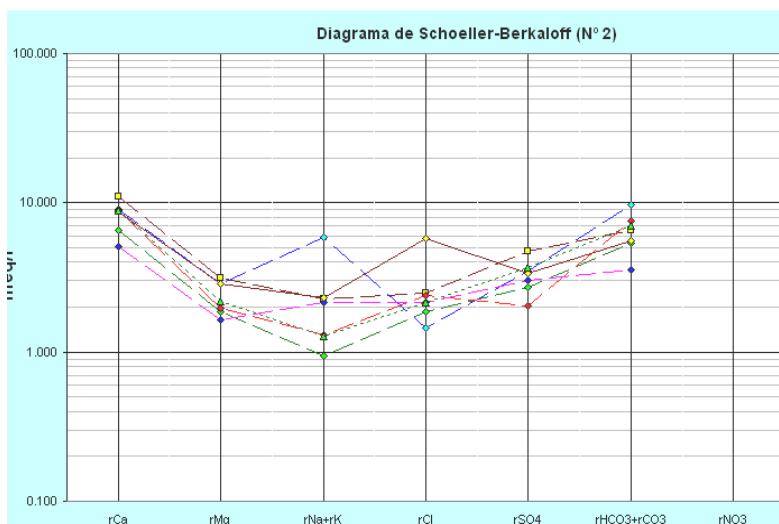


Figura 46- Diagrama de Schoeller-Berkaloff de las aguas subterráneas del profundo semiconfinado del Baix Ter (Julio del 2002).

En el análisis de la calidad de los recursos hídricos subterráneos también hace necesario el estudio de las concentraciones de las principales especies del nitrógeno.

Así, las recomendaciones sanitarias referentes a las aguas potables, establecen como niveles máximos de nitratos 50 mg/L y como valores aconsejables los inferiores a los 25 mg/L (Directiva 80/778). La concentración de 50 mg/L de nitratos es la máxima que recomienda la Organización Mundial de la Salud para agua de consumo. La Tabla 11 muestra los niveles de referencia en nitratos para detectar problemáticas que afectan al deterioro de las masas de agua.

Tabla 11- Niveles de nitrógeno en nitrato que pueden producir desequilibrios y con evidentes síntomas de eutrofización. Fuente: ACA (2006)

Niveles de nitratos (mg/L)	
0,67-10	Aguas con importantes desequilibrios. Posibles vertidos próximos.
>10	Aguas que pueden presentar elevados síntomas de eutrofización.

El amonio es un elemento indicador y condicionador de la toxicidad del medio acuático. Las zonas agrícolas donde se vierten grandes cantidades de purines, los núcleos urbanos y las industrias, son los principales focos de estos elementos nitrogenados, tanto orgánicos como inorgánicos. La presencia de amonio se puede convertir en un elemento clave en el mantenimiento del buen estado de una masa de agua superficial (ACA, 2006).

La Tabla 12 permite clasificar el grado de deterioro de una masa de agua en función de los contenidos en amonio.

Tabla 12- Niveles de nitrógeno en amonio que pueden permitir detectar el estado cualitativo de una masa de agua. Fuente: ACA (2006)

	N-NH ₃ (mg/L)	
1	< 0,1	Aguas limpias
2	0,1-0,4	Ligeros síntomas de estrés, dependiendo del pH
3	0,5-0,9	Aguas con desequilibrios importantes
4	1-4	Aguas con mucho estrés
5	>4	Aguas muy contaminadas con un elevado grado de toxicidad

Los nitritos por su parte, se encuentran relacionados, con los procesos de nitrificación/desnitrificación y con los vertidos de aguas residuales. Por lo tanto la presencia de amonio y de nitritos en zonas puntuales pueden indicar la presencia de vertidos o una mala depuración de las aguas así como procesos de oxidación-reducción en el medio.

En la Tabla 13 muestran que en ambos sectores un 20% de los pozos presentan valores de nitrato superiores a los 25 mg/L, y un 10% del total sobrepasa los 50 mg/L. Posiblemente, la zona dónde la afección es mayor es la zona del Ter Vell, dónde se interpreta que los nitratos pueden proceder de la fertilización puntual de huertos y de antiguos vertederos o fosas sépticas de masias. Por ello la mayor parte de municipios de la zona se encuentran declarados por el ACA como zonas vulnerables por nitratos.

En el caso de los nitritos, los resultados nos indican que en el sector sur el 8 % de los pozos supera 0,1 mg/L mientras que en el sector norte este porcentaje es del 18,5 %. En el caso del amonio, el 12 % de las captaciones del sector sur superan el los 0,5 mg/L, mientras que en el sector norte representa el 20 % de las captaciones. Esta mayor concentración de nitritos y amonio en el sector norte puede estar asociada, en parte, a una mayor presencia de condiciones reductoras derivadas de la composición sedimentaria del acuífero (Montaner et al., 2010).

La Figura 47 muestra concentraciones superiores a 50 mg/L en el margen derecho del Ter (zona palustre de Pals, Boada-Fontclara y Fontanilles) seguramente asociado al uso de fertilizantes y/o purines. A pesar de ello la existencia en este tipo de contextos, de elevados contenidos en materia orgánica y de condiciones anaeróbicas puede explicar las bajas concentraciones de nitratos registradas.

En el margen izquierdo del Ter por su parte, se observan mayor número de puntos de agua con concentraciones superiores a 50 mg/L seguramente por encontrarse el medio en condiciones oxidantes.

Tabla 13- Valores porcentuales de nitratos, nitritos y amonio en las captaciones del acuífero libre superficial del Baix Ter. Fuente: Montaner et. al., (2010)

Nitratos (en %)	< 10 mg/L	10-25 mg/L	25-50 mg/L	50-100 mg/L	> 100 mg/L
Sector sur de l'Estartit	56	23	11	5	5
Sector norte de l'Escala	72,5	9	6,5	9,5	2,5
Nitritos (en %)	< 0,05 mg/L	0,05-0,1 mg/L	0,1-0,5 mg/L	>0,5 mg/L	
Sector sur de l'Estartit	78	14	8	0	
Sector norte de l'Escala	63,5	18	16	2,5	
Amonio (en %)	< 0,1 mg/L	0,1-0,5 mg/L	0,5-1 mg/L	1-2 mg/L	> 2 mg/L
Sector sur de l'Estartit	80	8	3	3	6
Sector norte de l'Escala	77	3	0	6	14

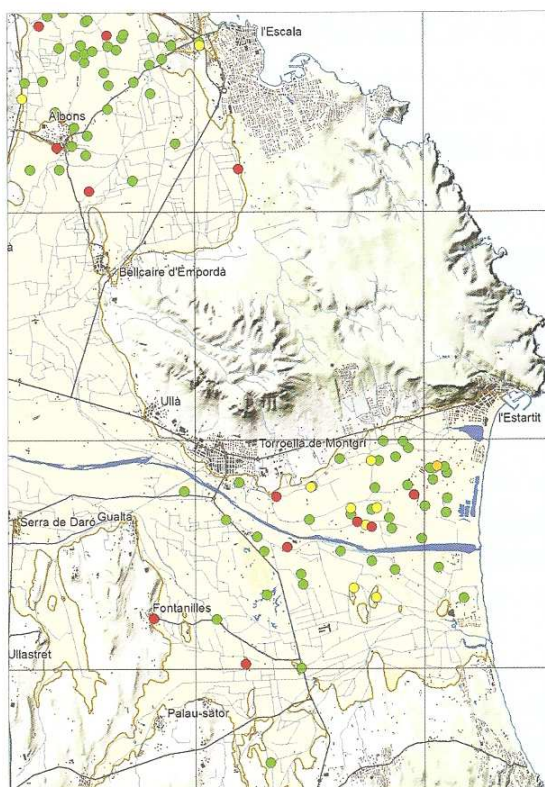


Figura 47- Distribución de las concentraciones puntuales de nitratos en el acuífero libre superficial del Baix Ter. Círculos verdes: < 25 mg/L, círculos amarillos: entre 40 y 50 mg/L y círculos rojos: > 50 mg/L. Fuente: Montaner et. al., (2010)

Si se analizan con más detalles las relaciones entre las diferentes especies del nitrógeno (nitratos, nitritos y amonio, Figura 48) se observa que los máximos de amonio a menudo coinciden con máximos de TOC por lo que este amonio probablemente se encuentre asociado a la materia orgánica. Aunque en la Figura 48 no se puede apreciar que estos máximos de amonio van acompañados de incrementos en la concentración de nitritos lo que podría indicar la presencia de procesos biogeoquímicos como la nitrificación.

En algunos puntos (Figura 48), como por ejemplo Mas Carles, el incremento de concentraciones de amonio y nitritos coincide con condiciones reductoras causada principalmente por un elevado contenido en materia orgánica que al oxidarse disminuye de forma drástica el oxígeno disuelto. Las concentraciones de nitratos también son muy variables pero se observa como en general los máximos de nitratos coinciden con mínimos de amonio y nitritos y condiciones oxidantes.

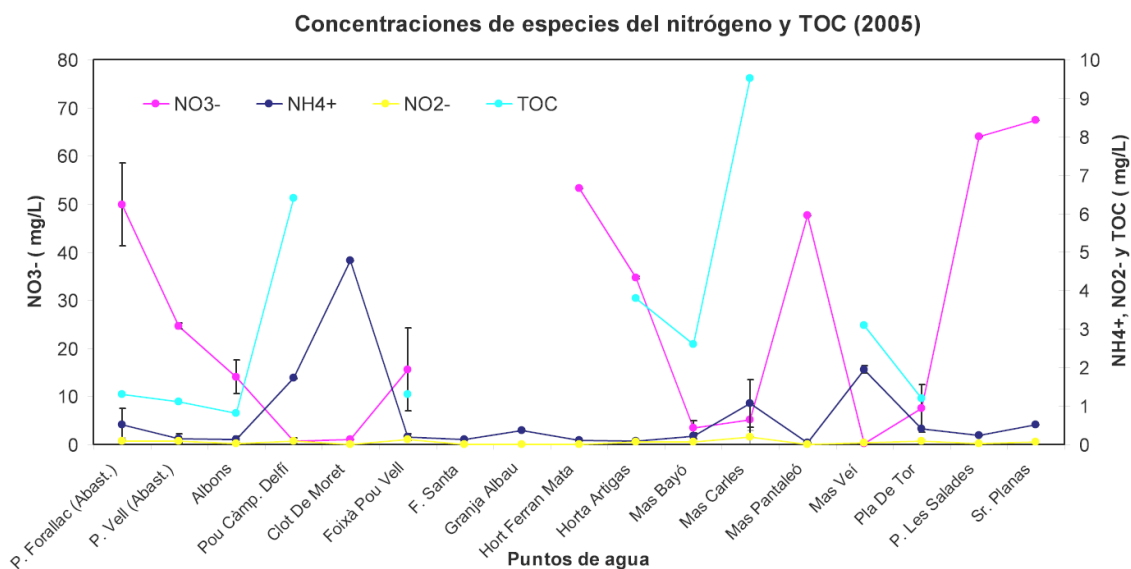


Figura 48- Relaciones entre las concentraciones de las diferentes especies del nitrógeno en los puntos de agua del acuífero superior en el 2005.

En relación a las concentraciones de Fe y Mn (Figura 49) destaca la existencia de elevadas concentraciones de Fe y Mn en sectores de las zonas palustres donde se presentan condiciones que tienden a ser reductoras.

Por el contrario las concentraciones de sulfatos no cambian de forma substancial en función del potencial redox. Lo que se observa en la (Figura 50) es un incremento significativo de las concentraciones de sulfatos en puntos, como el Camping del Delfí, bajo la influencia del agua marina rica en sulfatos.

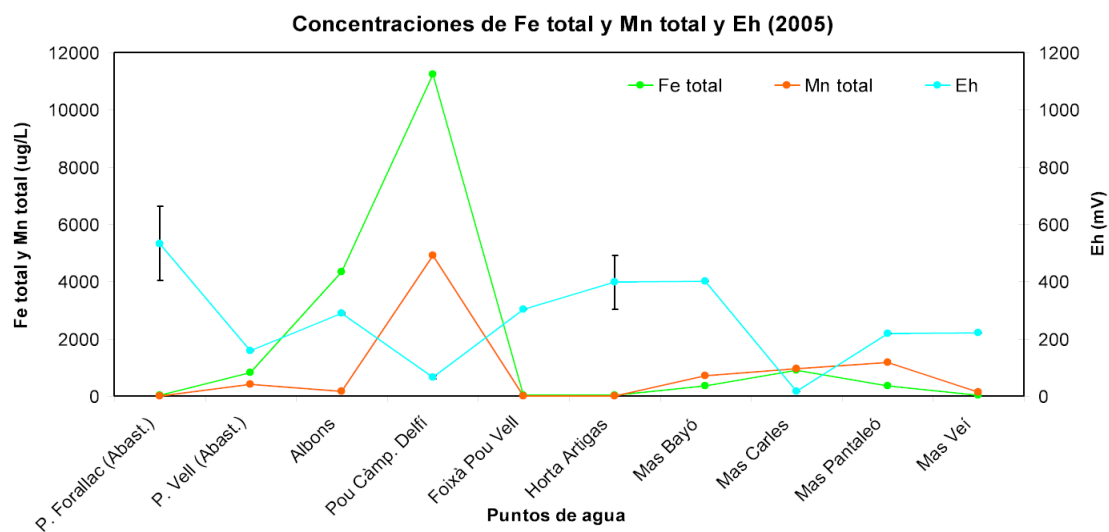


Figura 49- Relaciones entre las concentraciones de Fe y Mn en los puntos de agua del acuífero superior en el 2005.

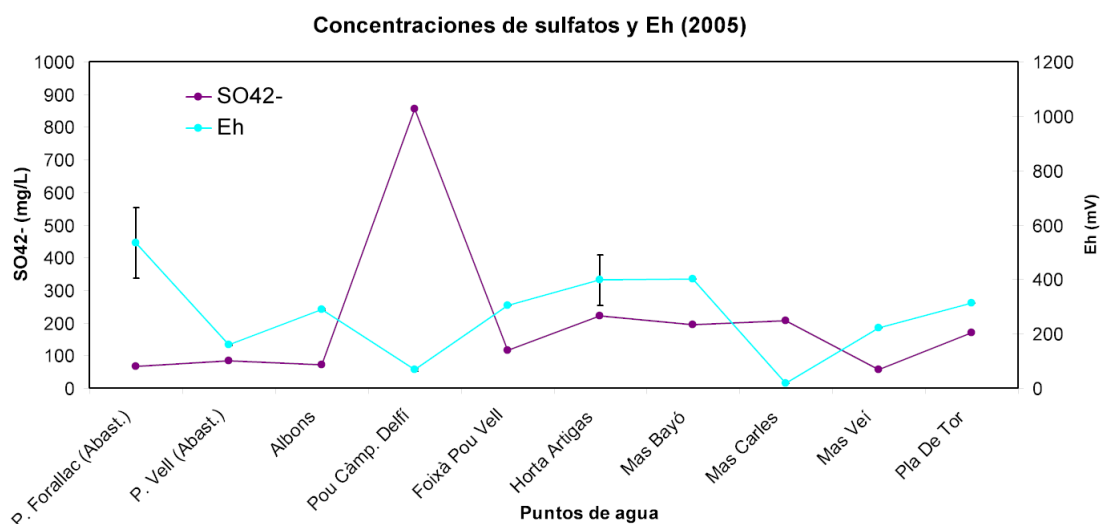


Figura 50- Variación de las concentraciones de sulfatos en los puntos de agua del acuífero superior en el 2005.

Aunque en las aguas subterráneas de la red de control del ACA no se dispone de concentraciones de fosfatos, el análisis de este nutriente también permite hacer una diagnosis del estado cualitativo de la masa de agua. Así la Tabla 14 permite clasificar el estado cualitativo de una masa de agua en función del contenido en P del fosfato.

Tabla 14- Niveles de fosfatos que pueden permitir detectar el estado cualitativo de una masa de agua
Fuente: ACA (2006)

	P-PO₄³⁻ (mg/L)	
1	< 0,03	Aguas limpias, sin eutrofización
2	0,03-0,09	Ligeros síntomas de eutrofización
3	0,1-0,29	Aguas con desequilibrios importantes
4	0,3-0,5	Aguas con mucho estrés
5	>0,5	Aguas muy eutrofizadas y contaminadas

En resumen, como consecuencia de las principales características hidrogeoquímicas de las aguas subterráneas del acuífero superficial del Baix Ter se observan elevadas concentraciones de cloruros y de conductividad eléctrica en las redes de abastecimiento de los municipios de Torrent, Begur, Palafrugell y Regencós.

La intrusión marina en el área de l'Escala y la remobilización del área de Gualta producen fuertes alteraciones a la calidad las aguas subterráneas con incrementos importantes en las concentraciones de cloruros, sulfatos y conductividades eléctricas.

Tal y como ya se ha comentado los municipios del Baix Ter se encuentran dentro de la zona vulnerable por nitratos y a menudo también presentan importantes concentraciones de amonio y nitritos

A nivel de la red municipal de abastecimiento se detectan elevados niveles de Mn en los municipios de Bellcaire d'Empordà, la Tallada d'Empordà, Foixà, Ruplà, Parlavà, Celrà, Vilopriu, Pals y Torrent. Este contaminante es de origen natural y se encuentra asociado a niveles ricos en materia orgánica de los sedimentos palustres.

También se presentan concentraciones elevadas de de Fe en las de Gualta (>400 mg/l), la Bisbal d'Empordà (250 mg/l), Celrà, Vilopriu, Pals y Torrent.

Extracciones de aguas subterráneas en las formaciones acuíferas del Baix Ter:

Las presiones antrópicas a las que se ve sometido el sistema no únicamente afectan a la calidad de los recursos hídricos sino también a su disponibilidad. Así la mayor parte de extracciones se realizan en el acuífero libre superior (Figura 51) aunque el acuífero profundo proporciona un mayor volumen de recursos hídricos (Tabla 15).

Las captaciones inventariadas en el acuífero superficial extraen aproximadamente 1 hm³/año, el 45 % del cual se extrae del sector norte y el 55 % restante en el sector sur (Tabla 15). Dentro el sector sur, las extracciones anuales en el margen izquierdo del río representan el 55 % del sector, mientras que las del margen derecho representa el 45 % restante.

La Tabla 16 permite observar como las extracciones del acuífero superficial se destinan esencialmente a uso agrícola (68 %), mientras que el 14 % es destinado a usos industriales y al sector servicios, el 8 % a uso doméstico diverso, el 6 % a la ganadería, y únicamente un 4 % se destina a abastecimiento municipal (Montaner et. al, 2011).

En el acuífero profundo (Tabla 15) se observa que de los 5.6 hm³/año del sector sur que se extraen de este acuífero la mayor parte se destina al abastecimiento municipal de la Mancomunidad de Palafrugell, Pals, Begur, Torrent y Regencós; y aproximadamente unos 2,5 hm³/año del sector norte se destinan al abastecimiento de l'Escala y Albons.

Aún con estas extracciones, cabe destacar que desde el punto de vista cualitativo para usos de regadío el Reg de Celrà presenta un déficit de regadío de 10,6 hm³/año

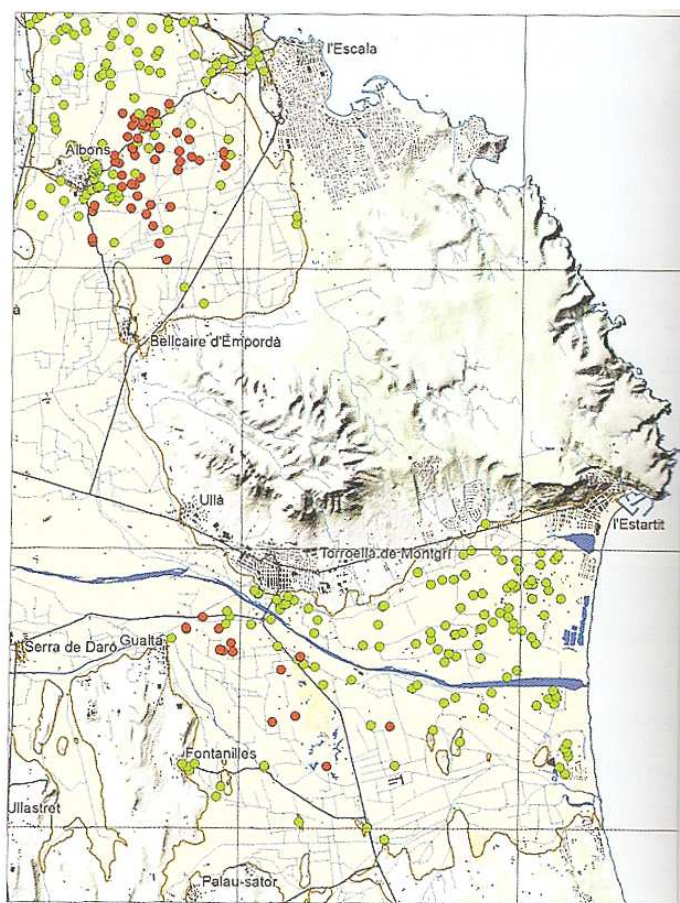


Figura 51- Mapa de situación de las principales captaciones de la zona litoral del Baix Ter. Puntos verdes captaciones del acuífero superficial, puntos rojos captaciones en el acuífero aluvial profundo. Fuente: Montaner et al., (2010).

Tabla 15- Extracciones inventariadas en la zona norte de la Escala y en la zona sur de l'Estartit. Dentro de esta zona sur se diferencia entre los dos márgenes del río. Fuente: Montaner et al., (2010).

Extracciones en tipología libre		
	Puntos	m³/any
Zona norte	125	484783
Zona sur	132	585638
Total	257	1070421
Extracciones en tipología semiconfinada		
	Puntos	m³/any
Zona norte	53	3322267
Zona sur	15	5598664
Total	68	8920931
Área litoral	325	991352
Extracciones del acuífero superficial en el sector litoral		
	Puntos	m³/any
Margen derecho	81	263680
Margen izquierdo	51	321958
Total	132	585638

Tabla 16- Extracciones en función del uso. Fuente: Modificado de Montaner et al., (2010)

Usos	Libre		Semiconfinado		Total	
	Puntos	m ³ /año	Puntos	m ³ /año	Puntos	m ³ /año
Doméstico	67	88129	8	3895	75	92024
Industria	19	145780	1	2800	20	148580
Agricultura	140	649505	47	742560	187	1392065
Ganadería	21	78932	2	7070	23	86002
Abastecimiento municipal	1	45000	10	8164606	11	8209606
Total	248	1007346	68	8920931	316	9928277

Además de las extracciones de aguas subterráneas realizadas a lo largo de la llanura del Baix Ter existen otras actividades que disminuyen de forma significativa la disponibilidad de recursos y que pueden contribuir al deterioro de la calidad de estos recursos.

La existencia de numerosas plantaciones de plantas freatofitas (como por ejemplo chopos, Figura 52) en los márgenes del río Ter disminuye de forma significativa el volumen de agua almacenada en el acuífero libre superficial y ocasiona un impacto importante desde el punto de vista cuantitativo. Además, las extracciones de áridos a lo largo del Baix Ter disminuyen la superficie de la zona de recarga del acuífero superior, su capacidad de almacenamiento y transmisividad y pueden conllevar problemas de calidad a las aguas subterráneas.

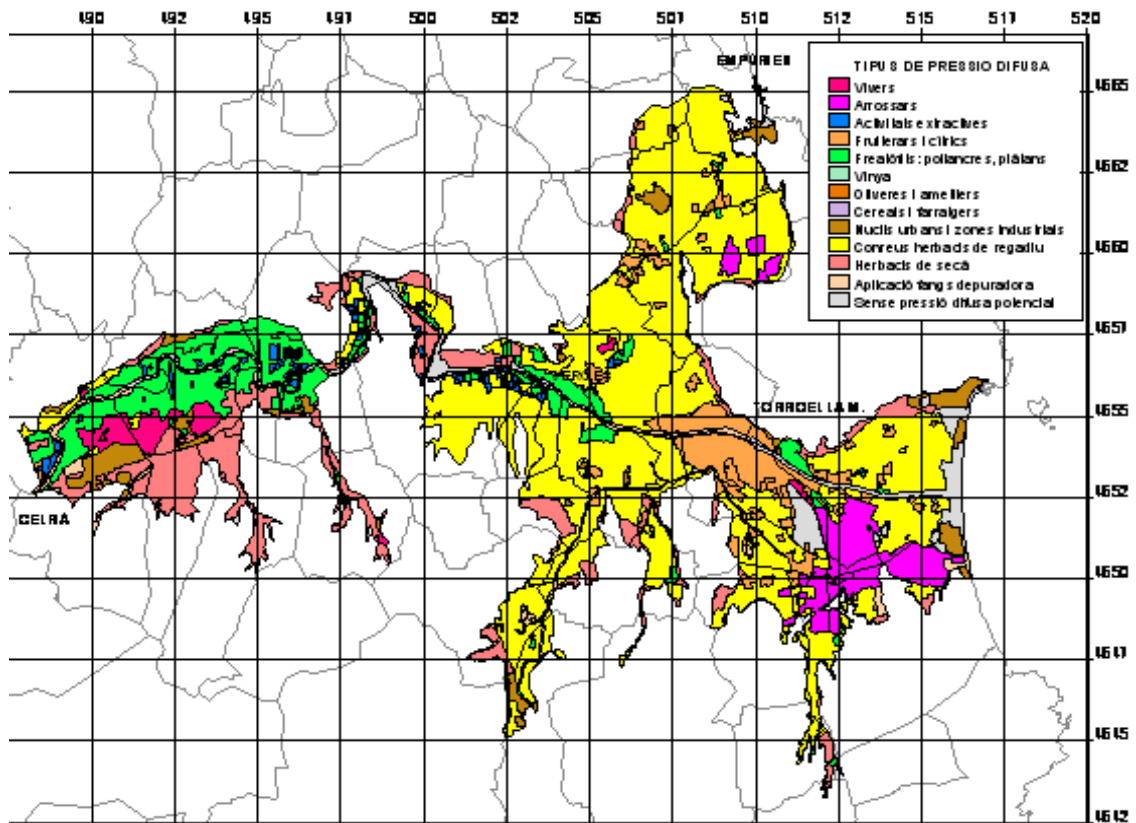


Figura 52- Mapa de principales usos agrícolas y actividades extractivas llevadas a cabo en la zona del Baix Ter. Fuente: ACA-Geoservei (2008).

E.1- Ter Vell

Geología e hidrogeología

OBSERVACIONES A REALIZAR

- Identificación de las formaciones hidrogeológicas sobre las que se emplazan los ríos y su funcionamiento hidráulico y formación hidrogeológica en la cual se emplaza la laguna.
- Descripción de la distribución de los materiales de las formaciones hidrogeológicas en los perfiles longitudinal y transversal al río.
- Relación río-acuífero en el Baix Ter a partir del mapa piezométrico y relación laguna-acuífero.
- Estudio de las conexiones hidráulicas existentes entre las diferentes formaciones acuíferas.
- Caracterización hidrogeoquímica de las aguas de las principales formaciones acuíferas y utilización de las herramientas isotópicas para el establecimiento de la relación laguna-acuífero.
- Realización de un perfil hidroquímico longitudinal a la laguna, mediante la medida *in situ* de los parámetros físico-químicos y muestreo de aguas para analizar por espectrofotometría de SO_4^{2-} , NO_3^- , NH_4^+ , PO_4^{2-} , Pb, Fe y Mn.
- Análisis de algunos de los principales procesos hidroquímicos y biogeoquímicos que tienen lugar en la laguna.
- Identificación de las actividades extractivas que afectan a los caudales basales de los ríos y a los recursos hídricos subterráneos.
- Análisis de las diferentes extracciones de aguas subterráneas que se realizan en el sistema.
- Observación y descripción de las actividades antrópicas que se llevan a cabo sobre las diferentes formaciones acuíferas y que afectan a la calidad de la laguna.
- Estimación de la vulnerabilidad intrínseca del medio y riesgos potenciales.

La laguna del Ter Vell se corresponde con la antigua desembocadura del río Ter y por ello cuando fue desviado, a principios del siglo XIX, el tramo final de la antigua desembocadura dio lugar a una laguna costera situada entre la zona urbana de l'Estartit, al norte, y el área urbanizada dels Griells al sur (Montaner et al 2010).

Desde los años 60, el ámbito de la laguna del Ter Vell ha ido recibiendo la incidencia del desorden urbanístico y la influencia de la actividad agrícola. Las aportaciones de aguas dulces de origen agrícola y de aguas residuales de carácter urbano han producido durante años un elevado grado de eutrofización de sus aguas (Quintana et. al., 1989) y una aceleración del proceso de colmatación de la base de la laguna por materiales de granulometría fina.

Durante la década de los 90 (ver apartado 3) se llevaron a cabo programas de recuperación de la laguna consistentes en la excavación de determinadas zonas para extraer los sedimentos que impermeabilizaban el fondo de la laguna, se redujeron los vertidos de aguas residuales urbanas así como las aguas de riego. En el período 2001-2003 se cambió el sistema de regadío de la zona, se iniciaron nuevos trabajos de recuperación de la laguna y en el marco del proyecto LIFE se puso en funcionamiento un sistema natural de depuración (Quintana et al., 2000 y 2002; Badosa, et. al., 2004). Fruto de estas actuaciones la laguna tiene unas 3 ha de superficie y 18 ha de los terrenos contiguos que presentan un funcionamiento natural con áreas de marismas de inundación recurrente.

Se trata de una laguna costera oligohalina, es decir, con predominio de la entrada de agua dulce procedente de la escorrentía superficial procedente de la llanura y de las laderas del Montgrí así como de las aguas subterráneas y de las aportaciones puntuales de agua marina durante los temporales de levante cuando se rompe la barra dunar que separa la laguna de la playa.

Rodean la laguna amplias superficies de humedales de inundación temporánea, que actúan como zonas de laminado durante las avenidas.

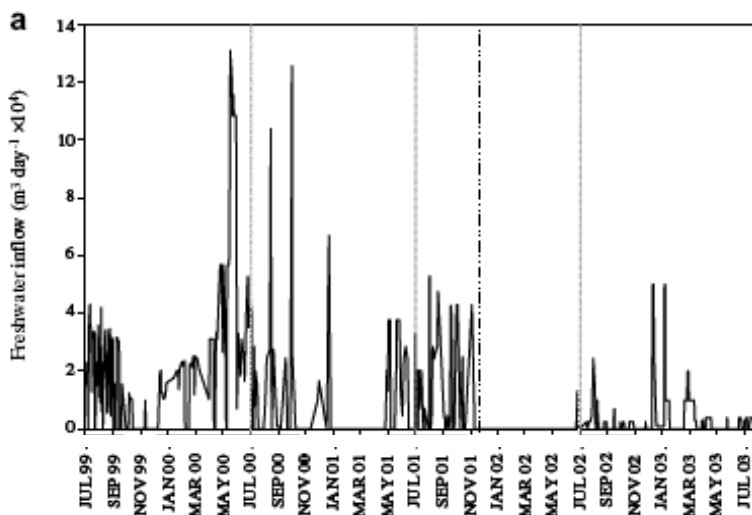


Figura 53- Variación del caudal de entrada a la laguna de Ter Vell. La línea discontinua en noviembre de 2001 indica la puesta en marcha del nuevo sistema de regadío. Fuente: Badosa et. al. (2007).

La entrada de agua dulce se da a través del Rec Vell. Hasta el año 2001 esta acequia funcionaba como distribuidor y como desguace del agua de regadío a partir de la captación en el río Ter, en la renclusa de Ullà. A partir de 2002, con la canalización del regadío, el Rec Vell ya no se utiliza para regar y ya no se deriva agua desde la captación. El Rec permanece seco la mayor parte del año y sólo circula agua durante los episodios de lluvia. En la Figura 53 se muestra la variación del caudal de entrada a Ter Vell entre julio de 1999 y julio de 2003, con el cambio debido a la canalización del regadío en noviembre de 2001.

Este cambio en el régimen hídrico ha causado un aumento de la salinidad, pero también una disminución de la concentración de nitrógeno (Tabla 17). Hasta el año 2001 la laguna sufría problemas de calidad del agua debido a la excesiva entrada de aguas de desguace de regadío durante la época estival. La circulación de agua dulce tenía un régimen invertido, con máximos durante el verano y mínimos durante el invierno, hecho que alteraba notablemente el funcionamiento hidrológico y ecológico de la laguna. También había aportaciones más o menos puntuales de aguas residuales. Desde el año 2002, la circulación de agua dulce es muy baja, pero dependiendo de la lluvia, con valores más altos durante el invierno. Debido a la carencia de entrada continúa de agua dulce se ha dado un incremento de la salinidad de la laguna. Aún así, ha mejorado la calidad del agua de la laguna gracias a la reducción en las aportaciones de nutrientes, especialmente de nitrógeno (Badosa et. al., 2008).

Tabla 17- Medias de salinidad y nutrientes a la laguna de Ter Vell en dos ciclos anuales, antes (1999-2000) y después (2002-2003) de la canalización del regadío. Fuente: Badosa et. al. (2007).

Ciclo anual	1999 – 2000	2002 – 2003
Conductividad mS/cm	5,50	9,64
Nitratos mg-N/l	1,33	0,29
Nitrógeno total mg-N/l	2,47	1,30
Fosfatos mg-P/l	0,10	0,20
Fósforo total mg-P/l	0,18	0,31

Edafología

Los suelos de esta zona aluvial están muy condicionados por el grado de inundación, circulación y renovación del agua. El agua ocupa la porosidad del suelo desplazando el aire (hidromorfía), y esto condiciona la presencia de oxígeno y los procesos que se desarrollan en el suelo, especialmente en aquellos de textura fina. Esta situación difiere claramente de la de los suelos considerados anteriormente. El agua en contacto con estos suelos tiene origen continental y/o marino. Esto conlleva la posible presencia de cantidades variables de sales, como cloruros y sulfatos.

En un suelo anegado resulta interesante la dinámica de mineralización de materia orgánica (actividad biológica anaeróbica), por la posibilidad de producirse algunos productos de mineralización como el metano, amonio, etc, algunos de ellos tóxicos si se acumulan en exceso. Si en el suelo hay presencia de sulfatos, las condiciones anóxicas inducen la formación de sulfuros por la reducción de sulfatos. Estos sulfuros, en presencia de hierro (también en forma reducida Fe (II)), generan sulfuros de hierro que aportan al suelo una coloración negra característica que aparece por debajo del nivel de agua libre en el suelo y que no debe ser confundida con la materia orgánica humificada. En las zonas en que el nivel del agua es variable se alternan periodos de anegamiento y aireación, y esto produce en el suelo una coloración heterogénea característica de los suelos hidromorfos, en que alternan el ocre y el rojo del óxido de hierro y el negro del hierro en forma de sulfuro. Evidentemente los colores negruzcos no se producen en caso de ausencia de sulfatos, pero sí las alteraciones entre ocre-rojo y gris-blanco de las formas de hierro oxidado y reducido, respectivamente.

La vegetación de la zona puede condicionar el grado de oxidación de los suelos. El carrizo, típicamente presente estas áreas, permite la oxigenación del suelo, por el transporte de oxígeno de las partes aéreas a través de los tallos y raíces, hasta el subsuelo. Existe, pues, una relación directa entre el oxígeno disponible en el suelo -no necesariamente en el agua- (potencial redox) y los procesos y características morfológicas (color). El potencial redox del suelo, a su vez, condiciona en muchos casos la movilidad y toxicidad de algunos elementos, ya que las formas reducidas suelen ser en general más solubles y tóxicas que las oxidadas (excepto en casos como los del Cr y As). Los sistemas más afectados por la hidromorfía en suelos son: $\text{CO}_2 / \text{CH}_4$; $\text{Fe}^{3+} / \text{Fe}^{2+}$; $\text{NO}_3^- / \text{NO}_2^-$; $\text{Mn}^{4+} / \text{Mn}^{2+}$; $\text{SO}_4^{2-} / \text{S}^{2-}$.

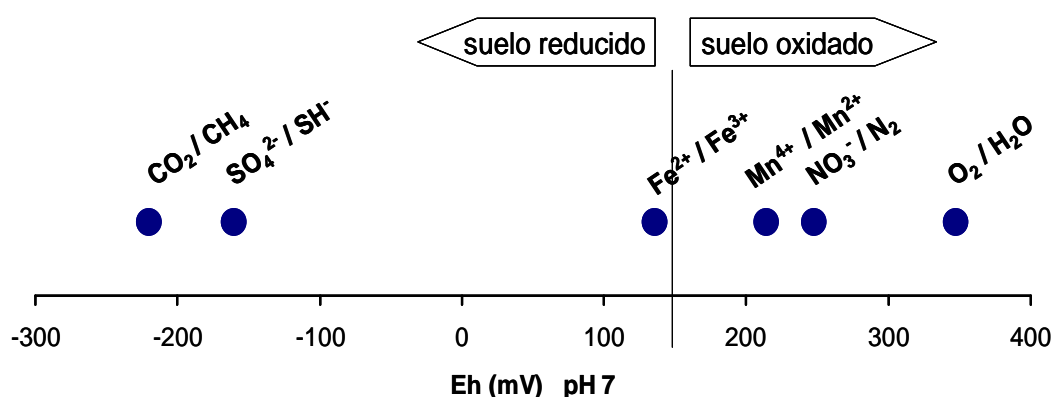
La coloración negra puede indicar presencia de **sulfuros**, que se confirma por el olor desagradable desprendido de los gases generados (vapores de H₂S tóxicos) cuando se añade HCl diluido al suelo afectado.

El grado de hidromorfia se puede evaluar mediante el potencial de reducción del suelo, con sondas que se sumergen en el agua en equilibrio.

La presencia de sales y el pH se puede medir mediante sondas que miden la conductividad eléctrica y la concentración de iones hidrónico (H₃O⁺) en extracto acuoso del suelo.

En el extracto acuoso, podremos identificar también la presencia de algunos aniones utilizando determinados reactivos:

- Cl⁻, precipitado blanco cuando se añade AgNO₃ 1N.
- SO₄²⁻, precipitado blanco con BaCl 1N.



La secuencia de horizontes en este tipo de suelos, suele ser **ACg2Ag2Cg...**, indicando suelos con alternancia de horizontes **A** y **C**, como consecuencia de los aportes periódicos del río de materiales detríticos de naturaleza variable, y secuencias de evolución edáfica diversas sobre cada uno de los materiales **C** depositados. Los horizontes afectados por hidromorfía suelen llevar el subíndice **g**. Estos suelos se denominan Xerofluvent típico cuando no se encuentra horizonte B y no hay condiciones de hidromorfía y Xerofluvent ácuico cuando si las hay. Cuando puede diferenciarse un horizonte Bw el suelo recibe el nombre de Xerochrept ácuico o Xerochrept fluvéntico según esté sometido o no a condiciones de hidromorfía, respectivamente. En función del grado de hidromorfía existente en el suelo que depende a su vez del nivel freático, renovación o circulación del agua, textura del suelo, etc. se observa una morfología variable de sus horizontes, caracterizada por la presencia más o menos heterogénea de manchas de colores ocres-rojizo, gris-negruzco.

Todos estos aspectos relacionados con los fenómenos redox pueden ser observados en los suelos existentes en las zonas limítrofes de la laguna del Ter Vell y también en las Basses de'n Coll.

Fauna y Flora. Los sistemas de humedales y lagunas de agua dulce

Tal y cómo ocurre en el resto de llanuras del litoral catalán, la superficie actual de zonas húmedas del Baix Ter tiene muy poco a ver con la que había existido en el pasado. Ya fuera por razones de insalubridad o bien por la creciente demanda de nuevas tierras de cultivo y de pasto, el hombre inició los trabajos de desecación desde muy antiguo pero especialmente a partir de la revolución agraria del siglo XVIII. También en tiempos modernos se puede documentar la regresión sufrida por las zonas húmedas. Un caso que puede ejemplificar esta desaparición progresiva de los

estanques lo constituye el sistema lagunar de Ter Vell, que durante la segunda mitad del siglo XX ha experimentado una transformación muy importante relacionada con la intervención y los usos del hombre a la zona. El vertido de aguas residuales y la entrada de los excedentes de riego provenientes de la llanura agrícola adyacente, aportaron gran cantidad de sedimentos y de nutrientes al sistema. A la vez, se cambió el régimen hídrico de las lagunas, que pasaron de las sequías estivales propias del clima mediterráneo a una elevada e irregular inundación en este periodo debido a las aportaciones agrícolas (Quintana & Comín, 1989). Todo esto comportó un desarrollo muy importante de la vegetación helofítica con la consecuente colmatación de las lagunas, a la vez que una desaparición de las comunidades halófilas por efecto de la disminución de la salinidad. Esta colmatación hizo que el número de hábitats disponibles para la fauna disminuyera y por tanto algunas especies de aves se rarificaran (Figura 54).

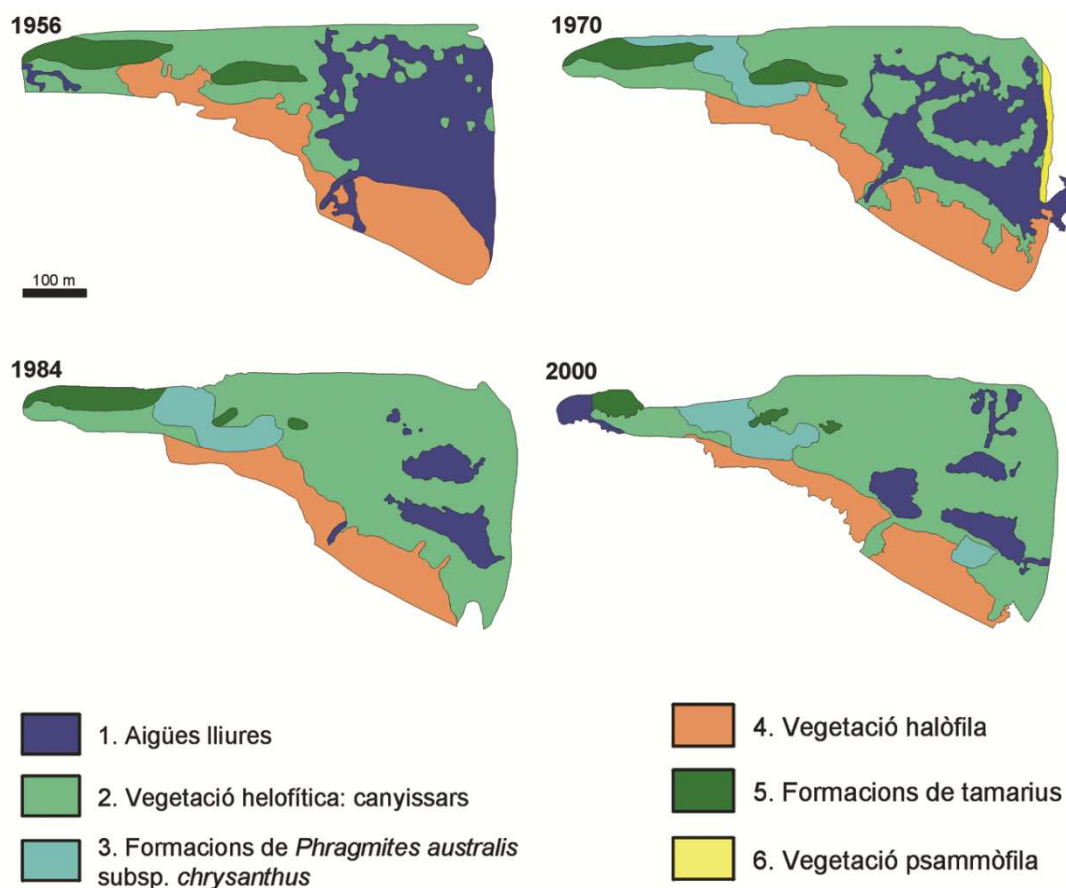


Figura 54- Evolución de la vegetación de la laguna de Ter Vell en los últimos 50 años. Fuente: Gesti (2006).

Actualmente, en el Baix Ter sólo encontramos masas importantes de agua dulce en las lagunas de Ter Vell, Basses d'en Coll y en sectores cercanos como la Bassa de l'Ànser. Hay que destacar también la presencia de un conjunto de humedales que se inundan después de los episodios de precipitaciones, y de una gran cantidad de cursos de agua (ríos, acequias, canales) que forman un entramado de hábitats diversos y muy interesantes desde el punto de vista ecológico y biológico.

Actualmente es reserva de caza y un importante refugio de aves acuáticas, especialmente anátidas. Las zonas de laminado de inundación temporánea son refugio de varias especies de anfibios (*Bufo calamita*, *Hyla meridionalis*, *Pelophylax perezi*), incluidos todos ellos en el anexo IV de la Directiva Hábitats.

E.2- Basses d'en Coll

Geología e hidrogeología

OBSERVACIONES A REALIZAR

- Identificación de la formación hidrogeológica en la cual se emplaza la laguna y modificaciones antrópicas que ha vivido a lo largo del tiempo.
- Realización de un perfil hidroquímico longitudinal a la laguna, mediante la medida *insitu* de los parámetros físico-químicos y muestreo de aguas para analizar por espectrofotometría de SO_4^{2-} , NO_3^- , NH_4^+ , PO_4^{2-} , Pb, Fe y Mn.
- Análisis de algunos de los principales procesos hidroquímicos y biogeoquímicos que tienen lugar en la laguna.
- Observación y descripción de las actividades antrópicas que se llevan a cabo sobre las diferentes formaciones acuíferas y que afectan a la calidad de la laguna.
- Estimación de la vulnerabilidad intrínseca del medio y riesgos potenciales.

Las Basses de'n Coll se encuentran formadas por un conjunto de lagunas de agua dulce, originadas a partir de un paleocanal fluvial de la riera Grossa de Pals. Con posterioridad, las lagunas se habrían alimentado de las aguas procedentes de un antiguo canal del Daró o por la confluencia litoral de este último con una derivación ocasional del río Ter (Montaner et al., 2010).

Las Basses de'n Coll se encuentran situadas a la zona de trasplaya entre la urbanización de Mas Pinell, al norte, y las instalaciones del camping Playa Brava, al sur, ocupando una superficie aproximada de unas 45 ha. Geográficamente coinciden con la actual desembocadura del rec del Molí de Pals, que junto con el rec d'es Coll, canaliza y distribuye la mayor parte de las aguas que se utilizan para el riego de los arrozales de Pals. Finalmente, las Basses d'en Coll están configuradas por una laguna costera de agua dulce rodeada por terrenos inundables, en gran parte ocupados por campos de arroz.

A nivel hidrológico las Basses d'en Coll se encuentran influenciadas por la cuenca de la riera Grossa de Pals, en la cuenca de la riera de Peratallada y por todo el ámbito de regadío del Rec del Molí de Pals. El sistema está formado por dos sectores: el canal del norte, donde confluyen las aguas del Rec del Molí de Pals y el Rec d'es Coll y al sur la laguna, donde van a parar las aguas del Rec de les Bassetes y una derivación del Rec d'es Coll (que drena los arrozales).

El Rec dels Fesols además de drenar los arrozales recoge parte de los sobrantes del Rec Gilda (que suministra agua al campo de golfo de Pals), para acabar confluyendo en el Rec de les Bassetes y desaguar juntos a la laguna sur de las Basses d'en Coll.

Por ello el flujo de entrada de agua dulce viene determinado por el cultivo del arroz de los campos que se encuentran en su entorno inmediato y en la cuenca de recepción (Badosa et. al., 2006a).

El funcionamiento hidrológico actual se encuentra condicionado por los ciclos de riego de los arrozales y por el cierre de la playa durante los periodos de bajas presiones aspectos que determinan la marcada irregularidad hidrológica del sistema (Montaner et al., 2010).

Se dan diferencias notables en las entradas de agua dulce según la época del año, con máximos en verano coincidiendo con el cultivo del arroz y mínimos en invierno (Figura 55). La influencia marina, al margen de los temporales de mar, se manifiesta frecuentemente durante las "plenas", subidas del nivel del mar que dificultan la salida del agua dulce y causan un aumento repentino del

nivel del agua (Barriocanal et al., 2004). Hace falta una cierta regularización del caudal, con caudales en invierno superiores a los actuales. A pesar de que el cultivo del arroz obliga a un flujo de agua considerable en verano, superior a lo esperable en condiciones naturales en una laguna costera de estas características, hace falta que la diferencia entre verano e invierno no sea tan marcada.

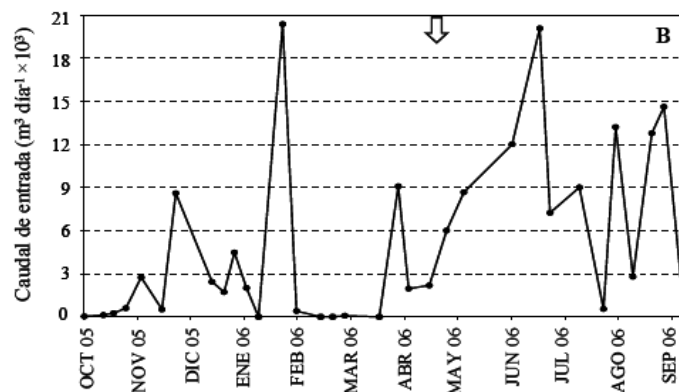


Figura 55- Caudales entrada a la laguna de les Basses d'en Coll. La flecha indica el inicio del cultivo del arroz. Fuente: Badosa et. al. (2006a).

Fauna y flora

Las zonas húmedas de la gola del Ter y el Mas Pinell son un conjunto de humedales costeros situados entre los cursos fluviales de los ríos Ter y Daró (o rec del Molí de Pals). Alternan ambientes de agua dulce, entre los cuales destacan zonas inundables con bosque de ribera, y ambientes más salobres, típicos de marisma, con mayor influencia marina. Destacan en la zona las lagunas con presencia de galápago europeo (*Emys orbicularis*), antiguamente muy abundante a la zona, que llegó a desaparecer y que actualmente se ha reintroducido dentro del marco de un proyecto Life-Natura (www.lifeemyster.com) con la creación de nuevas lagunas de agua dulce. También se encuentran varias especies de anfibios. Entre ellos destaca el sapo de espuelas (*Pelobates cultripes*), del cual se ha detectado reproducción a la zona. Son unos humedales muy reducidos en extensión debido a la fuerte presión antrópica, principalmente por la parte urbana (camping y urbanización Mas Pinell), también por el cultivo agrícola de la mayor parte de la superficie. La elevada frecuentación causa la degradación de la vegetación de marisma y del sistema de dunas litorales.

Basses d'en Coll es un importante refugio de aves acuáticas, donde destaca la presencia del avetoro (*Botaurus stellaris*). En el entorno de las Basses d'en Coll hay una intensa actividad humana. Existen equipamientos turísticos (camping) que llegan hasta el cauce de la laguna, con uso de la laguna por barcas recreativas. También los campos de arroz llegan hasta al nivel del agua. En consecuencia, en gran parte de los límites de la laguna carece de un cinturón de vegetación de zonas húmedas. El agua dulce entra a la laguna a través de varias acequias (rec de les Bassetes, rec dels Fessols y Gilda), que aportan agua de desguace de los arrozales y sale al mar a través de la desembocadura del río Daró.

F- La zona litoral

El litoral del Baix Empordà ha sufrido transformaciones muy notables en la segunda mitad del siglo XX, muchas de ellas estrechamente ligadas al fenómeno turístico. Así, una parte importante de la fachada litoral fue ocupada por complejos residenciales que se ubicaron en las mismísimas formaciones dunares y trasdunares, ocupando antiguas zonas húmedas y de marisma. A este proceso urbanístico, que todavía continúa en nuestros días, hay que sumar la implantación de varios campings que dan cabida a un elevado volumen de visitantes, especialmente en los meses estivales. La perturbación que supone la frecuentación en la zona litoral, especialmente durante las estaciones de primavera y verano, hace que algunas especies de fauna típicas de estas zonas no presenten poblaciones bien estructuradas. En el grupo de las aves, el chorlito patinegro (*Charadrius alexandrinus*) es una especie que a finales de primavera hace un pequeño agujero en la arena donde deposita los huevos. La elevada presencia de personas y animales domésticos en las playas hace que los adultos tengan verdaderos problemas para incubar, si es que los perros no se comen las puestas. Paradójicamente, desde los ayuntamientos se conmina, bajo amenaza de sanción económica, a que los perros no paseen por la playa por la insalubridad de las deposiciones de estos en las playas. Por desgracia, las personas hacen caso omiso de las advertencias legales que, indirectamente, podrían revertir en las poblaciones de chorlitos de estas playas, y la realidad es que los diversos censos que se han realizado han mostrado poblaciones de la especie prácticamente inexistentes a pesar que el hábitat adecuado está disponible.

Este cambio de los usos del territorio, la fragmentación originada por estas instalaciones y la elevada frecuentación turística han sido los principales agentes del cambio del paisaje de la zona, pero no han sido los únicos. Efectivamente, otros procesos más remotos también han repercutido en la dinámica del litoral del Baix Empordà. Así, la disminución de sedimentos arrastrados por el río Ter después de la construcción de los embalses de Sau, Susqueda y el Pasteral, o el cambio en las corrientes marinas causados por los espigones artificiales de los puertos, han hecho variar extraordinariamente la fisonomía de las playas. Así por ejemplo, en los últimos 50 años, mientras que en la Estartit la playa ha avanzado un centenar largo de metros, cerca de la desembocadura del Ter ha reculado más de sesenta. Unas y otras circunstancias han provocado una fuerte alteración a los ecosistemas del litoral, con una desaparición o fragmentación de las marismas y de las formaciones dunares que habían ocupado esta fachada marítima en el pasado. Tenemos un buen ejemplo en la marisma de la Pletera, donde el proceso urbanístico comportó el relleno de la mayor parte de lagunas y de una parte de la marisma, a la vez que los cambios en la línea de costa modificaron sensiblemente la distribución de las comunidades del litoral. En este sector ampurdanés se han podido conservar superficies bastante importantes de estos arenales y marismas para que constituyan una zona de altísimo valor ecológico. Así, los arenales, dunas y trasdunas de la playa de Pals y de Torroella de Montgrí constituyen una de las muestras más extensas y muy conservadas de sistemas dunares de Cataluña. Detrás de esta primera línea de mar, las marismas de la Pletera y de la Fonollera acogen una diversidad muy importante de hábitats propios de los suelos salinos y de las lagunas con aguas salobres.

Edafología:

En el cordón de dunas que separan las lagunas salobres del mar, puede observarse la ausencia de suelos debido a la movilidad de la arena que no presenta la estabilidad suficiente como para que la materia orgánica residual de la escasa vegetación (raíces...) pueda generar un horizonte en superficie y posteriormente desarrollar un horizonte A que estructurase el suelo y posibilitara la diferenciación edáfica.

G- Ambientes agrícolas (arrozales, campos, “estanyets”, acequias...)

G.1- Acequias

Las acequias, canales, desagües, aliviaderos, sifones, tuberías y en definitiva todos los sistemas de riego que se localizan en el ámbito del Baix Ter, forman un complejo sistema hidráulico que articula el agua desde su captación en el río Ter, hasta los diversos cultivos que componen el mosaico agropecuario de la llanura. Se ha calculado que en toda la franja litoral ampurdanesa, comarcas del Alt y Baix Empordà, hay más de 1.000 km de acequias y canales (Quintana & Marí, 2004). Toda la red de canales del Baix Ter y sus complementos (compuertas, puentes, esclusas, ..) tiene un gran valor histórico, datándose algunos desde antes del siglo XVI. De hecho, el Molí de Pals dispone de documentos históricos que lo sitúan en el siglo XV (Parera, 2003). La circulación de agua por este entramado hidráulico es irregular y, a menudo, imprevisible. Su volumen y composición están vinculados a la distribución para el regadío. Al margen de su función vehicular para el riego, estas acequias y canales actúan como una red de drenaje de las aguas de precipitación y colectores del agua de escorrentía. De esta manera se produce una alimentación hídrica de los ambientes naturales que se sitúan al final del sistema (ríos, zonas húmedas o directamente al mar). En función de las funciones predominantes de las acequias y canales, estas se pueden clasificar en tres grandes grupos (Tabla 18).

Las acequias históricas, definidas también como principales, al margen de su función de distribución y de escorrentía de aguas de lluvia, actúan también como conectores o corredores ecológicos, permitiendo a una serie de especies desplazarse entre los diversos ecosistemas que componen la llanura del Baix Ter y al mismo tiempo garantizan la conectividad hídrica entre los diversos sistemas acuáticos.

Las acequias más naturalizadas disponen de una interesante vegetación acuática, propia de zonas húmedas. La presencia de vegetación dependerá de las características estructurales de la ribera, el régimen hídrico y la calidad del agua. Si el espacio entre la ribera y los cultivos o otros usos adyacentes es suficiente, se desarrollará bosque de ribera en galería con la presencia, principalmente, del fresno de hoja estrecha (*Fraxinus angustifolia*) y del olmo común (*Ulmus minor*), especie, esta última, severamente atacada por la enfermedad de la grafiosis. En la parte inferior de estos bosques de ribera aparecerá un sotobosque rico en arbustos y especies herbáceas. En el caso que la franja acequia/uso antrópico sea muy estrecha, o se ejerza presión sobre el medio, únicamente encontraremos formaciones secundarias (zarzaparrillas y cañizales). Si la presión es drástica, aparecerán comunidades herbáceas, sobretudo herbazales nitrófilos, cardazales y ortigas.

Tabla 18- Tipología de acequias, según su función predominante, en el Baix Ter. Fuente: Quintana, 2010.

FUNCIÓN	TOPOLOGÍA DE ACEQUIAS
Derivación y transporte	Históricas o principales Secundarias Soterradas
Drenaje	Desagües
Distribución	Ramales de distribución

G.2- Arrozales

Geología e hidrogeología

OBSERVACIONES A REALIZAR

- Identificación de los estanques interiores y de los medios palustres de la llanura del Baix Ter
- Identificación de la zona de arrozales y del Cap de Begur.

Áreas palustres

Las áreas palustres de la llanura del Baix Ter se corresponden con terrenos de topografía baja que históricamente se quedaban inundados como consecuencia del desbordamiento de los cursos fluviales existentes. Des del punto de vista sedimentológico, su formación se asocia también al proceso de progradación de la llanura, aún cuando a menudo, a una profundidad de pocos metros, estas áreas presentan sedimentos más antiguos correspondientes a una llanura fluviomarina precedente.

De forma similar a la formación de los estanques interiores, estas áreas fueron quedando como zonas marginales con una escasa influencia de las aportaciones fluviales a causa de la progradación del sistema, y con un predominio de las acumulaciones de materiales finos y fangosos palustres y de inundación.

Entre estas áreas palustres relictas se encuentra la zona de Pals, Boada-Fontclara y Fontanilles que presenta una superficie de más de 1.100 ha y que se extiende, de norte a sur, entre el margen derecho del río Ter y la confluencia de la llanura con los ámbitos fluviales de las rieras de Peratallada y Pals y, de oeste a este, desde Fontanilles y Fontclara hasta las Basses d'en Coll. Esta zona palustre integra los antiguos estanques interiores de Pals y Boada, y otros de menor entidad que actualmente se pueden dar prácticamente por desaparecidos (Montaner et al., 2010).

Sistema lacustre antiguo de Pals/Palau-Sator

Se trata de un sistema lacustre fósil representado por un conjunto de afloramientos de limos y arcillas lacustres, ricos en materia orgánica, y niveles de calizas travertínicas, de edad pleistocénica superior para algunos autores (Mas et. al.,1999), o holoceno medio para otros (Roqué et. al., 2001). Existe una pequeña balsa, de pocos metros cuadrados, con agua que se estanca que se atribuye a vestigios de una hidrodinámica de aguas surgentes. Se piensa que esta hidrodinámica surgente era la responsable de la existencia de extensos niveles lacustres presentes en afloramientos de la zona.

Estanques interiores:

Los orígenes de estos estanques se interpretan como resultado de que estas zonas se sitúan en los márgenes de las áreas de progradación de la llanura aluvial. Así, estas zonas se fueron rellenando de aluviones fluviales como consecuencia de los episodios de desbordamiento fluvial a su vez que al encontrarse en las proximidades de varios relieves terciarios, se pudieron formar cuencas endorreicas.

Hoy en día, la mayoría de estos estanques han perdido su funcionamiento hidrológico primario, ya sea como consecuencia de su progresiva colmatación natural o por efecto de las actuaciones antrópicas de secado y construcción de canales de drenaje. En muchos casos, estas áreas han pasado a formar parte de las zonas de arrozales. Solo se conserva una cierta geomorfología, de topografía deprimida, y se mantiene una tendencia al comportamiento hidráulico de tipo endorreico. Estos factores, aun cuando no son determinantes, contribuyen al hecho que durante periodos de lluvias intensas y persistentes todavía puedan quedar temporalmente inundados. Estos

periodos de inundación duran pocos días a causa de la existencia de una red de canales de drenaje cuya función es precisamente evitar la inundación prolongada (Montaner et al., 2010).

L'Estany de Pals o Estany Marisc era el regulador natural de la Riera Grossa que recogía las aguas de las Gavarres y del Macizo de Begur. Los terrenos fácilmente inundables serian destinados al cultivo de arroz a partir de su proceso de desecación iniciado en el siglo XV y culminado al XVIII. La mayor extensión de este cultivo se correspondió con el siglo XVIII y se extendía desde Fluvià hasta las montañas de Begur cubriendo aproximadamente 6500 ha. A partir del XVIII se empezaron a registrar protestas populares en la zona. Entre éstas están documentadas la de 1764 en Verges o la de 1797 en Pals culpando a estos cultivos del paludismo de la población.

Los arrozales continuaron hasta el 1837 cuando se registró una gran epidemia de peste y por un real orden del mes de julio 1838 se prohibió este cultivo en l'Empordà y se aceleraron los procesos de desecación de los humedales.

En 1904 el arroz fue reintroducido en Pals por Pere Coll quien instauró canales de riego para evitar el estancamiento de las aguas y la putrefacción (Romagosa F., 2007).

Edafologia

Suelos afectados por el cultivo y otras actividades antrópicas

Una de las zonas más representativa de la presión que el hombre ejerce sobre el territorio es la de les Basses de'n Coll.

En este emplazamiento se pueden constatar los efectos que sobre el suelo producen, los diferentes usos y en particular la contaminación por elementos potencialmente tóxicos. Una gran parte del área se encuentra ocupada por terreno agrícola, arrozal, mientras que el resto está constituido por un humedal con carrizo y una laguna adyacente. La zona húmeda es utilizada como área de caza y la laguna utilizada como zona de recreo durante la época estival (camping en las inmediaciones).

El cultivo del arroz implica cambios notables en las condiciones del suelo. Durante su cultivo, se requiere que el suelo esté sobresaturado de agua (en circulación) lo que hace conveniente establecer los arrozales en zonas de humedal o fácilmente inundables. Una vez recolectado el suelo se seca paulatinamente, aunque el nivel freático suele permanecer cerca de la superficie. Esto permite observar diferencias a lo largo del año en cuanto a la oxigenación del suelo, y por lo tanto a las condiciones redox presentes. Por otro lado los suelos de esta zona son salinos ($CE_{25} > 4$ dS/m), el agua en este sistema es altamente salina debido a las intrusiones marinas siendo este otro de los motivos por los que se cultiva el arroz ya que es una especie muy resistente a la salinidad. Entre las sales presentes en el suelo encontramos la presencia de sulfatos, con la consiguiente dinámica sulfatos/sulfuros ya descrita anteriormente en los suelos hidromorfos.

La observación de un suelo de arrozal, antes de la siembra (no inundado), permite comprobar la dominancia de materiales finos e importantes grietas debido a la presencia de arcillas expandibles que en condiciones de sequedad se contraen, ofreciendo un aspecto característico. En superficie aparece también una coloración blanquecina irregular, debido al secado y afloramiento de las sales (fundamentalmente sulfatos y cloruros) que suben por capilaridad. Si se hace un corte en profundidad aparece el color negro de los sulfuros de hierro, a pocos centímetros de la superficie, indicando la existencia de condiciones reductoras favorecidas por la presencia de agua freática. El secado y aireado de este material produce lentamente coloración rojiza en superficie por la oxidación del hierro y la aparición de una capa blanquecina a medida que los sulfuros son oxidados a sulfatos solubles y la solución salina asciende a la superficie y precipitan sus sales. Al contacto con ácido clorhídrico, el suelo produce efervescencia por la presencia de carbonatos, a la vez que desprende el olor característico derivado de la presencia de sulfuros.

La secuencia de horizontes en este suelo es de tipo **ApCg2Cg...**. Los horizontes **A** de suelos agrícolas se identifican con el subíndice **p**, y los diversos horizontes **C** son fruto de las diferentes capas de sedimentos continentales y/o marinos que se hayan depositado en profundidad, en esta zona. Los suelos en este caso serían denominados como Xerofluent típico, porque las condiciones de hidromorfía no ocupan la mayor parte del año en el ciclo del arroz.

Esta zona está también afectada por otras actividades humanas. Además de la agricultura, se practica la caza cerca de la laguna. Esto implica la presencia de contaminantes procedentes de ambas actividades: fitosanitarios y fertilizantes de uso agrícola, y restos de munición utilizada en la caza. Elementos potencialmente tóxicos (EPT) como el cobre, el arsénico, estaño, manganeso, cadmio y zinc, pueden ser aportados con los agroquímicos; mientras que los restos de munición (perdigones, cartuchos, etc.) pueden aportar plomo (de 30 a 40 g por cartucho), arsénico y antimonio. A la contaminación del suelo y los sedimentos de la laguna, hay que añadir el peligro de la ingestión de perdigones por las aves acuáticas, que provoca graves efectos sobre dichas poblaciones (plumbismo) y sobre la cadena trófica.

Los **metales pesados** (plomo, cobre, zinc, etc.) reaccionan con la ditizona en solución clorofórmica provocando un cambio de coloración de verde a azul o rojo. Ensayo que puede ser utilizado en el campo, para detectar la presencia de ETP.

Un estudio detallado de los EPT presentes en la zona permite conocer su distribución geográfica, la causa de su presencia en la zona y el grado de contaminación del suelo. Dicha información puede ser de especial utilidad para establecer un diagnóstico del estado de la zona, así como para tomar medidas protectoras y correctoras adecuadas para su preservación.

G.3- “Estanyets”

Geología e hidrogeología

OBSERVACIONES A REALIZAR

- Identificación de la formación hidrogeológica en la que se emplazan los estanyets.
- Descripción de su morfología y de su funcionamiento hidráulico.
- Identificación del origen de las aguas utilizadas para el regadío y de las problemáticas asociadas a su uso.
- Análisis de la importancia de la monitorización de la calidad de sus aguas como indicador del estado cuantitativo y cualitativo del sistema acuífero. Para ello se realizaran medidas de parámetros físico-químicos de las aguas de los estanyets y muestreo de aguas para analizar por espectrofotometría de SO_4^{2-} , NO_3^- , NH_4^+ , PO_4^{2-} , Pb, Fe y Mn.
- Medida del nivel piezométrico y de los parámetros físico-químicos de un pozo agrícola y muestreo de sus aguas para el análisis comparativo con las aguas de los estanyets.
- Describir las principales reacciones hidrogeoquímicas y biogeoquímicas que tienen lugar.
- Análisis de algunos de los principales procesos hidroquímicos y biogeoquímicos que tienen lugar en zona.
- Descripción de la importancia de las comunidades de regantes como herramienta de gestión de los recursos hídricos y de las infraestructuras existentes.
- Observación y descripción de las actividades antrópicas que se llevan a cabo en la zona.
- Estimación de la vulnerabilidad intrínseca del medio y riesgos potenciales.

Entre el golf de Sierres de Pals y las instalaciones de la EDAR de Pals existen unas balsas o estanyols (Quintana & Marí, 2004) de reducidas dimensiones y geometría circular, que mantienen una lámina de agua más o menos permanente. Muy probablemente su recarga está motivada por la aportación de aguas subterráneas, de origen subsuperficial y/o posiblemente profundo, relacionadas con el sistema de fracturas que afecta a las unidades eocenas permeables del bartoniano inferior, unidades que en las áreas contiguas presentan captaciones que dan muestras de un potencial hidráulico de carácter surgente (Montaner et al., 2010, Figura 56).

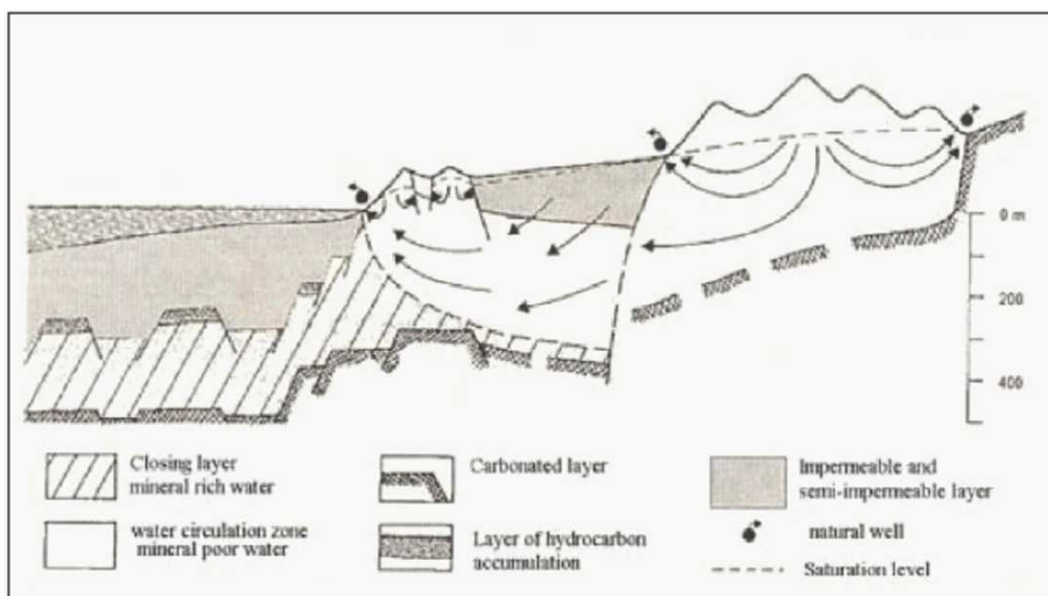


Figura 56- Modelo de funcionamiento hidráulico del sistema que alimenta a los estanyets segun Batlló A. (1985)

Para poder comprobar el origen, predominantemente subterráneo de las aguas que alimentan las balsas se pueden llevar a cabo estudios en los pozos agrícolas situados en las inmediaciones. En este tipo de captación se pueden medir tanto el nivel piezométrico, con una sonda piezométrica (Figura 57), como muestrear las aguas subterráneas.

La importancia de estas balsas reside en que de acuerdo con el estudio llevado a cabo por el ACA en 2004 sobre la caracterización, regionalización y elaboración de herramientas de establecimiento del estado ecológico de zonas húmedas de Catalunya estas balsa se pueden considerar que aunque no cumplen estrictamente los criterios y niveles de presión admisibles para ser seleccionadas como zonas húmedas de referencia del tipo salobres-dulces permanentes y semipermanentes (Ullal del camp y del camí, Tabla 19) su estado ecológico es de bueno a muy bueno.

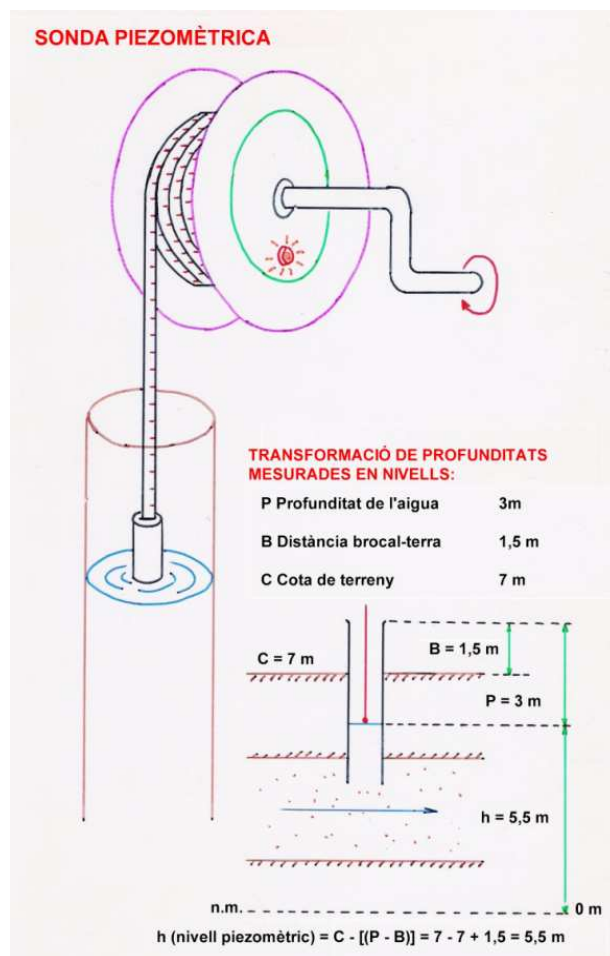


Figura 57- Esquema de la medida del nivel piezométrico en un pozo con una sonda piezométrica convencional. Autor: José M^a Carmona

Tabla 19- Criterios y niveles de presión admisibles en la selección de zonas húmedas de referencia Fuente: ACA (2004)

Tipo de presión	Criterios de admisión de una zona húmeda como sistema de referencia
Contaminación puntual y/o difusa	Sin aportaciones de agua o nutrientes por canales de escorrentía de origen urbano, industrial o agrícola. Sin episodios de hipereutrofia en los momentos de mínimo volumen de agua o previos a la desecación de la laguna, ni tampoco condiciones anóxicas que promuevan la desaparición o sustitución de la comunidad típica
Extracciones de agua y regulación del flujo	Sin aportaciones o extracciones de agua para cualquier uso. Incrementos del nivel del agua por aportaciones temporales del mar, precipitaciones, subidas del nivel freático. Decrecimientos del nivel del agua por estiaje (hasta la desecación)
Alteraciones morfológicas y alteraciones del litoral	Origen de la laguna natural. Entorno de la laguna sin motas (sin canalizaciones entradas/salidas de agua) que permitan la inundación natural de los terrenos adyacentes.
Otras presiones antropogénicas	Ausencia de especies de fauna y flora alóctonas
Sin restricciones por:	Concentraciones de nutrientes. Salinidad. Desecación natural.

Por ello estas balsas se han convertido en buenas indicadoras del estado cualitativo de los recursos hídricos de la zona. La Tabla 20 permite observar como los niveles de las diferentes especies del nitrógeno especialmente el nitrato se mantienen por debajo de los niveles paramétricos marcados por la Directiva 91/676/CEE y el RD 261/1996.

Tabla 20- Parámetros físico-químicos, biológicos y concentraciones de nutrientes presentes en els Estanyets de Pals en noviembre 2006 (Ros M., 2006)

	Ullal del Camí	Ullal del Camp	Ullal del Safareig
T (°C)	17,30	14,50	16,90
CE (µS/cm)	950	898	970
TSD (mg/L)	475	453	480
pH	6,79	6,81	6,85
OD (mg/L)	3,60	3,80	3,00
PO ₄ ³⁻ (mg/L)	0,02	0,07	0,05
NH ₄ ⁺ (mg/L)	0,02	0,11	0,19
NO ₂ ⁻ (mg/L)	0,09	0,02	0,05
NO ₃ ⁻ (mg/L)	16,66	4,36	18,64

Principales infraestructuras para el riego de la superficie agrícola y su estructuración en Comunidades de Regantes

En la zona del Baix Ter la extensión agrícola es importante. Por imperativo legal, los usuarios del agua y otros bienes de dominio público hidráulico que disfruten de una misma toma o concesión deberán constituirse en Comunidades de Usuarios. Cuando el destino del agua es el riego, se denominan Comunidades de Regantes.

Una Comunidades de Regantes podría definirse como una agrupación de todos los propietarios de una zona regable, que se unen obligatoriamente por Ley, para la administración autónoma y común de las aguas públicas, sin ánimo de lucro. Se trata, pues, de una zona concreta de tierra regable, la cual disfruta de una concesión de agua para regar esa superficie de tierra. Definida de este modo, se indica que la concesión de agua es dada a la tierra, y no al comunero propietario de la misma.

Las Comunidades de Regantes deben organizar los aprovechamientos colectivos de aguas públicas, superficiales y subterráneas que le son comunes. Tienen como función prioritaria la distribución y administración de las aguas concedidas, sujetándose a normas sancionadas por la Administración y elaboradas por los propios usuarios.

En la llanura del Baix Ter existen 4 comunidades de regantes (Tabla 21). Así, del total de 9058 ha de regadío el 18,21 % se riega con aguas de origen subterráneo.

Tabla 21- Principales comunidades de regantes de la zona del Baix Ter y origen de las aguas utilizadas (ACA-Geoservei, 2008).

COMUNIDAD DE REGANTES	RIEGO AGUAS SUPERFICIALES.(Ha)	RIEGO AGUAS SUBTERRÁNEAS (Ha)	RIEGO MIXTO (Ha)	TOTAL (Ha)	TOTAL (%)
CR CELRÀ-COLOMERS	518	268	95	881	9,72
CR. PRESA COLOMERS	3135	855	460	4451	49,10
CR. SÈQUIA VINYALS	472	72	84	628	6,93
CR. MOLÍ DE PALS	2.467	455	176	3098	34,25
TOTAL (Ha)	6592	1650	816	9058	100
TOTAL (%)	72,78	18,21	9,01	100	

Las principales estructuras hidráulicas utilizadas para hacer llegar el agua de las diferentes Comunidades de Regantes a los campos son los canales de riego.

La llanura del Baix Ter presenta diferentes canales de riego la construcción de la cual se remonta a las épocas medievales (Figura 58).

De estos canales a lo largo del recorrido hemos observado:

- **Rec del Ter Vell**, nace en la esclusa d'Ullá y desagua en la laguna del Ter Vell, después de un recorrido de 7,4 km. Históricamente, este canal derivaba las aguas desde el río Ter hasta el molino d'en Mercader, actualmente en desuso. Desde el punto de vista agrícola este canal de riego ha sido utilizado para regar una parte de los cultivos existentes en el margen derecho del río, en la parte final de la llanura entre Torroella de Montgrí y l'Estartit. Hoy en día se encuentra anulado a causa de la canalización del regadío en este sector litoral. Este canal de riego también actúa como colector de parte de las aguas pluviales y de escorrentía procedentes de las vertientes meridionales del Macizo del Montgrí, la cual cosa favorece un incremento del caudal circulante y los aportes de aguas dulces a la laguna del Ter Vell (Montaner et al., 2010).
- El **Rec del Molí de Pals**, nace en la esclusa de Canet de la Tallada y circula por el margen derecho del río en dirección hacia Gualta. En este punto deriva parte de sus aguas al canal o rec de Gualta, derivación que atraviesa el núcleo urbano y que antiguamente hacía funcionar el Molí de Gualta; después de unos 2,3 km, las aguas sobrantes del rec de Gualta devuelven al rec del Molí de Pals. A partir de la llegada a Gualta, la traza del rec del Molí de Pals coincide en buena parte con el Daró Vell, y llega canalizado hasta las Basses d'en Coll.

Con una longitud total de 10,4 km, la rec del Molí de Pals es uno de los principales canales que se usa para regadío de la llanura del Ter. El gestor de este canal es la Comunitat de Regants del Molí de Pals, que cubre una superficie potencial de regadío de unas 3.098 ha. Habitualmente se riegan unas 2.467 ha con aguas superficiales, y unas 455 ha con aguas subterráneas (Tabla 21).

La demanda hídrica teórica de aguas superficiales para riego del ámbito de la Comunitat de Regants del Molí de Pals se sitúa entre 16 y 18 hm³ durante el periodo de riego estival, más unos 5 a 6 hm³ más para las actuaciones agroambientales asociadas al cultivo del arroz. Por tanto la demanda total se sitúa entre 21 y 24 hm³/año, que pueden variar dependiendo del año y de la superficie real que se riega, del sistema de riego utilizado (eficiencia), así como de la eficiencia del transporte a través del canal de riego.

Aunque está en vías de solución, el canal de riego recibe las aguas residuales de Gualta, Sierra de Daró y Fontanilles. Además el agua sobrante de riego entra en el sistema de las Basses d'en Coll (Montaner et al., 2010).

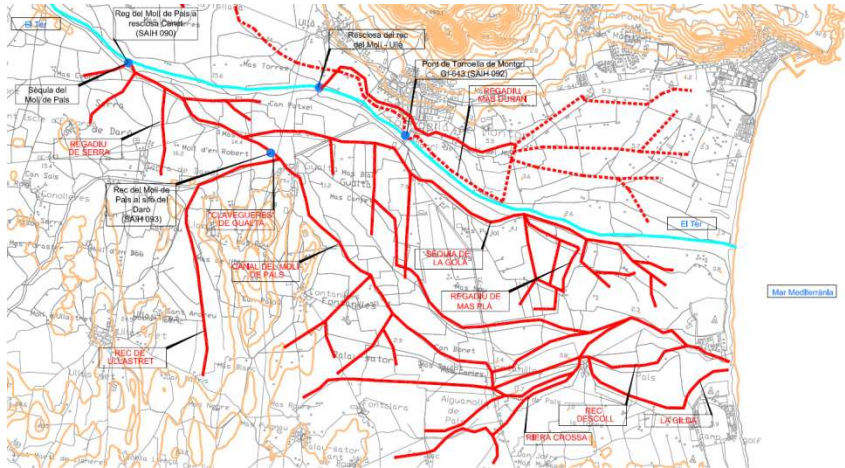


Figura 58- Red de canales y acequias de regadío. Fuente: ACA (2005)

H- Litoral marino

La salida para el estudio del entorno marino del parque se realizará mediante la visita en una embarcación a la Reserva Marina de les Illes Medes y la costa adyacente del Montgrí. Se realizará un reconocimiento de las principales características a nivel geológico de la costa. Además se realizará un estudio de los usos y la industria (pesquera y turística) de la zona, así como las instalaciones y servicios destinados a la gestión.

Para realizar la evaluación de la protección de la Reserva Marina de les Illes Medes, se estudiará *in situ* el efecto de la pesca (o de la protección) sobre las comunidades ícticas comparando la diversidad y abundancia de peces en la zona protegida de la Reserva y en la zona no protegida de la costa del Montgrí.

OBSERVACIONES A REALIZAR:

- Caracterizar el material geológico que constituye la zona costera del Macizo del Montgrí y la formación geológica y orográfica a que da lugar (sistema kárstico).
- Observación y descripción de las actividades antrópicas a que se ve sometido el litoral.
- Estimación de la vulnerabilidad intrínseca del medio y riesgos potenciales a que se ve sometido el sistema.
- Problemáticas derivadas de la presión antrópica sobre la conservación del medio.
- Observar y describir las principales comunidades y especies marinas observables en las zonas medio e infralitoral.
- Estudio comparativo del efecto de la protección sobre las comunidades ícticas en la Reserva Marina de les Illes Medes y la costa no protegida del Montgrí.

Para el estudio comparativo de la ictiofauna, realizaremos un conteaje in situ de la diversidad, abundancia y las tallas de las principales especies ícticas vulnerables a la pesca (Figura 59).

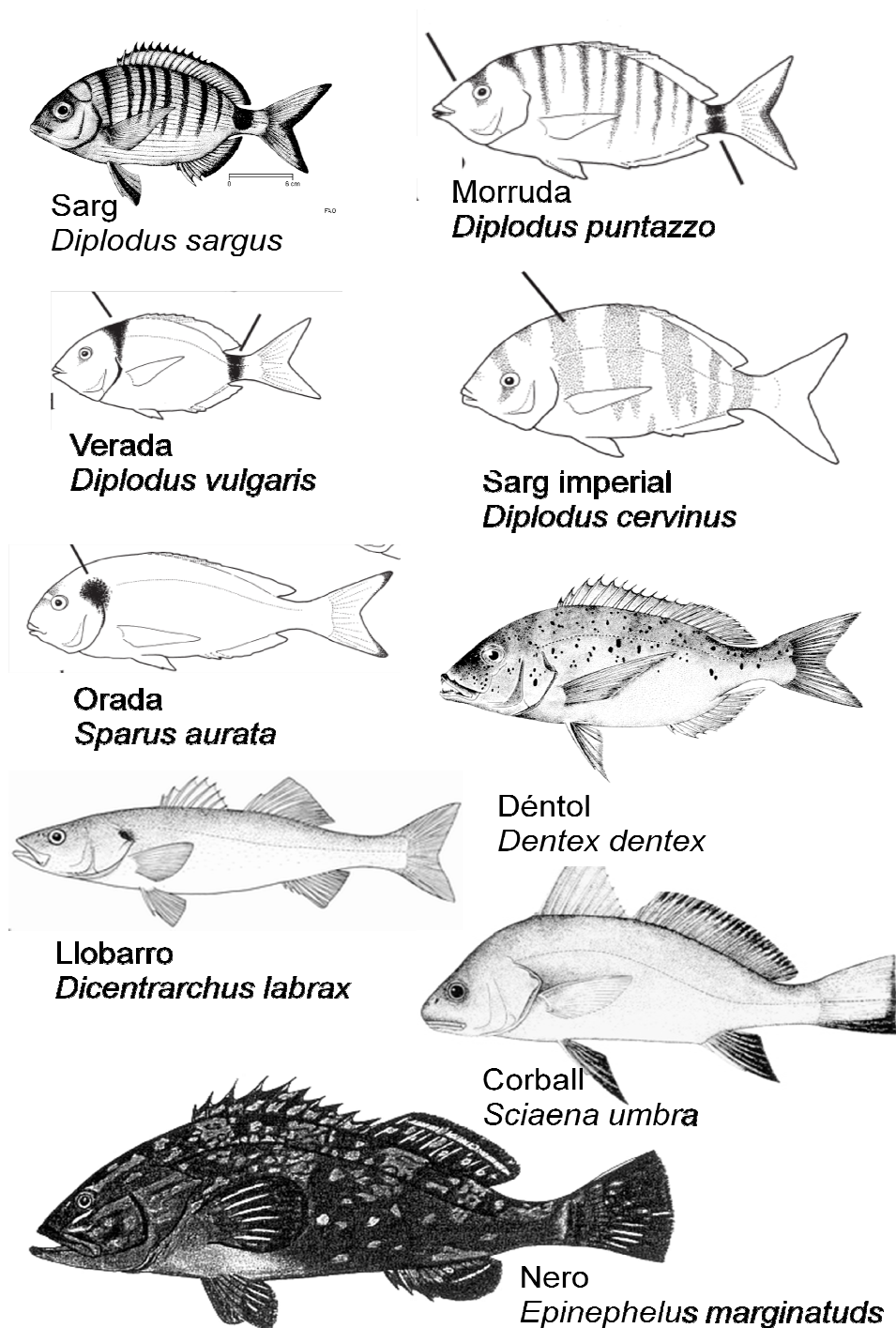


Figura 59- Especies de peces vulnerables a la pesca utilizados para la monitorización de la Reserva Marina de les Illes Medes.

Como hipótesis de partida, asumiremos que debido al efecto de la protección, la diversidad, la abundancia y las tallas de las principales especies vulnerables a la pesca serán mayores dentro de la reserva marina debido a la prohibición de la pesca respecto a la zona pescada del Montgrí.

Para realizar este estudio realizaremos un diseño de muestreo que nos permita realizar una comparación utilizando tests estadísticos para comparar las variables estudiadas (diversidad, abundancia, tallas, biomasa) entre dentro y fuera de la reserva. La base de este muestreo será realizar una serie de medidas en cada una de las zonas.

El conteo de la densidad y biomasa de peces vulnerables a la pesca lo realizaremos mediante censos visuales *in situ* equipados con traje de neopreno, aletas, gafas y tubo. Aunque se podrían utilizar diversos métodos, nosotros realizaremos transectos de 10 minutos de duración como unidad de medida. Durante estos 10 minutos iremos avanzando lentamente recorriendo un fondo rocoso poco profundo anotando en una pizarra sumergible (Figura xxx) todos los individuos de las especies seleccionadas que veamos en un pasillo de 5 metros de ancho. Además, estimaremos visualmente la longitud de cada individuo en tres clases de talla. La estima de la talla nos permitirá posteriormente convertir la densidad en biomasa.

Realizaremos una serie de censos dentro de la reserva y también fuera de la reserva para poder comparar la densidad y la biomasa de peces y testar así el efecto de la protección.

La Figura 61 muestra cómo preparar la pizarra para ir anotando los datos *in situ*.

	Pequeño	Mediano	Grande
 Sarg	0-15 cm	15-30 cm	> 30 cm
 Verada	0-15 cm	15-30 cm	> 30 cm
 Morruda	0-20cm	20-40 cm	> 40 cm
 Sarg imperial	0-25cm	25-50 cm	> 50 cm
 Dorada	0-25cm	25-50 cm	> 50 cm
 Déntol	0-25cm	25-50 cm	> 50 cm
 Llobarro	0-25cm	25-50 cm	> 50 cm
 Corball	0-25cm	25-50 cm	> 50 cm
 Nero	0-30cm	30-60 cm	> 60 cm

Figura 61- Especies objeto con tres rangos de talla para su conteo. Para cada transecto utilizaremos una tabla como esta donde iremos apuntando con palos cada individuo observado en la casilla correspondiente.

Para realizar los análisis, entraremos los datos en una base de datos y calcularemos la biomasa de peces censada en cada transecto a partir de la densidad y la biomasa de cada individuo censado a partir de la ecuación

$$W=aL^b$$

donde W es el peso total, en gramos, y L la longitud estandar, en centímetros, y a y b son parámetros empíricos característicos para cada especie (Tabla 22).

Tabla 22- Parámetros a y b para la ecuación de Von-Vrt para la conversión talla-peso de las especies censadas.

	a	b
<i>Diplodus sargus</i>	0.0097	3.123
<i>Diplodus vulgaris</i>	0.024	3.000
<i>Diplodus puntazzo</i>	0.0108	3.237
<i>Diplodus cervinus</i>	0.0116	3.14
<i>Sparus aurata</i>	0.0153	2.996
<i>Dentex dentex</i>	0.011	3.060
<i>Dicentrarchus labrax</i>	0.0079	3.08
<i>Sciaena umbra</i>	0.0354	3.050
<i>Epinephelus marginatus</i>	0.0091	3.1149

Realizaremos los cálculos estadísticos para comparar las poblaciones de peces de dentro y fuera de la reserva de forma que podamos evaluar su efectividad.

En función de los resultados de los censos, las observaciones realizadas durante la visita, realizaremos una diagnosis sobre el estado de conservación y la gestión del medio marino del parque.

3- Restauración

Antiguamente los estanques y humedales ocupaban grandes extensiones en el Empordà. Muchos de ellos se desecaron, principalmente durante los siglos XVIII y XIX, porque el hombre los consideraba como espacios insalubres (la malaria había sido una enfermedad endémica y con mucha mortalidad a la zona) e improductivos para la agricultura (Matas, 1986). Más recientemente, a lo largo de la segunda mitad del siglo XX y coincidiendo con el desarrollo turístico, muchas zonas húmedas sufrieron una fuerte presión urbanística y fueron sustituidas por urbanizaciones, especialmente las zonas húmedas situadas cerca del mar. Más recientemente, ha habido un cambio de percepción hacia los humedales costeros y el hombre se ha ido dando cuenta de la importancia de la preservación del patrimonio natural y del uso sostenible de los recursos naturales. Incluso, desde un punto de vista exclusivamente turístico, cada vez arraiga más la idea de que la conservación del patrimonio natural valoriza el territorio como destino turístico. Con esta idea, el Ayuntamiento de Torroella de Montgrí- el Estarrit ha puesto en marcha una serie de acciones para poner en valor estos espacios naturales: en la revisión del Plan de Urbanismo del año 2002, actualmente vigente, se han recalificado como espacios naturales unos terrenos calificados anteriormente como urbanizables. También, se han llevado a cabo dos proyectos Life-Natura para la restauración de los humedales costeros (proyecto Life Ter Vell – Pletera, 1999 – 2003; proyecto Life Emyster, 2005 – 2008). Todo esto ha contribuido a la inclusión de estos espacios naturales en Parque Natural del Montgrí, las Islas Medes y el Baix Ter, aprobado en mayo de 2011.

La Restauració dels Aiguamolls del Baix Ter

Los humedales y las lagunas costeras son ecosistemas que albergan ambientes y especies de elevado interés ecológico. Pese a su interés, la fuerte presión que ejerce la actividad humana a sus alrededores ha causado una drástica reducción de su extensión y de la calidad ecológica de sus aguas. Los humedales del Baix Ter son un sistema de zonas húmedas, resultantes de la interacción de los ríos Ter y Daró con el mar. Están situadas a la franja litoral que se conoce como la playa de l'Estartit y la playa de Pals, en una zona muy poblada y con una fuerte presión turística, a consecuencia de la cual estos humedales se encuentran muy fragmentados. Con el fin de recuperar estos ecosistemas, se ha puesto en marcha un programa de restauración y de recuperación de su estado ecológico y de su puesta en valor. Dentro de este programa se encuadran dos proyectos Life Naturaleza, subvencionados al 50% por la unión Europea. El primer proyecto Life, "Restauración y ordenación de las lagunas y sistemas costeros del Baix Ter", se desarrolló entre los años 1999 y 2003, con un coste total de 1.159.000 €. Los objetivos d'este proyecto eran la restauración de las lagunas costeras del Ter Vell y la Pletera. Las actuaciones realizadas fueron muy diferentes al Ter Vell y a la Pletera, porque también era diferente la problemática en los dos ecosistemas. A Ter Vell las actuaciones pretendían mejorar la calidad del agua y frenar el proceso de eutroficación, es decir el exceso de entrada de nutrientes, que sufre la laguna. Las actuaciones realizadas son:

- El dragado de la laguna en los puntos con mayor contenido orgánico.
- La eiminación del exceso de barros, mediante aspiración, a las partes más profundas de la laguna.
- La construcción de unos sistemas de humedales construidos por reducir la carga d'entrada de nutrientes a la laguna.

En la Pletera se trató de mejorar el estado de conservación de las comunidades vegetales de duna y marisma y, especialmente, asegurar la conservación de las poblaciones de fartet, un pescado endémico de la península Ibérica, en peligro d'extinción. Con esta finalidad se realizaron las siguientes actuaciones:

- La cría en cautiverio de fartet.

- La creación de nuevas lagunas de inundación permanente a la Pletera y la posterior repoblación con fartet.
- La conservación de la vegetación de dunas y marisma. Paralelamente se realizaron una serie de estudios de seguimiento para evaluar los efectos de las actuaciones sobre el ecosistema. En el proyecto también había una serie d'actuaciones para mejorar la oferta lúdica del espacio, como la creación de unos itinerarios de visita y el desarrollo de programas lúdicos y educativos. Actualmente está en marcha el segundo proyecto Life "Recuperación de l'hàbitat de anfibios y *Emys orbicularis* a los humedales del Baix Ter", que se desarrolla entre los años 2004 y 2007, con un presupuesto de 1398.300 €. El objetivo de este segundo proyecto es la recuperación de las poblaciones de las diferentes especies de anfibios y de la tortuga de estanque (*Emys orbicularis*), mediante la recuperación de sus hàbitats: los humedales d'agua dulce d'inundación temporal o permanente. Las principales actuaciones previstas son:
 - La recuperación de las closes y de los terrenos de inundación temporal. Con esta actuación se espera obtener un incremento de las densidades de anfibios que hay en la zona. Todos estos terrenos pueden tener la función de reservorio de agua en momentos de avenidas, reduciendo el riesgo de inundaciones en otros terrenos agrícolas o urbanos. • La restauración de las basses d'en Coll y su entorno, actualmente formado por campos de arroz. El objetivo es mejorar el estado ecológico de la laguna de las basses d'en Coll y establecer una zona de transición, formada por zonas húmedas con predominancia de cañizos, entre los campos de cultivo de arroz y la laguna.
 - La recuperación del bosque de ribera y de las balsas asociadas y la posterior reintroducción de las poblaciones de tortuga de estanque. En estos ambientes, hasta final de los años 1980 existían poblaciones de tortuga de estanque (*Emys orbicularis*) en buenas condiciones, pero que actualmente han desaparecido como consecuencia de la degradación de l'hàbitat. El proyecto prevé la restauración de estos ambientes y la creación de nuevas lagunas. Una vez se haya restaurado el hàbitat se realizará la reintroducción de la tortuga de estanque. Desde hace ya unos años al Centro de Reproducción de Tortugas de l'Albera, se realiza con éxito la reproducción de tortuga de estanque en cautiverio, para su posterior liberación. En este centro se dispone de ejemplares reproductores capturados a la zona d'estudio, de forma que la reintroducción se hará con descendientes de ejemplares originarios del Baix Ter.
 - La retirada d'ejemplares de tortugas de especies introducidas, como las tortugas de Florida (*Trachemys scripta*). Últimamente han proliferado a la zona tortugas de otros continentes, que son compradas en tiendas de animales, pero liberadas posteriormente cuando sus propietarios pierden el interés por la mascota. Una vez liberados, estos ejemplares compiten con las tortugas autóctonas y las desplazan. El proyecto incluye acciones de retirada activa de estas tortugas introducidas y de sensibilización para frenar la liberación indiscriminada de tortugas provenientes de acuarios.
 - La ordenación de los accesos y de los usos de l'espacio, para evitar que la excesiva frecuentación cause la degradación de estos ecosistemas.

El proyecto es una iniciativa de los Ayuntamientos de Torroella de Montgrí y de Pals. Participan también, al margen de la Unión Europea, el Departamento de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya, la fundación Territori y Paisatge, la Diputació de Girona, el Consorcio de la Costa Brava, el Consell Comarcal del Baix Empordà y la Universitat de Girona. También participan diferentes propietarios de la zona a recuperar, con cesiones de usos gratuitas de terrenos que tienen poco valor agrícola, pero mucho valor ecológico. Más información sobre el proyecto se puede consultar a www.torroella.org/life y a www.lifeemyster.com, esta última página todavía en construcción.

REFERENCIAS

General

Bibliografia

Ajuntament de Torroella de Montgrí
<http://www.meteoestartit.cat/graficamar.php>

Servei Meteorològic de Catalunya
http://www.meteocat.com/mediamb_xemec/servmet/index.html

Martín-Vide, J. (1992): El Clima, *Geografia General dels Països Catalans*, Barcelona, Enciclopèdia Catalana

Geologia, Hidrogeologia

AGÈNCIA CATALANA DE L'AIGUA (2005). Planificació de l'espai fluvial de la conca del baix Ter.

AGÈNCIA CATALANA DE L'AIGUA; Departament de Medi Ambient i Habitatge de la Generalitat de Catalunya (2006). ECOZO. Protocol d'avaluació de l'estat ecològic de les zones humides.

AGENCIA CATALANA DE L'AIGUA. (2004). Caracterització, regionalització i elaboració d'eines d'establiment de l'estat ecològic de les zones humides de Catalunya.

ACA-GEOSERVEI (2008). Caracterització addicional de la massa d'aigua subterrània 33 (Massa 33). Fluviodeltaic del Baix Ter. Agència Catalana de l'Aigua, 55p, 217 plànols, inèdit.

ATLL, AIGÜES TER LLOBREGAT, 1999. "El Abastecimiento de Agua a las Comarcas del Entorno de Barcelona. Resumen y Conclusiones de los Estudios". Primersegona Edicions. Barcelona.

BACH, J., (1986). Sedimentación holocena en el litoral emergido de "L'Alt Empordà", Acta Geològica Hispànica, t. 21-22, 1986-1987, pp. 195-203. Barcelona.

BADOSA, A., QUINTANA, X. D., BOIX, D., MARTINOY, M., GIFRE, J., BRUCET, S. Y LÓPEZ-FLORES, R. (2004). Seguimiento de la hidrología y la calidad del agua en la laguna de Ter Vell. Informe final proyecto Life (LIFE 99 NAT/E/006386). Universidad de Girona, España.

BADOSA, A., C. BARRIOCANAL, J. COMPTE, R. LÓPEZ-FLORES & QUINTANA, X.D. (2006a). Balance hídrico y de nutrientes y evaluación de la calidad del agua de la laguna "les Basses d'en Coll". Informe de seguimiento científico. Institut d'Ecologia Aquàtica. Girona. 34 pgs.

BADOSA, A., D. BOIX, S. BRUCET, R. LÓPEZ-FLORES Y QUINTANA, X.D. (2006b). Nutrients and zooplankton composition and dynamics in relation to the hydrological pattern in a confined Mediterranean salt marsh (NE Iberian Peninsula). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 66: 513-522.

BADOSA, A., D. BOIX, S. BRUCET, R. LÓPEZ-FLORES Y X.D. QUINTANA. (2007). Short-term effects of changes in water management on the limnological characteristics of a eutrophic Mediterranean coastal lagoon (NE Iberian Peninsula). *Marine Pollution Bulletin*, 54: 1273-1284.

BADOSA, A, D. BOIX, S. BRUCET, R. LÓPEZ-FLORES Y X.D. QUINTANA. (2008). Short-term variation in the ecological status of a Mediterranean coastal lagoon (NE Iberian Peninsula) after a man-made change of hydrological regime. *Aquatic conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 18: 1078-1090.

BARRIOCANAL, C., A. CROUS, D. VARGA Y J. VILA (2004). Preliminary assessment of factors responsible for periodic river mouth closure, river Daró (Costa Brava, Girona). *Journal of Coastal Research* SI 48: 16-20.

CROS, LL. (1987): Estudi sedimentològic dels dipòsits eòlics continentals del Baix Empordà. Tesi de Llicenciatura. Inèd. Universitat de Barcelona.

DOMENICO, P. A., Y SCHWARTZ, F. W., (1998): *Physical and Chemical Hydrogeology*, 2nd ed.: John Wiley & Sons, New York, 528 p.

FETTER, C.W., 1994. *Applied hydrogeology*. Prentice Hall. 691 p.

GEOSERVEI, PROJECTES I GESTIÓ AMBIENTAL, S.L. (2000). Informe hidrogeològic sobre els efectes que es poden derivar de les noves captacions projectades per a l'abastament de la Mancomunitat de Palafrugell al Terme Municipal de Gualta (Baix Empordà).

GOT, H. (1973). Étude des corrélations tectonique-sédimentation au tours de la histoire quaternaire du précontinent pyrénéo-catalan. Tesis Doctoral. Univ. Scienc. et Techniq. Languedoc, Montpellier, 294 pp.

INSTITUT CARTOGRÀFIC DE CATALUNYA (1998a) Mapa Estructural de Catalunya.

INSTITUT CARTOGRÀFIC DE CATALUNYA (1998b) Mapa Geològic de Catalunya. Escala 1:25.000.

INSTITUT CARTOGRÀFIC DE CATALUNYA (1998c) Mapa Geomorfològic del Baix Empordà

LATORRE I PIEDRAFITA, XAVIER 1995. Història de l'Aigua a Catalunya. L'abecedari. Premià.

NASC, 1983: *Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull.*, 67: 841-875.

MARQUÉS, M. A. Y JULIÀ, R. (1986). Fluvia and Muga delta plain geomorphological features and evolution, Alt Emporda- Gulf of Roses. *Thalassas*, 4.1: 123-134.

MARTINEZ GIL, F.J. (1972). Estudio hidrogeológico del Bajo Ampurdán. Mem del I.G.M.E., tomo 84, Vol. 2, Madrid.

MAS, J.; PALLI, LL.; BACH, J. (1989). "Geologia de les zones humides del Baix Emporda". *Estudis sobre el Baix Emporda*. Vol. 8.

MAS, J., BACH, J., LINARES, R., MONTANER, J., TRILLA, J. I PALLÍ, L. (1999). Aportación a la cronología del Cuaternario de la depresión del Baix Empordà (Girona). A: Pallí, L. i Roqué, C. (ed.) *Avances en el estudio del Cuaternario español*. Universitat de Girona. Girona, 107-112.

MATÓ, E., SAULA, E., BERÁSTEGUI, X. I CAUS, E. (1996). *Estratigrafia del macizo del Montgrí*. *Geogaceta*, 20 (1): 58-61.

MONTANER, J., SOLÀ, J. Y TEIXIDOR, N. (1995). La captación de las aguas subterráneas en el Baix Ter: efectos sobre el medio acuífero y la calidad agronómica de las aguas de riego. *Tecnología del agua*, 135: 46-50.

MONTANER, J. Y SOLA, J. (2004). Reconstrucció d'estadis paleogeogràfics recents a la plana del Baix Ter. A: Aiguamolls del Baix Ter. Quintana, X. Marí, M. (eds). *Papers del Montgrí*, 23. Torroella de Montgrí, 8-26.

MONTANER, J. (ed.). (2010). El flux hidrològic de la plana del Baix Ter. Evolució fluvial, caracterització hidrològica i pautes de gestió. Col·lecció *Recerca i Territori*, vol. 2. Càtedra d'Ecosistemes Litorals Mediterranis. Museu de la Mediterrània. Girona. 236 p.

NASC (1983): *Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull.*, 67:841-875

OBRADOR, A.; PALLI, LL.; ROSELL, J. I TRILLA, J. (1971). Morfología de la costa baja en la provincia de Gerona. Rev. de Girona, 55: 29-36.

PALLI, LL. I LLOMPART. C. (1981). Geologia del Montgrí. Publ. Inst. d'Est. Del Baix Empordà.T.I. Sant Feliu de Guíxols.

QUINTANA,X. Y COMÍN,F.A. (1989). Introducció a l'estudi limnològic de la llacuna costanera de Ter Vell. Butll. Inst. Cat. Hist. Nat., 57 (Sec. Bot.,7): 23-34.

QUINTANA, X.; PONS, P. (2000). Proyecto Life Naturaleza LIFE99 NAT/E/006386., Restauración y ordenación de las lagunas y sistemas costeros del Baix Ter. Resumen de resultados y propuestas de actuación. IDSIA,

QUINTANA, X. D.; BADOSA, A.; GESTI, J.; MARTINOY, M.; GIFRE, J. (2002). Simposi Mediterrani d'Espais Marins i Costaners Protegits, Restauració de les llacunes del Baix Ter. Girona: Generalitat de Catalunya. Direcció General de Boscos i Biodiversitat,

QUINTANA, X.D. Y M. MARÍ (eds.). (2004). *Els aiguamolls del Baix Ter*. In: *Papers del Montgrí*, 23. Centre Cultural de la Mediterrània, Girona.

RIBA, O. (1981). Canvis de nivell i de salinitat de la Mediterrània occidental durant el Neogen i el Quaternari. Treb. Inst. Cat. Hist. Nat., 9: 45-62.

ROMAGOSA, F. (2007). Els aiguamolls de l'Empordà: un paisatge en transformació. Tesi doctoral. Bellaterra: Departament de Geografia de la Universitat Autònoma de Barcelona.

ROQUÉ C., PALLÍ, LL., DÍAZ DEL OLMO, F (2001). El Holoceno medio palustre de la llanura litoral del río Ter (Baix Empordà, Girona. Rev. C. & G., 15 (1-2), 87-101 Seg. ACQUA Geoformas Ediciones.

ROS M. (2006). Pla de gestió i conservació dels Estanyets de Pals i les Closes Fondes (Pals, Baix Empordà). Projecte de Final de Llicenciatura de Ciències Ambientals. 160 pp.

SAULA, E.; PICART, J.; MATÓ, E.; LLENAS, M.; LOSANTOS, M.; BERÁSTEGUI, X. Y AGUSTI, J. (1994): Acta Geol. Hisp., 29, 2-3:55-75.

SCHUMM, S.A. (1977). The Fluvial System. John Wiley & Sons, New York, 338 pp.

SOLÉ SABARÍS, LL; FONTBOTE, J.M.; MASACHS, V. Y VIRGILI, C. (1955). Continuidad de las escamas de corrimiento del Ampurdán entre Figueras y el Macizo del Mongrí y edad de su formación. Univ. Barcelona, Secret. Pub., Tomo Hom. De. F. Pardillo, pp. 145-153.

ROSENBERRY D.O. Y LABAUGH J.W., (2008). Field techniques for estimating water fluxes between surface water and ground water. U.S. Geological Survey Techniques and Methods 4-D2. 128 p.

WANTY, R.B., Y WINTER, T.C., (2000). A simple device for measuring differences in hydraulic head between surface water and shallow ground water: U.S. Geological Survey Fact Sheet FS-077-00, 2 p.

Edafologia

<http://www.iec.cat/mapasols/Cas/MapaInteres.asp?Grup=F&Opcio=14>

FAO-UNESCO.2007. Land resources. World Reference Base.
(www.fao.org/nr/land/soils/soil/wrb-documents/en/)

USDA. 2010. Soil Survey Staff. "Keys to Soil Taxonomy"
(<http://soils.usda.gov/technical/classification/taxonomy/>)

PORTA, J Y LÓPEZ-ACEVEDO, M. 2005. "Agenda de campo de suelos. Información de suelos para la agricultura y el medio ambiente". Madrid: Mundi-prensa.

PORTA, J. 2003. "Edafología para la agricultura y el medio ambiente". Mundi-prensa.

PORTA, J., ALCANIZ, J.M., CASTELLS, E., CRUAÑAS, R., DANÉS, R., FELIPÓ, M.T., SÁNCHEZ, J. I TEIXIDOR, N. 1985." Introducció al coneixement del sòl. Sòls dels Països Catalans". Fundació Enciclopèdia Catalana. Barcelona.

LORCA, M., SIERRA, J., MARTÍ, E., BARRIOCANAL, C., GARAU, MA., CRUAÑAS, R. 2005. " Potentially toxic elements in soils of a protected wetland with several uses". En: Uhlmann, O.; Annokké, G.J. and Arendt, F.(eds)Proceedings of the 9th International FZK/TNO Conference on Soil/Water Systems. Forschungszentrum Karlsruhe GmbH. Karlsruhe, Alemania.

Marina

BALLESTEROS E, A GARCIA-RUBIES, S MARIANI, R COMA, D DIAZ, M ZABALA, B HEREU, 2008. Seguiment de les àrees protegides de Cap de Creus, Montgrí i Illes Medes. Informe tècnic per a la Direcció General de Medi Natural, Generalitat de Catalunya.

BALLESTEROS E, A CURCÓ, A FERRÉ, FONT J, J GESTI, L VILAR, 2008. Manual dels hàbitats de Catalunya, volum II (1 Ambients litorals i salins). Dept. Medi Ambient i Habitatge, Generalitat de Catalunya. Barcelona. 312 pp.

HEREU B, A RODRÍGUEZ, C LINARES, D DÍAZ, JL RIERA, M ZABALA 2010. Cartografia bionòmica del litoral submergit de la costa del Montgrí. Informe tècnic per a la Diputació de Girona. 36p. + mapa.

HEREU B, A MARTÍNEZ, C LINARES, D DÍAZ, JL RIERA, A RODRÍGUEZ, L NAVARRO 2011. Cartografia bionòmica del litoral submergit de les Illes Medes. Informe tècnic para la Direcció General de Medi Natural, Generalitat de catalunya. 20 p. + mapa.

ROS J, I OLIVELLA, JM GILI, 1984. Els Sistemes naturals de les illes Medes. Arxius de Ciències, 73 : 707-735, I.E.C. Barcelona.

GILI JM., ROS J. 1985. Study and Cartography of the Benthic Communities of Medes Islands (NE Spain). Mar. Ecol. 6: 219-238.

ZABALA M (Ed.). 2005. Evolució del patrimoni natural de les Illes Medes. Any 2005. Informes tècnics para la Direcció General de Medi Natural, Generalitat de Catalunya.

ZABALA M, A GARCIA-RUBIES, J CORBERA 1992. Els peixos de les illes Medes i del litoral català. Escola del Mar-Centre d'Estudis Marins. Badalona.

Flora i Fauna

ARNAN X, GRÀCIA M, MOLOWNY R, ORDÓÑEZ JL, RETANA J. Les pinedes de pi blanc: Manuals de gestió d'hàbitats. Diputació de Barcelona i Obra Social "la Caixa". Barcelona. 169 pp.

BOLÒS O, VIGO J, CARRERAS J, (FERRÉ A, ILLA E.; responsables tècnics). 2004. Mapa de la vegetació potencial de Catalunya 1:250.000 [amb una memòria de 93 p.]. I.E.C. i Universitat de Barcelona.

CAMBRA J, CARRERAS J, CARRILLO E, CURCÓ A, FERRÉ A, FONT X, MASALLES RM, NINOT J, VIGO J, 2006. Cartografia dels Hàbitats de Catalunya. Manual d'interpretació. Departament de Medi Ambient i Habitatge, Generalitat de Catalunya, Barcelona.

CARRERAS J, CARRILLO E, FERRÉ E, FONT J, GESTI J, QUADRADA RV, VIGO J, VILAR L. 2004. Mapa de vegetació de Catalunya 1:50.000. Figueres 258 (39-11), Roses 259 (40-11). IEC, Dept. de Medi Ambient & Universitat de Barcelona. Barcelona.

FOLCH R. 1981. La vegetació dels Països Catalans. Ketres. Barcelona.

GRÀCIA M, ORDÓÑEZ JL (EDS.); CARRERAS J, FERRÉ A.; etc. 2009. Els alzinars: Manuals de gestió d'hàbitats. Diputació de Barcelona i Obra Social "la Caixa". Barcelona. 181 pp.

ORDEIX M. [coo.]. 2012. Els espais fluvials: Manual d'avaluació del planejament urbanístic. Diputació de Barcelona i Obra Social "la Caixa". Barcelona. 87 pp.

PRAT N, PUÉRTOLAS L, RIERADEVALL M. 2008. Els espais fluvials: Manual de diagnosi ambiental. Diputació de Barcelona i Obra Social "la Caixa". Barcelona. 117 pp.

VIGO J. 2005. Les comunitats vegetals. Descripció i classificació. Publicacions de la Universitat de Barcelona. Barcelona.

Sèrie del manual dels hàbitats de Catalunya:

VIGO J, CARRERAS J, FERRÉ A. (eds.). 2005. Manual dels hàbitats de Catalunya, vol. I, Introducció. Generalitat de Catalunya, Dept. de Medi Ambient i Habitatge. Barcelona.

BALLESTEROS E, CURCÓ A, FERRÉ A, FONT J, GESTI J, VILAR L. 2008. Manual dels hàbitats de Catalunya, volum II (1 Ambients litorals i salins). Dept. Medi Ambient i Habitatge, Generalitat de Catalunya. Barcelona. 312 pp.

CAMBRA J, CARRERAS J, CARRILLO E, CURCÓ A, GESTI J, VILAR J, VIGO J. 2008. Manual dels hàbitats de Catalunya, volum III (2 Aigües continentals). Dept Medi Ambient i Habitatge, Generalitat de Catalunya. Barcelona. 168 pp.

CARRERAS J, CARRILLO E, FERRÉ A, FONT J, FONT X, GESTI J, NINOT JM, VILAR L. 2006. Manual dels hàbitats de Catalunya, Volum IV. 3 Vegetació arbustiva i herbàcia (vegetació arbustiva). Departament de Medi Ambient i Habitatge, Generalitat de Catalunya. Barcelona. 280 pp.

CARRERAS J, CARRILLO E, FONT X, MASALLES RM, NINOT JM, VILAR L. 2006. Manual dels hàbitats de Catalunya, Volum V. 3 Vegetació arbustiva i herbàcia (prats i pastures). Departament de Medi Ambient i Habitatge, Generalitat de Catalunya. Barcelona. 204 pp.

CARRERAS J, CARRILLO E, FERRÉ A, MASALLES RM. 2005. Manual dels hàbitats de Catalunya, volum VI (4 Boscós). Departament de Medi Ambient i Habitatge, Generalitat de Catalunya. Barcelona. 280 pp.

CARRILLO E, FERRÉ A, MASALLES RM, NINOT JM. 2005. Manual dels hàbitats de Catalunya, Volum VII. 5 Molleres i aiguamolls. 6 Roques, tarteres, glaceres, coves. Departament de Medi Ambient i Habitatge, Generalitat de Catalunya. Barcelona.

CARRERAS J, MASALLES RM, NINOT JM, VIGO J. 2006. Manual dels hàbitats de Catalunya, Volum VIII. 8 Terres agrícoles i àrees antròpiques. Departament de Medi Ambient i Habitatge, Generalitat de Catalunya. Barcelona. 204 pp.

<http://www.ub.edu/geoveg/cat/ManualCORINE.php>

<http://www.ub.edu/geoveg/cat/mapes.php>

Libros

MARTÍN-VIDE, J. (1992): El Clima, *Geografia General dels Països Catalans*, Barcelona, Enciclopèdia Catalana.

MONTANER, J. (ed.). 2010. *El flux hidrològic de la plana del Baix Ter. Evolució fluvial, caracterització hidrològica i pautes de gestió*. Col·lecció Recerca i Territori, vol. 2. Càtedra d'Ecosistemes Litorals Mediterranis. Museu de la Mediterrània. Girona. 236 p.

PARERA, B. 2003. *L'arròs de Pals: del camp a la cassola*. Baix Empordà Edicions.

QUINTANA, X.D. & M. MARÍ (eds.). 2004. *Els aiguamolls del Baix Ter. A: Papers del Montgrí*, 23. Centre Cultural de la Mediterrània, Girona.

QUINTANA, X.D., FEO, C., CROUS, A., ALEMANY, F. & TORRALLAS, J. 2009. *Actuacions i reptes en la conservació dels aiguamolls del Baix Ter. A: Papers del Montgrí*, 30. Can Quintana Museu de la Mediterrània, Girona. 94 p.

Webgrafia

Institut Cartogràfic de Catalunya
(<http://www.icc.cat>)

Información Meteorológica de L'Estartit
(<http://www.meteoestartit.cat/graficamar.php>)

Servei Meteorològic de Catalunya
(http://www.meteocat.com/mediamb_xemec/servmet/index.html)

Càtedra d'Ecosistemes Litorals Mediterranis
(www.lacatedra.cat)

Proyecto Life Emyster
(www.lifeemyster.com)

Tesis doctoral de Anna Badosa Salvador
(www.tesisenxarxa.net/TDX-0413107-125810/index.html)

Artículos

- BADOSA, A., D. BOIX, S. BRUCET, R. LÓPEZ-FLORES & QUINTANA, X.D. 2006b. Nutrients and zooplankton composition and dynamics in relation to the hydrological pattern in a confined Mediterranean salt marsh (NE Iberian Peninsula). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 66: 513-522.
- BADOSA, A., D. BOIX, S. BRUCET, R. LÓPEZ-FLORES & X.D. QUINTANA. 2007. Short-term effects of changes in water management on the limnological characteristics of a eutrophic Mediterranean coastal lagoon (NE Iberian Peninsula). *Marine Pollution Bulletin*, 54: 1273-1284.
- BADOSA, A, D. BOIX, S. BRUCET, R. LÓPEZ-FLORES & X.D. QUINTANA. 2008. Short-term variation in the ecological status of a Mediterranean coastal lagoon (NE Iberian Peninsula) after a man-made change of hydrological regime. *Aquatic conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 18: 1078-1090.
- BARRIOCANAL, C., A. CROUS, D. VARGA & J. VILA 2004. Preliminary assessment of factors responsible for periodic river mouth closure, river Daró (Costa Brava, Girona). *Journal of Coastal Research SI* 48: 16-20.
- BARRIOCANAL, C., BLANCHÉ, C., 2002. Estat de conservació i propostes de gestió per a *Stachys maritima* Gouan (Labiatae) a la península Ibèrica. *Orsis* 17, 7-20.
- BILOTTE, M. (1985): Le Cretace superieur des plates-formes est Pyreneennes. Act.Lab. Geol. Sed. Paleo. Univ. Paul Sabatier Toulouse. 432 pp.
- BOLÒS, O.D., MASCLANS, F., 1955. La vegetación de los arrozales de la región mediterránea. *Collect. Bot.* 4, 415-434.
- FLETA, J., VERGÉS, J., ESCUER, J. I PUJADAS, J. (1994): Memoria de la hoja de Figueres. Mapa geológico de España 1:50.000 MAGNA, nº 258
- FONT, J., VILAR, L., WATT, S., GESTI, J., VIÑAS, X., 1996. Noves aportacions al coneixement florístic de l'Empordà II. *SCIENTIA gerundensis* 22, 19-23.
- FONT, J., GESTI, J., VILAR, L., JUANOLA, M., VIÑAS, X., 1998. Noves aportacions al coneixement florístic de l'Empordà - III. *Butll. Inst. Cat. Hist. Nat.* 66, 63-72.
- MARTINELL, J. (1987): Síntesi del Pliocè marí català. Informe Servei Geològic de Catalunya. GR-144. Mató, E., Saula, E., Berástegui, X. I Caus, E. (1996): Estratigrafia del macizo del Montgrí. *Geogaceta*, 20 (1): 58-61.
- PEYBERNÈS, B. I BILOTTE, M. (1971): Données stratigraphiques et tectoniques nouvelles sur le massif de Montgrí. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*. T.107: 475-482.
- POLO, L. (1986). Els aiguamolls del Baix Empordà: Vegetació. In *Els aiguamolls del Baix Empordà*, pp. 21-27. Caixa de Barcelona. Obra Social.
- PUJADAS, J., CASAS, J., MUÑOZ, J.A. I SÁBAT, F. (1989): Thrust tectonics and Paleogene syntectonic sedimentation in the Empordà area. *Geodinamica Acta*, 3(3): 195-206.
- QUINTANA, X., COMÍN, F.A., 1989. Introducció a l'estudi limnològic de la llacuna del Ter Vell (Baix Empordà). *Butll. Inst. Cat. Hist. Nat.* 57, 23-34.

RUHÍ, A., D. BOIX, J. SALA, S. GASCÓN & X. D. QUINTANA. 2009. Spatial and temporal patterns of pioneer macrofauna in recently created ponds: taxonomic and functional approaches. *Hydrobiologia*, 634: 137-151.

SAN MIGUEL, M., SOLÉ SABARÍS, L. (1932): Nota geológica sobre el macizo cretácico de Torroella de Montgrí. Bol. Soc. Esp. Hist. Nat. T.32: 243-260.

SAULA, E., PICART, J., MATÓ, E., LLENAS, M., LOSANTOS, M., BERÁSTEGUI, X. I AGUSTÍ, J. (1996): Evolución eodinámica de la fosa del Empordà y las sierras Transversales. Acta geol. Hisp. V 29, 2-4: 55-76.

SOLÉ SABARÍS, L., FONTBOTÉ, J. M., MASACHS, V. I VIRGILI, C. (1956): Continuidad de la secama de corrimiento del Ampurdán entre Figueras y el macizo del Montgrí y edad de su formación. Publ. Inst. Cat. Hist. Nat. TXXXIII: 250-257.

Informes tècnics

BADOSA, A., C. BARRIOCANAL, J. COMPTE, R. LÓPEZ-FLORES & QUINTANA, X.D. 2006a. *Balance hídrico y de nutrientes y evaluación de la calidad del agua de la laguna "les Basses d'en Coll"*. Informe de seguimiento científico. Institut d'Ecologia Aquàtica. Girona. 34 pgs.

MAS, R., X.D. QUINTANA, J. GESTI, A. BADOSA & R. LÓPEZ-FLORES. 2007. Proyecto de restauración ambiental de los ecosistemas costeros de la Pletera en l'Estartit. TM Torroella de Montgrí. Memoria Resumen. ABM Enginyeria i Consulting, S.L. <http://www.museudelamediterrania.cat/projecte-de-restauracio-ambiental-dels-ecosistemes-costaners-de-la-pletera-a-lestartit.html>

QUINTANA, X.D., C. FEO, R. LÓPEZ-FLORES, J. GESTI. 2008. *Pla de gestió dels espais naturals del Baix Ter (Torroella de Montgrí i Pals, Baix Empordà)*. Informe tècnic en el marc del projecte Life Emyster (LIFE04NAT/ES/000059). 164p.