

INFORME DEL CONVENI ENTRE LA GENERALITAT
A TRAVÉS DE LA CONSELLERIA D'AGRICULTURA,
DESENVOLUPAMENT RURAL, EMERGÈNCIA
CLIMÀTICA I TRANSICIÓ ECOLÒGICA I LA
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA PER A
L'EXECUCIÓ EN L'EXERCICI 2020 D'UN PROJECTE
D'INVESTIGACIÓ APLICADA A RECURSOS HÍDRICS
EN LA COMUNITAT VALENCIANA

“Estat ecològic de la massa d'aigua costanera C017:
Santa Pola-Guardamar del Segura, dinàmica litoral,
fonts de contaminació i les seues mesures de
gestió”

Novembre 2020

1.- Introducció

La Direcció General de l'Aigua aplica la Directiva 2000/60/CE, del Parlament Europeu, coneguda com a Directiva Marco de l'Aigua a les aigües costaneres i de transició de la Comunitat, a l'objecte, tal com estableix la pròpia directiva, de la seua protecció, de previndre tot deterioració addicional i protegir i millorar l'estat dels ecosistemes aquàtics. Amb els treballs realitzats per la Direcció General de l'Aigua en anys anteriors, s'ha detectat que la massa d'aigua costanera C017: Santa Pola-Guardamar del Segura, incompleix el seu estat ecològic, amb un estat Moderat en l'indicador fitoplàncton.

Aquest indicador és d'obligat control per a avaluar l'Estat de les masses d'aigua costaneres, tal com s'estableix en el Reial decret 817/2015, d'11 de setembre, pel qual s'estableixen els criteris de seguiment i avaluació de l'estat de les aigües superficials i les normes de qualitat ambiental. L'àmbit d'aplicació d'aquest conveni és, per tant, la massa d'aigua costanera on s'ha detectat una valoració del seu estat moderat en els últims anys per a l'indicador biològic fitoplàncton, lam rosteix C017: Santa Pola – Guardamar del Segura.

Per a la **massa C017, definida com a AC-T06 Aigües costaneres mediterrànies no influenciades per aportacions fluvials, succintes mixtes**, el Reial Decret 817/2015 marca com a indicadors aplicables els mostrats en la Taula 1, i amb els criteris definits en la Taula 2, per a camp pròxim.

Element	Indicador	Acrònim
Fitoplàncton	P90 de concentració de clorofil·la-a ($\mu\text{g/L}$)	Chl-a
Condicions generals: Nutrients	Amoni ($\mu\text{mol NH}_4/\text{L}$)	Amoni
	Nitrits ($\mu\text{mol NO}_2/\text{L}$)	Nitrits
	Nitrats ($\mu\text{mol NO}_3/\text{L}$)	Nitrats
	Fosfats ($\mu\text{mol PO}_4/\text{L}$)	Fosfats
	Índex Fosfats-Amonis-Nitrits	FAN

Taula 1. Indicadors per a masses costaneres AC-T06.

	Referència	Molt bo/ Bé	Bé/ Moderat	Moderat/ Pobre	Pobre/ Dolent
P90 Clorofil·la a ($\mu\text{g/L}$)	1.8	2.26	3.60	5.00	6.42
Promedi de Amoni ($\mu\text{mol NH}_4/\text{L}$)			4.60		
Promedi de Nitrit ($\mu\text{mol NO}_2/\text{L}$)			0.92		
Promedi de Nitrat ($\mu\text{mol NO}_3/\text{L}$)			7.3		
Promedi de Fosfat ($\mu\text{mol PO}_4/\text{L}$)			0.76		

Tabla 2. Límits per a indicadors de masses costaneres AC-T06.

Per tot això els **objectius** d'aquest conveni són:

- l'estudi de la dinàmica litoral de la massa d'aigua costanera C017
- l'estudi de les fonts de contaminació tant terrestres com marines de la massa d'aigua
- l'estudi de l'estat ecològic de la massa d'aigua per als indicadors fisicoquímics (nutrients) i per a l'indicador biològic fitoplàncton

amb l'objectiu final de relacionar els tres aspectes anteriors, definir la problemàtica concreta de la zona i plantejar mesures de gestió per al compliment de la DMA.

Per a això es tindran en compte les dades fisicoquímiques i biològiques (nutrients i fitoplàncton) de la massa C017 (Santa Pola – Guardamar del Segura), i de les masses contigües C016 (Cap Hortes – Santa Pola), C0161 (Port d'Alacant) i C018 (Guardamar del Segura – Cap Cervera) i d'alguns punts d'abocament directes a aquesta massa.

2.- Campanyes de mostreig

La massa d'aigua costanera C017 es porta controlant per part del IIAMA de la Universitat Politècnica de València, a requeriment de la Direcció General de l'Aigua de la GVA, des del 2005 fins al 2018, per a diferents indicadors, per la qual cosa es posseeix una gran base de dades històrics.

Durant aquest any 2020 es ha continuat el seu seguiment per a l'indicador fitoplàncton i els indicadors fisicoquímics (nutrients, temperatura, salinitat, turbidesa, oxigen dissolt). S'han inclòs 12 punts de mostreig per a clorofil·la (fitoplàncton) i fisicoquímics, recollint també mostres d'aigua en les masses d'aigua costaneres adjacents que pogueren tindre influència sobre ella, i en tots aquells punts que s'han considerat (abocaments, llits, ...) per al bon estudi de la zona (Figura 1).

De la mateixa manera s'ha realitzat l'estudi de la dinàmica litoral de la zona, per a poder definir els punts influents en la qualitat de la zona costanera i definir les possibles mesures gestió per al compliment de la Directiva Marco de l'Aigua.

Així, els mostrejos s'han realitzat en els punts de mostreig definits en les Figures 2, 3, 4 i 5 i en la Taula 3. En l'annex fotogràfic es poden observar les fotografies obtingudes en cada punt de mostreig.

Masas de agua costeras y
de transición
de la Comunidad Valenciana

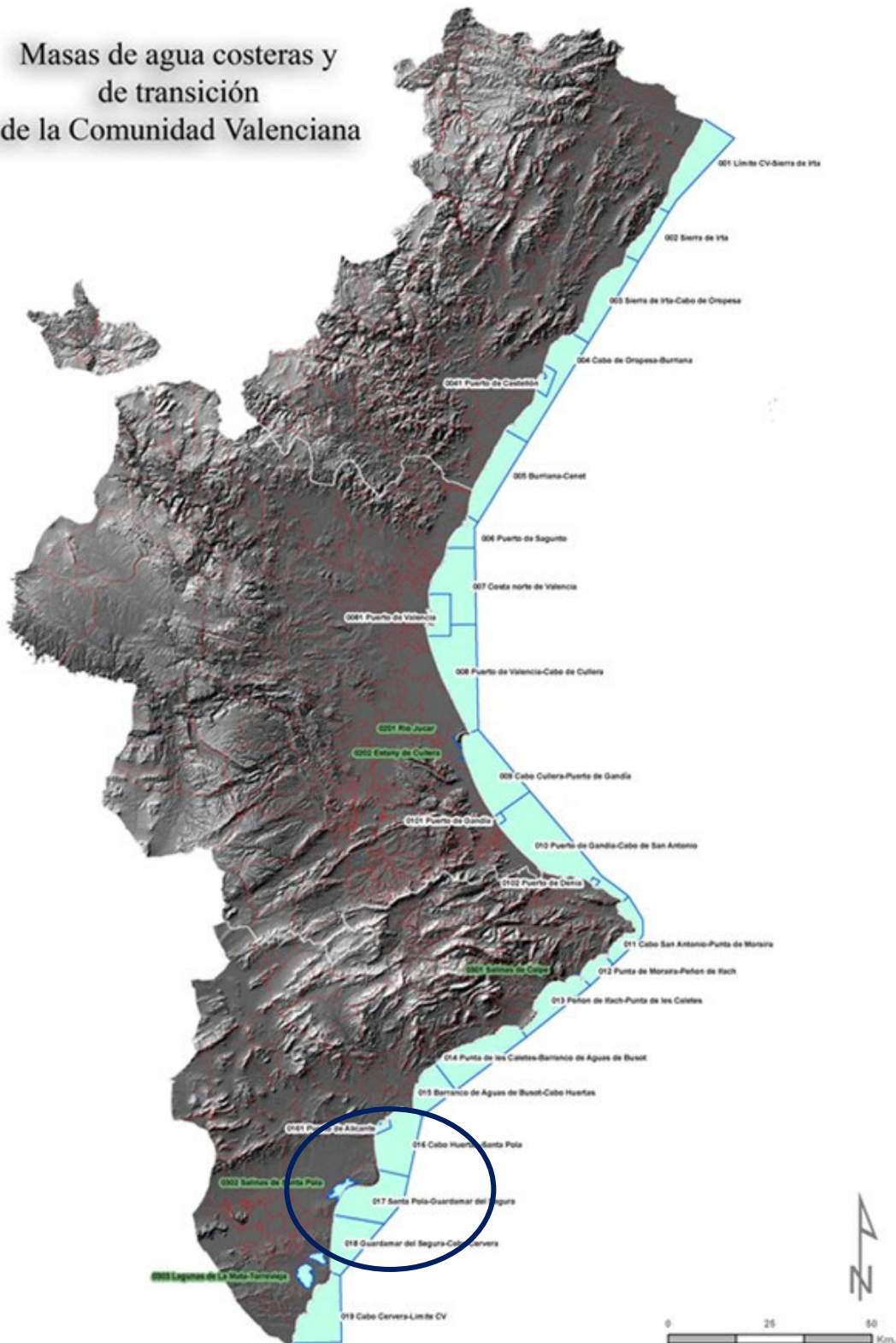


Figura 1. Distribució de les masses d'aigua costaneres naturals i molt modificades per la presència de ports de la Comunitat Valenciana.



Figura 2. Distribució de punts de mostreig de les masses C016 i C0161.



Figura 3. Distribució de punts de mostreig de la massa C017.

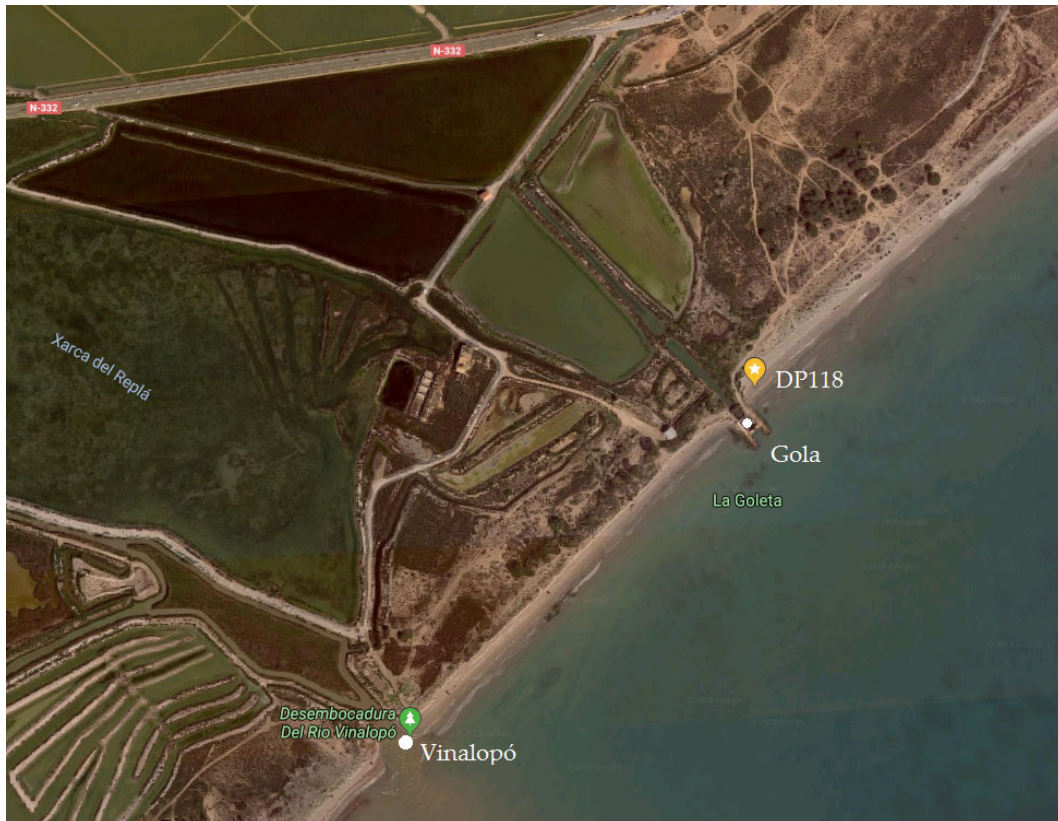


Figura 4. Detall dels punts de mostreig addicionals de la massa C017, Gola i Vinalopó.



Figura 5. Distribució dels punts de mostreig de la massa C018.

Massa		Estació	Nom
ES080MSPFC0161		DP109	Platja al sud del Port Alacant
ES080MSPFC0161		DP183	Sud cala dels Borraxos, Alacant
ES080MSPFC016	*	DP113A	1.5 km al nord del punt DP113
ES080MSPFC016		DP113	Platja del Saladar, Alacant
ES080MSPFC017		DP115	Platja del Varador, Santa Pola
ES080MSPFC017	*	DP115A	Escullera dreta de la Platja del Varador, Santa Pola
ES080MSPFC017		DP118	Platja Braç del Port, Santa Pola
ES080MSPFC017	*	Gola	La Goleta
ES080MSPFC017	*	Vinalopó	Desembocadura del riu Vinalopó
ES080MSPFC017		DP119	Platja del Pinet, Elx
ES070MSPFC018		DP120	Platja els Tossals , Guardamar del Segura
ES070MSPFC018	*	Segura	Desembocadura del riu Segura

Taula 3. Estacions mostrejades en les masses d'aigua costaneres per a la determinació de paràmetres biològics i fisicoquímics, de nord a sud.

Els punts marcats en la Taula 3, amb * són punts que, no estant definits en la xarxa de mostreig, han sigut recollits per a un millor estudi de la massa C017.

- La mostra DP113A es recull a 1.5 km al nord de la DP113, perquè així es recomana en funció de l'estudi de la dinàmica litoral realitzat per a aquest conveni, com posteriorment es detallarà.
- La mostra DP115A es recull des de l'escullera dreta de la platja del Varador (Santa Pola), a causa de la qual les mostres recollides en la DP115 sempre es troben amb una alta quantitat de macroalgues, i per tant no proporcionen dades fiables de clorofil·la.
- La mostra Gola es recull a l'interior de la gola situada al sud de la DP118.
- La mostra Vinalopó es recull en la desembocadura del riu Vinalopó.
- La mostra Segura es recull en la desembocadura del riu Segura.

3.- Metodologia

Per a aconseguir els objectius previstos, es realitza en primer lloc una caracterització completa de la zona d'estudi, identificant les fonts potencials d'aportació de contaminants que afecten la zona i el clima marítim propi de l'àrea, per a poder estudiar correctament la dinàmica litoral.

Aquesta dinàmica litoral, juntament amb les dades de qualitat d'aigua, permet elaborar un model de dispersió de contaminants que simula la trajectòria de les partícules en el medi marí per a les diferents hipòtesis establides. L'eina utilitzada per al desenvolupament del model de dispersió de contaminants ha sigut MOHID Water, un model hidrodinàmic tridimensional d'aproximació numèrica mixta euleriana-

lagrangiana de transport de contaminants, i que ha sigut objecte d'un *Treball Final de Màster tutoritzat per personal participant en aquest conveni (Cambroner, P., 2020)*.

Mitjançant els resultats obtinguts per a les diferents simulacions del model de dispersió de contaminants, s'identifiquen les fonts que amb major probabilitat afectaran la zona d'estudi en cas d'emetre altes concentracions de partícules de contaminació.

Posteriorment s'estudia la qualitat de les aigües de la massa costanera, sobre la base de les dades històriques i als d'aquesta anualitat 2020.

Finalment, i sobre la base de tot l'estudi desenvolupat, es realitza una proposta de mesures de gestió que poden contribuir a la millora de l'estat ecològic de la massa d'aigua costanera C017 (Santa Pola – Guardamar del Segura) i amb això al compliment dels paràmetres de qualitat establits per la Directiva Marco de l'Aigua.

3.1.-Caracterització de la zona

Per a obtindre una caracterització completa de la zona d'estudi, es realitza una anàlisi física i ambiental, definint l'extensió de l'àrea d'estudi. A més, es descriuen les eixides d'aigua naturals que tenen la seua desembocadura situada en l'àmbit d'anàlisi, identificant els principals abocaments a la mar. Aquest apartat pot veure's amb més detall en Cambroner, P. (2020).

La massa d'aigua costanera C017 Santa Pola - Guardamar del Segura se situa en el litoral de la província d'Alacant , entre la zona nord del cap de Santa Pola i el nord del litoral del municipi de Guardamar del Segura. Es tracta d'una zona de 148 Km² de superfície de massa d'aigua costanera distribuïts al llarg de prop de 20 km de litoral continental.

Els “abocaments” que es consideren de rellevància per a l'estudi de les possibles fonts de contaminació de la massa d'aigua costanera C017 són tant eixides naturals de llits, com a abocaments puntuals. S'han considerat, realitzant una agrupació d'algunes d'aquestes fonts i abocaments segons la proximitat de la seua ubicació, cinc localitzacions d'abocament en la zona d'estudi (Figura 6).

Aquests 5 punts d'abocaments són:

1. Desembocadura del Segura: Desembocadura i Front Litoral del Segura i Abocat “Ajuntament de Guardamar del Segura” (tancs de preengorde de piscifactories)
2. Desembocadura del Vinalopó: Desembocadura del Riu Vinalopó i Salinas de Santa Pola
3. Santa Pola: Abocaments difusos a Santa Pola
4. Port d'Alacant : Barranco de les Ovelles i Emissari submarí EDAR Rincón de Lleó
5. Emissari Alacantí: Abocament “Mancomunitat de l'Alacantí” (emissari submarí EDAR Muntanya Orgegia)



Figura 6. Ubicació dels 5 punts d'abocament que agrupen les 8 eixides d'aigua identificades en la zona d'estudi.

3.1.1.- Estudi del clima marítim de la zona

Se estableix el nivell de referència i s'analitzen els nivells de la mar habituals mitjançant la definició del règim de mareas de la zona. També es defineix el règim d'onatge a través de l'estudi dels seus paràmetres representatius: altura d'ona significant, període de pic i direcció predominant d'onatge.

Anàlisi dels nivells de la mar en la zona i els règims de mareas

Quant a l'anàlisi del nivell de la mar, es defineix el Nivell Mitjà de la Mar a Alacant (NMMA) com a nivell de referència emprat per a tot l'estudi. No obstant això, també s'utilitza l'esquema Dàtum del Mareógrafa de Gandia per a la definició d'alguns paràmetres d'entrada del model de dispersió de contaminants Mohid Water.

Definició de l'onatge característic de la zona

L'anàlisi d'onatge realitzat se centra en la definició de les condicions de clima marítim en règim mitjà, ja que, de manera general, aquest estudi s'emmarca en aquest règim d'onatge. No obstant això, també es realitza una breu descripció del règim extremal de la boia més pròxima a la zona d'estudi, únicament a manera informativa i per a una major definició de la zona.

Se selecciona el punt SIMAR S2 (2077097) com el més representatiu per a la descripció del règim mitjà d'onatge de la zona d'estudi. L'anàlisi realitzada determina que les

direccions Est, Est-Suddest i Est-Nordest es defineixen com les direccions predominants de l'onatge. A més, es caracteritzen els paràmetres Altura d'Ona Significant i Període Pic propis de l'onatge en règim mitjà de la zona d'estudi.

3.1.2.- Propagació de l'onatge

Partint de les condicions de clima marítim establides, es realitza la propagació de l'onatge cap a aigües poc profundes, on es consideren els efectes del fons marí i es produeixen els fenòmens de refracció, difracció i asomerament. Amb això, s'obté una definició completa de l'onatge característic en cada punt de la zona d'estudi.

Estudi de la propagació de l'onatge mitjançant el model SWAN.

La propagació de l'onatge s'ha realitzat amb el model numèric SWAN. Els resultats obtinguts seran utilitzats com a dades d'entrada per al model de dispersió de contaminants MOHID Water.

Per limitacions computacionals, ha sigut necessari definir dues malles de càlcul, una malla del model general i una malla reduïda. En aquesta última es redueix l'àrea de computació i amb la finalitat d'allargar el període de simulació.

Finalment, s'han realitzat sis simulacions de propagació d'onatge: 3 períodes d'anàlisi i 2 simulacions per període, amb un mallat i una extensió temporal diferent. Els resultats obtinguts pel model SWAN per a cadascuna de les simulacions es calculen amb un interval horari definit i s'emmagatzemen en arxius HDF associant un valor per cel·la, per paràmetres i per interval horari. Els paràmetres que han sigut propagats per tota l'extensió de la zona d'estudi són: Direcció mitjana d'onatge, Període pic d'onatge, Altura significant d'ona, Component X del tensor de radiació i Component Y del tensor de radiació.

3.1.3.- Estudi de la dinàmica litoral

Se defineix la dinàmica pròpia de la zona deguda a l'actuació sobre el mitjà dels diversos agents climàtics, principalment l'onatge, les marees, els corrents i el vent. Els principals components per a la definició de la dinàmica litoral de la zona i la seua relació amb el transport de partícules contaminants són la descripció batimètrica de la plataforma submergida, la definició del clima marítim propi de la zona i la propagació de l'onatge cap a aigües poc profundes. Amb això, es realitza un estudi analític de la possible procedència de partícules de contaminants sobre la base de la dinàmica litoral de la zona.

En primer lloc, s'estudia el comportament estacional dels nivells de clorofil·la per damunt del límit establert. S'obtenen els següents resultats de l'anàlisi de les campanyes de mostreig realitzades. De les més de 550 mostres històriques analitzades, en quasi 70 d'elles s'ha detectat un excés de l'indicador clorofil·la. Los tres punts de mostreig de la massa d'aigua estudiada han superat el límit establert per a la determinació d'un estat "Bo" de la massa d'aigua en algun moment del període d'estudi.

S'han observat dos patrons clarament diferenciats en dos períodes en les tres masses d'aigua:

- 2005-2010, en general, amb valors per damunt del límit establert de la concentració de clorofil·la.
- 2010-2018, amb una tendència a la disminució de concentració de clorofil·la.

No obstant això, la massa d'aigua C017 ha mantingut durant l'últim període (2010-2018) concentracions de clorofil·la pròximes però superiors al límit establert. Sobre la base de l'estudi realitzat no s'aprecia una clara variació estacional dels nivells de concentració de clorofil·la de la zona d'estudi. No obstant això, entre totes les estacions de la massa C017, la estació DP115 és la que majors concentracions de clorofil·la ha registrat en l'últim període d'anàlisi.

3.1.4.- Càlcul analític del transport de contaminants

Se estableixen els principis físics per al transport de partícules en el medi marí i es realitza el càlcul aproximat del desplaçament de les partícules aplicant la Teoria de la Deriva de Stokes.

El càlcul realitzat del transport de contaminants per mètodes analítics s'ha basat en les teories de la trajectòria de les partícules en el medi marí. Es defineix la Teoria lineal de Airy que determina trajectòries circulars i el·líptiques de les partícules en funció de la seua profunditat, i la Teoria de la deriva de Stokes, que basant-se en la Teoria de Airy, estableix l'existència d'un transport de massa net de les partícules.

Amb l'objectiu d'obtindre una primera aproximació de la procedència de les partícules que aconseguen les estacions de mostreig de la massa d'aigua C017, s'ha calculat i representat el polígon funicular de la trajectòria de procedència de les partícules en les 48 hores anteriors a la presa de mostres per als dies que s'ha identificat un excés de l'indicador Clorofil·la.

En la Figura 7 es mostra les direccions de procedència de les partícules, que es troben, en la seua majoria, en el rang de direccions Est-Nordest i Est-Suddest.

Modelatge del sistema de corrents

Posteriorment, s'ha modelat el sistema de corrents de la zona amb l'eina MOHID Water. Per a això, s'han emprat els resultats de la propagació de l'onatge obtinguts pel model SWAN. Els resultats del modelatge de corrents són emprats com a dada d'entrada del model de dispersió de contaminants, també realitzat amb l'eina MOHID Water.

Els resultats obtinguts del modelatge de corrents indiquen l'existència de corrents de Nord a Sud en la línia de costa de la zona d'ubicació de l'estació DP115 (punt amb alts nivells en l'indicador Fitoplàncton). A més, l'Illa de Tabarca sembla afectar el sistema de corrents causant un canvi d'adreça: corrents amb direcció Nord - Sud que una vegada aconseguen l'illa, prenen una direcció Aquest - Nord-oest.

Tenint en consideració els valors generals de les velocitats de corrent de les simulacions realitzades, amb velocitats baixes en zones de mar endins (1-5 cm/s), aconseguint els majors valors en la línia de costa (5-30 cm/s), s'observa una gran similitud amb els resultats obtinguts per a la trajectòria de les partícules en 48h per càlcul analític, tant en la direcció de procedència com en la distància recorreguda per les partícules.

El conjunt de resultats gràfics del modelatge del sistema de corrents per a les 6 simulacions realitzades es detalla en el TFM abans descrit (Cambronero, P., 2020).

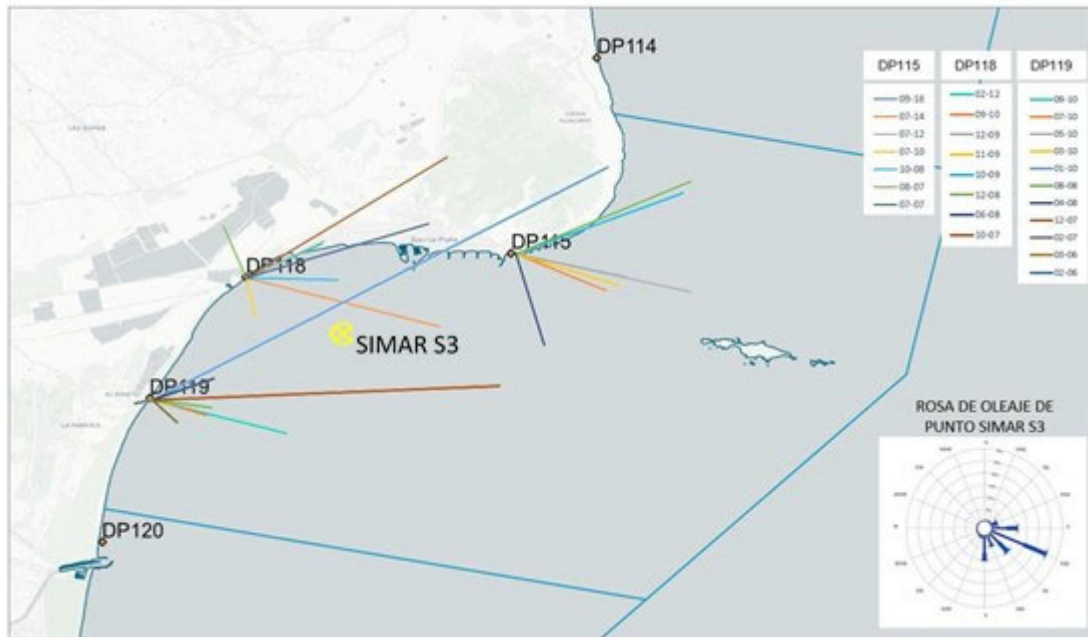


Figura 7. Composició de les estimacions de procedència de partícules en les estacions de la massa d'aigua C017.

3.1.5.- Establiment d'hipòtesi

Ona vegada s'ha definit tot l'àmbit d'estudi i s'ha calculat una primera aproximació de la trajectòria que les partícules de contaminant han seguit fins a aconseguir les estacions de mostreig, és possible establir una sèrie d'hipòtesi sobre les possibles fonts d'aportació de nutrients que afecten la proliferació d'organismes fitoplànctònics en la zona d'estudi.

A) **HIPÒTESI 1.** Les partícules contaminants procedeixen del punt d'abocament 1. **Desembocadura del Segura, que agrupa la font natural del Riu Segura i l'abocament autoritzat de l'Ajuntament de Guardamar del Segura.**

El Riu Segura és el riu principal de Demarcació Hidrogràfica del Segura, la qual se situa en la part sud-est del territori espanyol amb una superfície aproximada de 19.000 km². Al llarg dels seus 320 km de longitud, el Riu Segura recorre nombrosos municipis, desembocant en el municipi de Guardamar del Segura (Alacant), concretament en la massa d'aigua costanera C018.

El règim hidrològic del Riu Segura es defineix per la seua alta variabilitat, alternant períodes de grans sequeres (primavera i estiu) amb períodes de fortes inundacions (tardor i hivern). Això implica que, encara que la mitjana del cabal en desembocadura del Riu Segura siga d'1 m³/s, hi ha fortes variacions de cabal al llarg del seu règim anual, i per tant, de l'aportació d'aigua a la mar en el punt de desembocadura. Entre els anys 2005-2018, les dades de l'estació d'aforament EA-029 Rojals, mostren que el règim de cabals mitjans s'incrementa de manera apreciable a partir de l'any 2009. Cal destacar que és en 2009 quan es comença a aplicar el règim de cabals ambientals establerts pel Pla Hidrològic de la Demarcació del Segura (Confederació Hidrogràfica del Segura).

Durant els anys 1990-2010, el Riu Segura ha destacat per la seua alta contaminació a causa d'abocaments incontrolats en el seu llit sense tractament previ. Això va comportar elevats nivells de contaminació de les aigües del riu, i per tant, de les aigües abocades a la mar. Cal destacar que durant l'última dècada (2010- 2020), s'han realitzat nombroses intervencions per a restaurar la qualitat ambiental del riu. No obstant això, les pressions que rep el Riu Segura en l'actualitat, en forma de nombrosos abocaments i fortes regulacions del seu règim hidrològic, al costat dels llargs períodes de sequeres, continuen fent que aquesta massa d'aigua tinga una alta disposició a presentar nivells alts de contaminació en les seues aigües (iAgua, 2014).

B) HIPÒTESI 2. Les partícules contaminants procedeixen del punt d'abocament 2. **Desembocadura del Vinalopó, que agrupa la font natural del Riu Vinalopó i el drenatge de les Salinas de Santa Pola.**

El Riu Vinalopó compta amb 81 km de llit situats íntegrament a la província d'Alacant. Pertany a la Demarcació Hidrogràfica del Xúquer, situant-se el seu naixement al Parc Natural de la Serra de Mariola. El Riu Vinalopó ha sigut fortament alterat per l'acció humana i després de la canalització que travessa la ciutat d'Elx, aquest riu desguassa artificialment en el Azarbe d'Ordis, séquia de propietat privada que recull els excedents de regadiu. En períodes de fortes pluges que incrementen el cabal del Riu Vinalopó, el Azarbe d'Ordis no té suficient capacitat de desguàs i és per això que es produeixen inundacions de periodicitat baixa en la zona sud del terme municipal d'Elx. Cal destacar que aquesta zona és considerada "d'alt risc" pel Pla d'Acció Territorial contra el Risc d'Inundació (Patricova) de la Comunitat Valenciana. A més, la Confederació Hidrogràfica del Xúquer té inclòs en el seu planejament la regeneració del llit natural i desembocadura del Riu Vinalopó (Confederació Hidrogràfica del Xúquer, 2015), els terrenys del qual han sigut fortament alterats per l'acció humana i empleats en activitats de cultiu.

Segons el Pla Hidrològic de la Demarcació Hidrogràfica del Xúquer 2015-2021, el Riu Vinalopó presenta una qualitat del recurs "no adequada". Això es deu als nombrosos abocaments procedents de les depuradores que aboquen al llarg del seu llit, a més de la incidència d'abocaments urbans i industrials i dels retorns de reg de la zona pròxima a la desembocadura. El Pla Hidrològic 2015-2021 estableix el següent: *"L'escassa capacitat de dilució, associada a un problema de quantitat de recursos, suposa una dificultat addicional per a aconseguir el bon estat del Riu Vinalopó. Pel que el compliment dels objectius de qualitat passa tant per atendre la qualitat com la quantitat del recurs. Les diferents administracions públiques han previst inversions en la conca del Riu Vinalopó amb l'objectiu de millorar la qualitat dels abocaments el que permetrà una*

millora substantiva en la qualitat de les aigües circulants pel riu.” (Confederació Hidrogràfica del Xúquer, 2015)

L'elevada contaminació del Riu Vinalopó es relaciona amb els resultats obtinguts en l'Informe 2018 IIAMA-UPV, on ja es va establir que *“la mostra recollida en la desembocadura del riu Vinalopó mostra també diferències clares amb les estacions de platges, posseeix una salinitat entorn de 13 g/Kg, indicatiu d'una alta influència fluvial, un pH de 8.06 i molt elevades concentracions de nutrients i de clorofil·la.”* (Institut d'Enginyeria de l'Aigua i Medi Ambient (IIAMA - UPV), 2018)

C) HIPÒTESI 3. Les partícules contaminants procedeixen del punt d'abocament 3. **Santa Pola**, que fa referència a la possible existència d'abocaments **difusos al llarg de la franja litoral**.

El Parc Natural de les Salinas de Santa Pola presenta una extensió de 2500 hectàrees, i està situat entre els termes municipals de Santa Pola i Elx, corresponent a la franja litoral de la massa d'aigua costanera C017. Les Salinas de Santa Pola estan incorporades al llistat de Zones Humides d'Importància Internacional del Conveni de Ramsar. A més d'estar inclòs en el llistat RAMSAR, les Salinas de Santa Pola compten amb les figures de protecció legal de Parc Natural, LIC i ZEPA.

L'aiguamoll Salinas de Santa Pola era una extensa llacuna litoral que en el segle XIX va ser transformada en salines per al seu aprofitament econòmic. Actualment funciona com un sistema d'explotació salinera convencional, on l'aigua marina circula per un circuit de basses amb l'objectiu d'obtindre una alta concentració de sals mitjançant l'evaporació progressiva de l'aigua.

L'aiguamoll de les Salinas de Santa Pola presenta un elevat nivell de gestió antròpica dels fluxos d'aigua en funció dels interessos de les respectives explotacions salineres. Les condicions s'allunyen de les “naturals” i no cal esperar aconseguir un bon estat ecològic (Martí Insa, 2010). Els resultats de les mostres recollides a les Salinas de Santa Pola durant anys anteriors, mostren una composició variable de nutrients que ha sigut relacionada amb la salinitat dels mesuraments: a major salinitat major concentració de nutrients. Les Salinas de Santa Pola tenen un contingut mig-baix en nutrients: el contingut en nitrats és baix en general mentre que el contingut en amoni, nitrats i fosfats ofereix valors mitjans i fins i tot elevats en alguns casos (Martí Insa, 2010).

De fet, es veurà que la mostra recollida en “Gola” posseeix una menor temperatura que la resta de les estacions de la mateixa campanya, i una salinitat elevada, la qual cosa pot donar indicació de l'origen d'aquesta aigua (connexió entre les Salinas de Santa Pola i la mar). És de ressaltar l'altíssim valor d'amoni, nitrit i nitrat que posseeix en alguna de les campanyes i els elevats valors de clorofil·la. L'alt nivell de clorofil·la pot haver-se de l'estancament de les aigües en la zona de recollida de la mostra (Gola) i es donen condicions aptes per a l'aparició de fitoplàncton .

Sobre la base de l'anterior s'estableix que l'abocament d'aigua des de de l'aiguamoll de les Salinas de Santa Pola cap a la massa d'aigua costanera C017 està molt influenciat per l'explotació antròpica, amb una composició amb un alt contingut en nutrients. La majoria de l'aigua de l'explotació salinera s'elimina per evapotranspiració, encara que en funció de les necessitats de producció de sal. Únicament de manera puntual sembla que té lloc un drenatge d'aigua de manera directa a la mar.

L'estació d'aigües residuals de Santa Pola se situa al nord de Santa Pola. Segons les dades de funcionament de 2018 oferts per l'Entitat Pública de Sanejament d'Aigües Residuals de la Comunitat Valenciana (EPSAR), la EDAR de Santa Pola va tindre un cabal mitjà d'entrada de 8.140 m³/d, servint a tota la població del municipi de Santa Pola, amb una població servida en 2018 de 40092 h.e.

La EDAR de Santa Pola inclou un tractament terciari que fa possible la reutilització de les aigües depurades. Segons dades de la EPSAR, l'efluent de la EDAR de Santa Pola és reutilitzat en reg agrícola per la SAT de la Verge del Loreto.

La localitat de Santa Pola registra anualment un augment poblacional en l'època estival, arribant a quadruplicar la seua població habitual. Segons la EPSAR, el cabal de disseny de la depuradora de Santa Pola preveu l'estacionalitat de la població, sent el seu cabal de disseny 24000 m³/d en comparació al cabal mig diari de 2018, 8140 m³/d.

Com que Santa Pola és el municipi principal que se situa en la zona d'estudi (massa d'aigua C017), s'analitzarà la possible existència d'abocaments difusos al llarg de la franja litoral, podent deure's a diverses causes com ara un possible col·lapse de la EDAR de Santa Pola en dies de punta de població o altres causes no identificades.

D) HIPÒTESI 4. Les partícules contaminants procedeixen del punt d'abocament 4. Port d'Alacant, que agrupa la font natural del Barranc de les Ovelles i abocament de la EDAR Rincón de Lleó.

El barranc de les Ovelles es localitza al sud de la ciutat d'Alacant situant-se la seua desembocadura annexa al port d'Alacant, a la platja de Sant Gabriel. El Barranc de les Ovelles naix de la Serra del Maigmo (Alacant) i és alimentat per una sèrie de barrancs tributaris que formen una conca de 226 km². La zona geogràfica on se situa el barranc es caracteritza per fortes inundacions, sent el Barranc de les Ovelles objecte de grans crescudes per inundació capaces de generar cabals importants i desbordaments que causen nùmeros danys (Oliva Cañizares, 2019).

El Barranc de les Ovelles es troba des de fa algunes dècades amb alts nivells de contaminació per l'existència de nombrosos abocaments directes no controlats al seu llit. No obstant això, el principal focus de contaminació se situa en l'abocament procedent de la depuradora Rincón de Lleó quan aquesta sobrepassa la seua màxima capacitat. En períodes de fortes pluges o en períodes d'augment de població a causa de l'època estival, la depuradora no té suficient capacitat per a tractar el volum d'aigua rebut i aboca directament en l'últim tram del llit del Barranc de les Ovelles, a escassos metres de la mar (AHSA, 2020).

L'estació d'aigües residuals Rincón de Lleó se situa al Sud del municipi d'Alacant. Segons les dades de funcionament de 2018 oferts per l'Entitat Pública de Sanejament d'Aigües Residuals de la Comunitat Valenciana (EPSAR), la EDAR Rincón de Lleó va tindre un cabal mitjà d'entrada de 48749 m³/d, depurant les aigües residuals de gran part del municipi d'Alacant, amb una població servida de 306592 h.e. La EDAR Rincón de Lleó situa el seu principal punt d'abocament en un emissari submarí situat a 500 m de la platja de Sant Gabriel, al costat de la desembocadura del Barranc de les Ovelles, pròxim al port d'Alacant. Aquest abocament es troba en una situació irregular des de la seua posada en funcionament en 1999 per no comptar amb autorització d'abocament (Síndic de Greuges, 2019). És per això que no consta en el Cens Nacional

d'Abocaments. Nombroses organitzacions i organismes públics han identificat un excés de contaminació en la zona (AHSA, 2020), a causa de la confluència de nombrosos focus d'abocaments contaminants (Barranco de les Ovelles, emissari submarí de la EDAR Rincón de Lleó i abocaments del Port d'Alacant). A més, es tracta d'una zona de baixa renovació d'aigua a causa de la influència del port, per la qual cosa la concentració de contaminants s'intensifica.

E) **HIPÒTESI 5.** Les partícules contaminants procedeixen del punt d'abocament 5. **Emissari Alacantí, que fa referència a l'abocament autoritzat de la Mancomunitat de l'Alacantí procedent de l'emissari submarí de la EDAR Muntanya Orgegia.**

Aquest emissari submarí EDAR Muntanya Orgegia està dissenyat per a 50000 h.e. i amb un volum anual autoritzat de 4206863 m³. Cal destacar que aquest abocament autoritzat està controlat per les autoritats reguladores i que, per tant, té establert el tractament de depuració necessari per a evitar la contaminació del mitjà receptor. No obstant això, no es disposa de dades de qualitat d'aquests abocaments.

3.1.6.- Model de dispersió de contaminants

Se realitza el modelatge del sistema de corrents i del transport de contaminants en la zona d'estudi mitjançant l'eina de càlcul numèric MOHID Water, la qual permet simular la dispersió i trajectòria de les partícules a través de traçadors lagrangians.

En primer lloc, es realitza una comparativa dels models existents amb la finalitat de realitzar l'elecció de l'eina més adequada per a aquest estudi. S'ha seleccionat l'eina de càlcul MOHID Water per complir amb les dues característiques principals requerides: model hidrodinàmic tridimensional, i model mixt eulerià-lagrangià de transport de contaminants. A més, l'eina MOHID Water tracta d'un model de codi obert accessible sense necessitat d'adquisició de llicència d'ús.

3.1.7.- Avaluació de les fonts potencials d'aportació de nutrients

Se realitzen diferents simulacions analitzant diferents escenaris amb el model hidrodinàmic MOHID Water per a avaluar la trajectòria de les partícules procedents de les diferents fonts de contaminants pròximes a la zona d'estudi. D'aquest procés s'obté una aproximació de les fonts potencials de contaminants que afecten la zona d'anàlisi i a la problemàtica estudiada.

Descripció de les simulacions

Una vegada descrita l'eina i les seues principals funcionalitats, s'han definit les simulacions a realitzar. Se estableixen tres períodes de simulació en els dies anteriors a la recollida de mostres per als tres dies en què s'ha registrat un excés de clorofil·la en l'estació DP115. Ens centrem en l'estació DP115, ja que és aquesta la més problemàtica de la massa.

Per limitacions computacionals, s'han realitzat dues simulacions per període (un total de 6 simulacions): 3 simulacions de 15 dies, en les quals s'utilitza la malla general del model i es modelen les cinc fonts potencials identificades; i 3 simulacions de 22 dies en les quals s'utilitza una malla reduïda del model i únicament es modelen les fonts que, sobre la base de les simulacions de 15 dies, tenen més possibilitats causar un excés de contaminació en l'estació DP115.

Simulació				Data inici	Data fi
Període 1	Simulació 1	09/2016	15 dies	11-09-2016	26-09-2016
	Simulació 2	09/2016	22 dies	04-09-2016	26-09-2016
Període 2	Simulació 3	07/2014	15 dies	08-07-2014	23-07-2014
	Simulació 4	07/2014	22 dies	01-07-2014	23-07-2014
Període 3	Simulació 5	07/2012	15 dies	02-07-2012	17-07-2012
	Simulació 6	07/2012	22 dies	26-06-2012	17-07-2012

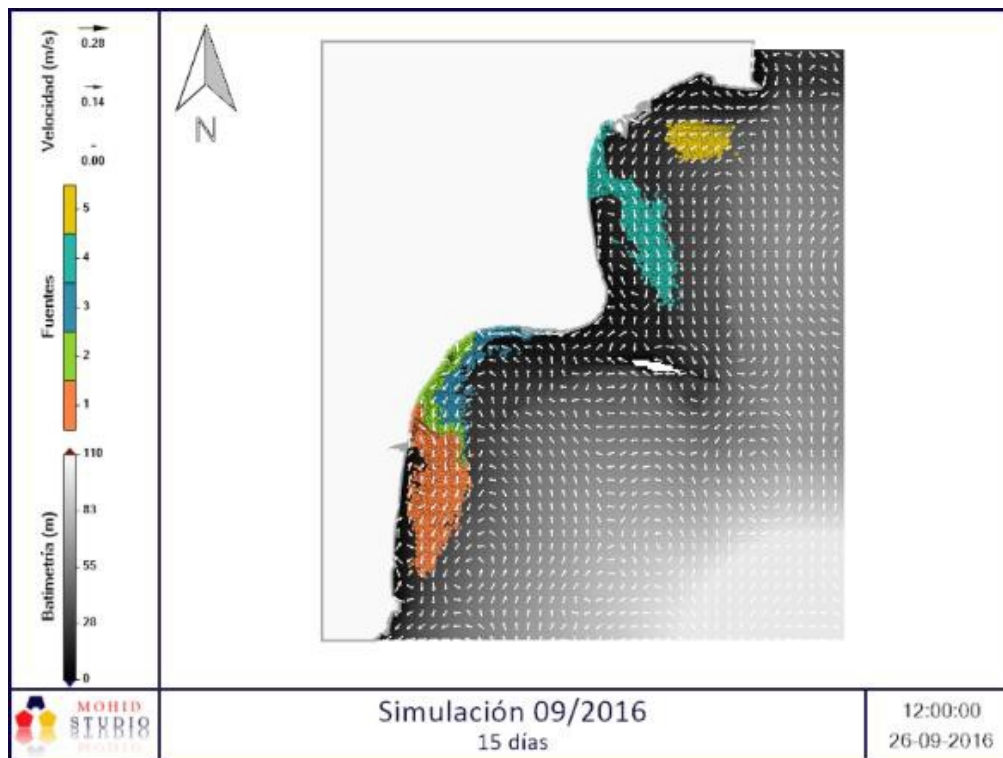
Taula 4. Simulacions realitzades en el model Mohid Water.

Modelatge de la dispersió de contaminants en la zona d'estudi

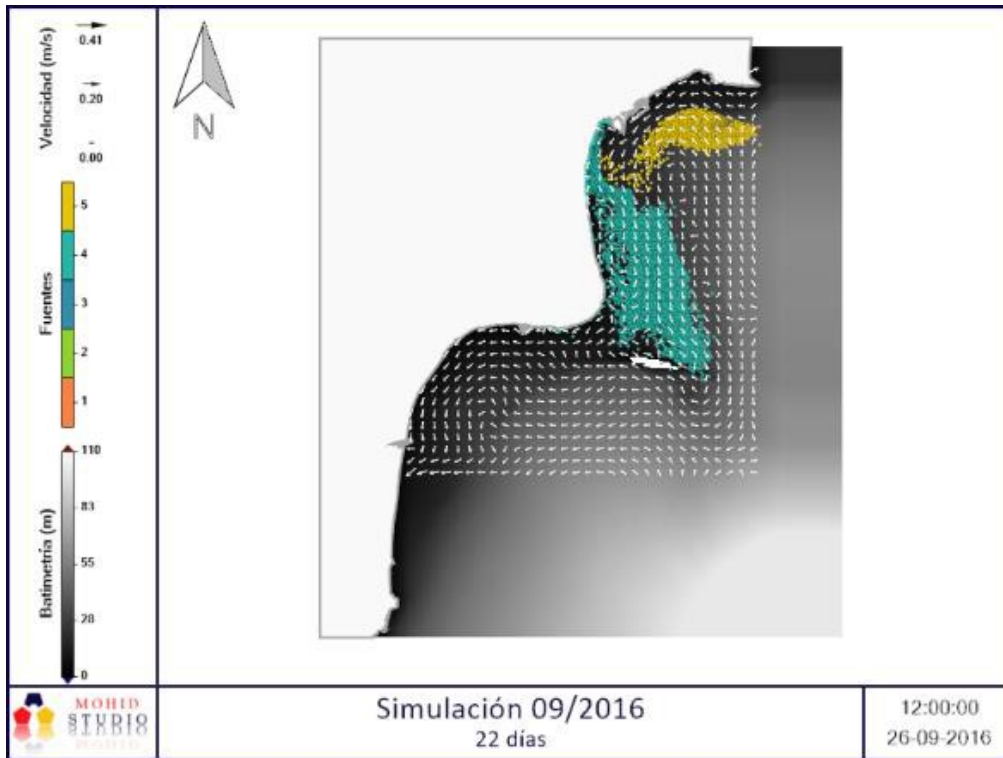
Seguidament s'exposa una mostra dels resultats obtinguts pel model de dispersió de contaminants, en el qual s'inclou també el modelatge del sistema de corrents.

Les figures següents corresponen a l'instant final de les simulacions realitzades. El conjunt de resultats gràfics del modelatge del model de dispersió de contaminants per a les 6 simulacions realitzades es detalla en el TFM abans descrit (Cambronero, P., 2020).

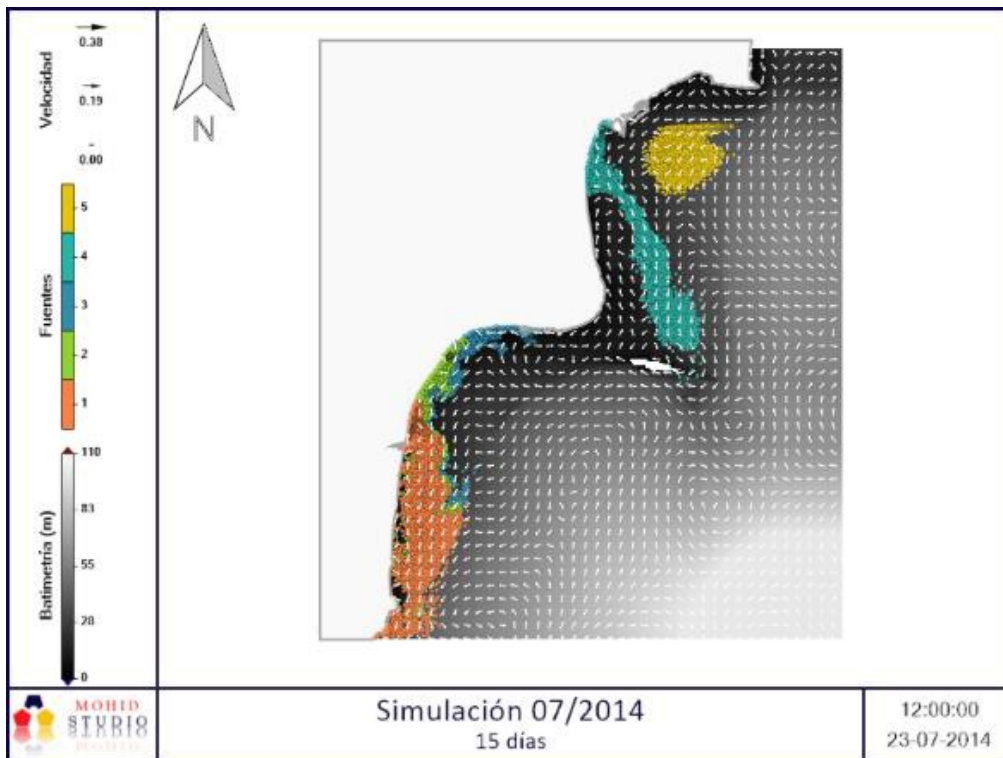
SIMULACIÓ 1. 09/2016 – 15 dies



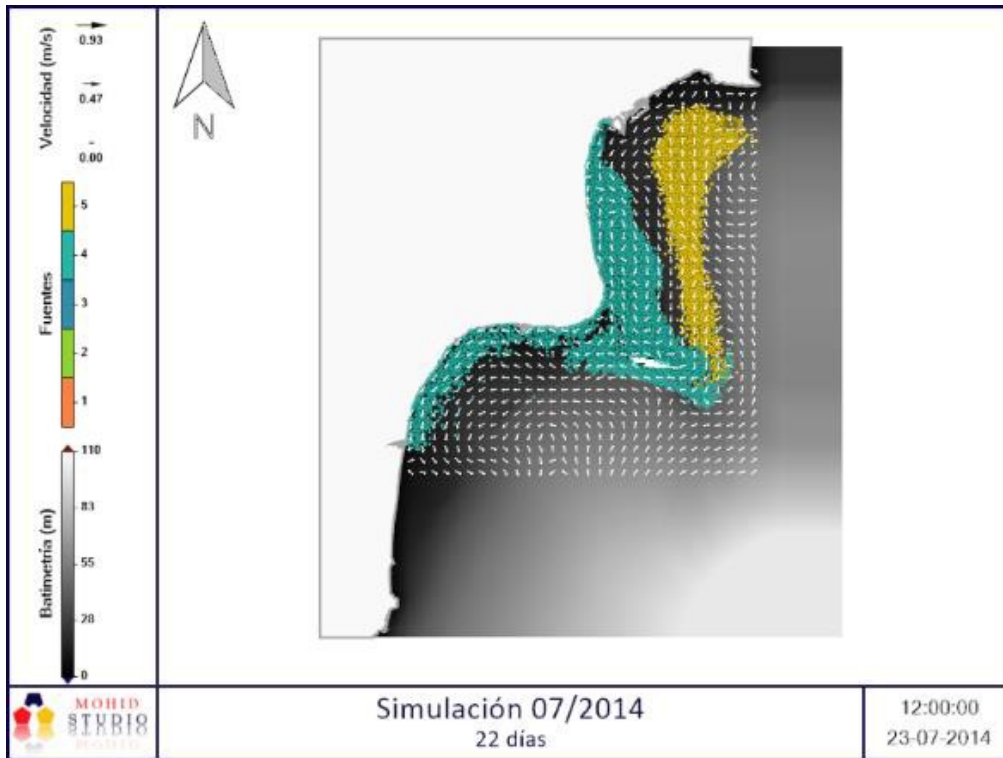
SIMULACIÓ 2. 09/2016 – 22 dies



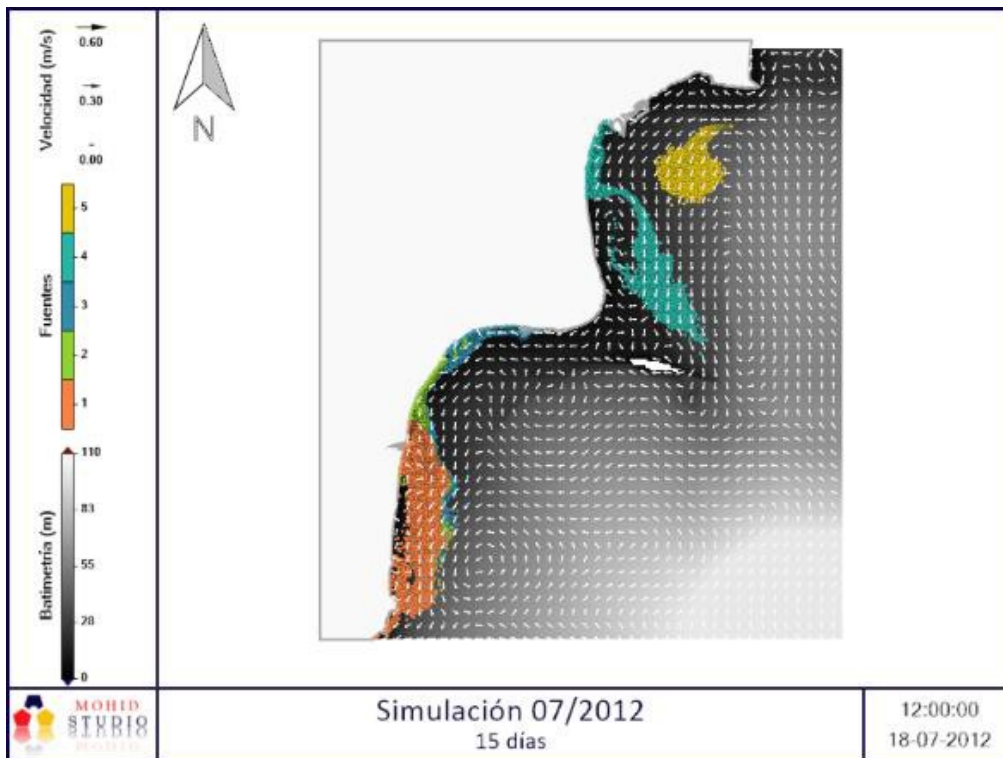
SIMULACIÓ 3. 07/2014 – 15 dies



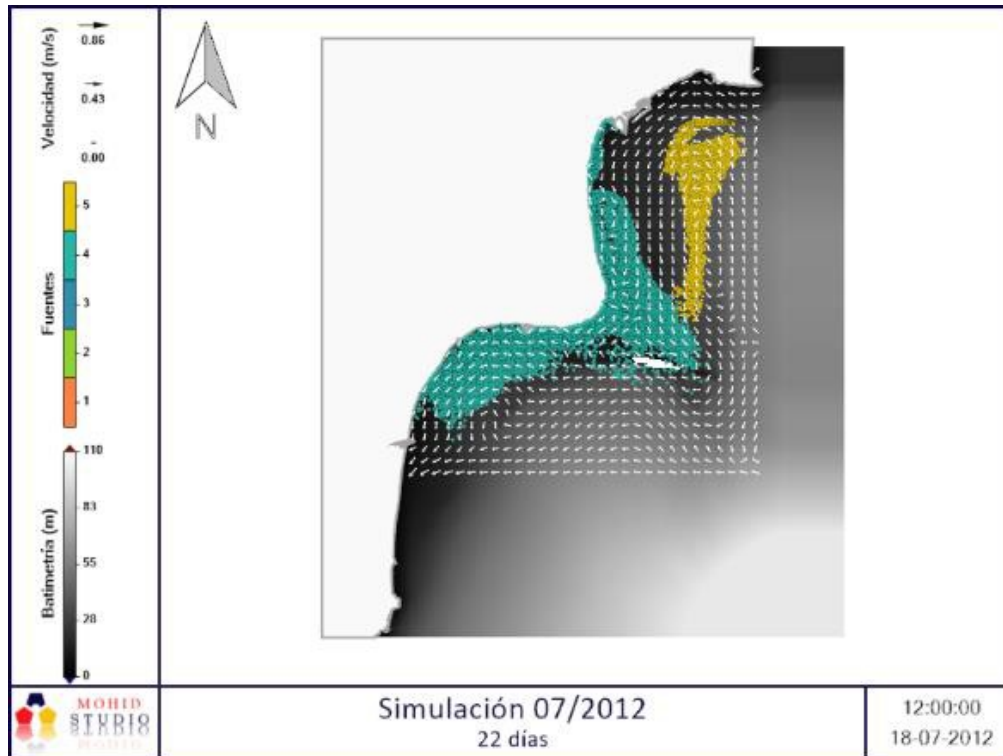
SIMULACIÓ 4. 07/2014 - 22 dies



SIMULACIÓ 5. 07/2012 - 15 dies



SIMULACIÓ 6. 07/2012 – 22 dies



Es conclou el següent:

- En les Simulacions 1, 3 i 5 s'observa que, sobre la base del sistema de corrents i a la trajectòria de les partícules durant els 15 dies de simulació, les fonts que amb major probabilitat d'emetre partícules de contaminació que aconseguisquen l'estació DP115 se situen en els punts d'abocament 4 i 5, situats en la zona nord de l'àmbit d'estudi.
- Sobre la base de les Simulacions 2, 4 i 6, s'observa que les partícules de contaminació emeses des del punt d'abocament 4 aconseguixen la ubicació de l'estació de mostreig DP115 en el període de 22 dies. L'emissió de partícules contaminants des del punt d'abocament 5 no aconseguix l'estació en el període simulat, encara que sobre la base dels corrents modelats, es pot estimar que en un període de simulació major (entorn dels 30 dies), les partícules emeses des d'aquest punt també aconseguirien l'estació DP115.

3.2. Qualitat de l'aigua en la Massa C017

Com s'ha comentat anteriorment, per al millor estudi d'aquesta massa s'han recollit mostres d'aigua en dos punts addicionals de la massa, en la Gola i en la desembocadura del Vinalopó. Respecte al compliment o no de la massa C017, només es tindran en compte les 3 estacions de la xarxa de mostreig, DP115, DP118 i DP119. No obstant això, s'utilitzaran les dades obtingudes en la Gola i Vinalopó per a l'estudi complet de la massa.

Respecte a la salinitat, pH i terbolesa per a la massa d'aigua no hi ha aspectes importants que destacar, mantenint-se totes les mostres i en totes les campanyes en els valors habituals en aquesta mena de masses d'aigua.

Per als indicadors fisicoquímics (nutrients) aquesta massa d'aigua costanera compleix l'estat sobre la base dels criteris marcats en el Reial Decret 817/2015 (Taula 5).

Massa	Mitjanes $\mu\text{mol x/L}$				Estat massa d'aigua segons nutrients
	Amoni	Nitrit	Nitrat	PSR	
C017	0.42 Bo	0.08 Bo	2.99 Bo	0.05 Bo	Bo
DMA	4.60	0.92	7.3	0.76	Bo/Moderat

Taula 5. Resultat dels indicadors fisicoquímics per a C017.

Per a l'indicador biològic fitoplàncton (Taula 6), la massa C017 ha incomplert en totes les anualitats històriques, i malgrat haver millorat bastant el Percentil 90 (P90), continua incomplint per als últims 5 anys en què es posseeixen dades (2012, 2014, 2016, 2018 i 2020). El P90 de clorofil·la, calculat per a aquestes 5 anualitats, llança un valor de 3.92 $\mu\text{g/L}$, situant-se lleugerament per damunt del límit Bo/Moderat (3.6 $\mu\text{g/L}$). En funció d'aquests resultats, podem dir que l'única problemàtica oposada en aquesta massa d'aigua costanera és la clorofil·la, l'estat de la qual és Moderat.

Massa	Fitoplàncton
C017	Moderat

Taula 6. Resultat de l'indicador fitoplàncton per a C017

Si observem els resultats de les tres estacions de mostreig per als últims 5 anys en què es posseeixen dades (2012, 2014, 2016, 2018 i 2020), es pot comprovar que la problemàtica ja és quasi exclusiva d'una única estació de mostreig, la DP115, que és la que té un estat Moderat (Figura 8). De fet, l'estació DP115 està situada en una de les cales de Santa Pola Aquest (Figura 9), la morfologia de la qual pot ser raó suficient per al seu incompliment.

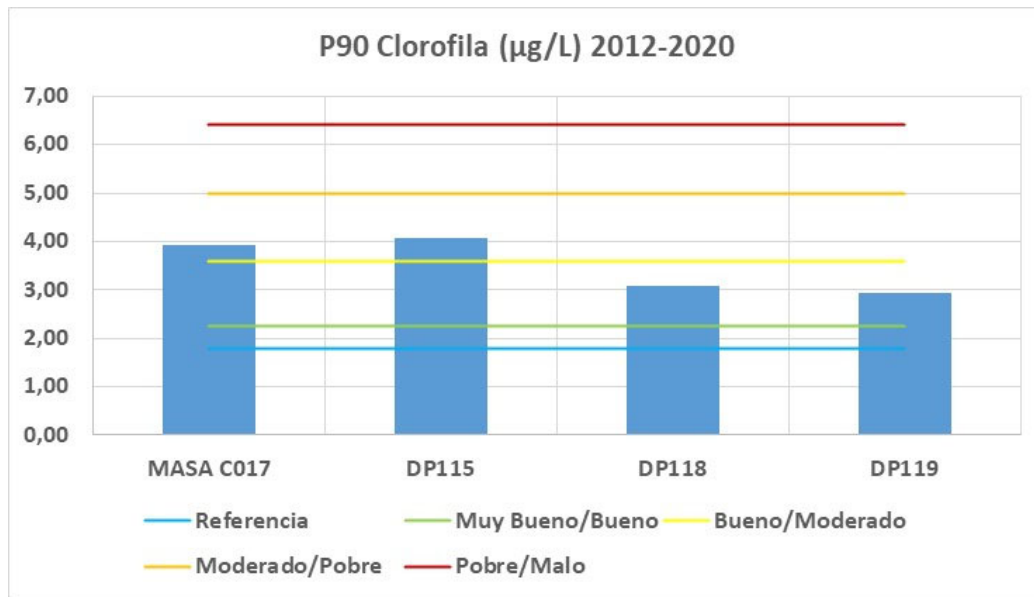


Figura 8. Percentil 90 de clorofil·la en les estacions de la massa C017, 2012-2020.



Figura 9. Ubicació de l'estació DP115.

L'estació DP118 està situada prop de les Salinas de Santa Pola i al sud d'aquesta estació existeix una Gola i la desembocadura del riu Vinalopó que podrien arribar a influir en la seua qualitat.

La mostra "Gola" sol posseir menor temperatura que la resta de les estacions i una salinitat entre 50 i 70 g/kg, la qual cosa pot donar indicació de l'origen d'aquesta aigua. És de ressaltar els elevats valors de clorofil·la que s'han trobat en aquesta mostra, oscil·lant entre 4 µg/L i 14 µg/L. En l'Annex fotogràfic pot observar-se la "qualitat" d'aquestes aigües (Fotos 9-13).

Les mostres recollides en la desembocadura del riu Vinalopó mostren també diferències clares amb les estacions de platges, com a més es pot observar en les

imatges 14-16 de l'annex fotogràfic. Posseeixen una salinitat entre 7 i 13 g/Kg, indicatiu d'una alta influència fluvial, un pH de 8.06-8.08 i molt elevades concentracions de clorofil·la, oscil·lant entre 58 i 72 µg/L.

Així, si aquestes aigües (de la Gola i/o del Vinalopó) aconseguixen les zones de platges, estarien aportant gran quantitat de nutrients que ràpidament serien aprofitats per la comunitat fitoplanctònica. Aquest ràpid consum de nutrients provoca que es detecten alts valors de clorofil·la, però no de nutrients.

En la Figura 10 es mostra el percentil 90 de clorofil·la anual, l'acumulat en totes les anualitats i el dels últims 5 anys. S'observa que la massa està en el límit de l'estat Bo/Moderat tenint en compte el P90 de les últimes 5 anualitats de dades (p90=3.92) (punt roig en la Figura 10).

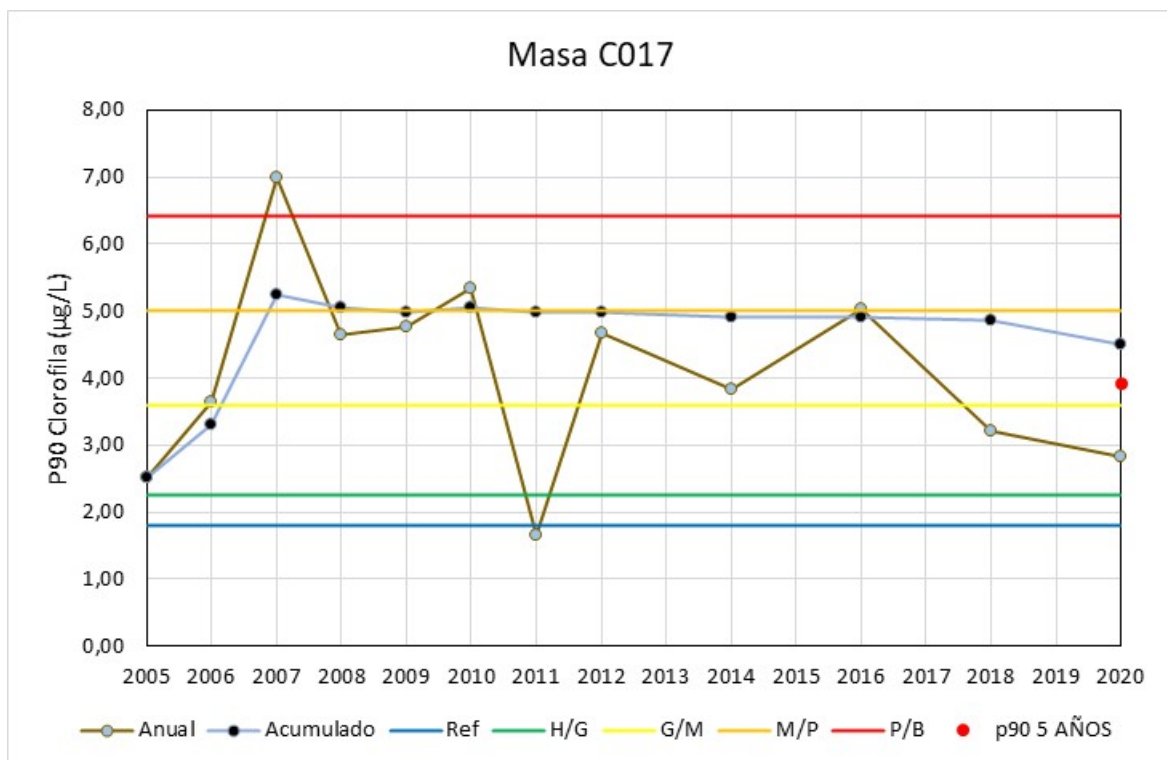


Figura 10. Percentil 90 de clorofil·la en la massa C017, 2005-2020.

S'observa en la gràfica anterior, que el P90 de clorofil·la anual (línia marró) va descendent any rere any, la qual cosa sembla mostrar que s'està actuant correctament en la massa, i que gradualment en anys esdevenidors la qualitat d'aigua pot arribar a complir.

3.3.- Validació d'hipòtesi

Com s'ha comentat anteriorment, a més de les mostres de la massa C017, també es van recollir mostres d'aigua en estacions de les masses confrontants, C018, C016 i C0161. Es mostra en la Taula 7 les mitjanes de clorofil·la en aqueixes estacions:

Massa	Addicionals	Estació	Nom	Clorofil·la 2020
C0161		DP109	Platja al sud del Port Alacant	5.23
C0161		DP183	Sud cala dels Borratxos, Alacant	0.50
C016	*	DP113A	1.5 km al nord del punt DP113	3.32
C016		DP113	Platja del Saladar, Alacant	2.62
C017		DP115	Platja del Varador, Santa Pola	80.13**
C017	*	DP115A	Escullera drete Platja del Varador, Santa Pola	1.53
C017		DP118	Platja Braç del Port, Santa Pola	1.18
C017	*	Gola	La Goleta	10.16
C017	*	Vinalopó	Desembocadura del riu Vinalopó	72.22
C017		DP119	Platja del Pinet, Elx	1.52
C018		DP120	Platja els Tossals, Guardamar del Segura	2.82
C018	*	Segura	Desembocadura del riu Segura	6.50

Taula 7. Mitjanes de clorofil·la ($\mu\text{g/L}$) en 2020.

L'estació DP115 posseeix un elevat valor de clorofil·la, a causa de l'existència habitual d'abundants restes vegetals, la qual cosa provoca aqueixos altíssims valors ($80 \mu\text{g/L}$), que no s'han tingut en compte en els càlculs anteriors. Aquestes restes es poden observar a la foto 6. Per això es recull mostra d'aigua en l'escullera de la mateixa zona pròxima a DP115, denominada DP115A.

Fent ús dels resultats obtinguts en les sis simulacions del model de dispersió de contaminants MOHID Water, es realitza una estimació dels punts d'abocament que amb major probabilitat afectaran l'estat ecològic de l'estació DP115 en la massa d'aigua C017 en el supòsit d'emetre un excés de partícules contaminants en el medi marí, realitzant per tant un procés de validació i descart de les hipòtesis formulades anteriorment:

- HIPÒTESI 1. Les partícules contaminants procedeixen del punt d'abocament 1. Desembocadura del **Segura**, que agrupa la font natural del **Riu Segura i l'abocament autoritzat de l'Ajuntament de Guardamar del Segura**. Es descarta la Hipòtesi 1 ja que, sobre la base de les simulacions realitzades, les partícules emeses des del Punt d'Abocament 1 es desplacen en direcció Sud, per la qual cosa no arriben a aconseguir les estacions de mesurament de la massa d'aigua C017. Per tant, resulta poc probable que la font de contaminació que afecta les estacions de la massa d'aigua C017 procedisca del Punt d'Abocament 1. No obstant això, aquesta aportació hauria de tindre's present per a la massa C018.
- HIPÒTESI 2. Les partícules contaminants procedeixen del punt d'abocament 2. Desembocadura del **Vinalopó**, que agrupa la **font natural del Riu Vinalopó i el drenatge de les Salinas de Santa Pola**. Es podria, en principi, descartar la Hipòtesi 2 ja que, sobre la base de les simulacions realitzades, les partícules emeses des del Punt d'Abocament 2 es desplacen en direcció Sud. El Punt

d'Abocament 2 se situa molt pròxim a l'estació DP118 i la trajectòria de les partícules emeses des d'aquest punt aconseguix l'estació DP119. No obstant això, la problemàtica principal de la massa C017 se centra en l'estació DP115, en la qual es registren majors nivells de contaminació en comparació amb les estacions DP118 i DP119. Per tant, sobre la base de les simulacions realitzades resulta poc probable que la font de contaminació que afecta l'estació DP115 procedisca del Punt d'Abocament 2. No obstant això, caldria vigilar aquestes aportacions, doncs sí que poden estar afectant les altres dues estacions DP118 i DP119.

- HIPÒTESI 3. Les partícules contaminants procedeixen del punt d'abocament 3. **Santa Pola**, que fa referència a la possible existència d'abocaments **difusos** al llarg de la franja litoral. Es podria descartar la Hipòtesi 3 ja que, sobre la base de les simulacions realitzades, les partícules emeses des del Punt d'Abocament 3 es desplacen en direcció Sud-oest. Aquest punt d'abocament se situa molt pròxim a l'estació DP115, però la trajectòria que segueixen les partícules emeses des d'aquesta localització d'abocament s'allunyen de la ubicació de l'estació DP115, per la qual cosa resulta poc probable que la font de contaminació que afecta l'estació DP115 procedisca del Punt d'Abocament 3.
- HIPÒTESI 4. Les partícules contaminants procedeixen del punt d'abocament 4. **Port d'Alacant**, que agrupa la font natural del **Barranc de les Ovelles** i l'abocament de la **EDAR Rincón de Lleó**. Es valida la Hipòtesi 4 ja que, sobre la base de les simulacions realitzades, les partícules emeses des d'aquesta localització d'abocament aconseguixen l'estació DP115 de la massa d'aigua costanera C017. Per tant i sobre la base dels resultats de les simulacions, resulta probable que, en cas d'emetre's una gran aportació de nutrients des d'alguna de les fonts que agrupa aquest punt d'abocament, aquests siguen assimilats per la comunitat fitoplanctònica que per la dinàmica litoral pròpia de la zona tendeix a aconseguir l'estació de mesurament DP115.
- HIPÒTESI 5. Les partícules contaminants procedeixen del punt d'abocament 5. **Emissari Alacantí**, que fa referència a l'abocament autoritzat de la Mancomunitat de l'Alacantí procedent de l'emissari submarí de la **EDAR Muntanya Orgegia**. Es valida la Hipòtesi 5, ja que, encara que en les simulacions realitzades l'emissió de partícules contaminants des del Punt d'Abocament 5 no aconseguix l'estació DP115, sobre la base dels corrents modelats es pot estimar que en un període de simulació major (entorn dels 30 dies), les partícules emeses des d'aquest punt també aconseguirien l'estació DP115. Per tant, resulta probable que, en cas d'emetre's una gran aportació de nutrients des del Punt d'Abocament 5, aquests siguen assimilats per la comunitat fitoplanctònica que per la dinàmica litoral pròpia de la zona tendeix a aconseguir l'estació de mesurament DP115.

3.4.- Proposta de mesures de gestió

Finalment, sobre la base de tot l'estudi realitzat i una vegada determinades les fonts potencials de contaminació, es proposa una sèrie de mesures de gestió per a tractar de millorar la problemàtica existent.

MESURA DE GESTIÓ 1. Es proposa estudiar amb més detall i amb dades històriques (si es posseeixen) les eixides d'aigua en la Gola i al Vinalopó, perquè poden estar afectant en alguns moments de l'any a les estacions DP118 i DP119.

MESURA DE GESTIÓ 2. Es proposa realitzar un estudi complet dels abocaments del Barranc de les Ovelles, de l'emissari submarí EDAR Rincón de Lleó i de l'emissari submarí de la EDAR Muntanya Orgegia. Els resultats obtinguts per aquest estudi mostren que les fonts potencials de contaminació que afecten la zona d'estudi se situen en els Punts d'Abocament 4 i 5.

Es proposa, per tant, un estudi detallat de les característiques d'abocament per a les tres fonts esmentades amb la finalitat d'identificar possibles concentracions de contaminants que influïsquen en la problemàtica estudiada.

També es proposa un estudi del règim d'abocament per als emissaris de les dues depuradores i un estudi del cabal en la desembocadura del Barranc de les Ovelles amb la finalitat d'obtenir major informació d'aquests abocaments i avançar en l'estudi i modelatge de dinàmica litoral de la zona en cas de ser necessari.

MESURA DE GESTIÓ 3. Es proposa incloure noves estacions de mostreig, no per a la determinació de l'estat de la massa, sinó amb l'objectiu d'una millor comprovació de les hipòtesis plantejades. Les simulacions realitzades amb el model de dispersió de contaminants mostren que el desplaçament de les partícules emeses des del Punt d'Abocament 4 segueix una trajectòria pròxima a la costa en els primers metres, fins a arribar a un punt on aquesta trajectòria s'allunya de la línia de costa situant-se uns metres mar endins.

S'identifica que l'estació de mostreig DP113 se situa en el lloc en el qual es produeix el canvi de trajectòria de les partícules emeses des del Punt d'Abocament 4, mentre que la estació DP114 se situa allunyada de la trajectòria d'aquestes partícules. Un exemple d'això es mostra en la Figura 11, on una de les simulacions realitzades s'ha superposat sobre el pla d'ubicació de les estacions de mostreig.

Com que totes les situacions modelades mostren aquest fenomen de canvi de trajectòria de les partícules en el mateix punt, en el cas que la contaminació fora emesa des de la localització del Punt d'Abocament 4, les estacions DP113 i DP114 podrien no estar detectant aquesta problemàtica existent, la qual també afectaria la massa d'aigua C016.

Això s'ha pogut corroborar al recórrer mostra d'aigua a 1.5 km cap al Nord de DP113, mantenint la posició sobre la línia de costa (també podria haver-se comprovat recollint una altra mostra d'aigua a 4 km en direcció Aquesta mar endins a l'altura de la DP114). En aquest cas, la mostra denominada DP113A, situada a 1.5 km al nord del punt DP113

posseeix una mitjana de clorofil·la de 3.32 µg/L, mentre que la DP113 només posseeix 2.62 µg/L, la qual cosa corrobora aquesta hipòtesi.

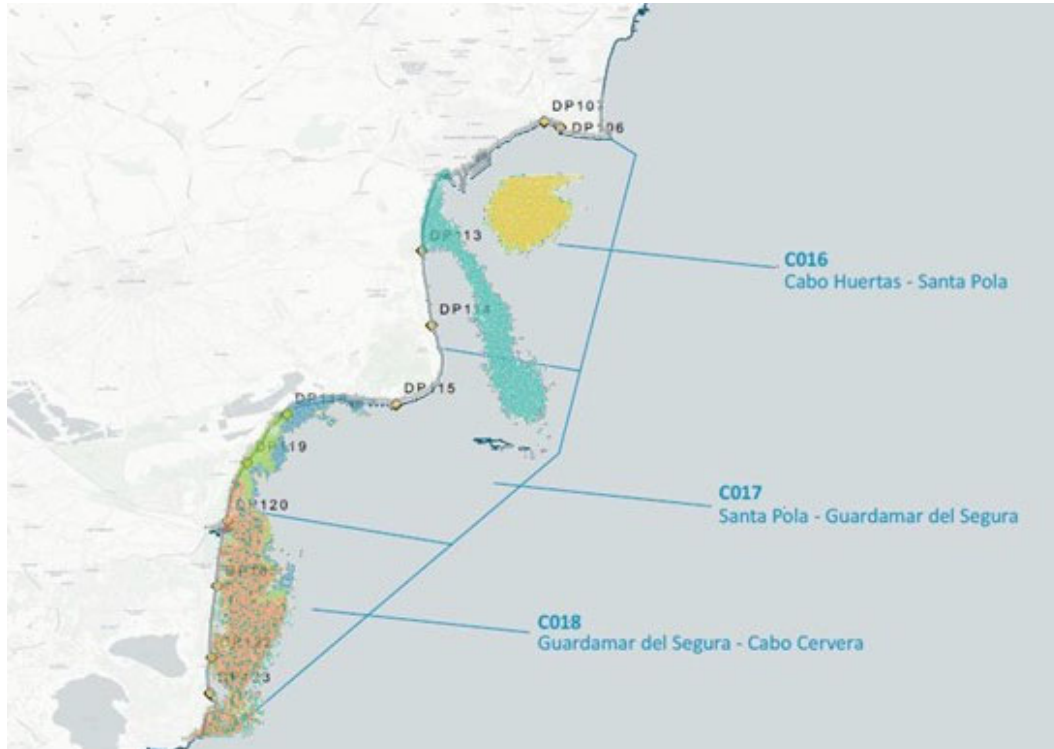


Figura 11. Composició del resultat del model de dispersió de contaminants sobre el pla d'estacions de mostreig. Simulació 3. 07/2014 – 15 dies en el seu instant final (23/07/2014 12:00h).

MESURA DE GESTIÓ 4. Es proposa la realització de campanyes de mostreig addicionals amb la finalitat d'obtenir una sèrie temporal més extensa i poder obtenir conclusions fonamentades mitjançant l'anàlisi de dades. També es proposa realitzar un nombre de campanyes de mostreig en dies previs i posteriors a temporals significatius, amb la finalitat d'identificar la possible influència de fenòmens extrems en la concentració de contaminants en la zona estudiada.

Cal destacar que la proposta de mesures de gestió realitzada podria ser complementada amb un major nombre de simulacions en el model de dispersió de contaminants realitzat per a aquest estudi. En línies generals, es proposa realitzar simulacions d'un període de simulació major (entorn de 30 dies) i en condicions de clima marítim diferents a les simulades. D'aquesta manera s'obtidria una millor compressió de la trajectòria de les partícules emeses per les fonts potencials de contaminació.

4.- Conclusions

La massa d'aigua costanera C017 compleix els requeriments de la DMA respecte als indicadors fisicoquímics, com així ha sigut sempre. No obstant això, respecte a

l'indicador fitoplàncton (clorofil·la), aquesta massa continua incomplint, amb un estat Moderat. Sí que és cert que s'ha anat observant una millora respecte als anys anteriors, estant ja molt pròxim al límit del compliment.

No s'aprecia un comportament estacional de l'indicador clorofil·la sobre la base del registre de les dades de qualitat d'aigua obtinguts de les campanyes de mostreig. Així que queda clar que la disponibilitat de llum solar no és un factor limitant per a la producció de fitoplàncton, la qual cosa porta a posicionar com a factor limitant per al desenvolupament d'aquests organismes la disponibilitat de nutrients en la zona d'estudi.

No obstant això, on a vegada caracteritzada la zona i identificats els possibles abocaments, no és possible descartar a priori amb una elevada seguretat cap de les hipòtesis establides, sobre la base de dades objectives. Per això s'ha elaborat un model de dispersió de contaminants de gran extensió.

Sobre la base dels resultats del càlcul analític del transport de partícules, s'aprecia que la massa C017 posseeix dues probables causes d'incompliment, una afectant l'estació DP115 i l'altra afectant les estacions DP118 i DP119.

Les estacions DP118 i DP119 poden estar veient-se afectades per les eixides d'aigua en la Goleta i al Vinalopó. Per això es proposa estudiar amb més detall i amb dades històriques (si es posseeixen) totes dues eixides d'aigua i la seua influència en totes dues estacions.

Respecte a l'estació DP115, la causa d'incompliment sembla doble. En primer lloc la morfologia de la zona, perquè DP115 està situada en una zona amb un temps de residència elevat, la qual cosa queda també demostrat per l'alta quantitat de macroalgues i vegetació que es troba en aquesta platja en molts moments de l'any. D'altra banda, sembla que les partícules contaminants procedeixen, en gran part, del Nord-est de la zona d'estudi. Com que aquesta direcció no és una de les predominants de l'onatge, s'estableix una primera aproximació de la relació entre unes condicions climàtiques determinades i l'existència d'altres concentracions de fitoplàncton en aquesta estació.

L'elaboració del model de dispersió de contaminants s'ha realitzat mitjançant l'eina MOHID Water. Les simulacions realitzades pel model han estat condicionades per les limitacions de computació dels equips físics emprats. Mitjançant els resultats d'aquestes simulacions, es conclou que les fonts potencials d'aportació de contaminants se situen en la zona nord de l'àrea d'estudi, encara que s'identifica que les partícules emeses des del punt d'abocament 5 necessitaran un període major que les partícules emeses des del punt d'abocament 4 per a aconseguir les estacions de mostreig situades en la massa d'aigua C017. Per això es proposa realitzar un estudi complet dels abocaments del Barranc de les Ovelles, de l'emissari submarí EDAR Rincón de Lleó i de l'emissari submarí de la EDAR Muntanya Orgegia, perquè els resultats obtinguts mostren que les fonts potencials de contaminació que afecten la zona d'estudi se situen en els Punts d'Abocament 4 i 5.

Per tant, a manera de conclusió general s'obté que l'estudi realitzat en relació a l'anàlisi de dinàmica litoral per a la caracterització de la massa d'aigua costanera C017 ha identificat com a fonts potencials de contaminació les fonts i abocaments localitzats en

la zona nord de l'àmbit d'estudi (Barranco de les Ovelles, emissari submarí EDAR Rincón de Lleó i emissari submarí de la EDAR Muntanya Orgegia) i molt probablement també l'eixida d'aigües de la Goleta i el Vinalopó. No obstant això, seria desitjable una anàlisi de dades de sèries temporals més extenses amb l'objectiu de confirmar aquestes hipòtesis, i després d'això poder proposar un règim d'abocament, en funció de les condicions marítimes, en les zones identificades com a fonts potencials d'aportació de contaminants. I cal no oblidar l'anàlisi de l'efecte del canvi climàtic en la casuística estudiada, incloent els efectes de les variacions dels nivells de la mar i l'increment de la freqüència i energia de temporal.

5.-Bibliografia

- Action Modulers. Keyword List - MOHID. http://wiki.mohid.com/index.php?title=Keyword_list.
- MOHID Studio - Quick-Start Guide for MOHID Water Implementation - v.2.0. [En línia] http://wiki.actionmodulers.com/wiki/index.php?title=MOHID_Studio_-_Quick-Start_Guide_for_MOHID_Water_Implementation_-_v.2.0.
- AHSA. 2020. La Comisión Europea inicia una investigación sobre la situación de contaminación crónica por vertidos urbanos residuales e industriales en el espacio marino protegido de la red natura 2000 "LIC y ZEPA de Tabarca". Alicante: Asha.org,
- Barreto, I., Ezzatti, P. y Fossati, M. 2009. Estudio inicial del modelo MOHID. Montevideo (Uruguay): PEDECIBA - Instituto de Computación, Facultad de Ingeniería de la Universidad de la Republica. Reporte Técnico RT 09-10.
- Booij, N., Holthuijsen, L.H. y Ris, R.C. 1996. The "SWAN" Wave Model for Shallow Water. Orlando: Florida (USA).
- Cambroner Arribas, P. 2020. Estudio de dinámica litoral para la caracterización de la masa de agua costera C017 (Santa Pola – Guardamar del Segura): análisis de las posibles fuentes de contaminación por nutrientes y propuesta de medidas de gestión. Trabajo Final de Máster. Máster Universitario en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos. Universitat Politècnica de València.
- Comerma, E. 2004. Modelado numérico de la deriva y envejecimiento de los hidrocarburos vertidos al mar: aplicación operacional en la lucha contra las mareas negras. PhD thesis, UPC.
- Confederación Hidrográfica del Júcar. 2015. Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Júcar.
- Confederación Hidrográfica del Segura. Caudales ecológicos. <https://www.chsegura.es/chs/cuenca/resumendedatosbasicos/caudalesecologicos/>

- Conselleria d'Agricultura, Desenvolupament Rural, Emergència Climàtica i Transició Ecològica. 2016. El Consell ajuda a investigar a tres universitats sobre la aplicació de la Directiva Marco del Agua a las masas de aguas costeras y de transición de la Comunitat. Valencia: Generalitat Valenciana.
- Delft University of Technology. SWAN Implementation Manual. [En línea] http://swanmodel.sourceforge.net/online_doc/swanimp/swanimp.html.
- Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y el Mar del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Plan de Ecocartografías del litoral español. <https://www.miteco.gob.es/es/costas/temas/proteccion-costa/eco-cartografias/ecocartografia-alicante.aspx>.
- iAgua. 2014. Comienza la recuperación ambiental del río Segura en la ciudad de Murcia. 31 de 03 de 2014. <https://www.iagua.es/noticias/restauracion/14/03/31/comienza-la-recuperacion-ambiental-del-rio-segura-en-la-ciudad-de-murcia-47650>.
- Instituto Geológico y Minero de España - Dirección General del Agua. 2009. Identificación y caracterización de la interrelación que se presenta entre aguas subterráneas, cursos fluviales, descargas por manantiales, zonas húmedas y otros ecosistemas naturales de especial interés hídrico. Madrid: Instituto Geológico y Minero de España - Dirección General del Agua.
- Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente (IIAMA - UPV). 2018. Informe del contrato menor CNME 18/0303/30 - Campaña de control de parámetros físico-químicos y clorofila en tres masas de agua costeras de la Comunidad Valenciana. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- López Jiménez, A. 2016. El proceso de dispersión de contaminantes en medios receptores - UPV. <https://www.youtube.com/watch?v=d0h2EHyPHBw>
- Martí Insa, C.M. 2010. Tesis Doctoral: Caracterización ecológica y establecimiento de los criterios para determinar el potencial ecológico en las salinas de las Comunidad Valenciana. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- Martínez Guijarro, R. 2009. Tesis doctoral: Determinación de comunidades fitoplanctónicas mediante espectroscopía visible y su relación con los recuentos por microscopía de epifluorescencia. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 2015. Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre, por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental. Madrid: Boletín Oficial del Estado.
- Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana. Puertos del Estado. [En línea] www.puertos.es. MOHID Forum. <http://forum.mohid.com/>
- Oliva Cañizares, A. 2019. Riesgo de Inundación y gestión del agua pluvial en el Barranco de las Ovejas. Alicante: Universidad de Alicante.

- Parlamento Europeo y Consejo de la Unión europea. 2000. Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de octubre de 2000 por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas. Bruselas: Diario Oficial de las Comunidades Europeas.
- Síndic de Greuges. 2019. Contaminación ambiental. Conducción de vertidos de tierra a mar procedente de la depuradora Rincón de León. Valencia: Registre general de la Comunitat Valenciana. 01950.

6.-Equip de treball

Coordinadora: Inmaculada Romero Gil

Equip de treball:

Patricia Cambroner Arribas

Jose Alberto González Escrivá

Jorge Molines Llodra

Maria Aguas Vivas Pachés Giner

Remedios Martínez Guijarro

José Serra Peris

Manuel Pulido Velázquez

Ramón Barat Baviera

7.-Annex fotogràfic



Foto 1. Punt de mostreig DP109, Platja al sud del Port Alacant (Massa C0161)



Foto 2. Punt de mostreig DP183, Sud cala dels Borraxos, Alacant (Massa C0161)



Foto 3. Punt de mostreig DP113A, 1.5 km al nord del punt DP113 (Massa C016)

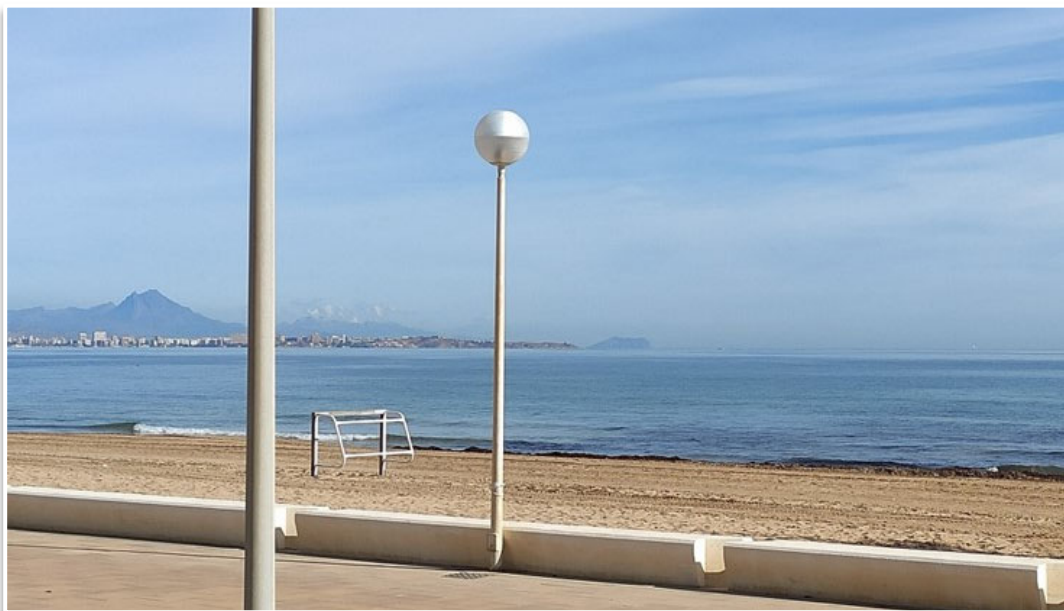


Foto 4. Punt de mostreig DP113, Platja del Saladar, Alacant (Massa C016)



Foto 5. Punt de mostreig DP115, Platja del Varador, Santa Pola (Massa C017)



Foto 6. Punt de mostreig DP115, Platja del Varador, Santa Pola (Massa C017)



Foto 7. Punt de mostreig en DP115A, Escullera dreta de la Platja del Varador, Santa Pola (Massa C017)



Foto 8. Punt de mostreig DP118, Platja Braç del Port, Santa Pola (Massa C017)



Foto 9. Gola, La Goleta (Massa C017)



Foto 10. Gola, La Goleta (Massa C017)



Foto 11. Gola, La Goleta (Massa C017)



Foto 12. Gola, La Goleta (Massa C017)



Foto 13. Gola, La Goleta (Massa C017)



Foto 14. Desembocadura del Vinalopó (Massa C017)



Foto 15. Desembocadura del Vinalopó (Massa C017)



Foto 16. Desembocadura del Vinalopó (Massa C017)



Foto 17. Vista de la platja des de la Desembocadura del Vinalopó (Massa C017)



Foto 18. Punt de mostreig DP119, Platja del Pinet, Elx (Massa C017)



Foto 19. Punt de mostreig DP120, Platja els Tossals, Guardamar del Segura (Massa C018)



Foto 20. Punt de mostreig en la Desembocadura del Segura (Massa C018)