

Desenvolvemento de indicadores a partir de resultados da encomenda de rexeneración de bancos marisqueiros a SEAGA.

José Manuel Parada Encisa.

Xunta de Galicia
Consellería do Mar
CIMA (Centro de Investigacións Mariñas)
Área de Recursos Mariños

Informe técnico:
CIMA-RM2-INDICADORES22 23/06.

Data de emisión: 20/10/2023



Suxestión de citación:

Parada, J.M. 2023. Desenvolvemento de indicadores a partir de resultados da encomenda de rexeneración de bancos marisqueiros a SEAGA. Xunta de Galicia. Consellería do Mar. Informe técnico - biolóxico CIMA-RM2-INDICADORES22 23/06. 31 pp.
<https://doi.org/10.5281/zenodo.10516839>

Unha copia deste informe pode ser solicitada a:

Centro de Investigacións Mariñas (CIMA)
Pedras de Corón s/n. Apdo. Nº 13
36620 Vilanova de Arousa
cima@xunta.gal

Descrición de recursos para arquivo :

CAMPO	CONTIDO
AUTOR	José Manuel Parada
ORCID	0000-0001-9851-6512
TITULO	Desenvolvemento de indicadores a partir de resultados da encomenda de rexeneración de bancos marisqueiros a SEAGA
OUTROS TITULOS	
DATA DE PUBLICACIÓN	2023/10/20
EDITOR	CIMA (Centro de Investigacións Mariñas)
SERIE	INDICADORES22
NÚMERO DA SERIE	6
IDENTIFICADOR ISNN	
IDENTIFICADOR E-ISNN	
IDENTIFICADOR ISBN	
IDENTIFICADOR OUTRO	CIMA-RM2-REDEMAR-2023/06. DOI: 10.5281/zenodo.10516839
TIPO DE DOCUMENTO	Informe técnico
IDIOMA	Galego
FILIACIÓN XUNTA	Si
PALABRAS CLAVE	Galicia, Marisqueo, Planes de gestión, Cofradías, Bivalvos, Plans de xestión, Confrarías

CAMPO	CONTIDO
RESUMO	<p>Analízanse os resultados dos traballos de remoción hidráulica realizados por SEAGA nun proxecto de rexeneración de bancos marisqueiros e se empregan para validar documentalmente esta estratexia de aplicación en obxectivos biolóxicos e ecolóxicos relacionados coa calidade do substrato nos plans de xestión.</p> <p>Relaciónase a variación da abundancia do stock comercial de ameixa babosa no banco das Pías, cuxo seguimento está actualmente a cargo do proxecto de rexeneración de bancos executado por SEAGA, con variables ambientais como o cambio de réxime de ventos, o contido en fosfatos da auga, a prevalencia de <i>Perkinsus olseni</i> e a variación do número de exemplares de <i>Asterias rubens</i> capturadas. Os resultados son de grande importancia para interpretar o estado do stock e validar futuros indicadores da súa saúde.</p>
PATROCINADORES	REDEMAR. Actuación cofinanciada polo FEMP nun 75%. P.O. español 2014ES14MFOP001 [Prioridade 1 - OE1.e) - medida 1.5.2]. OIG: D.X. Desenvolvemento Pesqueiro
AXENCIA FINANCIADORA	
DESCRIPCIÓN	31 páxinas
VERSIÓN DO EDITOR	
NÚMERO DO ACORDO DE SUBVENCIÓN	
DEREITOS	Acceso aberto
DATA DE EMBARGO	
VERSIÓN DO TRABALLO	Publisher's version
LICENCIA DE USO	
PEER-REVIEWED	No
CITACIÓN	Parada, J.M. 2023. Desenvolvemento de indicadores a partir de resultados da encomenda de rexeneración de bancos marisqueiros a SEAGA. Xunta de Galicia. Consellería do Mar. Informe técnico - biolóxico CIMA-RM2-INDICADORES22 23/06. 31 pp. https://doi.org/10.5281/zenodo.10516839
SOLICITANTE. ÓRGANO	
SOLICITANTE. RESPONSABLE	
SOLICITUDE. DATA	
ÁMBITO DE DIFUSIÓN	Externo
VERSIÓN DO DOCUMENTO	20231020
TÍTULO PROXECTO/ ACCIÓN DE INVESTIGACIÓN	Desenvolvemento de indicadores, ferramentas numéricas e estratexias asociadas aos obxectivos biolóxicos e ecolóxicos dos plans de xestión do marisqueo.
ACRÓNIMO PROXECTO/ ACCIÓN DE INVESTIGACIÓN	INDICADORES22
CÓDIGO PROXECTO/ ACCIÓN DE INVESTIGACIÓN	PROO4A 2022/001

RESUMO EXECUTIVO

No presente informe empréganse os datos obtidos en dúas tarefas incluídas no proxecto de rexeneración de bancos marisqueiros executado por SEAGA e supervisado polo CIMA para validar estratexias relacionadas con indicadores dos plans de xestión e acondicionar datos que poidan ser de utilidade para o desenvolvemento ou validación de indicadores da saúde do stock.

No primeiro dos casos foron empregados os resultados obtidos nuns traballos de remoción hidráulica de substratos. Este tipo de traballos non é novidoso pero, ata agora, non se documentara a súa efectividade no cambio da textura dos sedimentos coa diminución da fracción fina e incremento das áreas a gravas. Os resultados obtidos nesta análise son de utilidade para validar e respaldar o emprego desta estratexia na obtención de obxectivos biolóxicos e ecolóxicos incluídos nos plans de xestión e relacionados coa calidade do substrato.

No segundo caso, obtívose unha relación entre a variación do stock comercial de ameixa babosa e diferentes variables ambientais, como o réxime de ventos; a concentración de fosfatos na auga; a variación da prevalencia de *Perkinsus olseni* e o número de exemplares de *Asteris rubens* capturados. Os resultados obtidos axudan a entender as relacións do stock co medio e a súa situación actual. Ademais dotan á serie de datos de estimación de stock duns metadatos que incrementan o seu valor para validar o xerar indicadores da saúde do stock.

LISTADO DE CONTIDOS

RESUMO EXECUTIVO.....	iii
1. ANTECEDENTES	1
2. OBXECTIVOS.....	1
3. METODOLOXÍA.....	1
3.1. Acondicionamento de substrato mediante remoción hidráulica.....	1
3.1.1. ÁREA DE ESTUDIO, PROCEDEMENTOS E TRABALLOS REALIZADOS.....	1
3.1.2. PROCESADO DAS MOSTRAS.....	4
3.2. Influencia das variables ambientais sobre o stock comercial de ameixa babosa no banco das Pías.....	4
3.2.1. ÁREA DE ESTUDIO.....	4
3.2.2. FONTES E TRATAMENTO DOS DATOS.....	5
4. RESULTADOS E DISCUSIÓN	8
4.1. Acondicionamento do substrato mediante remoción hidráulica.....	8
4.2. Influencia das variables ambientais sobre stock comercial de ameixa babosa no banco das Pías.....	10
4.2.1. ELECCIÓN DAS VARIABLES.....	10
4.2.2. MODELIZACIÓN.....	13
4.2.3. RELACIÓN DAS VARIABLES AMBIENTAIS COA DENSIDADE DE AMEIXA BABOSA.....	16
4. OBSERVACIÓNS FINAIS	17
5. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS.....	18
6. AGRADECEMENTOS	19
7. ANEXOS.....	20
Anexo I. Resultados iniciais da análise granulométrica na zona A, sometida a 16 días de remoción hidráulica.....	21

Anexo II. Resultados finais da análise granulométrica na zona A, sometida a 16 días de remoción hidráulica.	22
Anexo III. Resultados iniciais da análise granulométrica na zona B, sometida a 12 días de remoción hidráulica.	23
Anexo IV. Resultados finais da análise granulométrica na zona B, sometida a 12 días de remoción hidráulica.	24

Listado de figuras:

Figura 1.- Canles mareais do banco dos Altos da Caleira na confraría de Cariño.....	3
Figura 2.- Área de estudio nos Altos da Caleira.....	3
Figura 3.- Aparato de remoción hidráulica.....	4
Figura 4.- Situación do banco das Pías e as estacións meteorolóxicas consultadas.....	5
Figura 5.- Cambios no contido en areas e gravas e en pelitas no sedimento da zona A, sometida a 16 días de remoción.	8
Figura 6.- Perfil do sedimento en dúas das estacións que experimentaron cambios na súa granulometría.....	9
Figura 7.- Variacións no réxime de ventos na estación meteorolóxica de CIS-Ferrol.	10
Figura 8.- Variacións no réxime de ventos na estación meteorolóxica de Aldea Nova.	11
Figura 9.- Variacións da concentración media anual de nutrientes en Barallobre.	12
Figura 10.- Relación entre a dirección do vento (nº de días con predominancia de ventos N ou S) e a concentración de fosfatos.	12
Figura 11.- Modelo polinomial da variación da densidade de individuos comerciais de ameixa babosa no banco das Pías.....	14
Figura 12.- Modelo polinomial da variación do número de días con dominancia de vento do Norte na estación meteorolóxica CIS_Ferrol.	14
Figura 13.- Modelo polinomial da variación da concentración de fosfatos na auga do mar en Barallobre.	14
Figura 14.- Modelo polinomial da variación da prevalencia de <i>Perkinsus olseni</i> na poboación de ameixa babosa do banco das Pías.	15
Figura 13.- Modelo de crecemento de Gompez da variación dos individuos de <i>Asterias rubens</i> capturados no banco das Pías.....	15
Figura 16.- Superposición dos modelos de evolución da densidade de ameixa bobosa comercial, a prevalencia de <i>Perkinsus olseni</i> , o número de días con dominancia de ventos do N en Ferrol, a concentración de fosfatos en Barallobre, e o número de estrelas <i>Asterias rubens</i> capturadas nas Pías..	16

Listado de táboas:

Táboa 1.- Parámetros dos modelos polinomiais das variacións da densidade de ameixa babosa comercial (Densidade), días de vento Norte (VentoN), concentración de fosfatos (Fosfatos) e prevalencia de <i>Perkinsus olseni</i> (Perk_ols). N, tamaño da mostra; R ² adj, coeficiente de determinación axustado.	13
Táboa 2.- Parámetros do axuste do número de xemplares de <i>Asterias rubens</i> capturados (Estrelas) ao modelo de crecemento de Gompertz. N, tamaño da mostra; R ² adj, coeficiente de determinación axustado.	13
Táboa 3.- Coeficiente de correlación de Pearson entre o modelo de evolución da densidade de ameixa babosa de tamaño comercial no banco das Pías (DC') e a prevalencia de <i>Perkinsus olseni</i> modelizada (PP'); número de días con dominancia de ventos do Norte modelizado en Ferrol (VN'); evolución modelizada do contido en fosfatos da auga de mar en Barallobre (Fosf') e o modelo da evolución do número de exemplares de <i>Asterias rubens</i> capturados nas Pías.	16

1. ANTECEDENTES

1. A empresa pública Servizos Agrarios Galegos (SEAGA) leva a cabo unha serie de traballos de rexeneración de bancos marisqueiros por encomenda da Dirección Xeral da Consellería do Mar da Xunta de Galicia .
2. Algúns destes traballos son supervisados dende o Centro de Investigacións Mariñas, de xeito que ámbalas dúas entidades comparten metodoloxías e datos destes traballos de rexeneración.
3. Os traballos de rexeneración son aproveitados para comprobar a efectividade dos procedementos empregados e para a posta a punto de metodoloxías.
4. O proxecto INDICADORES22 emprega os resultados dalgúns deste traballos como fonte de datos para o desenvolvemento de indicadores e procedementos.

2. OBXECTIVOS

O presente informe forma parte dun informe xeral do proxecto INDICADORES22 centrado, neste caso, na análise de resultados dos traballos de rexeneración realizados por SEAGA, e ten por obxectivo amosar os resultados que poidan ser relevantes para apoiar o desenvolvemento de indicadores e estratexias.

3. METODOLOXÍA

No presente informe se analizan os datos obtidos en dous traballos de SEAGA que resultaron relevantes: i) un traballo de acondicionamento de substrato mediante remoción hidráulica e ii) os traballos de avaliación do stock de ameixa babosa e control de depredadores no banco das Pías (ría de Ferrol).

3.1. Acondicionamento de substrato mediante remoción hidráulica.

3.1.1. ÁREA DE ESTUDIO, PROCEDEMENTOS E TRABALLOS REALIZADOS.

Os traballos de remoción hidráulica leváronse a cabo no banco do Alto da Caleira (**Figura 1**) da Confraría de Pescadores de Cariño. Trátase dunha área de sedimentación con bancos de de sedimentos finos de cota elevada separados por canles de circulación da marea (**Figura 2**). As mariscadoras da confraría de pescadores refiren que nos últimos anos as canles de

marea están sendo sometidos a procesos de acumulación de lamas. Nestes casos o procedemento seguido antes de acometer tarefas de rexeneración contempla, entre outros pasos, a recollida de mostras para unha análise granulométrica. Naqueles casos en que a textura do sedimento presenta, ademais dos elementos finos que o colmatan, unha suficiente fracción grossa (gravas ou cascallos) susceptible de seren posta en superficie, procédese á realización de traballos de remoción. Os traballos de remoción poden realizarse de xeitos mecánico, mediante labrado con diferentes técnicas, ou mediante remoción hidráulica. Todos eles teñen como obxectivo a resuspensión dos elementos finos do sedimento (limos e arxilas) e a posta en superficie dos elementos grosos (areas grossa e gravas ou cascallos). Con este procedemento búscase recuperar a porosidade e os espazos intersticiais do sedimento e mellorar a oxixenación, de forma que se favorece a diversidade da macrofauna bentónica e a fixación larvaria destas especies, entre as que se atopan as de interese marisqueiro.

Dada a complexidade topográfica da áreas de traballo e a súa altura mareal, optouse pola remoción hidráulica. Para estes traballos empregouse un aparato semellante aos xa empregados no marisqueo a no cultivo en parques intermareais, pero de maiores dimensións para incrementar a súa eficiencia (**Figura 3**) (Parada, 2023). O aparato foi construído ao abeiro da encomenda de rexeneración a SEAGA, pero o seu deseño foi realizado entre as tarefas do proxecto INDICADORES22.

O éxito dos sistemas de remoción hidráulica baséanse na constancia na súa aplicación e, polo tanto, require da repetición dos traballos durante un número elevado de días. Os traballos de remoción hidráulica foron realizados polas mariscadoras de Cariño en dúas zonas próximas e coas mesmas características. Por razóns loxísticas, nunha das zonas (Zona A) os traballos tiveron unha duración de 16 días, mentres que na outra (Zona B), a remoción hidráulica foi aplicada durante 12 días. Námbolos dous casos foron recollidas mostras de sedimento antes do inicio dos traballos e unha vez rematados para comprobar se se producían cambios na textura do sedimento.



Figura 1.- Canles mareais do banco dos Altos da Caleira na confraría de Cariño.



Figura 2.- Área de estudo nos Altos da Caleira.



Figura 3.- Aparato de remoción hidráulica.

3.1.2. PROCESADO DAS MOSTRAS.

Antes do inicio e ao remate dos traballos de remoción foron recollidas mostras de sedimento en 9 estacións en cada unha das dúas zonas. As mostras eran recollidas cun corer seccionado lonxitudinalmente, de xeito que permitía observar e fotografar o perfil do sedimento. As mostras foron recollidas polo persoal de SEAGA encargado de dirixir as tarefas de remoción e procesadas no CIMA polo persoal asignado ao proxecto INDICADORES22. O procesado das mostras consistiu nunha granulometría mediante tamizado en seco e, posteriormente, aquelas mostras cun contido pelítico superior ao 10% se realizaba outra análise mediante tamizado en húmedo previa desaglomeración de agregados con metafosfato sódico (Kenny *et al.*, 2013).

3.2. Influencia das variables ambientais sobre o stock comercial de ameixa babosa no banco das Pías.

3.2.1. ÁREA DE ESTUDIO.

O banco das Pías atópase no interior da ría de Ferrol (**Figura 4**). Na zona Sur do banco, na proximidade da ponte das Pías, a especie principal para o marisqueo a flote é a ameixa babosa *Venerupis corrugata* (Gmelin, 1791). Os recursos de marisqueo a flote deste banco son explotados polas confrarías de Ferrol e Barallobre. O stock de ameixa babosa ven experimentando unha evolución descendente dende 2012 relacionada cunha excesiva mortalidade por pesca con capturas excesivas de exemplares de tamaño non comercial e deficiencias no control das cotas de capturas. Dende 2018 a explotación está sometida a un plan de rexeneración incluído na encomenda de rexeneración de bancos marisqueiros realizada a SEAGA pola Dirección Xeral de Desenvolvemento Pesqueiro da Consellería do

Mar. Os diferentes traballos do plan de rexeneración realizados por SEAGA son supervisados polo CIMA e os datos e resultados obtidos constitúen unha fonte importante do proxecto INDICADORES22. Como resultado dos traballos de rexeneración incrementouse a taxa de recrutamento da ameixa babosa dende valores inferiores a 1 sostidos dende o inicio do seguimento do stock en 2005 ata valores superiores a 6 recrutadas en outono de 2020 por cada reprodutor en primavera, dous anos despois do inicio do plan de rexeneración. Sen embargo, o incremento do recrutamento non se reflicte nun incremento do stock de tamaño comercial.

O seguimento deste plan de rexeneración no seo do proxecto INDICADORES 22 persegue indagar noutras variables que, ademais das relacionadas coa xestión e o volume do stock poidan estar relacionadas coa súa situación actual. Ademais, achega información de grande importancia para caracterizar a serie de datos de avaliación de stock e para o desenvolvemento de indicadores da saúde dos stock en relación coas variables ambientais.

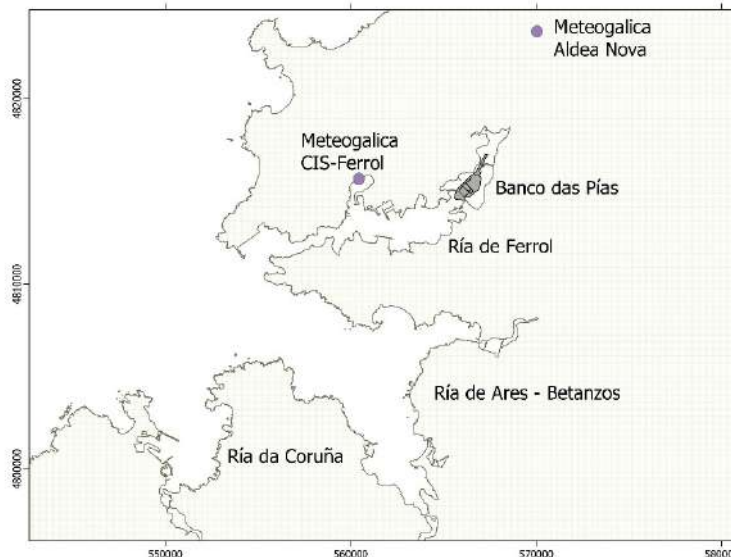


Figura 4.- Situación do banco das Pías e as estacións meteorolóxicas consultadas.

3.2.2. FONTES E TRATAMENTO DOS DATOS.

Dado que a taxa de recrutamento foi incrementada coas medidas de xestión postas en marcha polo plan de rexeneración, as variables escollidas para estudar o descenso do stock comercial de ameixa babosa nas Pías foron aquelas dispoñibles en diferentes fontes e que puideran estar relacionadas co crecemento ou a mortalidade.

Densidade de ameixa babosa de tamaño comercial.

Empregouse a serie de datos de seguimento do stock de ameixa babosa no banco das Pías en outono. Dende 2005 ata 2017 as avaliacións de stock foron realizadas polos técnicos das confrarías de pescadores de Barallobre e Ferrol. Dende 2018 estes traballos son realizados polos técnicos de SEAGA coa supervisión do CIMA. Esta serie de datos conta con valores de densidade de individuos de tamaño comercial en termos de ind/m² de ameixa babosa no banco das Pías.

Réxime de ventos.

Pola súa relación co afloramento e, polo tanto, coa chegada de nutrientes e o desenvolvemento da poboación de fitoplancton, foi estudado o réxime de ventos na ría de Ferrol. Concretamente empregouse a estación meteorolóxica de Meteogalicia na Graña (CIS—Ferrol) situada nas proximidades do porto de Ferrol a 37 m de altitude (**Figura 4**). Cando foi necesario confirmar os cambios atopados empregouse a estación de Meteogalicia en Aldea Nova situada antes do nacemento da ría a 278 m de altitude (**Figura 4**). A variable empregada foi o número de días ao ano con ventos dominantes de cada un dos cadrantes.

Concentración de nutrientes.

Empregáronse as series de seguimento de concentración de nutrientes mantidas polo INTECMAR sobre mostras tomadas semanalmente polo técnico da confraría de pescadores de Barallobre. Estas series conteñen datos de contido en fosfatos, nitratos, nitritos e silicatos. A variable empregada foi a concentración media anual de cada un dos nutrientes.

*Prevalencia de *Perkinsus olseni*.*

O INTECMAR realiza un seguimento con periodicidade anual da prevalencia *Perkinsus olseni*. Esta variable inclúese na análise pola influencia directa que este patóxeno ten sobre a mortalidade de ameixa babosa no banco das Pías.

*Presencia da estrela *Asterias rubens*.*

Dende 2019 o proxecto de rexeneración do banco das Pías inclúen un seguimento da presenza da estrela de mar *Asterias rubens* por seren un dos depredadores máis importantes dos bivalvos infaunais de interese comercial. O seguimento realizouse

mediante a contaxe dos exemplares capturadas en catro caceas de nasas distribuídas no entorno da ponte das Pías e que eran baleiradas e cebadas diariamente. A partir de 2021 observouse un incremento salientable da presenza deste depredador e se puxo un programa de retirada sistemática desta especie mediante mergullo. A variable empregada neste estudo está constituída polo número de exemplares retirados nas diferentes campañas, de frecuencia variable, realizadas no entorno da ponte das Pías a partir de 2021.

Tratamento previo e estudio das variables.

No caso do réxime de ventos descartáronse os datos de tódolos cadrantes que non amosaron unha tendencia clara (correlación de Pearson significativa) xa fora ascendente ou descendente durante o período de estudio (2005 – 2022). Das series de datos de nutrintes unicamente se empregaron aquelas que amosaron unha tendencia clara (correlación de Pearson significativa) durante o período de estudio.

Unha vez escollida a variable de cada familia de datos e dado que cada unha tiña unha periodicidade diferente, todas elas foron axustadas a un modelo de variación temporal. No caso da densidade de exemplares de tamaño comercial; a variable da familia do réxime de ventos; e a da dos nutrintes, a súa evolución temporal foi axustada a un modelo polinomial, de sexto, quinto, quinto e cuarto grao respectivamente. A variable correspondente a abundancia de estrelas foi axustada a un modelo de crecemento de Gompertz coa expresión.

$$y = ae^{-\exp(-k(x-xc))}$$

Os modelos foron resoltos para unha variable independente de base temporal e periodicidade semanal. Os valores modelizados con base semanal de cada variable foron sometidos a unha análise de correlación de Pearson para establecer as relacións de cada unha das variables ambientais coa densidade de ameixa babosa de tamaño comercial.

4. RESULTADOS E DISCUSIÓN

4.1. Acondicionamento do substrato mediante remoción hidráulica.

Na zona A, os sedimentos tiñan a moda granulométrica nas areas finas. En seis das nove estacións o contido en pelitas superaba o 10 %. A suma de gravas e areas superaba o 90% en tres das nove estacións (**Anexo 1**). Tras 16 días de remoción hidráulica, o contido en pelitas era superior ao 10% en cinco das nove estacións e, polo tanto, a suma de gravas e areas era superior ao 90% en catro das nove estacións (**Anexo 2**). En todo caso, a suma de gravas e areas veu incrementada a súa porcentaxe en cinco das nove estacións (**Figura 5**).

Na zona B, os sedimentos tamén tiñan a moda nas areas finas, pero eran lixeiramente menos lamacentos que os da zona A. O contido en pelitas non superaba o 10% en ningunha das nove estacións (**Anexo 3**). Tras 12 días de remoción o contido en pelitas acadou lixeiramente o 10% en dúas das nove estacións (**Anexo 4**).

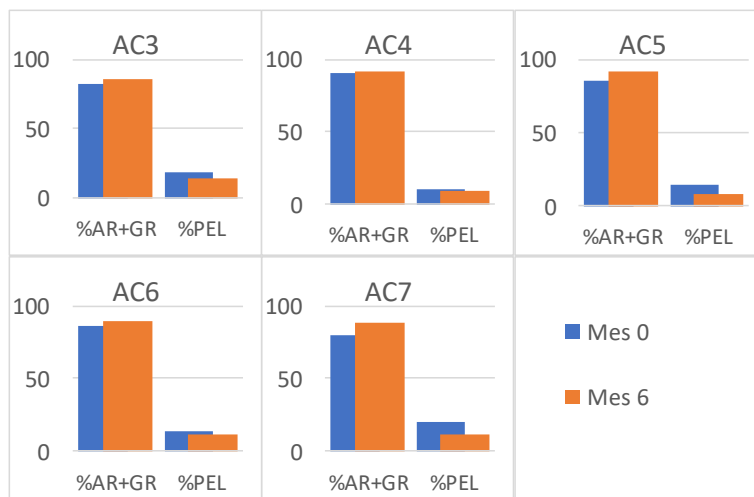


Figura 5.- Cambios no contido en areas e gravas e en pelitas no sedimento da zona A, sometida a 16 días de remoción.

Só nos sedimento con maior presenza de pelitas se observaron cambios na textura do substrato. Cómpre ter en conta que estes sedimentos tamén foron sometidos a máis sesións de remoción. É probable que ao conter menos proporción de pelitas, os sedimentos da zona B precisaran máis xornadas de remoción para acusar unha maior redución de pelitas. Por outra banda, as análises granulométricas incluíron todo o perfil de sedimento, ata 15 cm de profundidade. Na **figura 6** apréciase que os cambios de texturan se observan nos primeiros 2 a 5 cm de profundidade. Esta profundidade é precisamente a máis interesante da cara á fixación da fauna bentónica.

Con esta experiencia puido demostrarse que a remoción hidráulica é unha estratexia válida nos plans de xestión que inclúen obxectivos relacionados con cambios na estrutura do sedimento. Igualmente púxose de manifesto que a composición granulométrica é un indicador válido para estes obxectivos, pero cómpre comprobar se pode ter máis precisión se unicamente se analiza a granulometría da capa máis superficial, comprendida entre os primeiros 2 a 5 cm de profundidade.

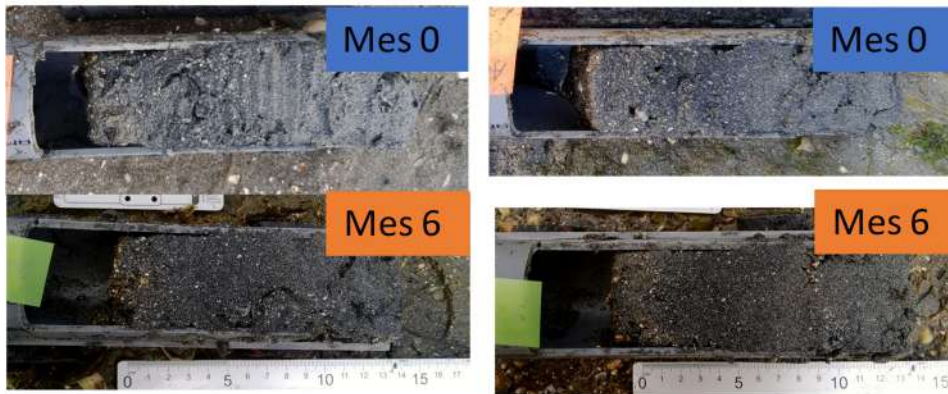


Figura 6.- Perfil do sedimento en dúas das estacións que experimentaron cambios na súa granulometría.

4.2. Influencia das variables ambientais sobre stock comercial de ameixa babosa no banco das Pías.

4.2.1. ELECCIÓN DAS VARIABLES.

Réxime de ventos.

O número de días con dominancia de ventos do Norte (0°) e do Nor-Noroeste (315°) amosaron unha correlación negativa e moi altamente significativa cos anos ($r^2 = -0.845$, $p < 0.001$; $r^2 = -0.779$, $p < 0.001$, respectivamente); os de Sul (180°) unha correlación positiva altamente significativa ($r^2 = 0.704$, $p < 0.01$); e os de Nordeste (45°), positiva e significativa ($r^2 = 0.573$, $p < 0.05$). Chama a atención a completa desaparición de días con dominancia de ventos do N a partir de 2015 e do NNW entre 2017 e 2021. Calquera posible mal funcionamento dos sensores da estación meteorolóxica ou modificacións na instalación da estación que puidera explicar esta situación (**Figura 7**) foi descartada dende Meteogalicia e dende a Estación Biolóxica da Graña (USC) onde está instalada a estación. Por outra banda, os datos rexistrados pola estación meteorolóxica de Aldea Nova confirman un patrón semellante na desaparición dos ventos de Norte e Nor-Noroeste no entorno da ría de Ferrol (**Figura 8**).

Dado que o coeficiente de correlación foi maior cos ventos do Norte, tomouse como variable representativa do cambio no réxime de ventos o número de días anuais con predominancia de ventos Norte.

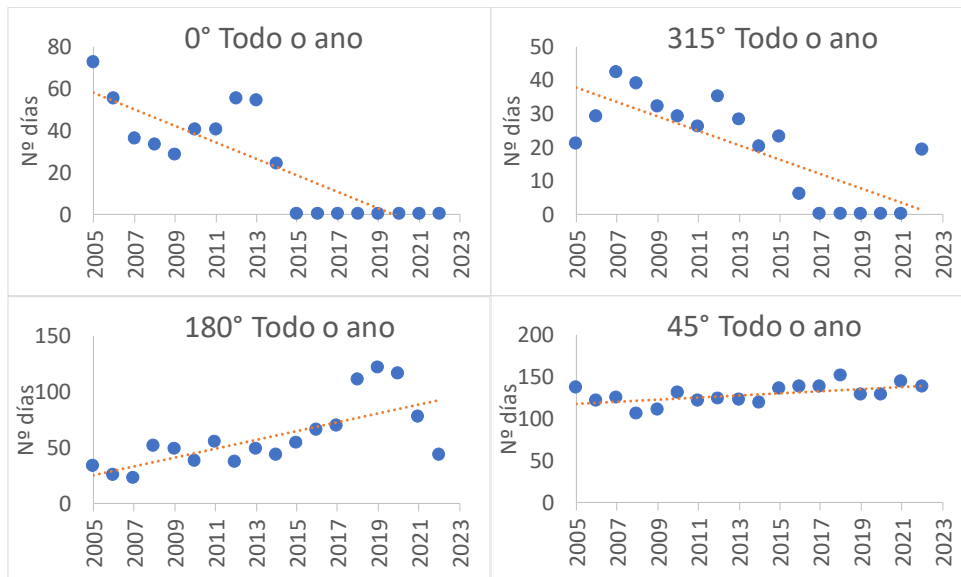


Figura 7.- Variacións no réxime de ventos na estación meteorolóxica de CIS-Ferrol.

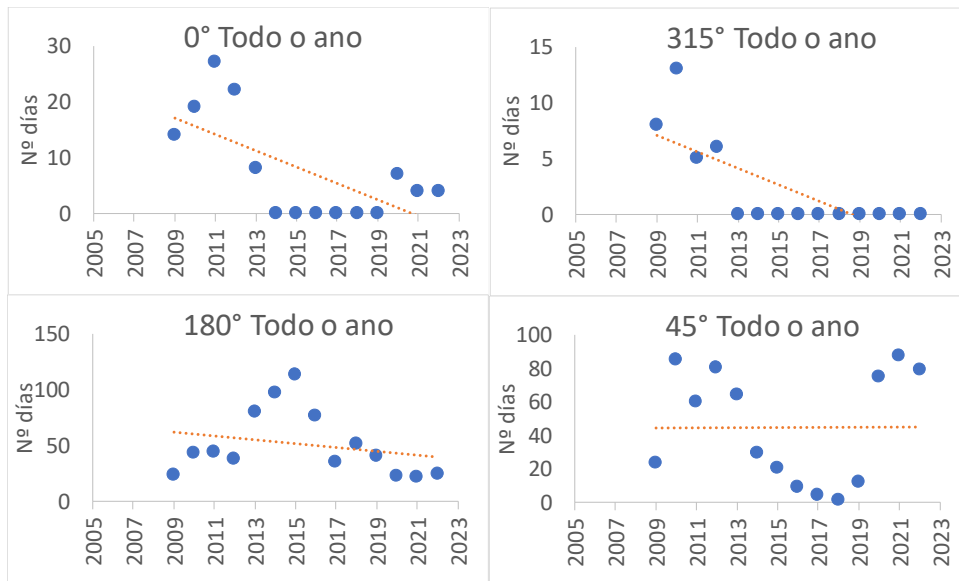


Figura 8.- Variacións no réxime de ventos na estación meteorolóxica de Aldea Nova.

Concentración de nutrientes.

A concentración media anual de fosfatos na auga amosou unha tendencia descendente correlacionada significativamente cos anos dende 2005 a 2022 ($r^2 = -0.829$; $p < 0.001$). Os nitritos tamén presentaron unha tendencia descendente e significativa para o mesmo período ($r^2 = -0.56$; $p < 0.05$). A variación das concentracións de nitratos e silicatos non foi significativa (**Figura 9**). A concentración de fosfatos foi a escollida como variable representativa dos nutrientes dado que foi a de maior coeficiente de correlación. Por outra banda, atopouse unha correlación positiva e altamente significativa ($r^2 = 0.753$; $p < 0.01$) da concentración media anual de fosfatos na auga de Barallobre e o número de días anuais con predominancia de ventos do Norte, así como una correlación negativa e altamente significativa ($r^2 = 0.64$; $p < 0.01$) desta mesma variable co número de días con predominancia de ventos do Sur. Esta situación concorda co coñecido sobre o aumento da chegada de nutrientes de augas profundas con ventos de Norte e o contrario con ventos do Sur (Álvarez *et al.*, 2012).

Actuación cofinanciada polo FEMP nun 75%. P.O. español 2014E514MFOP001 [Prioridade 1 - OE1.e) - medida 1.5.2]. OIG: D.X. Desenvolvemento Pesqueiro

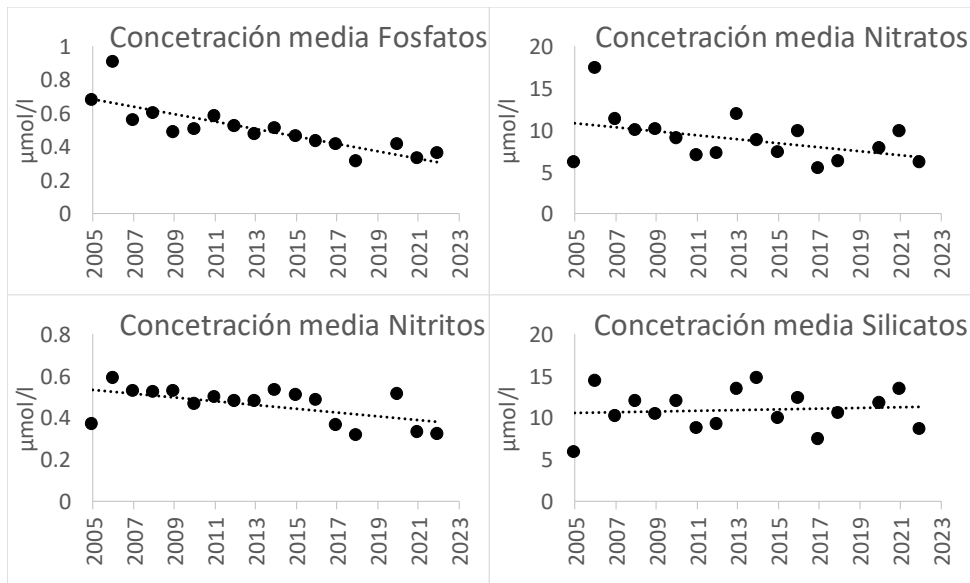


Figura 9.- Variacións da concentración media anual de nutrientes en Barallobre.

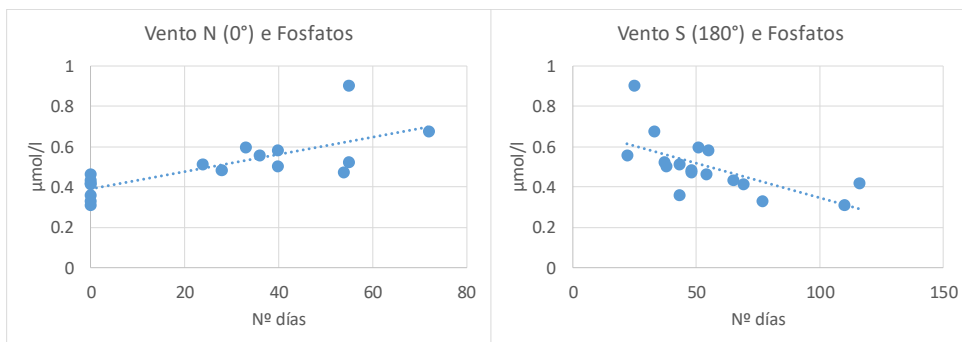


Figura 10.- Relación entre a dirección do vento (nº de días con predominancia de ventos N ou S) e a concentración de fosfatos.

4.2.2. MODELIZACIÓN.

A variación da densidade de ameixa babosa de tamaño comercial foi axustada a un modelo polinomial de sexto grao, cun coeficiente de determinación axustado de 0.533 (**Táboa 1 e figura 11**). O número de días con predominancia de ventos do Norte foi axustado a un modelo polinomial de quinto grao que explicaba o 30% da varianza (**Táboa 1 e figura 12**). A concentración media anual de fosfatos foi axustada a un modelo polinomial de quinto grao cun r^2 axustado de 0.625 (**Táboa 1 e figura 13**). A variación da prevalencia de *Perkinsus olseni* foi axustada a un modelo polinomial de cuarto grao que explicaba o 30.4% da súa variabilidade (**Táboa 1 e figura 14**). Por último, a variación do número de estrelas capturadas foi axustado a un modelo de crecemento de Gomez que explicaba o 100% da súa variabilidade (**Táboa 2 e Figura 15**)

Táboa 1.- Parámetros dos modelos polinomiais das variacións da densidade de ameixa babosa comercial (Densidade), días de vento Norte (VentoN), concentración de fosfatos (Fosfatos) e prevalencia de *Perkinsus olseni* (Perk_ols). N, tamaño da mostra; R^2 adj, coeficiente de determinación axustado.

	Densidade	VentoN	Fosfatos	Perk_ols
Intercepción	4.13E+08	6.59E+07	-95178.1449	-5.33E+13
B1	-59042.686	-7877.05198	11.58062	8.68E+07
B2	3.51402	0.37623	-5.63E-04	-53.01645
B3	-1.11E-04	-8.98E-06	1.37E-08	1.44E-05
B4	1.99E-09	1.07E-10	-1.66E-13	-1.46E-12
B5	-1.89E-14	-5.10E-16	8.05E-19	
B6	7.48E-20			
N	33	18	17	17
R^2 adj	0.533	0.847	0.625	0.304

Táboa 2.- Parámetros do axuste do número de xemplares de *Asterias rubens* capturados (Estrelas) ao modelo de crecemento de Gomez. N, tamaño da mostra; R^2 adj, coeficiente de determinación axustado.

Estrelas	
a	6522.1
xc	2459656.54
k	0.0056
n	29
R^2 adj	1

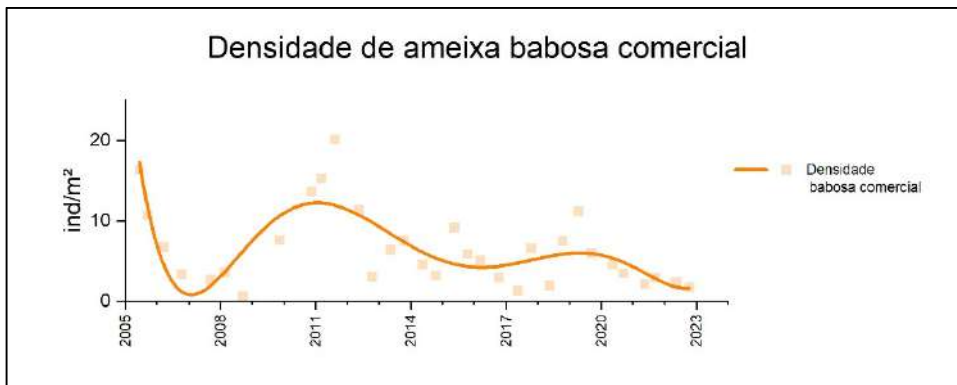


Figura 11.- Modelo polinomial da variación da densidade de individuos comerciais de ameixa babosa no banco das Pías.

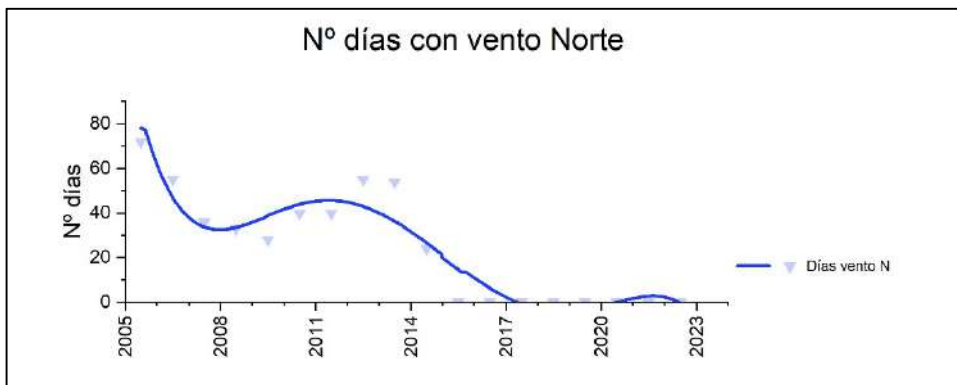


Figura 12.- Modelo polinomial da variación do número de días con dominancia de vento do Norte na estación meteorolóxica CIS_Ferrol.

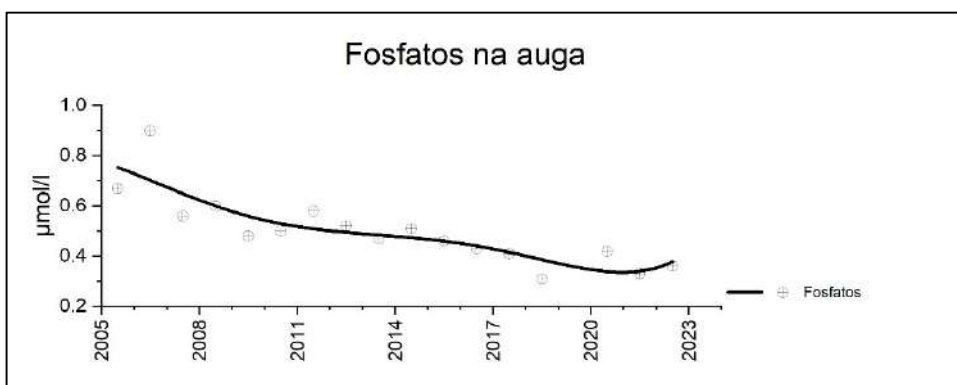


Figura 13.- Modelo polinomial da variación da concentración de fosfatos na auga do mar en Barallobre.

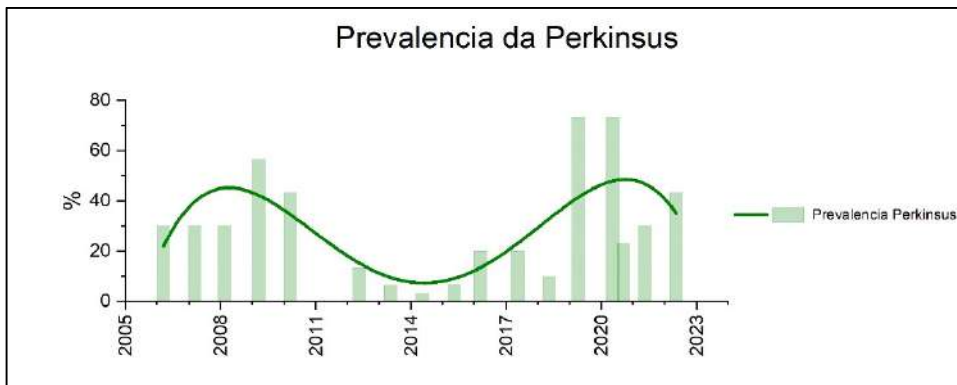


Figura 14.- Modelo polinomial da variación da prevalencia de *Perkinsus olsenii* na poboación de ameixa babosa do banco das Pías.

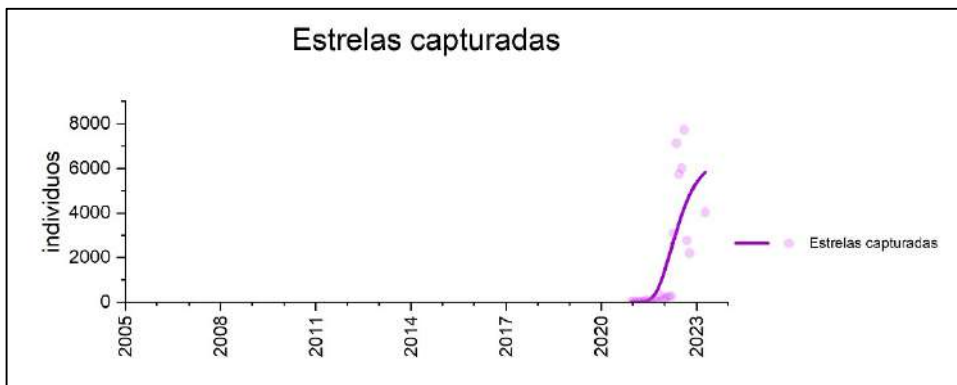


Figura 15.- Modelo de crecemento de Gompertz da variación dos individuos de *Asterias rubens* capturados no banco das Pías.

4.2.3. RELACIÓN DAS VARIABLES AMBIENTAIS COA DENSIDADE DE AMEIXA BABOSA.

Tódalas variables modelizadas amosaron unha correlación significativa coa variación da densidade de ameixa babosa de tamaño comercial no banco das Pías (**Táboa 3**). A superposición gráfica dos cinco modelos amosa a coincidencia da tendencia mingunte da densidade de ameixa babosa co descenso do número de días de vento N e o incremento da prevalencia de *Perkinsus olseni*. A partir de 2020 a ausencia de días con vento N e valores elevados de prevalencia de *Perkinsus olseni* coinciden con valores baixos de densidade de ameixa babosa, e a partir de 2022, a estas variables se lle engade unha grande proliferación de estrelas *Asterias rubens* que contribúen aos valores mínimos da densidade de ameixa babosa comercial (**Figura 14**).

Táboa 3.- Coeficiente de correlación de Pearson entre o modelo de evolución da densidade de ameixa babosa de tamaño comercial no banco das Pías (DC') e a prevalencia de *Perkinsus olseni* modelizada (PP'); número de días con dominancia de ventos do Norte modelizado en Ferrol (VN'); evolución modelizada do contido en fosfatos da auga de mar en Barallobre (Fosf') e o modelo da evolución do número de exemplares de *Asterias rubens* capturados nas Pías.

	DC'	p
PP'	-0.257	< 0.001
VN'	0.382	< 0.001
Fosf'	0.157	< 0.001
Estrelas'	-0.892	< 0.001

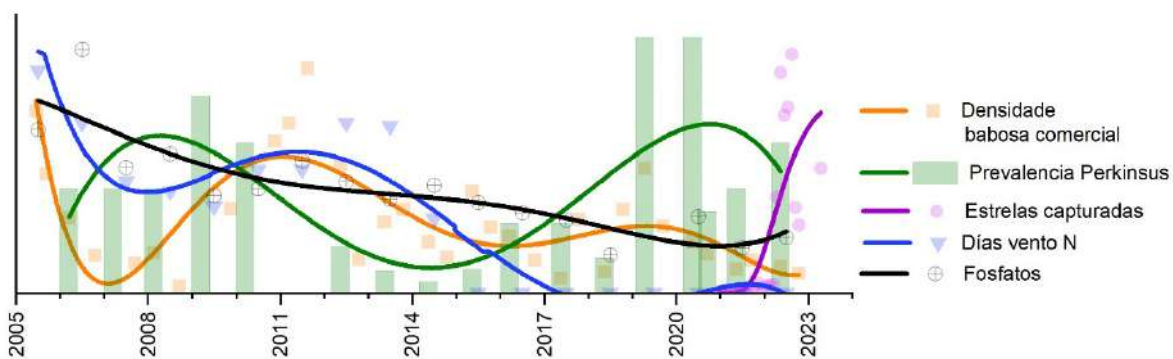


Figura 16.- Superposición dos modelos de evolución da densidade de ameixa bobosa comercial, a prevalencia de *Perkinsus olseni*, o número de días con dominancia de ventos do N en Ferrol, a concentración de fosfatos en Bararlobre, e o número de estrelas *Asterias rubens* capturadas nas Pías..

4. OBSERVACIÓNS FINAIS

1. Os traballos de rexeneración de bancos realizados por SEAGA constitúen unha fonte de información para a consolidación de estratexias relacionadas con obxectivos ecolóxicos e biolóxicos de aplicación na xestión da explotación de recursos marisqueiros. Ademais achegan información relevante para comprender a dinámica das poboacións sometidas a explotación e interpretar a evolución das estimacións de stock que, finalmente, son empregadas para a posta a punto de indicadores e estratexias de xestión.

2. Os resultados obtidos coa técnica de remoción hidráulica intermareal permiten constatar a eficacia deste tipo de técnicas das que, inda que non son novas, non se tiñan constatado documentalmente a súa eficacia.

3. As relacións do stock de ameixa babosa coas variables ambientais permite explicar o seu estado e evolución. Ademais, amplifica a utilidade da serie de datos do seu seguimento para validar os indicadores que poidan ser desenvolvidos.

5. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS

Alvarez, I., Prego, R., Decastro, M., and Várela, M. 2012. Revisión de los eventos de afloramiento en Galicia: eventos fuera de temporada en las rías (1967-2009). *Ciencias marinas*, 38: 143–159.

Kenny, J, e Sotheran, I. 2013. Characterising the physical properties of seabed habitats. En Eleftheriou, A. (Ed.) *Methods for the study of marines benthos*. Wiley-Blackwell. West Sussex. UK. 477 pp.

Parada, J.M. 2023. Asesoramento para a construción dun aparato de remoción hidráulica intermareal. Xunta de Galicia. Consellería do Mar. Informe técnico - biolóxico CIMA-RM2-INDICADORES22 23/09.

6. AGRADECEMENTOS

As tarefas de remoción hidráulica foron dirixidas por Ana Monteagudo (SEAGA). As mostras de sedimento da área tratada foron fornecidas por Ana Monteagudo (SEAGA) e analizadas polo persoal técnico do CIMA (Mecedes Fernández, Belen Méndez e Alejandro Fernández).

As avaliacións de stock de 2005 a 2017 foron realizadas polos técnicos das confrarías de Barallobre (Joam Luis Ferreiro) e Ferrol (Félix Cerqueira). As avaliacións de stock de 2018 a 2021 foron realizadas por José Manuel Parada e de 2022 en adiante por Ana Monteagudo e Ismael Rodríguez (SEAGA) no ámbito do proxecto de rexeneración do banco das Pías co apoio dos técnicos das confrarías de Barrallobre (Joam Luis Ferreiro e Juan Fariña) e Ferrol (Félix Cerqueira).

Firmado por JOSE MANUEL PARADA ENCISA -
***4990**
o día 27/10/2023 cun certificado emitido por
AC CAMERFIRMA FOR NATURAL PERSONS - 2016

O técnico investigador

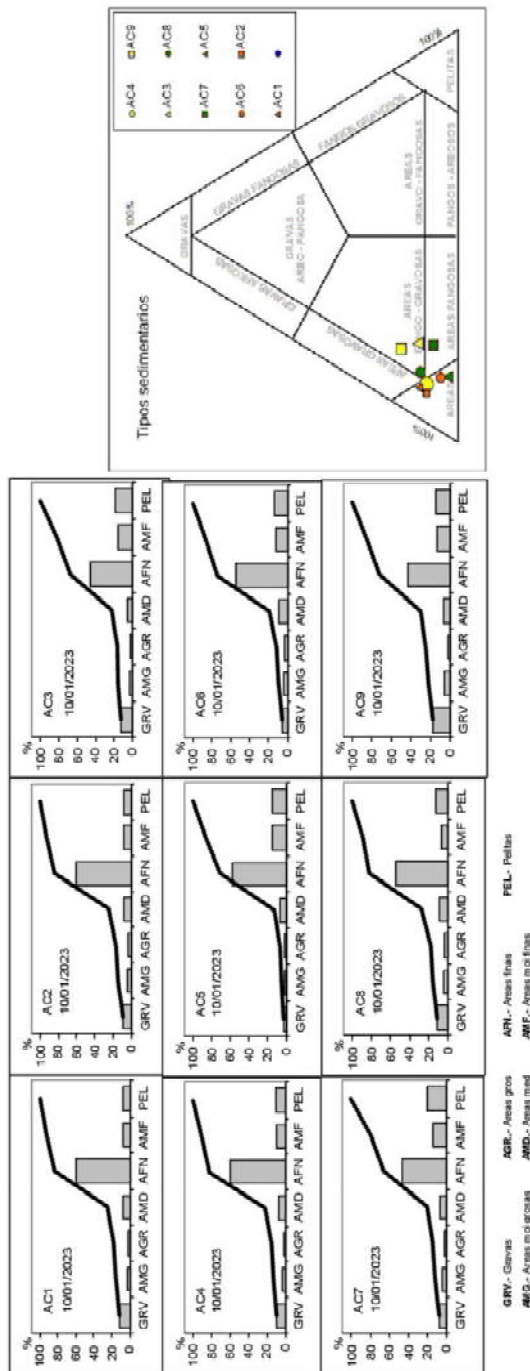
José Manuel Parada Encisa

7. ANEXOS

Actuación cofinanciada polo FEMP nun 75%. P.O. español 2014E514MFOP001 [Prioridade 1 - OE1.e) - medida 1.5.2]. OIG: D.X. Desenvolvemento Pesqueiro

Anexo I. Resultados iniciais da análise granulométrica na zona A, sometida a 16 días de remoción hidráulica.

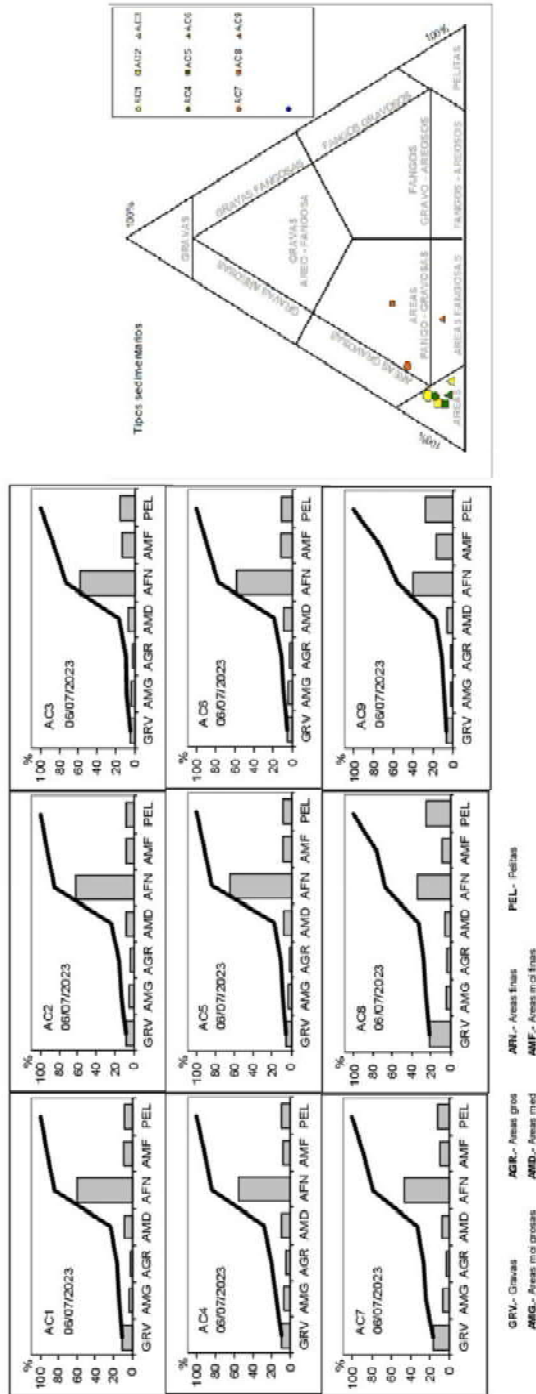
Análisis:	Laboratorio:	Zona	Banco	ID	X	Y	clase granulométrica										Tipo sedimentario	%SBS	%GRV	%PEL					
							dámetro (phi)	dámetro (mm)	GRV	AMG	AGR	AMD	AFN	AMF	PEL	%GRV					%AMG	%AGR	%AMD	%AFN	%AMF
		Carriño	Carriño	AC1	591111	48-0558	W5S54	1000/2023	11.03	3.09	2.11	7.35	59.91	6.34	7.37	0.186	AFN	2.43	0.42	0.00	1.34	Moderadamente boa	80.60	11.63	7.37
		Carriño	Carriño	AC2	591116	48-0570	W5S54	1000/2023	9.47	4.46	2.72	6.17	60.04	7.7	7.44	0.167	AFN	2.42	0.42	0.00	1.33	Moderadamente boa	83.09	9.47	7.44
		Carriño	Carriño	AC3	591121	48-0565	W5S54	1000/2023	11.99	2.77	1.68	5.29	45.58	14.58	18.11	0.163	AFN	2.62	0.73	0.16	1.66	Moderada	69.90	11.99	18.11
		Carriño	Carriño	AC4	591131	48-0566	W5S54	1000/2023	9.37	3.24	2.33	6.03	59.83	8.55	9.75	0.180	AFN	2.47	0.42	0.00	1.34	Moderadamente boa	80.58	9.37	9.75
		Carriño	Carriño	AC5	591144	48-0559	W5S54	1000/2023	2.99	2.16	1.43	6.26	58.17	14.4	14.59	0.161	AFN	2.64	0.53	0.10	1.45	Moderada	82.44	2.99	14.59
		Carriño	Carriño	AC5	591162	48-0563	W5S54	1000/2023	5.15	3.94	2.42	8.32	55.15	11.9	13.31	0.171	AFN	2.55	0.46	0.01	1.38	Moderada	81.53	5.15	13.31
		Carriño	Carriño	AC7	591168	48-0564	W5S54	1000/2023	7.3	4.45	2.27	5.61	46.17	13.86	20.15	0.159	AFN	2.65	0.77	0.23	1.70	Moderada	72.56	7.30	20.15
		Carriño	Carriño	AC8	591196	48-0562	W5S54	1000/2023	11.25	4.29	2.73	8.75	54.76	6.62	11.59	0.167	AFN	2.42	0.55	-0.10	1.47	Moderada	77.15	11.25	11.59
		Carriño	Carriño	AC9	591213	48-0564	W5S54	1000/2023	16.86	4.56	2.21	5.75	43.45	12.55	14.48	0.180	AFN	2.47	0.97	-0.26	1.96	Pobre	68.53	16.96	14.48



Actuación cofinanciada polo FEMP nun 75%. P.O. español 2014E514MFOP001 [Prioridade 1 - OE1.e) - medida 1.5.2]. OIG: D.X. Desenvolvemento Pesqueiro

Anexo II. Resultados finais da análise granulométrica na zona A, sometida a 16 días de remoción hidráulica.

Analítica:	Laboratorio:	Zona:	ID	X	Y	clase granulométrica										Tipo sedimentario	%ARN	%GRV	%PEL					
						diametro (phi)	diametro (mm)	data	%GRV	%AMG	%AGR	%AMD	%AFN	%AMF	%PEL					U13	U063	<0.063		
Contaria	Banco	Zona A	AC1	591111	4840568	WGS84	0907/2023	10.5	3.02	2.34	7.33	59.7	8.59	7.92	0.184	AFN	2.44	0.42	0.00	1.34	Moderadamente boa	81.59	10.50	7.90
Carriño	Carriño	Carriño	AC2	591116	4840570	WGS84	0907/2023	7.66	4.76	2.77	8	51.17	8.04	7.58	0.185	AFN	2.44	0.41	0.00	1.33	Moderadamente boa	84.74	7.66	7.58
Carriño	Carriño	Carriño	AC3	591121	4840565	WGS84	0907/2023	4.06	3.19	1.94	8.5	57.25	12.71	14.31	0.185	AFN	2.60	0.50	0.06	1.41	Moderada	81.59	4.06	14.31
Carriño	Carriño	Carriño	AC4	591131	4840566	WGS84	0907/2023	8.35	6.74	4.54	8.51	55.09	7.89	8.87	0.180	AFN	2.40	0.61	-0.16	1.53	Moderada	82.77	8.35	8.87
Carriño	Carriño	Carriño	AC5	591144	4840569	WGS84	0907/2023	5.5	3.27	2.12	7.76	54.73	8.35	8.27	0.179	AFN	2.46	0.39	0.00	1.31	Moderadamente boa	86.23	5.50	8.27
Carriño	Carriño	Carriño	AC6	591162	4840563	WGS84	0907/2023	4.74	4.22	2.45	8.15	57.92	11.57	10.84	0.174	AFN	2.53	0.43	0.00	1.35	Moderadamente boa	84.41	4.74	10.84
Carriño	Carriño	Carriño	AC7	591189	4840564	WGS84	0907/2023	16.76	6.27	3.15	6.9	46.85	9.42	11.64	0.184	AFN	2.37	1.14	-0.60	2.21	Pobre	71.59	16.76	11.64
Carriño	Carriño	Carriño	AC8	591199	4840562	WGS84	0907/2023	21.04	3.95	2.38	5.95	33.93	8.76	24.27	0.177	AFN	2.50	1.95	-0.54	3.08	Mala	54.69	21.04	24.27
Carriño	Carriño	Carriño	AC9	591213	4840564	WGS84	0907/2023	5.63	2.12	1.61	5.36	40.04	16.42	27.79	0.138	AFN	2.86	0.93	0.31	1.91	Pobre	65.97	5.63	27.79



Actuación cofinanciada polo FEMP nun 75%. P.O. español 2014E514MFOP001 [Prioridade 1 - OE1.e) - medida 1.5.2]. OIG: D.X. Desenvolvemento Pesqueiro

Anexo III. Resultados iniciais da análise granulométrica na zona B, sometida a 12 días de remoción hidráulica.

Análisis	Laboratorio	Zona	diámetro (phi)		diámetro (mm)											Selección		Tipos sed		%GRV			
			Barco	ID	X	Y	Datum	data	%GRV	%AMG	%AGR	%AFN	%AMF	%PEL	1	2	3	4	>4	1	2	3	4
Carriño	AC10	591221	4840565	WGSS54	23/02/2023	2.41	1.12	1.9	9.77	71.99	8.14	4.68	0.179	AFN	2.48	0.35	0.00	1.27	Moderadamente boa	Area	92.92	2.41	4.68
Carriño	AC11	591232	4840560	WGSS54	23/02/2023	4.7	2.27	3.36	11.17	63.42	7.89	7.18	0.183	AFN	2.45	0.39	0.00	1.31	Moderadamente boa	Area	88.11	4.70	7.18
Carriño	AC12	591241	4840571	WGSS54	23/02/2023	9.56	2.57	3.18	12.36	57.04	6.92	8.36	0.191	AFN	2.39	0.52	-0.08	1.44	Moderada	Area	82.07	5.56	8.36
Carriño	AC13	591255	4840572	WGSS54	23/02/2023	1.86	1.2	2.28	14.87	65.51	9.68	8.97	0.174	AFN	2.53	0.38	0.00	1.30	Moderadamente boa	Area	89.17	1.86	8.97
Carriño	AC14	591266	4840560	WGSS54	23/02/2023	6.63	2.36	4.15	14.97	63.08	5.02	3.8	0.197	AFN	2.35	0.48	-0.08	1.39	Moderada	Area	89.58	6.63	3.80
Carriño	AC15	591272	4840539	WGSS54	23/02/2023	10.27	2.51	2.61	10.25	60.29	7.6	6.47	0.186	AFN	2.40	0.44	-0.03	1.36	Moderada	Area	83.26	10.27	6.47
Carriño	AC16	591284	4840538	WGSS54	23/02/2023	3.21	1.62	2.65	12.04	70.75	5.99	4.14	0.185	AFN	2.43	0.35	0.00	1.28	Moderadamente boa	Area	92.65	3.21	4.14
Carriño	AC17	591284	4840528	WGSS54	23/02/2023	14.65	3.95	3.59	10.5	52.61	6.41	8.28	0.196	AFN	2.33	0.77	-0.29	1.70	Moderada	Area gra	77.06	14.65	8.28
Carriño	AC18	591296	4840528	WGSS54	23/02/2023	10.44	3.73	3.59	11.2	56.91	6.87	7.25	0.193	AFN	2.37	0.58	-0.14	1.50	Moderada	Area	82.30	10.44	7.25

