



Towards a framework for assessment and management of cumulative human impacts on marine food webs

Sylvaine Giakoumi,*†¶ Benjamin S. Halpern,‡§ Loïc N. Michel,**†† Sylvie Gobert,†† Maria Sini,‡‡ Charles-François Boudouresque,§§ Maria-Cristina Gambi,*** Stelios Katsanevakis,††† Pierre Lejeune,** Monica Montefalcone,‡‡‡ Gerard Pergent,§§§ Christine Pergent-Martini,§§§ Pablo Sanchez-Jerez,**** Branko Velimirov,†††† Salvatrice Vizzini,‡‡‡‡ Arnaud Abadie,**†† Marta Coll,§§§§ Paolo Guidetti,***** Fiorenza Micheli,††††† and Hugh P. Possingham†§

*Institute of Marine Biological Resources and Inland Waters, Hellenic Centre for Marine Research, Ag. Kosmas, Greece

†ARC Centre of Excellence for Environmental Decisions, School of Biological Sciences, The University of Queensland, Brisbane, Queensland, Australia

‡Bren School of Environmental Science and Management, University of California, Santa Barbara, CA 93106, U.S.A.

§Imperial College London, Silwood Park Campus, Buckhurst Road, Ascot SL57PY, United Kingdom

**STARESO Research Station, Revellata Cape, 20260 Calvi, France

††Oceanologie Laboratory of Oceanology, B6c Bat Chimie, University of Liege, Sart Tilman, MARE and AFFishCentres, B4000 Liege, Belgium

‡‡Department of Marine Sciences, University of the Aegean, University Hill, Mytilene, Lesvos Island 81100, Greece

§§Mediterranean Institute of Oceanography (MIO), Aix-Marseille University and Toulon University, CNRS/IRD, UM 110, Campus of Luminy, 13288 Marseille Cedex 9, France

***Stazione Zoologica Anton Dohrn, Napoli - Laboratory of Functional and Evolutionary Ecology, Villa Comunale 80121, Napoli, Italy

†††European Commission, Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability, Ispra, Italy

‡‡‡DiSTAV, Department of Earth, Environment and Life Sciences, University of Genoa, Corso Europa 26, 16132 Genoa, Italy

§§§EqEL, FRES 3041, University of Corsica, BP 52, 20250 Corte, France

****Department of Marine Science and Applied Biology, University of Alicante, P.O. Box 99, 03080, Spain

††††Center of Pathobiochemistry and Genetics, Medical University of Vienna, Währingerstr.10/19, A-1090 Vienna, Austria

‡‡‡‡Department of Earth and Marine Sciences, University of Palermo, CoNISMa, via Archirafi 18, 90123 Palermo, Italy

§§§§Institut de Recherche pour le Développement, UMR MARBEC (IRD, Ifremer, UM, CNRS), Avenue Jean Monnet, BP 171, 34203 Sète Cedex, France

*****Université Nice Sophia Antipolis, Faculté des Sciences, EA 4228 ECOMERS, Nice, France

†††††Hopkins Marine Station, Stanford University, Pacific Grove, CA 93950, U.S.A.

Abstract: *Effective ecosystem-based management requires understanding ecosystem responses to multiple human threats, rather than focusing on single threats. To understand ecosystem responses to anthropogenic threats holistically, it is necessary to know how threats affect different components within ecosystems and ultimately alter ecosystem functioning. We used a case study of a Mediterranean seagrass (*Posidonia oceanica*) food web and expert knowledge elicitation in an application of the initial steps of a framework for assessment of cumulative human impacts on food webs. We produced a conceptual seagrass food web model, determined the main trophic relationships, identified the main threats to the food web components, and assessed the components' vulnerability to those threats. Some threats had high (e.g., coastal infrastructure) or low impacts (e.g., agricultural runoff) on all food web components, whereas others (e.g., introduced carnivores) had very different impacts on each component. Partitioning the ecosystem into its components enabled us to identify threats previously overlooked and to reevaluate the importance of threats commonly perceived as major. By incorporating this understanding of system vulnerability with data on changes in the state of each threat (e.g.,*

¶email sylvaine@aegean.gr

Paper submitted June 11, 2014; revised manuscript accepted December 20, 2014.

decreasing domestic pollution and increasing fishing) into a food web model, managers may be better able to estimate and predict cumulative human impacts on ecosystems and to prioritize conservation actions.

Keywords: conservation actions, ecosystem-based management, expert knowledge elicitation, multiple threats, seagrass, vulnerability

Hacia un Marco de Trabajo para la Evaluación y el Manejo de los Impactos Humanos Acumulativos sobre las Redes Alimenticias Marinas

Resumen: *El manejo efectivo con base en los ecosistemas requiere entender la respuesta de los ecosistemas a múltiples amenazas humanas en lugar de enfocarse en amenazas individuales. Para entender holísticamente la respuesta de los ecosistemas a las múltiples amenazas antropogénicas es necesario saber cómo estas amenazas afectan a los diferentes componentes dentro de los ecosistemas y cómo alteran finalmente el funcionamiento de los ecosistemas. Usamos el estudio de caso de la red alimenticia del pasto marino del Mediterráneo (Posidonia oceanica) y la obtención de conocimiento de expertos en una aplicación de los pasos iniciales de un método para la evaluación de los impactos humanos acumulativos sobre las redes alimenticias. Produjimos un modelo de red alimenticia de pastos marinos, determinamos las principales relaciones tróficas, identificamos a las principales amenazas para los componentes de la red y evaluamos la vulnerabilidad de los componentes a esas amenazas. Algunas amenazas tuvieron impactos altos (p. ej.: infraestructura costera) o bajos (p. ej.: escorrentía agrícola) sobre todos los componentes de la red, mientras que otros (p. ej.: carnívoros introducidos) tuvieron impactos muy diferentes sobre cada componente. Partir al ecosistema en sus componentes nos permitió identificar amenazas no vistas previamente y reevaluar la importancia de las amenazas percibidas comúnmente como mayores. Al incorporar este entendimiento de la vulnerabilidad del sistema con datos sobre los cambios en el estado de cada amenaza (p. ej.: disminución de la contaminación doméstica e incremento de la pesca) al modelo de red alimenticia, los manejadores pueden ser capaces de estimar y predecir de mejor manera los impactos humanos acumulativos sobre los ecosistemas y priorizar las acciones de conservación.*

Palabras Clave: acciones de conservación, amenazas múltiples, manejo con base en los ecosistemas, obtención de conocimiento de expertos, pastos marinos, vulnerabilidad