

**INTER-AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION
COMISIÓN INTERAMERICANA DEL ATÚN TROPICAL**

**Special Report 14
Informe Especial 14**

**TECHNICAL WORKSHOP ON CALCULATING N_{MIN} FOR THE DOLPHIN
STOCKS OF THE EASTERN PACIFIC OCEAN**

**REUNIÓN TÉCNICA SOBRE EL CÁLCULO DE N_{MIN} PARA LAS
POBLACIONES DE DELFINES DEL OCÉANO PACÍFICO
ORIENTAL**

La Jolla, California

2006

The Inter-American Tropical Tuna Commission (IATTC) operates under the authority and direction of a convention originally entered into by Costa Rica and the United States. The convention, which came into force in 1950, is open to adherence by other governments whose nationals fish for tropical tunas in the eastern Pacific Ocean. Under this provision Panama adhered in 1953, Ecuador in 1961, Mexico in 1964, Canada in 1968, Japan in 1970, France and Nicaragua in 1973, Vanuatu in 1990, Venezuela in 1991, El Salvador in 1997, Guatemala in 2000, Peru in 2002, Spain in 2003, and the Republic of Korea in 2005. Canada withdrew from the Commission in 1984.

Additional information about the IATTC and its publications can be found on the inside back cover of this report.

La Comisión Interamericana del Atun Tropical (CIAT) funciona bajo la autoridad y dirección de una convención establecida originalmente por Costa Rica y los Estados Unidos. La Convención, vigente desde 1950, está abierta a la afiliación de otros gobiernos cuyos ciudadanos pescan atunes en el Océano Pacífico oriental. Bajo esta estipulación, Panamá se afilió en 1953, Ecuador en 1961, México en 1964, Canadá en 1968, Japón en 1970, Francia y Nicaragua en 1973, Vanuatu en 1990, Venezuela en 1991, El Salvador en 1997, Guatemala en 2000, Perú en 2002, España en 2003, y la República de Corea in 2005. Canadá se retiró de la Comisión en 1984.

En la otra contraportada de este informe se presenta información adicional sobre la CIAT y sus publicaciones.

COMMISSIONERS—COMISIONADOS

COSTA RICA

Ligia Castro
George Heigold
Asdrubal Vásquez Nuñez

ECUADOR

Juan Francisco Ballén M.
Jorge Kalil Barreiro
Boris Kusijanovic Trujillo
Luis Torres Navarrete

EL SALVADOR

Manuel Calvo Benivides
Manuel Ferín Oliva
Sonia Salaverría
José Emilio Suadi Hasbun

ESPAÑA—SPAIN

Rafael Centenera Ulecia
Fernando Curcio Ruigómez
Samuel J. Juárez Casado

FRANCE—FRANCIA

Rachid Bouabane-Schmitt
Patrick Brenner
Delphine Leguerrier
Daniel Silvestre

GUATEMALA

Edilberto Ruiz Alvarez
Ricardo Santacruz Rubí
Erick R. Villagran

JAPAN—JAPÓN

Katsuma Hanafusa
Masahiro Ishikawa
Toshiyuki Iwado

MÉXICO

Guillermo Compeán Jiménez
Ramón Corral Ávila
Michel Dreyfus León

NICARAGUA

Miguel Angel Marengo Urcuyo
Edward E. Weissman

PANAMÁ

María Patricia Díaz
Arnulfo Franco Rodríguez
Leika Martínez
George Novey

PERÚ

Gladys Cárdenas Quintana
Rosa Liliana Gómez
Alfonso Miranda Eyzaguirre
Jorge Vértiz Calderón

REPUBLIC OF KOREA— REPÚBLICA DE COREA

USA—EE.UU.

Scott Burns
Robert Fletcher
Rodney McInnis
Patrick Rose

VANUATU

Moses Amos
Christophe Emelec
David Johnson

VENEZUELA

Alvin Delgado
Oscar Lucentini Wozel
Nancy Tablante

DIRECTOR

Robin Allen

HEADQUARTERS AND MAIN LABORATORY—OFICINA Y LABORATORIO PRINCIPAL

8604 La Jolla Shores Drive
La Jolla, California 92037-1508, USA

www.iattc.org

**INTER-AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION
COMISIÓN INTERAMERICANA DEL ATÚN TROPICAL**

**Special Report 14
Informe Especial 14**

**TECHNICAL WORKSHOP ON CALCULATING N_{MIN} FOR THE DOLPHIN
STOCKS OF THE EASTERN PACIFIC OCEAN**

**REUNIÓN TÉCNICA SOBRE EL CÁLCULO DE N_{MIN} PARA LAS
POBLACIONES DE DELFINES DEL OCÉANO PACÍFICO
ORIENTAL**

La Jolla, California

2006

CONTENTS—INDICE

TECHNICAL WORKSHOP ON CALCULATING N_{MIN} FOR THE DOLPHIN STOCKS OF THE EASTERN PACIFIC OCEAN	5
PREFACE	5
1. Welcome, introductions, and meeting arrangements	5
2. Overview of abundance estimation techniques used by the NMFS	5
3. Techniques for combining annual abundance estimates as a basis for estimating N_{min}	6
4. Examination of equivalent calculations of N_{min}	6
5. Estimation of probability of mortality exceeding SMLs based on different values of N_{min} with current mortality rates	8
6. Recommendations to the Scientific Advisory Board	8
References	9
APPENDICES—ANEXOS	11
REUNIÓN TÉCNICA SOBRE EL CÁLCULO DE N_{MIN} PARA LAS POBLACIONES DE DELFINES DEL OCÉANO PACÍFICO ORIENTAL	31
PREFACIO	31
1. Bienvenida, presentaciones, y arreglos para la reunión	31
2. Resumen de las técnicas de estimación de abundancia usadas por NMFS	31
3. Técnicas para combinar estimaciones de abundancia anual como base para la estimación de N_{min}	32
4. Análisis de cálculos equivalentes de N_{min}	32
5. Estimación de la probabilidad de rebasar distintos valores de N_{min} con las tasas actuales de mortalidad	35
6. Recomendaciones al Consejo Científico Asesor	35
Referencias	35

TECHNICAL WORKSHOP ON CALCULATING N_{MIN} FOR THE DOLPHIN STOCKS OF THE EASTERN PACIFIC OCEAN

PREFACE

This report based on the minutes of a technical workshop carried out under the auspices of the Agreement on the International Dolphin Conservation Program, which took place in La Jolla, California, USA, on August 2-5, 2005. It is reproduced as an IATTC Special Report to make it more widely available to the general public. Some minor changes in formatting have been made, but nothing of scientific importance has been deleted from or added to the report.

1. Welcome, introductions, and meeting arrangements

Dr. Robin Allen, Director of the IATTC, welcomed the participants (Appendix 1) and discussed the background and objectives for the workshop. The provisional agenda was approved.

2. Overview of abundance estimation techniques used by the NMFS

Dr. Tim Gerrodette of the NMFS reviewed the NMFS abundance surveys conducted between 1979 and 2003 (Appendix 2; Wade and Gerrodette, 1993, Gerrodette and Forcada 2002a and 2002b, Gerrodette and Forcada 2005, Gerrodette *et al.* 2005). The 1986-2003 surveys are all relatively consistent in design and effort, but there was concern that earlier surveys had less effort and a less-well defined survey design. The estimates from the 2003 survey are still preliminary. Dr. Gerrodette discussed some of the features of the NMFS surveys, which are more complex than traditional line-transect surveys: group size estimation can be difficult, species identification can be ambiguous, the species proportions in mixed-species herds have to be estimated, the search effort has to be distributed over a very large area, and line segments have to be combined due to off-effort travel.

Dr. Michael Scott of the IATTC reviewed the definition of N_{min} and its background (Appendix 3; see also Wade 1994).

Common dolphins

For the purposes of the Agreement for the International Dolphin Conservation Program (AIDCP), common dolphins have been divided into three management units, northern, central, and southern, separated at the 15°N and 2°S latitudes. Two species of common dolphins inhabit the area: the short-beaked common dolphin (*Delphinus delphis*) and the long-beaked common dolphin (*D. capensis*). For 2003, the total abundance of short-beaked common dolphins was estimated, but not separately for the three stocks. Because the northern management unit includes both the short-beaked and long-beaked species, additional work will be required to calculate abundance estimates that correspond with the stock-based mortalities. The current Stock Mortality Limits (SMLs) are based on estimates derived from data collected on one survey designed for central common dolphins (1992) and another designed for northern common dolphins (1993). The 1992 survey covered only the eastern portion of the central common stock area (see Appendix 4: Figure 2.1), however, and the 1993 survey may have included northern common dolphins in California waters that were outside the normal survey area. The group did not use the unpublished estimates for 1992-1993 in its calculations. The group estimated stock-specific abundances for common dolphins using the 2003 survey data (Appendix 4).

The group explored the issue of estimating N_{min} for common dolphin stocks that extend beyond the fishing area and that show a wide variability in the proportion of the stock in the area of the

fishery. The proportion of the northern and southern common dolphin stock ranges covered by the surveys changed between 1986-1990 and 1998-2003. This proportion would be affected by El Niño events. All of the proposed methods would have problems providing consistent estimates of these stocks, as the surveys have either covered only parts of the stocks or covered parts of the stock that are out of the fishery. A population model would require an additional parameter to account for the proportion of the population in the area; the El Niño index could also be used as an environmental co-variate.

3. **Techniques for combining annual abundance estimates as a basis for estimating N_{min}**

The group listed a range of options for combining survey estimates to calculate N_{min} :

- Estimates obtained by pooling data from a series of surveys;
- Average of survey estimates weighted by the reciprocal of CV^2 ;
- Average of survey estimates giving more-recent estimates more weight (time-weighted average);
- Estimates based on fitting smoothed trends to survey estimates (empirical trend);
- Fitting population dynamics models:
 - Simple model;
 - Age-structured model.

The group decided to discard the pooled-data option because the weighted-average option achieved a similar result more simply and with greater flexibility. The group also discarded the time-weighted-average option because the empirical trend option accounts for time with lower bias. The group then broke up into small working groups to produce the remaining estimates described and to generate 2003 estimates of abundance for common dolphin stocks.

4. **Examination of equivalent calculations of N_{min}**

Weighted average: Weighted averages of the survey-specific abundance estimates were calculated, weighting by the reciprocal of the squared survey-specific coefficient of variation (CV). The group discussed whether to base the estimated variance on the survey-specific estimates of variance, or to use a weighted sample variance of the survey-specific abundance estimates. The group preferred the first method, as the weighted sample variance ignores the information contained in the absolute size of the standard error. Further, when the data for only a few years are considered (*e.g.*, the most recent estimates) the weighted sample variance is based on a few degrees of freedom, producing imprecise estimates of variance.

The group calculated the weighted averages based on the 1998-2003 data for spotted, spinner, and common dolphins (Appendix 5). Both methods of estimating variance were used to calculate N_{min} . For the analyses conducted, estimates of abundance for 1998-2003 varied remarkably little for several stocks, given the size of the standard errors, resulting in small weighted sample variances. This potential underestimation of variance may lead to overestimation of N_{min} . Although, for these years, there was relatively little difference in precision between the two methods, the survey-specific estimates of variance were preferred due to unreliable variance estimation using the weighted sample variance of the abundance estimates.

Empirical trends: The group initially recommended using the 1986-2003 data (except the unpublished 1992-1993 common dolphin surveys) to estimate the trends. However, it was subsequently decided to use data for 1979-2003 for the estimation of trends for northeastern spotted and eastern spinner dolphins because, given the local behavior of trend estimation techniques, the data from the earlier period would have only limited influence on the smoothed point estimates of the recent years, but would contribute valuable information on the inter-annual variability in the point estimates, resulting in a more realistic estimate of variance of the trend.

Smoothing splines were used to obtain empirical estimates of the long-term trend in the survey-specific abundance estimates. Smoothing splines are one of several statistical techniques that can be used to summarize the overall trend in a time series of estimates. They can be robust to inter-annual variability, and they do not require restrictive assumptions about the trend (*e.g.*, they do not assume a linear relationship). A statistical computer program (the *mgcv* package in R) was used to smooth the survey-specific abundance estimates. The relative precision of the survey estimates was taken into consideration by weighting the point estimates by the reciprocals of the squared coefficient of variation. The default smoothing option was found to smooth the estimates too little. This was inferred by noting that trends were changing more rapidly than is consistent with the biology of marine mammals. Further, the rather large standard errors of the survey estimates indicated that more smoothing was appropriate than under the default option. A subjective assessment of different levels of smoothing resulted in the decision to smooth the 1979-2003 time series (northeastern spotted and eastern spinner dolphins) using 3 degrees of freedom, and the 1986-2003 time series using 2 degrees of freedom. The N_{min} values in Appendix 6 were obtained, assuming a log-normal distribution.

The group calculated N_{min} estimates projected for 2003-2006, based on trends from 1979-2003 for northeastern spotted and eastern spinner dolphins or 1986-2003 for western-southern spotted and whitebelly spinner dolphins (Appendix 6). For northeastern spotted dolphins especially, the earlier estimates (1979-1983) were included to help fit a plausible smoothed curve through the highly-variable abundance estimates for 1986-1990. The participants had doubts about using this approach for common dolphins, due to distributional changes during the time period of the surveys.

Simple population model: The simple population dynamics approach used a logistic model that accounted for observed mortality and used the 1986-2003 abundance data. The group produced estimates for northeastern and western-southern spotted dolphins and eastern and whitebelly spinner dolphins for 2003-2006 (Appendix 7). Estimates for common dolphins will be produced later.

A Bayesian implementation of a logistic model with both process and observation error was used to estimate population trajectories and N_{min} values. The model was implemented in the Bayesian modeling package WinBUGS (Spiegelhalter *et al.*, 1999). The 20th percentile of the Bayesian posterior distribution on abundance was used as the estimate of N_{min} . The model estimated carrying capacity (K), growth rate (r_{max}), and process error (sigma). The same prior distributions were used for all species. Sensitivity to priors on K and r_{max} was investigated. The two species with more contrast in the abundance data (those with more catch: northeastern spotted and eastern spinner) were not very sensitive to the priors. The other two species were more sensitive to the prior on r_{max} . The final prior for this parameter was chosen to reflect a plausible range of r_{max} values for dolphins: uniform from 0 to 0.08.

Age-structured model: The age-structured modeling approach has been published for spotted dolphins (Hoyle and Maunder 2004). These models are more complex, and require additional parameters, and concern was expressed that this would complicate a simple and easy-to-explain management scheme. It was noted that age-structured models could be fitted with or without the use of mortality-based age-structure data. There was also concern about potential bias in the age structure when estimated from mortality data, and about the ability to model common dolphin stocks because changes in abundance are likely due to changes in distribution. It was suggested that a random effects model be used to account for environmental stochasticity. This approach may be more difficult for non-spotted dolphin stocks that do not have age-related color phases that can serve as proxies for age.

The group produced estimates for 2003-2008 of northeastern spotted dolphins, using maximum likelihood and Bayesian techniques (Appendix 8). The method differs from that published by Hoyle and Maunder (2004) due to the addition of new estimates of dolphin mortality (2003-2004) and population size (2003). The 20th percentile of the Bayesian posterior distribution on abundance was used as the estimate of N_{min} .

Summary: The following table presents the SMLs based on alternative calculations.

Stock	SML options for 2005				
	Current SML ¹	Weighted average	Empirical trend	Logistic model	Age-structured model
Northeastern spotted	648	627	618	673	659
Western-southern spotted	1,145	685	582	750	
Eastern spinner	518	516	466	494	
Whitebelly spinner	871	468	248	512	
Northern common	562	377			
Central common	207	518			
Southern common	1,845	1,293			

¹ Based on pooled data for 1986-1990 (spotted, spinner, and southern common dolphins), 1992 (central common dolphins), and 1993 (northern common dolphins)

5. Estimation of probability of mortality exceeding SMLs based on different values of N_{min} with current mortality rates

The Stock Mortality Limits ($SML = 0.1\% N_{min}$) that would result from the various N_{min} estimates were compared with past mortality estimates to compare their performance with current SMLs based on the 1986-1990 pooled estimates (Appendix 9). It should be noted that the AIDCP has been in force since 1999. The current SMLs have been in force only since 2001; previously the SMLs were 0.2% of N_{min} .

Only for the SMLs based on the empirical trends approach would the mortality have exceeded the SML in the past (2001 for eastern spinner, 2000-2001 for whitebelly spinner). For the SMLs based on the recommended logistic-model approach, the mortalities of none of the seven stocks would have exceeded this SML.

6. Recommendations to the Scientific Advisory Board

There appeared to be an inverse relationship between the best approach from a scientific point of

view (the population models) and the simplest approach from a management point of view (the weighted averages). The group recommended using the logistic model to estimate N_{min} . The group produced estimates for the northeastern and western-southern spotted dolphins and the eastern and whitebelly spinner dolphins, but additional work for the common dolphin stocks will be conducted to incorporate an additional parameter to account for changes in the proportion of the population present in the survey area.

References

- Gerrodette, T., and J. Forcada. 2002a. Estimates of abundance of northeastern offshore spotted, coastal spotted, and eastern spinner dolphins in the eastern tropical Pacific Ocean. U.S. NMFS, Southwest Fish. Sci. Center, Admin. Rep. LJ-02-06: 43 pp.
- Gerrodette, T., and J. Forcada. 2002b. Estimates of abundance of western/southern spotted, whitebelly spinner, striped and common dolphins, and pilot, sperm and Bryde's whales in the eastern tropical Pacific Ocean. U.S. NMFS, Southwest Fish. Sci. Center, Admin. Rep. LJ-02-20: 24 pp.
- Gerrodette, T., and J. Forcada. 2005. Non-recovery of two spotted and spinner dolphin populations in the eastern tropical Pacific Ocean. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 291: 1-21.
- Gerrodette, T., G. Watters, and J. Forcada. 2005. Preliminary estimates of 2003 dolphin abundance in the eastern tropical Pacific. U.S. NMFS, Southwest Fish. Sci. Center, Admin. Rep. LJ-05-05: 21 pp.
- Hoyle, S. D., and M. N. Maunder. 2004. A Bayesian integrated population dynamics model to analyze data for protected species. *Animal Biodiversity and Conservation*, 27 (1): 247-266.
- Spiegelhalter, D. J., A. Thomas, and N.G. Best. 1999. WinBUGS Version 1.2 User Manual, MRC Biostatistics Unit.
- Wade, P.R. 1994. Managing populations under the Marine Mammal Protection Act of 1994: a strategy for selecting values for N_{MIN} , the minimum abundance estimate, and F_R , the Recovery Factor. U.S. NMFS, Southwest Fish. Sci. Center, Admin. Rep. LJ-94-19: 26 pp.
- Wade, P.R., and T. Gerrodette. 1993. Estimates of cetacean abundance and distribution in the eastern tropical Pacific. *Rep. Int. Whal. Comm.*, 43: 477-493.

Appendix 1—Anexo 1.

PARTICIPANTS—PARTICIPANTES**IATTC—CIAT**

Dr. Robin Allen [Chairman—Presidente]

Mr. Simon Hoyle

Dr. Cleridy Lennert-Cody

Dr. Michael Scott [Rapporteur—Relator]

U.S. National Marine Fisheries Service

Dr. Tim Gerrodette

Dr. George Watters

Instituto Nacional de Pesca, México

Dr. Michel Dreyfus

Ocean Conservancy

Ms. Nina Young

Invited experts—Expertos invitados

Dr. Stephen Buckland (University of St. Andrews, Scotland)

Dr. Jaume Forcada (British Antarctic Survey)

Appendix 2—Anexo 2.

TABLE 2.1. Estimates of abundance for seven stocks of dolphins. N = thousands of dolphins; SE = standard error in thousands of dolphins; CV = coefficient of variation. The sources of the data are as follows: northeastern spotted dolphin and eastern spinner dolphin, Gerrodette and Forcada (2002a), Gerrodette *et al.* (2005), and Wade and Gerrodette (1993); western-southern spotted dolphins, whitebelly spinner dolphins, and common dolphins, Gerrodette and Forcada (2002b), Gerrodette *et al.* (2005), and Wade and Gerrodette (1993).

TABLA 2.1. Estimaciones de abundancia de siete poblaciones de delfines. N = miles de delfines; SE = error estándar en miles de delfines; CV = coeficiente de variación. Las fuentes de los datos son: delfín manchado nororiental y delfín tornillo oriental, Gerrodette y Forcada (2002a), Gerrodette *et al.* (2005), y Wade y Gerrodette (1993); delfín manchado occidental-sureño, delfín tornillo panza blanca, y delfín común, Gerrodette y Forcada (2002b), Gerrodette *et al.* (2005), y Wade y Gerrodette (1993).

		1979	1980	1982	1983	1986	1987	1988	1989	1990	1986-1990
Spotted dolphin—Delfín manchado											
Northeastern	N	708	740	605	548	494	501	868	954	666	731
Nororiental	SE	200	187	165	189	109	100	207	235	246	
	CV	0.276	0.248	0.288	0.335	0.220	0.194	0.236	0.237	0.371	0.142
Western-southern	N					1,078	1,335	969	1,444	599	1,298
Occidental-sureño	SE					411	322	408	456	131	
	CV					0.353	0.251	0.416	0.302	0.220	0.150
Spinner dolphin—Delfín tornillo											
Eastern	N	449	271	285	619	536	443	636	734	459	632
Oriental	SE	169	106	117	261	189	123	184	320	136	
	CV	0.354	0.382	0.387	0.403	0.347	0.301	0.280	0.409	0.291	0.238
Whitebelly	N					642	617	724	1,068	499	1,019
Panza blanca	SE					182	279	246	437	290	
	CV					0.282	0.427	0.319	0.396	0.544	0.187
Common dolphin—Delfín común											
Northern	N					306	56	67	81	642	476
Norteño	SE					158	45	56	44	177	
	CV					0.540	0.791	0.798	0.533	1.011	0.367
Central	N					181	250	732	180	629	406
	SE					86	116	271	81	178	
	CV					0.475	0.462	0.370	0.456	0.623	0.383
Southern	N					1,365	292	1,826	1,620	1,808	2,211
Sureño	SE					658	158	739	751	501	
	CV					0.525	0.535	0.400	0.431	0.641	0.217
Total	N					1,826	599	2,603	1,888	3,079	
	SE					680	202	787	764	744	
	CV					0.399	0.335	0.299	0.380	0.595	

TABLE 2.1. (continued)
TABLA 2.1 (continuación)

		1998	1999	2000	2003
Spotted dolphin—Delfín manchado					
Northeastern	N	676	600	647	737
Nororiental	SE	94	94	151	108
	CV	0.135	0.165	0.206	0.147
Western-southern	N	809	823	876	628
Occidental-sureño	SE	240	234	321	198
	CV	0.289	0.316	0.308	0.309
Spinner dolphin—Delfín tornillo					
Eastern	N	557	361	428	613
Oriental	SE	127	89	95	133
	CV	0.221	0.248	0.218	0.219
Whitebelly	N	244	780	801	442
Panza blanca	SE	87	307	305	196
	CV	0.349	0.404	0.374	0.446
Common dolphin—Delfín común					
Northern	N	542	496	578	
Norteño	SE	288	195	205	
	CV	0.551	0.400	0.350	
Central	N	585	539	621	
	SE	129	135	216	
	CV	0.226	0.255	0.346	
Southern	N	1,159	2,301	1,767	
Sureño	SE	364	839	639	
	CV	0.322	0.372	0.354	
Total	N	2,290	3,317	2,963	
	SE	486	910	730	
	CV	0.218	0.280	0.242	

Appendix 3.

i. **ALTERNATIVE POPULATION ESTIMATES FOR CALCULATING N_{MIN}**

The Agreement of the International Dolphin Conservation Program (Annex 3, Article 1) states that:

“The Parties shall establish, at a meeting convened pursuant to Article VIII of this Agreement, a per-stock, per-year dolphin mortality cap for each stock of dolphins, determined by the Meeting of the Parties, based on the best available scientific evidence, of between 0.2 percent and 0.1 percent of the Minimum Estimated Abundance (N_{min}) as calculated by the U.S. National Marine Fisheries Service or equivalent calculation standard as might be developed or recommended by the Scientific Advisory Board but in no event shall the total annual incidental dolphin mortality exceed five thousand, consistent with the provisions of this Agreement. In the year 2001 and thereafter, the per-stock, per-year cap shall be 0.1 percent of N_{min} .”

N_{min} is currently defined under United States guidelines (Barlow *et al.* 1995) as:

“the 20th percentile of a log-normal distribution based on an estimate of the number of animals in a stock (which is equivalent to the lower limit of a 60% 2-tailed confidence interval), calculated as:

$$N_{min} = N / \exp(z(\ln(1 + CV(N)^2))^{1/2})$$

where N is the abundance estimate, $CV(N)$ is the coefficient of variation of the abundance estimate, and $z = 0.842$.” Note that N_{min} incorporates not only the estimate of the abundance, but a measure of the uncertainty about the estimate as well. Thus, calculation of per-stock mortality limits (SMLs) requires both estimates of the abundance of the stocks and the coefficient of variation (CV) of the estimates.

Current SMLs for most of the dolphin stocks are based on estimates of abundance and CVs from surveys during 1986-1990 (Wade and Gerrodette, 1993); estimates for northern and central common dolphins have been based on surveys conducted in 1992-1993 (Wade and Gerrodette, unpublished data). A series of surveys (1998-2000, 2003) has been completed by the NMFS to produce more up-to-date abundance estimates (NMFS 2002; Gerrodette and Forcada 2002, 2005; Gerrodette *et al.* 2005). During the 2nd and 3rd Meetings of the Parties to the AIDCP, held in October 1999 and June 2000 respectively, it was decided to re-evaluate using the 1986-1993 abundance estimates to calculate N_{min} after the 1998-2000 surveys were completed. The N_{min} estimates and SMLs currently used by the AIDCP are listed in Table 1.

References

- Barlow, J., S. L. Swartz, T. C. Eagle, and P. R. Wade. 1995. U.S. marine mammal stock assessments: guidelines for preparation, background, and a summary of the 1995 assessments. NOAA Tech. Memo. NMFS-OPR-6. 73 pp.
- Gerrodette, T. and J. Forcada. 2002. Whitebelly spinner, striped and common dolphins, and pilot, sperm and Bryde's whales in the eastern tropical Pacific Ocean. U.S. NMFS, Southwest Fish. Sci. Center, Admin. Rep. LJ 02-20. 24 pp.
- Gerrodette, T. and J. Forcada. 2005. Non-recovery of two spotted and spinner dolphin populations in the eastern tropical Pacific Ocean. Mar. Ecol. Prog. Ser., 291: 1-21.
- Gerrodette, T., G. Watters, and J. Forcada. 2005. Preliminary estimates of 2003 dolphin abundance in the eastern tropical Pacific. U.S. NMFS, Southwest Fish. Sci. Center, Admin. Rep. LJ-05-05. 26 pp.
- NMFS. 2002. Report of the scientific research program under the International Dolphin Conservation Program Act. 100 pp.
- Wade, P. R., and T. Gerrodette. 1993. Estimates of cetacean abundance and distribution in the eastern tropical Pacific. Rep. Int. Whal. Comm, 43: 477-493.

TABLE 3.1. Abundance estimates, N_{min} , and stock mortality limits (SML = 0.1% of N_{min}) based mainly on the 1986-1993 NMFS surveys (Wade and Gerrodette, 1993; unpublished data for northern and central common dolphins).

TABLA 3.1. Estimaciones de abundancia, N_{min} , y límites de mortalidad por stock (LMS = 0,1% de N_{min}) basadas principalmente en los estudios del NMFS de 1986-1993 (Wade y Gerrodette, 1993; datos inéditos del delfín común norteño y central).

Stock—Población	N	N_{min}	SML—LMS
Spotted dolphin—Delfín manchado (<i>Stenella attenuata</i>)			
Northeastern—Nororiental	730,900	648,920	648
Western-southern—Occidental-sureño	1,298,400	1,145,149	1,145
Spinner dolphin—Delfín tornillo (<i>Stenella longirostris</i>)			
Eastern—Oriental	631,800	518,495	518
Whitebelly—Panza blanca	1,019,300	871,982	871
Common dolphins—Delfines comunes (<i>Delphinus delphis</i> and—y <i>D. capensis</i>)			
Northern—Norteño	713,700	562,719	562
Central—Central	239,400	207,298	207
Southern—Sureño	2,210,900	1,845,561	1,845

Anexo 3.

ESTIMACIONES ALTERNATIVAS DE LAS POBLACIONES PARA EL CÁLCULO DE N_{min}

El Acuerdo sobre el Programa Internacional para la Conservación de los Delfines (Anexo 3.1) dispone que:

“Las Partes establecerán, en una reunión convocada de conformidad con el Artículo VIII de este Acuerdo, un límite anual de mortalidad de delfines para cada población de delfines, determinada por la Reunión de las Partes, con base en la mejor evidencia científica disponible, de entre el 0,2% y el 0,1% de la Estimación Mínima de Abundancia (EMA), calculada por el Servicio Nacional de Pesquerías Marinas de Estados Unidos o una norma de cálculo equivalente que eventualmente podría desarrollar o recomendar el Consejo Científico Asesor, pero en ningún caso la mortalidad incidental total de delfines en el Área del Acuerdo en un año podrá exceder los cinco mil ejemplares, de manera consistente con las disposiciones de este Acuerdo. A partir del año 2001, el límite anual para cada población será del 0,1% de la EMA.”

La EMA es definida en las directrices de Estados Unidos (Barlow *et al.* 1995) como sigue:

“el vigésimo percentil de una distribución logarítmica normal basada en una estimación del número de animales en una población (equivalente al límite inferior de un intervalo de confianza de dos extremos de 60%), calculado como:

$$N_{min} = N/\exp(z(\ln(1+CV(N)^2))^{1/2})$$

donde N es la estimación de abundancia, $CV(N)$ es el coeficiente de variación de la estimación de abundancia, y $z = 0,842$.” Nótese que N_{min} incorpora no sólo la estimación de la abundancia sino también una medida de la incertidumbre alrededor de la estimación. Por lo tanto, el cálculo de los límites de mortalidad por stock (LMS) requiere tanto estimaciones de la abundancia de los stocks como el coeficiente de la variación (CV) de las estimaciones.

Los LMS actuales de la mayoría de las poblaciones de delfines se basan en las estimaciones de abundancia y los CV de estudios realizados durante 1986-1990 (Wade y Gerrodette, 1993); las estimaciones del delfín común nortero y central se basaron en estudios realizados en 1992-1993 (Wade y Gerrodette, datos inéditos). El NMFS ha llevado a cabo una serie de estudios (1998-2000, 2003) para producir estimaciones de abundancia más actuales (NMFS 2002; Gerrodette y Forcada 2002, 2005; Gerrodette *et al.* 2005). Durante las Reuniones de las Partes del APICD segunda y tercera, celebradas en octubre de 1999 y junio de 2000 respectivamente, se decidió evaluar de nuevo el uso de las estimaciones de abundancia de 1986-1993 para calcular N_{min} una vez completados los estudios de 1998-2000. En la Tabla 1 se detallan las estimaciones de N_{min} y los LMS usados actualmente por el APICD.

Referencias

- Barlow, J., S. L. Swartz, T. C. Eagle, y P. R. Wade. 1995. U.S. marine mammal stock assessments: guidelines for preparation, background, and a summary of the 1995 assessments. NOAA Tech. Memo. NMFS-OPR-6. 73 pp.
- Gerrodette, T. y J. Forcada. 2002. Whitebelly spinner, striped and common dolphins, and pilot, sperm and Bryde's whales in the eastern tropical Pacific Ocean. U.S. NMFS, Southwest Fish. Sci. Center, Admin. Rep. LJ 02-20. 24 pp.
- Gerrodette, T. y J. Forcada. 2005. Non-recovery of two spotted and spinner dolphin populations in the eastern tropical Pacific Ocean. Mar. Ecol. Prog. Ser., 291: 1-21.
- Gerrodette, T., G. Watters, y J. Forcada. 2005. Preliminary estimates of 2003 dolphin abundance in the eastern tropical Pacific. U.S. NMFS, Southwest Fish. Sci. Center, Admin. Rep. LJ-05-05. 26 pp.
- NMFS. 2002. Report of the scientific research program under the International Dolphin Conservation

Program Act. 100 pp.

Wade, P. R., y T. Gerrodette. 1993. Estimates of cetacean abundance and distribution in the eastern tropical Pacific. Rep. Int. Whal. Comm, 43: 477-493.

TABLE 3.1. Abundance estimates, N_{min} , and stock mortality limits (SML = 0.1% of N_{min}) based mainly on the 1986-1993 NMFS surveys (Wade and Gerrodette, 1993; unpublished data for northern and central common dolphins).

TABLA 3.1. Estimaciones de abundancia, N_{min} , y límites de mortalidad por stock (LMS = 0,1% de N_{min}) basadas principalmente en los estudios del NMFS de 1986-1993 (Wade y Gerrodette, 1993; datos inéditos del delfín común norteño y central).

Stock—Población	N	N_{min}	SML—LMS
Spotted dolphin—Delfín manchado (<i>Stenella attenuata</i>)			
Northeastern—Nororiental	730,900	648,920	648
Western-southern—Occidental-sureño	1,298,400	1,145,149	1,145
Spinner dolphin—Delfín tornillo (<i>Stenella longirostris</i>)			
Eastern—Oriental	631,800	518,495	518
Whitebelly—Panza blanca	1,019,300	871,982	871
Common dolphins—Delfines comunes (<i>Delphinus delphis</i> and—y <i>D. capensis</i>)			
Northern—Norteño	713,700	562,719	562
Central	239,400	207,298	207
Southern—Sureño	2,210,900	1,845,561	1,845

Appendix 4—Anexo 4.

TABLE 4.1. Estimates of abundance for short-beaked common dolphins, *Delphinus delphis*, 2003.

TABLA 4.1. Estimaciones de abundancia del delfín común de hocico corto, *Delphinus delphis*, 2003.

Stock	Point estimate	Standard error	% CV
	Estimación de punto	Error estándar	
Northern—Norteño	229,335	83,704	36
Central	581,379	138,306	24
Southern—Sureño	572,708	280,577	49
Total	1,383,423	335,515	24

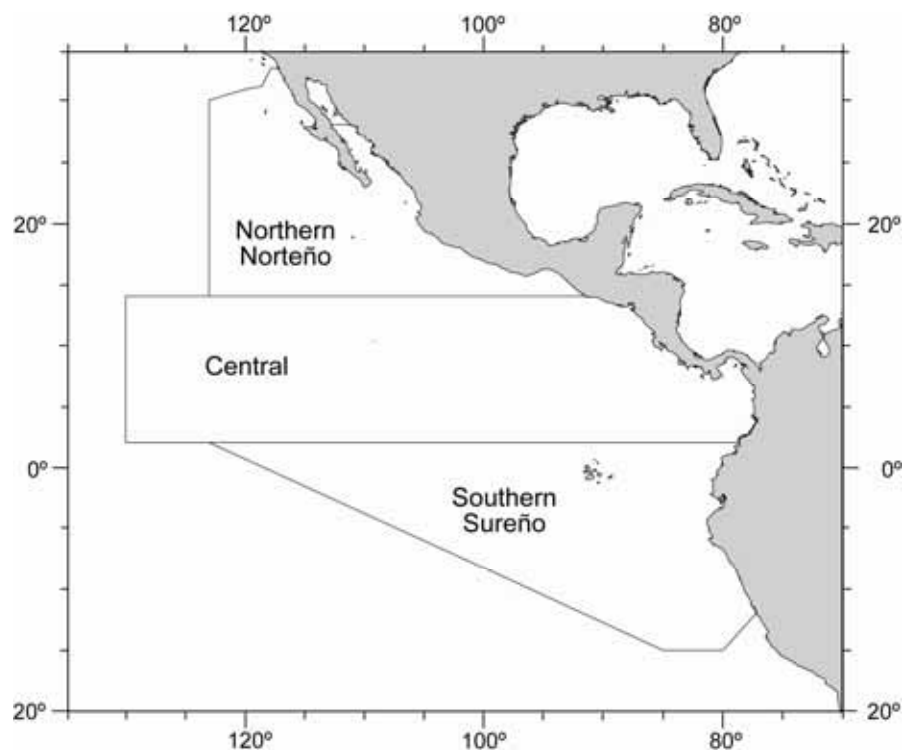


FIGURE 4.1. Short-beaked common dolphin stock areas covered in research vessel surveys.

FIGURA 4.1. Zonas de los stocks del delfín común de hocico corto abarcadas en los estudios por buques de investigación.

Appendix 5—Anexo 5.

TABLE 5.1. Weighted averages of abundance for spotted, spinner, and common dolphins, calculated using the 1998-2003 data. $se_1 = ((\sum(wt_i^2 \times \text{var}(N_i)))/(\sum(wt_i))^2)^{1/2}$, where $wt_i = 1/(cv_i)^2$ and N_i = estimate for year i . $se_2 = ((\sum(wt_i(N_i - N)^2)/(\sum(wt_i) \times (k - 1)))^{1/2}$, where N = weighted average of N_i and k = number of years.

TABLA 5.1. Promedios ponderados de abundancia de los delfines manchado, tornillo, y común, calculados con los datos de 1998-2003. $se_1 = ((\sum(wt_i^2 \times \text{var}(N_i)))/(\sum(wt_i))^2)^{1/2}$, donde $wt_i = 1/(cv_i)^2$ y N_i = estimación para año i . $se_2 = ((\sum(wt_i(N_i - N)^2)/(\sum(wt_i) \times (k - 1)))^{1/2}$, donde N = promedio ponderado de N_i y k = número de años.

Species and stock Especie y stock	N	se_1	N_{min1}	se_2	N_{min2}
Spotted dolphin—Delfín manchado					
Northeastern—Nororiental	670,835	53,560	627,306	29,675	642,431
Western-southern—Occidental-sureño	781,139	122,348	685,213	51,996	731,936
Spinner dolphin—Delfín tornillo					
Eastern—Oriental	542,259	30,798	516,968	31,984	511,875
Whitebelly—Panza blanca	559,492	119,074	468,666	141,166	438,758
Common dolphin—Delfín común					
Northern—Norteño	449,462	93,591	377,910	84,005	374,931
Central	577,048	73,096	518,914	14,656	562,887
Southern—Sureño	1,525,207	300,946	1,293,885	338,228	1,230,899

Note: The annual estimates for a stock seem to be in better agreement than would be expected, given their standard errors. Perhaps estimation is more precise than the estimated standard errors indicate. $z_{0.8} = 0.842$, while $t_{3,0.8} = 0.978$. In contrast, $z_{0.975} = 1.96$ and $t_{3,0.975} = 3.18$. So, for 60% confidence limits, the penalty for having just 3 degrees of freedom is quite small.

Nota: Las estimaciones anuales de un stock parecen acordar mejor de lo que se esperaría, dados sus errores estándar. Quizá sea más precisa la estimación de lo que indican los errores estándar estimados. $z_{0.8} = 0.842$, mientras que $t_{3,0.8} = 0.978$. Por contraste, $z_{0.975} = 1.96$ y $t_{3,0.975} = 3.18$. Por lo tanto, con límites de confianza de 60%, la pena por tener solamente 3 grados de libertad es bastante pequeña.

Appendix 6—Anexo 6.

TABLE 6.1. Empirical trends obtained by smoothing 1979-2003 estimates.

TABLA 6.1. Tendencias empíricas obtenidas mediante una suavización de las estimaciones de 1979-2003.

	<i>N_{min}</i> estimates—Estimaciones de <i>N_{min}</i>			
	Spotted dolphin—Delfín manchado		Spinner dolphin—Delfín tornillo	
	Northeastern— Nororiental	Western-southern— Occidental-sureño	Eastern—Oriental	Whitebelly—Panza blanca
2003	633,675	605,099	486,466	339,283
2004	626,272	593,365	476,408	290,939
2005	618,310	582,280	466,783	248,258
2006	610,440	572,584	457,684	211,503

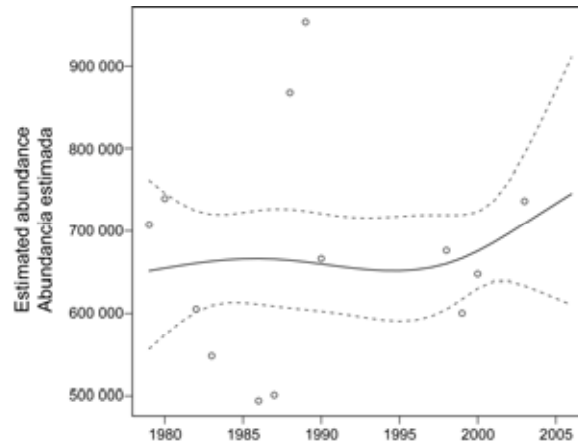


FIGURE 6.1a. Smoothed population estimates for northeastern spotted dolphins. The solid line is the estimated population size and the dashed lines are 60% confidence intervals.

FIGURA 6.1a. Estimaciones suavizadas de la población del delfín manchado nororiental. La línea sólida representa el tamaño estimado de la población, y las líneas de trazos los intervalos de confianza de 60%.

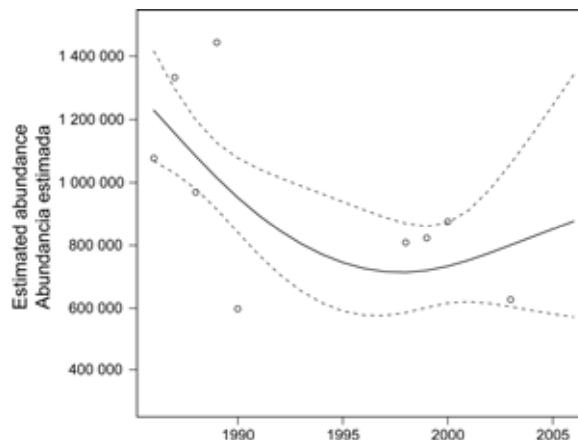


FIGURE 6.1b. Smoothed population estimates for western-southern spotted dolphins. The solid line is the estimated population size and the dashed lines are 60% confidence intervals.

FIGURA 6.1b. Estimaciones suavizadas de la población del delfín manchado occidental-sureño. La línea sólida representa el tamaño estimado de la población, y las líneas de trazos los intervalos de confianza de 60%.

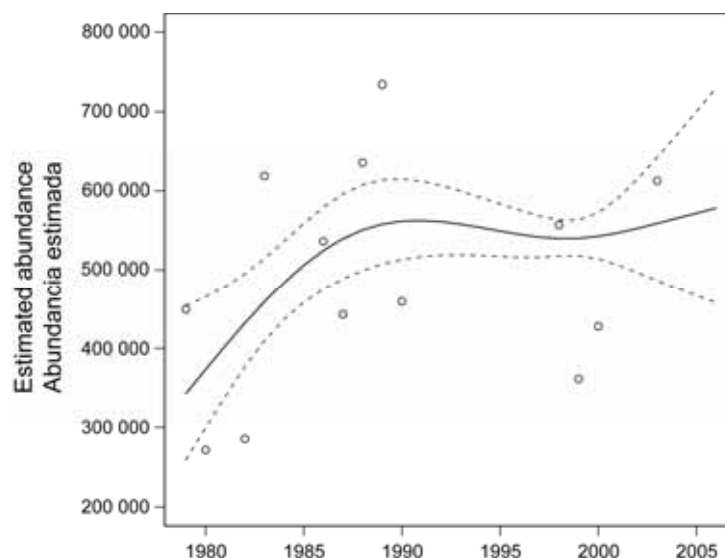


FIGURE 6.1c. Smoothed population estimates for eastern spinner dolphins. The solid line is the estimated population size and the dashed lines are 60% confidence intervals.

FIGURA 6.1c. Estimaciones suavizadas de la población del delfín tornillo oriental. La línea sólida representa el tamaño estimado de la población, y las líneas de trazos los intervalos de confianza de 60%.

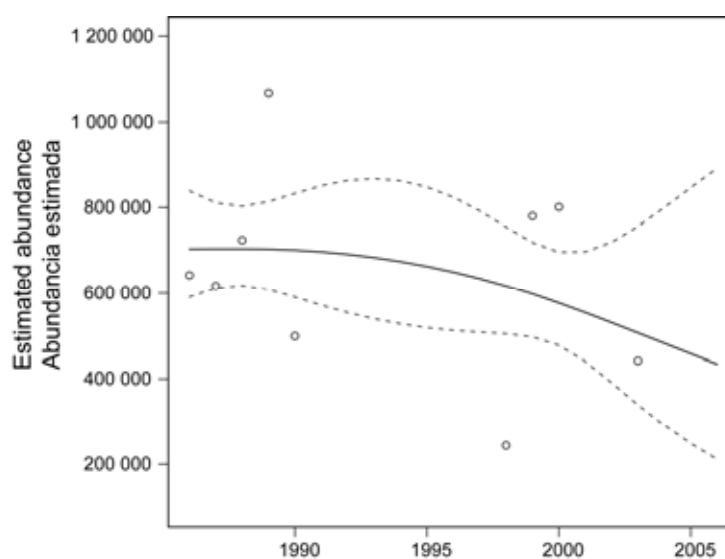


FIGURE 6.1d. Smoothed population estimates for whitebelly spinner dolphins. The solid line is the estimated population size and the dashed lines are 60% confidence intervals.

FIGURA 6.1d. Estimaciones suavizadas de la población del delfín tornillo panza blanca. La línea sólida representa el tamaño estimado de la población, y las líneas de trazos los intervalos de confianza de 60%.

Appendix 7—Anexo 7.

TABLE 7.1. Simple population dynamics using the logistic model.

TABLA 7.1. Dinámica poblacional sencilla usando el modelo logístico.

	<i>N_{min}</i> estimates—Estimaciones de <i>N_{min}</i>			
	Spotted dolphin—Delfín manchado		Spinner dolphin—Delfín tornillo	
	Northeastern— Nororiental	Western-southern— Occidental-sureño	Eastern— Oriental	Whitebelly— Panza blanca
2003	663,800	746,200	491,400	514,300
2004	668,400	747,000	494,900	513,280
2005	673,180	750,400	499,600	512,880
2006	678,000	753,000	504,400	514,300

The symbols in Figures 7.1a-7.1d are as follows:

$N_{2003-2006}$: population sizes in those years, in thousands of animals;

K : carrying capacity of the stock in thousands of animals;

r : maximum growth rate of the population per year;

σ^2 : process variance on the logarithmic scale; sigma is approximately the coefficient of variation of the process error on the original scale;

percentages: quantiles in the posterior distributions.

In estimating the posterior distributions of each parameter, using Markov chain Monte Carlo simulations, 10,000 samples were taken from a chain of length 500,000.

Los símbolos en las Figuras 7.1a-7.1d son los siguientes:

$N_{2003-2006}$: tamaño de la población en ese año, en miles de animales;

K : capacidad de carga del stock, en miles de animales;

r : tasa máxima de crecimiento de la población por año;

σ^2 : varianza del proceso en la escala logarítmica; sigma es aproximadamente el coeficiente de variación del error de proceso en la escala original;

porcentajes: cuantiles en las distribuciones posteriores.

Al estimar las distribuciones posteriores de cada parámetro, usando simulaciones de Monte Carlo de cadena de Markov, se tomaron 10.000 muestras de una cadena de longitud 500.000.

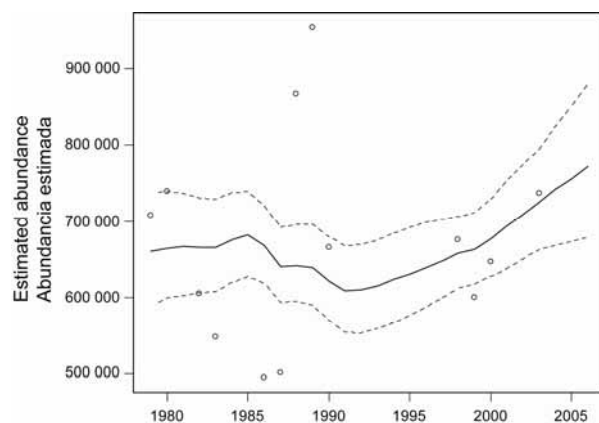
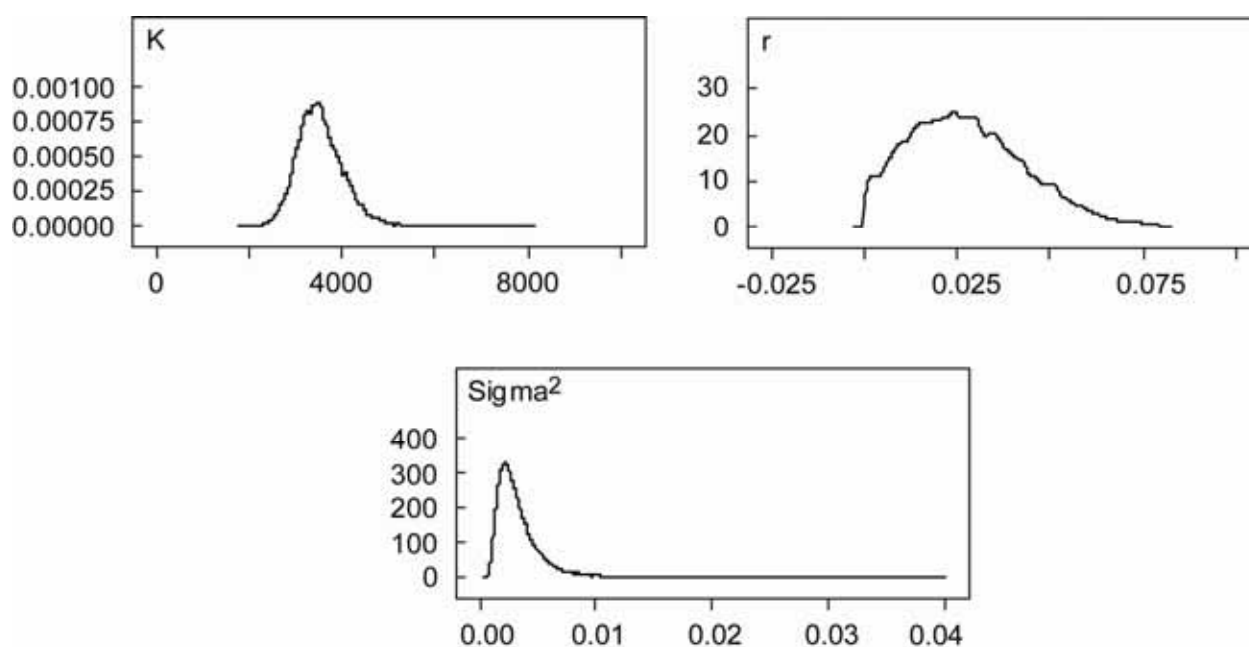


FIGURE 7.1a. Logistic model fitted to survey abundance estimates for northeastern spotted dolphins.
FIGURA 7.1a. Modelo logístico ajustado a las estimaciones de abundancia de los estudios en el mar del delfín tornillo oriental.



Parameter— Parámetro	Mean— Promedio	sd	10.0%	25.0%	Median— Mediana	75.0%	90.0%
N_{2003}	729.8	78.22	632.8	675.2	725.6	780.0	831.8
N_{2004}	747.3	93.8	631.9	682.1	741.3	805.6	868.3
N_{2005}	765.0	109.5	633.1	688.2	756.3	832.1	905.0
N_{2006}	782.9	124.4	634.4	696.6	772.3	856.6	946.6
K	3547.0	526.2	2955.0	3196.0	3493.0	3835.0	4195.0
r	0.02787	0.01579	0.008181	0.01576	0.02638	0.038	0.04981
Sigma^2	0.003467	0.002308	0.001564	0.002057	0.002864	0.004093	0.005926

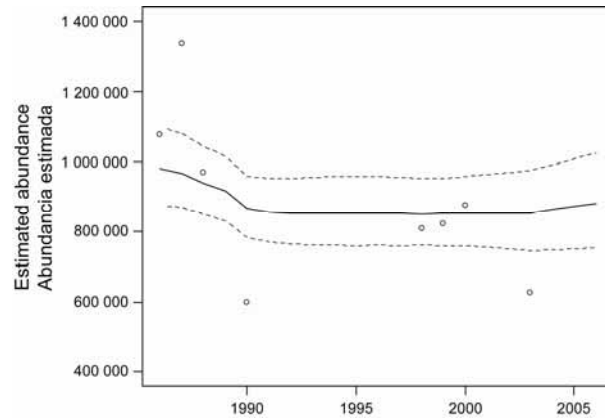
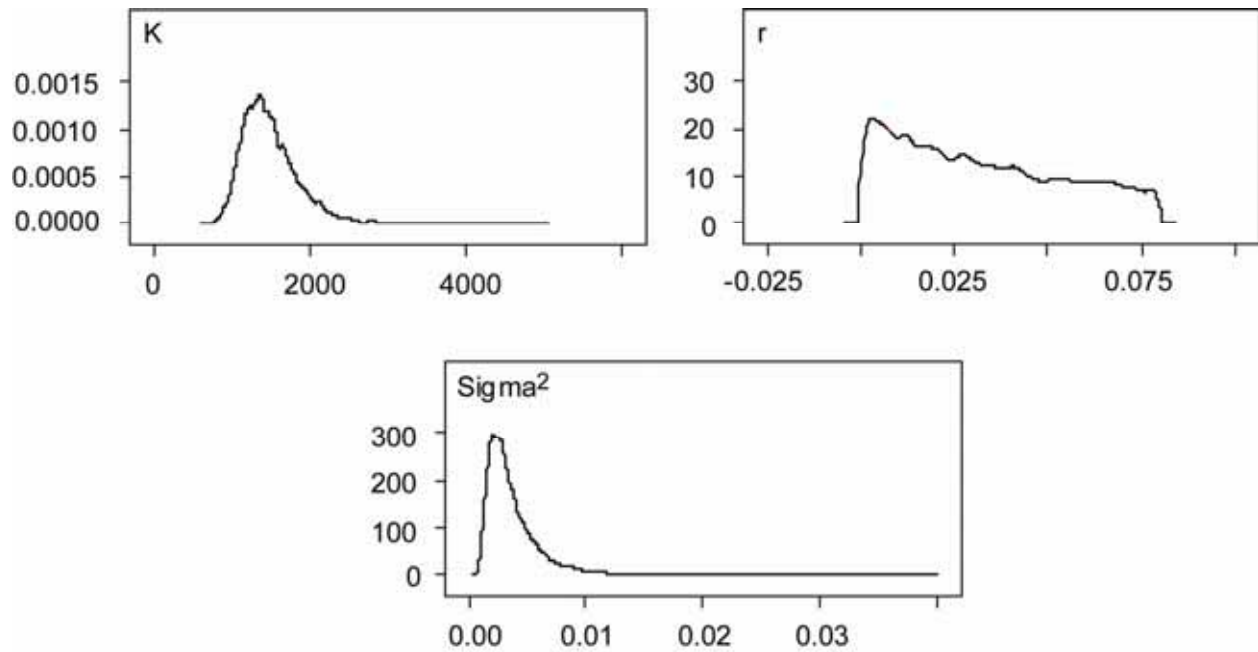


FIGURE 7.1b. Logistic model fitted to survey abundance estimates for western-southern spotted dolphins.

FIGURA 7.1b. Modelo logístico ajustado a las estimaciones de abundancia de los estudios en el mar del delfín manchado occidental-sureño.



Parameter— Parámetro	Mean— Promedio	sd	10.0%	25.0%	Median— Mediana	75.0%	90.0%
N_{2003}	861.7	137.0	692.6	767.8	853.2	948.7	1037.0
N_{2004}	872.0	147.2	691.8	768.6	863.4	966.3	1060.0
N_{2005}	882.4	156.9	691.2	772.5	873.6	981.4	1084.0
N_{2006}	892.6	166.3	689.0	778.7	879.9	996.3	1112.0
K	1503.3	379.4	1102.0	1242.0	1436.0	1686.0	1981.0
r	0.03233	0.02277	0.004606	0.0123	0.0285	0.05059	0.06701
Sigma^2	0.003777	0.002585	0.001655	0.002189	0.003069	0.00453	0.006587

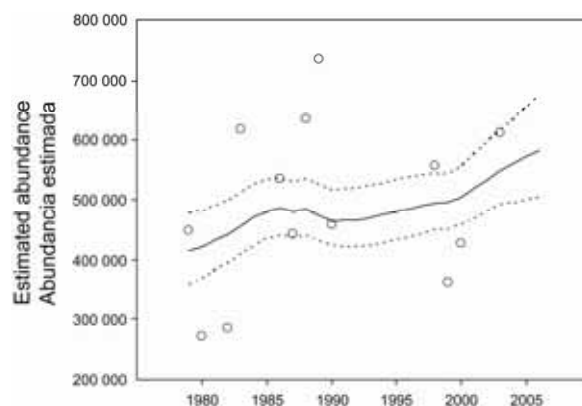
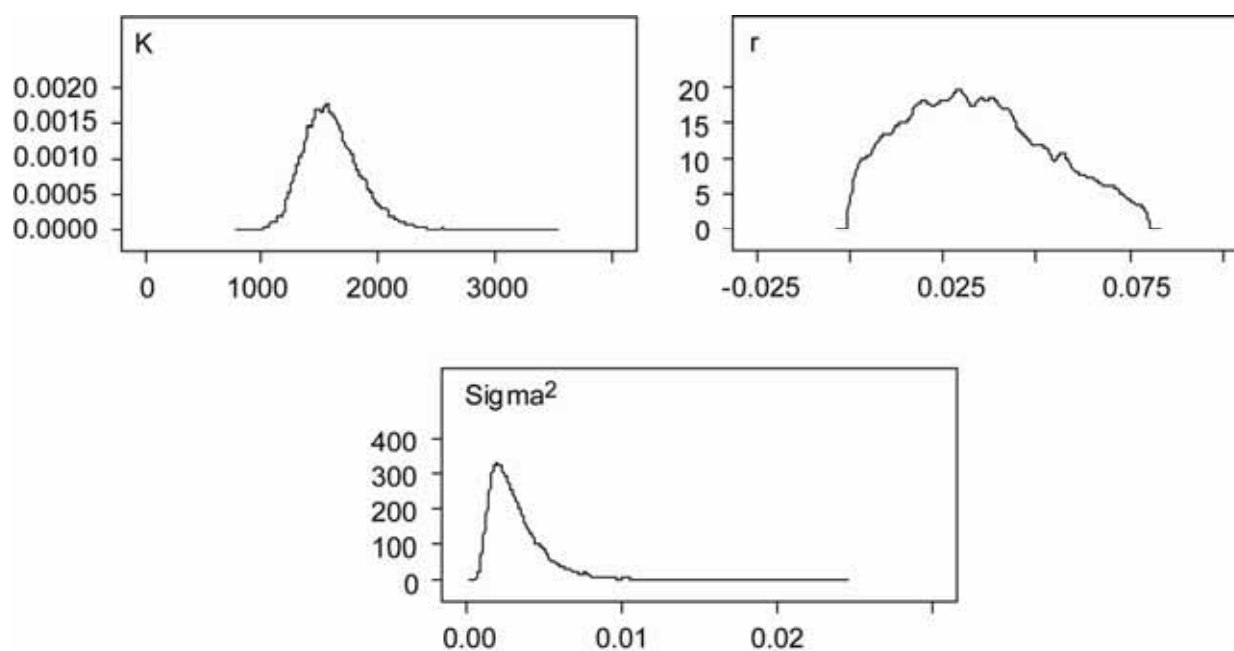


FIGURE 7.1c. Logistic model fitted to survey abundance estimates for eastern spinner dolphins.

FIGURA 7.1c. Modelo logístico ajustado a las estimaciones de abundancia de los estudios en el mar del delfín tornillo oriental.



Parameter— Parámetro	Mean— Promedio	sd	2.5%	Median— Mediana	97.5%
N_{2003}	554.5	75.07	420.7	548.8	715.2
N_{2004}	567.2	85.37	417.0	561.1	752.0
N_{2005}	579.9	95.15	413.2	573.3	784.5
N_{2006}	592.2	104.8	407.5	583.8	816.1
K	1608.0	259.3	1193.0	1578.0	2191.0
r	0.03444	0.01921	0.002955	0.03298	0.07369
Sigma^2	0.003426	0.002105	0.001186	0.002871	0.009002

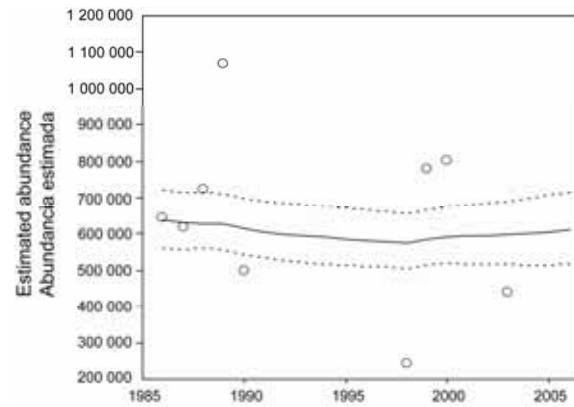
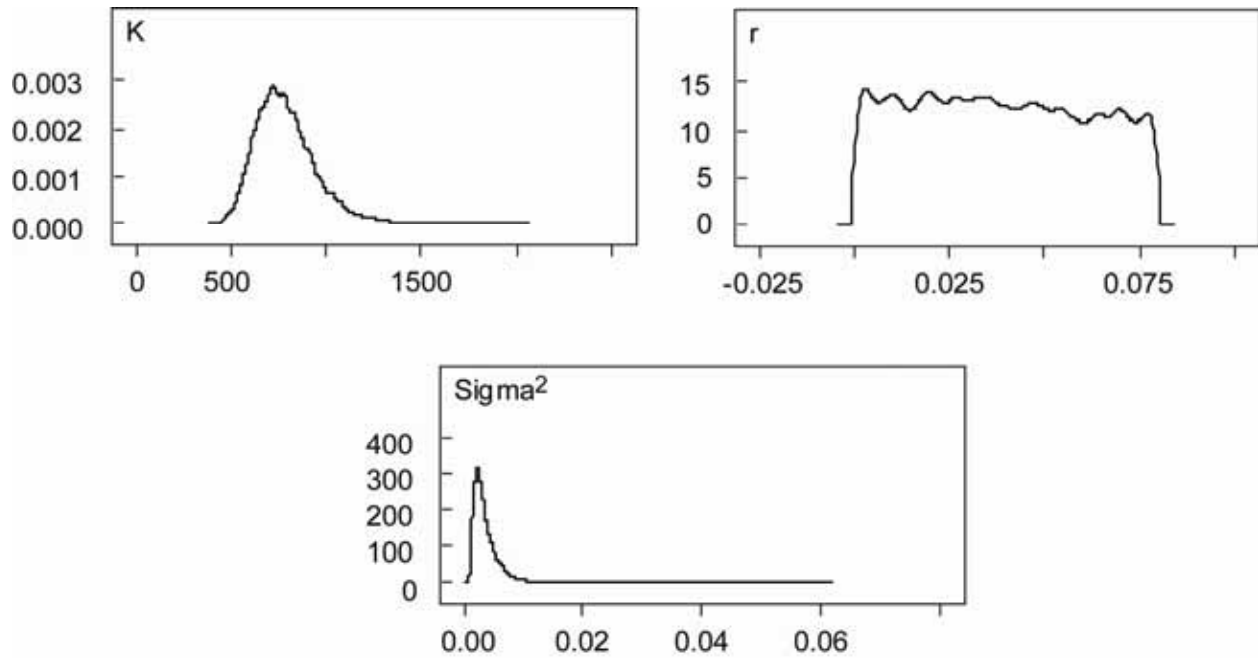


FIGURE 7.1d. Logistic model fitted to survey abundance estimates for whitebelly spinner dolphins.

FIGURA 7.1d. Modelo logístico ajustado a las estimaciones de abundancia de los estudios en el mar del delfín tornillo panza blanca.



Parameter— Parámetro	Mean— Promedio	sd	2.5%	Median— Mediana	97.5%
N_{2003}	603.4	105.2	418.0	596.6	826.6
N_{2004}	607.8	110.4	413.2	600.8	843.3
N_{2005}	612.7	115.3	410.9	605.4	856.3
N_{2006}	617.1	120.6	408.1	610.0	872.9
K	789.3	163.5	539.9	768.1	1172.0
r	0.03868	0.02305	0.001833	0.03777	0.07798
Sigma^2	0.003604	0.002423	0.001238	0.002966	0.009516

Appendix 8.—Anexo 8.

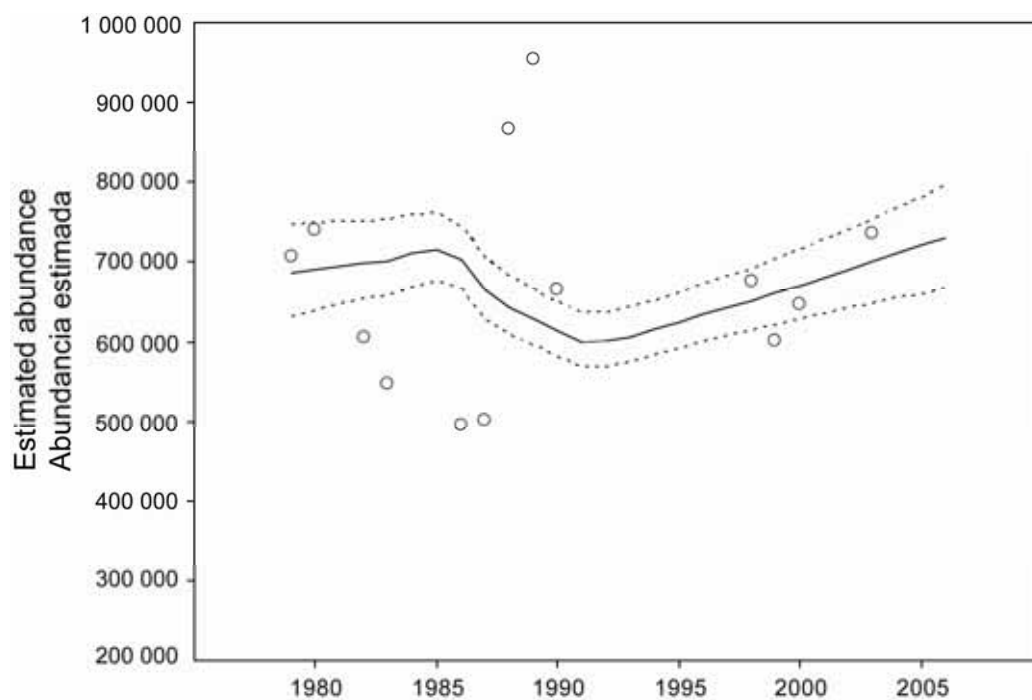


FIGURE 8.1. Age-structured model fitted to survey abundance estimates for northeastern spotted dolphins.

FIGURA 8.1. Modelo por edad ajustado a las estimaciones de abundancia de los estudios en el mar del delfín manchado nororiental.

Appendix 9—Anexo 9.

TABLE 9.1. Comparison of various SML options for 2005 with dolphin mortality estimates since AIDCP came into force (1999-2004).

TABLA 9.1. Comparación de varias opciones de LMS para 2005 con la mortalidad estimada de delfines desde la entrada en vigor del APICD (1999-2004).

Species and stock	SML options for 2005 Opciones para los LMS de 2005					Estimated mortality Mortalidad estimada					
	Current SML ¹	Weighted average	Empirical trend	Logistic model	Age- structured model	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Especie y stock	LMS ¹ actual	Promedio ponderado	Tendencia empírica	Modelo logístico	Modelo por edad						
Spotted dolphin—Delfín manchado											
Northeastern—Nororiental	648	627	618	673	659	358	295	591	439	281	250
Western-southern—Occidental-sureño	1,145	685	582	750		253	435	309	206	333	248
Spinner dolphin—Delfín tornillo											
Eastern—Oriental	518	516	466	494		469	405	287	405	287	220
Whitebelly—Panza blanca	871	468	248	512		372	186	169	189	169	214
Common dolphin—Delfín común											
Northern—Norteño	562	377				85	54	94	69	133	159
Central	207	518				34	223	203	155	140	100
Southern—Sureño	1,845	1,293				1	10	46	4	99	222

¹ Based on pooled data for 1986-1990 (spotted, spinner, and southern common dolphins), 1992 (central common dolphins), and 1993 (northern common dolphins)

¹ Basados en datos de 1986-1990 agrupados (delfines manchado, tornillo, y común sureño), 1992 (delfín común central), y 1993 (delfín común norteño)

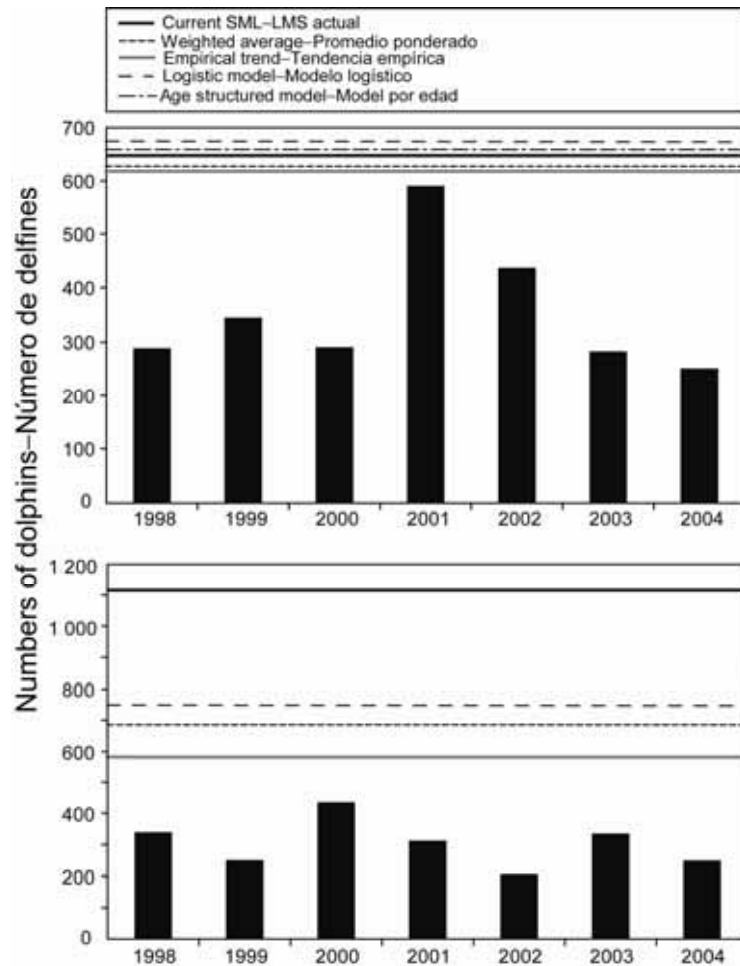


FIGURE 9.1a. Comparison of the 1998-2004 mortalities of northeastern spotted (upper panel) and western-southern spotted (lower panel) dolphins with current and alternative stock mortality limits (SMLs).

FIGURA 9.1a. Comparación de la mortalidad de delfines manchado nororiental (recuadro superior) y manchado occidental y sureño (recuadro inferior) en 1998-2004 con los límites de mortalidad por stock (LMS) actual y alternativa.

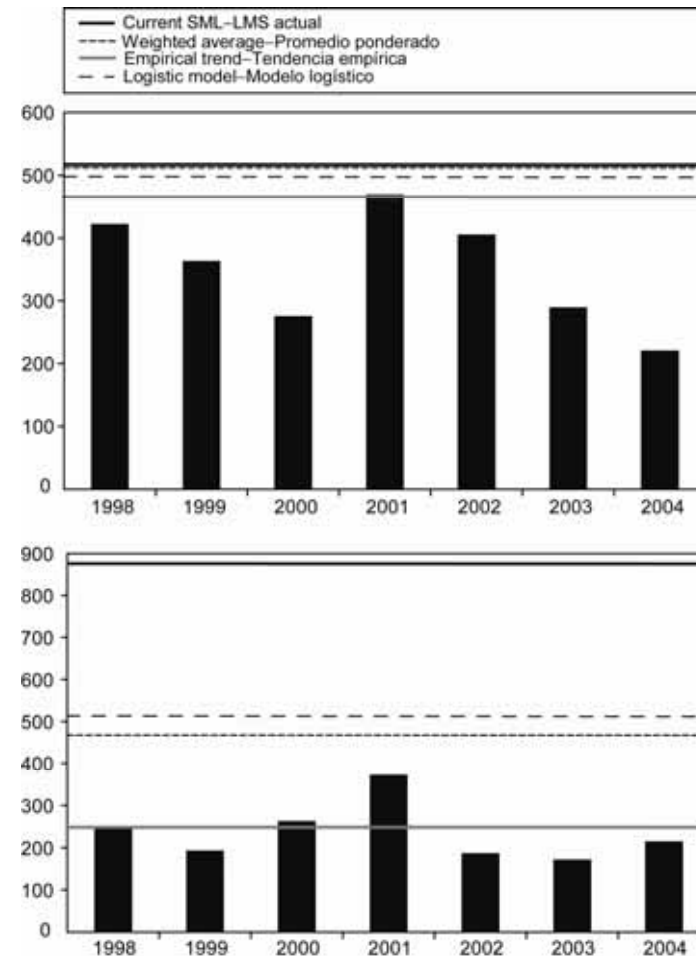


FIGURE 9.1b. Comparison of the 1998-2004 mortalities of eastern spinner (upper panel) and whitebelly spinner (recuadro inferior) dolphins with current and alternative stock mortality limits (SMLs).

FIGURA 9.1b. Comparación de la mortalidad de delfines tornillo oriental (recuadro superior) y tornillo panza blanca (recuadro inferior) en 1998-2004 con los límites de mortalidad por stock (LMS) actual y alternativa.

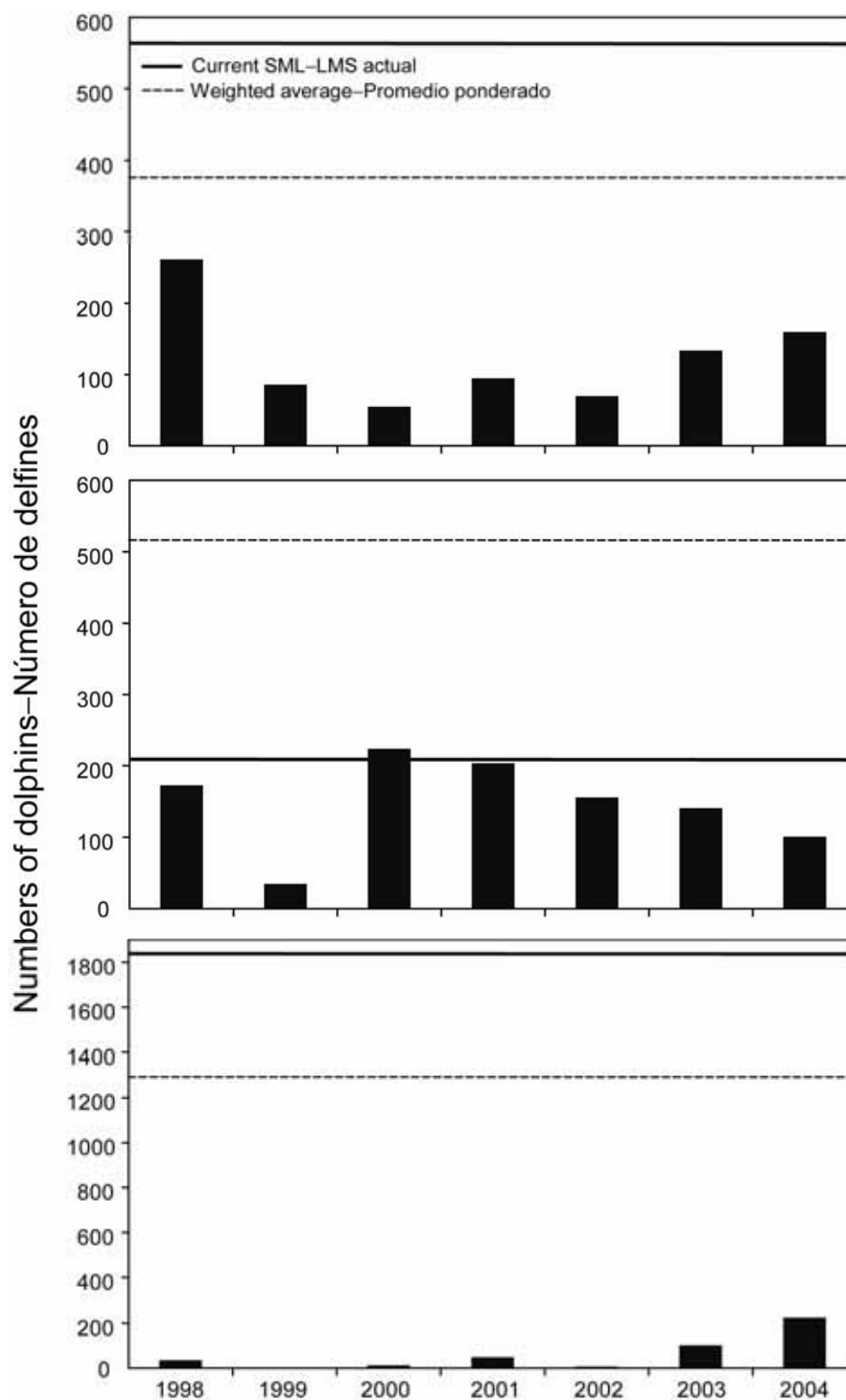


FIGURE 9.1c. Comparison of 1998-2004 mortalities of northern common (upper panel), central common (center panel), and southern common (lower panel) dolphins with current and alternative stock mortality limits (SMLs).

FIGURA 9.1c. Comparación de la mortalidad de delfines común norteño (recuadro superior), común central (recuadro central), y común sureño (recuadro inferior) en 1998-2004 con los límites de mortalidad por stock (LMS) actual y alternativa.

REUNIÓN TÉCNICA SOBRE EL CÁLCULO DE N_{MIN} PARA LAS POBLACIONES DE DELFINES DEL OCEANO PACÍFICO ORIENTAL

PREFACIO

El presente informe se basa en el acta de una reunión técnica que se celebró en La Jolla, California (EE.UU.) del 2 al 5 de agosto de 2005, bajo los auspicios del Acuerdo sobre el Programa Internacional para la Conservación de los Delfines. Se reproduce como Informe Especial de la CIAT para difundirlo más ampliamente al público general. Se han cambiado unos detalles del formato, pero no se ha añadido ni sustraído nada de importancia científica.

1. Bienvenida, presentaciones, y arreglos para la reunión

El Dr. Robin Allen, Director de la CIAT, dio la bienvenida a los participantes (Anexo 1) y habló de los antecedentes y objetivos de la reunión. La agenda provisional fue aprobada.

2. Resumen de las técnicas de estimación de abundancia usadas por NMFS

El Dr. Tim Gerrodette, del NMFS, resumió los estudios de abundancia de NMFS realizados entre 1979 y 2003 (Anexo 2; Wade y Gerrodette, 1993, Gerrodette y Forcada 2002a y 2002b, Gerrodette y Forcada 2005, Gerrodette *et al.* 2005). Los estudios de 1986-2003 son todos relativamente consistentes en diseño y esfuerzo, pero existía la preocupación que los estudios más tempranos tenían menos esfuerzo y un diseño del estudio menos bien definido. Las estimaciones del estudio de 2003 son todavía preliminares. El Dr. Gerrodette discutió algunas de las características de los estudios de NMFS, que son más complejos que los estudios tradicionales de transectos lineales: la estimación del tamaño de los grupos puede ser difícil, la identificación de las especies puede ser ambigua, es necesario estimar las proporciones de las especies en manadas de especies mixtas, el esfuerzo de búsqueda necesita estar distribuido sobre un área muy amplia, y segmentos de líneas necesitan ser combinados debido a desplazamientos sin esfuerzo.

El Dr. Michael Scott, de la CIAT, repasó la definición de N_{min} y sus antecedentes (Anexo 3, ver también Wade 1994).

Delfines comunes

Para los propósitos del Acuerdo sobre el Programa Internacional para la Conservación de los Delfines (APICD), los delfines comunes fueron divididos en tres unidades de ordenación, norteño, central, y sureño, separadas en los paralelos de 15°N y 2°S. Dos especies de delfines comunes viven en el área: el delfín común de hocico corto (*Delphinus delphis*) y el delfín común de hocico largo (*D. capensis*). Para 2003, se estimó la abundancia total del delfín común de hocico corto, pero no por separado para los tres stocks. Ya que la unidad de ordenación norteña incluye las dos especies, será necesario trabajo adicional para calcular estimaciones de abundancia que correspondan con las mortalidades por stock. Los Límites de Mortalidad por Stock (LMS) actuales se basan en estimaciones derivadas de datos obtenidos en un estudio diseñado para el delfín común central (1992) y de otro diseñado para el delfín común norteño (1993). El estudio de 1992 abarcó solamente la porción oriental del área del stock común central (Anexo 4, Figura 2.1), sin embargo, y el estudio de 1993 puede haber incluido delfines comunes norteños en aguas de California que yacían afuera del área normal del estudio. El grupo no usó las estimaciones inéditas de 1992-1993 en sus cálculos. El grupo estimó abundancias para cada stock de delfines comunes, usando los datos del estudio de 2003 (Anexo 4).

El grupo exploró la cuestión de la estimación de N_{min} para stocks de delfines comunes que se extienden más allá de la zona de pesca y que muestran una amplia variabilidad en la proporción del stock en la zona de la pesquería. La proporción de la distribución geográfica de los stocks norteño y sureño del delfín común abarcada por los estudios cambió entre 1986-1990 y 1998-2003. Esta proporción sería afectada por eventos de El Niño. Todos los métodos propuestos tendrían dificultades para proveer estimaciones consistentes de estos stocks ya que los estudios han cubierto o solamente partes de los stocks o han cubierto partes del stock que yacen fuera de la pesquería. Un modelo de población requeriría un parámetro adicional para tomar en cuenta la proporción de la población en el área; el índice de El Niño podría también ser usado como covariable ambiental.

3. Técnicas para combinar estimaciones de abundancia anual como base para la estimación de N_{min}

El grupo preparó una lista de opciones para combinar las estimaciones de los estudios para calcular N_{min} :

- Estimaciones obtenidas mediante la agrupación de datos de una serie de estudios;
- Promedio de las estimaciones de los estudios ponderadas por la recíproca de CV^2 ;
- Promedio de las estimaciones de los estudios con mayor ponderación asignada a las estimaciones más recientes (promedio ponderado por tiempo);
- Estimaciones basadas en el ajuste de tendencias suavizadas a las estimaciones de los estudios (tendencia empírica);
- Ajuste de modelos de dinámica poblacional:
 - Modelo sencillo;
 - Modelo por edad.

El grupo decidió descartar la opción de datos agrupados porque la opción de promedio ponderado lograba un resultado similar más sencillamente y con mayor flexibilidad. El grupo descartó también la opción de promedio ponderado por tiempo porque la opción de tendencia empírica toma en cuenta el tiempo con un sesgo menor. El grupo se dividió en grupos de trabajo pequeños para producir las estimaciones restantes descritas y generar estimaciones de abundancia para 2003 para los stocks de delfines comunes.

4. Análisis de cálculos equivalentes de N_{min}

Promedio ponderado: Se calcularon promedios ponderados de las estimaciones de abundancia de cada estudio, ponderando por la recíproca del coeficiente de variación (CV) cuadrado del estudio. El grupo discutió si basar la varianza estimada en las estimaciones de varianza de cada estudio, o usar una varianza de muestra ponderada de las estimaciones de varianza de cada estudio. El grupo prefirió el primer método, ya que la varianza de muestra ponderada hace caso omiso de la información contenida en el tamaño absoluto del error estándar. Además, si se consideran los datos de solamente unos pocos años (por ejemplo, las estimaciones más recientes) la varianza de muestra ponderada se basa en pocos grados de libertad, lo que produce estimaciones imprecisas de la varianza.

El grupo calculó los promedios ponderados a partir de los datos de 1998-2003 para los delfines

manchado, tornillo, y común (Anexo 5). Se usaron ambos métodos de estimar la varianza para calcular N_{min} . Para los análisis realizados, las estimaciones de abundancia de 1998-2003 variaron marcadamente poco para varios stocks, dado el tamaño de los errores estándar, lo cual resultó en varianza de muestra ponderada pequeña. Esta subestimación potencial de la varianza podría llevar a una sobreestimación de N_{min} . Aunque, para estos años, hubo relativamente poca diferencia en precisión entre los dos métodos, se prefirieron las estimaciones de varianza de cada estudio debido a una estimación de la varianza poco fiable usando la varianza de muestra ponderada de las estimaciones de abundancia.

Tendencias empíricas: Inicialmente, el grupo recomendó usar los datos de 1986-2003 (excepto los estudios inéditos del delfín común de 1992-1993) para estimar las tendencias. No obstante, se decidió posteriormente usar los datos de 1979-2003 para la estimación de las tendencias de los delfines manchado nororiental y tornillo oriental porque, dado el comportamiento local de las técnicas de estimación de tendencias, los datos del período más temprano hubieran ejercido una influencia tan sólo limitada sobre las estimaciones de punto suavizadas de los años recientes, pero contribuirían información valiosa sobre la variabilidad interanual en las estimaciones de punto, resultando en una estimación más realista de la varianza de la tendencia.

Se usaron *splines* suavizantes para obtener estimaciones empíricas de la tendencia a largo plazo en las estimaciones de abundancia de cada estudio. Los *splines* suavizantes son una de varias técnicas estadísticas que pueden ser usadas para resumir la tendencia general en una serie de tiempo de estimaciones. Pueden ser robustos a la variabilidad interanual y no requieren supuestos restrictivos acerca de la tendencia (por ejemplo, no suponen una relación lineal). Se usó un programa de computadora estadístico (el paquete *mgcv* en R) para suavizar las estimaciones de abundancia de cada estudio. La precisión relativa de las estimaciones de los estudios fue tomada en consideración mediante la ponderación de las estimaciones de punto por las recíprocas del coeficiente de variación cuadrado. Se descubrió que la opción por defecto de suavización suavizó las estimaciones demasiado poco. Se infirió esto al notar que las tendencias estaban cambiando con una rapidez inconsistente con la biología de los mamíferos marinos. Además, los errores estándar algo grandes de las estimaciones de los estudios indicaron que era apropiada una suavización mayor que con la opción por defecto. Una evaluación subjetiva de distintos niveles de suavización resultó en la decisión de suavizar la serie de tiempo de 1979-2003 (delfines manchados nororiental y tornillo oriental) usando 3 grados de libertad, y la serie de tiempo de 1986-2003 usando 2 grados de libertad. Se obtuvieron los valores de N_{min} en el Anexo 6 suponiendo una distribución logarítmica normal.

El grupo calculó estimaciones de N_{min} proyectadas para 2003-2006 con base en las tendencias de 1979-2003 en el caso de los delfines manchado nororiental y tornillo oriental o 1986-2003 en el caso de los delfines manchado occidental-sureño y tornillo panza blanca (Anexo 6). En el caso del delfín manchado nororiental especialmente, las estimaciones más tempranas (1979-1983) fueron incluidas para ayudar con el ajuste de una curva suavizada verosímil por las estimaciones de abundancia altamente variables de 1986-1990. Los participantes tuvieron dudas acerca del uso de este método para los delfines comunes debido a cambios en la distribución durante el período de los estudios.

Modelo de población sencillo: El método sencillo de dinámica poblacional usó un modelo logístico que tomó en cuenta la mortalidad observada y usó los datos de abundancia de 1986-2003. El grupo produjo estimaciones para los delfines manchados nororiental y occidental-sureño y tornillo oriental y panza blanca para 2003-2006 (Anexo 7). Posteriormente se

producirán estimaciones para los delfines comunes.

Se usó una implementación Bayesiana de un modelo logístico con error de proceso y de observación para estimar las trayectorias de las poblaciones y los valores de N_{min} . El modelo fue implementado en el programa de modelado Bayesiano WinBUGS (Spiegelhalter *et al.* 1999). El 20^o percentil de la distribución posterior Bayesiana sobre abundancia fue usado como estimación de N_{min} . El modelo estimó la capacidad de carga K , la tasa de crecimiento r_{max} , y el error de proceso sigma. Se usaron las mismas distribuciones previas para todas las especies. Se investigó la sensibilidad a las distribuciones previas en K y r_{max} . Las dos especies con más contraste en los datos de abundancia (aquéllas con más captura: manchados y tornillo oriental) no fueron muy sensibles a las distribuciones previas. Las dos otras especies fueron más sensibles a la distribución previa en r_{max} . La distribución previa final para este parámetro fue seleccionado para reflejar un rango verosímil de valores de r_{max} para delfines: uniforme de 0 a 0,08.

Modelo por edad: El método de modelo por edad ha sido publicado para el delfín manchado (Hoyle y Maunder 2004). Estos modelos son más complejos y requieren parámetros adicionales, y se expresó preocupación que esto complicaría un plan de ordenación sencillo y fácil de explicar. Se notó que los modelos por edad podían ser ajustados con o sin el uso de datos de estructura de edad basados en mortalidad. Hubo también preocupación acerca del sesgo potencial en la estructura de edad si se estimara a partir de datos de mortalidad, y acerca de la capacidad de modelar los stocks del delfín común porque son probables cambios en la abundancia debido a cambios en la distribución. Se sugirió que se usara un modelo de efectos aleatorios para tomar en cuenta la estocasticidad ambiental. Este método podría ser más difícil para los stocks de delfines no manchados que no tienen fases de color relacionadas con la edad que pueden servir de sustitutos para la edad.

El grupo produjo estimaciones para 2003-2008 del delfín manchado nororiental usando técnicas de verosimilitud máxima y Bayesianas (Anexo 8). El método es diferente de aquél publicado por Hoyle y Maunder (2004) porque se añadieron estimaciones nuevas de la mortalidad de delfines (2003-2004) y el tamaño de las poblaciones (2003). El 20^o percentil de la distribución posterior Bayesiana sobre abundancia fue usado como estimación de N_{min} .

Resumen: En la tabla siguiente se presentan los LMS basados en cálculos alternativos.

Stock	Opciones para los LMS de 2005				
	LMS actual ¹	Promedio ponderado	Tendencia empírica	Modelo logístico	Modelo por edad
Manchado nororiental	648	627	618	673	659
Manchado occidental-sureño	1.145	685	582	750	
Tornillo oriental	518	516	466	500	
Tornillo panza blanca	871	468	248	512	
Común norteño	562	377			
Común central	207	518			
Común sureño	1.845	1.293			

¹ Basados en datos de 1986-1990 agrupados (delfines manchado, tornillo, y común sureño), 1992 (delfín común central), y 1993 (delfín común norteño)

5. Estimación de la probabilidad de rebasar distintos valores de N_{min} con las tasas actuales de mortalidad

Los LMS ($0,1\% N_{min}$) que resultarían de las distintas estimaciones de N_{min} fueron comparadas con estimaciones pasadas de mortalidad a fin de comparar su desempeño con los LMS actuales basados en las estimaciones de 1986-1990 agrupadas (Anexo 9). Cabe notar que el APICD ha estado en vigor desde 1999. Los LMS actuales han estado en vigor desde 2001 solamente; previamente los LMS eran $0,2\%$ de N_{min} .

Únicamente en el caso de los LMS basados en el método de tendencia empírica hubiera la mortalidad rebasado el LMS en el pasado (2001 para el tornillo oriental, 2000-2001 para el tornillo panza blanca). En el caso de los LMS basados en el método recomendado de modelo logístico, la mortalidad de ninguno de los siete stocks hubiera rebasado este LMS.

6. Recomendaciones al Consejo Científico Asesor

Parecía haber una relación inversa entre el mejor método del punto de vista científico (los modelos de población) y el método más sencillo del punto de vista de la ordenación (los promedios ponderados). El grupo recomendó el uso del modelo logístico para estimar N_{min} . El grupo produjo estimaciones para los delfines manchados nororiental y occidental-sureño y tornillos oriental y panza blanca, pero se llevará a cabo trabajo adicional para los stocks del delfín común para incorporar un parámetro adicional para tomar en cuenta los cambios en la proporción de la población presente en el área del estudio.

Referencias

- Gerrodette, T., and J. Forcada. 2002a. Estimates of abundance of northeastern offshore spotted, coastal spotted, and eastern spinner dolphins in the eastern tropical Pacific Ocean. U.S. NMFS, Southwest Fish. Sci. Center, Admin. Rep. LJ-02-06: 43 pp.
- Gerrodette, T., and J. Forcada. 2002b. Estimates of abundance of western/southern spotted, whitebelly spinner, striped and common dolphins, and pilot, sperm and Bryde's whales in the eastern tropical Pacific Ocean. U.S. NMFS, Southwest Fish. Sci. Center, Admin. Rep. LJ-02-20: 24 pp.
- Gerrodette, T., and J. Forcada. 2005. Non-recovery of two spotted and spinner dolphin populations in the eastern tropical Pacific Ocean. Mar. Ecol. Prog. Ser., 291: 1-21.
- Gerrodette, T., G. Watters, and J. Forcada. 2005. Preliminary estimates of 2003 dolphin abundance in the eastern tropical Pacific. U.S. NMFS, Southwest Fish. Sci. Center, Admin. Rep. LJ-05-05: 21 pp.
- Hoyle, S. D., and M. N. Maunder. 2004. A Bayesian integrated population dynamics model to analyze data for protected species. Animal Biodiversity and Conservation, 27 (1): 247-266.
- Spiegelhalter, D. J., A. Thomas, and N.G. Best. 1999. WinBUGS Version 1.2 User Manual, MRC Biostatistics Unit.
- Wade, P.R. 1994. Managing populations under the Marine Mammal Protection Act of 1994: a strategy for selecting values for N_{MIN} , the minimum abundance estimate, and F_R , the Recovery Factor. U.S. NMFS, Southwest Fish. Sci. Center, Admin. Rep. LJ-94-19: 26 pp.
- Wade, P.R., and T. Gerrodette. 1993. Estimates of cetacean abundance and distribution in the eastern tropical Pacific. Rep. Int. Whal. Comm., 43: 477-493.

The IATTC's responsibilities are met with two programs, the Tuna-Billfish Program and the Tuna-Dolphin Program. The principal responsibilities of the Tuna-Billfish Program are (1) to study the biology of the tunas and related species of the eastern Pacific Ocean to estimate the effects that fishing and natural factors have on their abundance, (2) to recommend appropriate conservation measures so that the stocks of fish can be maintained at levels that will afford maximum sustainable catches, and (3) to collect information on compliance with Commission resolutions. The principal responsibilities of the Tuna-Dolphin Program are (1) to monitor the abundance of dolphins and their mortality incidental to purse-seine fishing in the eastern Pacific Ocean, (2) to study the causes of mortality of dolphins during fishing operations and promote the use of fishing techniques and equipment that minimize these mortalities, (3) to study the effects of different modes of fishing on the various fish and other animals of the pelagic ecosystem, and (4) to provide a Secretariat for the International Dolphin Conservation Program.

An important part of the work of the IATTC is the prompt publication and wide distribution of its research results. The Commission publishes its results in its Bulletin, Special Report, and Data Report series, all of which are issued on an irregular basis, and its Stock Assessment Reports and Fishery Status Reports, which are published annually.

The Commission also publishes Annual Reports and Quarterly Reports, which include policy actions of the Commission, information on the fishery, and reviews of the year's or quarter's work carried out by the staff. The Annual Reports also contain financial statements and a roster of the IATTC staff.

Additional information on the IATTC's publications can be found in its web site.

La CIAT cumple sus obligaciones mediante dos programas, el Programa Atún-Picudo y el Programa Atún-Delfín. Las responsabilidades principales del primero son (1) estudiar la biología de los atunes y especies afines en el Océano Pacífico oriental a fin de determinar los efectos de la pesca y los factores naturales sobre su abundancia, (2) recomendar medidas apropiadas de conservación para permitir mantener los stocks de peces a niveles que brinden las capturas máximas sostenibles, (3) reunir información sobre el cumplimiento de las resoluciones de la Comisión. Las responsabilidades principales del segundo son (1) dar seguimiento a la abundancia de los delfines y la mortalidad de los mismos incidental a la pesca con red de cerco en el Océano Pacífico oriental, (2) estudiar las causas de la mortalidad de delfines durante las operaciones de pesca y fomentar el uso de técnicas y aparejo de pesca que reduzcan dicha mortalidad al mínimo, (3) estudiar los efectos de distintas mortalidades de pesca sobre los varios peces y otros animales del ecosistema pelágico, (4) proporcionar la Secretaría para el Programa Internacional para la Conservación de los Delfines.

La pronta publicación y amplia distribución de los resultados de investigación forman un aspecto importante de las labores de la Comisión, la cual publica los resultados en su serie de Boletines, Informes Especiales, e Informes de Datos, publicados a intervalos irregulares, y sus Informes de Evaluación de Stocks y Informes de la Situación de la Pesquería, publicados anualmente.

La Comisión publica también Informes Anuales e Informes Trimestrales; éstos incluyen información sobre las labores de la Comisión, la pesquería, y las investigaciones realizadas en el año o trimestre correspondiente. Los Informes Anuales incluyen también un resumen financiero y una lista del personal de la CIAT.

En el sitio de internet de la CIAT se presenta información adicional sobre estas publicaciones.

Editor—Redactor
William H. Bayliff

Inter-American Tropical Tuna Commission
Comisión Interamericana del Atún Tropical
8604 La Jolla Shores Drive
La Jolla, California 92037-1508, U.S.A.
www.iattc.org

