

DIAGNÓSTICO DE MODELOS DE EVALUACIÓN DE STOCK DE ERIZO

Índice

1. Erizo zona norte Región de Los Lagos	4
1.1. Diagnóstico del modelo	4
1.1.2. Análisis de residuos	10
1.1.3. Análisis retrospectivo	10
1.1.4. Perfil de verosimilitud	10
1.1.5. Análisis de sensibilidad***	10
1.2. Variables de estado	10
1.3. Puntos Biológicos de Referencia	10
1.4. Estatus del erizo de la zona norte de la Región de Los Lagos	10
2 Erizo zona sur Región de Los Lagos	16
2.1. Diagnóstico del modelo	16
6.1.3. Erizo Región de Aysén	18
5.5. Análisis integrado de las tres zonas de estudio	40



Índice de figuras

1.	Ajuste del modelo a la información de CPUE, desembarque para el erizo de la zona X Norte. Los puntos representan a las observaciones junto a sus niveles de incertidumbre. La línea negra sólida muestra el valor estimado por el modelo	5
2.	Ajuste del modelo a las estructuras de talla de las capturas de erizo zona X Norte. Las barras representan las proporciones de capturas observadas y las líneas, el ajuste del modelo. El modelo no ajusta para datos previos al año 1996.	6
3.	Residuos de la CPUE y desembarques de erizo de la zona X Norte	7
4.	Residuos de la proporción de tallas de erizo de la zona X Norte	8
5.	Patrón retrospectivo estándar (panel izquierdo) y relativo (panel derecho) de los reclutamientos	9
6.	Perfil de verosimilitud erizo zona X norte	9
7.	Análisis de sensibilidad de la Mortalidad natural de erizo de la zona norte. *La línea negra y zona sombreada corresponde a caso base ($L_{00} = 119.85$ mm y $M = 0.25$ año ⁻¹)*	11
8.	Análisis de sensibilidad del rango de L_{00} de erizo de la zona norte. *La línea negra y zona sombreada corresponde a caso base ($L_{00} = 119.85$ mm y $M = 0.25$ año ⁻¹)*	12
9.	Variables de biomazas totales, desovantes, reclutamientos y desvíos estimadas por el modelo para el erizo de la zona X Norte período 1960 - 2019.	13
10.	Selectividad de la flota de la Zona X Norte	14
11.	Puntos Biológicos de referencia de Erizo zona X Norte	15
12.	Ajuste del modelo a la información de CPUE, desembarque para el erizo de la zona X Sur. Los puntos representan a las observaciones junto a sus niveles de incertidumbre. La línea negra sólida muestra el valor estimado por el modelo	16
13.	Ajustes de la proporción de tallas de erizo de la zona X Sur	17
14.	Residuos de la CPUE y desembarques de erizo de la zona X Sur	19
15.	Residuos de la proporción de tallas de erizo de la zona X sur	20
16.	Patrón retrospectivo estándar (panel izquierdo) y relativo (panel derecho) de los reclutamientos	21
17.	Perfil de verosimilitud erizo zona X sur	21
18.	Análisis de sensibilidad de la Mortalidad natural de erizo de la zona X sur. *La línea negra y zona sombreada corresponde a caso base ($L_{00} = 119.85$ mm y $M = 0.282$ año ⁻¹)*	22
19.	Análisis de sensibilidad del rango de L_{00} de erizo de la zona X sur. *La línea negra y zona sombreada corresponde a caso base ($L_{00} = 119.85$ mm y $M = 0.282$ año ⁻¹)*	23
20.	Variables poblacionales de Erizo zona X Sur	24
21.	Selectividad de la flota de la Zona X sur	25
22.	Puntos Biológicos de referencia de Erizo zona X Sur	26
23.	Diagrama de fase Erizo zona X Sur	27
24.	Ajuste del modelo a la información de CPUE, desembarque para el erizo de la zona X Sur. Los puntos representan a las observaciones junto a sus niveles de incertidumbre. La línea negra sólida muestra el valor estimado por el modelo	28
25.	Ajustes de la proporción de tallas de erizo de la zona XI	29
26.	Residuos de la CPUE y desembarques de erizo de la zona XI	30
27.	Residuos de la proporción de tallas de erizo de la zona XI	31
28.	Patrón retrospectivo estándar (panel izquierdo) y relativo (panel derecho) de los reclutamientos	32
29.	Perfil de verosimilitud erizo zona XI	33



30. Análisis de sensibilidad de la Mortalidad natural de erizo de la zona XI. *La línea negra y zona sombreada corresponde a caso base ($L_{oo} = 132.8 \text{ mm}$ y $M = 0.20 \text{ año}^{-1}$)*	34
31. Análisis de sensibilidad del rango de L_{oo} de erizo de la zona XI. *La línea negra y zona sombreada corresponde a caso base ($L_{oo} = 132.8 \text{ mm}$ y $M = 0.20 \text{ año}^{-1}$)*	35
32. Variables poblacionales de Erizo zona XI	36
33. Selectividad de la flota de la Zona XI	37
34. Puntos Biológicos de referencia de Erizo zona XI	38
35. Diagrama de fase Erizo zona XI	39
36. Biomاسas Totales y Desovantes	40



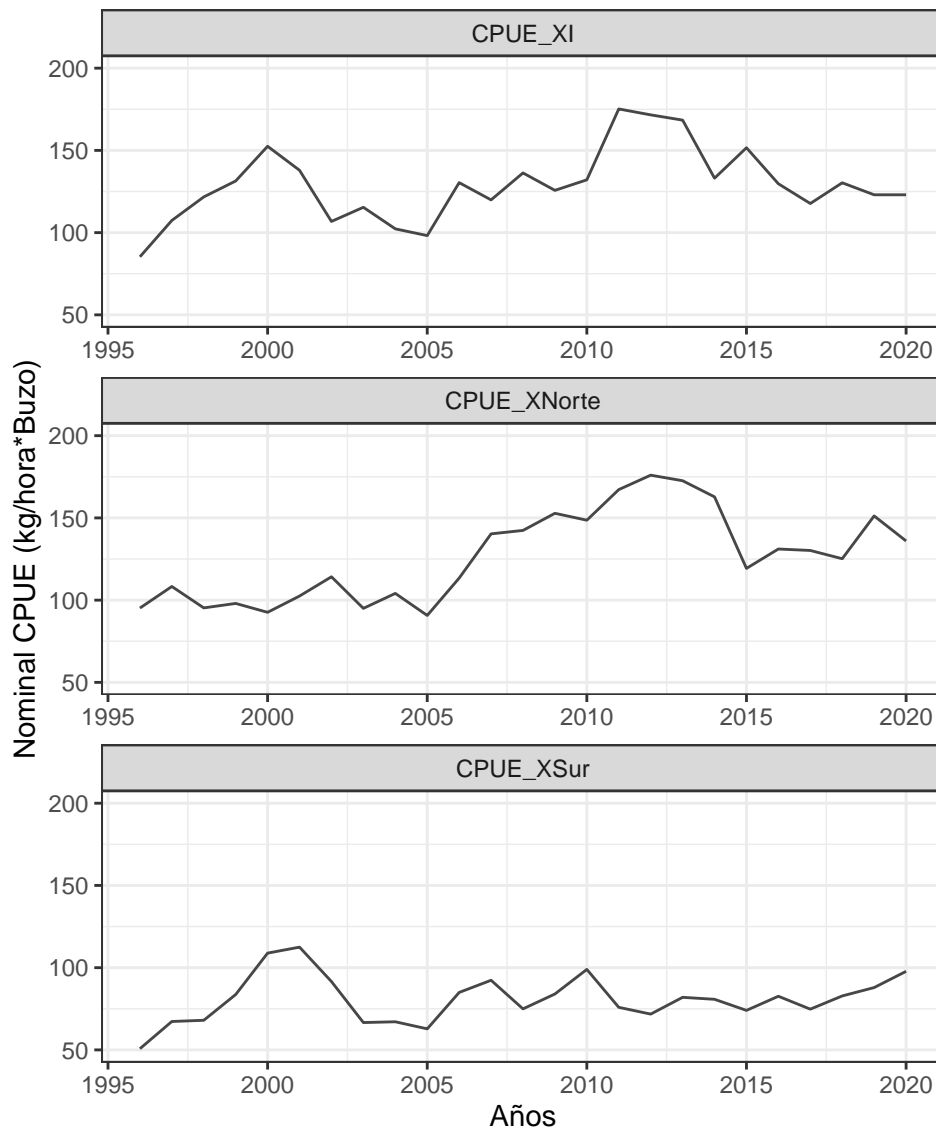
Índice de cuadros

1. Biomosas Totales por zona	40
--	----

1. Erizo zona norte Región de Los Lagos

1.1. Diagnóstico del modelo

1.1.1. Ajustes del modelo a los datos observados



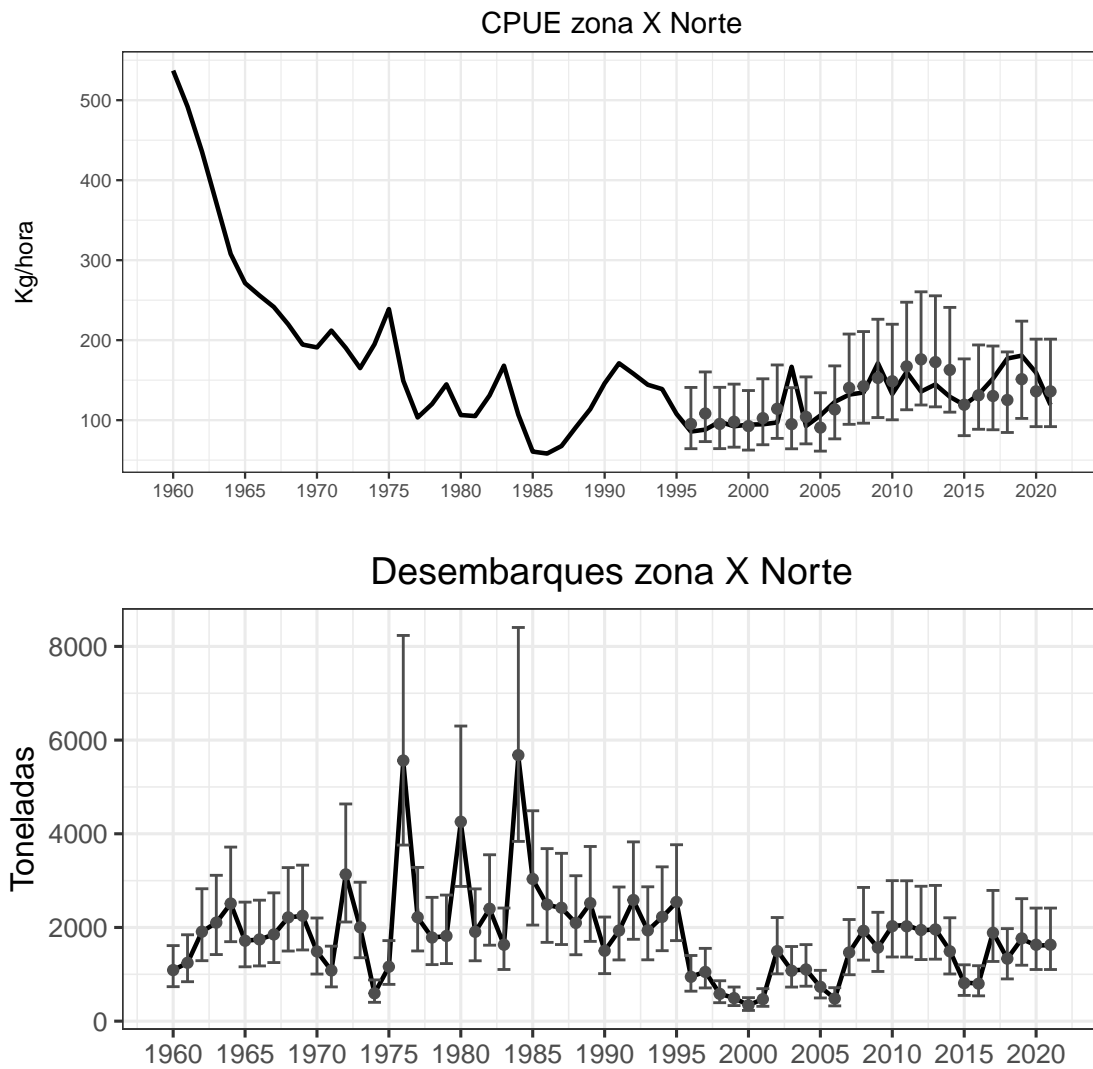


Figura 1. Ajuste del modelo a la información de CPUE, desembarque para el erizo de la zona X Norte. Los puntos representan a las observaciones junto a sus niveles de incertidumbre. La línea negra sólida muestra el valor estimado por el modelo

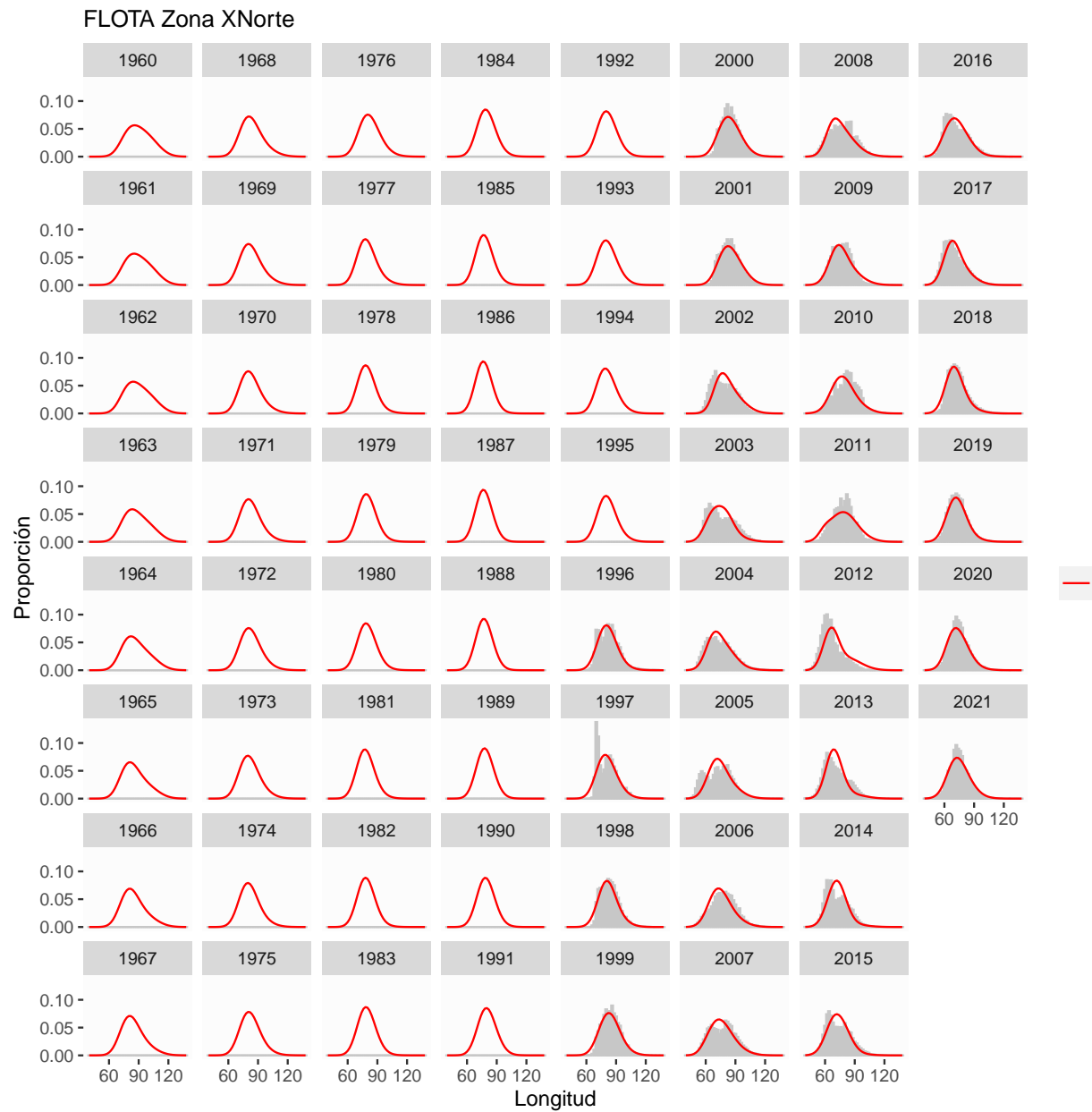


Figura 2. Ajuste del modelo a las estructuras de talla de las capturas de erizo zona X Norte. Las barras representan las proporciones de capturas observadas y las líneas, el ajuste del modelo. El modelo no ajusta para datos previos al año 1996.

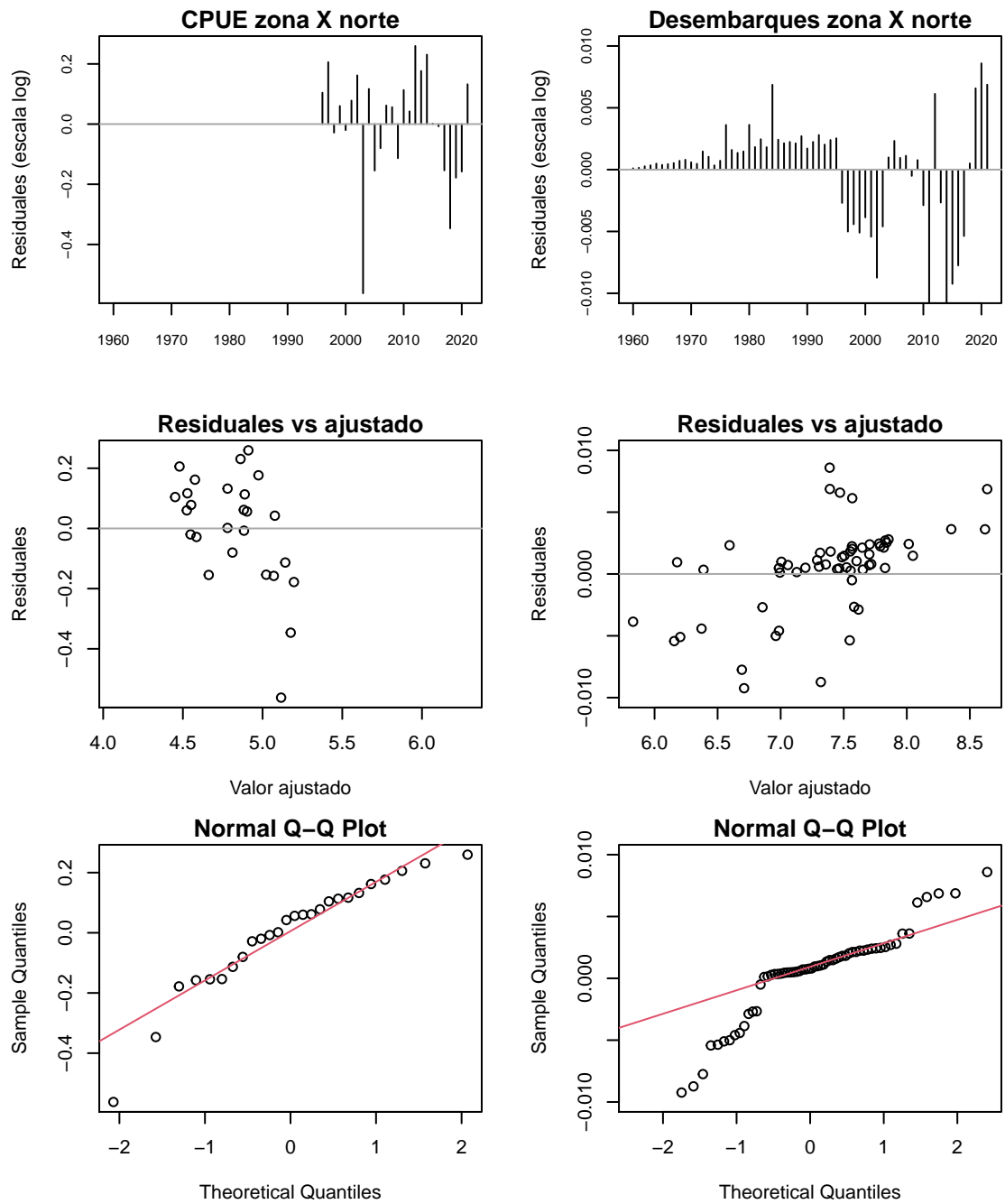


Figura 3. Residuos de la CPUE y desembarques de erizo de la zona X Norte

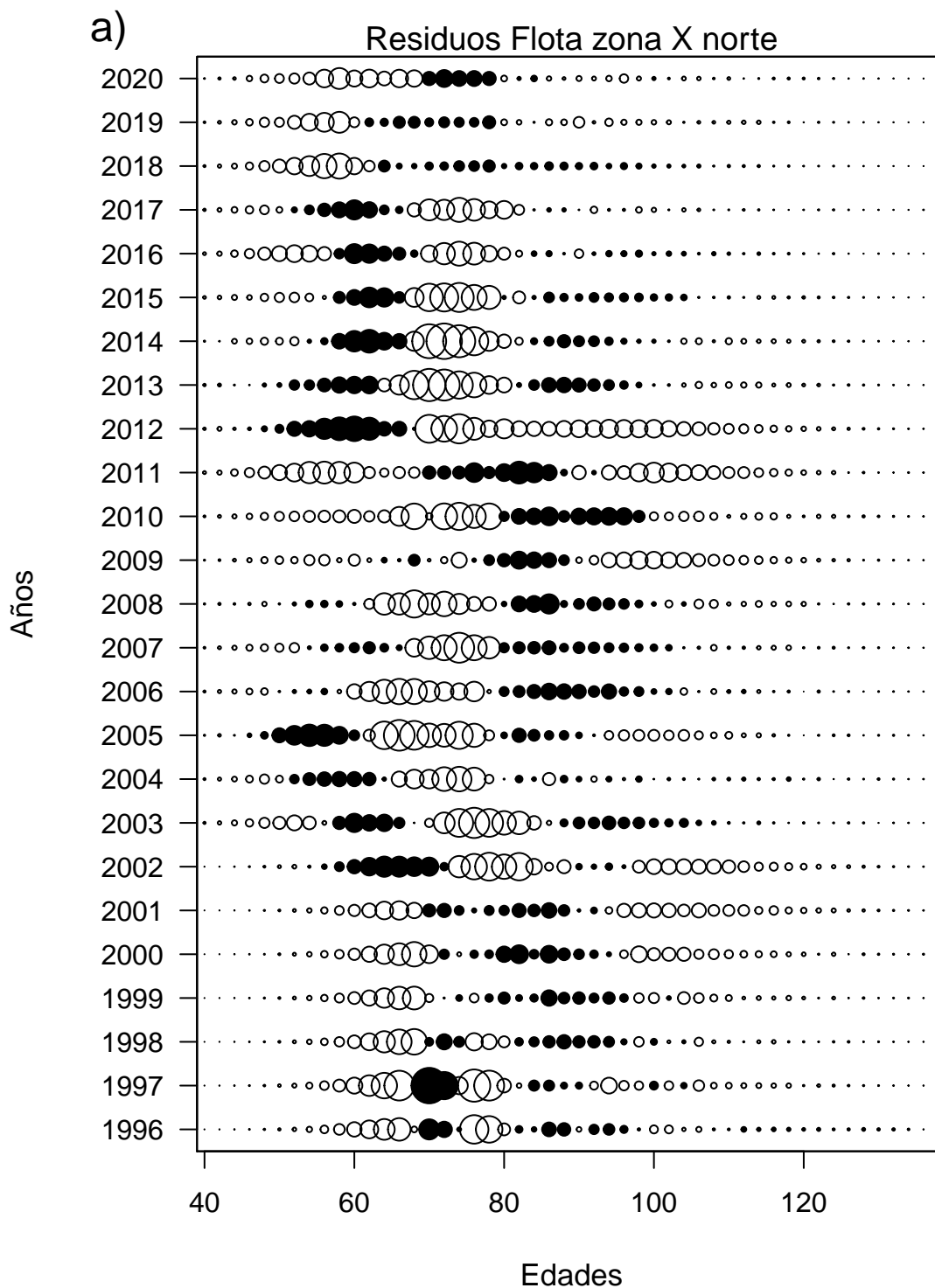


Figura 4. Residuos de la proporción de tallas de erizo de la zona X Norte

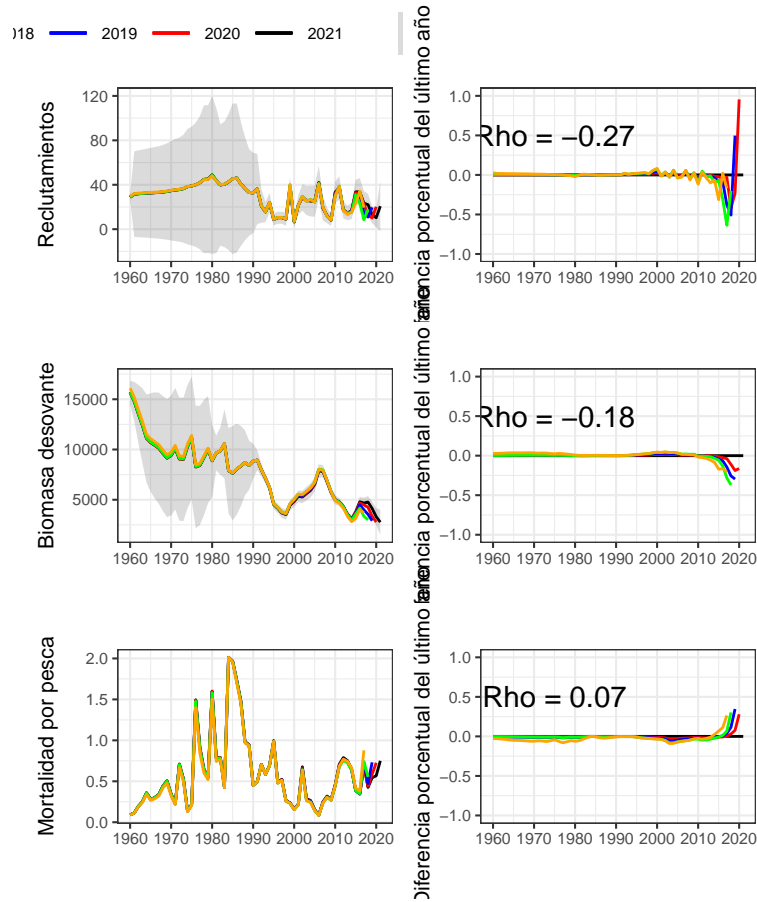


Figura 5. Patrón retrospectivo estándar (panel izquierdo) y relativo (panel derecho) de los reclutamientos

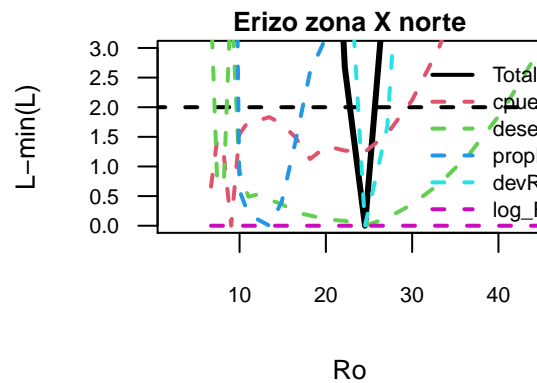


Figura 6. Perfil de verosimilitud erizo zona X norte



1.1.2. Análisis de residuos

1.1.3. Análisis retrospectivo

1.1.4. Perfil de verosimilitud

1.1.5. Análisis de sensibilidad***

a. Mortalidad natural

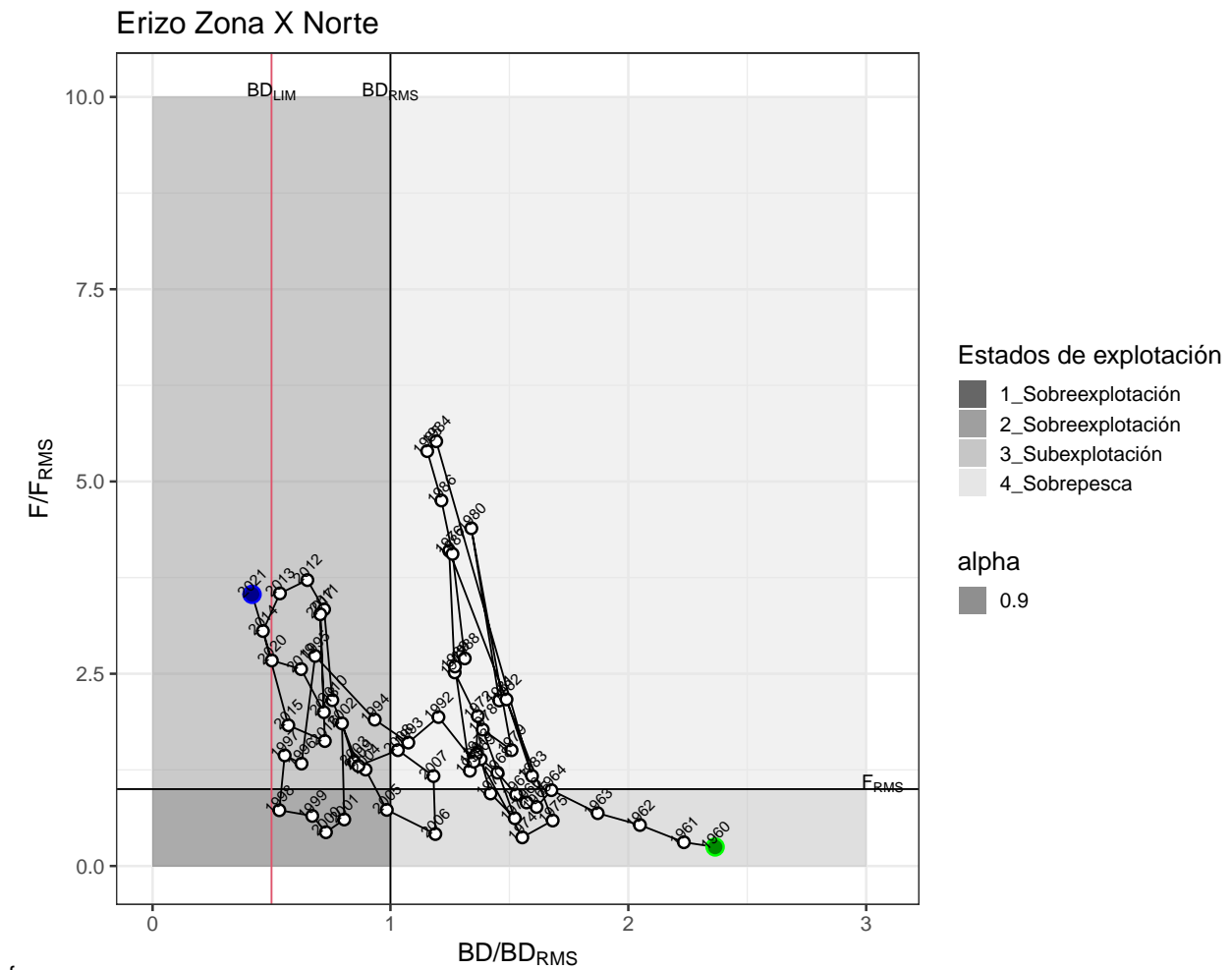
b. Longitud asintótica

1.2. Variables de estado

1.3. Puntos Biológicos de Referencia

1.4. Estatus del erizo de la zona norte de la Región de Los Lagos

\begin{figure}



{

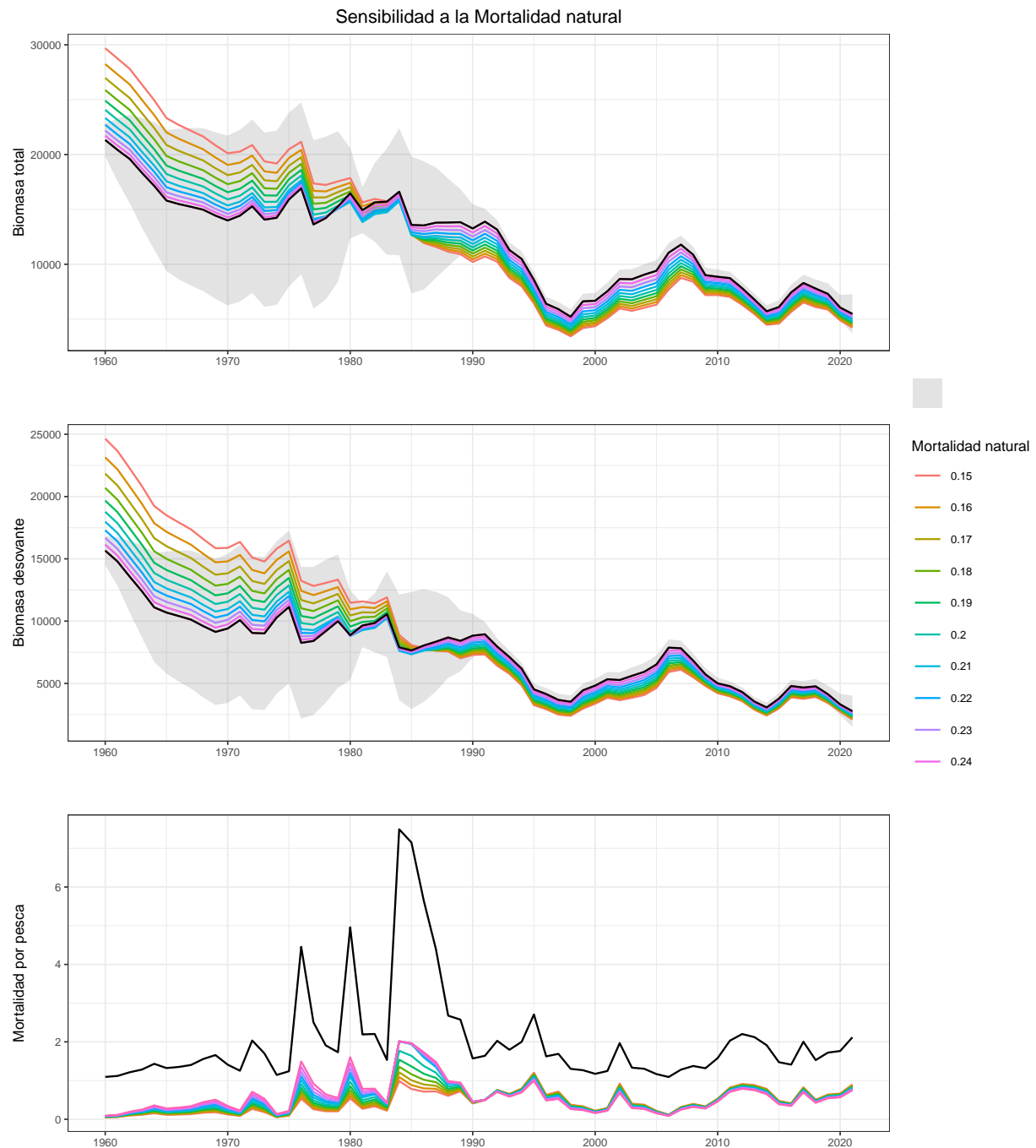
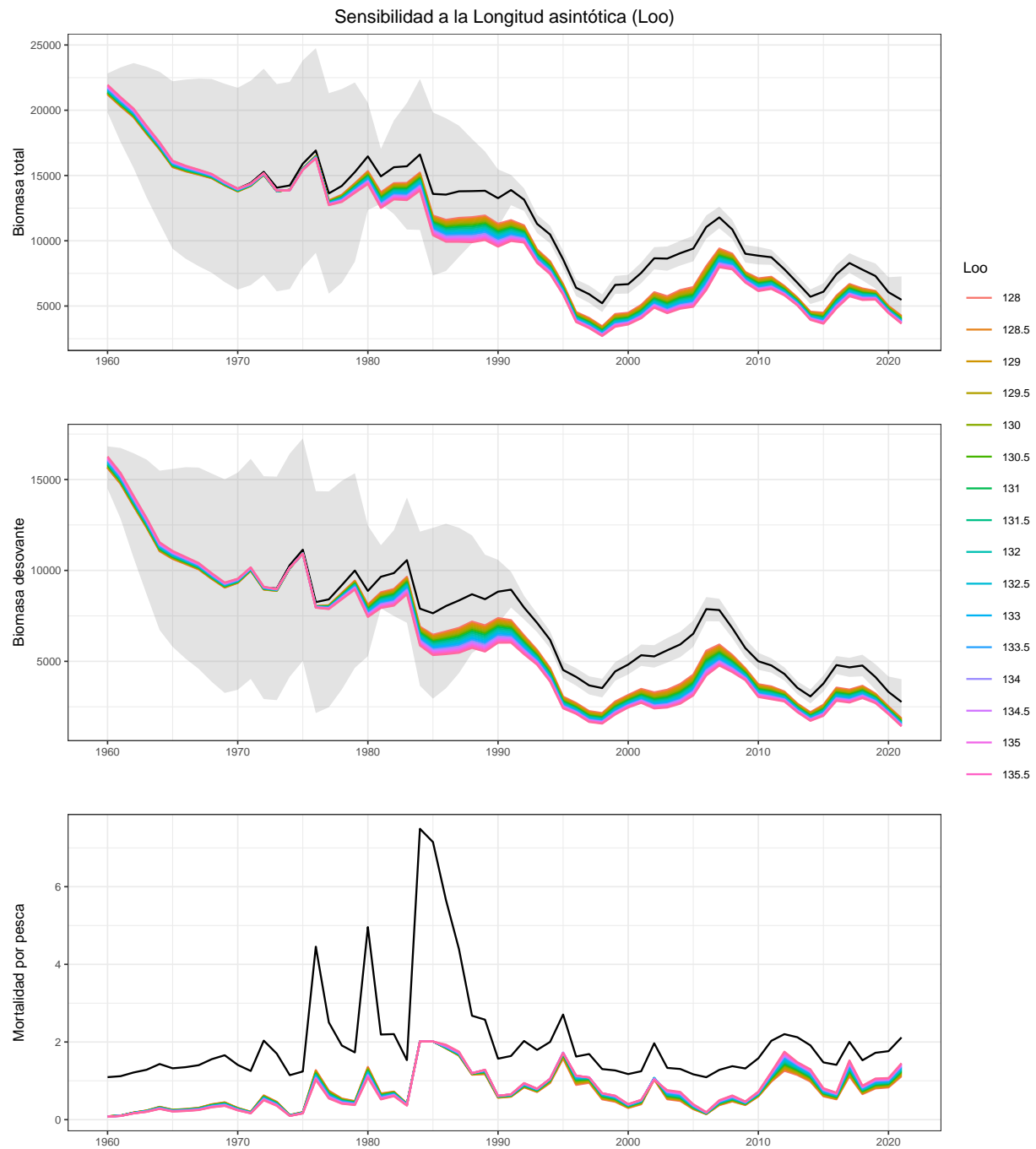


Figura 7. Análisis de sensibilidad de la Mortalidad natural de erizo de la zona norte. *La línea negra y zona sombreada corresponde a caso base (Loo = 119.85 mm y $M = 0.25 \text{ año}^{-1}$)*



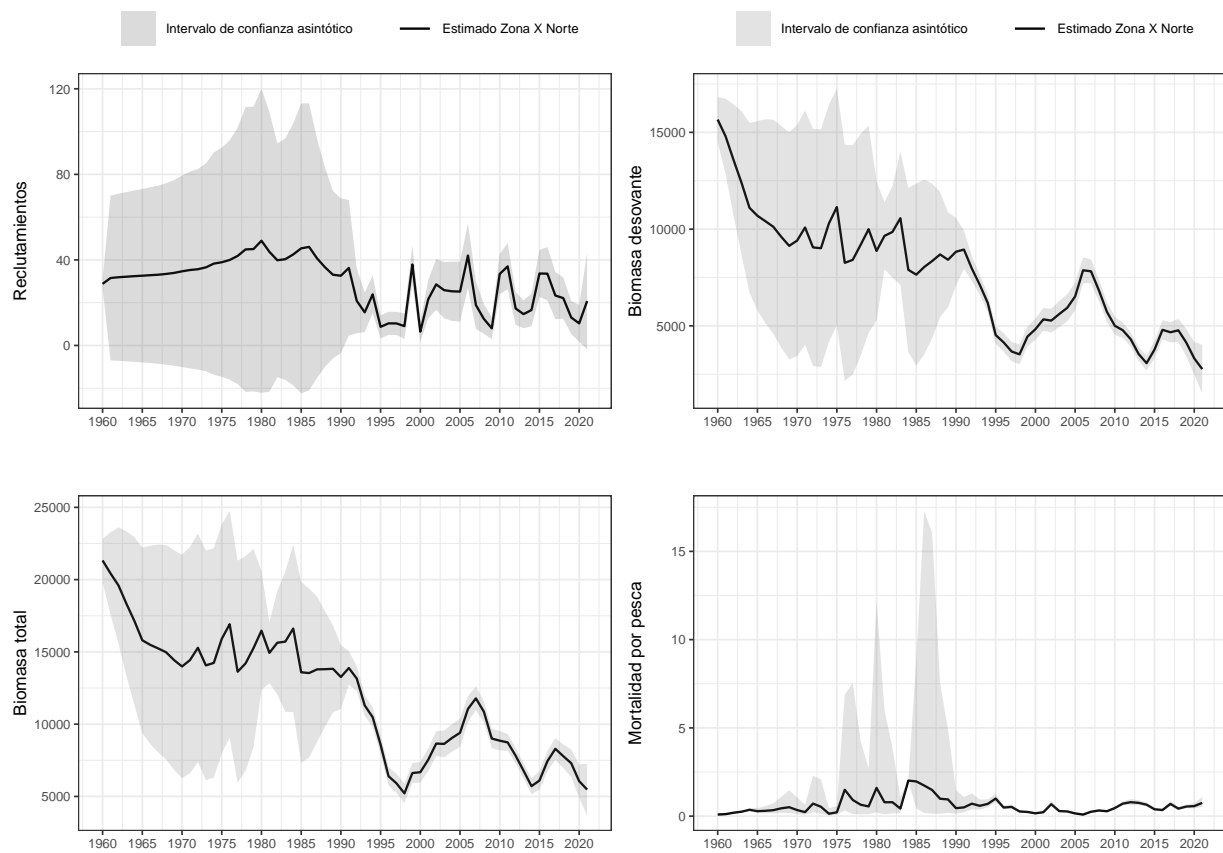


Figura 9. Variables de biomاسas totales, desovantes, reclutamientos y desvíos estimadas por el modelo para el erizo de la zona X Norte período 1960 - 2019.

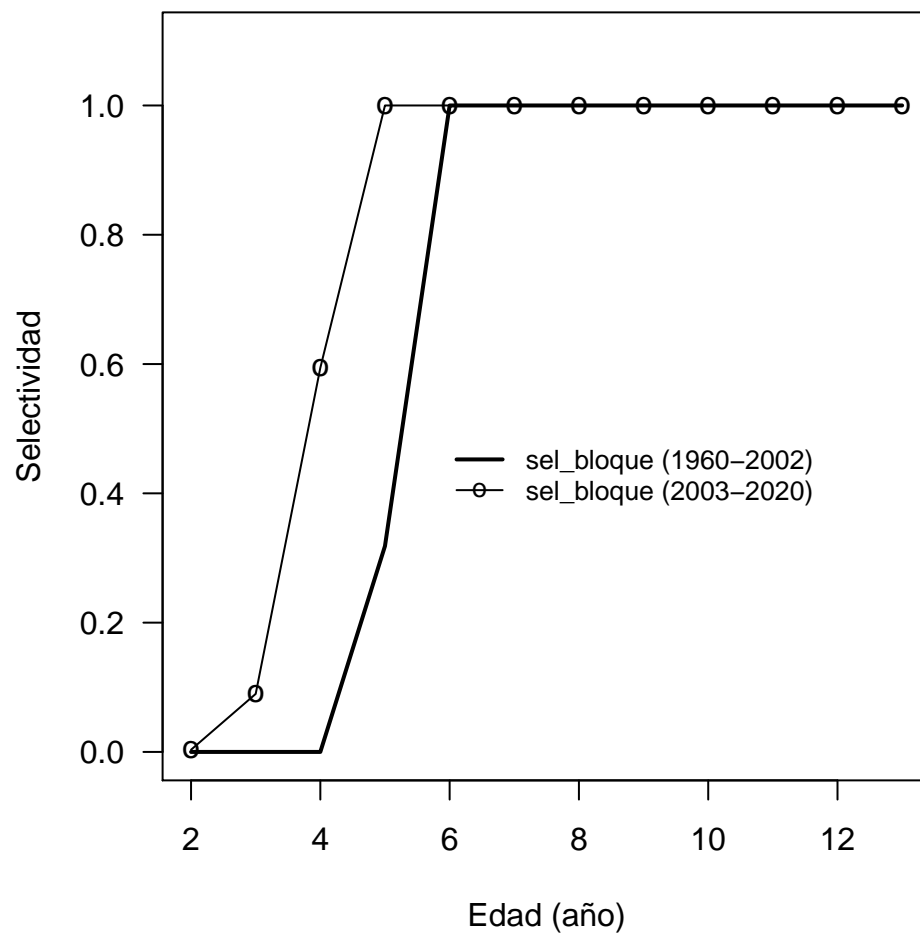


Figura 10. Selectividad de la flota de la Zona X Norte

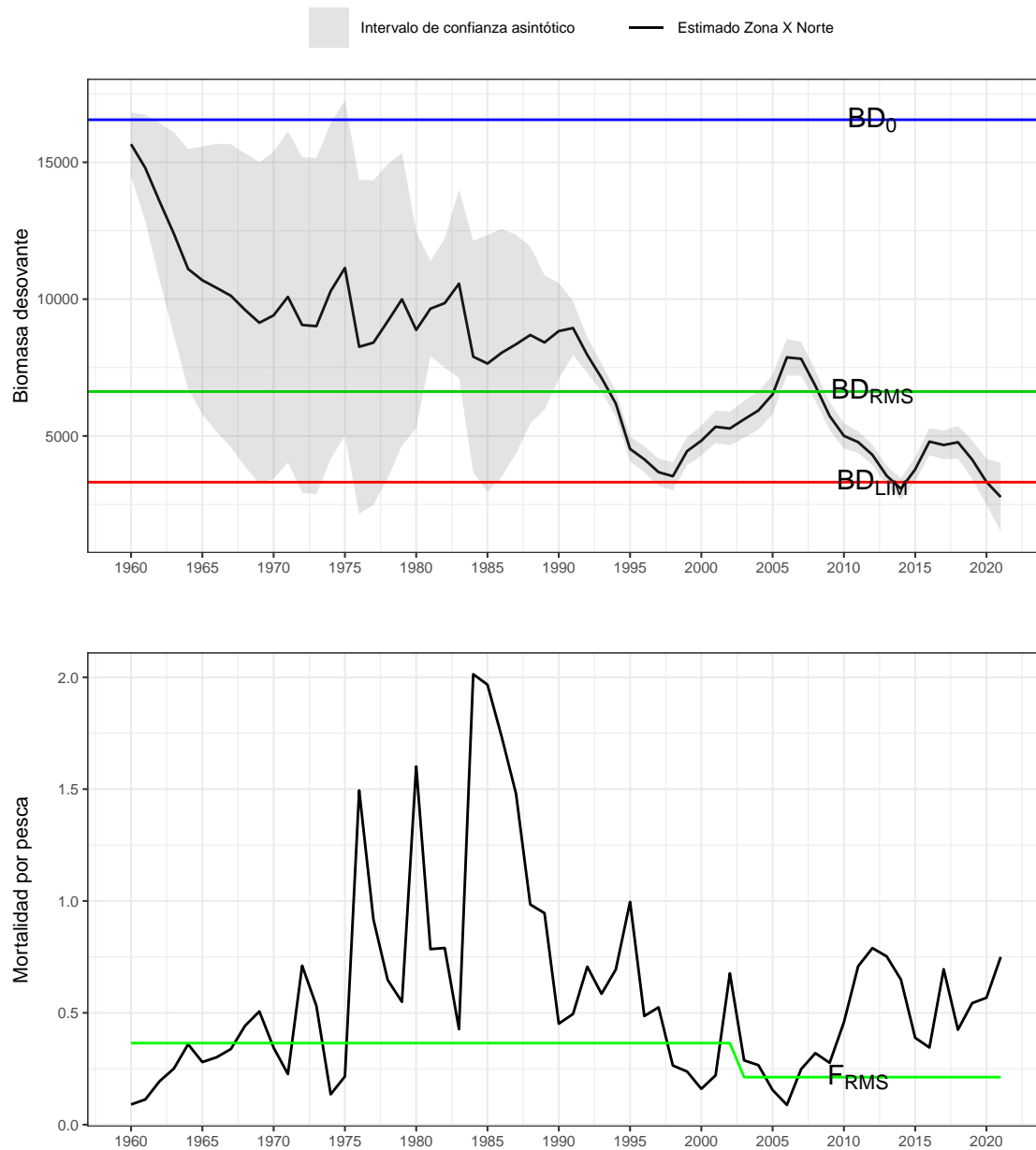


Figura 11. Puntos Biológicos de referencia de Erizo zona X Norte

Diagrama de fase propuesto para erizo zona X Norte. En el eje Y se presenta la razón entre el nivel de reducción de la biomasa desovante (BD) estimada en la evaluación de stock respecto de la biomasa objetivo (BD_{RMS}), la cual define el estatus de sub-explotación, plena explotación, sobreexplotación y colapso. El eje X representa la razón entre la mortalidad por pesca proveniente de la evaluación respecto del F40 % considerado objetivo para alcanzar el RMS (proxy), sobre la línea continua ($F/F_{RMS} > 1$), se define la condición de sobrepesca.

2 Erizo zona sur Región de Los Lagos

2.1. Diagnóstico del modelo

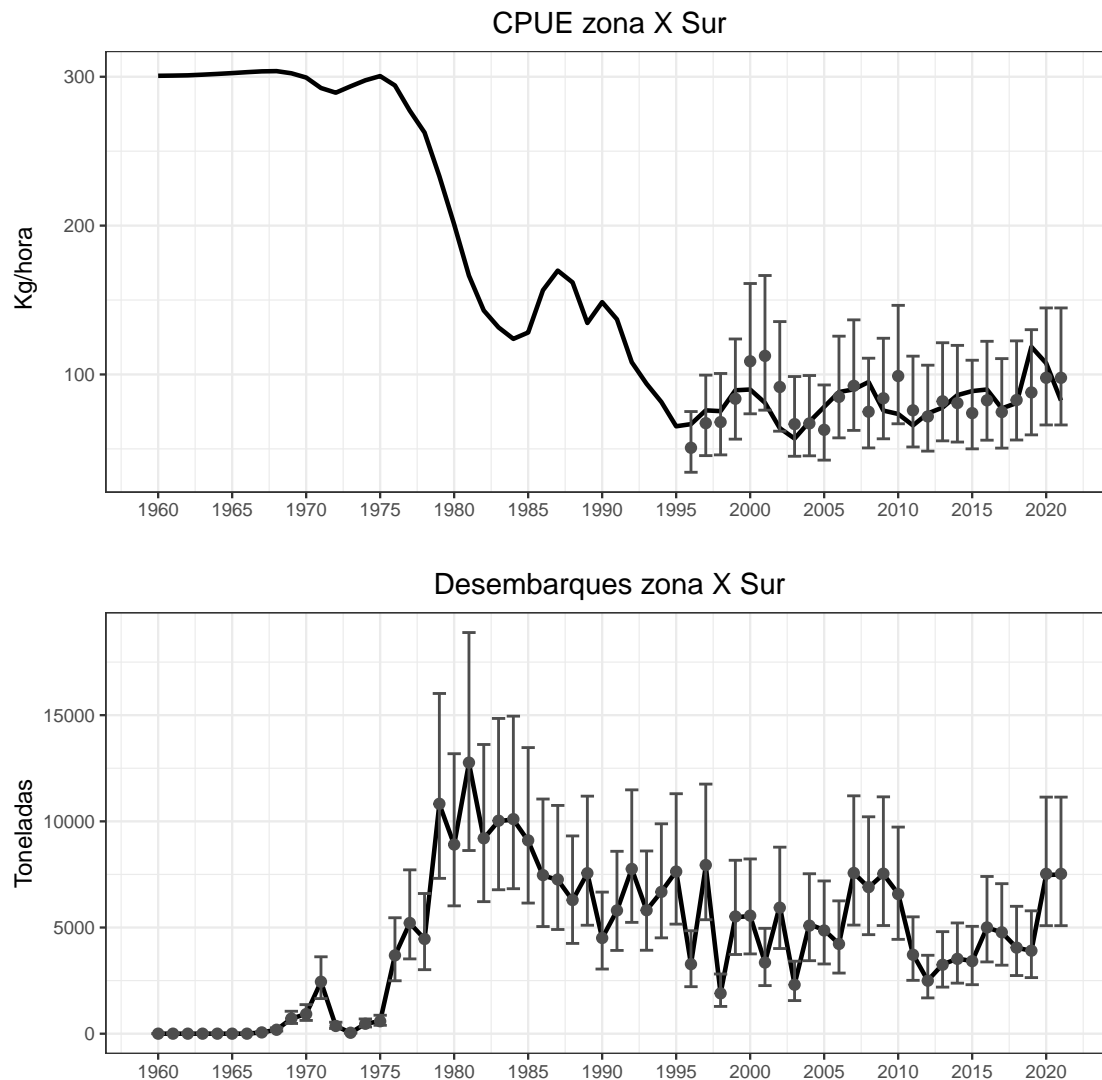


Figura 12. Ajuste del modelo a la información de CPUE, desembarque para el erizo de la zona X Sur. Los puntos representan a las observaciones junto a sus niveles de incertidumbre. La línea negra sólida muestra el valor estimado por el modelo

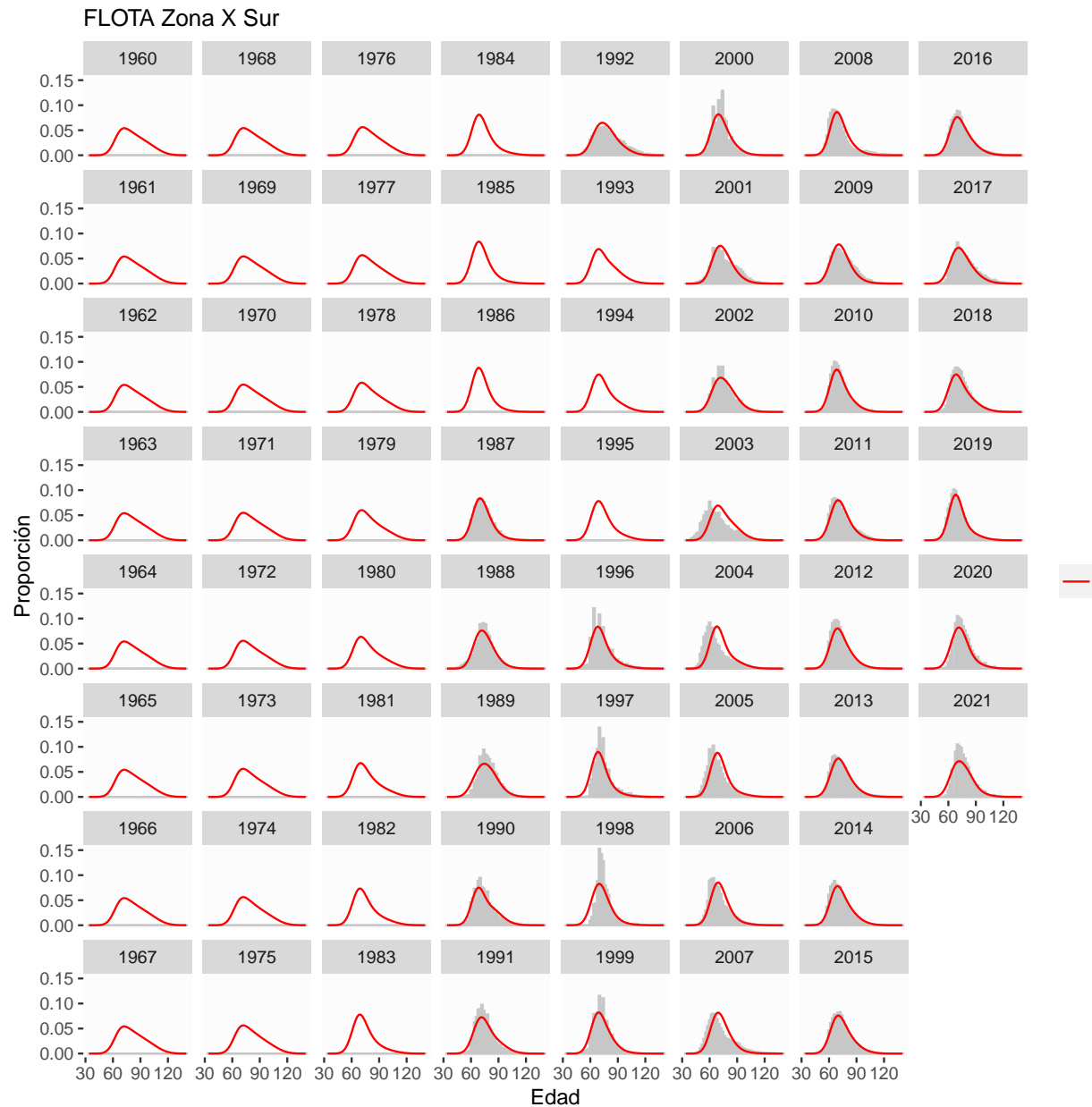


Figura 13. Ajustes de la proporción de tallas de erizo de la zona X Sur



2.1.1. Ajustes del modelo a los datos observados

2. Análisis de residuos de erizo zona X sur

3. Análisis retrospectivo de erizo zona X sur

4. Perfil de verosimilitud de erizo zona X sur

5. Análisis de sensibilidad a. Mortalidad natural

b. Longitud asintótica

Variables de estado de erizo Zona X sur.

Puntos Biológicos de Referencia

Indicadores del estatus

Estatus del erizo de la zona sur de la Región de Los Lagos

6.1.3. Erizo Región de Aysén

Diagnóstico del modelo

1. Ajustes del modelo a los datos observados

2. Análisis de residuos de erizo zona XI

3. Análisis retrospectivo de erizo zona XI

4. Perfil de verosimilitud de erizo zona XI

5. Análisis de sensibilidad de erizo zona XI a. Mortalidad natural

b. Longitud asintótica

Variables de estado

Puntos Biológicos de Referencia

Indicadores del estatus

Estatus del erizo de la Región de Aysén

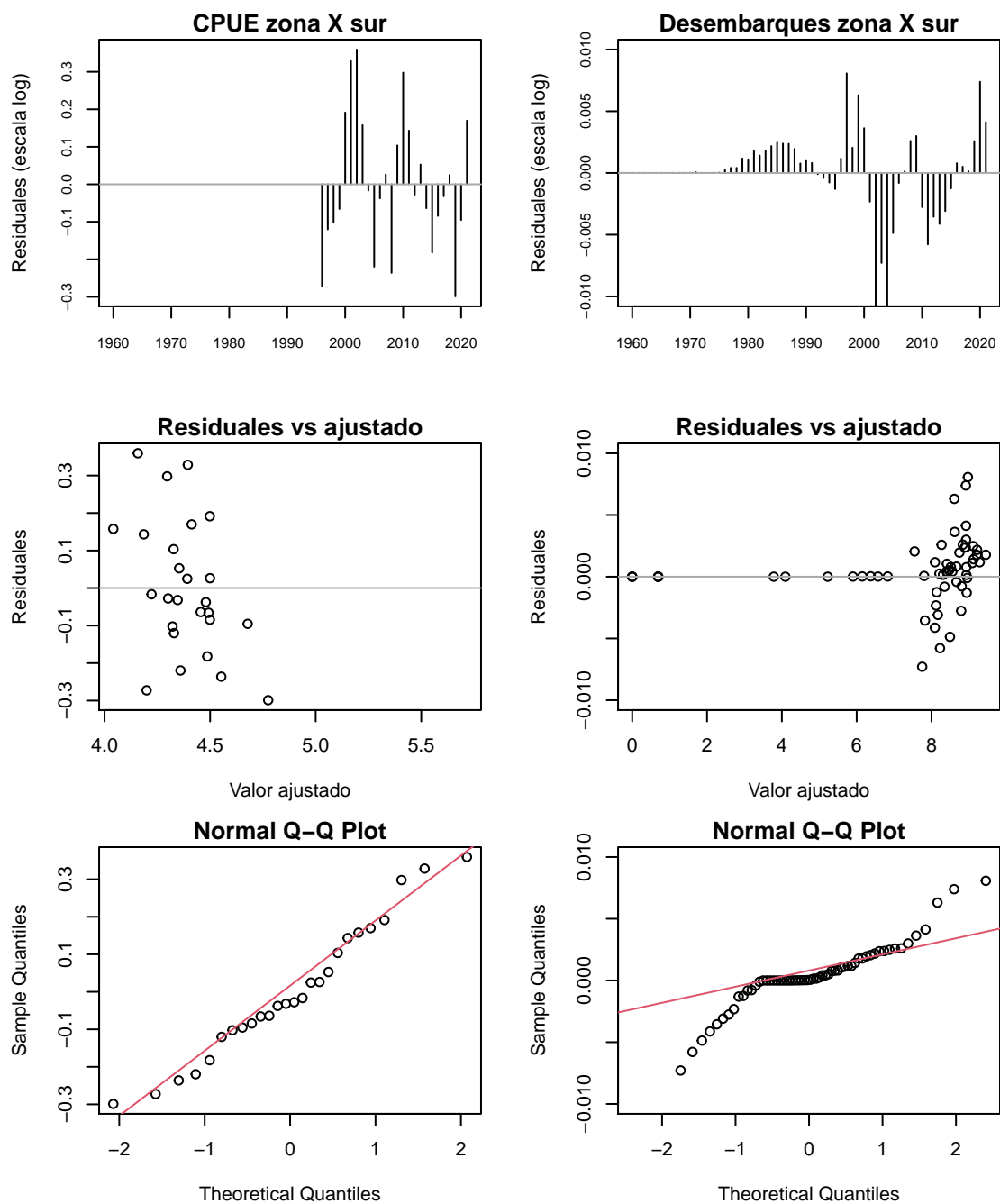


Figura 14. Residuos de la CPUE y desembarques de erizo de la zona X Sur

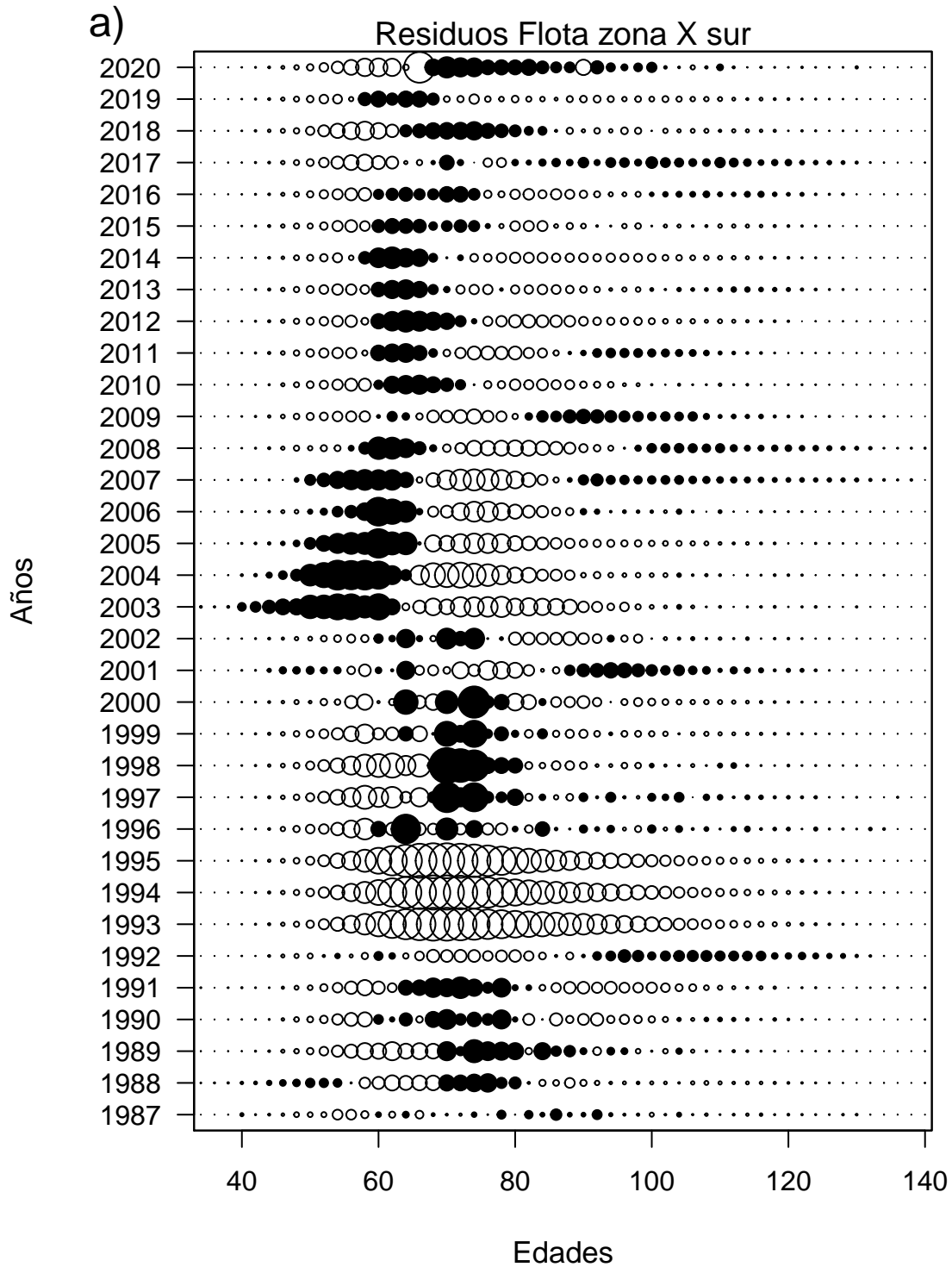


Figura 15. Residuos de la proporción de tallas de erizo de la zona X sur

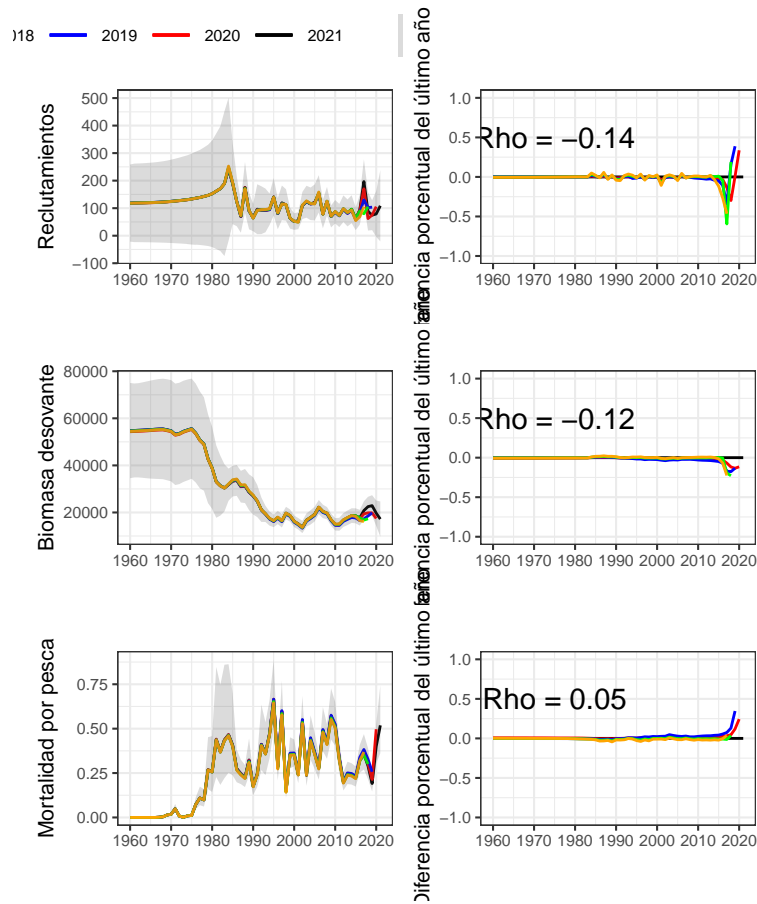


Figura 16. Patrón retrospectivo estándar (panel izquierdo) y relativo (panel derecho) de los reclutamientos

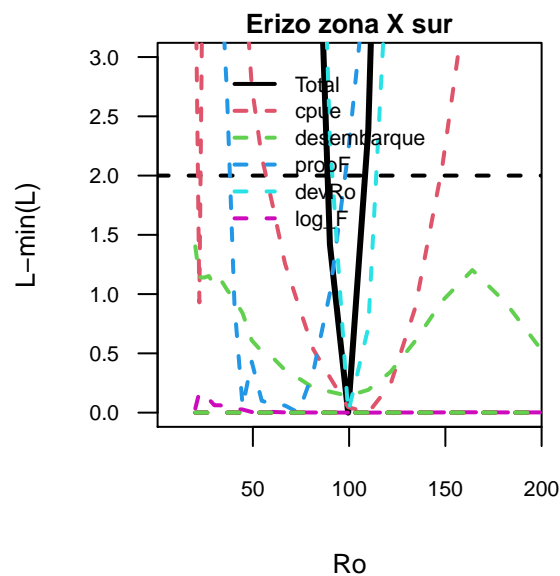


Figura 17. Perfil de verosimilitud erizo zona X sur

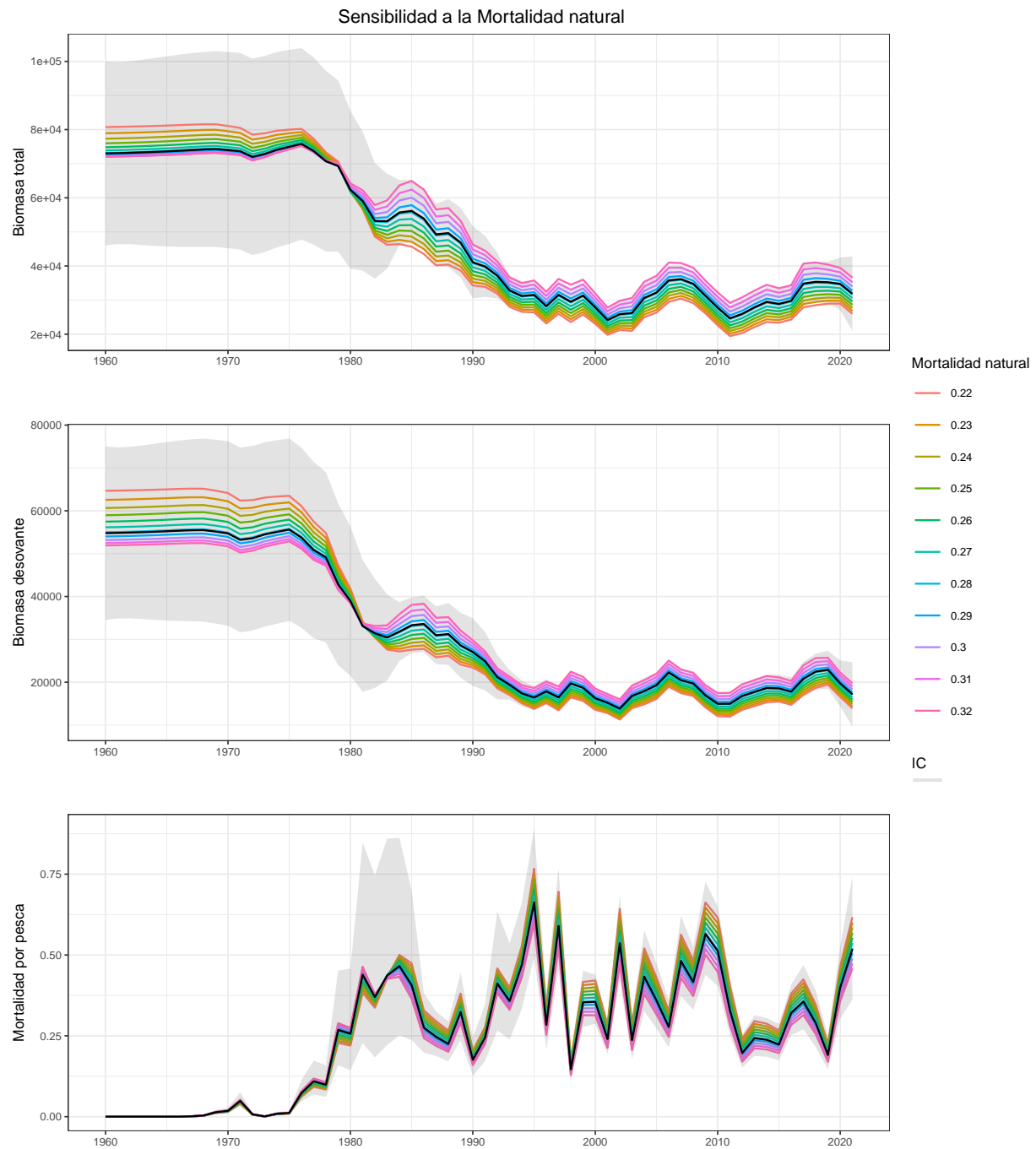


Figura 18. Análisis de sensibilidad de la Mortalidad natural de erizo de la zona X sur. *La línea negra y zona sombreada corresponde a caso base (Loo = 119.85 mm y M = 0.282 año⁻¹)*

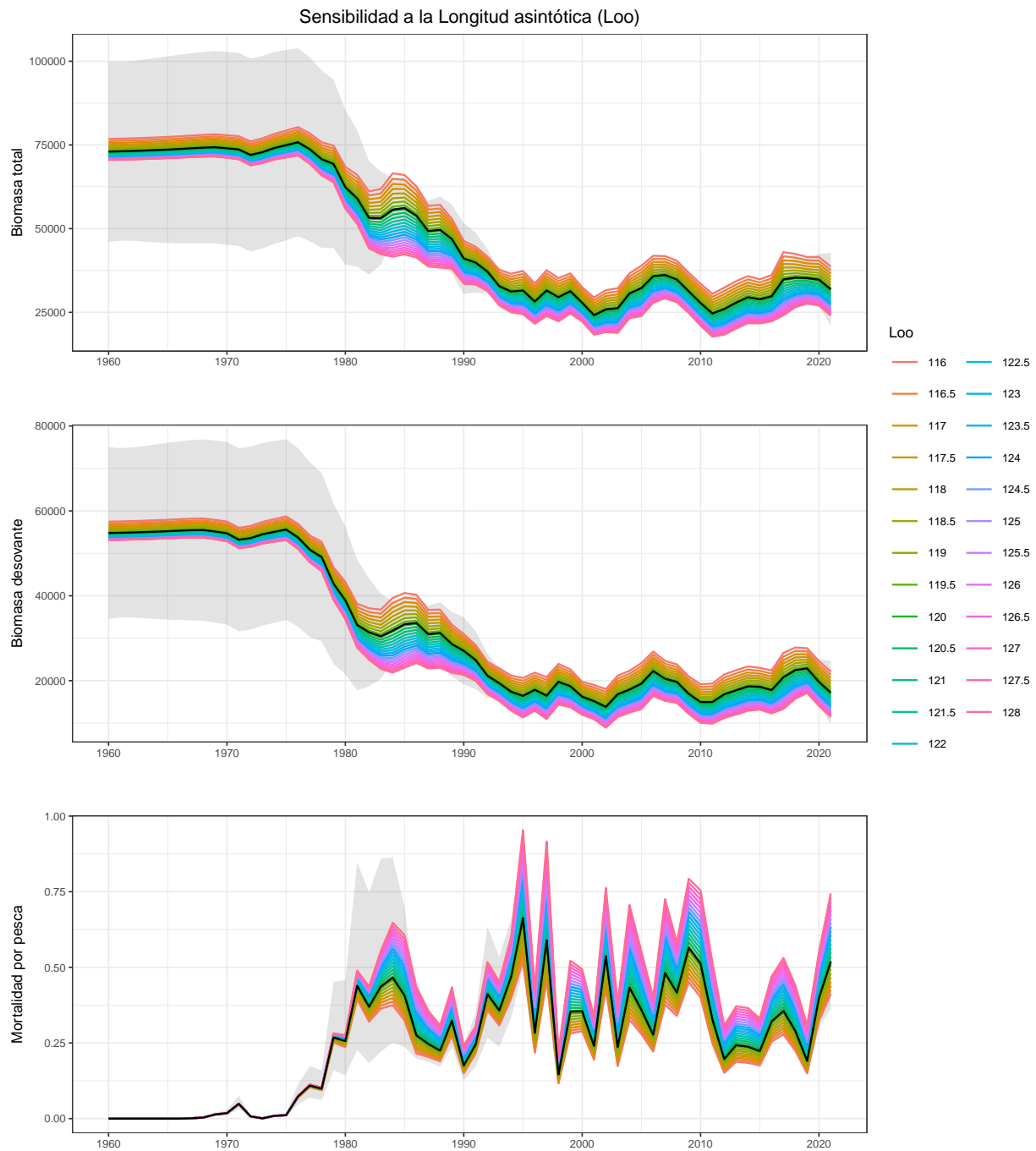


Figura 19. Análisis de sensibilidad del rango de L_{oo} de erizo de la zona X sur. *La línea negra y zona sombreada corresponde a caso base (L_{oo} = 119.85 mm y M = 0.282 año⁻¹)*

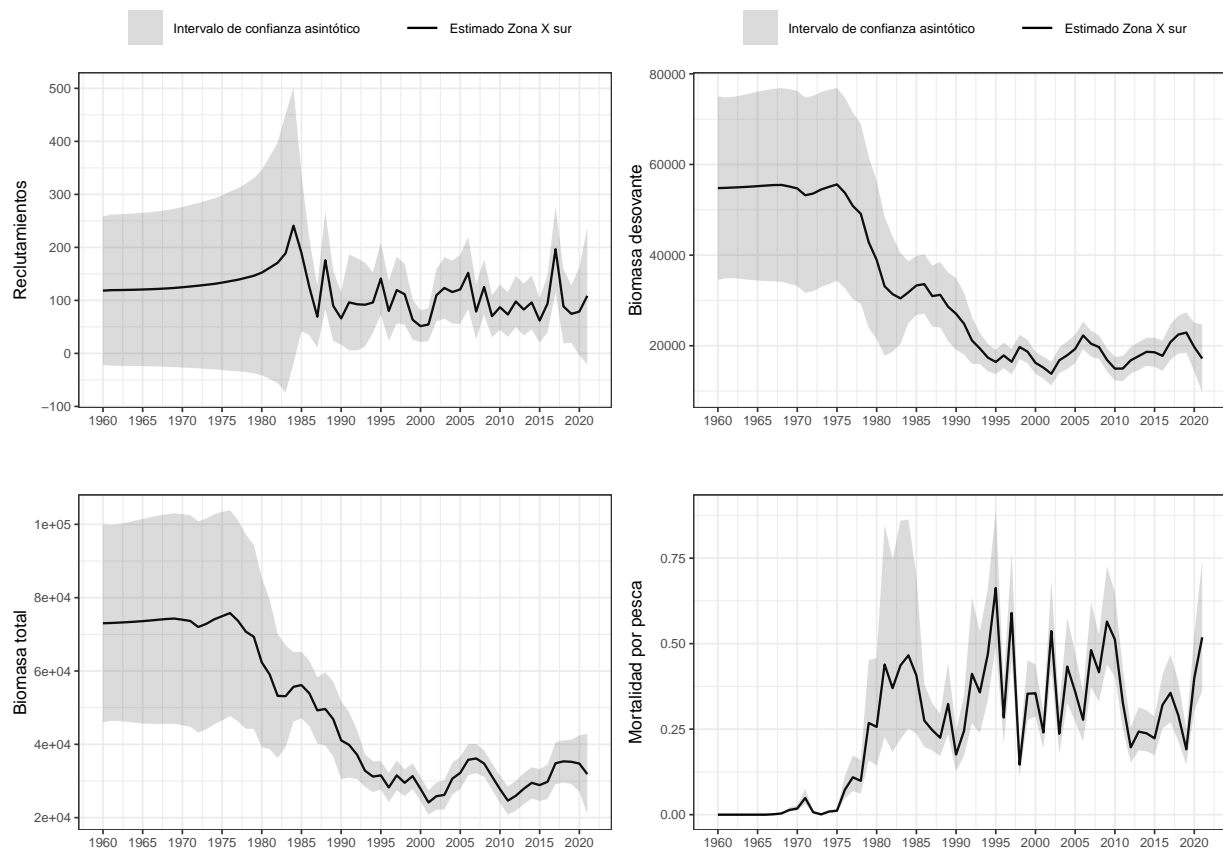


Figura 20. Variables poblacionales de Erizo zona X Sur

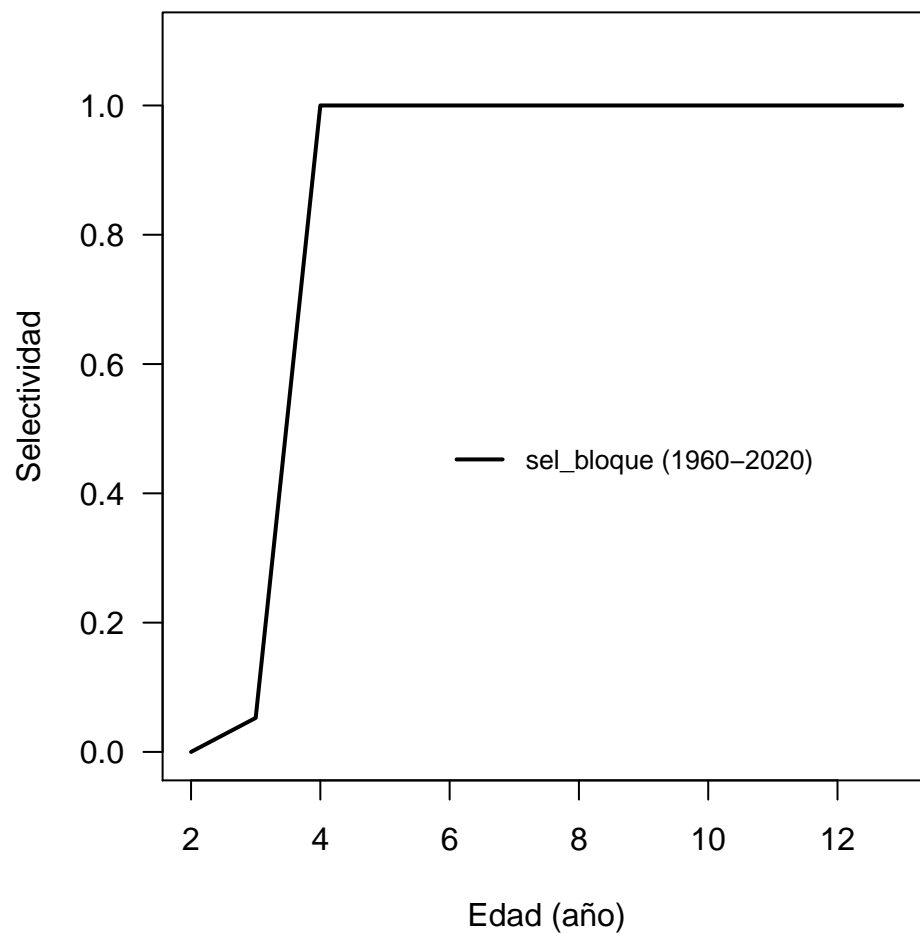


Figura 21. Selectividad de la flota de la Zona X sur

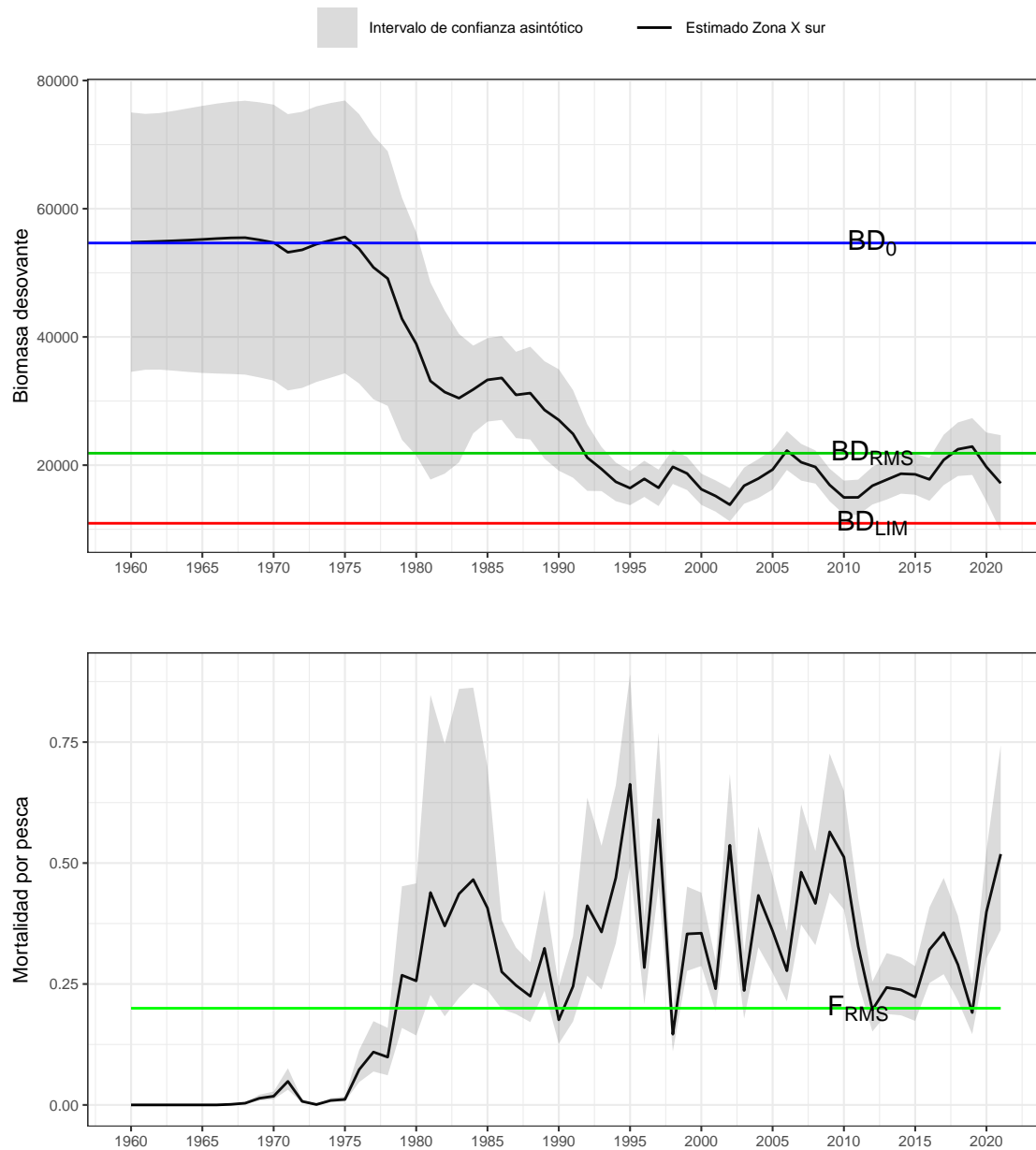
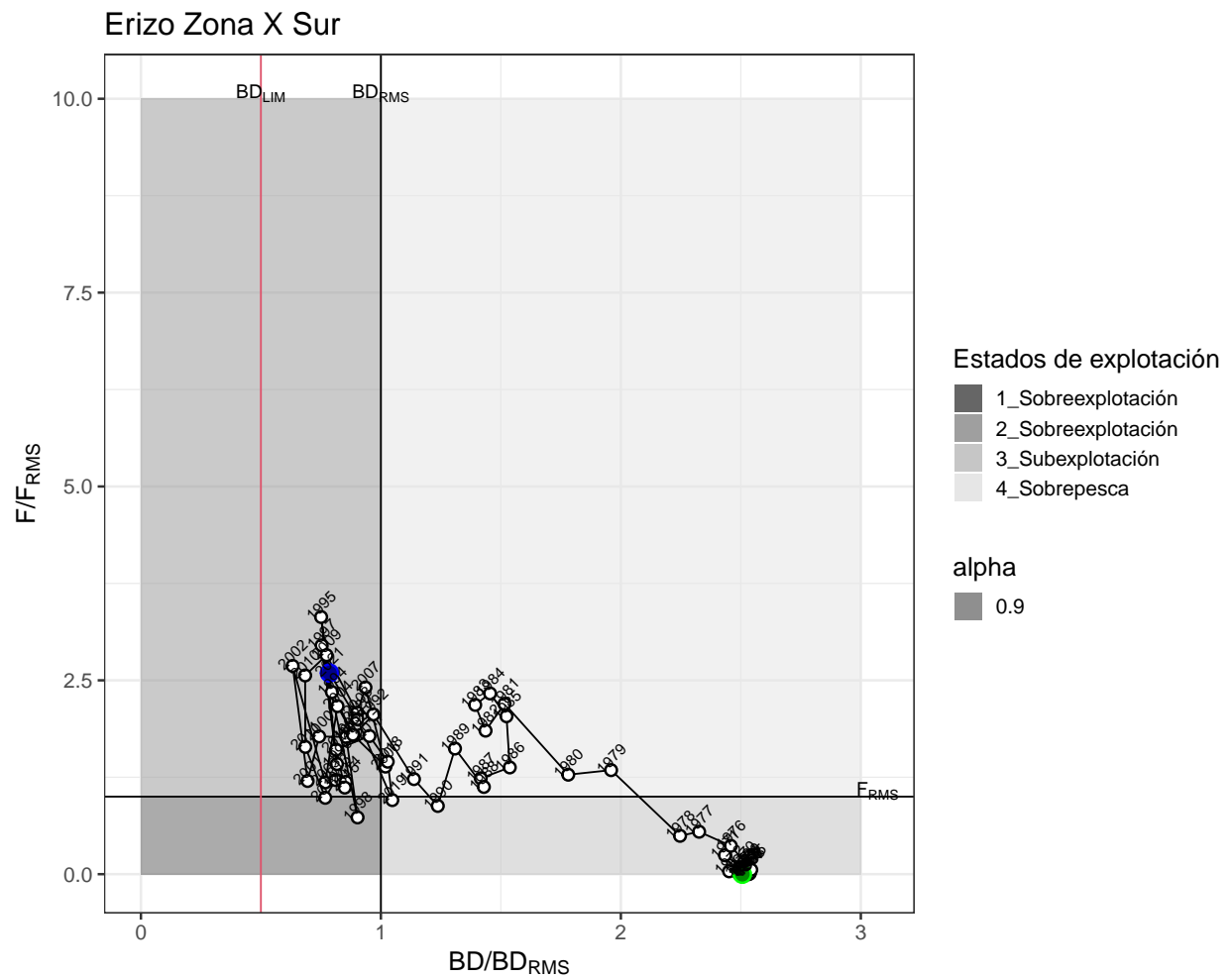


Figura 22. Puntos Biológicos de referencia de Erizo zona X Sur



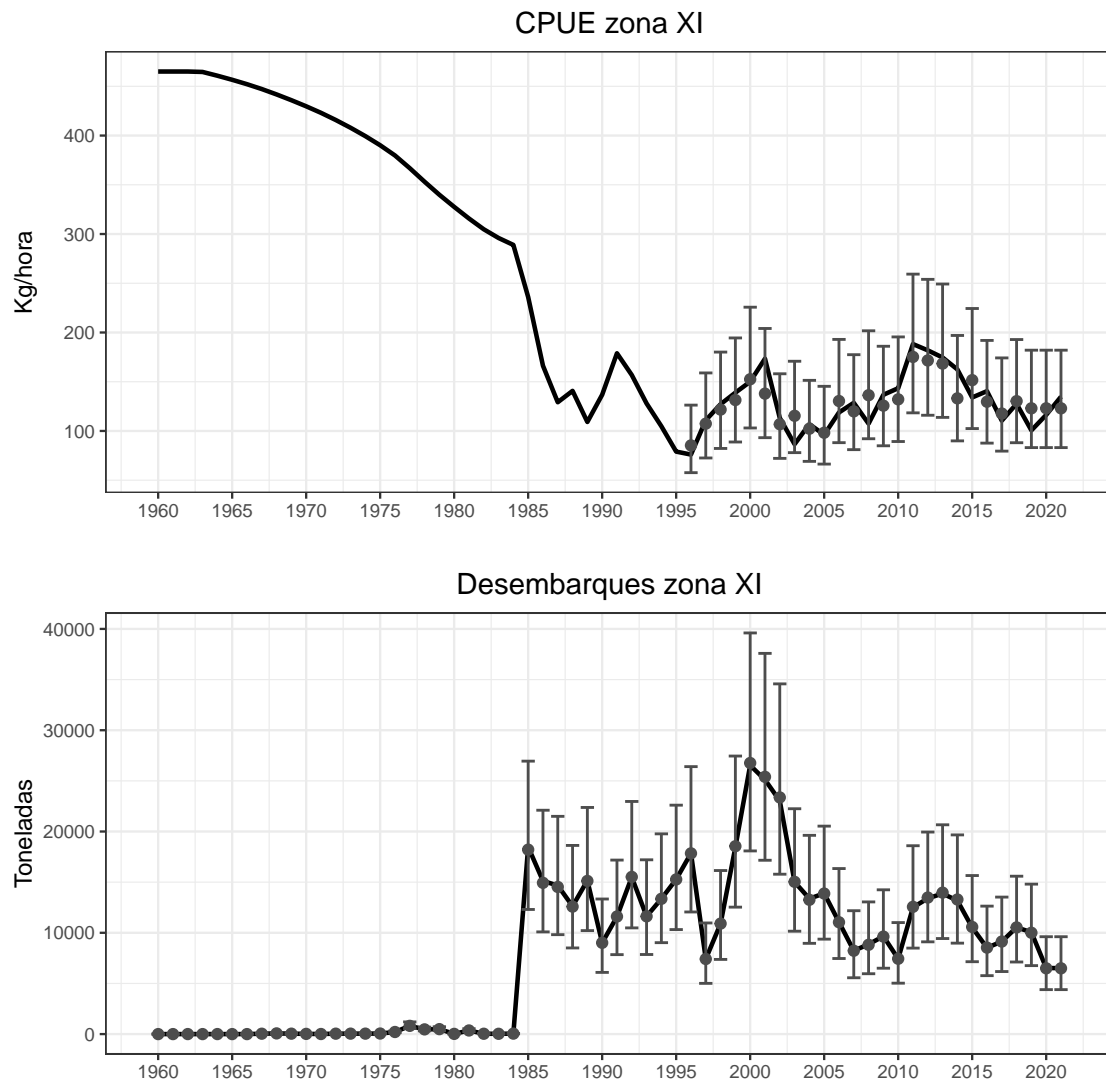


Figura 24. Ajuste del modelo a la información de CPUE, desembarque para el erizo de la zona X Sur. Los puntos representan a las observaciones junto a sus niveles de incertidumbre. La línea negra sólida muestra el valor estimado por el modelo

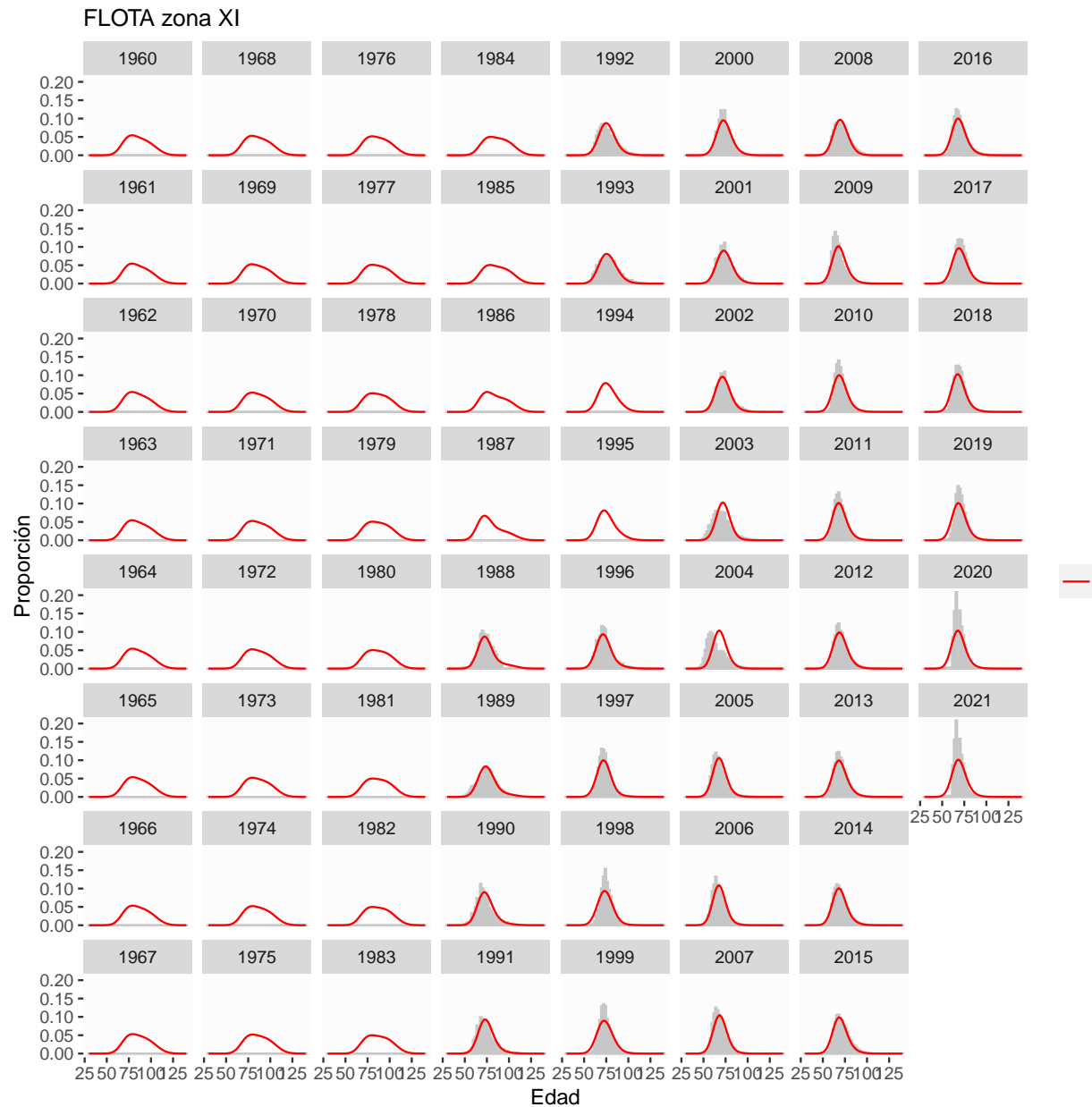


Figura 25. Ajustes de la proporción de tallas de erizo de la zona XI

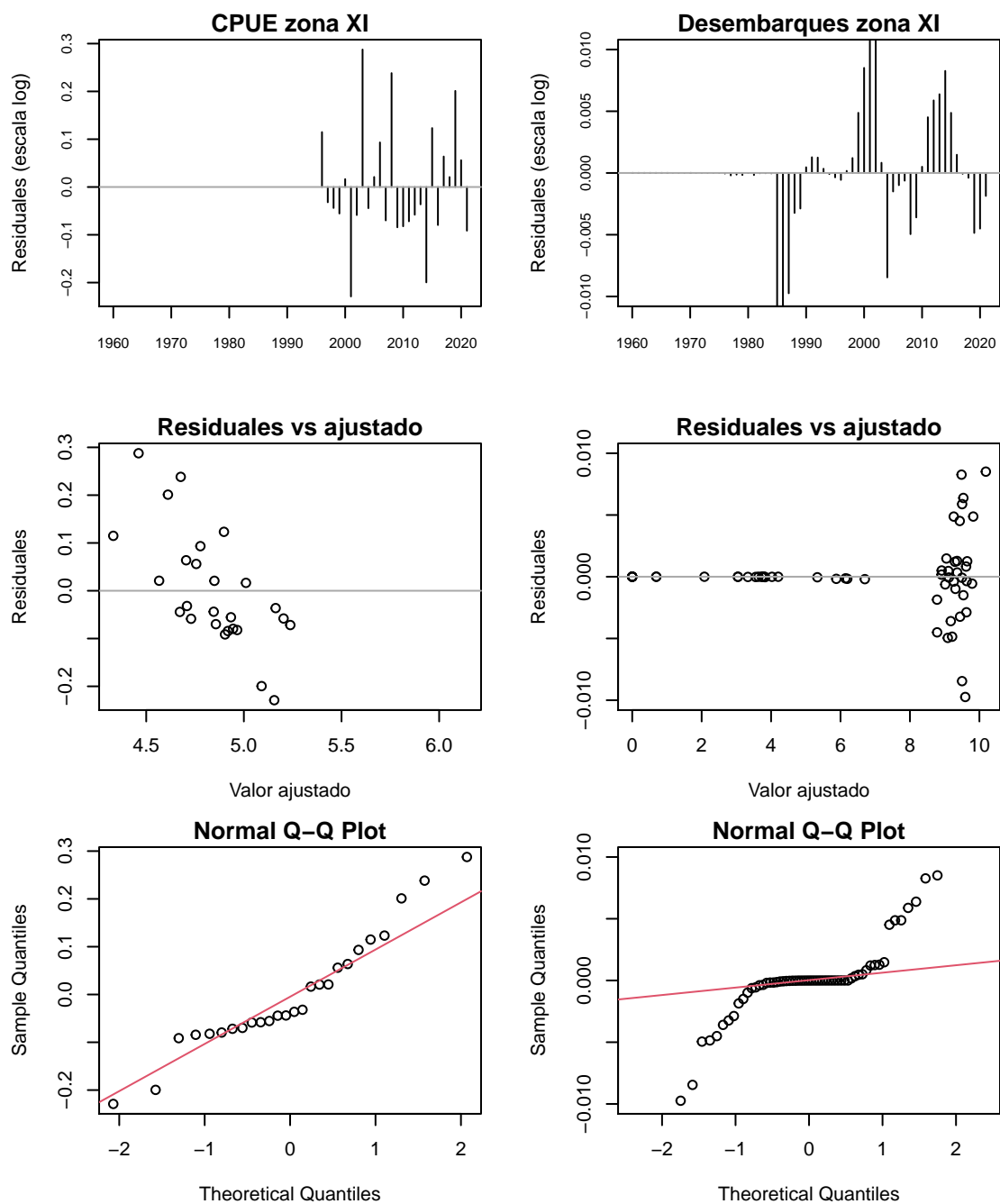


Figura 26. Residuos de la CPUE y desembarques de erizo de la zona XI

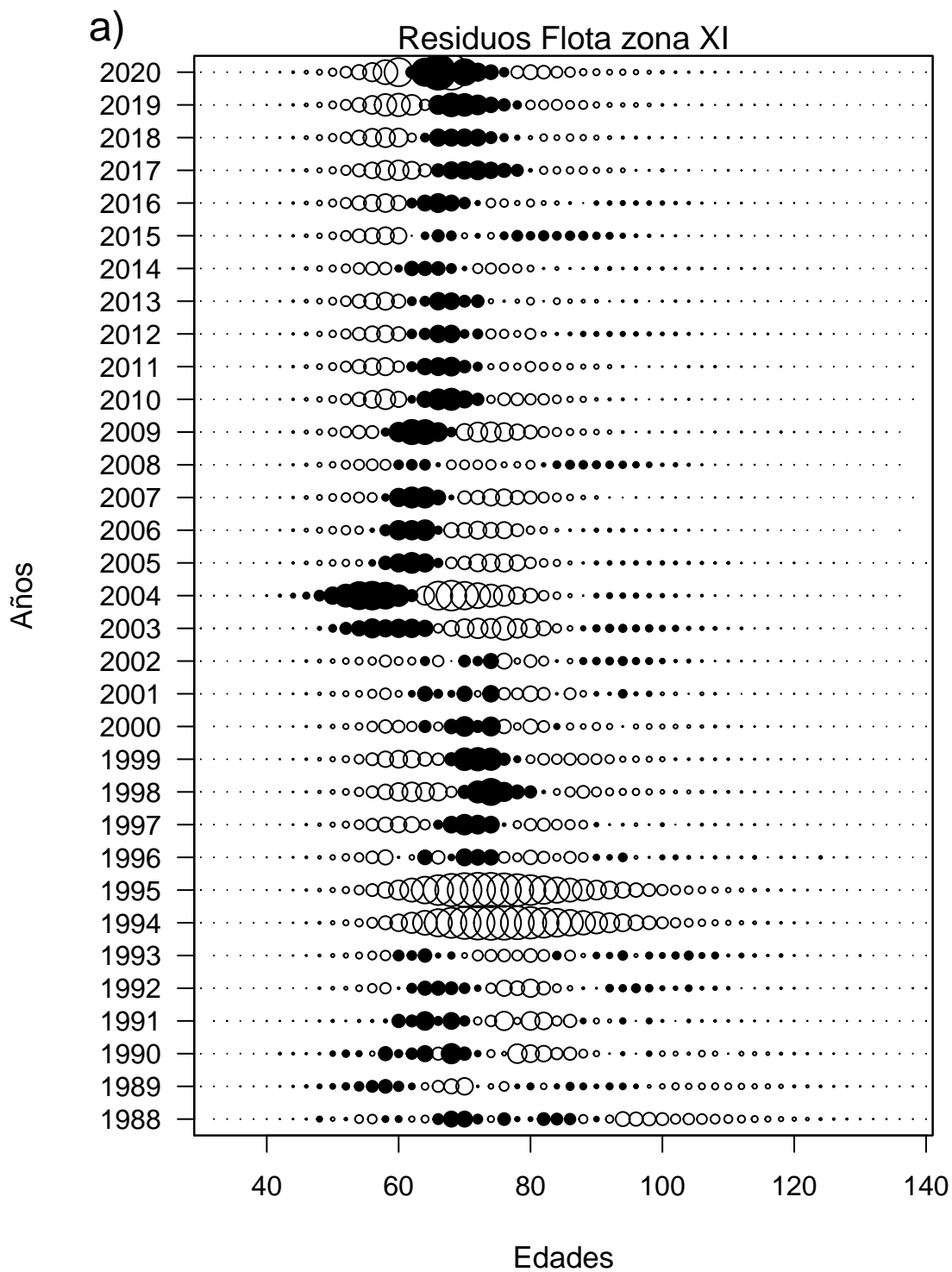


Figura 27. Residuos de la proporción de tallas de erizo de la zona XI

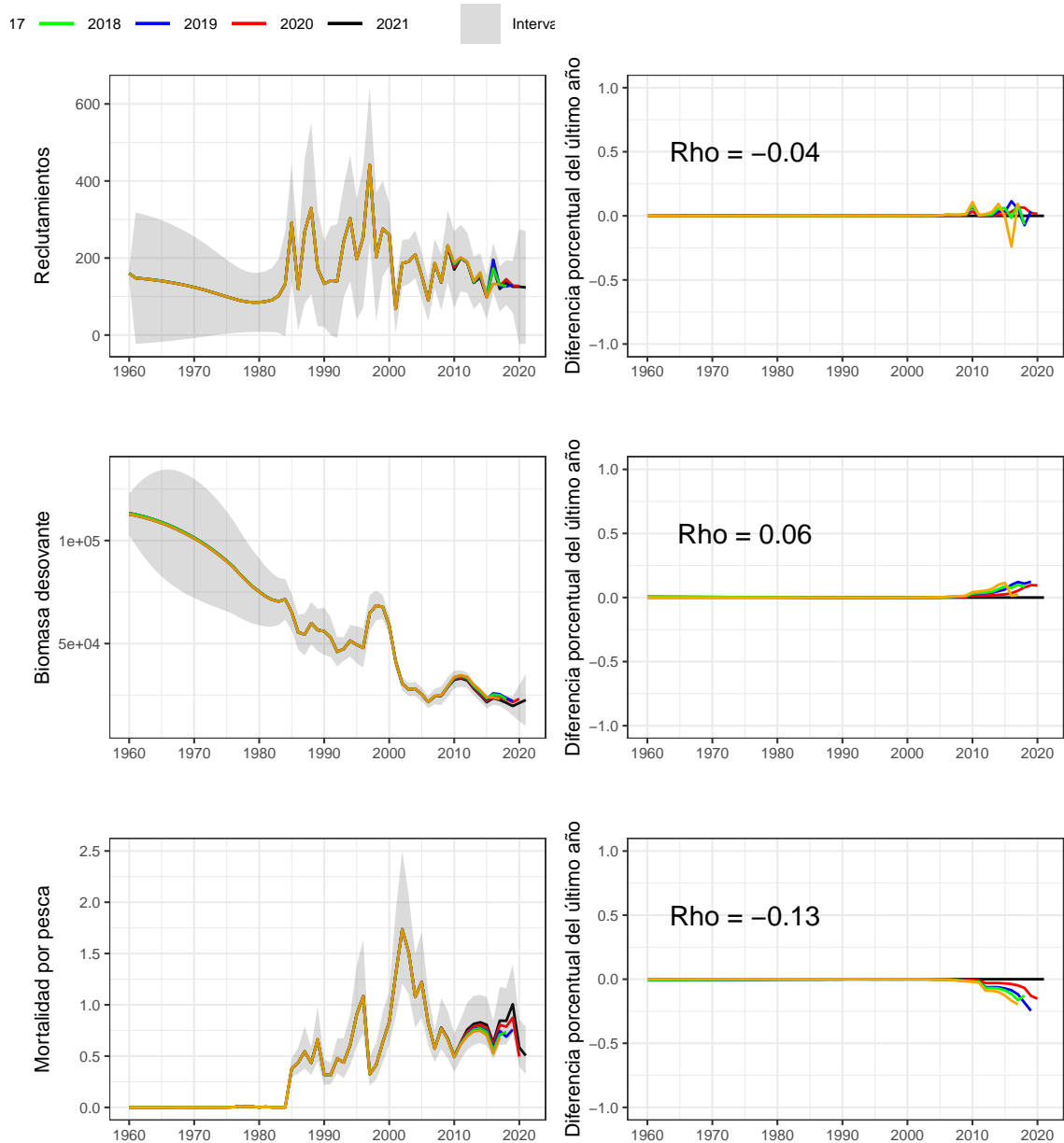


Figura 28. Patrón retrospectivo estándar (panel izquierdo) y relativo (panel derecho) de los reclutamientos

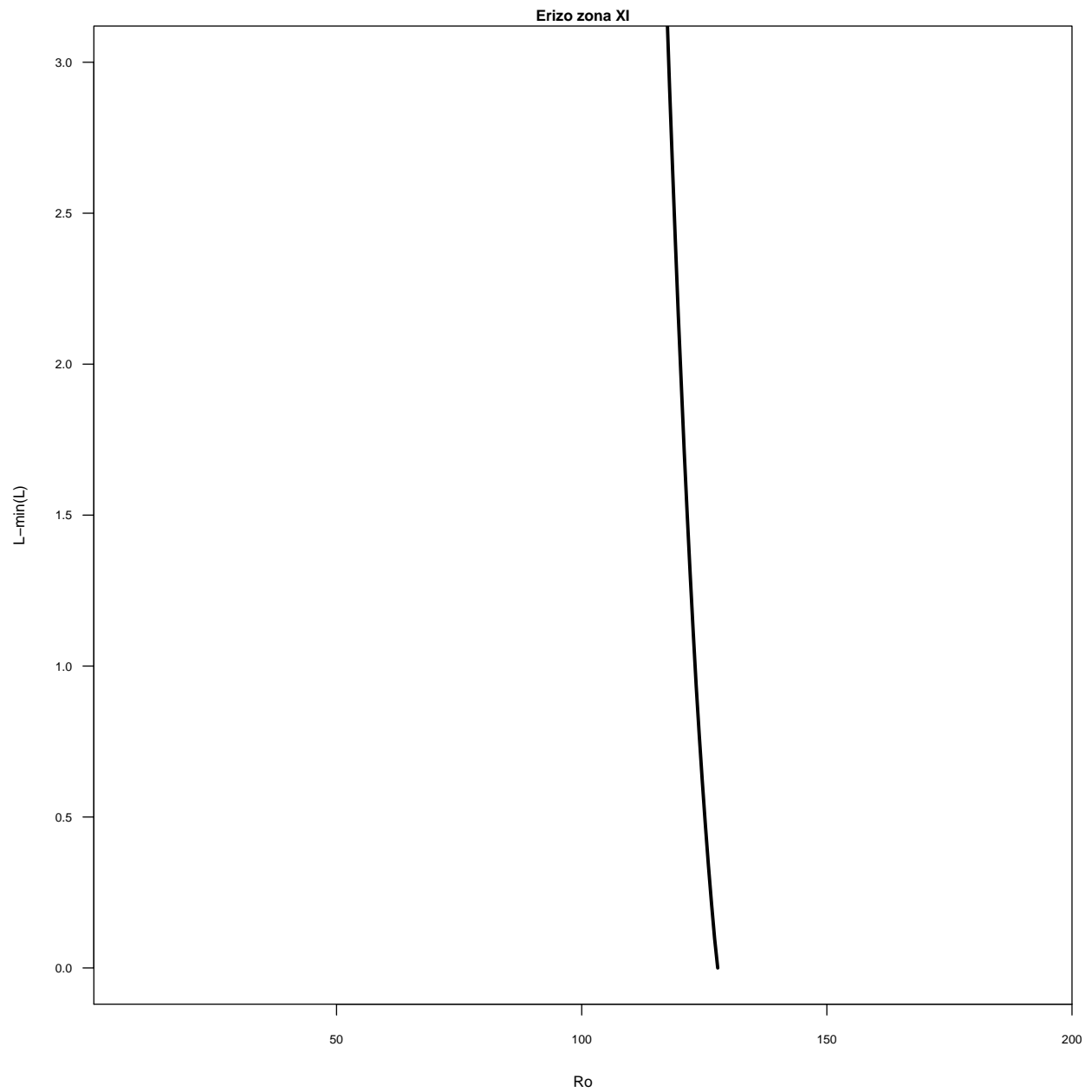


Figura 29. Perfil de verosimilitud erizo zona XI

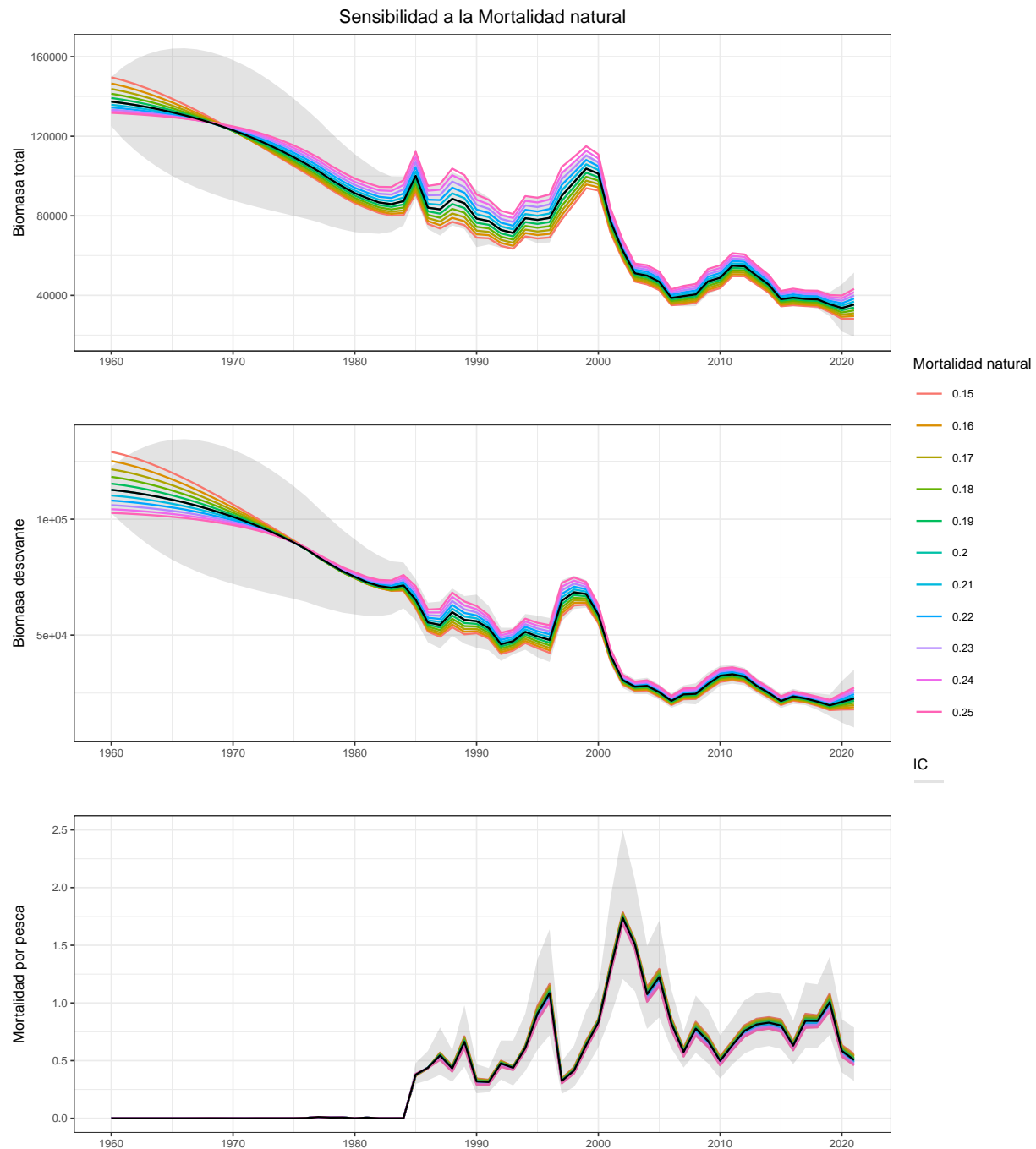


Figura 30. Análisis de sensibilidad de la Mortalidad natural de erizo de la zona XI. *La línea negra y zona sombreada corresponde a caso base ($L_{00} = 132.8$ mm y $M = 0.20$ año⁻¹)*

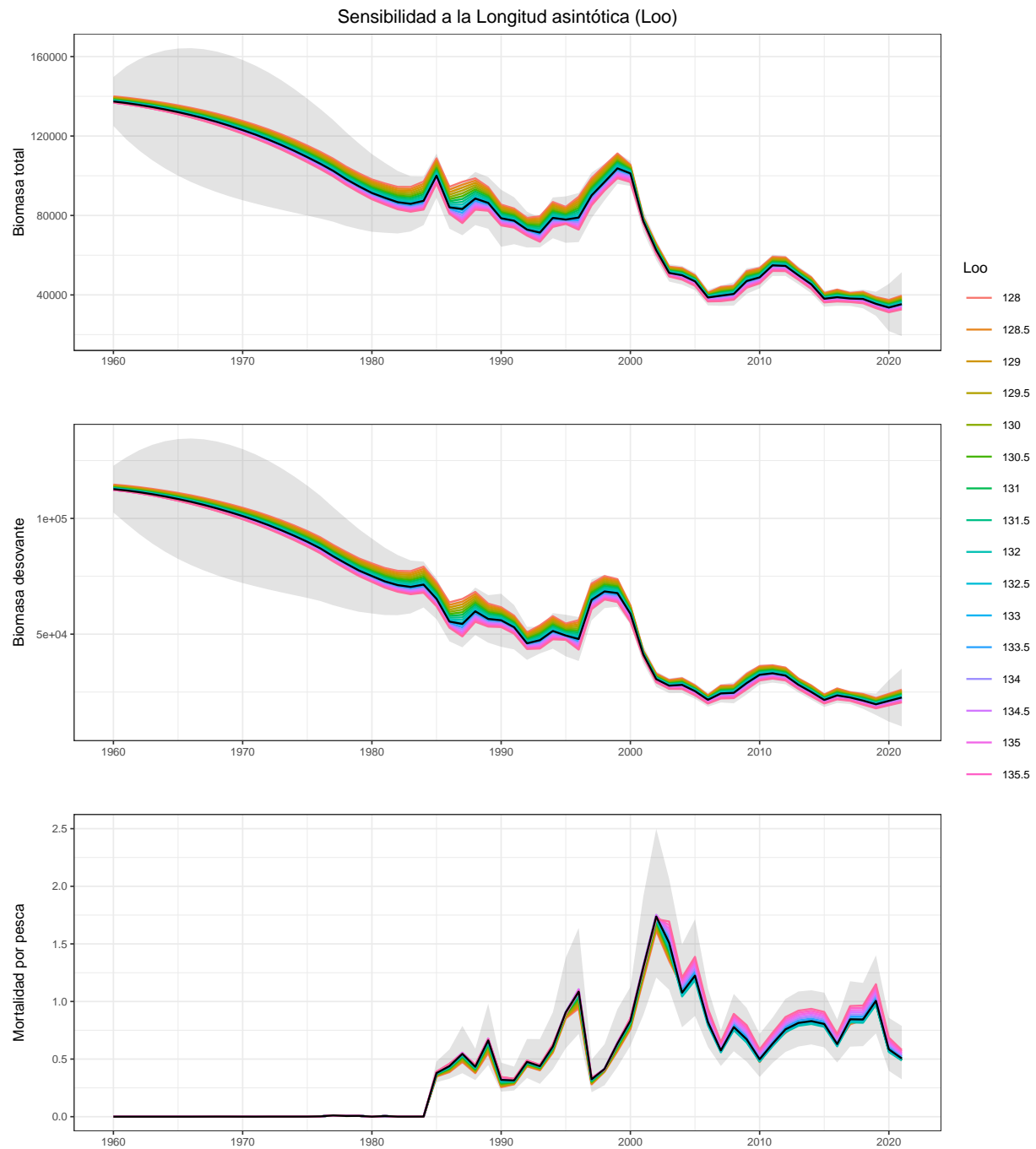


Figura 31. Análisis de sensibilidad del rango de Loo de erizo de la zona XI. *La línea negra y zona sombreada corresponde a caso base (Loo = 132.8 mm y M = 0.20 año-1)*

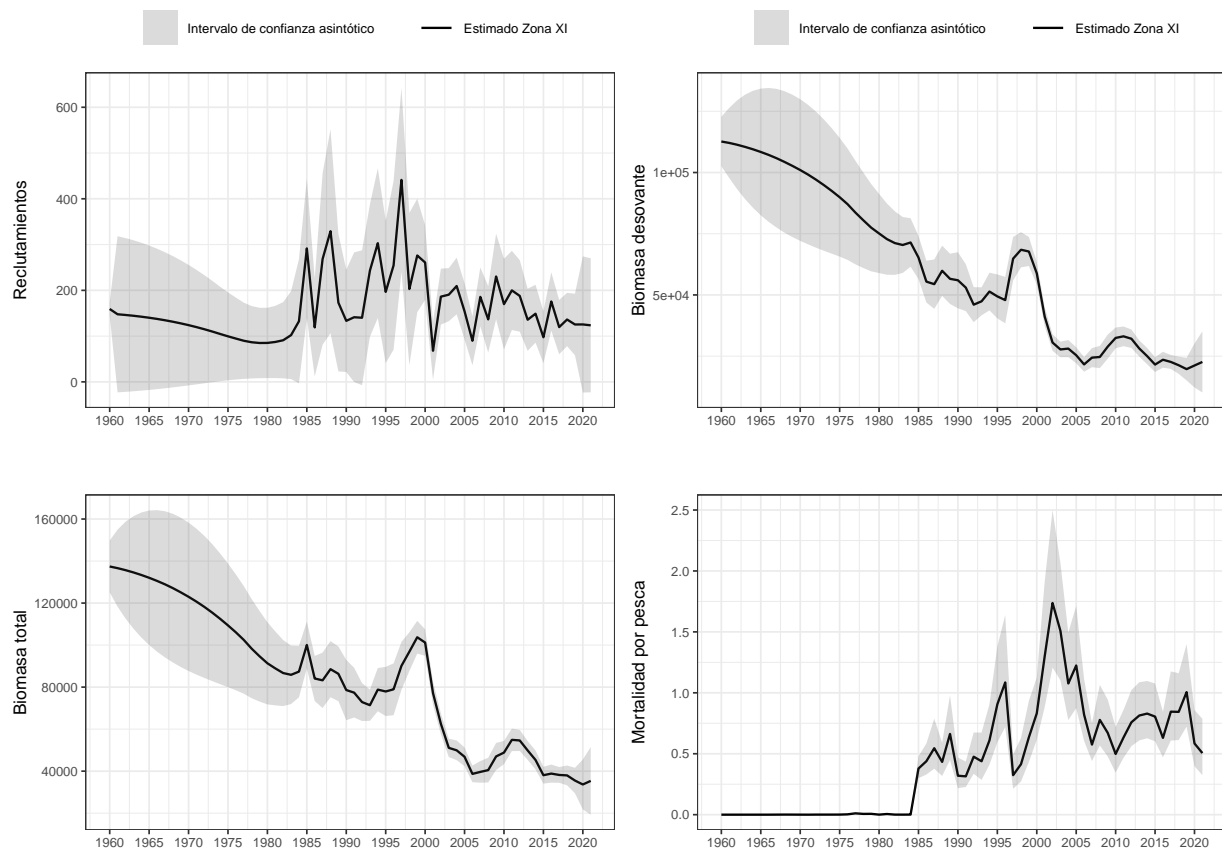


Figura 32. Variables poblacionales de Erizo zona XI

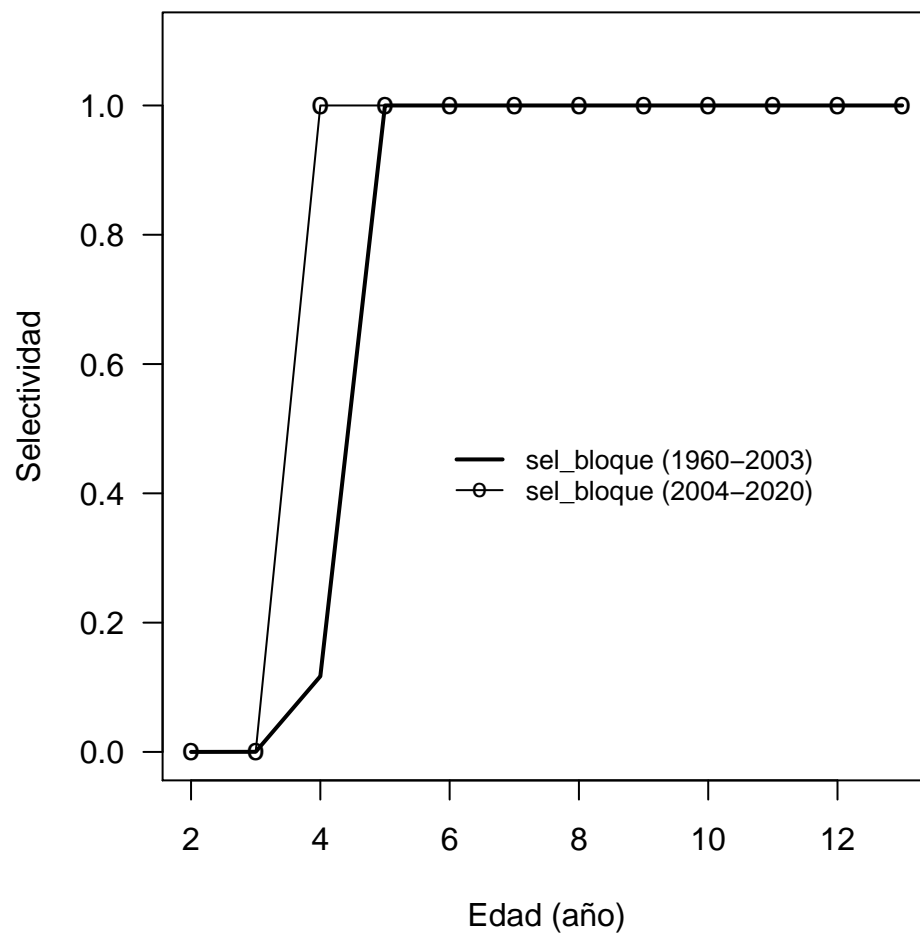


Figura 33. Selectividad de la flota de la Zona XI

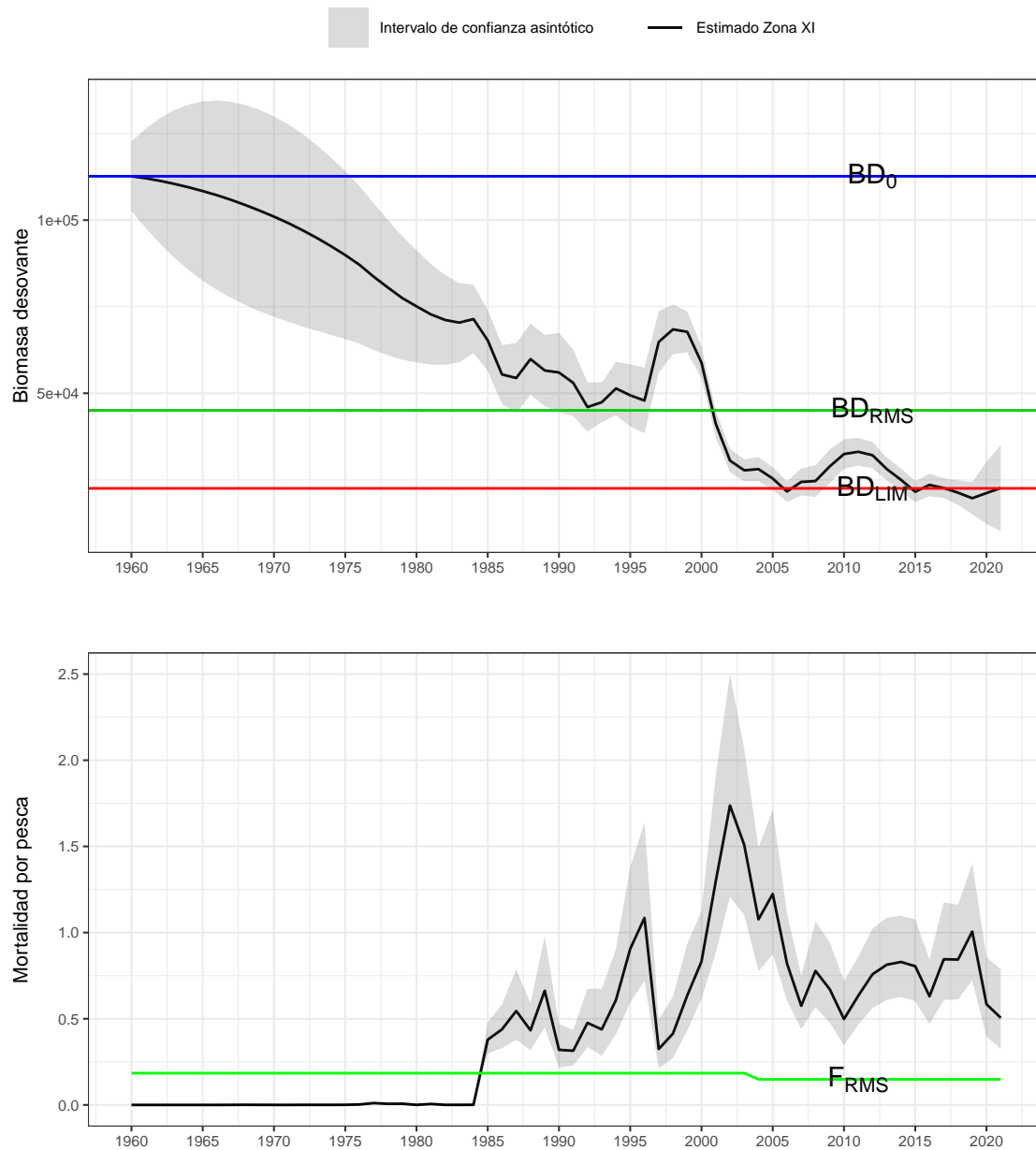


Figura 34. Puntos Biológicos de referencia de Erizo zona XI

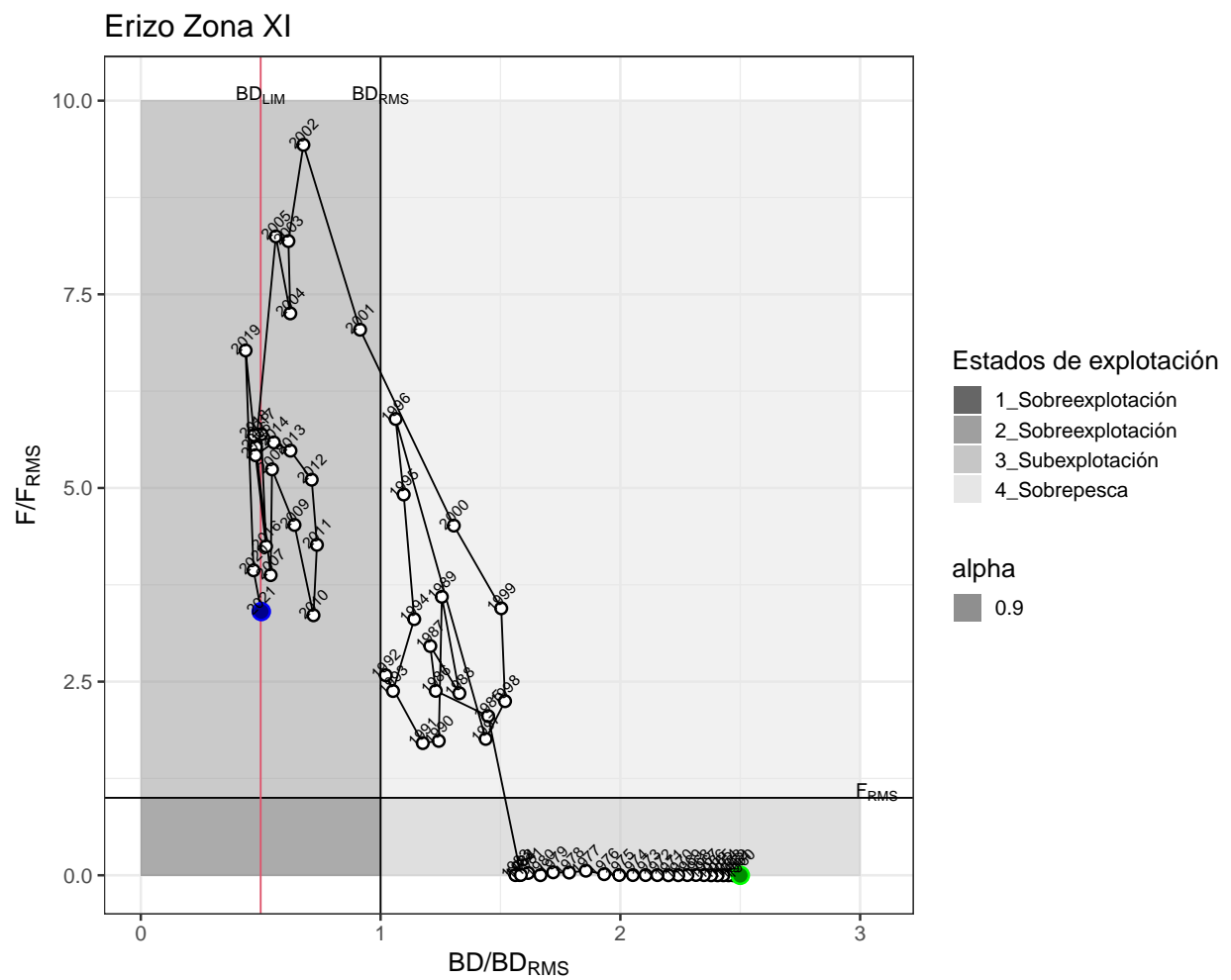


Figura 35. Diagrama de fase Erizo zona XI

5.5. Análisis integrado de las tres zonas de estudio

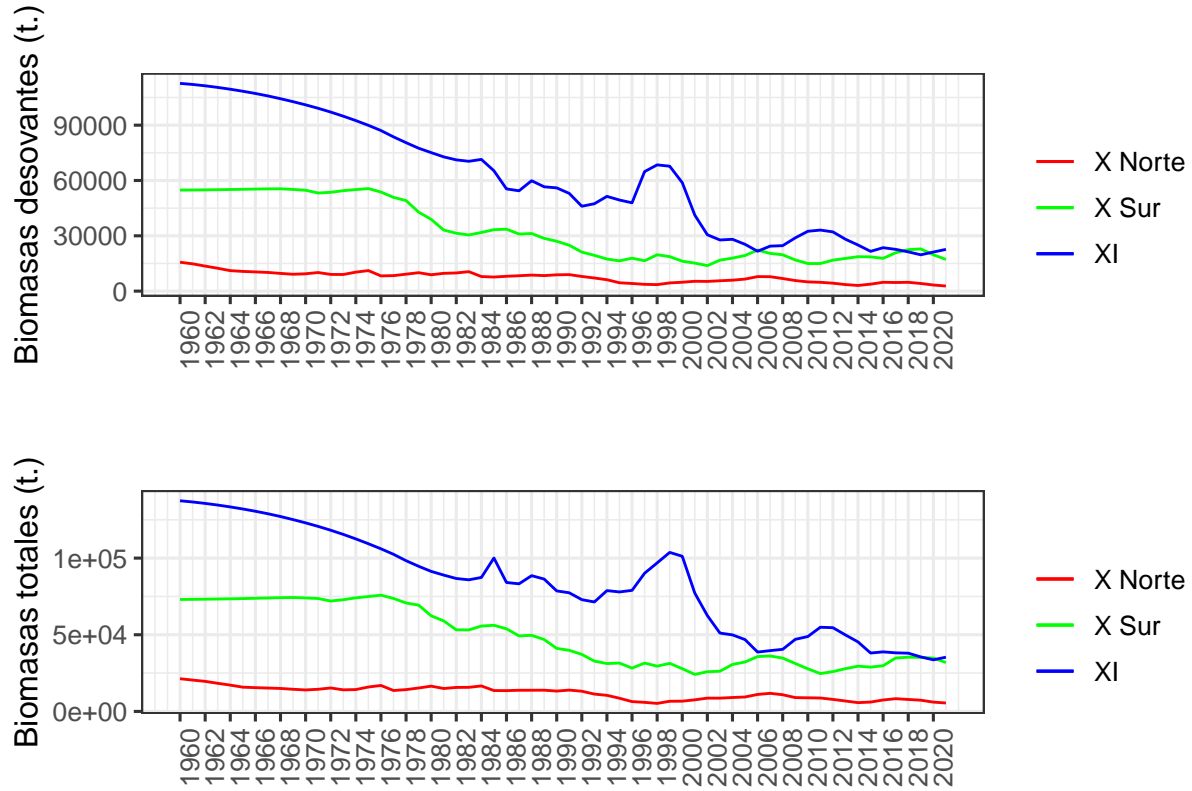


Figura 36. Biomasa Totales y Desovantes

A su vez, se presentan los valores estimados de cada variable de biomasa para cada zona a través de los años.

```
biodm <- as.matrix(biod)
kable(biodm, format = "pipe", caption = "Biomasa Totales por zona", align = "c")
```

Tabla 1. Biomasa Totales por zona

years	BD1	BD2	BD3	tod
1960	15661.0	54787	112660	183108.0
1961	14791.0	54840	112080	181711.0
1962	13568.0	54912	111340	179820.0
1963	12392.0	54999	110470	177861.0
1964	11103.0	55099	109490	175692.0
1965	10690.0	55213	108390	174293.0
1966	10411.0	55344	107190	172945.0
1967	10123.0	55450	105840	171413.0
1968	9602.6	55485	104340	169427.6



years	BD1	BD2	BD3	totd
1969	9136.3	55141	102730	167007.3
1970	9408.3	54714	101010	165132.3
1971	10084.0	53204	99148	162436.0
1972	9054.1	53586	97090	159730.1
1973	9013.1	54473	94869	158355.1
1974	10293.0	55065	92475	157833.0
1975	11139.0	55603	89912	156654.0
1976	8257.7	53736	87088	149081.7
1977	8410.0	50851	83649	142910.0
1978	9191.2	49113	80506	138810.2
1979	9994.3	42833	77494	130321.3
1980	8873.7	38927	75112	122912.7
1981	9651.3	33124	72797	115572.3
1982	9853.5	31395	71181	112429.5
1983	10564.0	30450	70402	111416.0
1984	7897.1	31807	71423	111127.1
1985	7646.1	33303	65275	106224.1
1986	8042.2	33602	55431	97075.2
1987	8349.7	30957	54407	93713.7
1988	8690.5	31241	59876	99807.5
1989	8416.7	28610	56578	93604.7
1990	8832.4	27045	55996	91873.4
1991	8943.1	24872	52996	86811.1
1992	7958.7	21176	46025	75159.7
1993	7119.6	19392	47397	73908.6
1994	6184.7	17398	51390	74972.7
1995	4525.0	16416	49407	70348.0
1996	4146.2	17860	47893	69899.2
1997	3677.1	16467	64822	84966.1
1998	3528.2	19735	68457	91720.2
1999	4446.0	18702	67741	90889.0
2000	4826.5	16237	58827	79890.5
2001	5335.7	15186	41215	61736.7
2002	5272.4	13822	30561	49655.4
2003	5609.2	16790	27741	50140.2
2004	5930.1	17909	28096	51935.1
2005	6520.0	19308	25379	51207.0
2006	7872.3	22279	21628	51779.3
2007	7820.4	20453	24399	52672.4
2008	6830.4	19711	24659	51200.4
2009	5729.6	16910	28882	51521.6
2010	5004.0	14961	32450	52415.0



years	BD1	BD2	BD3	totd
2011	4774.6	14972	33102	52848.6
2012	4308.8	16791	32120	53219.8
2013	3544.7	17728	28128	49400.7
2014	3071.5	18661	25008	46740.5
2015	3778.5	18568	21563	43909.5
2016	4795.2	17782	23544	46121.2
2017	4669.4	20814	22646	48129.4
2018	4770.0	22482	21292	48544.0
2019	4134.5	22902	19696	46732.5
2020	3319.9	19711	21187	44217.9
2021	2768.6	17182	22638	42588.6