



ISSN 0378-7702

INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

INFORME

Volumen 32

Número 3

Cruceros de evaluación de la merluza y otros recursos demersales

BIC Olaya 0101-02

BIC Olaya 0105-06



Julio a Setiembre 2004

Callao, Perú

COMPORTAMIENTO Y RESPUESTA SELECTIVA DE LAS REDES DE ARRASTRE DE FONDO GRANTON 400x120 mm PE Y PA EN LA EVALUACIÓN DE MERLUZA. VERANO 2001

PERFORMANCE AND SELECTIVITY RESPONSE OF THE BOTTOM TRAWL NETS GRANTON 400X120 mm PE AND PA IN THE EVALUATION OF PERUVIAN HAKE. SUMMER 2001

Carlos M. Salazar¹

Germán P. Chacón²

RESUMEN

SALAZAR C, CHACÓN G. 2004. *Comportamiento y respuesta selectiva de las redes de arrastre de fondo Granton 400x120 mm PE y PA en la evaluación de merluza. Verano 2001. Inf. Inst. Mar Perú 32(3):237-246.*- Mediante regresiones simples se logró explicar el comportamiento de la red, y utilizando el método de máxima verosimilitud se ajustaron curvas de selectividad por estrato de profundidad y subáreas. Los datos técnicos de la geometría de la red fueron obtenidos directamente con el sistema de control de capturas SCANMAR RX 400, realizando además mediciones para estimar parámetros con el método de semejanzas de triángulos, notando que este último proporciona estimaciones poco confiables cuando se incrementa la profundidad de arrastre. Por otro lado, los experimentos de selectividad fueron conducidos bajo la metodología del copo cubierto (copo de 90 mm y sobrecopo de 13 mm), ajustando datos de retención y exclusión por medio de las funciones de curva logística, curva de RICHARD y curva normal modificada, implementadas en el Solver del MS-Excel, permitiendo estimar la probabilidad de captura al 50 % para la red de arrastre de fondo tipo 400x120 mm PE en las subáreas A, B y C, que fueron de 24,0 cm, 21,8 cm y 24,8 cm, respectivamente, mientras que para la red de material PA, el L50 % fue de 21,7 cm en la subárea C.

PALABRAS CLAVE: abertura horizontal, exclusión, funciones de selectividad, retención, solver, merluza peruana.

ABSTRACT

SALAZAR C, CHACÓN G. 2004. *Performance and selectivity response of the bottom trawl nets Granton 400x120 mm PE and PA in the evaluation of Peruvian hake. Summer 2001. Inf Inst Mar Peru 32(3):237-246.*- By means of simple regressions it was possible to explain the performance of the net, and using the maximum likelihood method selectivity curves for stratum of depth and subareas was adjusted. The technical data of the net geometry were obtained directly with the system of control of captures SCANMAR RX 400, also carrying out mensurations to estimate parameters with the method of triangles similarity, noticing that this last provides not very reliable estimates when the trawl depth is increased. On the other hand, the selectivity experiments were carried out using the methodology of the covered codend (codend 90 mm and cover 13 mm), adjusting retention data and exclusion by means of the functions of logistical curve, RICHARD's curve and modified normal curve, implemented in the Solver of the MS-Excel, permitting to estimate the capture probability to 50 % for the bottom trawl net 400x120 mm PE in the subareas A, B and C, that were of 24,0 cm, 21,8 cm and 24,8 cm, respectively, while for the net of material PA, the L50 % was of 21,7 cm in the subarea C.

KEYWORDS: horizontal opening, exclusion, selectivity functions, retention, solver, Peruvian hake.

INTRODUCCIÓN

El crucero de evaluación de recursos demersales 0101-02, fue realizado con la finalidad de monitorear la distribución, abun-

dancia y determinar las áreas de concentración, las características biológicas del recurso merluza (*Merluccius gayi peruanus*) bajo las condiciones oceanográficas imperantes.

La red de arrastre de fondo, es la herramienta más importante en la evaluación de recursos demersales mediante el método de área barrida (SALAZAR Y GANOZA 1996), por lo que es importante analizar

¹ DIPyDT. Imarpe. csalazar@imarpe.gob.pe

² Unidad de Tecnología de Extracción. gchacon@imarpe.gob.pe

los parámetros técnicos del arte de pesca que proporcionan valiosa información acerca de la geometría y eficiencia técnica de las redes de arrastre de fondo para evaluar poblaciones de peces y estimar la biomasa del stock disponible.

Los estudios realizados por el IMARPE indican variaciones en el comportamiento de la red de arrastre durante y entre operaciones de pesca, por factores controlables y no controlables, que influyen en el área de la boca de la red, reduciendo o aumentando la eficiencia de captura y, por ende, esto constituye un factor de sesgo en la metodología del área barrida.

El comportamiento y respuesta selectiva del arte de pesca fue evaluado desde el subárea A hasta parte del subárea D, con la red tipo 400x120 mm de material polietileno (PE); posteriormente, por problemas de trabas, se continuó con los trabajos con la red tipo 400x120 mm de material poliamida (PA) desde la subárea C hasta E.

MATERIAL Y MÉTODOS

El crucero de evaluación de merluza BIC Olaya 0101-02, se llevó a cabo del 24 de enero al 16 de febrero del 2001.

Área de estudio

El área de estudio estuvo comprendida entre Punta Malabrigo y Puerto Pizarro (Figura 1), donde se realizó un total de 83 operaciones de pesca (Tabla 1), desde el borde de la plataforma continental hasta profundidades de 534 m, de los cuales los primeros 59 lances se efectuaron con la red 400x120 mm PE desde la subárea A (3°23' - 4°S) hasta D (6°-7°S); y los 24 restantes con la red 400x120 mm PA desde la subárea C (5°-6°S) hasta E (7° - 8°S). Por otro lado, se realizaron 27 faenas

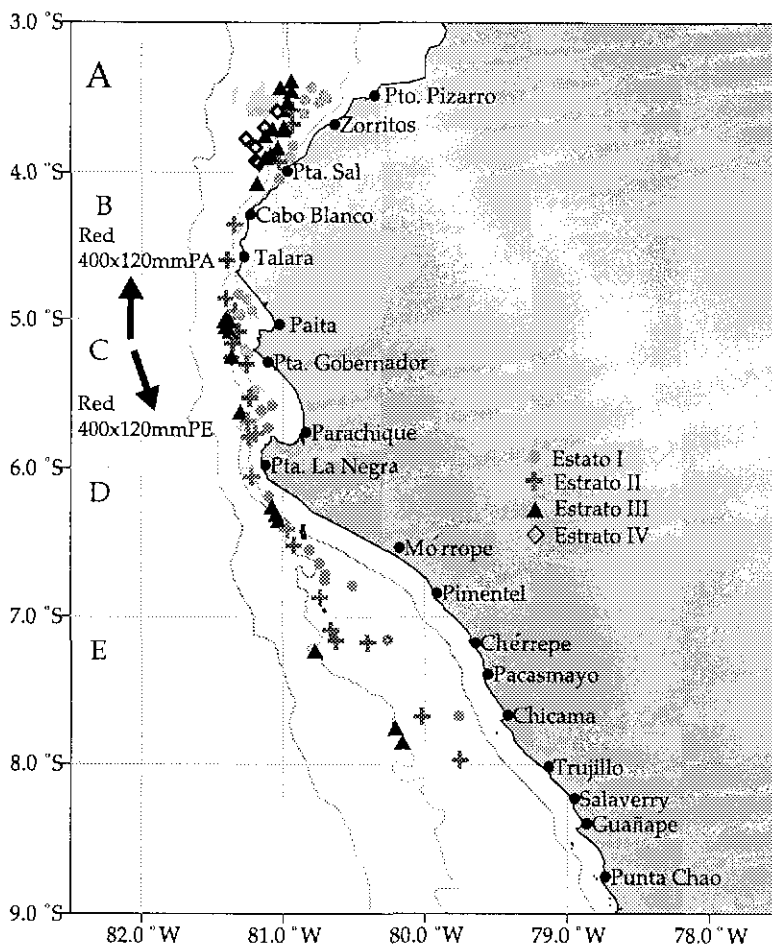


Figura 1. Distribución de la merluza. Crucero BIC Olaya 0101-02.

de pesca en el primer estrato (20 a 50 bz), 24 en el segundo (50 a 100 bz), 26 en el tercero (100 a 200 bz) y 6 en el cuarto estrato de profundidad (200 bz a más).

Artes de pesca

Se utilizaron dos redes de arrastre de fondo de tapas superior e inferior con cinco paneles.

La red Granton 400x120 mm PE, contaba con una longitud de cuerpo de 43,38 m y copo de 8,60 m, confeccionada de material polietileno, con titulaciones de hilo de 350 d/75 en el cuerpo y 350 d/120 en el copo, con tren de arrastre de bobinas de jebe y de metal.

La red Granton 400x120 mm PA, tenía una longitud sin copo de 45,50 m y 8,10 m de copo, de material nylon poliamida, con titulaciones de hilo de 210 d/120 en el cuerpo y 210 d/240 en el copo,

con tren de arrastre de bobinas de jebe (Tablas 2, 3 y Figuras 2, 3).

Mediciones de los parámetros para la evaluación de la geometría y performance de la red

Para la evaluación de la performance y geometría de la red se requiere de series representativas de observaciones en tiempo real, por lo que se usó un sistema de netsonda.

Métodos directos.- Se trabajó con el sistema SCANMAR RX 400, con 3 sensores acústicos, ubicados en la parte central de la relinga superior y otros dos en las puntas de las alas registrando información referente a fecha, hora, latitud, longitud, profundidad de operación, abertura horizontal, velocidad de arrastre y la relación de subida y bajada en m/min.

TABLA 1. Operaciones de pesca y datos técnicos de la geometría de las redes 400x120mm PE y PA.

Lance	Área	Sub área	Rumbo	Latitud		Hora (hh:mm)		Tiempo Efectivo	TSM (°C)	LC	Velocidad (nudos)		Profundidad (m)		A. Horizontal (m)		Captura (kg)		CPUE kg ^h ⁻¹
				inicial	final	Inicial	Final				Bitacora	Scaumar	Bitacora	Scaumar	Bitacora	Scaumar	Merluza	Total	
1	A	II	81°	3° 55,60'	81° 01,81'	7:20	7:50	0,50	25,0	400	3,2	2,5	114,6	119,3	16,7	16,2	145,1	145,1	290,2
2	A	IV	36°	3° 55,19'	81° 11,53'	10:42	10:52	0,17	23,2	1200	2,8	2,4	386,5	408,5	16,4	16,4	0,0	0,0	0,0
3	A	IV	178°	3° 56,29'	81° 10,50'	15:00	15:07	0,12	24,4	1050	3,5	4,0	370,0	369,1	16,5	16,1	3,8	3,8	32,9
4	A	III	227°	3° 53,55'	81° 05,30'	17:51	18:15	0,40	25,2	600	2,8	4,0	212,0	205,1	16,0	16,0	110,1	110,1	275,3
5	A	III	178°	3° 50,90'	81° 02,31'	6:55	7:12	0,28	25,1	600	3,2	2,9	180,0	174,7	16,5	16,5	543,3	543,3	1917,5
6	A	I	30°	3° 53,58'	80° 56,87'	8:39	9:09	0,50	25,5	180	3,2	2,9	60,6	55,1	15,5	14,4	10,9	10,9	21,9
7	A	I	20°	3° 49,00'	80° 55,80'	10:12	10:42	0,50	25,4	220	3,8	2,9	82,5	78,8	14,5	14,4	22,2	22,2	44,4
8	A	II	248°	3° 40,52'	80° 56,10'	12:09	12:39	0,50	25,1	401	3,2	3,6	127,5	122,6	15,9	15,6	298,7	580,0	1160,0
9	A	III	168°	3° 42,70'	80° 59,70'	14:40	15:10	0,50	25,4	842	3,7	3,6	245,5	266,6	17,0	17,1	116,2	116,2	232,4
10	A	III	30°	3° 46,13'	81° 07,63'	17:52	18:22	0,50	23,3	900	3,6	3,8	349,5	345,0	16,2	16,2	270,5	270,5	541,0
11	A	III	175°	3° 35,81'	80° 58,54'	10:17	10:47	0,50	24,4	950	3,2	3,7	332,5	326,1	17,0	17,0	285,4	285,4	570,7
12	A	II	345°	3° 34,92'	80° 56,04'	15:33	15:48	0,25	25,2	400	2,8	3,3	168,0	173,2	16,1	15,8	1053,6	1053,6	4214,4
13	A	I	237°	3° 30,74'	80° 50,76'	17:49	18:07	0,30	25,4	220	2,9	4,0	80,5	77,5	14,2	14,3	14,6	14,6	48,6
14	A	I	240°	3° 30,18'	80° 41,64'	6:48	7:18	0,50	26,1	150	3,2	3,0	54,0	49,4	12,9	13,0	3,9	3,9	7,9
15	A	I	275°	3° 36,28'	80° 51,18'	8:44	9:14	0,50	26,0	230	3,2	4,2	83,5	74,7	15,0	15,0	1,1	1,1	2,2
16	A	III	252°	3° 28,20'	80° 56,60'	11:31	12:01	0,50	24,9	750	2,7	3,9	276,5	257,1	17,0	17,0	248,0	248,0	496,0
17	A	IV	29°	3° 35,53'	81° 02,48'	14:04	14:34	0,50	25,2	1101	3,2	3,0	370,5	371,0	18,6	18,6	28,6	28,6	136,2
18	A	III	197°	3° 43,41'	81° 04,44'	16:34	17:08	0,50	26,2	1100	2,7	3,8	274,0	318,3	16,8	17,1	58,1	71,6	143,3
19	A	III	250°	3° 43,89'	80° 59,86'	6:49	7:19	0,50	26,0	800	3,1	4,2	253,0	245,8	16,1	16,1	125,1	140,0	279,9
20	A	IV	185°	3° 41,87'	81° 07,83'	9:48	10:18	0,50	25,4	1200	3,2	4,1	393,5	394,1	17,0	17,0	23,5	23,5	105,3
21	A	IV	6°	3° 46,40'	81° 15,70'	14:03	14:18	0,25	26,1	1500	3,2	3,2	534,0	535,5	17,8	17,7	14,7	26,5	105,8
22	A	IV	185°	3° 49,80'	81° 11,60'	17:22	17:40	0,30	26,5	1251	3,8	3,7	499,5	443,2	17,2	17,2	4,5	6,8	22,5
23	A	I	358°	3° 31,80'	80° 44,79'	6:02	6:32	0,50	25,4	180	4,0	3,4	59,0	56,0	14,0	13,8	2,7	13,2	26,4
24	A	I	72°	3° 28,52'	80° 42,82'	7:34	8:04	0,50	25,4	150	3,2	3,2	55,0	51,4	14,0	14,0	8,6	45,5	91,0
25	A	I	117°	3° 25,80'	80° 48,00'	9:26	9:56	0,50	25,5	210	3,5	3,2	69,5	65,5	13,7	13,7	67,1	780,0	1560,0
26	A	III	179°	3° 24,30'	80° 56,59'	11:56	12:24	0,33	25,7	602	2,9	3,8	216,0	216,7	16,5	16,7	442,6	477,2	1431,5
27	A	III	108°	3° 26,95'	81° 01,21'	14:10	14:26	0,27	25,7	600	3,1	2,7	214,5	200,3	17,3	17,1	143,6	151,9	569,8
28	A	III	2°	3° 32,63'	80° 58,23'	16:22	16:24	0,03	25,9	1020	2,6	2,8	350,5	331,4	16,5	16,5	0,0	0,1	2,4
29	A	III	179°	3° 54,70'	81° 07,50'	6:30	7:00	0,50	24,9	900	3,2	3,9	288,0	282,4	17,6	17,2	148,0	164,2	328,4
30	B	I	219°	4° 2,33'	81° 01,89'	9:42	10:12	0,50	26,2	120	3,5	3,9	37,5	28,5	12,8	12,4	0,0	4340,0	8680,0
31	B	III	217°	4° 5,26'	81° 11,39'	15:54	16:24	0,50	26,1	904	3,2	4,1	260,5	261,6	17,2	17,2	152,0	154,6	309,2
32	B	II	177°	4° 21,09'	81° 20,92'	7:24	7:41	0,28	25,3	301	4,3	4,5	150,5	97,9	15,1	15,0	0,0	0,0	0,0
33	B	II	360°	4° 35,78'	81° 24,08'	10:29	10:41	0,20	22,6	301	3,1	1,1	101,5		16,1	16,1	69,1	135,3	676,4
34	B	I	163°	4° 49,78'	81° 19,08'	16:03	16:37	0,12	21,2	120	3,6	2,9	41,0	40,5	13,5	13,5	26,0	300,0	25714,3
35	B	I	175°	4° 51,80'	81° 15,50'	17:45	18:15	0,50	20,3	50	3,4	3,4	21,5		12,0	12,0	3,0	22,3	44,5
36	B	II	215°	4° 56,71'	81° 20,58'	6:09	6:39	0,50	20,8	302	3,7	3,3	116,0	112,1	14,8	14,4	5948,0	6000,0	12000,0
37	B	II	159°	4° 51,51'	81° 24,63'	8:41	9:11	0,50	22,2	420	3,8	3,7	135,0	130,0	15,6	15,6	4426,3	5000,0	10000,0
38	C	III	10°	5° 1,50'	81° 25,06'	11:25	11:55	0,50	21,1	950	3,6	3,3	343,0	341,7	16,5	16,5	626,6	830,0	1660,0
39	C	II	326°	5° 5,08'	81° 19,09'	14:25	14:53	0,50	21,6	393	3,5	4,0	132,5	129,9	15,5	15,5	702,6	870,0	1740,0
40	B	I	346°	4° 56,27'	81° 13,29'	6:43	7:05	0,37	20,2	84	3,8	3,7	24,5	21,5	14,2	14,2	0,0	162,5	443,2
41	B	I	360°	4° 58,12'	81° 18,62'	8:33	8:39	0,10	20,6	256	3,9	3,7	88,5		15,2	15,2	2348,7	2700,0	27000,0
42	C	III	3°	5° 1,44'	81° 23,06'	10:00	10:00	0,15	20,8	601	3,5	3,5	176,5		16,6	16,6	227,5	299,4	1996,2
43	C	III	360°	5° 4,11'	81° 24,64'	12:52	13:22	0,50	21,6	620	3,5	3,8	243,0		15,6	15,5	46,7	50,1	100,2
44	C	III	360°	5° 5,79'	81° 22,81'	15:22	15:52	0,50	22,1	540	3,5	4,0	184,5		16,5	16,5	31,8	53,0	106,0
45	C	III	105°	5° 0,80'	81° 24,48'	17:57	18:26	0,38	22,3	1012	3,5	3,9	260,5	318,4	16,3	16,5	285,8	330,0	860,9
46	C	II	191°	5° 9,75'	81° 21,54'	11:23	11:53	0,50	22,3	483	3,8	3,6	166,0	159,8	16,2	16,2	478,4	540,0	1080,0
47	C	II	1°	5° 15,31'	81° 21,93'	13:40	14:10	0,50	23,3	510	3,7	4,0	162,0	156,7	15,6	15,5	3769,9	1100,0	2200,0
48	C	I	313°	5° 14,46'	81° 14,99'	15:44	15:54	0,17	24,0	210	3,5	4,1	68,0	65,1	15,4	15,1	11,6	77,1	462,5
49	C	I	167°	5° 12,33'	81° 16,23'	7:43	7:49	0,10	22,9	252	4,2	3,8	88,7	89,4	13,8	13,8	9,3	313,3	3133,4
50	C	II	349°	5° 18,20'	81° 15,51'	9:25	9:39	0,23	22,9	302	4,0	3,9	92,0	99,6	15,4	15,4	2395,3	3800,0	16285,7
51	C	III	160°	5° 15,92'	81° 21,94'	12:24	12:44	0,33	24,1	810	3,3	3,7	257,0	264,2	17,0	17,0	196,7	210,0	630,0
52	C	I	299°	5° 29,04'	81° 12,30'	16:05	16:16	0,18	22,5	200	4,3	3,8	83,5	70,2	13,5	13,1	167,3	360,0	1963,6
53	C	I	312°	5° 34,68'	81° 04,62'	18:19	19:49	0,50	22,3	180	3,3	3,8	69,0		13,6	13,7	53,7	74,5	149,0
54	C	II	198°	5° 46,00'	81° 11,70'	6:54	7:00	0,10	20,7	271	4,0	4,2	93,5	90,9	13,5	13,5	13,0	17,0	169,5
55	C	III	179°	5° 38,35'	81° 18,17'	9:00	9:06	0,10	21,8	620	3,5	4,2	191,5	180,5	16,0	16,0	5,2	5,2	51,7
56	D	II	153°	6° 3,30'	81° 13,30'	8:43	8:55	0,20	20,4	520	3,3	3,5	190,0		16,2	16,2	1480,0	1480,0	7400,0
57	D	I	135°	6° 10,95'	81° 06,00'	12:10	12:33	0,38	20,4	240	3,4	3,5	80,0	77,4	12,4	12,4	38,1	54,6	142,5
58	D	III	319°	6° 16,45'	81° 04,73'	14:07	14:17	0,17	20,5	841	3,3	3,5	292,5		16,7	16,7	720,0	795,0	4770,0
59	D	III	329°	6° 19,50'	81° 03,00'	17:07	17:37	0,50	20,5	752	3,7	3,5	273,0	280,9	15,8	15,3	2100,0	2407,0	4814,0
60	C	II	204°	5° 31,80'	81° 14,10'	8:10	8:19	0,15	21,0	300	3,4	3,4	102,5	102,5		10,5	56,1	57,0	379,9
61	C	I	305°	5° 36,60'	81° 09,50'	9:53	10:23	0,50	21,2	201	3,7	3,7	77,5		17,5	15,8	379,0	380,0	760,0
62	C	II	27°	5° 40,88'	81° 15,02'	11:45	12:09	0,40	19,3	320	3,5	3,5	117,0		15,0	13,3	1095,6	1100,0	2750,0
63	C	I	301°	5° 43,75'	81° 06,41'	13:41	14:07	0,43	21,7	210	3,7	3,7	73,5	73,5		13,7	438,9	440,0	1015,4
64	C	II	132°	5° 47,42'	81° 14,63'	17:35	17:38	0,05	19,0	401	3,6	3,6	131,5	131,5		13,5	350,0	350,0	7000,0
65	D	I	348°	6° 38,38'	80° 44,52'	9:21	9:5												

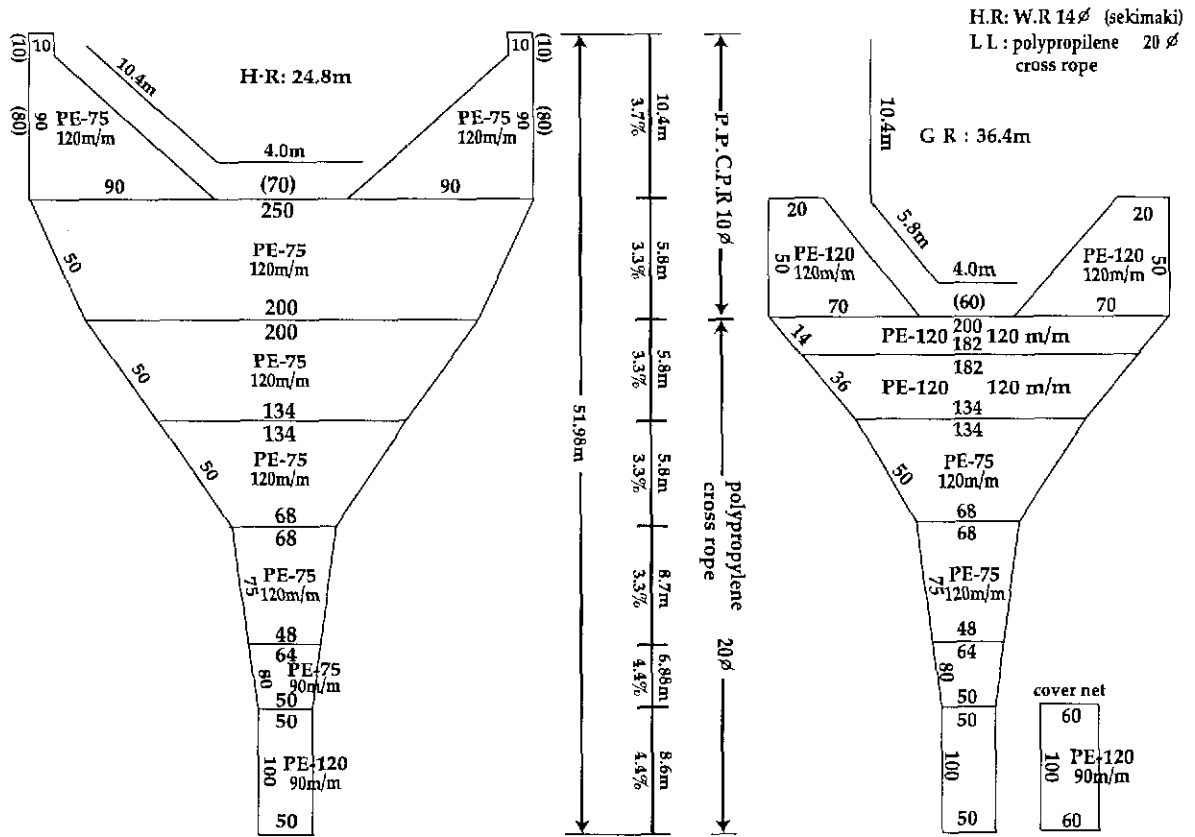


Figura 2. Plano de red de arrastre de fondo Granton 400x120 mm PE.

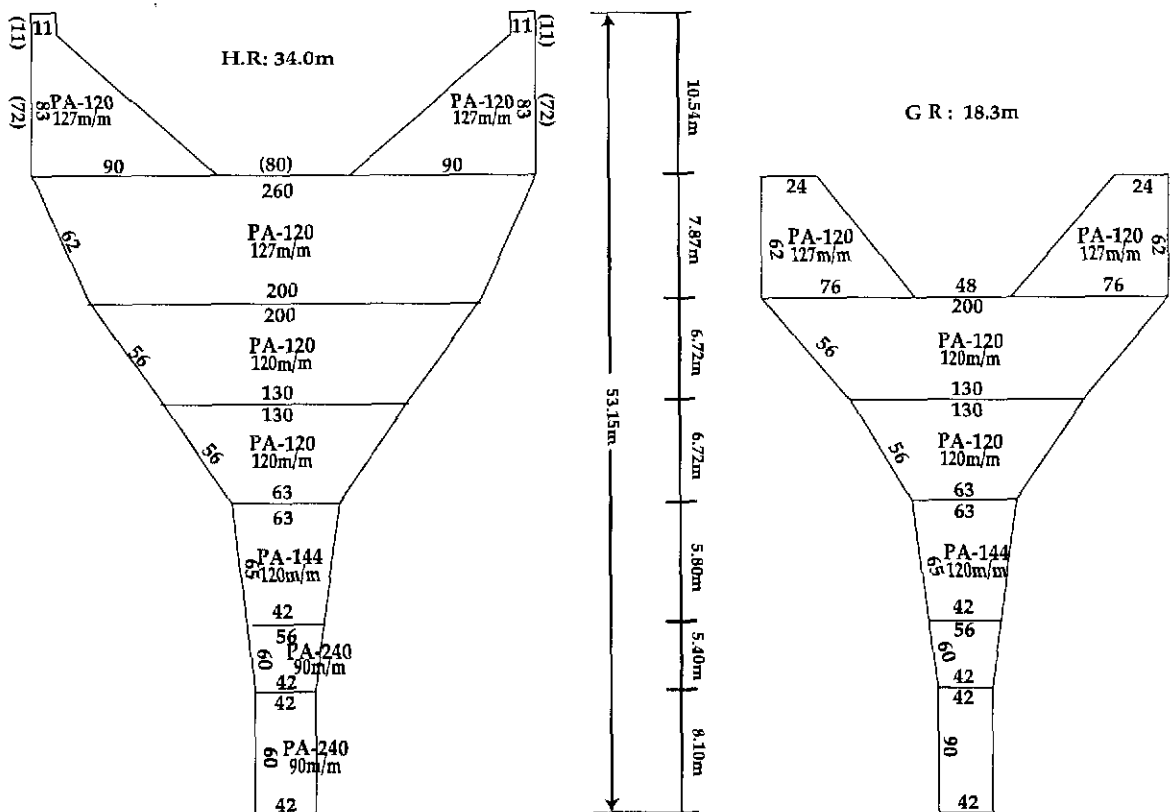


Figura 3. Plano de red de arrastre de fondo Granton 400x120 mm PA.

Tabla 2. Características de las redes Granton 400x120 mm PE y PA.

Modelo	400x120 mm PE				400x120 mm PA			
	Material	Malla (mm)	#Mallas de Alto	#Mallas de ancho	Material	Malla (mm)	#Mallas de Alto	#Mallas de ancho
Alas	PE 350/75	120	90	90	PA 210/120	127	83	90
1 [∞] Panel	PE 350/75	120	50	250	PA 210/120	127	62	260
2 [∞] Panel	PE 350/75	120	50	200	PA 210/120	120	56	200
3 [∞] Panel	PE 350/75	120	50	134	PA 210/120	120	56	130
4 [∞] Panel	PE 350/75	120	75	68	PA 210/144	120	65	63
5 [∞] Panel	PE 350/75	90	80	64	PA 210/240	90	60	56
Copo	PE 350/120	90	50	100	PA 210/240	90	60	42

Tabla 3. Maniobra de las redes Granton tipo 400 / 120 PE y PA.

Modelo	400x120mm PE	400x120mm PA
Calamentos	50 m	50 m
Pata de gallo de las puertas o tirantes	16 mm 8 m	16 mm 8 m
Longitud de bridas	18 mm 40 m	18 mm 40 m
Longitud de la red sin copo	43,38 m	45,05 m
Longitud del copo	8,6 m	8,1 m
Longitud del cuerpo de la red	27,2 m	25,7 m
Longitud de la relinga superior	24,8 m	34,0 m
Longitud del tren de arrastre	36,4 m	18,3 m
2 puertas de arrastre DFA OB	3,6 m ²	3,6 m ²
Peso de puertas tipo V c/u	920 kg	920 kg

Método indirecto.- En la red tipo 400/120 PA, se realizaron mediciones in situ durante las operaciones de pesca, para aplicar la técnica de semejanza de triángulos y obtener una estimación de la distancia entre puertas y la abertura horizontal de la red.

Método del copo cubierto.- La selectividad de la red de arrastre se determina realizando comparaciones a cada rango de talla, entre el número de peces que quedan retenidos en el copo, y aquellos que se excluyen de él y se retienen en el sobrecopo, para lo cual se empleó un copo de 90 mm y un sobrecopo de 13 mm.

Curva logística.- La Curva Logística, define la relación entre la probabilidad de captura del pez y la longitud, de tal manera que la probabilidad de captura se incrementa con el aumento de la longitud. La curva tiene una forma de S, así como límites de longitud superior e inferior. La curva es simétrica con respecto a la longitud en la cual hay 0,5 (50%) de probabilidad de captura y se basa en:

$$S_L = \frac{1}{1 + e^{a - bx}}$$

Los parámetros de selectividad son:

$$L50\% = \frac{a}{b}$$

$$L25\% = (-\ln(3) - a) / b$$

$$L75\% = (\ln(3) - a) / b$$

$$S.R. = (2 \times \ln(3)) / b$$

Curva de Richard.- La curva de Richard es similar a la Curva Logística, en cuanto define una relación entre la probabilidad de captura del pez y longitud; sin embargo, esta curva es asimétrica. Esto es logrado con el uso de

$$S_L = \left[\frac{1}{1 + e^{a - bx}} \right]^{1/s}$$

Los parámetros de selectividad son:

$$L50\% = \left(\ln\left(\frac{0.5^s}{1 - 0.5^s}\right) - a \right) / b$$

$$L25\% = \left(\ln\left(\frac{0.25^s}{1 - 0.25^s}\right) - a \right) / b$$

$$L75\% = \left(\ln\left(\frac{0.75^s}{1 - 0.75^s}\right) - a \right) / b$$

$$S.R. = \left(\ln\left(\frac{0.75^s}{1 - 0.75^s}\right) - \ln\left(\frac{0.25^s}{1 - 0.25^s}\right) \right) / b$$

un tercer parámetro "s" en adición a los dos parámetros "a" y "b" presentes en la Ecuación Logística, permitiendo que la curva sea más flexible en el ajuste de datos observados.

Nueva curva (Normal modificada).- Se introduce una función que consiste en dos etapas. La primera describe el proceso de retención para el pez y la segunda describe la proporción de la retención de peces que exceden el l₁₀₀:

$$S_L = \begin{cases} e^{-\left(\frac{l_{100} - l_i}{tr}\right)^s} & \text{para } l_i \leq l_{100} \dots\dots\dots 1 \text{ etapa} \\ 1 & \text{para } l_i \geq l_{100} \dots\dots\dots 2 \text{ etapa} \end{cases}$$

Para la descripción de la nueva curva se introducen tres parámetros, estos son "l₁₀₀", "tr" y "s".

l₁₀₀ : Longitud donde la circunferencia del pez y el tamaño de malla del copo son casi iguales

tr : Rango de transición

s : Parámetro que determina la forma de la curva.

M1: $h = 21,322 - 1,685*V$
 t (p-value) 13,38 (0.000) -3,69 (0.000)
 $R^2 = 0,204$ $r = 0,452$
 F (Valor crítico F) 13,378 (0.000)

M2: $h = 41,881 - 7,681*V$
 t (p-value) 2,70 (0.017) -1,71 (0.110)
 $R^2 = 0,172$ $r = 0,415$
 F (Valor crítico F) 2,916 (0.110)

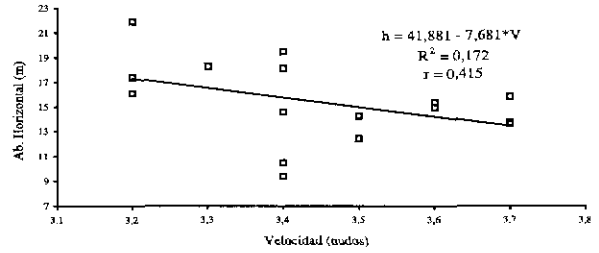
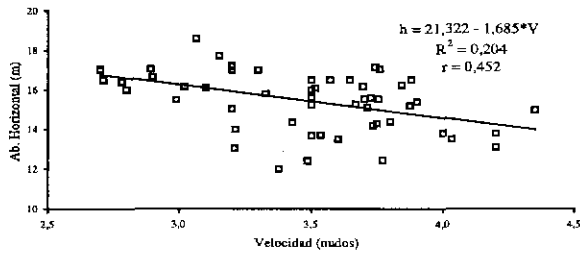


Figura 4. Relación entre abertura horizontal y velocidad de arrastre.

M3: $P = 4,464 + 0,331*LC$
 t (p-value) 0,68 (0.501) 33,44 (0.000)
 $R^2 = 0,955$ $r = 0,977$
 F (Valor crítico F) 1118,302 (0.000)

M4: $P = 3,905 + 0,340*LC$
 t (p-value) 0,60 (0.558) 15,46 (0.000)
 $R^2 = 0,948$ $r = 0,974$
 F (Valor crítico F) 238,852 (0.000)

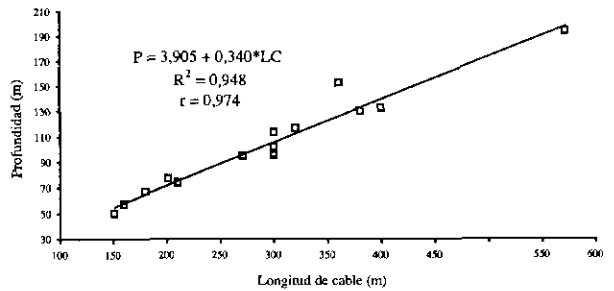
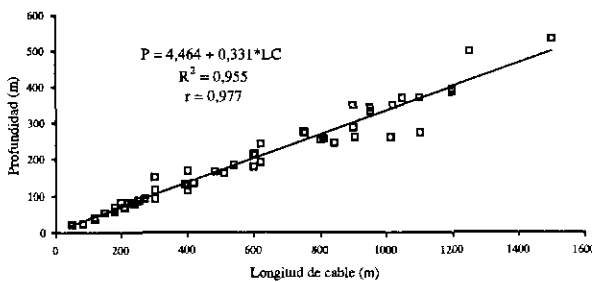


Figura 5. Relación entre profundidad y longitud de cable.

M5: $h = 7,148 + 1,672*LnP$
 t (p-value) 10,43 (0.000) 12,31 (0.000)
 $R^2 = 0,741$ $r = 0,861$
 F (Valor crítico F) 151,402 (0.000)

M7: $V = -0,887 + 3,565*LnP$
 t (p-value) -0,09 (0.931) 1,63 (0.126)
 $R^2 = 0,159$ $r = 0,399$
 F (Valor crítico F) 2,648 (0.126)

M6: $h = 4,330 - 0,174*LnP$
 t (p-value) 12,72 (0.000) -2,57 (0.013)
 $R^2 = 0,333$ $r = 0,111$
 F (Valor crítico F) 6,606 (0.013)

M8: $V = 4,295 - 0,147*LnP$
 t (p-value) 7,87 (0.000) -1,55 (0.143)
 $R^2 = 0,147$ $r = 0,383$
 F (Valor crítico F) 2,412 (0.143)

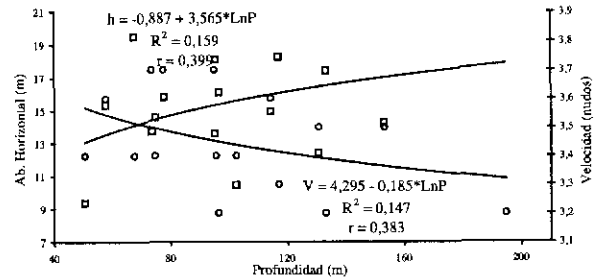
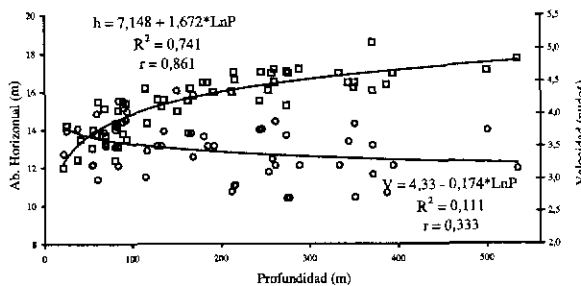


Figura 6. Relación entre abertura horizontal, velocidad y profundidad.

Tabla 4. Rangos de los parámetros de la red de arrastre de fondo Crucero BIC Olaya 0101-02

Modelo	400/120 PE				400/120 PA		
	Est I	Est II	Est III	Est IV	Est I	Est II	Est III
Abertura horizontal (m)	13,90	15,59	16,58	17,25	15,22	14,70	21,94
Velocidad de arrastre (n)	3,55	3,57	3,25	3,28	3,50	3,45	3,45
Profundidad de la red (m)	63,71	134,55	225,91	425,67	67,33	120,50	220,88
Longitud de cable (m)	180,67	384,92	787,00	1217,00	191,33	335,82	556,75

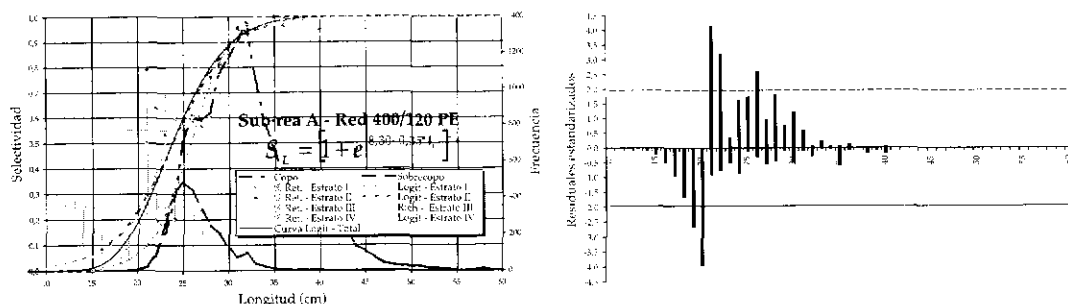


Figura 7. Curva de selectividad y residuales estandarizados para la subárea A.

Tabla 5. Coeficientes de la función, parámetros de selectividad y bondad de ajuste para la subárea A.

Estratos	Curva	Parámetros	L25% cm	L50% cm	L75% cm	Rango Selección	de	LL Log-likelihood
I	Logística	a = 11,99 b = -0,47 s = 1,00	23,4	25,8	28,2	4,72		-1040,64
II	Logística	a = 7,44 b = -0,31 s = 1,00	20,3	23,9	27,4	7,05		-2893,94
III	Richard	a = 3,33 b = -0,31 s = 31,2	20,8	23,1	26,0	5,16		-1909,03
IV	Logística	a = 7,58 b = -0,31 s = 1,00	20,8	24,3	27,8	7,05		-103,56
Total A	Logística	a = 8,30 b = -0,35 s = 1,00	20,8	24,0	27,1	6,34		-6043,48

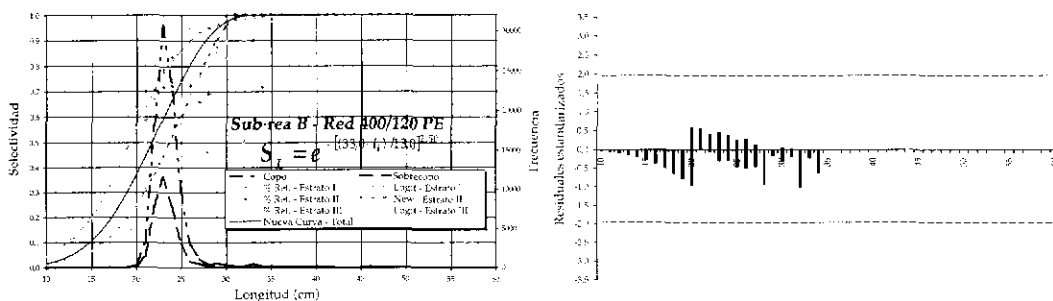


Figura 8. Curva de selectividad y residuales estandarizados para la subárea B.

Tabla 6. Coeficientes de la función, parámetros de selectividad y bondad de ajuste para la subárea B.

Estratos	Curva	Parámetros	L25% cm	L50% cm	L75% cm	Rango Selección	de	LL Log-likelihood
I	Logística	a = 6,28 b = -0,33 s = 1,00	15,9	19,3	22,7	6,76		-10093,63
II	Nueva	$l_{100} = 32,0$ $tr = 10,0$ s = 1,90	20,1	23,8	26,8	6,69		-76437,28
III	Logística	a = 7,46 b = -0,32 s = 1,00	20,1	23,5	27,0	6,93		-356,23
Total B	Nueva	$l_{100} = 33,0$ $tr = 13,0$ s = 2,50	18,2	21,8	25,1	6,92		-77107,63

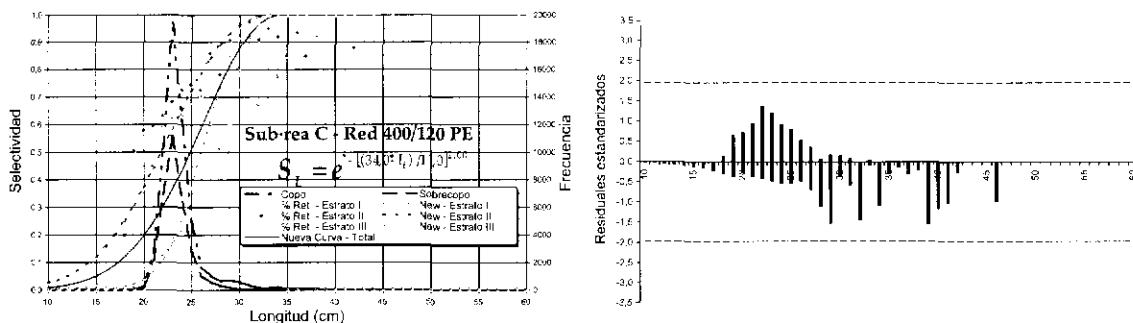


Figura 9. Curva de selectividad y residuales estandarizados para la subárea C.

Tabla 7. Coeficientes de la función, parámetros de selectividad y bondad de ajuste para la subárea C.

Estratos	Curva	Parámetros	L25% cm	L50% cm	L75% cm	Rango Selección	de	LL Log-likelihood
I	Nueva	$l_{100} = 33,0$ $tr = 8,0$ s = 2,50	23,9	26,1	28,1	4,26		-2692,52
II	Nueva	$l_{100} = 34,0$ $tr = 14,0$ s = 2,50	18,1	22,0	25,5	7,45		-48698,73
III	Nueva	$l_{100} = 33,2$ $tr = 6,9$ s = 1,48	24,6	27,8	30,2	5,59		-5380,33
Total C	Nueva	$l_{100} = 34,0$ $tr = 11,0$ s = 2,00	21,1	24,8	28,1	7,05		-69287,74

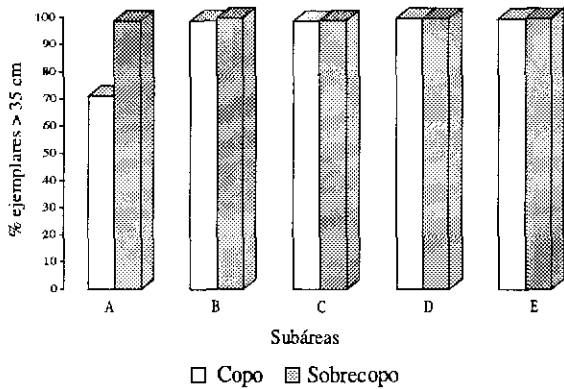


Figura 10. Porcentaje de juveniles en las subáreas de evaluación.

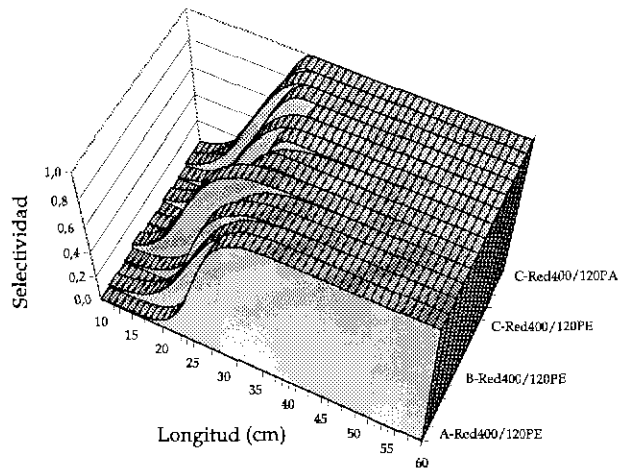


Figura 11. Curva de selectividad por subáreas.

En la primera etapa de la ecuación, se emplea una formulación similar a una distribución normal. La segunda, describe la proporción de la retención de peces que exceden el l_{100} .

Haciendo variar el exponente es posible modificar la forma de la curva. El rango de transición tr se obtiene directamente, del diagrama de la data básica, al dividir el rango de longitud de pez relacionado con la probabilidad de captura entre casi cero y uno ($tr = [l_{100} - l_0]/2$). Luego el l_{100} y tr serían y de la distribución normal, respectivamente.

Los parámetros de selectividad son:

$$L50\% = l_{100} - tr \{- \ln(0.50)\}^{1/2}$$

$$L25\% = l_{100} - tr \{- \ln(0.25)\}^{1/2}$$

$$L75\% = l_{100} - tr \{- \ln(0.75)\}^{1/2}$$

$$S.R. = tr \{ [- \ln(0.75)]^{1/2} - [- \ln(0.25)]^{1/2} \}$$

Procesamiento de la información

Para el procesamiento y análisis de la información, se emplearon hojas de cálculo, algoritmos implementados por ECKHARD BETHKE en el Solver MS-Excel y el software SPSS V11.0R. Para determinar la geometría de la red se establecieron regresiones simples y para la etapa operativa de obtención de datos, se aplicó el método de "copo cubierto" (POPE et

al., 1975 y JONES 1976), ajustándose curvas Logística, Richard y Normal Modificada, con iteraciones, bajo el método de estimación de mínimos cuadrados y empleándose como criterio de bondad de ajuste el log-likelihood (LL); de la curva con mayor bondad de ajuste se obtienen los parámetros selectivos como el L50%, L25%, L75%, rango de selección y otros.

RESULTADOS

Comportamiento de las redes de fondo.

Geometría de las redes de arrastre de fondo.

Los parámetros de eficiencia técnica de la red presentaron los siguientes promedios según estratos de profundidad y tipo de red (Tabla 4).

Selectividad de las redes de fondo.

Subárea A

Para el total de la subárea A, la función de selectividad responde a:

$$S_L = [1 + e^{8,30 - 0,35 * li}]^{-1}$$

donde la fracción L50% fue 24,0 cm; para el L25% y L75% fue de 20,8 y 27,1 cm, respectivamente,

con un rango de selección de 6,34 cm (Tabla 5 y Figura 7).

En el copo la longitud media fue de 32,3 cm, la moda de 32 cm y un rango de tallas entre 21 a 75 cm, en el sobrecopo la longitud media fue de 26,4 cm, la moda de 25 cm y rango de tallas de 19 a 40 cm.

Subárea B

Para el total de la subárea B, la función de selectividad responde a:

$$S_L = e^{-[(33,0-li)/13,0]^{2,50}}$$

donde la fracción L50% fue 21,8 cm, para el L25% y L75% fue de 18,2 y 25,1 cm, respectivamente, con un rango de selección de 6,92 cm (Tabla 6 y Figura 8).

En el copo la longitud media fue de 23,7 cm, la moda de 23 cm y un rango de tallas entre 20 a 52 cm; en el sobrecopo la longitud media fue de 23,3 cm, la moda de 23 cm y rango de tallas de 20 a 34 cm.

Subárea C

Para el total de la subárea C, la función de selectividad que responde a:

$$S_L = e^{-[(34,0-li)/11,0]^{2,00}}$$

donde la fracción L50% fue 24,8 cm, para el 25% y 75% fueron de 21,1 y 28,1 cm, respectivamente,

con un rango de selección de 7,05 cm (Tabla 7, Figura 9).

En el copo la longitud media fue de 23,8 cm, la moda de 23 cm y un rango de tallas entre 18 a 46 cm; en el sobrecopo la longitud media fue de 23,4 cm, la moda de 23 cm y rango de tallas de 17 a 46 cm.

Retención de juveniles

La retención en el copo fue fundamentalmente de juveniles, siendo en el estrato A de 71,2%, en los estratos B y C del 99,0% y en los estratos D y E del 100%; el escape en el sobrecopo fue del 100% de juveniles en todas las subáreas de evaluación (Figura 10).

DISCUSIÓN

Los estudios sobre comportamiento de red, se realizan de acuerdo a los parámetros técnicos funcionales; los que pueden ser obtenidos utilizando el método directo con los equipos acústicos o de forma indirecta usando la técnica de semejanza de triángulos; presentándose en ambos casos algunos inconvenientes. En el método directo, la información registrada se ve afectada por las variaciones durante y entre operaciones de pesca, producto de la configuración del lecho marino, tipo de fondo, factores oceanográficos o la interacción de estos, lo que ocasiona la mala recepción de datos en alguno de los sensores o todos a la vez.

Al realizar un análisis de la variabilidad del fondo en los lances, se observa que solo algunas operaciones de pesca se realizaron sobre fondo homogéneos; dicha variabilidad se aprecia también en la abertura horizontal, por lo que es necesario analizar solo la parte de la información donde la variabilidad es mínima, esto origina una diferencia entre los datos registrados con el sistema SCANMAR y los datos de BITACORA, debido a que

mientras uno recopila información secuencial, el otro solo lo hace de manera puntual.

En el método indirecto, las estimaciones de la abertura entre puertas y abertura horizontal se obtienen por fórmulas que dependen básicamente de la longitud de cable (altamente correlacionado con la profundidad); debido a que las operaciones de pesca se realizan en estratos de profundidad que varían desde los 20 a 550 m, se produce en muchos casos una subestimación o sobrestimación de dicho parámetro; sin embargo, existen experiencias en la aplicación de este método con redes pelágicas donde se obtienen buenas estimaciones cuando se cubren rangos entre 10 y 50 metros, por lo que sería interesante realizar una comparación entre los parámetros obtenidos mediante método directo e indirecto, con la finalidad de determinar si existen diferencias entre ambas estimaciones; y de ser posible, obtener un factor de corrección para obtener datos válidos.

De manera adicional, se observó la baja significancia en las relaciones funcionales de los parámetros de la geometría de la red con las estimaciones con el método indirecto (Figuras 4, 5 y 6), prueba de ello es el bajo ajuste en las regresiones efectuadas y la no significancia de los mismos en las pruebas globales F, e individuales t.

En lo referente a la selectividad, ésta depende básicamente del diseño, eficiencia técnica, eficiencia de captura de arte de pesca, la embarcación, zona de pesca, estrategia de captura y la estructura poblacional del recurso objetivo, siendo importante señalar que los experimentos se desarrollaron en una situación donde el stock explotable tuvo una alta disponibilidad de ejemplares menores de 35 cm.

Las diferentes funciones para representar la respuesta selectiva de las redes de fondo se basan en la curva logística, que sólo puede

ser usada cuando la distribución de la fracción de retención observada se presenta en forma simétrica; cuando la distribución es asimétrica se puede emplear la curva de RICHARD (Department of Fisheries and Oceans, 1995) y cuando ambas curvas no representan de manera adecuada la selectividad, se emplea la nueva curva normal modificada (BETHKE, 1999) logrando buenos ajustes en las diferentes subáreas evaluadas.

La distribución de tallas en la subárea A, estuvo representada tanto por la fracción juvenil (en mayor porcentaje), como por la fracción adulta de especímenes de merluza, esto produce un efecto de simetría sobre la distribución de la fracción de retención observada, por lo que fue más adecuado emplear la curva logística. Sin embargo, en la subáreas B y C, solo se presentó la fracción juvenil en el copo y sobrecopo, ocasionando que la distribución del porcentaje de retención observado pueda ser ajustada solamente por la curva normal modificada.

La función logarítmica de verosimilitud (log-likelihood LL), fue usada como criterio de bondad de ajuste, para determinar la curva óptima, pero en algunos casos el criterio del investigador debe primar sobre el criterio matemático. Existen otras funciones de selectividad, como los modelos PROBIT, TOBIT Y LOG-LOG, que podrían ser usadas para casos en que ninguna de las curvas presentadas describa de manera adecuada la selectividad o caso contrario para optimizar el ajuste de estas.

En las curvas por estratos de profundidad se esperaba que el incremento de la profundidad, implicara un aumento en las tallas del recurso, como es la forma general de distribución de tallas. Sin embargo, no se presentó esta tendencia y contrariamente en el primer estrato se obtuvieron los mayores L50% de cada subárea de estudio (Figura 11). Esta evidencia se debe básicamente a cambios

de masas de agua y corrientes hacia la costa, que son locales y que generalmente se presentan a mayores profundidades. Por otro lado existe una tendencia en cuanto a las tallas y por ende sobre el L50% que son mayores mas al norte (subáreas A, B y C) y disminuyen a medida que se orientan al sur (D, E, F y G) (Figura 11).

CONCLUSIONES

1. El método de semejanzas de triángulos presenta algunos inconvenientes cuando la red trabaja en un amplio rango de profundidades.

2. El método directo empleando sensores SCANMAR es confiable cuando se considera la parte de información registrada relacionada con fondos homogéneos, debido a que los fondos variables producen mala recepción de datos o datos con alta variabilidad.

3. La abertura horizontal presentó una alta correlación con la profundidad, superior a otros cruceros, esto indica que las relaciones estimadas en un crucero no siempre serían válidas para el otro, puesto que los factores y condiciones operacionales varían de crucero a crucero.

4. Las funciones de selectividad (curva logística, de RICHARD y nueva curva) pueden ser usadas alternativamente según la distribución de tallas a ajustar.

5. En la subárea A se logra un mejor ajuste con la curva logística y mayor valor del L50% debido a la captura de juveniles y adultos, mientras que la nueva curva describió de manera óptima la selectividad en las subáreas B y C, donde se presentaron altas capturas de juveniles

6. En forma general, los parámetros de selectividad y la distribución de tallas de la especie objetivo son mayores en la parte norte y disminuye a medida que se aproxima al sur.

REFERENCIAS

SALAZAR C, GANOZA F, ALIAGA A. 1996. Comportamiento de la red de arrastre Granton 400/127 en la evaluación de los recursos demersales. Invierno 1996. BIC SNP-1 9607-08. Inf. Inst. Mar Perú 124: 23-28.

SALAZAR C, ALIAGA A, VARGAS R. 1998. Comportamiento de la red de arrastre de fondo tipo 450/120 empleada en el estudio de recursos demersales a inicios del invierno 1998. BIC José Olaya Ba-

landra 9806-07. Inf. Inst. Mar Perú 138: 122-127.

SALAZAR C. 2000. Comportamiento de la red de arrastre de fondo tipo 450/120 en la evaluación de recursos demersales. BIC José Olaya Balandra 9901. Inf. Inst. Mar Perú 153: 56-67.

BETHKE E. 1999. A new selectivity curve in comparison to the logistic and Richard's curve. Federal Research Centre for Fisheries, Institute of Fishery Technology: 1-5.

DEPARTAMENT OF FISHERIES AND OCEANS, 1995. Methodology manual: Measurement of fishing gear selectivity. Cap 5:13-25.

SALAZAR C. 1999. Estudio de selectividad con la red de arrastre tipo 450/120 empleada en la evaluación de recursos demersales durante el Cr. 9901. Crucero BIC José Olaya Balandra 9901 de Puerto Pizarro a Huarmey. Inf. Inst. Mar Perú 153: 68-71.

SPARRE, P; VENEMA, S. 1997. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Parte 1. FAO. Documento técnico de pesca 306/1: 190-193.

POPE, MARGETTS, AR, J. M. HAMLEY JM, AKYUS EF. 1975. Methods for fish stocks assessment, Third Part. Selectivity of fishing gear. FAO 306 Fish. Tech. Paper N° 41-96.

MILLAR, CL. 1991. Estimation of asymmetric selection curves for trawls. ICES C.M. 1991/B: 56.9pp.