

INSTITUTO DEL MAR DEL PERU

INFORME N°86

MANUALES DE EVALUACION DE PECES

N° 1

Area barrida

Marco Espino

Claudia Wosnitza-Mendo

Publicación N° 16 de PROCOPA
pagada por la Agencia Alemana
de Cooperación Técnica (GTZ)

CALLAO - PERU, 1984

Este manual de evaluación de peces se basa en una serie de conferencias dictadas en diferentes universidades del país y pretende sólo resumir los temas tratados de una manera que haga posible la repetición de lo oído en clase.

Para profundizar, siempre es necesario estudiar la literatura citada.

CONTENIDO

	<u>Pág.</u>
1. INTRODUCCION	5
2. DISTRIBUCION DE LOS RECURSOS	6
3. METODOLOGIA DE MUESTREO	7
4. EVALUACION POR AREA BARRIDA	10
4.1 <u>Cálculo del área barrida</u>	10
4.2 <u>Cálculo de la biomasa por área barrida</u>	10
4.3 <u>Estimación de la eficiencia total</u>	10
4.4 <u>Estimación de la eficiencia vertical (α)</u>	11
4.5 <u>Verificación de la estimación de α</u>	11
4.6 <u>Estimación del factor de retención (β)</u>	12
4.7 <u>Cálculo de la biomasa por estrato</u>	12
4.8 <u>Cálculo de límites de confianza de la evaluación</u>	14
5. DISCUSION	15
6. BIBLIOGRAFIA	17
APENDICE I	18
APENDICE II	20
TABLAS	23
FIGURAS	26

1.

INTRODUCCION

Normalmente las capturas realizadas con redes de arrastre son extremadamente variables, dado que la distribución de los peces sobre el fondo no es uniforme, ni constante; entonces los estimados de valores medios aplicables al método de evaluación por área barrida serán cada vez más imprecisos mientras más grande sea el área a muestrearse.

También puede existir una marcada variabilidad temporal en la densidad o distribución del recurso (con cambios entre día y noche o entre estaciones) que hace necesario abordar el problema mediante una adecuada estratificación. Para ésto se puede utilizar información sobre la pesca comercial o resultados de reconocimientos anteriores, teniendo así una idea general sobre el patrón de distribución estacional del recurso, los períodos de máxima y mínima abundancia, etc. Con esta información es posible diseñar los reconocimientos de pesca de forma que coincidan con determinadas condiciones de distribución o abundancia para que los estimados representen realmente el patrón de variación estacional del recurso o para que los resultados finales no resulten sesgados por estas variaciones.

2.

DISTRIBUCION DE LOS RECURSOS

La información disponible nos permitirá saber qué tipo de distribución sigue nuestro recurso problema y según esto, situarlo en el grupo que le corresponde. Bazigos (1980) describe las distribuciones de la forma siguiente:

- (a) Distribución uniforme.- Cuando la separación entre los organismos es regular y más o menos constante, dando por resultado que la densidad en todos los puntos de observación sea constante. Es una situación muy poco común en condiciones reales, pero que puede ser identificada cuando la varianza es menor que la media ($\sigma^2 < \mu$).
- (b) Distribución al azar.- Cuando no hay ningún tipo de atracción o repulsión entre los peces. En este caso el número de individuos por unidad de área o volumen sigue una distribución de Poisson; pero cuando el tamaño de la unidad de área se hace suficientemente grande, el número esperado de peces en cada área también aumenta y entonces la distribución se aproxima a una distribución normal, identificándose porque la varianza es igual a la media ($\sigma^2 = \mu$).
- (c) Distribución por contagio.- Cuando la probabilidad de ocurrencia de un individuo en un determinado espacio está influenciada por la presencia o ausencia de individuos en un espacio vecino. Este es el caso más común en condiciones reales, donde la presencia de un pez en un determinado lugar aumenta la probabilidad de que un espacio adyacente sea ocupado por otro individuo por diferentes razones y factores ambientales, lo cual hace que el área

total muestreada tendrá algunos espacios con una fuerte agregación de peces mientras que otros espacios se encontrarán vacíos. Cuando la distribución es por contagio, la varianza es mayor que la media ($\sigma^2 > \mu$). En la Figura 1 se puede apreciar una típica distribución por contagio.

Por otro lado, la Figura 2 muestra que la distribución de los recursos demersales, y en especial la de la merluza, no es uniforme, debido a que existen zonas de preferencia de acuerdo al tipo de fondo, profundidad, disponibilidad de alimento, oxígeno, etc. y además, esta distribución está condicionada a las variaciones que se producen en el ambiente, sobre todo a las variaciones estacionales y en especial a los fenómenos oceanográficos como lo es el caso de "El Niño" que trastornan los patrones de distribución de variación conocida y esperada. Es así recomendable hacer reconocimientos previos del área a evaluarse con la finalidad de delimitar zonas de mayor y menor abundancia y establecer estratificaciones acordes con la misma, y así obtener estimaciones que se acerquen a la realidad.

3.

METODOLOGIA DE MUESTREO

Como ya se expresó, las capturas realizadas con redes de arrastre son altamente variables debido a la distribución no uniforme de los peces en el espacio muestral. Esto ocasiona que al hacerse muestreos al azar siempre se obtengan capturas con una distribución cuya varianza es mucho mayor que la media, trayendo como consecuencia que las estimaciones basadas en estos valores sean muy imprecisas.

Esto implica la necesidad de estratificar el área a evaluarse en partes o estratos de alta y baja densidad, para después muestrearse al azar individualmente en cada uno de ellos, lo cual reduce el error muestral. Esto quiere decir que un muestreo estratificado diseñado debe tener menor error aleatorio que un muestreo similar al azar simple. Pero hay el inconveniente de que el muestreo estratificado es muy sensible al diseño utilizado.

Para construir los estratos hay que fijar sus límites tratando de maximizar las diferencias en la abundancia de peces entre estratos adyacentes. Los criterios más efectivos para estratificar son los que se basan en la profundidad, debido principalmente a que la profundidad es un factor estático bien conocido que tiene cierta relación con el patrón de distribución de las especies demersales. Otros criterios para llevar a cabo una estratificación pueden basarse en la temperatura, el tipo de fauna bentónica o el tipo de sedimento. Estos sin lugar a dudas son más importantes que la profundidad en el control de la distribución de especies demersales, pero la temperatura no es estática, y los tipos de sedimento y fauna bentónica no siempre son conocidos con tanta precisión. Sin embargo, cualquiera que sea el significado de cada uno de estos factores ambientales, es evidente que la estratificación por profundidad resulta indirectamente en una estratificación por temperatura (en la medida en que la columna de agua tiene estratificación térmica), la que en la mayoría de los casos suele corresponder en forma general a una estratificación por sedimentos y fauna bentónica.

Considerando estos antecedentes, el procedimiento para hacer una estratificación será el siguiente:

- 3.1 Definir el número de arrastres o lances a realizarse, lo que es dependiente del tamaño del área a evaluarse y de los recursos económicos disponibles.

- 3.2 Según los resultados de reconocimientos pesqueros anteriores, eco-rastreo o información de la flota comercial, se delimitan los estratos usando grados de latitud o longitud, según el caso, y profundidad ya que éstos son parámetros estáticos en un sistema. En el caso de Perú, es recomendable usar grados de longitud y profundidad.
- 3.3 La cantidad de lances se repartirá en los estratos en número proporcional al área y a la densidad relativa, según la siguiente ecuación:

$$n_h = \frac{A_h \cdot P_h}{\sum_{h=1}^L A_h \cdot P_h} \cdot n \quad (1)$$

En donde:

- n_h = número de lances en el estrato h
 n = número total de lances posibles
 A_h = área del estrato h
 P_h = factor de ponderación de densidad o abundancia para cada estrato
 L = número de estratos

El muestreo en cada estrato es al azar simple, en donde todos los miembros de la comunidad tienen igual oportunidad de aparecer en la muestra. Es muy importante insistir en que esto es igualmente válido para todos los miembros, tanto para los raros como para los típicos.

Un procedimiento muy útil y de amplia aplicación para tomar muestras al azar consiste en utilizar números al azar, tal como se describe en la mayor parte de los libros de estadística o se usa coordenadas tipeadas al azar por computadora.

4. EVALUACION POR AREA BARRIDA

4.1 Cálculo del área barrida

Para cada lance:

$$a = f.v.b. \quad (2)$$

en donde:

- a = área barrida (mn^2)
- f = duración del lance (horas)
- v = velocidad durante el lance (mn/h)
- b = abertura horizontal de la red (distancia entre alas)
(mn)

4.2 Cálculo de la biomasa por área barrida

La biomasa por unidad de área o densidad por especie se calcula según:

$$d_i = \frac{C_i}{a_i \cdot e_i} \quad (3)$$

en donde:

- d_i = biomasa de una especie por unidad de área o densidad (peso/mn^2) en el lance i
- C_i = captura en peso de especie (tons) en el lance i
- a_i = área barrida (mn^2) en el lance i
- e_i = factor de eficiencia total en el lance i

4.3 Estimación de la eficiencia total

La eficiencia puede fraccionarse en dos componentes:

$$e = \alpha \cdot \beta$$

α = factor de eficiencia vertical; proporción del recurso que está al alcance de la red.

β = factor de retención: proporción del recurso que está al alcance de la red y es efectivamente retenida por ella.

4.4 Estimación de la eficiencia vertical (α)

Es posible obtener estimaciones de α mediante eco-integración, debiéndose realizar durante el lance una eco-integración simultánea en dos canales, obteniéndose:

i_1 = biomasa entre el fondo y la abertura vertical de la red (ver Figura 3).

i_2 = biomasa entre el fondo y la altura máxima de cardúmenes observados que pueden razonablemente considerarse como demersales.

Luego:

$$\alpha = \frac{i_1}{i_2}$$

Otra alternativa es, obteniendo la altura media de los cardúmenes \bar{h}_2 , dividir la abertura vertical de la red h_1 , describiéndose de la siguiente manera:

$$\alpha = \frac{h_1}{\bar{h}_2}$$

4.5 Verificación de la estimación de α

El valor de alfa (α) obtenido como se describe anteriormente, será posiblemente sesgado debido a que:

- Peces muy pegados al fondo no dan ecotrazos pero aparecen en la red de arrastre.
- No se puede esperar que la composición por especies, o por tamaños, sea igual en diferentes niveles encima del fondo, lo cual es igual tanto en el primero como segundo caso (h_1 y h_2).

De acuerdo a ésto, es necesario realizar algunos lances con red de media agua en los mismos lugares en donde se han realizado con red de fondo para efectos de comprobación.

4.6 Estimación del factor de retención (β)

No es posible al momento calcular valores confiables de β con datos de los lances ni hay otras posibilidades de estimarle a corto plazo; de allí que es adecuado inferir arbitrariamente valores razonables para las diferentes especies (entre 0 y 1). Existe la posibilidad de obtener estimaciones usando pruebas de selección simultáneamente a la evaluación.

4.7 Cálculo de la biomasa por estrato

La biomasa media por unidad de área o densidad media está dada por:

$$\bar{d}_h = \frac{1}{n_h} \sum_{i=1}^{n_h} d_i \quad (4)$$

$$\bar{d}_h = \frac{1}{n_h} \sum_{i=1}^{n_h} \frac{C_i}{a_i \cdot e_i}$$

en donde:

\bar{d}_h = densidad media de una especie en el estrato h

n_h = número de lances en el estrato h

C_i = captura de la especie en el lance i

a_i = área barrida en el lance i

e_i = factor de eficiencia total en el lance i

d_i = densidad en el lance i

la varianza de la muestra:

$$V(d_h) = \frac{\sum_{i=1}^{n_h} (d_i)^2}{n_h - 1} - \frac{\left(\frac{\sum_{i=1}^{n_h} d_i}{n_h} \right)^2}{n_h}$$

y la varianza de la media:

$$V(\bar{d}_h) = \frac{V(d_h)}{n_h}$$

Entonces la biomasa en el estrato será:

$$B_h = A_h \cdot \bar{d}_h \quad (5)$$

con:

B_h = biomasa de la especie (peso) en el estrato h

A_h = área del estrato h (mm^2)

\bar{d}_h = densidad media de la especie en el estrato h (peso/mm^2)

y la biomasa media estratificada por unidad de área o densidad media estratificada será:

$$\bar{d}(\text{est}) = \frac{1}{A} \sum_{h=1}^L A_h \cdot \bar{d}_h$$

Luego la biomasa total de la especie en el área de investigación será:

$$B = \sum_{h=1}^L B_h = \sum_{h=1}^L A_h \cdot \bar{d}_h = A \cdot \bar{d}(\text{est}) \quad (6)$$

en donde:

B = biomasa total de la especie

L = número de estratos

B_h = biomasa de la especie en el estrato h

A = área total de investigación (mm^2)

\bar{d}_h = densidad media en estrato h

Entonces tendremos que la varianza de la biomasa media estratificada será:

$$V(\bar{d}(\text{est})) = \frac{1}{A^2} \cdot \sum_{h=1}^L A_h^2 \cdot \frac{V(d_h)}{n_h}$$

4.8 Cálculo de límites de confianza de la evaluación

Los límites de confianza para \bar{d} (est):

$$\pm t (\alpha, G.L.) \sqrt{V (\bar{d} \text{ (est)})}$$

en donde:

t = valor de t de Student

= probabilidad de error aceptable (es diferente que la eficiencia)

G.L. = grados de libertad

Para el cálculo de los grados de libertad:

$$G.L. = (\sum n_h) - 1 \quad (\text{Mackett, 1973})$$

$$G.L. = \frac{\left[\sum_{h=1}^L A_h^2 V (\bar{d}_h) \right]^2}{\sum_{h=1}^L \frac{A_h^4 V^2 (\bar{d}_h)}{N_h - 1}} \quad (\text{Cochran, 1977})$$

La fórmula de Cochran es más adecuada debido a que la primera puede sobreestimar el número de grados de libertad, por no considerar las diferentes varianzas de diferentes estratos, dando límites de confianza estrechos.

Finalmente los límites de confianza para la estimación de la biomasa total será:

B ± El valor porcentual de los límites referidos a la densidad media estratificada

5.

DISCUSION

El método de área barrida para la evaluación de peces demersales es un método para calcular la cantidad en peso de peces, presentes en una determinada área. Pero los peces demersales no se encuentran distribuidos uniformemente dentro de un área, sino por el contrario, su distribución es irregular y varía de acuerdo a la disponibilidad de alimento, temperatura, O_2 , profundidad, naturaleza de fondo, estación de reproducción, etc. Para que éstos se evalúen es necesario conocer los patrones de distribución de la especie o especies a evaluarse y además, las características de comportamiento en un momento dado, ya que variaciones en el comportamiento del recurso pueden llevar a valores que no son reales.

Los errores en las estimaciones de los recursos pueden reducirse considerablemente cuando se plantean métodos de muestreo que tienden, en lo posible, a reducir al mínimo la varianza de las capturas medias. Cumpliendo las siguientes condiciones:

1. La población está compuesta de cardúmenes que varían mucho en su tamaño.
2. Las principales variables a medir son estrechamente relacionadas con el tamaño del cardúmen.
3. Una buena medida es disponible para determinar el estrato.

Entonces, al introducir valores medios en las ecuaciones de evaluación, éstos se acercan más a la realidad y arrojan resultados adecuados para un manejo eficiente de los recursos.

Una de las formas recomendadas para reducir las varianzas en las cap-

turas medias, es estratificando las áreas a evaluarse, de tal forma que éstas queden reducidas a áreas de mayor o menor densidad o en general, a áreas más pequeñas en donde el valor medio obtenido de muestras tomadas al azar represente realmente al estrato y que el estimado final obtenido sea un valor que nos dé seguridad de lo que existe en el momento de la evaluación.

En lo que se refiere al método de evaluación propuesto por Alverson y Pereira (1969), debemos considerar las aclaraciones hechas por Armstrong (1981) y Bazigos (1980) en donde se plantea que la captura por esfuerzo medio a introducirse en la ecuación (5) sea la captura media o densidad media obtenida según la ecuación (3), quedando al final el método definido según se expresa en la ecuación (6). Esto hace necesario que en una evaluación por área barrida los tiempos y velocidades de arrastre deben ser forzosamente estandarizados.

Finalmente, es necesario aclarar que este tipo de evaluación ofrece estimaciones confiables en la medida que las distribuciones de los peces dentro del espacio muestral obedecen a patrones de "estabilidad" de un sistema. En condiciones de anormalidades como el caso de "El Niño", las estimaciones a obtenerse pueden ser fuertemente sesgadas.

6.

BIBLIOGRAFIA

- ALVERSON, D.L. and W.T. PEREYRA. 1969. Demersal fish exploration in the Northeastern Pacific Ocean. Evaluation of exploratory fishing methods and analytical approaches to stock size and yield forecasts. J.Fish.Res.Board Can. Vol. 26 (8):1985-2000.
- ARMSTRONG, D. 1981. Investigación de la merluza en IMARPE. Informe Inst.Mar Perú-Callao N° 79.
- BAZIGOS, G.P. 1980. El diseño de reconocimientos de pesca con redes de arrastre. FAO, COCIC-IX/11.
- COCHRAN, W.G. 1977. Sampling Techniques. Third edition, John Wiley & Sons, New York. 428 p.
- MACKETT, D.J. 1973. A method of sampling the Pacific albacore (Thunnus germon) catch for relative age composition. FAO Fish. Rep. Vol. 3(6):1355-1366.

APENDICE I

El método de evaluación por área barrida propuesto por Alverson y Pe-
reyra (1969) está descrito por la ecuación:

$$B = \left(\frac{\bar{C}}{f}\right) \left(\frac{A}{ea}\right) \quad (7)$$

en donde:

B = biomasa

\bar{C} = captura media obtenida por unidad de esfuerzo

\bar{a} = área barrida por la red

e = coeficiente de eficiencia de la red

A = área ocupada por el recurso a evaluarse

El primer término de la ecuación puede definirse como la captura media
obtenida por lance, para el cual se usó un esfuerzo determinado y es-
tándar. Partiendo de la premisa de que el esfuerzo a utilizarse debe
ser constante o estándar, la ecuación (7) quedaría reducida a:

$$B = \bar{C} \cdot \frac{A}{ea} \quad (8) \quad \begin{aligned} \bar{C} &= C/f = \text{CPUE} \\ C/f &= C/\text{lance} \end{aligned}$$

en donde:

\bar{C} = captura media obtenida por unidad de esfuerzo

e = eficiencia de la red

\bar{a} = área media barrida por la red

A = área ocupada por el recurso

Es importante mencionar que la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) o

(C/f) es un índice relativo de la densidad de los peces y que el esfuerzo puede tener diferentes medidas; en nuestro caso es el tiempo de arrastre efectivo. Si la duración de los arrastres es diferente, se debe estandarizar el esfuerzo a una unidad de tiempo definida para así poder comparar las densidades relativas. De allí que se obtengan las biomazas como valor absoluto y no relativo usando la ecuación (7).

Pero en caso de que se tenga lances de fracción de tiempo diferentes a una hora, no es permitido dividir las capturas entre esta fracción de tiempo (C/f) para llevarlos a una hora. Porque ésto hace que la densidad se sobreestime más tanto menor sea la fracción de tiempo usada; por ejemplo, si usamos 30 minutos de arrastre la sobreestimación será del doble, y si usamos 10 minutos de arrastre la sobreestimación será en 6 veces. Es adecuado pues, poner en ésto una especial atención.

Finalmente, es necesario aclarar que la duración del lance entra ya en la ecuación (7) por el factor \bar{a} que se describe de la siguiente manera:

$$\bar{a} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n b_i \cdot v_i \cdot f_i$$

(ver también ecuación 2).

APENDICE II

En la Figura 4 se puede observar un área hipotética a evaluarse en la cual se encuentran distribuidos los peces según se observa en la Figura 5, determinándose 3 áreas de diferente densidad coincidente con la profundidad de tal forma que tendremos una zona "A" medianamente densa entre 20 y 30 brazas, una zona "B" muy densa entre 30 y 40 brazas y una zona "C" poco densa entre 40 y 50 brazas. Definidas estas características por acústica o por información de la flota comercial se atribuyen diferentes valores de ponderación a cada una de ellas obteniéndose:

zona "A"	2	(media)
zona "B"	3	(abundante)
zona "C"	1	(poco)

Asimismo, se dispone de la información de las áreas:

A	=	2047	Km ²
B	=	1755	"
C	=	1195	"
<hr/>			
TOTAL	=	4997	Km ²

Por otro lado, disponemos solamente de tiempo para realizar 30 lances de pesca o arrastre, entonces tendremos que el número de lances necesario para evaluar cada una de las áreas estará dado por:

$$n_h = \frac{A_h \cdot P_h}{\sum_{h=1} A_h \cdot P_h} \times n$$

Obteniéndose:

$$N_A = \frac{2047 \times 2}{(2047 \times 2) + (1755 \times 3) + (1195 \times 1)} \times 30$$

$$N_A = 11.64 \qquad N_A = 12$$

$$N_B = \frac{1755 \times 3}{(2047 \times 2) + (1755 \times 3) + (1195 \times 1)} \times 30$$

$$N_B = 14.97 \qquad N_B = 15$$

$$N_C = \frac{1195 \times 1}{(2047 \times 2) + (1755 \times 3) + (1195 \times 1)} \times 30$$

$$N_C = 3.40 \qquad N_C = 3$$

Teniendo el número de lances a realizarse en cada uno de los estratos, se reparten éstos al azar obteniéndose así una distribución al azar estratificada de los lances, lo que representa un muestreo al azar estratificado (Figura 6) que requiere de un análisis como el que se describe en la Tabla 1.

Se puede observar que para el estrato "A" solamente aparecen 11 datos, habiéndose realizado un lance sin captura que también se incluye en el análisis; lo mismo sucede en el estrato "B", en que los lances sin captura fueron 2, y en el estrato "C" solamente hubo un lance sin captura.

En la Tabla 1 los datos son analizados estratíficamente obteniéndose una biomasa de 97,908.24 TM \pm 70.19%, mientras que en la Tabla 2 el análisis se realiza al azar simple obteniéndose 129,870 TM \pm 78.23%.

La diferencia de biomasa entre ambos análisis es del 25%, lo que produce una sobreestimación del orden del 32.64% con respecto al valor ob-

tenido por muestreo al azar estratificado. Asimismo, los límites de confianza se incrementan en un 10.28% con respecto al obtenido por análisis estratificado de las capturas.

Tabla 1. Análisis al azar estratificado de las capturas.

b_i	c_i	a_i	e_i	$d_i = \frac{c_i}{a_i \times e_i}$	$\bar{d}_h = \frac{1}{n_h} \sum_{i=1}^{n_h} d_i$	$(d_i)^2$	$v(d) = \frac{\sum_{i=1}^{n_h} d_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^{n_h} d_i)^2}{n_h}}{n_h - 1}$	$v(\bar{d}_h) = \frac{v(d)}{n_h}$	$E_h = A_h \times \bar{d}_h$
h1 $A_h = 2047$ mm	0.114	0.0176	0.5	12.93	$n_h = 12$ $\bar{d}_h = 4.22$ $(\sum d_i)^2 = 2571.47$	167.82	$v(d) = \frac{377.37 - \frac{2571.47}{12}}{11}$ $v(d) = 14.83$ $\sum (d_i)^2 = 377.37$	$v(\bar{d}_h) = \frac{14.83}{12}$ $v(\bar{d}_h) = 1.24$	$E_h = 8638.34$
	0.085	0.0124	0.7	9.79		95.90			
	0.010	0.0122	0.8	1.02		1.05			
	0.024	0.0117	0.9	2.28		5.19			
	0.032	0.0136	1.0	2.35		5.54			
	0.008	0.0116	0.3	2.30		5.28			
	0.018	0.0096	0.9	2.08		4.34			
	0.033	0.0118	0.7	4.00		15.96			
	0.033	0.0118	0.4	6.99		48.88			
	0.012	0.0092	0.6	2.17		4.73			
	0.40	0.0120	0.7	4.76		22.68			
	h2 $A_h = 1755$ mm	0.538	0.0115	0.8		58.48			
0.048		0.0123	0.2	19.51	380.73				
0.450		0.0123	0.9	40.65	1652.46				
0.120		0.0137	0.5	18.69	349.17				
0.074		0.0106	0.3	23.27	541.51				
4.069		0.0121	1.0	336.28	113084.90				
1.539		0.0111	0.9	154.05	23732.65				
0.032		0.0128	0.3	8.33	69.44				
0.028		0.0143	0.5	3.92	15.37				
0.061		0.0125	0.7	6.97	48.60				
0.131		0.0124	0.8	13.21	174.39				
0.034		0.0131	0.2	12.98	168.40				
0.150		0.0127	0.7	16.87					
h3 $A_h = 1195$ mm		0.061	0.0125	0.4	12.20	$n_h = 3$ $\bar{d}_h = 4.87$ $(\sum d_i)^2 = 213.73$	148.84	$v(d) = \frac{154.68 - \frac{213.74}{3}}{2}$ $v(d) = 41.72$ $\sum (d_i)^2 = 154.68$	$v(\bar{d}_h) = \frac{41.72}{3}$ $v(\bar{d}_h) = 13.91$
	0.006	0.0124	0.2	2.42	5.85				

continúa Tabla 1

$\bar{d}(\text{est}) = \frac{1}{A} \sum_{h=1}^L A_h \bar{d}_h$	$B = A \times \bar{d}(\text{est})$	$V(\bar{d}(\text{est})) = \frac{1}{A^2} \sum_{h=1}^L A_h^2 \times V(\bar{d}_h)$	$G.L. = \frac{\sum_{h=1}^L A_h^2 V(\bar{d}_h)}{\sum_{h=1}^L \frac{A_h^4 V^2(\bar{d}_h)}{n_h - 1}}$	$G.L. = \frac{\sum_{h=1}^L A_h V(\bar{d}_h)}{\sum_{h=1}^L \frac{A_h^2 V^2(\bar{d}_h)}{n_h - 1}}$	$\bar{d}(\text{est}) \pm t(\alpha, G.L.) \sqrt{V(\bar{d}(\text{est}))}$ $t = 1.692$ $G.L. = 30$ $\alpha = 0.05$
$\bar{d}(\text{est}) = \frac{1}{4997.0} \times 97908.24$ $\bar{d}(\text{est}) = 19.59 \pm 13.75$ $\pm 70.19\%$	$B = 97891.23$	$V(\bar{d}(\text{est})) = \frac{1}{24970009.0} \times$ $(5195859.16 + 161337869.6 + 19863827.75)$ $V(\bar{d}(\text{est})) = 65.62$	$G.L. = \frac{2.68 \times 10^{18}}{8.97 \times 10^{16}}$ $G.L. = 29.90$	$G.L. = \frac{8.80 \times 10^{11}}{2.91 \times 10^{10}}$ $G.L. = 30.21$	$19.59 \pm t \times \sqrt{65.62}$ $19.59 \pm t \times 8.100$ $19.59 \pm 1.697 \times 8.100$ $19.59 \pm 13.75 = \pm 70.19\%$ $\therefore B \pm 70.19\%$ $97891.23 \begin{cases} + 68709.85 = 166601.08 \\ - 68709.85 = 29181.38 \end{cases}$

Tabla 2. Análisis al azar simple de las capturas.

$d_i = \frac{c_i}{a_e \cdot e_i}$	$V(d) = \frac{\sum d_i^2 - \frac{(\sum d_i)^2}{n}}{n-1}$	$V(\bar{d}) = \frac{V(d)}{n}$	$B = A \times \bar{d}$	$G.L. = \frac{(A^2 V(d))^2}{A^4 V^2(\bar{d})}$	$B \pm (t(\alpha \cdot G.L.) \times \sqrt{V(\bar{d})})$ $t = 1.699$ $G.L. = 29$ $\alpha = 0.5$
12.95 9.79 1.02 2.28 2.35 2.30 2.08 4.00 6.99 2.17 4.76 58.48 19.51 -0.65 16.69 23.27 146.26 194.05 6.33 3.92 6.97 13.21 12.98 16.87 12.20 2.42	$V(d) = \frac{144438.69 - 20203.113}{29}$ $V(d) = 4283.9851$ -----	$V(\bar{d}) = \frac{4283.9851}{30}$ $V(\bar{d}) = 142.7995$ -----	$B = 4995 \times 26.0$ $B = 129,870$ -----	$G.L. = \frac{1.26939 \times 10^9}{4.37721 \times 10^{17}}$ $G.L. = 28.999 = 29$	$\bar{d} \pm t(\alpha \cdot G.L.) \sqrt{V(\bar{d})}$ $25.95 \pm 1.699 \sqrt{142.7995}$ 25.95 ± 20.30 25.95 ± 78.232 $129.870 \begin{cases} + 101593.87 = 231463.87 \\ - 101593.87 = 28276.13 \end{cases}$
778.539					

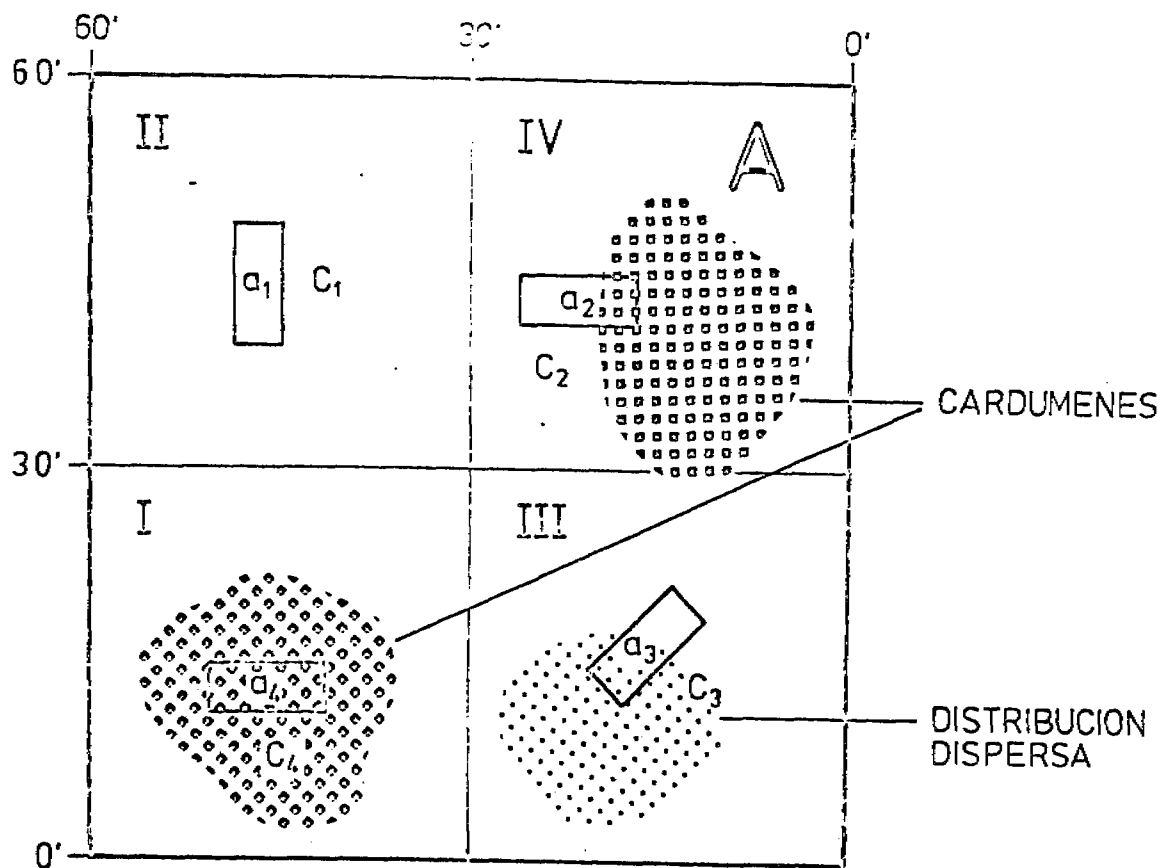
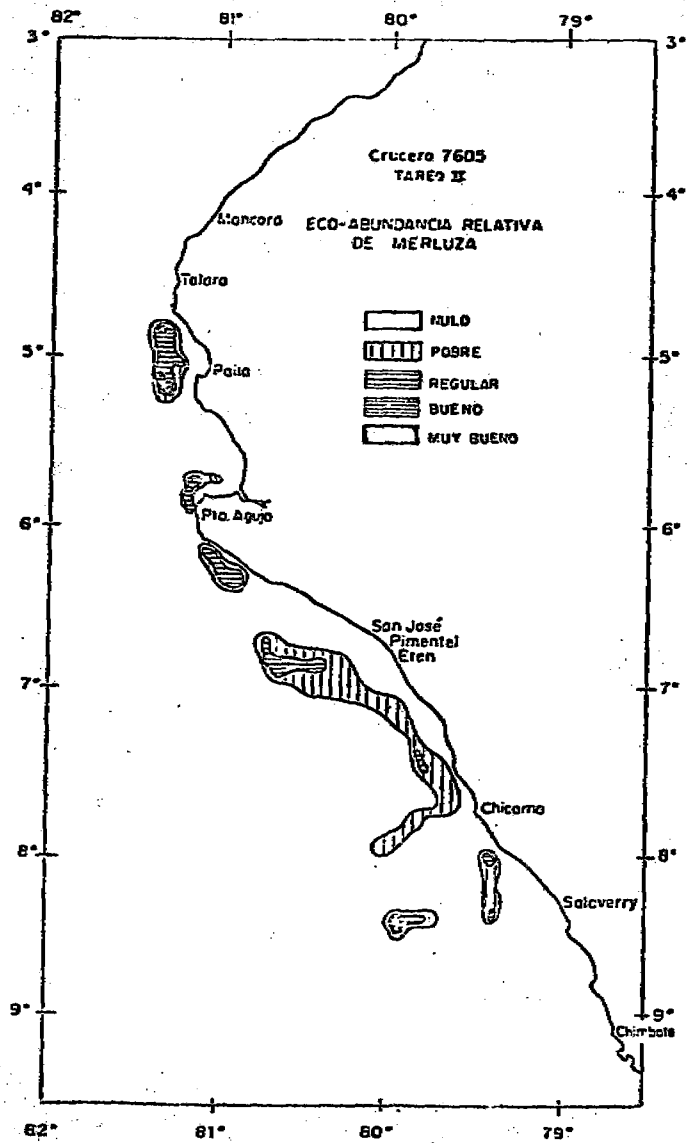


Figura 1. Tipos de distribución.



Inf. Inst. Mar Perú, No 47
Junio, 1968

Figura 2. Estructura, distribución y abundancia de peces demersales.

RED DE ARRASTRE

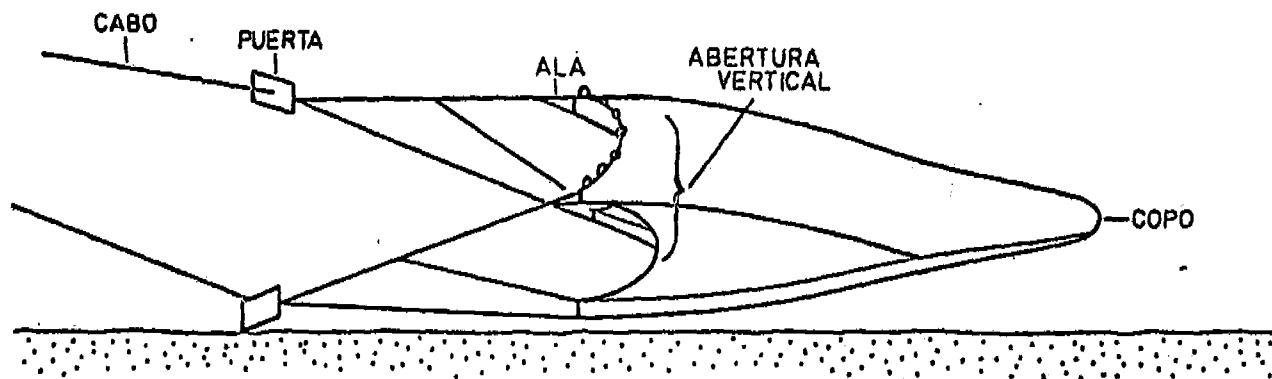


Figura 3. Red de arrastre de fondo.

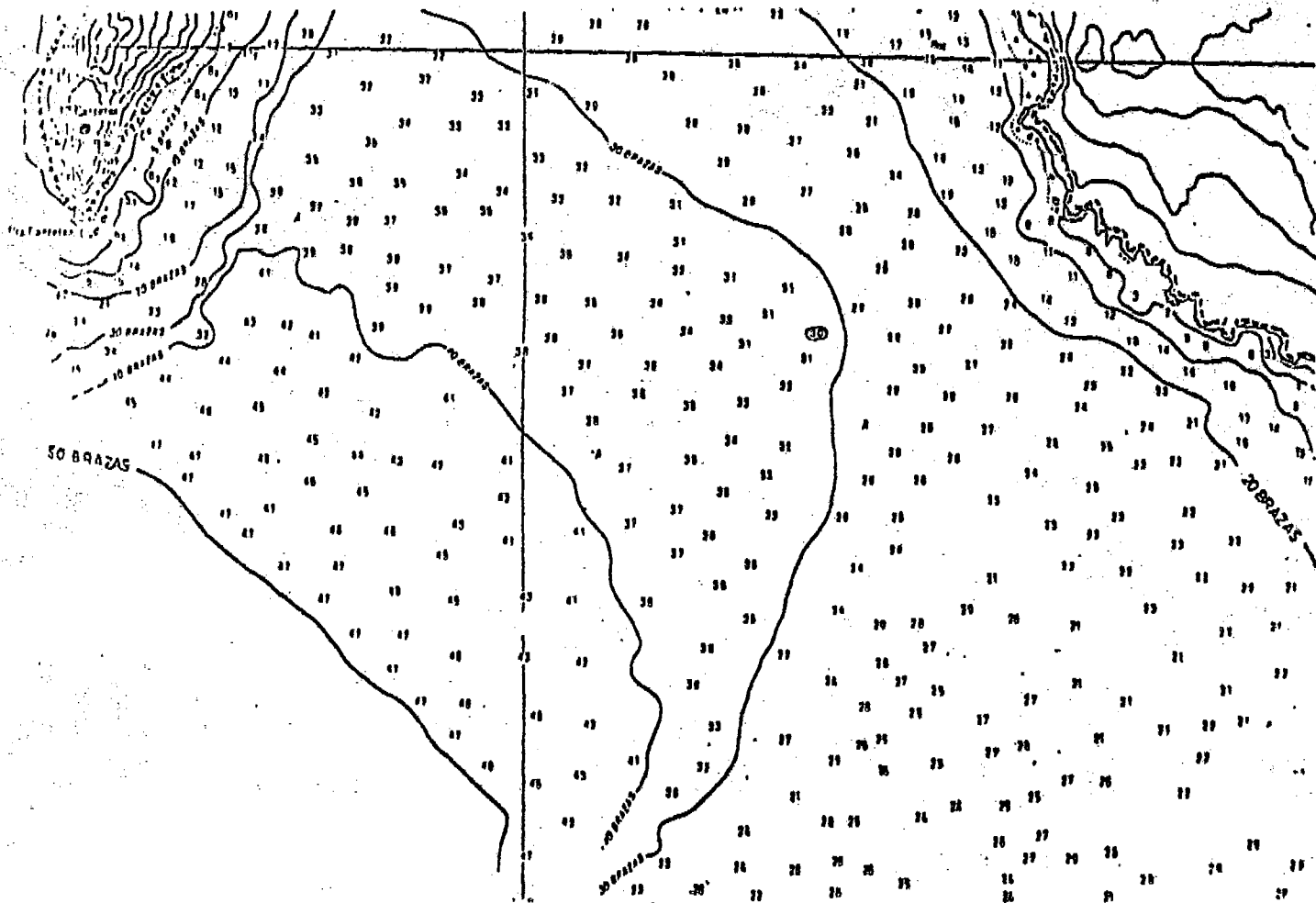


Figura 4. Area de muestreo.

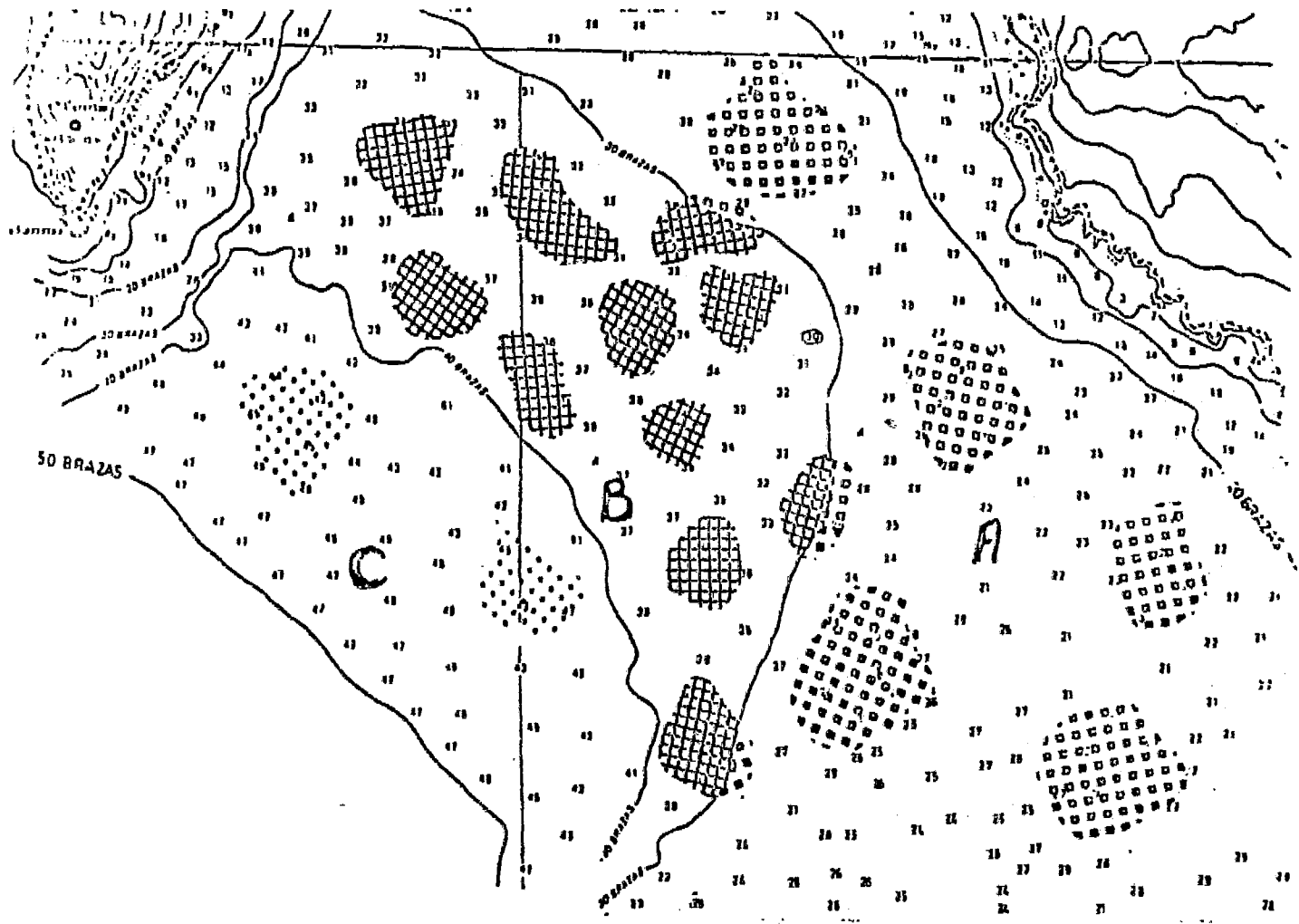


Figura 5. Distribución de los recursos en el área a muestrearse.

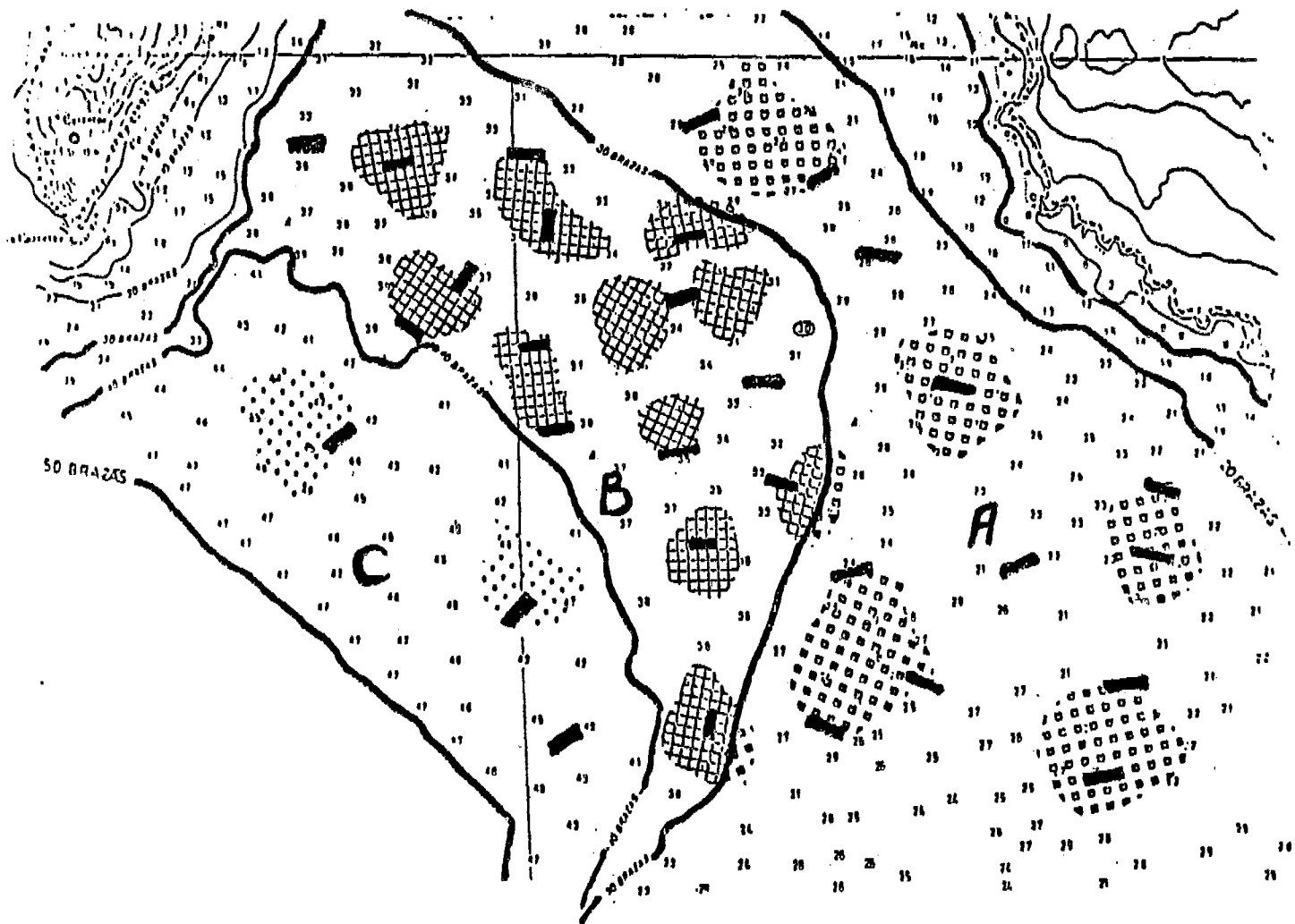


Figura 6. Distribución de los lances al azar estratificado siguiendo el patrón de distribución de los recursos.