

DETALLES TECNICOS DE UN PLAN DE CRUCERO
PARA ESTIMAR LA BIOMASA DESOVANTE DE
ANCHOVETA

Paul E. Smith¹, Haydeé Santander² y Juergen Alheit³

1. NOAA, National Marine Fisheries Service, Southwest Fisheries Center, P.O. Box 271, La Jolla, California 92038, U.S.A.
2. Instituto del Mar del Perú, Apartado 22, Callao, Perú
3. Programa Cooperativo Peruano-Alemán de Investigación Pesquera (PROCOPA), Instituto del Mar del Perú, Apartado 22, Callao, Perú

RESUMEN

Se presenta la metodología para diseñar un plan de crucero para estimar la biomasa desovante de anchoveta y se incluyen programas de computación en BASIC. Los programas permiten la selección de estaciones de cualquier área.

La posición de estaciones está impresa para el uso del capitán y oficiales del barco en el orden establecido por el Jefe Científico.

INTRODUCCION

En el planeamiento de un crucero es necesario cumplir varias etapas. La información biológica disponible debe acumularse y analizarse para luego determinar el número de muestras, el diseño de la red de estaciones y el plan del crucero. Por último, se debe encontrar un balance entre la cobertura máxima del área bajo investigación y el tiempo de barco disponible.

Este trabajo describe los detalles técnicos para establecer una red de estaciones, la forma de transformar los números de estación de muestreo a coordenadas geográficas y cómo dibujar un mapa del área de muestreo juntamente con la línea costera y la posición de estaciones. Todas las instrucciones están compiladas en programas de computación BASIC, para reducir el tiempo para cruceros futuros.

El crucero descrito aquí fue parte de un programa para estimar la biomasa desovante de la anchoveta peruana Engraulis ringens de acuerdo al "Método de Producción de Huevos" recientemente desarrollado en el Southwest Fisheries Center, California (Parker, 1980; Stauffer and Picquelle, 1980). Este método incluye el estimado conjunto de la producción de huevos por unidad de área del mar por unidad de tiempo y la producción de huevos por unidad de pez adulto por unidad de tiempo, para obtener un estimado instantáneo de la biomasa adulta. Este informe se refiere solamente al planeamiento de un crucero para el muestreo de los productos de desove. Basado en resultados de los cruceros y operaciones EUREKA de IMARPE entre 1965 y 1979, se determinó que alrededor de 1000 muestras de huevos debían ser colectadas en el área entre Pisco y Punta Aguja para obtener un estimado de producción de huevos con una precisión razonable (Santander, Smith

y Alheit, 1982) Los detalles técnicos del planeamiento de crucero se describen en las secciones siguientes.

MÉTODOS

El planeamiento de crucero es derivado de la carta número 22008, 33ava Edición, de la Agencia United States Defense Mapping, de fecha 8 de marzo 1980. Todas las posiciones son recomendaciones para ser ocupadas según la discreción del capitán y oficiales del barco, en lo que respecta a seguridad. El jefe científico del crucero tiene la facultad de alterar la posición de las estaciones, el orden de ocupación de las mismas, variar su número total y aumentar las que se requieran, de acuerdo a los objetivos del crucero.

La línea base del patrón de crucero, que es perpendicular a la costa, es la línea número 180, del Callao, con rumbo de 240° a través de la estación 1800.0800 en la posición $12^\circ 30.0'$ latitud sur y $78^\circ 00.0'$ longitud oeste (Fig. 1). Se establecieron líneas paralelas a la línea 180, próximas a la frontera norte del Perú (línea 40) hasta el área de Pisco (línea 213). Estas líneas se denominarán líneas de estaciones. Cada dígito de un número de línea de estación representa 3 millas náuticas. El mismo sistema de numeración puede ser mantenido hasta el límite sur del Perú si fuera necesario. Se establecieron líneas mayores de estaciones cada 30 millas (correspondiente a 10 unidades) desde la línea de estaciones 40 a la línea de estaciones 210, para abarcar toda la zona costera del rango de desove de la subpoblación norte-central de la anchoveta peruana en años recientes. Hacia fuera de la costa líneas de estaciones de hasta generalmente 90 millas cubrieron el rango de la anchoveta mar afuera.

Las estaciones estuvieron distribuidas cada 3 millas sobre los transectos, de tal forma que cada estación es equivalente a 3 millas náuticas. La línea de estaciones "0" está ubicada en tierra, de tal forma que cada estación real tiene un número positivo. La red de estaciones de muestreo está orientada de tal forma que esta línea es paralela a la costa entre Pta. Aguja y Pisco. En cada línea de estaciones se fijó la estación próxima a la costa a una distancia no menor a 5 millas náuticas de la costa. Puesto que cada número de estación representa 3 millas, las estaciones costeras variarían de 5 a 8 millas de la costa. En el programa denominado "Planeador de Crucero" (Apéndice 1) se introducen los números de las líneas de estaciones (Instrucción 710) y para cada uno de ellos también se introduce las estaciones hacia la costa y hacia el mar (Instrucciones 730, 741) y el rumbo que sigue el barco (hacia la costa 60° , o hacia fuera de la costa 240°). En esta forma se establece una estación cada 3 millas a lo largo de cada línea de estaciones.

Se da un énfasis adicional al muestreo cerca a la costa, en relación a la distribución actual de la población de anchoveta, por líneas de estaciones más cortas que se inician también de 5 a 8 millas de la costa hasta 30 millas náuticas de la costa. En la Fig. 2 se presenta el mapa de las estaciones. Para reducir tiempo de recorrido del barco, las líneas de estaciones mayores son ocupadas consecutivamente hacia afuera y hacia adentro de la costa. Entre ellas se ocupan las líneas de estaciones cortas, intermedias. En la Fig. 2 también se muestra la dirección que debe seguirse. En la Tabla 1 se da las líneas de estaciones en orden numérico, las estaciones hacia la costa y hacia afuera de la costa, la dirección de ocupación y el orden de ocupación de la línea de estaciones, para 53 líneas. El crucero se desarrolla de sur a norte.

Para propósitos de navegación estas estaciones son convertidas a posiciones (coordenadas geográficas) usando el algoritmo de Eber and

Hewitt (1979) desarrollado para la red de estaciones CalCOFI, modificada para la red de estaciones de IMARPE (Apéndice 2. "Bitácora del Capitán"). La lista ordenada de estaciones creada por el "Planeador de Crucero" (Apéndice 1) es leída por el programa de Bitácora del Capitán, y a cada estación se le asigna una posición deseada (latitud, longitud) y orden de ocupación. La ecuación se da en las instrucciones 420 a 760. El número de la estación de referencia I9 (80) se asigna en la instrucción 440, y el número de la línea de estaciones de referencia J9 (180) en la instrucción 450. La unidad de incremento de la línea de estación (0.05° ó 3 millas náuticas) está definido en la instrucción 460 (X5); el incremento de unidad del número de estación (0.05° , 3 millas náuticas) está en la instrucción 470 (Y5). La posición geográfica del punto de referencia primaria está definido en las instrucciones 480 y 490; X5 es 78° longitud oeste y Y9 es 12.5° ($12^\circ 30'$) latitud sur.

La Tabla 2 es un ejemplo del listado de las estaciones en el orden de ocupación deseado. Debido a que toma bastante tiempo para que el barco tome una posición exacta, hay espacios en blanco para llenarlos con las posiciones reales ocupadas en orden. Las estaciones agregadas o canceladas pueden ser anotadas en el mismo formulario.

El Apéndice 3 contiene un programa para diseñar un mapa de la línea costera peruana y las posiciones de las estaciones a ocuparse. Este programa puede ser modificado para indicar aquellas estaciones donde los huevos de anchoveta son encontrados así como alguna medida de su abundancia. Estas presentaciones visuales son de gran utilidad para adjuntarlos con los datos estadísticos de los cuales se derivan los resultados.

DISCUSION

Este plan de crucero es el resultado de análisis, ideas, discusiones y decisiones arbitrarias. Lo que continúa es una descripción de la información en la que se basa el plan de crucero.

La extensión del crucero se basa en la extensión del desove de anchoveta, detectado por Operaciones Eureka en la principal estación de desove en 1980. Para la mayor parte, las líneas mayores de estaciones se extienden más allá del desove de anchoveta. Nosotros creemos que la sobre-extensión debe ser mantenida por 2 razones principales:

- 1) Es posible un crecimiento de la población de anchoveta en el año intervenido y la extensión de las líneas de estaciones mayores permitirían una estimación de esta mayor extensión.
- 2) Se requieren muchas muestras de huevos de sardina para planificar la densidad de las estaciones para estimados futuros de biomasa en años subsecuentes. Esta extensión fuera de la costa proveerá más muestras de huevos de sardina.

La intensidad del muestreo está dado por: una muestra cada tres millas en el plano de distancia de la costa (hacia adentro y hacia afuera), una muestra cada 10 millas hacia el norte y sur y hasta 30 millas. El espaciamento de líneas es de 30 millas fuera de la costa. Se requieren aproximadamente 1000 muestras para una estimación precisa de producción de huevos basada en el sumario estadístico de muestras colectadas con red Hensen de las pasadas 2 décadas (Santander, Smith y Alheit, 1982).

TECHNICAL DETAILS OF A CRUISE PLAN FOR THE
ANCHOVETA SPAWNING BIOMASS ESTIMATE

Paul E. Smith¹, Haydeé Santander² and Juergen Alheit³

1. NOAA, National Marine Fisheries Service, Southwest Fisheries Center, P.O. Box 271, La Jolla, California 92038, U.S.A.
2. Instituto del Mar del Perú, Apartado 22, Callao, Perú
3. Programa Cooperativo Peruano-Alemán de Investigación Pesquera (PROCOPA), Instituto del Mar del Perú, Apartado 22, Callao, Perú

SUMMARY

The technical details for a cruise plan to evaluate anchovy spawning biomass in BASIC are presented here. The programs allow the selection of station on any grid.

The station positions in longitude and latitude are printed for use by the ship's captain and officers in the order the chief scientist has selected.

INTRODUCTION

Several steps are involved in the planning of a cruise. The available biological information has to be gathered and analyzed. Once the desired number of samples has been determined on the basis of this analysis, a station grid and a cruise plan have to be accomplished. It has to be compromised between a maximal coverage of the area under investigation and the available ship time.

This paper describes the technical details how to establish a station grid, how to transform the sampling station numbers to geographical coordinates and how to draw a map of the sampling area together with coastline and station positions. All instructions are compiled in BASIC computer programs in order to save time for future cruises.

The cruise reported here was part of a program to estimate de spawning biomass of the Peruvian anchoveta, Engraulis ringens, according to the recently "Egg Production Method" developed in the Southwest Fisheries Center, California (Parker, 1980; Stauffer and Picquelle, 1980). This method involves the joint estimation of the egg production per unit sea area per unit time and the egg production per unit adult fish per unit time to obtain an instantaneous estimate of the adult biomass. This report refers only to the planning of a cruise for sampling the spawning products. Based on results of EUREKA cruises of IMARPE between 1965 and 1979, it was determined that about 1000 egg samples must be collected in the area between Pisco and Punta Aguja to obtain an egg production estimate with a reasonable precision (Santander, Smith and Alheit, 1982). The technical details of the cruise planning are described in the following section.

METHODS

All cruise planning is derived from chart number 22008, 33rd Edition, United States Defense Mapping Agency dated March 8, 1980. All positions are recommendations to be occupied at the discretion of the ship's captain and officers with regard to safety. The chief scientist on the cruise is traditionally given the power to alter the station positions, the order in which the stations are occupied, the total number of stations, and the addition of stations, as required under the objectives of the cruise.

The base line of the cruise pattern, which is perpendicular to the coast, is line number 130 through Callao on a course of 240° through station 1800.0800 at $12^\circ 30.0'$ south latitude and $78^\circ 00.0'$ west longitude (Fig. 1). Lines parallel to line 180 were established from near the northern border of Peru (line 40) to the area of Pisco (line 213). These lines will be called station lines. Each digit of a station line number represents 3 nautical miles. The same numbering system can be maintained to the southern border of Peru when required. Major station lines were established each 30 miles (correspond to 10 line units) from station line 40 to station line 210 to encompass all of the coast-wide range of spawning of the north-central subpopulation of the Peruvian anchoveta in recent years. The offshore range of the anchoveta was encompassed with stations proceeding generally 90 miles to sea.

On the station lines, the stations were spread 3 miles from each other, so that each station number is equivalent to 3 nautical miles. The line of the "0" stations is inland so that each station number is positive. The sampling grid is orientated so that this line is

parallel to the coast between Punta Aguja and Pisco. On each station line was established a nearshore station with a whole number not closer than 5 nautical miles from the nearest land. Thus since each number represents 3 miles, the nearshore stations will vary from 5 to 8 miles offshore. In the program called "Cruise Planner" (Appendix 1) the station line numbers are entered (Instruction 710) and for each station line number the shoreward and seaward stations are entered (Instruction 730, 741) and the direction that the ship is to proceed (onshore 60° , or offshore 240°). In this way a station is established each 3 miles along each station line.

Additional emphasis to nearshore sampling which conforms to the present population distribution of the anchoveta is provided by shorter station lines starting as well 5 to 8 miles offshore out to 30 nautical miles further offshore. Figure 2 is the map of the stations. To save ship running time the long station lines are occupied consecutively, away from shore and towards the shore. Between them, short intermediate station lines are occupied. The way the ship has to proceed is demonstrated also in Fig. 2. The list of the station lines in numeric order, the onshore and offshore stations, the direction of occupancy and the station line order of occupancy is given for 53 lines in Table 1 for the recommended cruise plan. The cruise proceeds from south to north.

For navigational purposes these stations are converted to positions (geographical coordinates) using the algorithm of Eber and Hewitt (1979) developed for the CalCOFI grid as modified for IMARPE grid (Appendix 2, "Captain's Log"). The ordered list of stations created by "Cruise Planner" (Appendix 1) is read by the Captain's Log program, and each station is assigned a desired position (latitude, longitude) and order of occupancy. The equation is located in instruction 420 through 760. The reference station number, I9 (80), is assigned in instruction 450. The unit station line number increment

(0.05° or 3 nautical miles) is defined in instruction 460 (X5); the unit station number increment (0.05°, 3 nautical miles) is in instruction 470 (Y5). The geographic position of the primary reference point is defined in instructions 480 and 490; X5 is 78° west longitude and Y9 is 12.5° (12°30') south latitude. Table 2 is an example of a listing of the stations in the desired order of occupancy. Because it is too time consuming to position a ship at an exact position there are blanks for filling out the actual position occupied in the actual order. Stations added or cancelled can be noted on the same sheet.

Appendix 3 contains a program to draw a map of the Peruvian coastline and the positions of the stations to be occupied. This program may be modified to indicate those stations where anchovy eggs are found and some measure of their abundance. These visual presentations are valuable adjunct to the statistical data from which the results are derived.

DISCUSSION

This cruise plan is the result of analysis, judgement, discussion and arbitrary decisions. What follows is a description of the information on which the cruise plan was based.

The extent of the cruise is based on the extent of the anchovy spawning as detected by Eureka cruises in the principal spawning season in 1980. For the most part, the long station lines extend beyond the anchoveta spawning. We believe the overextension should be maintained for two main reasons: 1) growth of the anchovy popula-

tion is possible in the intervening year and the extension of the major station lines would allow an estimation of the expanding coverage; 2) many samples of sardine eggs are needed to plan the station density for future sardine biomass estimates in subsequent years. These offshore extensions will provide more samples of sardine eggs.

The intensity of sampling is one sample each three miles in the offshore/onshore plane, each 10 miles north and south at the coast and out for 30 miles. Line spacing is 30 miles offshore. Approximately 1000 samples are required for precise estimation of egg production based on statistical summary of Hensen net samples of the past two decades (Santander, Smith and Alheit, 1982).

REFERENCIAS - REFERENCES

- EBER, L. and R. HEWITT. 1979. Conversion algorithms for the CalCOFI station grid. CalCOFI Rep. Vol. XX: 135-137
- PARKER, K. 1980. A direct method for estimating northern anchovy, Engraulis mordax, spawning biomass. Fish.Bull.U.S. 78:541-544
- SANTANDER, H., P.E. SMITH y J. ALHEIT. 1982. Determinación del esfuerzo de muestreo requerido para el estimado de producción de huevos de anchoveta, Engraulis ringens, frente al Perú. Bol.Inst.Mar Perú-Callao. 7(1):1-18 (incluye versión en inglés)
- STAUFFER, G. and S. PICQUELLE. 1980. Estimates of the 1980 spawning biomass of the central subpopulation of northern anchovy. Southwest Fisheries Center Administrative Rep. N° Lj-80-99
-

Figura 1. Patrón del crucero: línea base y de estaciones.
 Figure 1. Cruise pattern: base and stations line.

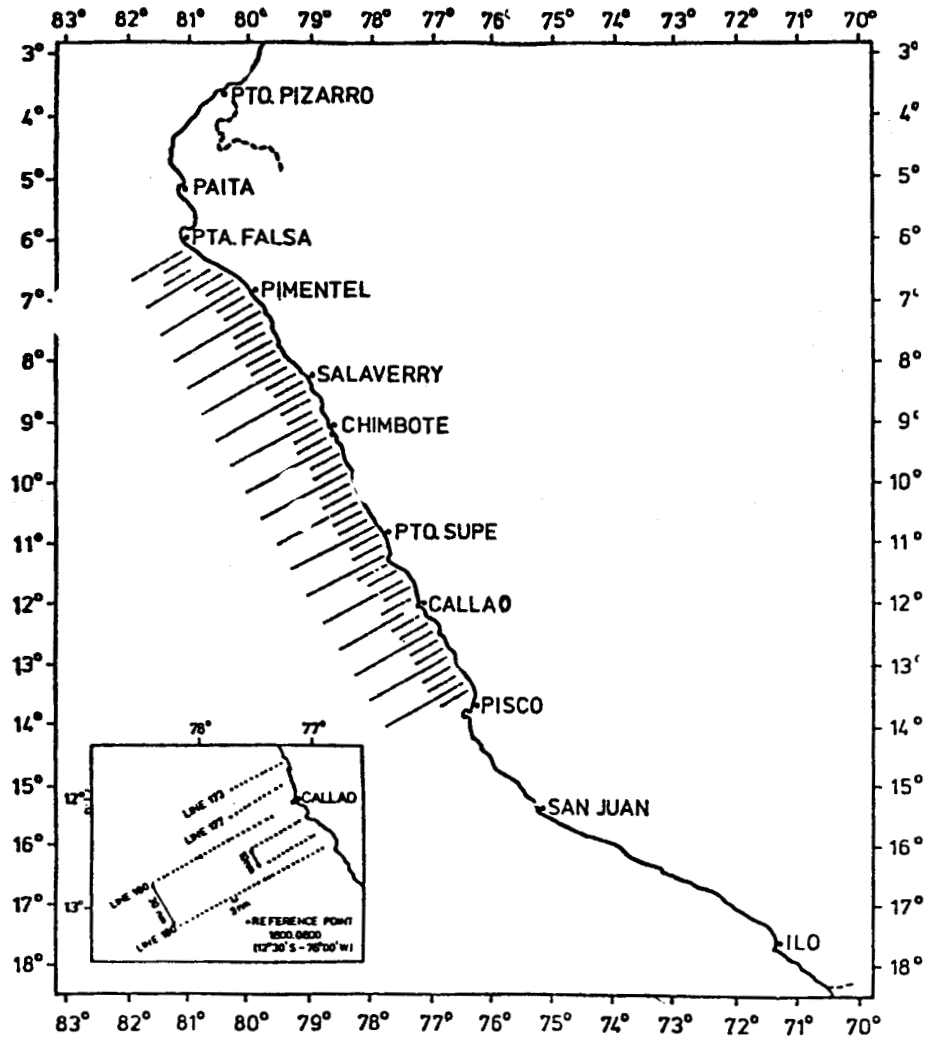


Figura 2. Carta de estaciones y trayecto de ocupación.
Figure 2. Station chart and track for occupation.

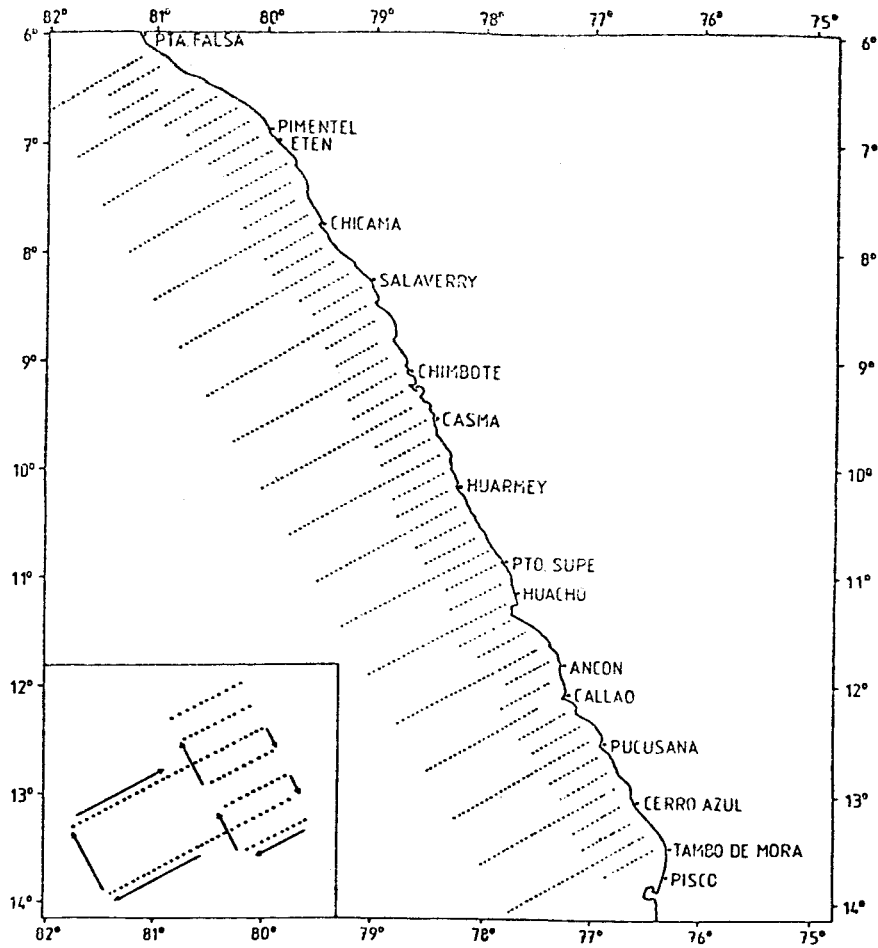


Tabla 1. Crucero 8108 - Sumario de líneas de estaciones.
 Table 1. Cruise 8108 - Station line summary.

<u>Número de línea</u>	<u>Estación cercana</u>	<u>Estación lejana</u>	<u>Dirección</u>	<u>Orden de línea</u>
<u>Line number</u>	<u>Inshore station</u>	<u>Offshore station</u>	<u>Direction</u>	<u>Line order</u>
40	71	90	Onshore	52
43	69	79	Offshore	53
47	71	81	Onshore	50
50	65	90	Offshore	51
53	62	72	Offshore	49
57	60	70	Onshore	48
60	59	90	Onshore	46
63	59	69	Offshore	47
67	58	68	Onshore	44
70	57	90	Offshore	45
73	58	68	Offshore	43
77	59	69	Onshore	42
80	58	90	Onshore	40
83	59	69	Offshore	41
87	59	69	Onshore	38
90	58	90	Offshore	39
93	57	67	Offshore	37
97	56	66	Onshore	36
100	57	90	Onshore	34
102	57	67	Offshore	35
107	57	67	Onshore	32
110	58	90	Offshore	33
113	58	68	Offshore	31
117	59	69	Onshore	30
120	59	90	Onshore	28
123	58	68	Offshore	29
127	59	69	Onshore	26
130	59	90	Offshore	27
133	60	70	Offshore	25
137	61	71	Onshore	24
140	61	90	Onshore	22
143	61	71	Offshore	23
147	61	71	Onshore	20
150	60	90	Offshore	21
153	60	70	Offshore	19
157	61	71	Onshore	18
160	62	90	Onshore	16
163	63	73	Offshore	17
167	61	71	Onshore	14
170	61	90	Offshore	15
173	60	70	Offshore	13
177	62	72	Onshore	12
183	66	90	Onshore	10
183	62	72	Offshore	11
187	61	71	Onshore	8
190	61	90	Offshore	9
193	61	71	Offshore	7
197	61	71	Onshore	6
200	61	90	Onshore	4
203	62	72	Offshore	5
207	62	72	Onshore	2
210	61	90	Offshore	3
213	61	71	Offshore	1

Tabla 2. Lista de ubicación de estaciones ocupadas y proyectadas.
 Table 2. List of station positions, occupied and projected.

CAPITAN		JEFE DE INVESTIGACION		MESES		AV. BUQUE		R. TOTAL		O. P. A. H.	
				81 AUG-SEP		HUMBOLDT		1 62		8168 AH	
ESTACION	OCUP. ESTAC.	POSICION PROYECTADA		POSICION REAL		FECHA Y HORAS			OBSERVACIONES SCHEDULED STATION ORDER		
		LAT. S	LONG. W	LAT. S	LONG. W	DIA Y MES	LLEGADA	PARTIDA			
213	61	13 28.0	76 18.5							1	
213	62	13 23.5	76 21.2							2	
213	63	13 31.9	76 23.8							3	
213	64	13 32.5	76 28.5							4	
213	65	13 34.8	76 29.2							5	
213	66	13 35.5	76 31.8							6	
213	67	13 37.0	76 34.5							7	
213	68	13 38.5	76 37.1							8	
213	69	13 43.0	76 39.6							9	
213	70	13 41.5	76 42.4							10	
213	71	13 43.0	76 45.1							11	
227	72	13 27.4	76 57.9							12	
227	71	13 25.9	76 55.2							13	
227	73	13 24.4	76 52.6							14	
227	69	13 22.9	76 49.9							15	

* APPENDIX *#1

CRUISE PLANNER

```

100 INIT
110 J=0
120 PRINT "          CRUISE PLANNER"
130 PRINT "JJJJ"
140 REM CREATE CRUISE FILE
150 GOSUB 420
160 REM OPEN PICK LIST FILE
170 OPEN F$:S,'U',Z$
180 PRINT 'ENTER 1- INPUT LINE, STATION,TYPE'
190 PRINT '      2- PICK STATION FROM LIST'
200 PRINT '      3- PICK STATIONS FROM LIST AND CHANGE STATION'
210 PRINT '      4- CHANGE FILE TO PICK STATION FROM'
220 PRINT '      5- END'
230 INPUT W
240 GOSUB W OF 710,260,920,660,400
250 GOTO 60
ONS"
260 PRINT "ENTER THE NUMBER OF THE STATION (OR 0 FOR A SERIES OF STATI

270 INPUT S9
280 IF S9=999 THEN 400
290 IF S9=0 THEN 330
300 READ #1,S9,L,S,T
310 GOSUB 620
320 RETURN
330 PRINT 'ENTER THE # OF THE FIRST STATION, # OF LAST STATION, STEP'
340 INPUT S7,S8,S3
350 FOR I=S7 TO S8 STEP S3
360 READ #1,I,L,S,T
370 GOSUB 620
380 NEXT I
390 RETURN
400 CLOSE
410 END
420 PRINT "ENTER CRUISE (8012JD)"
430 INPUT C$
440 F$="@STATIONS/"
450 D$=SEC(C$,S,2)
460 F$=F$&D$
470 F$=F$&D$
490 PRINT F$
500 PRINT "ENTER THE NUMBER OF STATIONS TO BE OCCUPIED"
510 INPUT R9
520 CALL 'FILE',0,F$,R$
530 IF LEN(R$)=0 THEN 600
540 PRINT "FILE ALREADY EXISTS -- DO YOU WANT TO DESTROY IT Y/N"
550 INPUT Y$
560 IF Y$='Y' THEN J=0
570 PRINT "PROGRAM TERMINATED"
580 END
590 KILL F$
600 CREATE F$,'U',R9+1,50
610 RETURN
620 REM ADD STATIONS TO NEW CRUISE LIST
630 J=J+1
640 WRITE #5,J,L,S,T
650 RETURN
660 PRINT "ENTER FILE TO PICK STATIONS FROM"
670 INPUT J$
680 CLOSE I
690 OPEN J$:I,'R',Z$
700 RETURN
710 PRINT "LINE NUMBER?"
720 INPUT L
730 PRINT "SHOREWARD STATION?"
740 INPUT S1
741 PRINT "SEAWARD STATION?"
742 INPUT S2
750 PRINT "PROCEEDING ONSHORE (2) OR OFFSHORE (1)?"
760 INPUT S9
770 IF S9=2 THEN 790
780 GOTO 850
790 FOR I=S2 TO S1 STEP -1
800 S=I
810 T=1
820 GOSUB 620
830 NEXT I
840 GOTO 710
850 FOR I= S1 TO S2
860 S=I
870 T=1
880 GOSUB 620
890 NEXT I
900 GOTO 710
910 RETURN
920 PRINT "ENTER THE NUMBER OF THE STATION (OR 0 FOR A SERIES OF STATI

ONS"
930 INPUT S9
940 IF S9 = 0 THEN 980
950 READ #1,S9,L,S,T
960 GOSUB 620
970 RETURN
980 PRINT "ENTER THE # OF THE FIRST STATION # OF LAST STATION AND STEP

```

```

990 INPUT S7,S8,S5
1000 PRINT "ENTER NEW STATION NUMBER"
1010 INPUT N9
1020 FOR I=S7 TO S9 STEP S5
1030 READ #1,I,L,S,T
1040 S=N9
1050 GOSUB 620
1060 NEXT I
1070 RETURN
1080 OPEN "STATIONS/JDB104" J4,"U",Z8
1090 FOR O9 = 1 TO 30
1100 READ #4,O9,L,S,T
1110 PRINT O9,L,S,T
1120 NEXT O9
1130 CLOSE

```

* APPENDIX 2

CAPTAIN'S LOG

```

1 GOTO 100
4 GOTO 540
100 INIT
110 REM PERUVIAN CAPTAIN'S LOG PROGRAMMED BY RICH CHARTER
120 REM MODIFIED FOR PERUVIAN COAST AND SURVEY OBJECTIVES
130 REM BY PAUL SMITH
140 R9=0
150 SET DEGREES
160 PRINT @32.26*2
170 I4=0
180 W=0
190 PRINT "ENTER MONTH (OCT-OCT)"
200 INPUT M$
210 PRINT "INPUT YEAR (88)"
220 INPUT Y$
230 PRINT "INPUT VESSEL"
240 INPUT V$
250 PRINT "ENTER CRUISE (8<13 JD)"
260 INPUT C$
270 E$=SEG$(C$,1,4)
280 F$=SEG$(C$,5,2)
290 G$=F$E$
300 I$="STATIONS/AG$
310 PRINT "ENTER CAPTAIN'S NAME"
320 INPUT N$
330 PRINT "ENTER FIRST MATE'S NAME"
340 INPUT O$
350 PRINT "ENTER SECOND MATE'S NAME"
360 INPUT H$
370 PRINT "DO YOU WANT TO READ STATIONS FROM DISK FILE Y/N"
380 INPUT W$
390 IF W$="N" THEN 420
400 W=1
410 GOSUB1710
420 REM PROCPA STN NO. TO LAT-LON
430 B$="POSITION
440 IS=80
450 J9=180
460 X5=0.85
470 Y5=-0.85
480 X9=78
490 Y9=-12.5
500 DELETE P3,P4,P5,P6,P7,P8

510 DIM P3(15),P4(15),P5(15),P6(15),P7(15),P8(15),R8(15)
520 REM FNZ IS THE MERCATOR TRANSFORM
530 DEF FNZ(T1)=LOG(TAN(45+T1/2))*180/PI-0.307815*SIN(T1)
540 I4=0
550 OPEN I$+1,"R",A$
560 FOR Q = 1 TO 15
570 IF W THEN 620
580 PRINT "ENTER LINE NO., STN NO., STATION TYPE "
590 INPUT L,S,T
600 REM PRINT @33.L,S,T
610 GOTO 650
620 ON EOF (1) THEN 800
630 R9=P9+1
640 READ #1,P9,L,S,T
650 INF L=0 THEN 860
660 Y7=Y5*(L-J9)
670 X7=X5*(S-I9)
680 R1=Y9+Y7*COS(30)
690 R2=X9+(FNZ(R1)-FNZ(Y9))*TAN(30)
700 Y=P1-X7*SIN(30)
710 X=P2+(FNZ(R1)-FNZ(Y))*TAN(30)
720 L1=INT(ABS(Y))
730 M1=(ABS(Y)-L1)*60
740 L2=INT(X)
750 M2=(X-L2)*60

```

```

760 PRINT USING '770:80,L1,M1,'S',L2,M2,'M',L,'.',',',8
770 IMAGE 10A,30,1X,2D,D,1A,2X,3D,1X,2D,D,1A,3X,3D,1A,3D
780 P3(Q)=L
790 P4(Q)=S
800 P5(Q)=L1
810 P6(Q)=M1
820 P7(Q)=L2
830 P8(Q)=M2
840 R8(Q)=R3
850 GOTO 930
860 P3(Q)=0
870 P4(Q)=0
880 P5(Q)=0
890 P6(Q)=0
900 P7(Q)=0
910 P8(Q)=0
920 R8(Q)=0
930 NEXT Q
940 GOTO 1090
950 END

960 REM INVERSE MERCATOR TRANSFORM
970 REM THIS IS AN ITERATIVE PROCEDURE IN WHICH FNZ(T1) IS TAKEN AS
980 REM THE FIRST APPROXIMATION TO T1. IT CONVERGES TO WITHIN .0001
990 REM DEG (.006 MIN) OF T1 AFTER ONE ITERATION. A GREATER ACCURACY
1000 REM CAN BE OBTAINED BY APPROPRIATE MODIFICATION OF THE PROCEDURE
.010 REM TO PERFORM MORE ITERATIONS.
.020 T2=F1*PI/100
.030 T1=F1
1040 FOR B=1 TO 3
1050 T1=2*(ATN(EXP(T2+0.0067686*SIN(T1))))-45)
1060 NEXT B
1070 R1=T1
1080 RETURN
1090 PRINT "PUT NEW PAGE ON AND HIT THE RETURN KEY"
1100 I4=I4+1
1110 INPUT Z$
1120 PRINT00,17,1.3,2
1130 MOVE00,0.1,66.0
1140 PRINT00,N$
1150 MOVE00,20,68.15
1160 PRINT00,O$
1170 MOVE00,20,66.25
1180 PRINT00,H$
1190 MOVE00,44,68.3
1200 PRINT00,7
1210 S=2
1220 PRINT00,M$
1230 MOVE00,40,68.3
1240 S=1.6
1250 PRINT00,17,1.56,2.5
1260 PRINT00,V$
1270 PRINT00,7
1280 MOVE00,58.85,68.3
1290 S=2
1300 PRINT00,17,1.2
1310 PRINT00,V$
1320 PRINT00,17,0.95,2
1330 MOVE00,78,68.3
1340 PRINT00,USING '2D',14
1350 MOVE00,83,68.3
1360 PRINT00,USING '2D',16
1370 MOVE00,89.45,68.3
1380 S=2
1390 PRINT00,17,1.25,2
1400 PRINT00,D$
1410 MOVE00,78,5.62
1420 PRINT00,17,0.75,1.5
1430 PRINT00,'SCHEDULED JHHHHHHHHH STATION ORDER'
1440 Q9=68.45
1450 PRINT00,17,0.95,2
1460 FOR Q5=1 TO 15
1470 Q9=Q9-3.45
1480 MOVE00,-5.5,Q9
1490 IF P3(Q8)=0 THEN 1620
1500 S=1.5
1510 PRINT00,USING '3D,3X,3D',P3(Q8),P4(Q8)
1520 MOVE00,18,Q9
1530 S=1.3
1540 PRINT00,17,0.95,2
1550 PRINT00,USING '2D,1X,2D,D',P5(Q8),P6(Q8)
1560 MOVE00,26.25,Q9
1570 S=1.3
1580 PRINT00,USING '3D,1X,2D,D',P7(Q8),P8(Q8)
1590 MOVE00,79,Q9
1600 PRINT00,USING '3D',R8(Q8)
1610 GOTO 1630
1620 IF I4=16 THEN 1650
1630 NEXT Q9
1640 GOTO 560
1650 PRINT00,26,0
1660 PRINT "THE END"
1670 END
1680 GINT00,Z5,Z6
1690 PRINT Z5,Z6

```

```

1700 GOTO 1600
1710 REM FIND THE NUMBER OF STATIONS AND PAGES REQUIRED
1720 OPEN IS:1,'R',AS
1730 IS=1
1740 ES=TYPE(1)
1750 IF ES=1 OR ES=0 THEN 1000
1760 ON EOF (1) THEN 1000
1770 READ #1,IS,L,S,T
1780 IS=IS+1
1790 GOTO 1740
1000 IS=IS-1
1010 CLOSE
1020 IS=IS/15
1030 I6=INT(I6)
1040 IF I6*15=IS THEN 1060
1050 I6=I6+1
1060 RETURN

```

' APPENDIX 3 PERUVIAN COASTLINE PLOT

```

100 REM PROGRAM TO PLOT PERUVIAN COASTLINE WITH STATIONS
110 PRINT "DO YOU WANT MAP ON SCREEN '1' OR PLOTTER '2'";
111 INPUT Q
112 IF Q<2 THEN 115
113 Q1=0
114 GOTO 120
115 Q1=32
120 PAGE
130 VIEWPORT 10,85,10,100
140 DIM WSK(120)
150 WINDOW -80,-70,-10,-3
160 AXISQ1:-1,1
170 AXISQ1:-1,1,-70,-3
180 FIND 2
190 READQ33:T$
200 READQ33:B2,B,W1,W2,W3,W4
210 READQ33:WSK(1),WSK(2)
215 MOVEQ1:-79.0,-3
220 DRAWQ1:-WSK(2),WSK(1)
230 FOR I= 3 TO 240 STEP 2
235 ON EOF (0) THEN 250
240 READQ33:X,Y
250 DRAWQ1:-Y,X
260 NEXT I
610 MOVEQ1:-90,-5.2
620 PRINTQ1:' 5'
630 MOVEQ1:-90,10.2
640 PRINTQ1:'10'
650 MOVEQ1:-90,-15.2
660 PRINTQ1:'15'
670 MOVEQ1:-85.5,-19
680 PRINTQ1:'05'
690 MOVEQ1:-80.5,-19
700 PRINTQ1:'00'
710 MOVEQ1:-75.5,-19
720 PRINTQ1:'75'
730 MOVEQ1:-80,-5
740 RDRAWQ1:0.5,0
750 MOVEQ1:-70,-5
760 RDRAWQ1:-0.5,0
770 MOVEQ1:-80,-10
780 RDRAWQ1:0.5,0
790 MOVEQ1:-70,-10
800 RDRAWQ1:0.5,0
810 MOVEQ1:-80,-15
820 RDRAWQ1:-0.5,0
830 MOVEQ1:-80,-15
840 RDRAWQ1:0.5,0
850 MOVEQ1:-70,-15
860 RDRAWQ1:-0.5,0
870 MOVEQ1:-85,-10
880 RDRAWQ1:0,0.3
890 MOVEQ1:-85,-3
900 RDRAWQ1:0,-0.3
910 MOVEQ1:-80,-10
920 RDRAWQ1:0,0.3
930 MOVEQ1:-80,-3
940 RDRAWQ1:0,-0.3
950 MOVEQ1:-75,-10
960 RDRAWQ1:0,0.3
970 MOVEQ1:-75,-3
980 RDRAWQ1:0,-0.3

```

```

1200 MOVE@Q1:-80.9,-5.4
1210 PRINT@Q1:'PAITA'
1220 MOVE@Q1:-78.36,-9
1230 PRINT@Q1:'CHIMBOTE'
1240 MOVE@Q1:-77,-12
1250 PRINT@Q1:'CALLAO'
1260 MOVE@Q1:-76.13,-13.42
1270 PRINT@Q1:'PISCO'
1280 MOVE@Q1:-71.2,-17.38
1290 PRINT@Q1:'ILO'
1300 GOTO 1330
1310 GOTO 1730
1320 INIT
1330 R9=0
1340 SET DEGREES
1350 PRINT@Q2:26.2
1360 I4=0
1370 W=0
1450 D$="8109 AH"
1460 E$=SECD$(1,4)
1470 F$=SECD$(6,2)
1480 G$=F$LE$
1490 I$="STATIONS/"&G$
1570 W$="Y"
1580 IF W$="N" THEN 1610
1590 W=1
1600 GOSUB 2890
1610 REM PROCOPA STN NO. TO LAT-LON
1620 B$='POSITION'
1630 I9=80
1640 J9=180
1650 X5=0.05
1660 Y5=0.05
1670 X9=78
1680 Y9=-12.5
1690 DELETE P3,P4,P5,P6,P7,P8
1700 DIM P3(15),P4(15),P5(15),P6(15),P7(15),P8(15),R8(15)
1710 REM FNZ IS THE MERCATOR TRANSFORM
1720 DEF FNZ(T1)=LOG(TAN(45+T1/2))*180/P1-0.387815*SIN(T1)
1730 I4=0
1740 OPEN I$;1,'R',R$
1750 FOR Q=1 TO 15
1760 IF W THEN 1810
1770 PRINT 'ENTER LINE NO., STN NO., STATION TYPE '
1780 INPUT L,S,T
1790 REM PRINT @33:L,S,T
1800 GOTO 1840
1810 ON EOF(1) THEN 2050
1820 R9=R9+1
1830 READ #1,R9:L,S,T
1840 IF L=0 THEN 2050
1850 Y7=Y5*(L-J9)
1860 X7=X5*(S-I9)
1870 R1=Y9+Y7*COS(30)
1880 R2=X9+(FNZ(R1)-FNZ(Y9))*TAN(30)
1890 Y=R1-Y7*SIN(30)
1900 X=R2+(FNZ(R1)-FINZ(Y))*TAN(30)
1910 MOVE@Q1:-X,Y
1920 DRAW@Q1:-X,Y
1930 L1=INT(Y)
1940 M1=(Y-L1)*60
1950 L2=INT(X)
1960 M2=(X-L2)*60
1970 P3(Q)=L
1980 P4(Q)=S
1990 P5(Q)=L1
2000 P6(Q)=M1
2010 P7(Q)=L2
2020 P8(Q)=M2
2030 R8(Q)=R9
2040 GOTO 2120
2050 P3(Q)=0
2060 P4(Q)=0
2070 P5(Q)=0
2080 P6(Q)=0
2090 P7(Q)=0
2100 P8(Q)=0
2110 R8(Q)=0
2120 NEXT Q
2130 GOTO 2280
2140 END
2150 REM INVERSE MERCATOR TRANSFORM
2160 REM THIS IS AN ITERATIVE PROCEDURE IN WHICH FNZ(T1) IS TAKEN AS
2170 REM THE FIRST APPROXIMATION TO T1. IT CONVERGES TO WITHIN .0001
2180 REM DEG (.006 MIN) OF T1 AFTER ONE ITERATION. GREATER ACCURACY
2190 REM CAN BE OBTAINED BY APPROPRIATE MODIFICATION OF THE PROCEDURE
2200 REM TO PERFORM MORE ITERATIONS.
2210 T2=F1*P1/180

```

```

2220 T1=F1
2230 FOR B= 1 TO 3
2240 T1=2*(RTN<EXP(T2+0.0067606*SINKT1))>-45)
2250 NEXT B
2260 R1=T1
2270 RETURN
2280 I4=I4+1
2290 GOTO 1750
2300 PRINT00,17,1.3,2
2310 MOVE00,0.1,66.8
2320 PRINT00,N#
2330 MOVE00,20,68.15
2340 PRINT00,0#
2350 MOVE00,20,66.25
2360 PRINT00,H#
2370 MOVE00,44,68.3
2380 PRINT00,7'
2390 S=2
2400 PRINT00,M#
2410 MOVE00,40,68.3
2420 S=1.6
2430 PRINT00,17,1.56,2.5
2440 PRINT00,Y#
2450 PRINT00,7'
2460 MOVE00,58,83,66.45
2470 S=2
2480 PRINT00,17,1,2
2490 PRINT00,V#
2500 PRINT00,17,0.95,2
2510 MOVE00,78,67.2
2520 PRINT00 USING '2D',,I4
2530 MOVE00,83,67.2
2540 PRINT00 USING '2D',,I6
2550 MOVE00,89,45,67.4
2560 S=2
2570 PRINT00,17,1,25,2
2580 PRINT00,D#
2590 MOVE00,78,5,62
2600 PRINT00,17,0.75,1.5
2610 PRINT00,'SCHEDULED J#####STATION J#####ORDER'
2620 Q9=57
2630 PRINT00,17,0.95,2
2640 FOR Q8=1 TO 15
2650 Q9=Q9-3.4
2660 MOVE00,-5,5,Q9
2670 IF P3(Q8)=0 THEN 2800
2680 S=1.5
2690 PRINT00 USING '3D,3X,3D',P3(Q8),P4(Q8)
2700 MOVE00,18,Q9
2710 S=1.3
2720 PRINT00,17,0.95,2
2730 PRINT00 USING '2D,1X,2D,D',P5(Q8),P6(Q8)
2740 MOVE00,26,25,Q9
2750 S=1.3
2760 PRINT00 USING '3D,1X,2D,D',P7(Q8),P8(Q8)
2770 MOVE00,79,Q9
2780 PRINT00 USING '3D',R8(Q8)
2790 GOTO 2910
2800 IF I4=16 THEN 2830
2810 NEXT Q8
2820 GOTO 1750
2830 PRINT032,26,0
2840 PRINT "THE END"
2850 END
2860 CIN00,25,26
2870 PRINT 25,26
2880 GOTO2860
2890 REM FIND THE NUMBER OF STATIONS AND PAGES REQUIRED
2900 OPEN I#1,'R',A#
2910 I5=1
2920 E9=TYP(1)
2930 IF E9=1 OR E9=0 THEN 2980
2940 ON EOF (1) THEN 2930
2950 READ #1,I5,L,S,T
2960 I5=I5+1
2970 GOTO 2920
2980 I5=I5-1
2990 CLOSE
3000 I6=I5/15
3010 I6=INT(I6)
3020 IF I6*15=I5 TH3N 3040
3030 I6=I6+1
3040 RETURN

```