

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA

ESCUELA SUPERIOR DE CIENCIAS MARINAS

DESARROLLO DE UN SISTEMA DE PROCESAMIENTO
DE DATOS PARA LA RED SISMICA DEL NORTE
DE BAJA CALIFORNIA RESNOR

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
O C E A N O L O G O
PRESENTA:
LUIS INZUNZA ROMERO

ENSENADA, B.C., MARZO DE 1986.

RESUMEN

Se presenta el desarrollo de un sistema computarizado dedicado al monitoreo continuo de la actividad sísmica que ocurre en la región norte del estado de Baja California. El sistema identifica y localiza automáticamente los eventos sísmicos registrados por un arreglo telemetrizado de 10 estaciones sísmicas de tres componentes de periodo corto. Esta red de estaciones constituye la Red Sísmica del Norte de Baja California (RESNOR), operada por la División de Ciencias de la Tierra del Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada B. C. (CICESE).

El sistema está basado en una computadora PRIME 350 cuya función primordial es determinar si los datos transmitidos por RESNOR son eventos sísmicos. Una vez hecha esta identificación, el sistema calcula algunos parámetros de la señal sísmica, como son: tiempo de arribo, duración, polaridad de primer arribo y frecuencia promedio. Con los datos anteriores efectúa una primera estimación de la localización del hipocentro y la magnitud del posible evento, con lo que genera un reporte inmediato que puede servir para dar una alarma sísmica.

Posteriormente, los datos detectados son depurados periódicamente por un operador experto quien, a través de una terminal gráfica confirma si la información registrada en forma automática constituye realmente un sismo, desechando definitivamente las falsas alarmas. Los eventos sísmicos confirmados constituyen una base de datos que se emplea para efectuar localizaciones hipocentrales con mayor precisión que después se publican en un boletín mensual.

El sistema incluye también programas que sirven para manejar la base de datos sísmicos en forma versátil, permitiendo al usuario el acceso rápido a la información y la posibilidad de clasificar los eventos registrados.

La base de datos sísmicos que se genera se está utilizando actualmente en diversas investigaciones que sirven para conocer los procesos tectónicos y la estructura geológica de la región.

DESARROLLO DE UN SISTEMA DE PROCESAMIENTO AUTOMATICO
DE DATOS PARA LA RED SISMICA DEL NORTE
DE BAJA CALIFORNIA

T E S I S
QUE PRESENTA:
LUIS INZUNZA ROMERO

Aprobada por:

Presidente del jurado
M.C. Carlos Duarte Muñoz

Sinodal Propietario
M.C. Francisco Suárez Vidal

Sinodal Propietario
M.C. Víctor Wong Ortega

Sinodal Suplente
Ing. Jorge Ledesma Vasquez

Sinodal Suplente
Oc. Miguel A. Téllez D.

DEDICATORIA

A mi madre y a mi padre por todo lo que me han dado durante el transcurso de mi vida.

Ana Maria Romero

Luis Inzunza S.

A mi esposa

Raquelina Manríquez

A mis hijos

Kenya Raquelina

Jorge Luis

AGRADECIMIENTOS

A mi director de tesis y amigo M. en C. Carlos Duarte M. por la gran ayuda y apoyo que me ha brindado durante el tiempo que hemos trabajado juntos.

A los miembros de mi comité de tesis: M. en C. Francisco Suárez Vidal, M. en C. Víctor Wong Ortega, Ing. Jorge Ledesma y al Oc. Miguel A. Téllez D. por la revisión, crítica y comentarios a este trabajo.

Al Dr. Alfonso Reyes por la confianza otorgada desde el inicio del proyecto RESNOR.

A la Oc. Juracy Soares y al Oc. Alejandro Hinojosa por la revisión del manuscrito, a Francisco Farfán, por su colaboración, a Martha Barrera por su ayuda en el mecanografiado de este trabajo, y a Tito Valdéz por la elaboración final de los dibujos. A todos mis compañeros de trabajo por su apoyo y aliento durante la elaboración de este trabajo.

Al CICESE, en particular al Centro de Cómputo, por las facilidades otorgadas.

A la Escuela Superior de Ciencias Marinas y a su personal docente.

INDICE DEL TRABAJO

1	INTRODUCCION.....	1
1.1	ANTECEDENTES.....	2
1.1.1	SISTEMA RESNOR.....	2
1.2	OBJETIVOS.....	9
2	MATERIALES Y METODOS.....	11
3	RESULTADOS.....	15
3.1	SISTEMA DE PROCESAMIENTO DE DATOS.....	15
3.1.1	ENTRADA DE LOS DATOS.....	15
3.1.2	DETECCION DE LOS EVENTOS SISMICOS.....	19
3.1.3	ALGORITMO DE PROMEDIOS CORTOS CONTRA PROMEDIOS LARGOS....	19
3.1.4	ALGORITMO DE STEWART.....	23
3.1.5	LOCALIZACION AUTOMATICA DE EVENTOS SISMICOS.....	33
3.1.6	PROGRAMA MONITOR RESNOR.....	33
3.2	EXAMEN DE LOS DATOS SISMICOS.....	38
3.2.1	DESPLIEGADO DE DATOS PARA SU DEPURACION.....	38
3.2.2	LECTURA DE LOS TIEMPOS DE ARRIBO.....	39
3.2.3	GENERACION DE BOLETIN.....	39
3.3	PROGRAMAS PARA EL PROCESAMIENTO DE DATOS.....	45
3.3.1	PROGRAMA SUBCAT.....	45
3.3.2	PROGRAMA DISTR.....	47
4	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	54
5	LITERATURA CITADA.....	56
	APENDICE 1.....	60
	APENDICE 2.....	66
	APENDICE 3.....	69
	APENDICE 4.....	78

TABLAS

I Tabla de estaciones.....	04
II Características de las estaciones.....	07
III Ejemplo de datos sísmicos.....	18
IV Salida típica del algoritmo de Stewart.....	32
V Salida típica de la localización automática.....	34
VI Salida típica de tiempos de arribo.....	40
VII Modelos capas típicos empleados.....	42
VIII Salida típica de SUBCAT.....	46
IX Salida típica de DISTR.....	48

FIGURAS

1.1 Mapa de las estaciones.....	05
1.2 Diagrama funcional del sistema.....	08
2.1 Computadora PRIME 350.....	12
2.2 Configuración general de sistema.....	14
3.1 Algoritmo primario de detección.....	20
3.2 Ejemplo de memoria de retraso.....	22
3.3 Diagrama de flujo algoritmo MDX.....	26
3.4 Niveles de ruido algoritmo de Stewart.....	28
3.5 Ejemplo de sismo localizado.....	43
3.6 Ejemplo de sismo no localizado.....	44

1. INTRODUCCION

Uno de los principales intereses de la División de Ciencias de la Tierra del Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada B. C. (CICESE) ha sido el de disponer de una red permanente de monitoreo sísmico que sirva para estudiar la sismicidad de la región norte del estado de Baja California. La disponibilidad actual de sistemas de telemetría y de computadoras digitales de bajo costo ha motivado que se hagan esfuerzos para automatizar el procesamiento de los datos generados por una red de esa naturaleza.

En este trabajo se reporta el esfuerzo desarrollado en automatizar el proceso de los datos proporcionados por la Red Sísmica del Norte de Baja California (RESNOR). Mi colaboración ha sido el desarrollar parte del sistema computacional para automatizar completamente los pasos necesarios para identificar eventos sísmicos, medir sus tiempos de arribo y otros parámetros de interés y efectuar el cálculo de hipocentros y magnitudes.

Los resultados obtenidos hasta la fecha reflejan que no ha sido posible lograr la completa automatización del sistema, pues aún se requiere del elemento humano experto para confirmar la identificación de los eventos sísmicos y

realizar mediciones críticas sobre ellos. Sin embargo, en el sistema desarrollado se han dejado las bases para continuar investigando procedimientos que permitirán en el futuro lograr la completa automatización del procesamiento de los datos captados por RESNOR.

1.1 ANTECEDENTES

1.1.1 SISTEMA RESNOR

El proyecto RESNOR se inició en 1977 con la instalación, por parte del entonces Departamento de Geofísica del CICESE, de una red de cinco estaciones sísmicas de registro analógico 'in situ' en las inmediaciones del campo geotérmico de Cerro Prieto. De 1978 a 1979 se logró efectuar la conversión de las señales analógicas a formato digital en la Red Sísmica de Cerro Prieto (RESCEP) y posteriormente su transmisión continua a Ensenada vía la red de microondas de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) (Valerdi, J. 1978), (Medina, M. y Duarte, C. 1979). Durante este período, las señales sísmicas recibidas en Ensenada en formato digital, se registraban en tambores de registro analógico con lo cual se procesaban los datos. De estos resultados en noviembre de 1979 se inició la edición de un

boletín de localizaciones hipocentrales de los eventos sísmicos registrados por RESCEP.

A partir de 1980, se inició la captura y procesamiento automático de las señales recibidas utilizando la computadora PRIME 350, con lo cual se logró registrar las réplicas del temblor ocurrido el 8 de junio de 1980, en el ejido Guadalupe Victoria en el Valle de Mexicali, B. Cfa. De las experiencias que se obtuvieron con el sistema en operación, y debido a la incosteabilidad en el mantenimiento del sistema de comunicación telefónica, se decidió construir una red de radio-enlace. Esto se llevó a cabo utilizando puntos de concentración en el Observatorio Astronómico de San Pedro Mártir y en el Cerro de las Animas.

Paralelamente a la implementación de la red de comunicación, la cobertura de RESNOR se amplió con la instalación de nuevas estaciones utilizando ya radio-enlaces propios en Ensenada, Cerro Bola, San Pedro Mártir y el Golfo de Santa Clara. En la actualidad RESNOR cuenta con un total de 10 estaciones sísmicas (Duarte, C. 1983), equipadas cada una con 3 sismómetros de periodo corto. Las estaciones están distribuidas en la región del norte de Baja California entre los paralelos 30 y 32 45 N y los meridianos 113 30 y 117 15 W (figura 1.1). (TABLA I) y transmiten datos continuamente hacia las instalaciones del CICESE, en la ciudad de

LOCALIZACIÓN DE LAS RESERVOIRAS DEL SISTEMA SURTOS EN OPERACIÓN EN 1985

NOMBRE	SIGLAS	UBICACION	ASENTAMIENTO GEOLOGICO
ENSENADA	ENX	31 52.97' N 116 39.87' W 225 m. SNM	Riolita
CERRO BOLA	CBX	32 18.82' N 116 39.78' W 1250 m. SNM	Riolita
PUNTA BANDA	PBX	31 44.52' N 116 43.53' W 330 m. SNM	Roca volcánica
SAN PEDRO MARTIR	SPX	31 02.70' N 115 27.85' W 2800 m. SNM	Granodiorita
GOLFO DE SANTA CLARA	EGX	31 42.61' N 114 28.67' W	Arenas no Consolidadas
VERACRUZ	VEX	32 21.78' N 115 06.26' W 0 m. SNM	Sedimento Arcilloso
CERRO PRIETO	CPBX	32 25.06' N 115 18.24' W 180 m. SNM	Basalto
EL MAYOR	EMX	31 59.30' N 115 14.54' W 10 m. SNM	Granito
EL CHINERO	ECBX	31 28.32' N 115 03.07' W 40 m. SNM	Basalto
SAN JOAQUIN	SJX	31 45.91' N 115 57.52' W	Tomalita

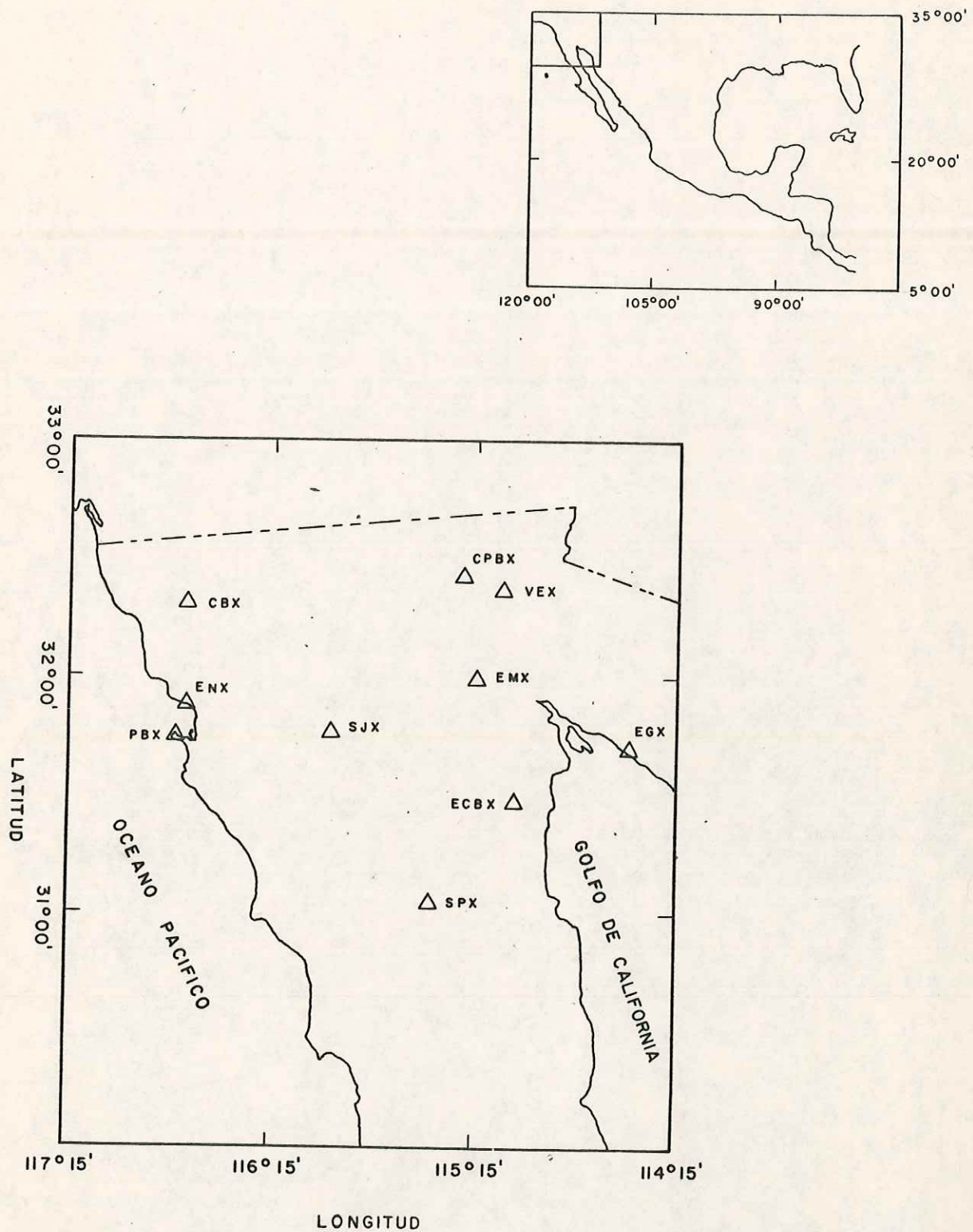


Figura 1.1 Mapa de las estaciones de RESNOR.

Ensenada, Baja California. La información enviada por las estaciones está en formato digital y se transmite a través de un sistema de comunicación por radio que utiliza las bandas de VHF y UHF. Los datos que se reciben en el CICESE son alimentados a un sistema de procesamiento automático que se encarga de identificar la ocurrencia de eventos sísmicos. Cada vez que el sistema registra la ocurrencia de un temblor, procede a calcular las coordenadas de su hipocentro y dar una estimación de su magnitud para proporcionar un reporte casi instantaneo que puede servir para propósitos de alarma sísmica. Posteriormente, un operador experto ayudado de una terminal gráfica, confirma si la información detectada automáticamente constituye realmente un sismo. Con los datos depurados, el operador realiza la lectura de los tiempos de arribo del sismo con bastante precisión y procede a efectuar una localización más precisa de su hipocentro y a efectuar una estimación más fina de su magnitud. Al final de cada mes la información sísmica se cataloga y almacena, en lo que constituye una base datos sísmicos y se publica un boletín mensual de localizaciones.

La figura 1.2 muestra un diagrama funcional del sistema RESNOR y en la Tabla II se presenta un resumen de las características instrumentales de las estaciones sísmicas empleadas.

TABLA II

CARACTERÍSTICAS INSTRUMENTALES
DE LAS ESTACIONES SÍSMICAS DE RESNOR.

Generales.

Resolución 1/4096 (12 bits)
 Exactitud $\pm 1/2$ bit
 Rango dinámico 72 db (12 bits)
 Capacidad de muestreo
 1, 2 o 3 canales analógicos.
 Rapidez de muestreo
 120 muestras/seg (un canal)
 60 muestras/seg (dos canales)
 40 muestras/seg (tres canales)
 Rapidez de transmisión de datos: 2400 baud.
 Modulación: FSK
 Frecuencias de modulación: 2400 Hz (ceros), 4000 Hz (unos).
 Formato de transmisión:
 Asíncrono serie: 2 palabras de 8 bits por muestra, más bits de
 inicio y alto.

Características del sensor.

Marca Teledyne S-500, operación vertical u horizontal.
 Sensibilidad: 450 V/m/seg. (velocidad)
 500 V/g. (aceleración)
 Respuesta a la frecuencia:
 Plana de 1 Hz a 100 Hz, ± 1 db.

Características Analógicas.

Ganancia: 25 a 12,800, controlada en incrementos de 6 db.
 Respuesta a la frecuencia de 0 a 15 Hz
 filtro Butterworth de 5 polos.
 Impedancia de entrada >100 K ohms

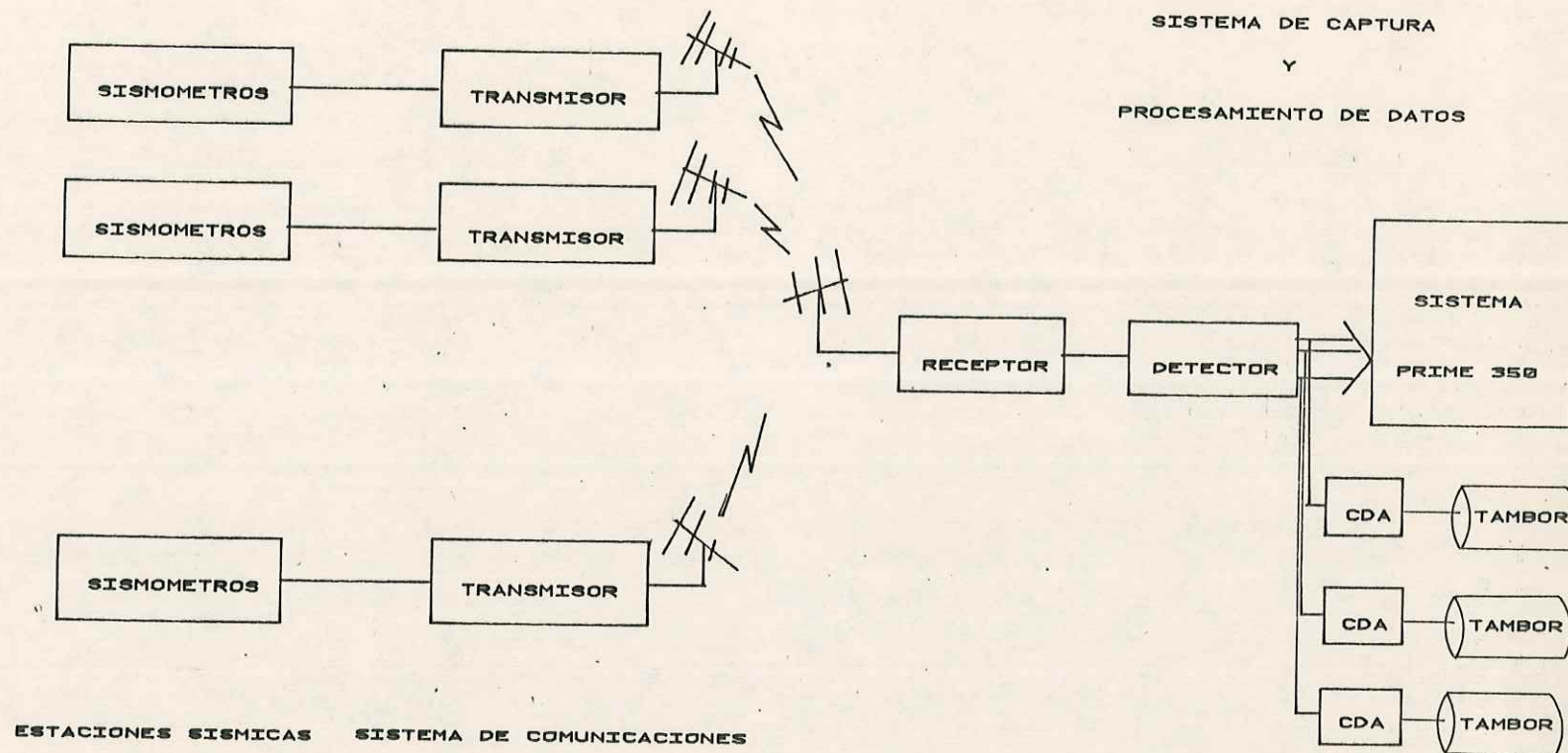
Características del Transmisor.

Fabricante: Monitron Corp.
 Modulación en FM
 Ancho de banda 300 a 5000 Hz
 Frecuencia de transmisión en la banda de 150 a 170 MHz
 Potencia de salida 500 mw
 Ganancia de antena 9 db. con respecto a la isotrópica

Requerimientos de alimentación.

12 V $\pm$ 2V. @ 200 ma.
 -12V. @ 20 ma.

Figura 1.2 Diagrama funcional del sistema



1.2 OBJETIVOS

El objetivo de este trabajo es el desarrollo de un sistema automático de procesamiento de datos para la Red Sísmica del Norte de Baja California que proporcione los siguientes servicios:

Detecte la actividad sísmica registrada por las estaciones del sistema.

Calcule en forma inmediata parámetros importantes de la señal sísmica para ayudar a estimar rápidamente las características de un posible temblor.

Agilice la publicación de un boletín de hipocentros de los sismos registrados.

Permita la clasificación de los eventos sísmicos registrados en forma versátil.

Adicionalmente, el sistema deberá cumplir con los siguientes requisitos generales:

- Funcione con el equipo existente

- Requiera un mínimo de intervención humana para su

operación

Permita monitorizar su comportamiento para detectar posibles anomalías en su funcionamiento.

-Pueda ser utilizado fácilmente por usuarios con un mínimo de entrenamiento en su operación y que no requieran de conocer su organización interna.

-Esté protegido contra errores del operador.

-Esté organizado en módulos para facilitar su manutención y modificación posterior.

-Disponga de documentación adecuada tanto para su operación como para su manutención.

En los capítulos siguientes se presenta una descripción del sistema que se desarrolló para cumplir con los objetivos antes mencionados.

2 MATERIALES Y METODOS

El sistema se desarrolló alrededor de una computadora PRIME 350 (figura 2.1) y cuenta con el siguiente equipo:

- Procesador PRIME 350 con 512 KB de memoria.
- Dos tarjetas AMLC (Asynchronous Multiline Controller).
- Dos unidades de disco de 80 MB.
- Una unidad de cinta magnética de 9 pistas.
- Una tarjeta de comunicaciones.
- Un reloj en tiempo real.
- Cinco terminales gráficas.

La tarjeta AMLC (Asynchronous Multiline Controller) es una interfaz serie estándar de PRIME con capacidad para manejar 16 líneas, cuya función es transferir los datos directamente a memoria. La PRIME 350 cuenta con 2 AMLC's, lo que hace que tenga una capacidad máxima de 32 líneas. Estas 32 líneas, están configuradas de la siguiente manera:

- a) De la línea 0 a la 4, se pueden conectar 5 terminales en las que pueden trabajar otros tantos usuarios del sistema en forma interactiva (cinco terminales).
- b) La línea 5 está conectada a un modem, para poder conectar el sistema a un teléfono y transmitir

SISTEMA DE CAPTURA Y PROCESAMIENTO DE DATOS DE RESNOR

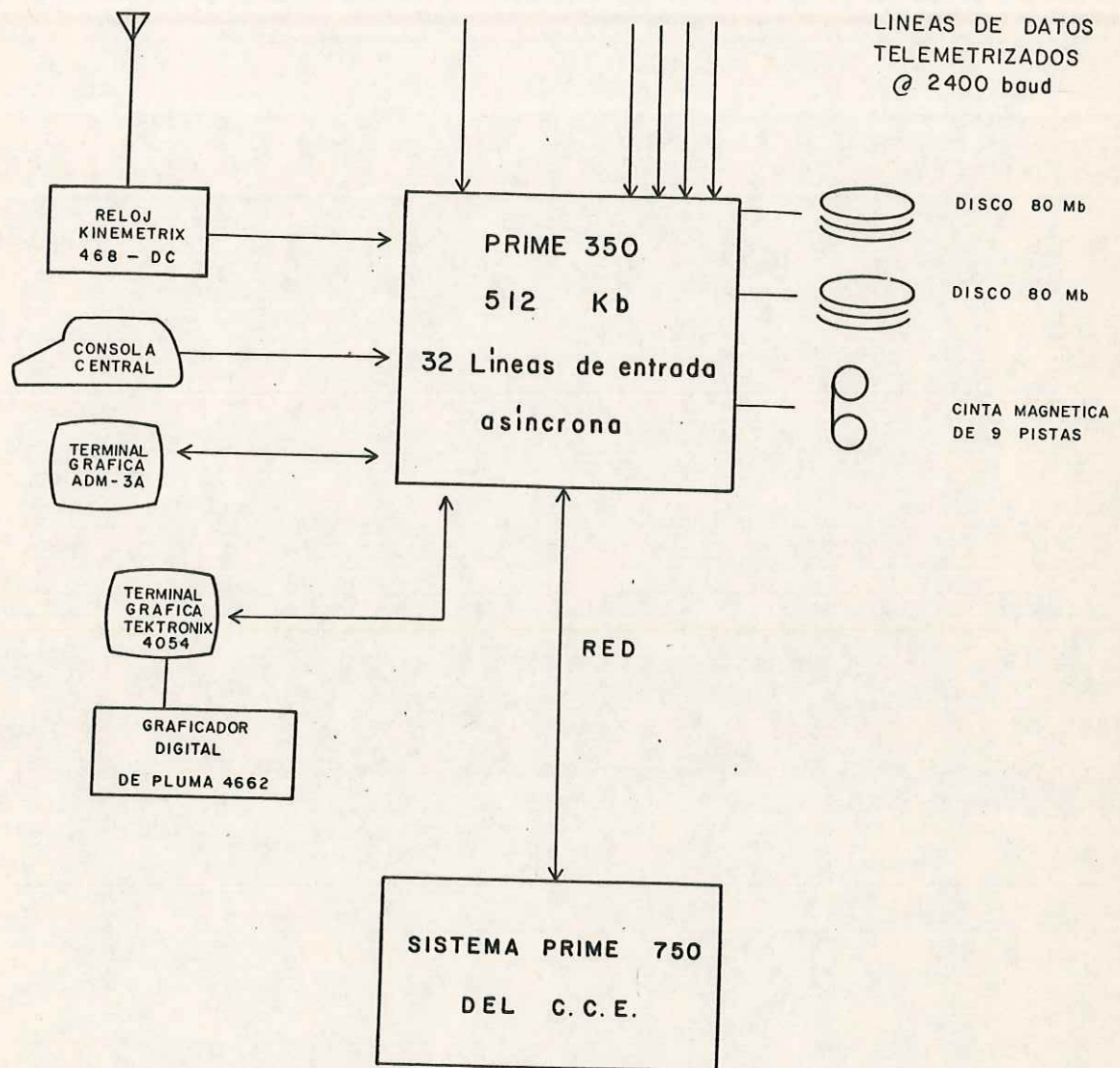


Figura 2.1 Computadora PRIME 350 y periféricos.

información por la misma vía.

- c) La línea 6 está conectada a un reloj que proporciona señales de tiempo con calidad patrón. (468-DC de Kinemetrix). Su función es introducir marcas de tiempo en la información que proviene de RESNOR.
- d) La línea 7 está conectada a una lectora de cassettes digitales modelo SMR 101 de TERRA TECH, que permite leer cassettes de estaciones sísmicas portátiles.
- e) El resto de las líneas (24 líneas, de la 8 a la 31) son las líneas dedicadas a la adquisición de datos de RESNOR.

Se programó al sistema para que al ser encendido, configure sus líneas de la manera antes mencionada (ver apéndice 1).

El sistema puede conectarse a la computadora PRIME 750 del Centro de Cómputo del CICESE a través de una red en configuración de anillo (PRIMENET). Esto le da mayor flexibilidad al sistema, ya que permite que ambas computadoras compartan dispositivos periféricos y que se logre un procesamiento más eficiente de la información sísmica. La figura 2.2 presenta la configuración general del sistema.

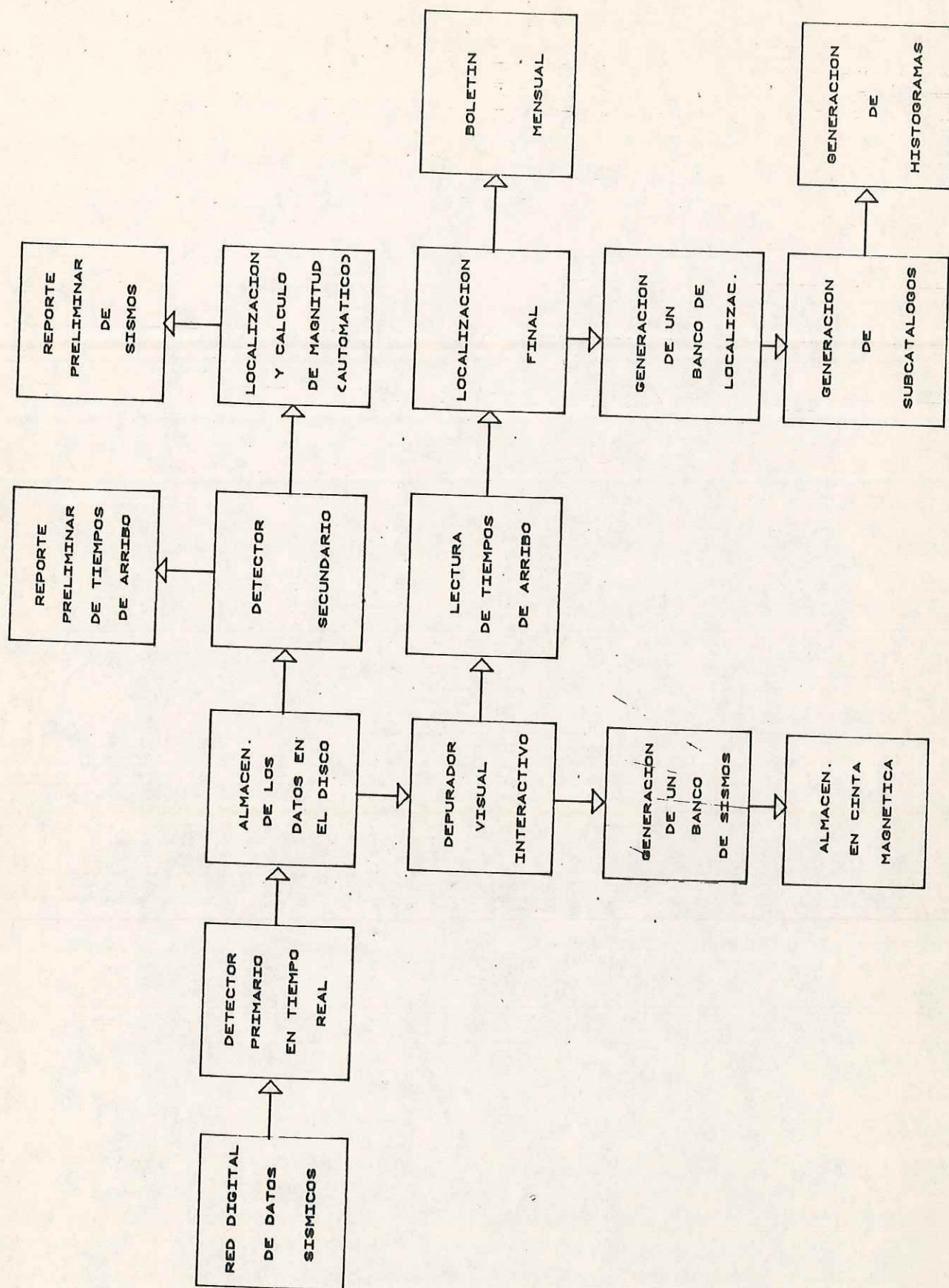


Figura 2.2 Configuración general de sistema

3. RESULTADOS

3.1 SISTEMA DE PROCESAMIENTO DE DATOS

3.1.1 ENTRADA DE LOS DATOS.

Una vez que los datos sísmicos que provienen de las distintas estaciones están en las líneas de entrada de la computadora, éstos se acomodan en localidades de una memoria circular asignadas a cada estación (Hinojosa, A. y col., 1986). Para efectuar este proceso, fue necesario modificar el sistema operativo PRIMOS (Hinojosa A. y Duarte, C. 1982), debido a deficiencias experimentadas y reportadas por otros investigadores (Lahore, H. 1979), (Parmenter, F. 1980), (Duarte, C. e Hinojosa, A., 1980), ya que el sistema operativo original no tenía capacidad para manejar los datos con la rapidez que eran generados.

La información de cada muestra se almacena en una palabra de 16 bits, de los cuales 12 bits contienen la amplitud de la muestra, 3 bits proporcionan la identificación de la componente que se trate (Vertical, NS, EW) y en un bit se diferencia lo que es una señal sísmica y una marca de reloj. Este formato se muestra a continuación:

```

|-----|
|I3 I2 I1 I0| D11 D10 D9 D8 D7 D6 D5 D4 D3 D2 D1 D0 |
|-----|

```

en donde los símbolos D0 hasta D11 son los bits de la muestra, siendo D11 el bit más significativo y D0 el bit menos significativo. Para recuperar la amplitud de la señal, primero se tienen que quitar los bits de utilería, lo cual se realiza con una operación logica 'AND' con una máscara adecuada, La identificación de canal se define en la siguiente tabla:

I3	I2	I1	I0	Significado
0	0	0	0	Canal 1
0	1	0	0	Canal 2
0	0	0	1	Canal 3
1	x	x	x	Marca de tiempo

Por otra parte, una línea serie dedicada recibe marcas de tiempo de un reloj externo, el cual envía información cada segundo. La señal recibida se decodifica y se almacena en dos palabras de 16 bits cada una. El formato en que se codifican las palabras es el siguiente:

1DDDDHH

1QMMSS

en donde el primer '1' identifica que es una marca de reloj en ambas muestras. En la primera palabra 'DDD' es el día juliano, 'HH' la hora y en la segunda palabra 'Q' es la calidad de la marca que es proporcionada por el reloj, y está relacionada con la calidad de la comunicación entre el reloj y uno de los dos satélites GOES que le proporciona la información del tiempo. 'MM' es el minuto y 'SS' es el segundo de la marca. Cada símbolo representa a un número octal codificado a binario. La calidad de la muestra del reloj viene codificada como sigue:

CODIGO	SIGNIFICADO
000	Posibilidad de error menor de 1 miliseg.
001	Posibilidad de error de +/- 1 miliseg.
010	Posibilidad de error de +/- 5 miliseg.
011	Posibilidad de error de +/- 50 miliseg.
100	Posibilidad de error de +/- 500 miliseg.
101	no esta definido.

La tabla III muestra un ejemplo de cómo se organizan los datos de las estaciones y las marcas de tiempo en la memoria de la PRIME 350.

TABLA III

Contenido de datos sistémicos

OK, VPSD (Invoca a Virtual PRIMOS Symbolic Debugger)

\$SN Z (Segmento 7)

\$D_4450_5000_3_10 (haz un dump de la dirección 4450 hasta 5000)

7/ 4450	14003	3773	43761	
7/ 4453	13777	3764	43767	
7/ 4456	14001	3772	43767	
7/ 4461	14002	3772	43760	
7/ 4464	13775	3770	43766	----> 14002 en donde:
7/ 4467	13776	3771	43765	1 identifica componente
7/ 4472	14001	3771	43766	4002 valor de la muestra
7/ 4475	13775	3771	43770	
7/ 4500	13775	3770	43765	----> 3771 en donde:
7/ 4503	13776	3765	43764	0 identifica componente
7/ 4506	13775	3770	43771	3771 valor de la muestra
7/ 4511	14000	3771	43767	
7/ 4514	14000	3773	43770	----> 43767 en donde:
7/ 4517	14005	3776	43764	4 identifica componente
7/ 4522	13775	3774	43775	3767 valor de la muestra
7/ 4525	13777	3777	43767	
7/ 4530	13776	4002	43774	
7/ 4533	102023	107120	13776	-----> Marcas de reloj
7/ 4536	3773	44000	13775	-----> 102023 en donde:
7/ 4541	3772	44001	13770	1 marca de reloj
7/ 4544	3774	44013	13770	020 el día juliano
7/ 4547	3764	43766	13772	23 la hora
7/ 4552	3770	44002	13772	
7/ 4555	3773	44002	13773	107120 en donde:
7/ 4560	3773	44001	13775	1 marca de reloj
7/ 4563	3770	44000	13772	07 el minuto
7/ 4566	3772	44000	13777	12 el segundo
7/ 4571	3771	44000	13772	0 calidad del reloj
7/ 4574	3775	44000	13773	
7/ 4577	4001	43775	13770	
7/ 4602	3777	43771	14000	
7/ 4605	3773	43773	13772	
7/ 4610	3773	43771	13772	
7/ 4613	3775	44004	13770	
7/ 4616	3766	43767	13772	

3.1.2 DETECCION DE LOS EVENTOS SISMICOS.

Una vez que los datos digitales se almacenan temporalmente en la memoria de la computadora, se procede a analizarlos para determinar si representan información de utilidad. Esta tarea es realizada por dos procesos: El primero de éstos es un algoritmo de discriminación muy sencillo, pero rápido (figura 3.1) que efectúa una detección preliminar sobre la señal sísmica y se encarga de almacenar el posible evento sísmico. Este algoritmo se conoce como promedios en tiempos cortos contra promedios en tiempos largos (PCCPL). Posteriormente se activa un segundo proceso, el cual realiza un análisis más detallado sobre los datos almacenados y sirve para efectuar una depuración más fina sobre la señal, para descartar falsas alarmas almacenadas por el proceso anterior. En este proceso se emplea el algoritmo descrito por Stewart (Stewart, 1977).

3.1.3 ALGORITMO DE PROMEDIOS CORTOS CONTRA PROMEDIOS LARGOS

El algoritmo de PCCPL, en términos generales consiste en comparar el promedio de la magnitud de la señal evaluada en un tiempo corto PCORTO, con el promedio de la magnitud en un tiempo largo PLARGO. El criterio de declaración de evento

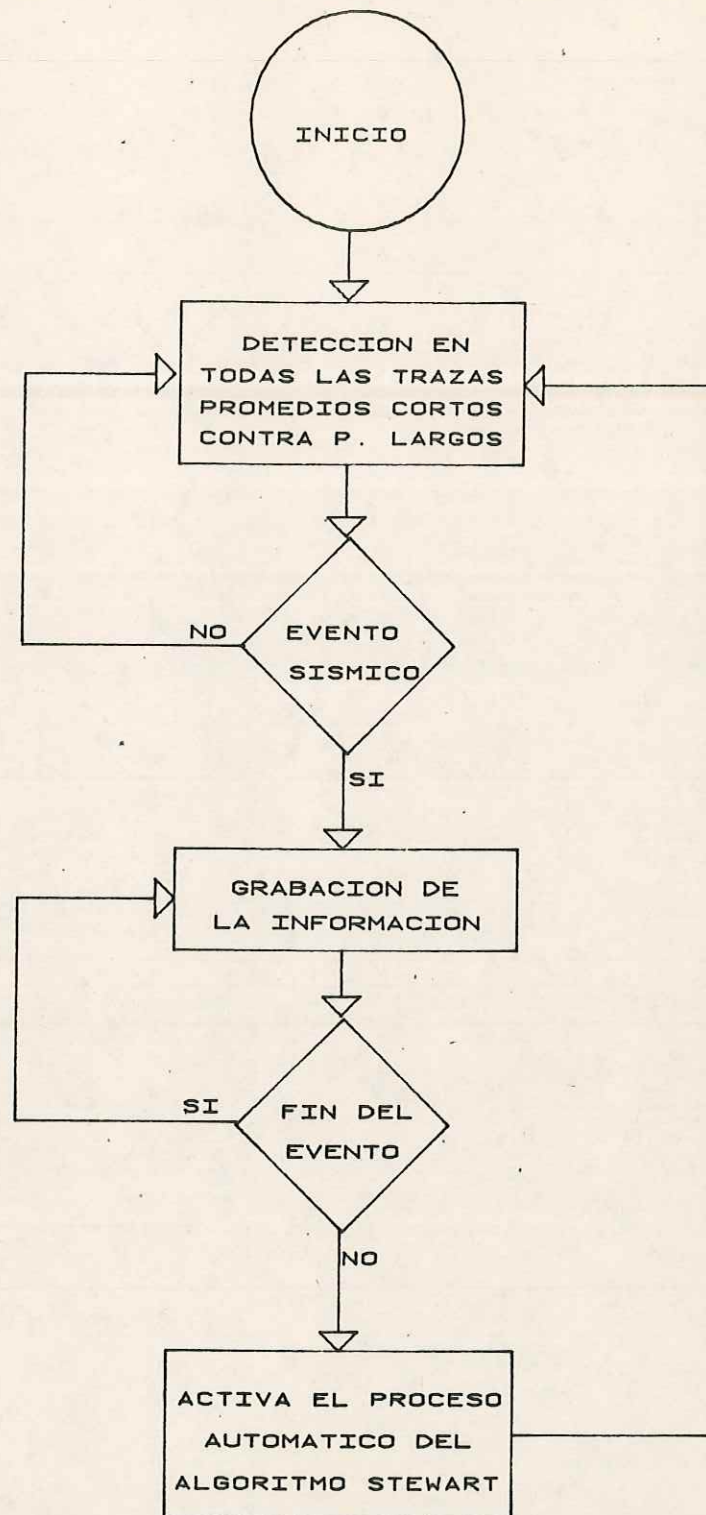


Figura 3.1 Algoritmo primario de deteccion.

se define cuando PCORTO excede a PLARGO por un cierto factor ALPHA. Esto es, se tiene un evento si

$$PCORTO \geq ALPHA * PLARGO$$

El uso de promedios en vez de las señales instantáneas tiene el objeto de insensibilizar la detección a variaciones muy rápidas en la señal de entrada, que podrían ser causadas por ruidos en las comunicaciones.

Este algoritmo se aplica a todas las señales que recibe el sistema de adquisición. Si el criterio de detección es satisfecho por dos o más estaciones, se procede a declarar la ocurrencia de un evento sísmico y se inicia la grabación de la información en disco. Una vez que se ha declarado que existe un evento sísmico, la grabación a disco se inicia a partir de una cantidad de segundos (16 segundos) antes de la declaración del evento. A esto se le conoce como memoria de preevento y tiene por objeto conservar la información del sismo desde el inicio de éste (figura 3.2), ya que la detección generalmente ocurre cuando el sismo ya ha empezado. Posteriormente se graba una cantidad fija de información sísmica (134 segundos) y una vez que se termina de almacenar esta información, se investiga si aún persiste la condición de evento, para que se continúe almacenando en disco. Una vez que haya terminado el sismo, se continúa con la detección y se activa otro proceso para una depuración

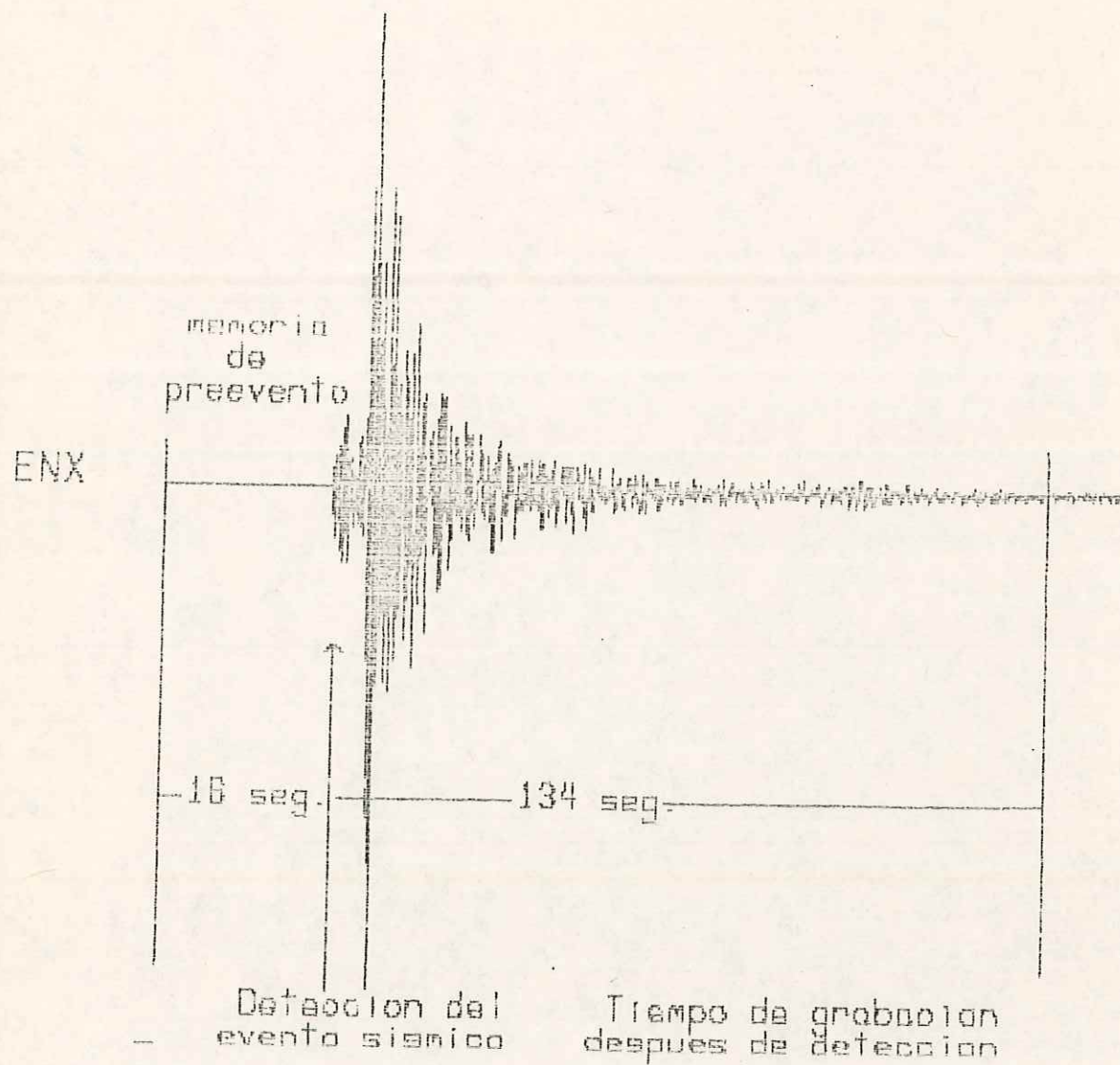


Figura 3.2 Cantidad de informacion almacenada por el detector PCPL

más fina utilizando el algoritmo de Stewart (1977) y Veith (1978).

Cada evento proveniente de una estación sísmica se almacena en un archivo tipo sequential access memory de PRIMOS (SAM). El nombre asignado al archivo identifica el tiempo aproximado del inicio del sismo y la estación a que pertenece esta información de acuerdo con el siguiente formato:

SPX*0609851909

en donde los primeros cuatro caracteres identifican el nombre de la estación y los otros 10 caracteres el mes, día, año, la hora y el minuto aproximado en que se declaró el sismo. En el ejemplo anterior se tiene 'SPX*' que corresponde las siglas de la estación ubicada en San Pedro Mártir, el día '06', el mes '09' (septiembre), el año '85' (1985), la hora '19' y el minuto '09'.

3.1.4 ALGORITMO DE STEWART

Debido a su sencillez el algoritmo de PCCPL no selecciona únicamente eventos sísmicos y por lo tanto genera gran cantidad de falsas alarmas. Para lograr una mejor depuración se emplea otro algoritmo que efectúa un análisis

más a detalle de la señal sísmica y que además obtiene mayor información acerca de ésta. Debido a que la información de un posible evento sísmico ya está previamente grabada en disco, este proceso no tiene que ser en tiempo real, como en los procesos anteriores. La activación del Algoritmo de Stewart se inicia inmediatamente después de que el algoritmo de PCCPL ha declarado y almacenado un evento pero para su ejecución se le asigna una prioridad baja, de manera que no perturbe otras tareas que requieren de la atención rápida del procesador.

Durante el análisis de la señal sísmica se estiman los siguientes parámetros:

- Tiempo de arribo de la onda P.
- Amplitud máxima de la señal.
- Polaridad del primer arribo.
- Duración de la señal sísmica.

los cuales se emplean como parámetros de entrada para la localización hipocentral y el cálculo de la magnitud preliminar.

Para determinar la ocurrencia de un evento, el algoritmo de Stewart realiza un análisis sobre la señal. A cada traza sísmica se le aplica un filtrado no lineal que tiene preferencia por dejar pasar las frecuencias altas.

Este filtrado consiste en el cálculo a partir de la señal original de una función característica o señal modificada (MDX). Esta señal modificada se emplea en la mayoría de las operaciones que involucran al algoritmo de Stewart, y tiene la ventaja de que su cálculo sólo requiere de suma, resta y comparaciones.

La señal transformada MDX tiene las siguientes características (Stewart 1977):

- Persiste la naturaleza oscilatoria de la señal.
- Persiste la dirección del primer movimiento.
- Se eliminan parte de las frecuencias que se encuentran por abajo de los eventos locales.
- Posibilidad de detectar arribos emergentes.

En la figura 3.3 se presenta el diagrama de flujo para obtener la función característica MDX. El parámetro N está en función de la razón de

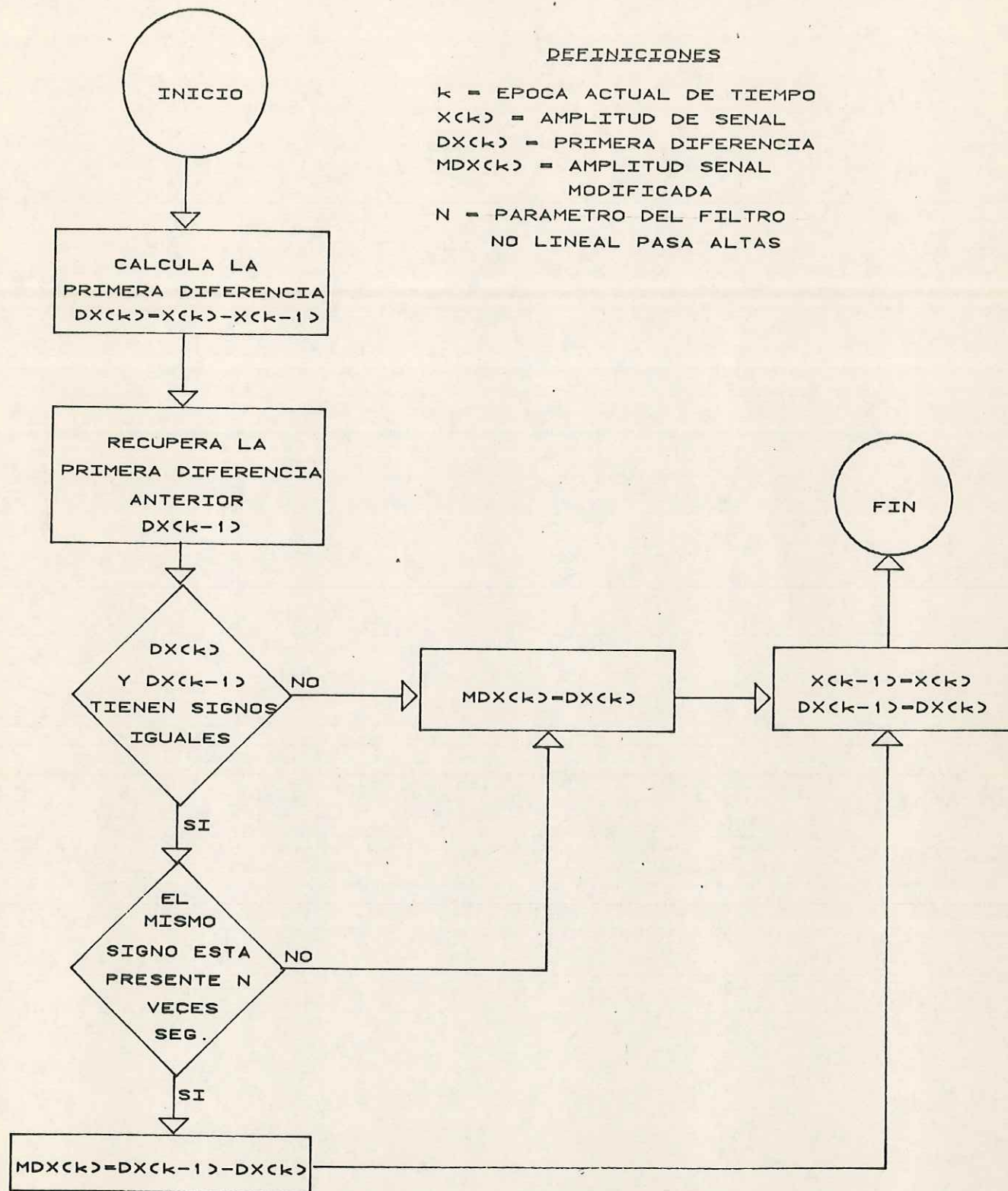


Figura 3.3 Diagrama de flujo del algoritmo MDX.

muestreo y está dado por la siguiente fórmula (Veith, 1978)

$$N = SR / (2 FM)$$

en donde SR es la razón de muestreo y FM es la frecuencia mínima de interés. En particular para el caso de RESNOR, SR=40 muestras por segundo y FM se asignó en 2.5 Hz, por lo que N=8.

Antes de confirmar un evento como señal sísmica, el algoritmo de Stewart se puede encontrar en cualquiera de los tres estados siguientes:

- 1.- Detección del primer arribo.
- 2.- Confirmación y procesamiento del primer arribo.
- 3.- Confirmación y procesamiento de la señal sísmica.

En cada modo se realizan una serie de pruebas sobre la señal modificada MDX. Si se satisfacen ciertas condiciones, se pasa al siguiente modo hasta llegar a una afirmación o negación de que dicha señal fue generada por un evento sísmico.

Estas condiciones son las siguientes:

- 1.- Si la función MDX es mayor que un umbral AL1 ($AL1 = 3 * \text{promedio del ruido ambiental}$) figura 3.4, se pasa al

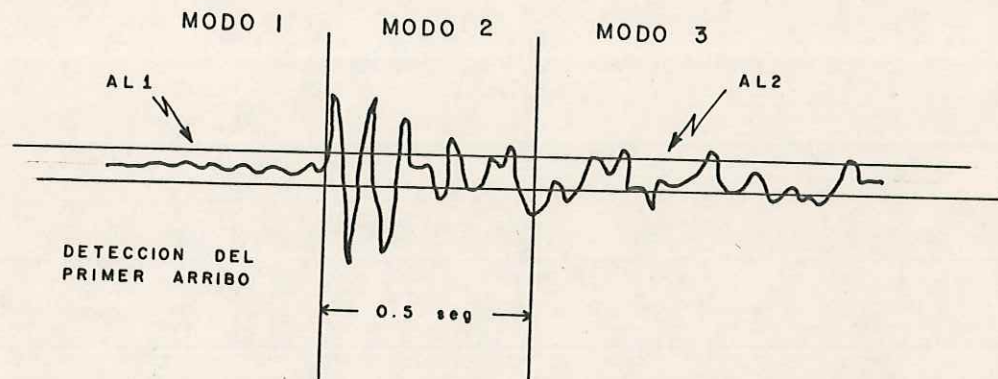


Figura 3.4 Ejemplo de los umbrales empleados por el algoritmo de Stewart.

siguiente modo, de lo contrario permanece en detección del primer arribo (modo 1).

2.- Durante medio segundo se almacena información para que terminado este plazo se realicen las siguientes pruebas:

- MDX tiene que haber cruzado más de 8 veces AL1 durante este lapso.
- MDX no ha permanecido por abajo del umbral AL1 por más de 0.28 de segundo.
- La amplitud máxima de la señal original ha sobrepasado un equivalente a 45 mv. durante este lapso de medio segundo.
- La relación de señal a ruido tiene que ser mayor de 5:1 y la razón de máxima amplitud contra el ruido tiene que ser mayor de 8:1.

Si alguna de las condiciones anteriores no se cumple, se regresa al modo 1, detección del primer arribo. De lo contrario se pasa al modo 3, procesamiento de la señal sísmica.

3.- En este modo se calculan una serie de parámetros que

sirven para confirmar la ocurrencia de un evento sísmico;

estos parámetros son: la duración de la señal, la amplitud máxima y una burda aproximación de la frecuencia promedio de coda.

Las condiciones que se requieren para declarar evento son:

- Duración de coda en MDX tiene que ser mayor de 4 segundos.
- MDX tiene que haber cruzado un segundo umbral AL2 ($AL2 = 4 * \text{ruido promedio}$) en forma alternada 6 veces.
- El número de oscilaciones de MDX tiene que ser equivalente o mayor a una frecuencia estimada de 0.5 Hz.

Si todas las condiciones de los tres modos se satisfacen, la traza es confirmada con un evento sísmico, de lo contrario se declara como no evento y el algoritmo regresa al modo 1 (detección del primer arribo).

La duración de la señal se obtiene a partir de MDX

utilizando un segundo umbral AL2. Se cuenta el número de veces que se cruza AL2 en cualquier dirección. El final de la coda ocurre cuando la amplitud de la señal modificada MDX no ha excedido el umbral AL2 al menos durante dos segundos. La duración total de la señal se define como el intervalo de tiempo transcurrido desde el primer arribo hasta el final de la coda.

Una vez que se ha confirmado que un archivo es un evento sísmico se escriben los parámetros que resultaron del proceso anterior. En caso de que ninguna estación haya confirmado un evento sísmico se procede a borrar los archivos del disco que corresponden a este evento, para luego ponerse en estado de espera de que ocurra otra declaración de un evento por parte del algoritmo PCCPL. En caso de que existan más de 4 estaciones sísmicas que declararon un evento, se activa un tercer proceso para calcular la localización epicentral del mismo y generar un reporte preliminar. En la tabla IV se muestra una salida típica de este proceso.

TABLA IV

Salida del algoritmo de Stewart

DE 10 EVENTOS ENCONTRE 10 SISMOS

FECHA : 11 01 85 00 08

La estacion ENX* declaro EVENTO

DIA HH MM SEG: CALIDAD

Arribo P : 305 0 8 56.47 < 1 ms. Pol. : - CODA = 69.82 Segs.
Frecuencia promedio = 14.014 Hz. Amplitud maxima = 4095 unidades.

La estacion CBX* declaro EVENTO

DIA HH MM SEG: CALIDAD

Arribo P : 305 0 8 59.38 < 1 ms. Pol. : + CODA = 143.63 Segs.
Frecuencia promedio = 15.116 Hz. Amplitud maxima = 896 unidades.

La estacion PBX* declaro EVENTO

DIA HH MM SEG: CALIDAD

Arribo P : 305 0 8 58.07 < 1 ms. Pol. : - CODA = 92.67 Segs.
Frecuencia promedio = 14.836 Hz. Amplitud maxima = 3373 unidades.

FECHA : 11 01 85 00 53

La estacion ENX* declaro EVENTO

DIA HH MM SEG: CALIDAD

Arribo P : 305 0 54 47.85 < 1 ms. Pol. : - CODA = 32.80 Segs.
Frecuencia promedio = 10.201 Hz. Amplitud maxima = 205 unidades.

La estacion CBX* declaro NO EVENTO

La estacion PBX* declaro EVENTO

DIA HH MM SEG: CALIDAD

Arribo P : 305 0 54 50.30 < 1 ms. Pol. : - CODA = 32.25 Segs.
Frecuencia promedio = 9.496 Hz. Amplitud maxima = 69 unidades.

FECHA : 11 03 85 17 25

La estacion ENX* declaro EVENTO

DIA HH MM SEG: CALIDAD

Arribo P : 307 17 26 14.63 < 1 ms. Pol. : - CODA = 20.77 Segs.
Frecuencia promedio = 10.432 Hz. Amplitud maxima = 281 unidades.

La estacion CBX* declaro NO EVENTO

La estacion PBX* declaro EVENTO

3.1.5 LOCALIZACION AUTOMATICA DE EVENTOS SISMICOS

La localización automática de eventos sísmicos es un proceso que intenta determinar con la mayor exactitud las coordenadas del foco del sismo; esto es el hipocentro. Este proceso se realiza por medio de una modificación al programa HYPO71 (Lee, Lahr 1971) en Fortran IV. Los resultados del proceso se presentan en dos archivos, uno contiene únicamente los parámetros de localización del hipocentro y el otro, además de la información anterior, incluye las estaciones que se emplearon en los cálculos. Este último archivo es enviado a una impresora cada vez que se localiza un evento sísmico, con el fin de alertar a los operadores en caso de que el sismo sea de magnitud considerable. En la tabla V se muestra una salida típica de este proceso.

3.1.6 PROGRAMA MONITOR RESNOR

Con objeto de manipular los parámetros relacionados con la detección de eventos sísmicos y desplegar otra información de interés para el usuario, se desarrolló un programa monitor (Hinojosa y col., 1986).

TABLA V

Salida típica de una localización automática

EVENTOS CORRESPONDIENTES A FEBERO 86

***** PROGRAM: HYPO71 REVISED (11/23/73) *****

	TEST(1)	TEST(2)	TEST(3)	TEST(4)	TEST(5)	TEST(6)	TEST(7)	TEST(8)	TEST(9)	TEST(10)	TEST(11)	TEST(12)	TEST(13)
STANDARD	0.1000	10.0000	2.0000	0.0500	5.0000	4.0000	-0.0700	2.0000	0.0025	100.0000	0.0000	0.5000	1.0000
RESET TO	0.1000	15.0000	0.5000	0.0500	5.0000	100.0000	-0.0700	2.0000	0.0025	100.0000	30.0000	0.5000	1.0000

L	STN	LAT	LONG	ELV	DELAY	FMGC	XMGC	KL	PRR	CALR	IC	DATE	HRMN
1	SPX	31 2.70N	11527.70W	0	0.50	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0	0
2	ENX	3152.97N	11639.07W	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0	0
3	COX	3219.82N	11637.78W	0	0.20	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0	0
4	PBX	3144.52N	11643.53W	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0	0

CRUSTAL MODEL 1

VELOCITY	DEPTH
5.600	0.000
6.600	5.000
7.000	20.000
8.000	42.000

STR	XNEAR	XFAR	POS	IQ	KMS	KFM	IPUN	IMAG	IR	IPRN	CODE	LATR	LONR
8	50	300	1.78	4	0	0	1	1	0	0	0010	31 45.00	116 0.00

DATE	ORIGIN	LAT N	LONG W	DEPTH	MAG	NO	CM	GAP	M	RMS	ERH	ERZ	Q	CGD	ADJ	IN	NR	AVR	APR	NH	AVXM	SDX	MF	AVFM		
080202	10	0	48.27	31-51.01	115-44.15	8.00*	2.48	6	08	322	1	0.19	23.96	47.7	D	D	D	0.53	11	6-0.00	0.17	0	0.0	0.0	3	2.7

STN	DIST	A2M	AIN	PRMK	HRMN	P-SEC	TPOBS	TPCAL	DLY/H1	P-RES	P-WT	AMX	PRX	CALX	K	XMAG	RMK	FMP	FMAG	SRMK	S	SEC	TPOBS	S	RES	S-W
ENX	87.9	272	92	IPD	10 9	2.15	12.88	12.81	0.00	0.08	1.22	0	0	0.00	0			39	2.6	S	1	12.59	24.02	-0.25	0.0	
PBX	94.5	263	92	IP+	10 9	2.86	14.59	14.80	0.00	-0.21	1.15	0	0	0.00	0			41	2.7	S	1	14.76	26.69	0.34	0.7	
COX	101.5	300	92	IPU	10 9	4.46	16.19	15.97	0.20	0.13	1.13	0	0	0.00	0			40	2.7	S	1	16.01	28.54	-0.05	0.0	

DATE	ORIGIN	LAT N	LONG W	DEPTH	MAG	NO	CM	GAP	M	RMS	ERH	ERZ	Q	CGD	ADJ	IN	NR	AVR	APR	NH	AVXM	SDX	MF	AVFM
------	--------	-------	--------	-------	-----	----	----	-----	---	-----	-----	-----	---	-----	-----	----	----	-----	-----	----	------	-----	----	------

Este programa permite desplegar dinámicamente en una terminal parámetros del sistema de adquisición de datos, así como parámetros que midan el comportamiento de PRIMOS. Así mismo, el usuario puede modificar algunos parámetros del algoritmo de detección con el fin de ajustarlo a las condiciones de la señal sísmica que se esté recibiendo en un momento dado. La forma de invocar al programa monitor desde PRIMOS es la siguiente:

OK, MONO -FREC DT -VECES N -CAMB'

en donde DT es el intervalo de muestreo en segundos, VECES N es el número de veces que se quiere realizar el muestreo y CAMB' es una opción que permite realizar modificaciones a los parámetros del algoritmo de detección. Los parámetros de RESNOR desplegados cada DT segundos son:

- Umbral de disparo.
- Número de muestras requeridas para calcular el promedio corto.
- Fecha y hora:
- + Del sistema PRIME.
- + Del reloj Kinemetrix
- Promedio corto de la componente vertical de cada estación
- Promedio largo de la componente vertical de cada estación
- Estado del algoritmo de detección:
- + Adquisición - detección
- + Adquisición - grabación
- Estado de la estación de recepción o no recepción

Los parámetros o medidores del sistema PRIME que se muestrean son:

- DT El intervalo de muestreo seleccionado para el monitor
- PF/SEC Número de Páginas demandadas en el intervalo DT
- DTCPU: Segundos de CPU: cargados a todos los procesos de usuario en el intervalo DT
- %CLK Porcentaje de uso del reloj interno PRIME durante el intervalo DT
- %AMLC Porcentaje uso de entrada/salida a través de AMLC durante el intervalo DT
- %OCIO Fracción de tiempo en que el CPU: estuvo ocioso durante el intervalo DT.
- %DISC Fracción de tiempo en que hubo entrada/salida a través de disco durante el intervalo de tiempo DT

El programa permite hacer cambios solamente en los siguientes parámetros de algoritmo de detección: el umbral de disparo y el número de muestras en el promedio corto. También en el caso de que alguna de las estaciones esté reportando errores, se puede deshabilitar la detección en esta estación en particular. A continuación se muestra un ejemplo de cómo invocar al monitor y su resultado:

OK, MONO-CAMB-FREC-10 (se invoca el monitor)

UMBRAL = 4, LO VAS A CAMBIAR ? S (se cambia el valor de ALPHA)

NUEVO VALOR DEL UMBRAL : 5 (nuevo valor de ALPHA)

NMUEST = 60, LO VAS A CAMBIAR ? N (se deja intacto el
estado presente)

Enx No esta bloqueada, la cambio ? N

Cbx No esta bloqueada, la cambio ? N

Cpbx Esta bloqueada, la cambio ? N

Pbx No esta bloqueada, la cambio ? T (terminación antes de
contestar todas las
posibles preguntas)

Una vez que se contestan las preguntas anteriores, la
pantalla desplegará la información pertinente, la cual será
actualizada cada DT segundos.

*** R E S N O R ***

Umbral = 4 Muestras en periodo corto = 60

Fecha Hora

LOCAL PRIME 01/07/86 22:46:18.20

GMT GOES 7 22:46:18 Calidad < 1 ms.

ESTACION	Linea	Pcorto	Plargo	Estado	Recepcion
Enx	8	8	7	Deteccion	Si
Cbx	9	10	6	Deteccion	Si
Pbx	11	7	4	Deteccion	Si

*** S I S T E M A ***

PF/SEC	%PFDT	DTCPU	%CLK	%AMLC	%OCIO	%DISC
0.00	0.00	0.27	2.90	24.59	59.31	0.00

3.2 EDICION DE LOS DATOS SISMICOS

3.2.1 DESPLEGADO DE DATOS PARA SU DEPURACION.

Una vez que los posibles eventos sísmicos confirmados por el algoritmo de Stewart se encuentran en disco, se realiza otro proceso de depuración. Este se efectúa en forma interactiva a través de una terminal gráfica TEKTRONIX 4054, en la cual se van graficando los eventos sísmicos y un operador determina si la información es un sismo o es solamente ruido. En caso de ser ruido la información se borra del disco. Si es un sismo se guarda, se almacenan además las estaciones que lo registraron y el tiempo de duración del sismo. Esta información es útil para agilizar los procesos que se discuten a continuación.

3.2.2 LECTURA DE LOS TIEMPOS DE ARRIBO.

Después de que se ha confirmado la presencia de un sismo, se realiza la lectura de los tiempos de arribo y la duración del sismo con mayor precisión, utilizando los cursores que posee la terminal gráfica TEKTRONIX 4054. Con esta información se logra la localización final de los hipocentros que se emplean para elaborar el boletín mensual publicado por RESNOR. En la tabla VI se muestra una salida típica de este proceso.

Para la lectura de los tiempos de arribo se emplea el programa en FORTRAN IV llamado MUPPET (Duarte y col., 1981). En el apéndice 2 se muestran las opciones con las que cuenta el programa MUPPET.

3.2.3 GENERACION DE BOLETIN.

Al final de cada mes se genera un boletín que presenta las localizaciones hipocentrales de los eventos sísmicos captados por RESNOR, así como una estimación de su magnitud. En las determinaciones hipocentrales se utiliza el programa HYPO-71 con los modelos de velocidad propuestos por Nava y

TABLA VI
Salida de las lecturas
de tiempos de arriba

HEAD
RESET TEST (02) = 15.
RESET TEST (03) = 0.5
RESET TEST (06) = 100.
RESET TEST (11) = 30.
EVENTOS CORRESPONDIENTES A

ENK3152.97N11639.87W
CBK3218.92N11639.78W +0.20
PBK3144.52N11643.53W

5.000 0.000
6.000 5.000
7.000 20.000
8.000 42.000

1	08.0	50.300.	1.78	4	0.	-0	1	0	0	1 1 1
	ENKIPD	85110100	856.58				51.24	S	1	
	CBKIPD	85110100	859.44				56.17	S	1	
	PBKIP-	85110100	858.19				64.19	S	1	
		11								
	ENKIP-	85110100	854.70				58.70	S	1	
	CBKIPD	85110100	854.71				57.93	S	1	
	PBKIP-	85110100	854.94				61.98	S	1	
		11								
	ENKIPD	85110423	824.07				52.47	S	1	
	CBKIP+	85110423	824.82				56.97	S	1	
	PBKIP-	85110423	824.24				54.80	S	1	
		11								
	ENKIPD	85111006	841.00				51.11	S		
	CBKIPD	85111006	841.00				51.50	S		
	PBKIP+	85111006	843.00				54.30	S		
		11								
	ENKIPD	85111015	828.50				35.00	S		
	CBKIP+	85111015	832.23				42.70	S		
	PBKIP-	85111015	829.50				36.50	S		
		11								
	ENKIPD	85111203	850.68				70.90	S	1	
	CBKIPD	85111203	861.83				73.97	S	1	
	PBKIPD	85111203	860.83				73.51	S	1	
		11								
	ENKIP+	85112006	843.57				81.79	S	1	
	CBKIP+	85112006	846.64				86.02	S	1	
	PBKIPD	85112006	844.30				84.05	S	1	
		11								

Brune 1982 y Mcmechan y Mooney 1980, para las regiones del macizo rocoso de Baja California y el Valle de Mexicali, respectivamente. Estos modelos se presentan en la Tabla VII.

La magnitud reportada es el promedio de los valores obtenidos en cada estación usando las fórmulas $M=1.21\log T+0.8$, para eventos del macizo rocoso de Baja California, y $M=1.21\log T+0.5$, para eventos del Valle de Mexicali (Rodríguez, J. y González, J. 1980).

Paralelamente al boletín se genera un catálogo de eventos sísmicos en donde se despliegan en forma gráfica todos los eventos registrados por el sistema. En este catálogo se presentan las coordenadas del hipocentro del sismo en caso de que éste haya sido localizado (figura 3.5), o solamente la fecha aproximada de inicio que le asigna el sistema, en caso de que no haya sido posible calcular su hipocentro (figura 3.6).

Finalmente, todos los registros sísmicos correspondientes a un mes se archivan en una cinta magnetica de 9 pistas para tenerlos disponibles para su utilización futura. El boletín mensual, el catálogo de eventos y la información almacenada en cinta magnética están a disposición de los usuarios que lo soliciten.

TABLA VII

MODELO DE VELOCIDADES UTILIZADO PARA LOCALIZACION
HIPOCENTRAL DE EVENTOS REGISTRADOS POR RESNOR

Zona Sedimentaria

ESPESOR (KM)	VELOCIDAD DE LA ONDA P (KM/SEG)
0.18	1.70
0.55	1.96
1.00	2.71
1.17	3.80
2.90	4.69
4.20	6.30
12.00	6.80
	7.80

Macizo Rocoso

ESPESOR (KM)	VELOCIDAD DE LA ONDA P (KM/SEG)
5.0	5.6
15.0	6.6
22.0	7.0

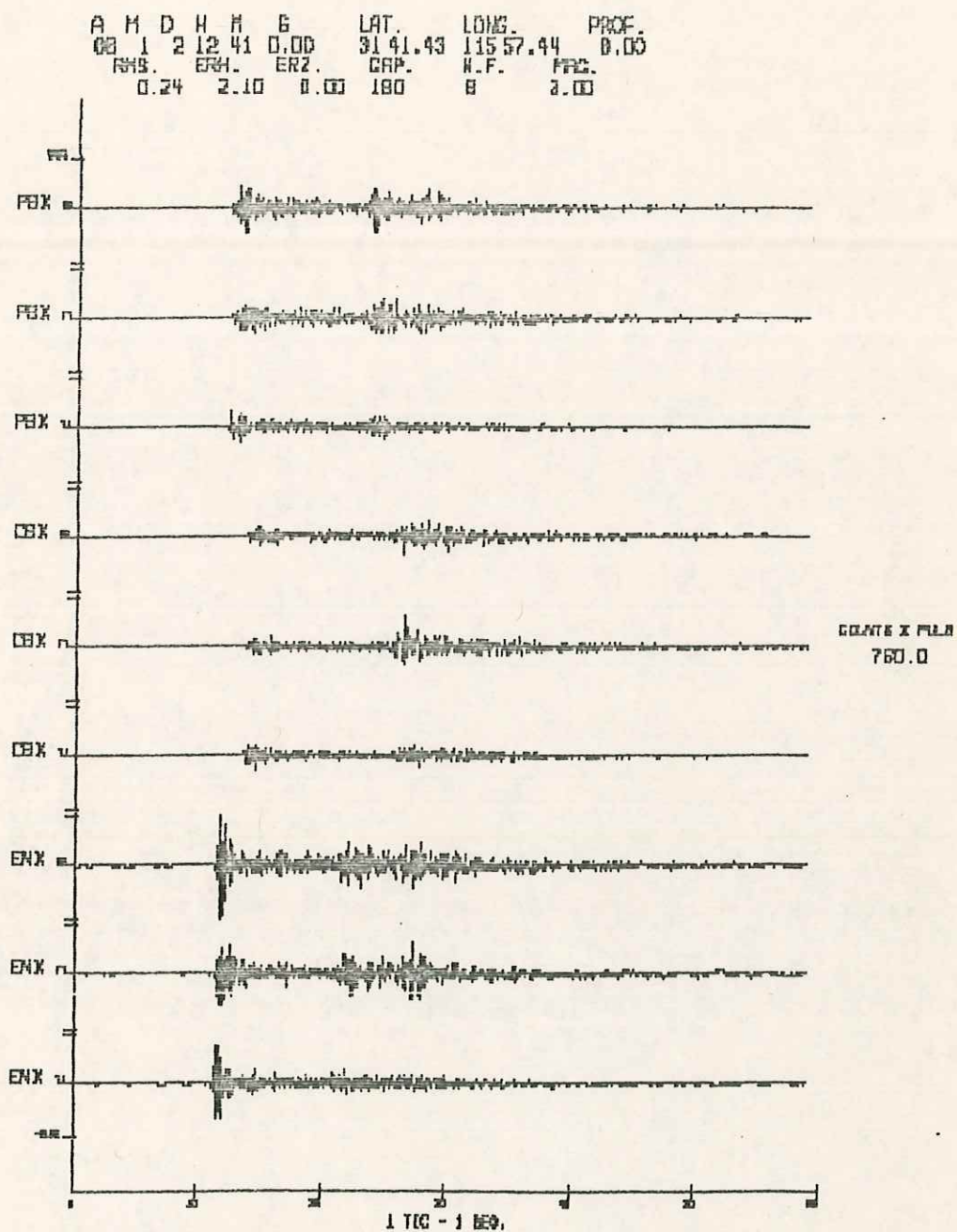


Figura 3.5 Ejemplo de un sismo localizado del catalogo.

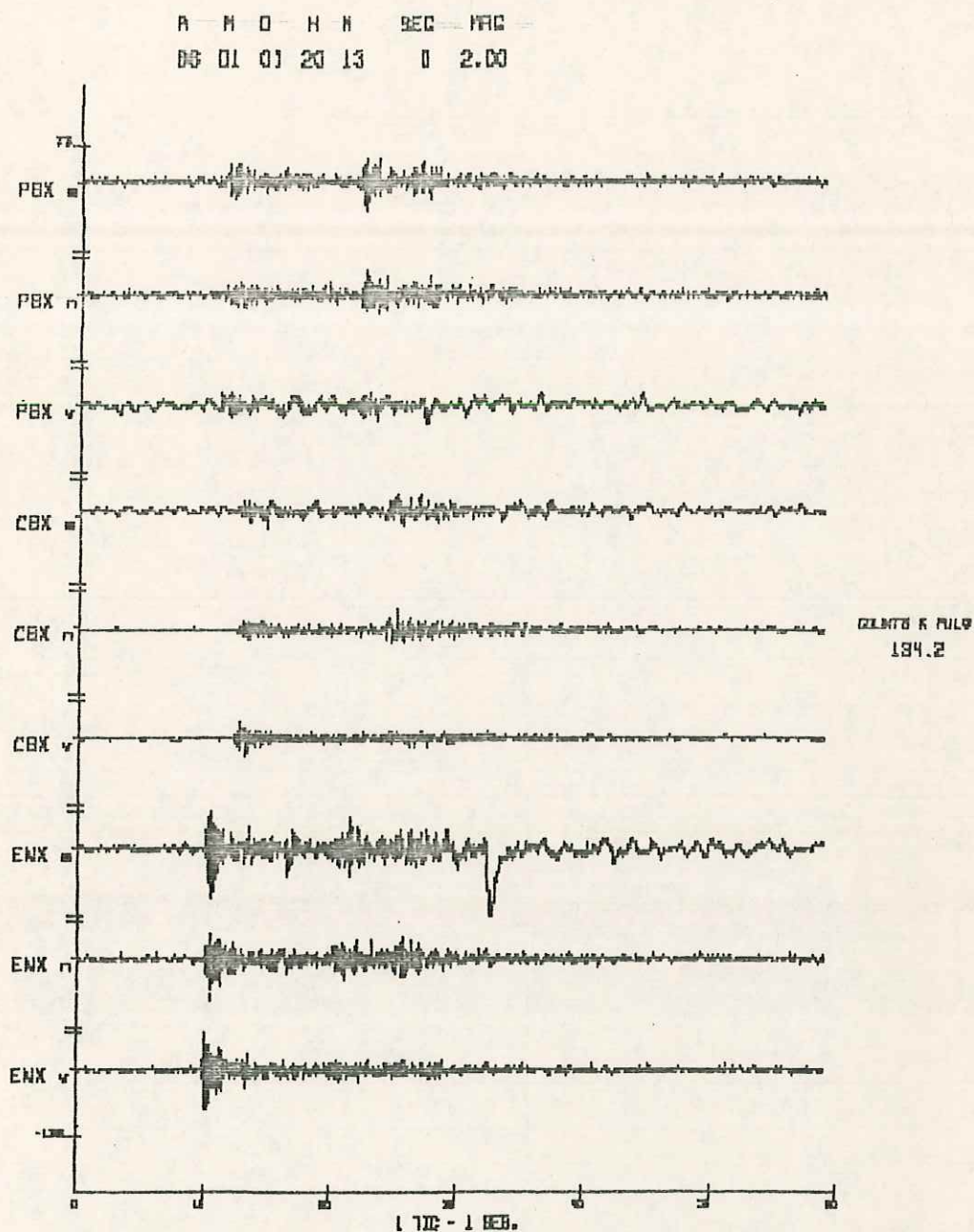


Figura 3.6 Ejemplo de un sismo no localizado del catalogo.

3.3 PROGRAMAS PARA EL PROCESAMIENTO DE DATOS

Se han desarrollado dos programas que permiten una manipulación más versátil de los datos sísmicos. Estos programas son:

SUBCAT

DISTR

3.3.1 PROGRAMA SUBCAT

El programa SUBCAT genera, a partir de un catálogo de entrada, un subcatálogo de eventos sísmicos que contiene todos los eventos que cumplen con ciertas condiciones comunes especificadas previamente por el usuario, tales como magnitud comprendida entre ciertos límites, ocurrencia limitada por 2 fechas, posición hipocentral contenida en cierta región, etc. En el apéndice 3 se puede ver un ejemplo del uso de este programa, además en la tabla VIII se muestra una salida típica de este proceso.

El formato del subcatálogo de salida es el mismo del catálogo de entrada, y se puede mandar la salida a la terminal y/o para un archivo en disco.

TABLA VIII

Salida típica de SUBCAT

- 1: CATALOGO SISMICO DEL CICESE
SELECCIONADOS DEL NUMERO - 1
CATALOGO DE ENTRADA - EVENTOS 2264 EVENTOS SISMICOS
DE 1950A, 1M, 1D, 0H, 0M HASTA 1985A, 12M, 31D, 23H, 59M,
- 2: MAGNITUDES EN BLANCO - 0.00
COEFICIENTES PARA LAS MAGNITUDES
MB - 1.00, 0.00, MS - 1.00, 0.00, ML - 1.00, 0.00, MP - 1.00,
0.00
PRIORIDADES DE LAS MAGNITUDES - MB, MS, ML, MP
- 3: MAGNITUDES MIN, MAX : 4.00, 9.00
PROFUNDIDADES : 10.00, 20.00
- 4: LAT, LON DEL RECT. (R):
DE 32.00 HASTA 34.00
Y DE -115.00 HASTA -114.00
- 5: IMPRIMIR EL SUBCATALOGO - S ALMACENAR EL SUBCATALOGO - S
- 6: CATALOGO DE SALIDA - CCICSE
- 7: CATALOGO DE SALIDA CREADO
- 8: ARCHIVO DE DATOS - SCICSE

PAGINA No. 1 ARCHIVO DE ENTRADA EVENTOS)

NUM	ANO	ME	DD	HR	MI	LAT	LOH	PRF	MB	MS	ML	MP
631	1974	12	5	12	13	32.71	-115.40	15	4.50	0.00	4.90	0.00
652	1975	1	23	12	30	32.93	-115.40	10	4.30	0.00	4.00	0.00
665	1975	1	23	22	21	33.00	-115.50	10	4.00	0.00	3.50	0.00
688	1975	1	26	3	41	32.97	-115.51	13	4.20	0.00	3.70	0.00
738	1975	6	20	4	13	32.74	-115.41	10	4.30	0.00	3.90	0.00
739	1975	6	20	5	48	32.75	-115.40	10	4.30	0.00	4.20	0.00
740	1975	6	20	22	15	32.75	-115.39	10	4.30	0.00	4.10	0.00
741	1975	6	20	22	50	32.71	-115.40	10	4.00	0.00	3.20	0.00
827	1976	4	14	6	56	32.98	-115.53	13	4.20	0.00	3.70	0.00
915	1976	11	4	5	48	33.08	-115.58	19	0.00	0.00	4.20	0.00
916	1976	11	4	6	35	33.11	-115.60	14	0.00	0.00	4.10	0.00
920	1976	11	4	11	39	33.11	-115.65	12	0.00	0.00	4.10	0.00
923	1976	11	4	14	12	33.15	-115.63	12	4.20	0.00	4.40	0.00
1547	1979	10	15	23	16	32.63	-115.33	12	5.70	6.00	5.60	7.00
1561	1979	10	16	3	30	32.96	-115.55	10	4.40	0.00	4.40	4.90
1922	1981	4	25	7	3	33.11	-115.65	10	4.40	0.00	3.90	0.00

FIN DE SUBCAT - 16 EVENTOS

3.3.2 PROGRAMA DISTR

En este programa los datos de entrada son los de un catálogo o un subcatálogo, generado por el programa anterior, y la salida es un histograma $A(P_1, P_2, P_3)$ en donde las variables P_1 , P_2 , P_3 son características de un sismo del catálogo. El histograma se representa como una secuencia de tablas en dos dimensiones, en donde cada tabla corresponde a un cierto intervalo (segmento) de los valores del parámetro P_3 . Cada columna corresponde a otro intervalo (segmento) de los valores del parámetro P_1 y los renglones a otro intervalo (segmento) del parámetro P_2 . En el apéndice 4 se puede ver un ejemplo del uso de este programa, además en la tabla IX se muestra una salida típica de este proceso.

Los siguientes parámetros se pueden considerar para las variables P_1, P_2, P_3 del histograma:

parámetro	código
Tiempo-año, mes, día, hora	TC
Latitud	LA
Longitud	LO
Profundidad	DE
Magnitud	MC o MB' o ML o MS o MP

$A(P_1, P_2, P_3)$ es la característica del catálogo que

TABLA IV

Salida típica de DISTR

1: CATALOGO SISMICO DEL CICESE
 SELECCIONADOS DEL EVENTO NUMERO - 1
 CATALOGO ENTRADA - CICESE 67 EVENTOS
 DE 1950A, 1M, 1D, 0H, 0M HASTA 1985A, 12M, 23D, 23H, 59M

2: MAGNITUD CERO - 0.00
 COEF. PARA MAGN.
 MB - 1.00, 0.00, MS- 1.00, 0.00, ML- 1.00, 0.00, MP- 1.00, 0.00
 PRIORIDAD -MB, MS, ML, MP

3: MAGNITUD MIN, MAX : 0.00, 9.00
 PROFUNDIDAD : 0.00, 100.00

4: RECT. DE LAT, LON (R):
 DE 32.00 HASTA 34.00
 Y DE -115.00 HASTA -114.00

5: PARAMETROS EJES :

6: ***** EJES HORIZONTAL ***** :
 - LONGITUD
 INTERVALO 0.500 AND DESPLAZAMIENTO 0.500
 SEGMENTO 1 - -115.00, -114.00

7: ***** EJES VERTICAL ***** :
 - LATITUD
 INTERVALO 0.500 AND DESPLAZAMIENTO 0.500
 SEGMENTO 1 - 32.00, 34.00

8: ***** LISTA ***** :
 - PROFUNDIDAD
 INTERVALO 4.000 AND DESPLAZAMIENTO 4.000
 SEGMENTO 1' - 0.00, 20.00

9: PARAMETRO A IMPRIMIR - NU:

10: SALIDA EN EL ARCHIVO S-DISTR - Y

11: NOMBRE DEL ARCHIVO DE DATOS - DCICESE

LISTA No. 1 PROF DE 0.00 HASTA 4.00
 ----- No. DE EVENTOS -----

LISTA No. 2 PROF DE 4.00 HASTA 8.00
 ----- No. DE EVENTOS -----

LISTA No. 3 PROF DE 8.00 HASTA 12.00
 -115.00 -115.00 -114.00
 -----I-----I-----I-----I-----I-----

34.00	1	.	.	.	.
	7	.	.	.	.
33.00	7	10	.	.	.
	.	1	1	.	.
32.00	.	.	.	.	.
27 EVENTOS					

LISTA No. 4 PROF DE 12.00 HASTA 16.00
 -115.00 -115.00 -114.00

se coloca en las células de las tablas en las salidas de los histogramas, las cuales se pueden escoger de entre las siguientes:

característica	código
Número de sismos	NU
Profundidad máxima	DE
Magnitud máxima	MC o MB o ML o MS o MP
Energía (sigma)	SG

Donde sigma se define como la suma de los valores $C \cdot 10^{(D(M-F))}$, para todos los sismos de una misma célula. Aquí 'M' es la magnitud común de cada sismo y su cálculo se escoge al inicio del procesamiento. C, D, F constantes que se definen en el archivo de datos.

Los intervalos para los parámetros P se pueden especificar de una de las dos maneras que a continuación se explican.

1.- Se define el intervalo mínimo y máximo (PMIN, PMAX), la longitud del intervalo (L) y el desplazamiento para el intervalo (D). En este caso se van a tener las siguientes divisiones de la misma longitud.

```

PMIN      <= P <= PMIN+L
PMIN+S    <= P <= PMIN+S+L
.....
PMIN+S*K  <= P <= PMAX

```

2.- Se definen límites para cada intervalo (segmentación) y se van a poder tener las siguientes divisiones.

P1MIN <= P <= P1MAX segmento 1

P2MIN <= P <= P2MAX segmento 2

.....

PkMIN <= P <= PkMAX segmento k

Se tiene la limitación de que el número de segmentos que se pueden desplegar en la terminal es de 14 y el máximo que se puede almacenar en un archivo es de 24. Los sismos para el histograma se seleccionan del catálogo de entrada bajo las condiciones que se especifican, como son una región geográfica (especificada por un rectángulo o un polígono), un intervalo en la profundidad, un intervalo en tiempo y un intervalo en la magnitud.

Los programas trabajan sobre los datos de un catálogo de eventos sísmicos, en el cual está almacenada la siguiente información para cada evento sísmico:

T => tiempo de origen del sismo en minutos D.C.

LAT, LON => latitud y longitud del epicentro (grados y décimas de grado, la longitud oeste y la latitud sur deben ser negativas).

MB, MS, ML, MP => cuatro versiones de la magnitud, algunas

de las cuales puede ser cero.

INT => intensidad (no se emplea).

La información anterior está dispuesta en orden cronológica. El formato de almacenamiento de los archivos debe ser de acceso directo en el disco, sin formatizar y de 20 bytes de longitud por cada registro. El archivo tiene un encabezado que consta de 8 bytes que representan el número de registros contenidos en ese archivo más uno. El formato de cada registro es el siguiente:

Tamaño	Dato contenido	Representación
4 bytes	tiempo de origen del sismo en minutos D.C.	Entero largo
2 bytes	longitud en grados por 100.	Entero corto
2 bytes	latitud en grados por 100.	Entero corto
2 bytes	profundidad.	Entero corto
2 bytes	magnitud MB' por 100 (magnitud de onda de cuerpo).	Entero corto
2 bytes	magnitud MS por 100 (magnitud de ondas superficiales).	Entero corto
2 bytes	magnitud ML por 100 (magnitud local).	Entero corto
2 bytes	magnitud MP por 100 (magnitud de arriba P).	Entero corto
2 bytes	intensidad (no se emplea)	Entero corto

en los programas).

Transformación de magnitudes.

En ambos programas se permiten las siguientes transformaciones en la magnitud:

MB' por $MB' * AB' + BB$

MS por $MS * AS + BS$

ML por $ML * AL + BL$

MP por $MP * AP + BP$

en donde los coeficientes AB', AS, AL, AP, BB, BS, BL y BP que dependen de las condiciones de la región, se leen del archivo de datos o se le pueden dar desde la terminal por el usuario. Si no se quiere tener una transformación de las magnitudes simplemente se da un valor de 1 a las constantes AB', AS, AL y AP y un valor de 0 a las constantes BB, BS, BL y BP. La magnitud común MC para usarse en todos los sismos puede ser determinada de una de las siguientes formas:

- 1.- MA - Valor Máximo entre MB', MS, ML, MP.
- 2.- MI - El valor mínimo entre MB', MS, ML, MP.
- 3.- NO - De acuerdo a una prioridad ya establecida de antemano. Por ejemplo, si escogemos a la siguiente prioridad: MB', MP, ML, MS

$MC = MB$ si MB no es igual a cero.

$MC = MP$ si $MB = 0$ y MP no es igual a cero.

$MC = ML$ si $MB = MP = 0$ y ML no es igual a cero.

$MC = MS$ si $MB = MP = ML = 0$ y MS no es igual a cero.

MC es igual a un valor 'blanco', ya definido, si

$MB = MP = ML = MS = 0$.

Región epicentral.

La región epicentral puede ser definida por un rectángulo o por un polígono. El rectángulo se define por intervalos de latitud y longitud. El polígono está definido por las coordenadas de sus vértices, cuyo número total no debe exceder de 20. Si la región cruza la longitud 180, no debe cruzar la longitud 0. La región no debe cruzar las latitudes 90 y -90.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El sistema desarrollado ha estado trabajando satisfactoriamente por un período de 5 años. Durante este tiempo, las labores de detección, localización y catalogación de eventos sísmicos registrados por la red se han vuelto rutinarias. El sistema ha probado ser confiable, dado que no ha requerido de mayores cambios en su implementación para funcionar adecuadamente en relación con su concepción original.

De la operación del sistema se ha generado una base de datos sísmicos más o menos completa ($ML > 2.0$) para la región cubierta por RESNOR (González, J. y Duarte, C. 1986). Estos datos se están utilizando actualmente en diversas investigaciones que servirán para conocer con mayor precisión los procesos tectónicos desarrollados en el norte de Baja California y estimar mejor los parámetros de la estructura geológica de la región (Madrid, J. 1983), (Rebollar, C. 1984), (Rebollar, C. 1985).

Existen algunas áreas en la que el sistema podría perfeccionarse y éstas son las siguientes:

- Tener la opción de hacer la detección con cualquiera de las tres componentes de la señal sísmica, una

vertical y dos horizontales (NS y EW), en vez de hacerlo sólo con la componente vertical.

-Ajustar los parámetros del algoritmo de Stewart para disminuir las falsas alarmas.

-Generar un catálogo maestro de localizaciones hipocentrales que resida en cinta magnética y que sea compatible con los formatos de otros catálogos sísmicos conservados por otras instituciones de investigación.

Finalmente, dada la proliferación actual de computadoras personales de bajo costo y cuya potencialidad se aproxima cada vez más a la de la minicomputadora utilizada en el sistema RESNOR, sería recomendable el sustituir el hardware del sistema con una microcomputadora más barata y utilizar a la PRIME 350 en labores que aprovechen mejor su cualidad de dar servicio a múltiples usuarios. Lo anterior permitiría además, dado el reducido tamaño de las computadoras personales, el obtener un sistema transportable que pudiera utilizarse en el campo.

5. LITERATURA CITADA

Duarte C. (1983) 'Desarrollo de la Red Sísmica del Norte de Baja California RESNOR'. Informe especial, CICESE, Departamento de Geofísica.

Duarte, C., Hinojosa, A. (1980) 'Evaluación del sistema PRIME 350 en la adquisición de datos en tiempo real.' Informe especial, CICESE, Departamento de Geofísica.

Duarte, C., Hinojosa, A., Inzunza, L. (1981) 'MUPPET, programa de apoyo para el procesamiento de datos de RESNOR'. Informe especial GEO81-02, CICESE, Departamento de Geofísica, Abril, 1981

González, J. y Duarte, C. (1986) 'Catálogo 1977-1980 de la sismicidad en el Valle de Mexicali'. Memorias de la reunión anual de la Unión Geofísica Mexicana, Oaxaca, Oax., Noviembre 11-16, 1985.

Hinojosa, A. y Duarte, C. (1982) 'PRIMOS Modifications for a Real Time Acquisition with a PRIME 350', Sin publicar.

Hinojosa, A., Duarte, C. y Inzunza, L. (1986) 'Sistema de adquisición y procesamiento de datos de RESNOR'. CICESE, División de Ciencias de la Tierra, Informe Especial.

- Lahore, H. (1979). 'PRIME: Seagoing minicomputer for you?' Sea Technology, Junio, 1979, pp 22-24.
- Lee, W.H.K. y Lahr J.C., 1975. 'HYPO71 (revised): a computer program for determining hypocenter, magnitude, and first motion pattern of local earthquakes.' (U.S.G.S. open file report, 75-311).
- Madrid J., Translosheros C., 1983. 'Un modelo sismico preliminar heterogéneo del campo geotérmico de Cerro Prieto Baja California Norte'. Geofísica Internacional, Abril 1983.
- Medina, M. y Duarte C., (1979). 'Red sismológica de telemedición digital del campo geotérmico de Cerro Prieto', p 355-368. Actas del segundo Simposio sobre el Campo Geotérmico de Cerro Prieto. Editado por el Depto. de difusión del IIE.
- McMechan and Mooney, W. D. "Asymptotic ray and syntetic seismograms for laterally varying: theory and applications to the Imperial Valley, California". Bull. of Seism. Soc. Am., 70, 2021-2035, 1980.
- Nava, F. A. y Brune, J. N., "Earthquake-explosion

reversed refraction line in the peninsular ranges of Southern California and Baja California Norte". Bull. of the Seism. Soc. Am., 72, 1195-1206, 1982.

Parmeter, F. (1980) 'Putting peripherals on PRIME's AMLC lines' Sin publicar, Massachusetts College of Pharmacy', Enero, 1980.

Rebollar, C. (1984) 'Calculation of Q_b using the spectral ratio method in Northern Baja California, Mexico'. Bull. Soc. Seism. Am. Vol. 74, No. 1, pp 91-96, Febrero, 1984.

Rebollar, C. (1985) 'Source parameters of the Ensenada Bay earthquake swarm, Baja California, Mexico' Can. J. Earth Sci. Vol 22, pp. 126-132, 1985.

Rodríguez, J. y González, J. (1980) 'Una relación lineal entre la magnitud Richter de un temblor y su duración en un sismograma analógico para la Red Sísmica de Cerro Prieto'. Reporte Interno CICESE, Departamento de Geofísica. Circulación interna, junio de 1980.

Stewart, S. W. (1977) 'Real time detection and location of local seismic events in Central California'. Bull. of the Soc. Seism. Am, Vol 67, No.2 pp 433-452, Abril 1977.

Valerdi, J. (1978). 'Red sismológica digital en tiempo real'. Revista Ingeniería. Vol. 48 No. 2, pp. 192-202.

Veith Karl F. (1978) 'Seismic Signal Detection Algorithm', Teledyne Geotech, Technical Note 1/78.

APENDICE_1

ENCENDIDO Y APAGADO DE LA PRIME 350

Apagado de la computadora.

Antes de apagar el sistema se debe revisar si hay usuarios trabajando y si hay algunos usuarios, mandar el mensaje apropiado para que se salgan del sistema. Para apagar el sistema se dan las siguientes instrucciones desde la consola central de la PRIME 350:

OK, SHUALL

y el sistema pregunta:

ESTAS SEGURO CONTESTA SI O NO ?

Se contesta: SI

Se espera hasta que el foco de STOP del panel frontal de la PRIME se encienda y se pone el interruptor rotativo en STOP/STEP. Después se procede a oprimir el botón de 'START' en el disco de 80 MB para que se apague el foquito de 'START' y luego se corta la potencia en la parte trasera del mismo.

a) Primero el power supply.

b) Después el interruptor de AC.

A continuación se corta la potencia de la PRIME 350:

a) Verificar y ponerlo en caso contrario, el

interruptor rotativo en STOP/STEP.

b) Apagar el interruptor de potencia en el panel frontal del la PRIME 350 (llave).

c) Apagar el interruptor de potencia de la PRIME 350 que esta atrás de la misma, abajo a la izquierda.

Después se apagan la unidad de cinta magnética, en donde se encuentra empotrado el reloj Kinemetrix. La unidad de cinta magnética también tiene un interruptor en la parte trasera de este mueble.

Encendido del sistema

El encendido del sistema se realiza de dos formas:

WARM START

COLD START

El WARM START se lleva a cabo solamente cuando hubo una interrupción instantanea de energía eléctrica (y no se cortó este servicio) y se paró el sistema cuando varios usuarios estaban ejecutando programas, editando archivos u otras operaciones y se quiere recuperar la información.

Las instrucciones a ejecutar en el panel frontal de la

PRIME 350 para el WARM START son:

- a) Interruptor rotatorio en STOP/STEP.
- b) Interruptor del MASTER CLEAR.
- c) Interruptor rotatorio en RUN.
- d) Llave de START dos veces.

El encendido del COLD START se lleva a cabo cuando la energía eléctrica se cortó temporalmente. Suponiendo que la potencia de todas las unidades (PRIME 350, disco de 80 MB, unidad de cinta) está cortada, se siguen los siguientes pasos:

1 Verificar y poner en caso contrario:

1.1 Interruptor de potencia en el tablero central (llave) en OFF.

1.2 Interruptor rotativo en STOP/STEP.

1.3 Botón de START del disco en posición de apagado (afuera).

1.4 Checar que el interruptor del reloj Kinemetrix esté apagado.

1.5 Checar que el interruptor de la unidad del disco esté apagado.

2 En este momento ya se puede prender el regulador de voltaje TOPAZ.

3 Encender el interruptor de potencia de la PRIME 350 que se encuentra en la parte trasera de la misma, abajo a la

izquierda.

4 Encender el interruptor de potencia de la unidad de cinta magnética que se encuentra en la parte trasera de este mueble.

5 Encender el interruptor de potencia en el tablero central de potencia de la PRIME 350 (llave).

6 Encender el interruptor del reloj Kinemetrix.

7 Encender el interruptor de potencia del disco de 80 MB, los cuales se encuentran en la parte trasera.

7.1 Primero el de A.C.

7.2 Después el de Power supply.

8 Empujar el botón de START en el panel frontal del disco y esperar a que el foquito de READY deje de prenderse en forma intermitente y permanezca prendido en forma continua.

9 Ejecutar las siguientes instrucciones en el panel frontal de la PRIME 350:

Interruptor rotativo en STOP/STEP.

Oprimir y soltar el interruptor del MASTER CLEAR.

Subir interruptores en 114 (10,13,14).

Interruptor rotativo en LOAD.

Oprimir y soltar el interruptor del START.

10 A continuación se dan una serie de instrucciones en la consola central de la PRIME 350. Las palabras subrayadas son las que el usuario tiene que contestar las otras son solo mensajes del sistema.

PHYSICAL DEVICE = 460

PRIMOS II REV:16.8 07/02/86 (AT 170000)

STARTING UP DISK 00460

OK: A_TEST1

OK: B_PRIMOS

GO

CONFIG -DATA CONFIG

PRIMOS 17.4

512K BYTES MEMORY IN USE

OK,.....

Después de dar estas instrucciones el sistema inicializa el programa de adquisición/detección y está listo para trabajar y monitorear el sistema.

NOTA

Cuando todas las unidades tienen potencia se puede inicializar desde el paso 9.

El botón del START del disco tiene dos posiciones: hacia adentro y hacia afuera, en el primer caso el disco está encendido y hacia afuera el disco está apagado.

PRECAUCION

Si se procede desde el primer paso se debe verificar que todas las unidades estén apagadas.

APENDICE_2

A continuación se da una descripción breve de las opciones con que cuenta el programa MUPPET empleado en la lectura de los parámetros de los datos sísmicos:

0 = FIN DEL PROGRAMA .- Se emplea para terminar la sesión.

1 = ABRE NUEVOS ARCHIVOS PARA PROCESAR .- Se emplea para asignar los archivos del evento que se va a graficar.

2 = AVANZA DENTRO DE LOS ARCHIVOS .- Se pregunta por la cantidad de segundos que se quieran graficar, primero debe usarse la opción número uno antes de invocar esta opción.

3 = VUELVE A GRAFICAR .- Se emplea para volver a graficar una misma señal que se tenía previamente en pantalla.

4 = BORRAR ARCHIVOS .- Se emplea para borrar de disco, los archivos del evento que uno se había asignado con la opción uno.

5 = DESPLAZAMIENTO DENTRO DEL ARCHIVO .- Se emplea para desplazarse cierta cantidad de segundos, ya sea hacia

adelante o hacia atras, en la gráfica.

6 = CAMBIA_DE_MODO_DE_GRAFICADO .- Se usa cuando se quiere cambiar el modo de graficado, por ejemplo del modo inmediato, en la terminal, al modo diferido.

7 = ALMACENA_EN_ARCHIVO .- Almacena en un archivo en disco con un formato 2016, lo que se tiene graficado. Se tiene la opción de escogerse entre el formato de este programa y del programa 'SELECT', además si quiere que lleve encabezado.

8 = ACTIVA_CURSORES .- Se activan los cursores de la terminal gráfica TEKTRONIX 4054 o 4012 para la lectura de tiempos de arribo de sismos. La información se almacena en un archivo, con el formato adecuado para el programa de localización empleado, además se imprime en la terminal.

9 = CAMBIA_DE_CANAL .- Esta es una opción auxiliar que se emplea para la lectura de tiempos de arribo, en donde una vez que se tiene en la terminal un gráfica de un sismo, se puede ir graficando una estación a la vez con todas sus componentes para la lectura de sus tiempos de arribo con los cursores.

10._AYUDA .- En cualquier momento se puede mandar imprimir en la terminal todas las opciones con que cuenta el programa y su significado.

11._ESCRIBE_CODIGO_DE_FASES .- Escribe en la terminal el código y su significado que se emplea en la lectura de tiempos de arribo con los cursores.

12._GRAFICA_UN_ARCHIVO_ESPECIFICO .- De un archivo en formato ASCII se puede graficar en la terminal o en modo diferido.

13._LISTADO_DE_ARCHIVOS .- Escribe en a terminal las fechas de los distintos eventos que existen en el subdirectorio en que se está trabajando.

14._VENTANA_DE_TIEMPO .- Se emplea para seleccionar una ventana de tiempo de una gráfica que se tenga ya graficada con la ayuda de los cursores.

15._LECTURA_RAPIDA Esta opción se emplea cuando se quiera efectuar una localización rápida de un sismo. El número de preguntas es mínimo, ya que muchos parámetros los fija el mismo programa.

APENDICE 3

A continuación se muestra una ejecución típica del programa 'SUBCAT':

1 - ARCHIVO DE DATOS ? (CCICESE) - S, N, NOMB.

S - Toma el nombre del archivo igual al que se encuentra entre paréntesis.

N - No existe archivo de datos, todas las preguntas se deben contestar desde la terminal.

NOMB - Nombre del archivo de datos, que no debe exceder de 7 letras.

2 - CATALOGO DE ENTRADA (**) - S, NOMB

S - Toma el nombre que está entre paréntesis.

NOMB - Nombre del archivo de datos, no debe de exceder de 7 caracteres.

En este momento el número de sismos del catálogo se imprime,

en caso de no existir el archivo de datos se va a la línea 4.

3 - ALGUN CAMBIO IMPRIMIR O ALMACENAR? - S, N, E, T, A, I, (1-8)

N - Ve a la línea número 26 (8).

E - Empieza a ejecutar el programa.

T - Termina la sesión.

A - Almacena los datos en un archivo de disco.

I - Imprime los datos en la terminal.

1-8 - Ve a la línea de la pregunta contestada.

4 - 1:TITULO PRINCIPAL (**) - TEXT

TEXT - Título principal en la salida (no deben ser más de 30 caracteres).

5 - SISMO DE INICIO? (**) >

1 I - Inicio con este número de sismo en el catálogo.

6 - FECHA INICIAL AÑO, MES, DIA, MIN (**, **, **, **) >

5 I - Año, mes, día, minuto inicial para el subcatálogo.

7 - FECHA FINAL AÑO, MES, DIA, MIN (**, **, **, **) >

5 I - Año, mes, día, minuto final para el subcatálogo.

8 - 2:MAGNITUDES EN BLANCO? (**) >

1 R - Valor de la magnitud por omisión.

Ahora los datos sobre las magnitudes se escriben en la terminal.

9 - QUIERES REVISAR MAGITUDES (N) - S, N, E, T, 1-8 >

S - Ve a la siguiente línea.

N - Ve a la línea número 15 (3).

10 - QUIERES RECALCULAR MAGNITUDES? (N) - S, N, 1-8 >

S - Continúa en la siguiente línea.

N - Ve a la línea número 12.

11 - MB? (**, **)

2 R - Pide valores para los coeficientes AB, BB para
recalcular $MB = MB*AB+BB$.

MS? (**, **)

2 R - Pide valores para las constantes AS, BS para
recalcular $MS = MS*AS+BS$.

ML? (**, **)

2 R - Pide valores para las constantes AL, BL para
recalcular $ML = ML*AL+BL$.

MP? (**, **)

2 R - Pide valores para las constantes AP, BP para
recalcular $MP = MP*AP+BP$.

12 - MIN, MAX O NO? (**) - MI, MA, NO >

MI - MC se toma de la magnitud mínima, ve a la línea
número 15 (3).

MA - MC se toma de la magnitud máxima, ve a la línea número 15 (3).

NO - Ve a la siguiente línea.

13 - PRIORIDAD DE LAS MAGNITUDES? **, **, **, ** (S) -
S, N, 1-8>

S - El mismo orden de prioridades que el que esta encerrado entre los paréntesis.

N - Ve a la línea número 14.

14 - DAME LAS PRIORIDADES >

Lectura de las prioridades para las magnitudes.

15 - 3:MAGNITUD MIN, MAX? (**, **) >

2 R - Magnitud mínima y máxima para el subcatálogo.

16 - PROFUNDIDAD MIN, MAX? (**, **) >

2 R - Profundidad mínima y máxima para el subcatálogo.

17 - 4:QUIERES LIMITAR EL AREA? - S, N, E, 1-8 >

N - No hay límites en latitud o en longitud para el mapa del subcatálogo. Ve a la línea número 21 (5).

E - Inicia la ejecución del programa.

S - Ve a la línea número 18.

18 - RECTANGULO o POLIGONO ?

R - Un rectángulo, sin cruce en la longitud 180. Ve a la línea número 20.

P - Un polígono, sin cruce en la longitud 180. Ve a la línea número 19.

@P - Un rectángulo, con cruce en la longitud 180. Ve a la línea número 20.

@ - Un polígono, Con cruce en la longitud 180. Ve a la línea número 19.

19 - X, Y? (**, **) >

2 R - Latitud y longitud de los vértices del polígono, un número máximo de 20 vértices, para terminar

imprimir 99/.

20 - LAT MIN,MAX,LON MIN,MAX (**, **, **, **) >

4 R - Límites para el rectángulo del mapa.

21 - 5:IMPRIMIR,ALMACENAR SUBCATALOGO? (**, **) >

S,S - Imprime y almacena el subcatálogo, la salida se almacena en el archivo en disco con el nombre de 'S-SUBCAT'. Ve a la línea número 25.

S,N - Solamente imprime en la terminal.

N,S - Sólo almacena los datos. Ve a la línea 25.

N,N - Ni almacena, ni imprime los datos.

22 - ARCHIVO DE DATOS? (**) S,N >

S - Almacena el archivo de datos.

N - No almacena el archivo de datos. Ve a la línea número 21 (5).

23 - 6:ALMACENO SUBCATALOGO? (*****) - S,N,1-8,NOMB(C...)

>

S Almacena el subcatálogo en el disco con el nombre que está encerrado entre paréntesis, el archivo de datos se crea automáticamente con el mismo nombre, pero en vez de empezar con la letra 'S' es con 'C'.

N - No almacena el subcatálogo en disco, ve a la línea número 26 (8).

NOMB - Nombre del subcatálogo en disco, no debe de exceder de 7 caracteres y empezar con la letra 'C' y el archivo de datos se crea igual que antes.

24 - 7:CREAR o AGREGAR? (*) - C, A, 1-8 >

C - El subcatálogo es nuevo en el disco, ve a la línea número 27.

A - Se emplea sólo si el subcatálogo con el nombre de la pregunta anterior ya existe en disco y se quiere agregar el nuevo subcatálogo al que ya existía.

25 - ANEXAR DEL EVENTO? (**) >

I 1 - Anexa el nuevo subcatálogo después del sismo número dado en el catálogo viejo. El número del último sismo esta entre los paréntesis.

26 - 8:ALMACENO ARCHIVO DE DATOS? (**) S,Y,NOMB,(S...)>

S - Almacena el archivo de datos nuevo en disco bajo el nombre que está entre los paréntesis.

N - No almacena el archivo de datos nuevo en el disco.

NOMB - Almacena el archivo de datos nuevo en disco bajo el nombre de 'NOMB' que tiene que empezar con la letra 'S'.

27 Ahora la información de archivo nuevo se imprime en la terminal.

28 - ALGUN CAMBIO (N) - S,N

S - Ve a la línea número 4 (1).

N - Empieza la ejecución del programa.

APENDICE 4

A continuación se muestra una ejecución típica del programa 'DISTR':

1 - ARCHIVO DE DATOS ? (DCICESE) Y, N, NOMB >

Y - Toma el nombre del archivo igual al que se encuentra entre paréntesis.

N - No existe archivo de datos, todas las preguntas se deben de contestarse desde la terminal.

NOMB - Nombre del archivo de datos, que no debe exceder de 7 letras.

Las preguntas 1-4 (líneas 1-20) son las mismas

que para el programa 'SUBCAT'

21 - 5:PARAMETROS EJE HORIZONTAL (NO TIEMPO),VERTICAL,

LISTA? (**, **, **) - TI, LA, LO, DE, MC, . . . , MP, NO >

Se especifican los parámetros P1, P2, P3 los cuales pueden ser TI, LA, LO, DE, MC, ..., NO. Para el eje horizontal no se puede elegir el tiempo (TI). P3=NO significa que el histograma consistirá de solamente una tabla (que P3 esta ausente).

22 - 6:EJE HORIZONTAL - XXX

**** XXX ****

Se imprime el nombre completo del parámetro 1, no se requiere de ninguna respuesta.

23 - SEGMENTACION? (*) Y, N, 1-11 >

Y - La división en segmentos del eje horizontal se van a especificar en la línea número 25.

N - La división en intervalos iguales dados por PMIN, PMAX, L, S. Ve a la línea 26.

24 - *** 999/ - ULTIMO SEGMENTO no requiere respuesta

25 - SEGMENTO 1? (**, **)>

SEGMENTO 2? (**, **)>

.....

2 R - Si en la línea 23 se contesta 'N' entonces se pregunta PMIN y PMAX y se va a la línea número 26. En caso contrario se preguntan por los segmentos, un máximo de 20 segmentos. Ve a la línea numero 27 (7).

26 - INTERVALO Y DESPLAZAMIENTO (**,**) >

2 R - El intervalo (I) y el desplazamiento (S) del eje.

27 - QUIERES CORRECCION? (N) Y,N,1-11 >

Y - Ve a la línea número 23.

N - Ve a la siguiente línea.

28 - 7:EJE VERTICAL - XXX

Las líneas 28-33 tienen las mismas respuestas que en las líneas 22-27 para los parámetros P2 y P3. Si P3=NO las preguntas para el tercer eje se saltan o si P2 o P3 es el tiempo (TI) se generan las preguntas de las siguientes líneas.

*** 0/ ULTIMO SEGMENTO No requiere de respuesta

SEGMENTO 1 DE (A, M, D, H)? (**, **, **, **) >

4 I - PMIN o P1MIN.

HASTA? (A, M, D, H) (**, **, **, **) >

4 I - PMAX o P1MAX

SEGMENTO 2 DE (A, M, D, H)? (**, **, **, **) >

4 I - P2MIN.

HASTA? (**, **, **, **)

4 I - P2MAX.

INTERVALO? (**, **, **, **) >

4 I - Longitud del intervalo (I) en años, mes, día y
hora.

40 - 9:QUE VAS A IMPRIMIR? (**) NU, SG, DE, MC, MB-MP, 1-11>

XX - Dos letras especificando la función que se desea, si XX no es 'SI' ve a la línea número 43 (10).

41 - MAGNITUD PARA SIGMA? (**, **) MC, MB-MP, 1-11>

XX - Dos letras especificando la magnitud que se quiere emplear con sigma.

42 - COEF. C, D, F $SG = C(10^{**D(M-F)})$? (**, **, **)>

3 R - Los valores de las constantes C, D, F para calcular sigma.

43 Imprime en la terminal.

44 - 11:ALMACENO ARCHIVO DE DATOS? (**) Y, N, NOMB(D...)>

Y - Un archivo de datos nuevo en disco con el nombre que esta encerrado entre los paréntesis.

NOMB - El nombre del archivo de datos nuevo, debe empezar con la letra 'D' y no debe de exceder de 7 caracteres.

Se imprimen la información del archivo de datos nuevo.

45 - ALGUN CAMBIO? (N) Y,N,1-11>

Y - Ve a la línea número 4 (1).

N - Empieza la ejecución del programa.