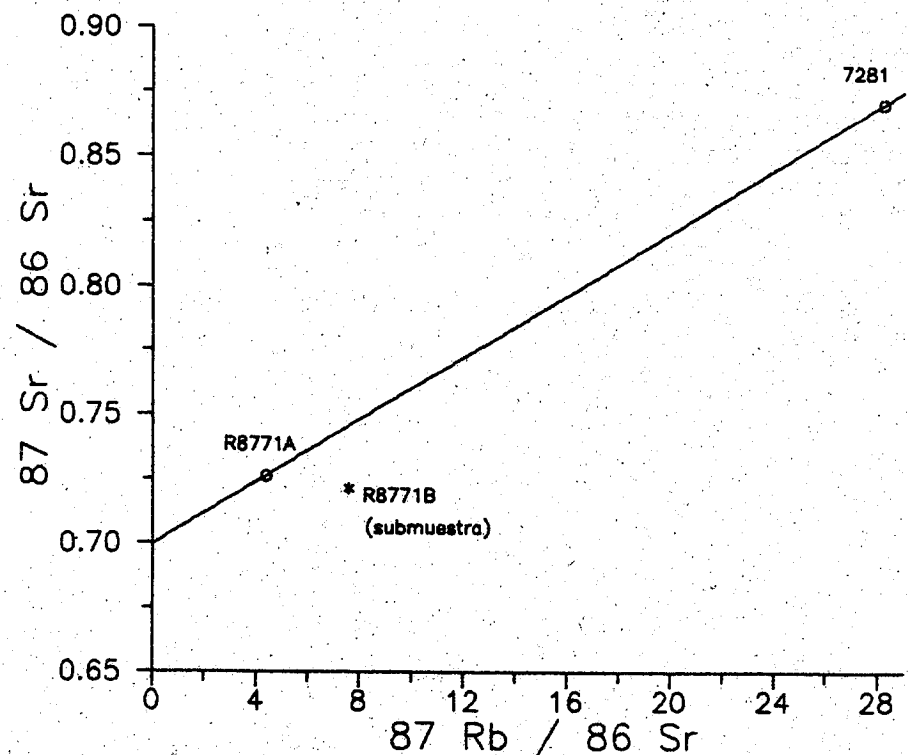
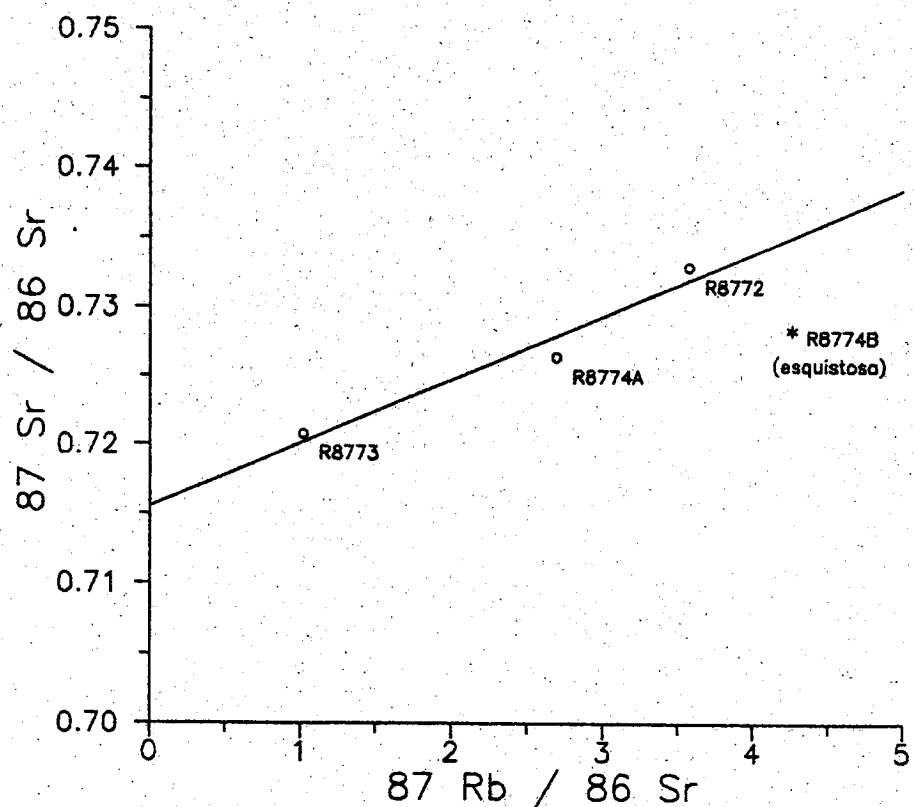


ISOCRONA ROCA TOTAL Rb/Sr. GNEIS SEBASTOPOL
 Datos: Hurley & Hess (1968, 1972). Muestra 7281
 Pimentel et al. (1985). Muestra R8771
 Edad: 424 Ma R.I.: 0.700



ISOCRONA ROCA TOTAL Rb/Sr. GNEIS LA MARIPOSA
 Datos analíticos: Pimentel et al. (1985)
 Edad: 321 Ma. R.I.: 0.716



GEOS, N° 29, Sept. 1989
 Memorias 50° Aniversario de la Escuela de Geología, Minas y Geofísica
 Facultad de Ingeniería, Universidad Central de Venezuela
 Caracas, 15 al 22 de mayo de 1988

SISTEMA DE PROCESAMIENTO AUTOMATICO DE DATOS SISMICOS
 (AUTOMATIC SEISMIC PROCESSING SYSTEM)
 Soraya Alviárez Milano. Departamento de Ingeniería
 Geofísica, Facultad de Ingeniería, U.C.V.

Resumen

En la etapa de procesamiento de datos sísmicos los datos son tratados numéricamente a fin de destacar la información de interés en las secciones sísmicas.

Con el fin de obtener estas secciones se elaboró un conjunto de programas que cubren las siguientes etapas de procesamiento: edición, función de ganancia, filtrado, análisis de velocidad, corrección dinámica, mejoramiento de la ondícula y graficación. Dichos programas pueden ser aplicados a datos sísmicos de reflexión adquiridos mediante el sismógrafo GEOMETRICS NIMBUS ES-1210F, grabados en cartuchos de cinta magnética, utilizando el grabador digital G-724S. Los datos para su procesamiento se transmiten a una minicomputadora PDP-11/34 DIGITAL, mediante un puerto serial RS232.

La efectividad de los programas fue probada en el procesamiento de registros pertenecientes a una línea sísmica real.

Introducción

Los métodos de reflexión y refracción sísmica comprenden tres etapas fundamentales:

- Una etapa de adquisición de datos sísmicos en la cual se efectúa la generación, recepción y grabación de las ondas sísmicas a lo largo de líneas tendidas en superficie.
- Una etapa de procesamiento, la que permite destacar la información de interés contenida en los sismogramas, y
- Una etapa de interpretación donde se traduce la información sísmica representada en las secciones a información geológica.

Con la finalidad de facilitar la etapa de procesamiento se elaboró un conjunto de programas que permiten procesar datos de reflexión sísmica, utilizando una minicomputadora PDP 11/34 Digital.

Estos datos son adquiridos mediante un sismógrafo marca Geometrics Nimbus ES-1210F y grabados en cartuchos de cinta magnética, utilizando el grabador digital G-724S.

Secuencia de procesamiento de datos desarrollada en este trabajo

La secuencia de procesamiento desarrollada en este trabajo es aplicable principalmente a datos sísmicos de reflexión, pero algunas de sus etapas son aplicables a datos de refracción.

Las etapas de esta secuencia son las siguientes:

- Transcripción de datos de cartucho de cinta a disco de computadora.
- Conversión de los datos de caracteres alfanuméricos a decimales.
- Edición.
- Función de ganancia.
- Filtrado.
- Mejoramiento de la ondícula.
- Análisis de velocidad.
- Corrección dinámica.
- Graficación.

Algoritmo de procesamiento

El algoritmo de procesamiento desarrollado se muestra en la figura 1; este algoritmo abarca desde la recepción de los datos hasta la corrección de NMO.

Transcripción de datos de cartucho de cinta a disco de computadora.

Los datos almacenados en el sísmógrafo Geometrics Nimbus ES-1210F pueden ser grabados en cartucho de cinta mediante una unidad de grabación apropiada, por ejemplo la G-724S.

Cada registro sísmico se compone de 12 trazas y cada una de las trazas la conforman 1024 muestras de amplitud, con 10 bits por muestra.

Esta información debe ser pasada del cartucho a un archivo en disco que pueda tener acceso a través de la PDP 11/34. La transmisión se realiza entre la unidad de grabación (G-724S) que contiene el cartucho y la PDP 11/34, a través de un puerto serial RS232C, conducida mediante algún programa de comunicaciones.

Con ese fin, en este trabajo se usó un programa manejador de archivos del sistema operativo RSX11M designado por las siglas PIP. Para esto es necesario que la velocidad de transmisión y recepción entre el G-724S y la PDP 11/34 sean iguales.

Los datos transmitidos quedan almacenados en representación hexadecimal y formato alfanumérico.

La velocidad de transmisión-recepción no debe ser muy alta ya que podrían perderse datos durante la misma, principalmente cuando se trabaja en tiempo compartido. Una velocidad apropiada es de 1200 bauds.

Es recomendable verificar mediante un programa editor si fueron transmitidos todos los datos.

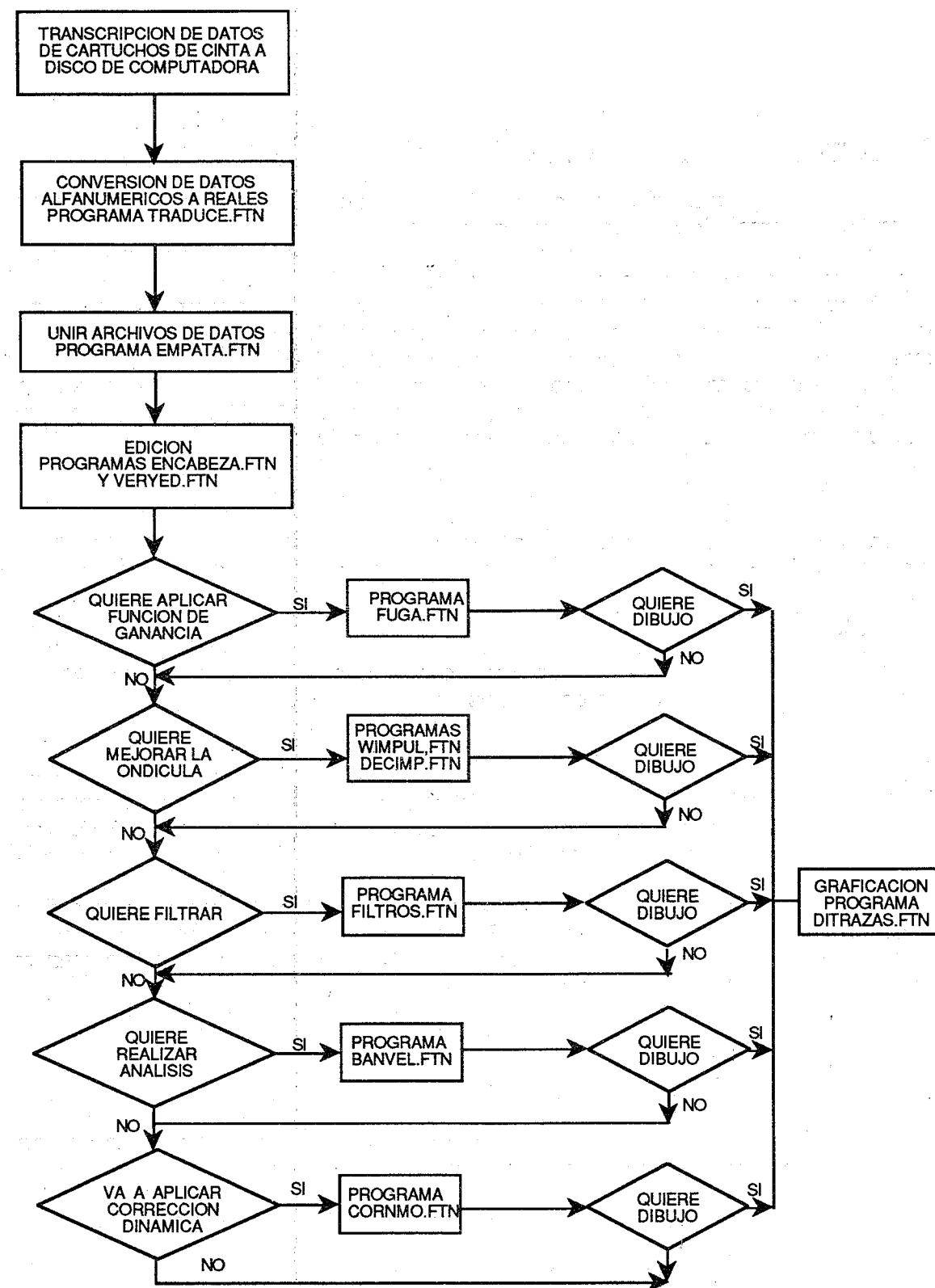


FIGURA 1. ALGORITMO DE PROCESAMIENTO DESARROLLADO

Conversión de datos de formato alfanumérico a formato real

Como se dijo anteriormente los datos transmitidos están escritos en formato alfanumérico y representación hexadecimal.

Para poder utilizar los programas es necesario que los datos presenten formato real y representación decimal.

El programa TRADUCE.FTN, permite realizar la transcripción. Los valores de amplitud de la traza están comprendidos entre -512 y +511 el cual es el rango permitido para la representación de 10 bits.

Una vez convertidos los datos de caracteres alfanuméricos a caracteres reales se puede utilizar el programa EMPATA.FTN, el cual se encarga de unir todos los datos traducidos de los cartuchos.

PROGRAMA TRADUCE.FTN

Propósito: Convertir datos de formato alfanuméricos y representación hexadecimal a formato real y representación decimal.

PROGRAMA EMPATA.FTN

Propósito: Unir archivos que contienen los datos traducidos provenientes de diferentes cartuchos.

Edición

Los datos adquiridos en los levantamientos sísmicos deben presentar información adicional necesaria para facilitar la interpretación de las líneas, tales como: intervalo de muestreo, ganancia y filtros, distancia entre geófonos, etc.

Esta información se incorpora a los archivos de datos a través del programa ENCABEZA.FTN. En previsión de que dicha información no sea la correcta se elaboró el programa VERYED.FTN el cual permite ver y modificar las trazas almacenadas.

Programa ENCABEZA.FTN

Propósito: Este programa permite completar la información de los datos sísmicos necesaria para el procesamiento de la línea.

En el momento de la ejecución el programa pedirá lo siguiente:

- Nombre de archivo con trazas a encabezar.
- Nombre de archivo de salida con trazas encabezadas.

Luego aparece en pantalla el número de la traza a encabezar y los parámetros a completar tales como:

- Identificación del registro
- Número del registro
- Distancia fuente-principio de líneas
- Distancia grupo-fuente
- Intervalo de muestreo
- Distancia entre grupos
- Ganancia y filtros
- Tipo de traza

Programa VERYED.FTN

Propósito: Este programa permite ver y editar el encabezado de las trazas contenidas en un archivo. El programa permite la búsqueda de trazas por número de registro, identificación de registro, distancia comienzo de línea-receptor, distancia comienzo de línea-CMP.

También permite cambiar los valores del encabezado: identificación de registro, número de registro, distancia fuente-detector, distancia fuente-principio de línea, intervalo de muestreo y distancia entre geófonos. Así mismo permite crear un archivo con trazas seleccionadas del archivo de entrada o cambiar el orden de trazas en el archivo de entrada.

Función de ganancia

El decaimiento de la amplitud de las señales con el tiempo no se compensa instrumentalmente ya que el sismógrafo utilizado es de ganancia fija durante el tiempo de registro. Con el fin de mantener una representación uniforme de la amplitud media de los picos en cada traza, se aplica una función que compense el decaimiento de la amplitud. Esta función se obtiene mediante una técnica similar a la empleada por algunos amplificadores de ganancia automática. La función de ganancia puede originar resultados indeseables en trazas donde domine el ruido o no exista señal.

Programa FUGA.FTN

Propósito: Este programa permite aplicar una función que compensa el decaimiento de la amplitud con el tiempo, obteniendo de esta forma una representación uniforme de la amplitud media de los picos en cada traza.

Filtrado

A efectos de filtraje, el ruido se puede clasificar en ruido coherente y ruido incoherente. El ruido coherente se caracteriza por tener un espectro de amplitud limitado a ciertas bandas de frecuencia y si las mismas no coinciden excesivamente con las de la señal útil, entonces el ruido podrá ser eliminado de la traza sin perjudicar las reflexiones. Para efectuar esta discriminación entre señal y ruido se emplean diversos filtros de frecuencia.

Programa FILTROS.FTN

Propósito: Permite aplicar a un conjunto de trazas, filtros tipo: Butterworth, Hamming, trapezoidal y sintonizado (notch); mejorando de esta forma la relación señal/ruido. Dibuja si se quiere la traza en tiempo, el espectro de amplitudes sin filtrar, el espectro de amplitudes filtrado y la traza en tiempo filtrada.

En el momento de la ejecución el programa pedirá los siguientes datos:

- Nombre del archivo de entrada
- Nombre del archivo de salida con las trazas filtradas.

A continuación presentará cuatro opciones:

- Filtrar trazas <1>
- Dibujar una traza (mediante delineador digital) <2>
- Dibujar espectro de amplitud de una traza <3>
- Salirse del programa <4>

Si el usuario selecciona la opción <1> el programa pedirá el número de la traza inicial y el de la traza final a filtrar, así como el tipo de filtro a aplicar y sus correspondiente parámetros. Si selecciona la opción <2>, el programa pedirá el número de la traza a dibujar y los parámetros de la ventana de dibujo. Si selecciona la opción <3>, el programa pedirá el número de la traza cuyo espectro se desea dibujar y los parámetros de dibujo. Si selecciona la opción <4> el programa cerrará los archivos de entrada y salida y finalizará la ejecución, pero si no se ha realizado ningún filtrado entonces borrará del disco el archivo de salida.

Mejoramiento de la ondícula

Por resolución vertical se entiende la capacidad de poder separar o distinguir reflexiones distintas muy juntas. Lamentablemente, la señal sísmica es atenuada a medida que se propaga por el subsuelo, siendo la atenuación más intensa en las frecuencias mayores. Como consecuencia de este fenómeno, la banda de frecuencias de la señal se reduce, por lo que la señal aumenta su duración en tiempo a la vez que reduce la resolución.

Pueden diseñarse filtros que mejoren la relación señal/ruido y/o mejoren el espectro de la señal. Un filtro que permite modificar o eliminar la respuesta de determinados sistemas es el filtro de Wiener. En una aplicación, cuando la respuesta prefijada es un impulso, al filtrar la ondícula real con el filtro de Wiener, ésta tenderá a reducir su duración, aplanando por lo tanto su espectro. Este proceso se denomina deconvolución impulsiva. Un requisito fundamental para utilizar este método es que las ondículas sean de fase mínima.

Los procesos de filtrado y deconvolución se realizan mediante los programas WIMPUL.FTN y DECIMP.FTN.

Programa WIMPUL.FTN

Propósito: Este programa permite calcular los coeficientes del filtro de Wiener para deconvolución impulsiva; éste es un paso necesario antes de realizar la deconvolución impulsiva.

En el momento de la ejecución el programa pedirá:

- Número de traza piloto
- Número de la muestra inicial y final de la traza piloto a partir de las cuales se calcularán los coeficientes.

Programa DECIMP.FTN

Propósito: Este programa permite aplicar deconvolución impulsiva a una traza o a un grupo de ellas, con la finalidad de mejorar la relación señal/ruido y eliminar las reverberaciones.

Análisis de velocidad - Corrección de NMO

Para calcular la corrección de NMO se requiere conocer la función de velocidad de apilamiento del medio. Esta función de velocidad se utiliza en la corrección de los eventos primarios de tal forma que sean equivalentes a tener la fuente y el detector en el mismo punto durante la etapa de adquisición de datos; también se denomina velocidad de corrección.

Procesamiento para realizar análisis de velocidades

De acuerdo a la litología de la zona se determina una velocidad de propagación, la cual será la velocidad promedio de corrección fija a aplicar a todo el registro; luego se calculan las correcciones t_{nmo} para cada uno de los tiempos de reflexión de la traza, se aplica esta corrección a cada traza de cada registro y se grafican los registros. Se repite el procedimiento incrementando la velocidad.

La interpretación consiste en seleccionar aquellos pares de valores de velocidad de corrección y tiempo de reflexión que logran horizontalizar el evento correspondiente a cada tiempo de reflexión.

Para la realización de las etapas de análisis de velocidad y corrección de NMO se elaboraron los programas BANVEL.FTN y CORNMO.FTN.

Programa BANVEL.FTN

Finalidad: Este programa efectúa análisis de velocidad por corrección de NMO a un grupo de trazas mediante bandas de velocidad. Utiliza la técnica de "Velscan", esto permite determinar la función de velocidades que horizontaliza los eventos.

En el momento de la ejecución el programa pedirá:

- Traza inicial
- Traza final
- Velocidad inicial
- Velocidad final
- Intervalo de velocidad

Luego se grafican las secciones NMO analizadas para determinar cuales son los eventos que presentan horizontalidad y en base a esto calcular la función de velocidad para la posterior corrección NMO.

Programa CORNMO.FTN

Este programa efectúa la corrección de NMO a un grupo de trazas utilizando para ello una función de velocidades.

En el momento de la ejecución del programa se pide el nombre del archivo que contiene los datos a ser corregidos y la función de velocidades con la cual se efectúa la corrección.

Adicionalmente el programa pedirá los siguientes datos:

- Traza inicial a corregir.
- Traza final a corregir.

El programa permite usar más de una función de velocidades para la corrección de NMO.

Algoritmo de graficación

Para obtener gráficas de los registros sísmicos, se elaboró un programa que permite dibujar mediante el delineador digital TEKTRONIX 4662 las amplitudes de las trazas en función del tiempo.

Este programa se puede utilizar para visualizar los registros en cualquiera de las etapas del procesamiento realizadas en este trabajo.

Programa DITRAZAS.FTN

Finalidad: Permite graficar las trazas en el delineador digital TEKTRONIX 4662.

Archivo de entrada: Nombre suministrado por el usuario.

Archivo de salida: Delineador digital.

En el momento de la ejecución el programa pedirá:

- El nombre del archivo con trazas
- El nombre del archivo de salida
- La traza inicial a graficar
- La traza final a graficar
- La relación ancho ventana/separación trazas
- La relación amplitud trazas/separación trazas
- Si se desea rellenar picos positivos
- Si se normalizan las trazas
- El intervalo de líneas de tiempo
- Tiempo de espera del delineador digital

Conclusiones y recomendaciones

Se elaboró un conjunto de programas de procesamiento de datos de prospección sísmica en lenguaje FORTRAN 77 para ser procesados en una minicomputadora PDP 11/34 DIGITAL.

Dichos programas realizan algunos de los procesos más importantes del mejoramiento de la información sísmica (edición, filtrado, deconvolución, análisis de velocidad, graficado).

Por la naturaleza del equipo de adquisición y procesamiento, estos programas son adecuados para su aplicación a datos de prospección sísmica somera.

Se recomienda la expansión, en sucesivas etapas, del paquete de procesamiento de datos sísmicos con la incorporación de nuevos programas.

Bibliografía y referencias citadas

- AKI, K. y P. RICHARDS (1980) Quantitative seismology, theory and methods V.2. W.H. Freeman and Company. San Francisco. 557 p.
- BRIGHAM, E. (1974) The fast Fourier transform. Prentice Hall Englewood Cliffs. 252 p.
- LATHI, B.P (1980) Introducción a la teoría y sistemas de comunicación. Limusa. 409 p.
- LEON, A, y J. SALAS (1982) Supervisión de procesamiento de datos sísmo-gráficos para geofísicos de operaciones. Primer Congreso Venezolano de Geofísica. LAGOVEN, S.A. 66 p.
- PEREIRA, J. (1987) Fundamentos matemáticos para el procesamiento de datos sísmicos de reflexión.
- En: Seminario de procesamiento de datos sísmicos. INTEVEP S.A. Los Teques.