



Programa para armado de perfil geológico de pozo

por *Nora Ribera*
Petrolera Argentina San Jorge

El perfil geológico de pozo o *completion log*, como se lo denomina en inglés, es el documento más importante que se utiliza en las empresas petroleras para acceder rápida y precisamente a la información de un pozo. El mismo no sólo se confecciona con datos recolectados durante la perforación y terminación, sino también con los resultados de los análisis realizados, tales como registros eléctricos, ensayos, coronas, etcétera.

El trabajo "Programa para armado de perfil geológico de pozo" que se transcribe a continuación obtuvo el segundo premio en las Terceras Jornadas de Informática Aplicada a la Producción de Hidrocarburos, efectuadas recientemente y desarrolla el proceso de armado de un perfil con AutoCAD R12.

Nora Ribera ingresó en *Occidental Exploration of Argentina* en 1989 desempeñándose como Asistente Técnico de Geología de Producción. En 1992 ingresa al Departamento de Operaciones Geológicas de *Petrolera Argentina San Jorge* como Asistente Técnico Geológico. Entre las tareas llevadas a cabo se incluyen principalmente el diseño y puesta en marcha de la red computarizada en la oficina de dibujo como así también la capacitación de los dibujantes de mapeo automático, bases de datos y CAD, desarrollo e implementación de programas de interfase gráfica y de base de datos para distintas áreas de la empresa e investigación y aplicación de hardware y software.

Asistió a cursos de mapeo automático, programación y sistemas en general y posee experiencia docente en computación.

COMUNMENTE es el geólogo quien se encarga de armar o interpretar un perfil, esquematizando o dibujando manualmente los datos recolectados y posteriormente es la oficina de dibujo la que se ocupa de realizar la versión final del mismo. Es así como el tiempo transcurrido entre estas dos fases suele exceder días y aun semanas.

Con el objeto de reemplazar estas dos etapas de dibujo del perfil, la del geólogo y la de la oficina de dibujo, se ha desarrollado un programa que facilita la confección del mismo con AutoCAD R12, disminuyendo sensiblemente el tiempo utilizado en dicho proceso.

EQUIPAMIENTO

La configuración necesaria para correr óptimamente este programa consta de una PC 486/66 Mhz con 16 MB RAM, no menos de 20 MB libres de espacio en disco, una placa aceleradora de video de resolución 1024 x 768 y AutoCAD R12. Para la impresión final se ha optado por un *plotter* color a chorro de tinta con 300 dpi (puntos por pulgada) de resolución.

ESTRUCTURA DEL PROGRAMA

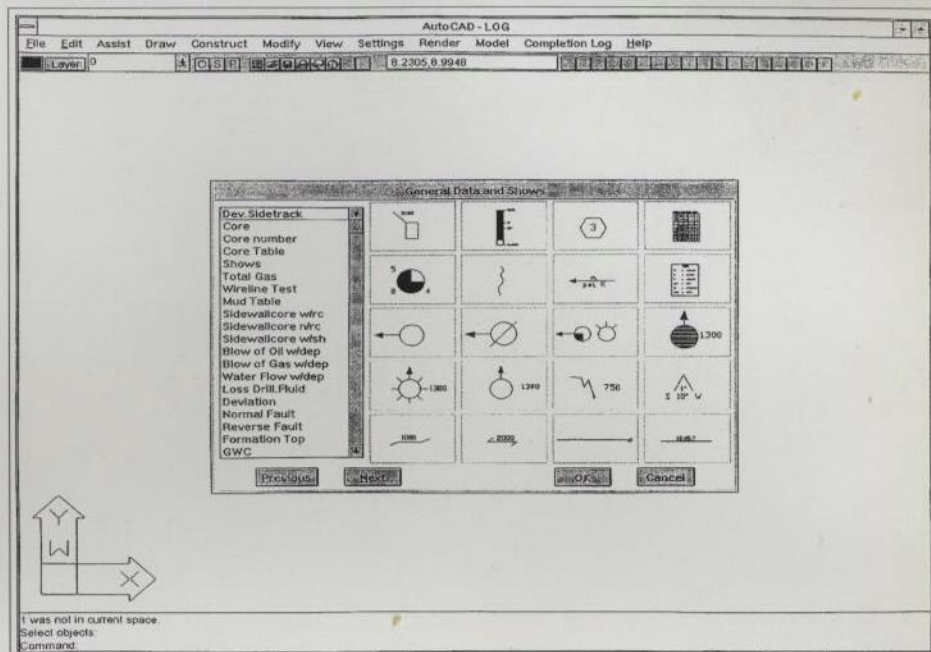
El perfil que construye este programa está compuesto inicialmente por una grilla, curvas de registros eléctricos, litología, símbolos, designados de acuerdo a los requerimientos de la empresa, y un cabezal con datos generales del pozo y con las referencias correspondientes a los símbolos utilizados.

El programa básicamente se encarga de dibujar lo que el geólogo necesita para su interpretación. Es decir, como se ha mencionado en el párrafo anterior, puede dibujar una grilla, curvas, y fundamentalmente, puede simbolizar gráficamente determinadas situaciones o datos que se suceden a lo largo de un perfil. A modo de ejemplo esto quiere decir que si en un pozo, existe una cañería de 7" de diámetro en el intervalo 0-120 m, el programa esquematizará exactamente mediante un dibujo o símbolo esta situación. El procedimiento para esto reside simplemente en seleccionar para este caso el icono que representa una cañería, completando los demás datos que solicite el menú de diálogo. El resto queda a cargo del programa.

A los efectos de simplificar al usuario la utilización del mismo, se ha incluido en el menú desplegable del AutoCAD, una opción adicional denominada *Completion Log*. Dicha opción consta a su vez de cinco módulos principales y un módulo o herramienta de visualización desarrollados en base a lo que podríamos denominar tres estructuras fundamentales:

- Menús Icónicos
- Menús de Diálogo
- Rutinas LISP

Para facilitar al lector la comprensión



Menús Icónicos (Fig. 1)

Tal como su definición lo indica, son menús cuyas opciones están constituidas por iconos que a su vez contienen un símbolo determinado en cada uno de ellos. Están organizados en grupos de 16 y contienen a la izquierda del grupo una lista descriptiva de textos. El usuario puede indistintamente seleccionar el icono o el texto de la lista relativo a dicho icono.

Estos menús no están confeccionados con un idioma de programación determinado, sino que el comando correspondiente de AutoCAD junto con otros parámetros interpreta la orden de mostrar un determinado menú icónico en pantalla.

Menús de Diálogo (Fig. 2)

Los mismos están constituidos por cuadros de texto interactivos con el usuario construidos en *Dialogue Control Language* (DCL). Se utiliza inicialmente para ingresar datos o indicar determinados parámetros que el programa requiere para su ejecución.

El diseño de estos diálogos está definido en archivos escritos en modo texto o ASCII con extensión .dcl. En los mismos se describe lo que el diálogo contiene, es decir botones, listas, textos, etc. como así también los parámetros estéticos.

La gran ventaja que posee este lenguaje además de guiar al usuario en la carga de los datos, es que independientemente de la plataforma que se utilice, la apariencia de estos menús es la misma.

AutoLISP

Las rutinas LISP, como se las denomina normalmente, están confeccionadas en AutoLISP y son las que ejecutan una determinada acción. Las mismas toman los datos o parámetros de los menús icónicos y de diálogo y asignan el valor correspondiente a una variable de memoria que se utilizará posteriormente. Estas rutinas invocan comandos de AutoCAD y son las encargadas de transmitir a estos comandos los contenidos de las variables mencionadas.

El AutoLISP es una implementación del lenguaje de programación LISP y forma parte del paquete de AutoCAD. Está basado en XLISP, programa desarro-

llado por David Betz y posee las siguientes ventajas:

- El LISP es uno de los mas fáciles lenguajes de programación, tanto para aprender como para manejar.
- Debido a la simplicidad de su sintaxis, un intérprete LISP es fácil de implementar y requiere muy poca memoria.
- Este lenguaje sobresale en la operación con grupos de objetos heterogéneos que es precisamente el tipo de información que utilizan los sistemas CAD.
- Una rutina LISP no es más que un archivo escrito en modo texto o ASCII con extensión .lsp en su nombre.

DESCRIPCION

En la Fig. 3 se pueden observar los seis módulos que constituyen este programa cuya diagramación determina a su vez el orden en que se debe armar el perfil. Es decir, primero se dibujará la grilla, luego las curvas, litología, simbología y finalmente el cabezal.

A continuación se explican algunas de las características de los módulos y conceptos teóricos utilizados.

Grilla

Los perfiles son gráficos en los cuales

Fig. 2 MENUES DE DIÁLOGO

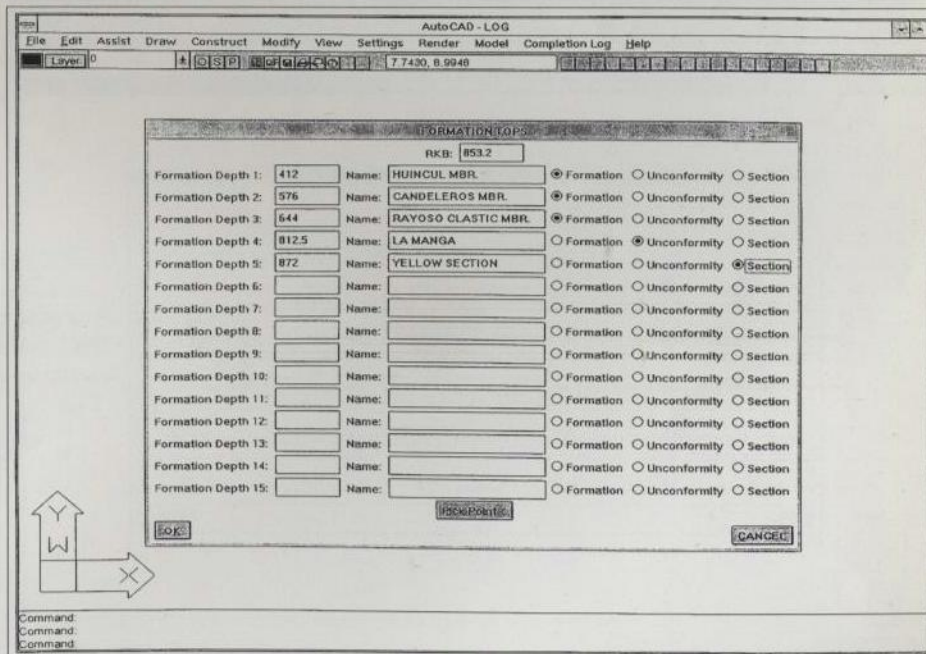
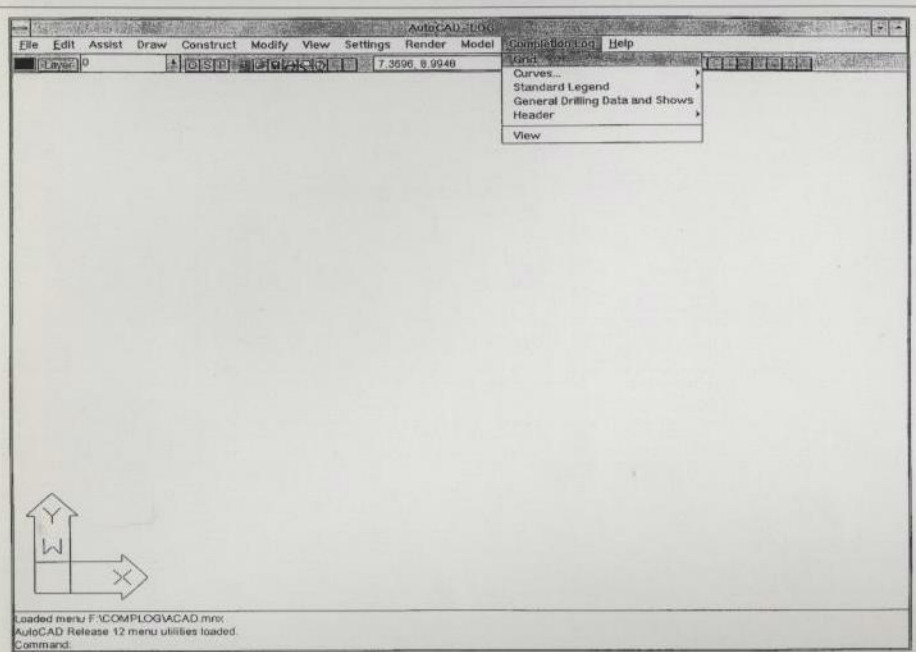


Fig. 3 MENU DESPLEGABLE



se plotea la profundidad en el eje de ordenadas y el parámetro a ser medido en la abscisa. En este caso se ha utilizado una grilla o matriz con un ancho de 8.25" (20.955 cm), dividido en 3 tracks de 2.5" (6.35 cm) y con un espacio de 0.75" (1.905 cm) entre el primero y el segundo track. Tanto el primer track como el tercer track están expresados en escala lineal mientras que el segundo posee escala logarítmica.

Las unidades de medición de las ordenadas y de las abscisas pueden variar de acuerdo a los requerimientos de las empresas petroleras. En este caso se ha optado por una grilla con escala vertical 1:500

ya que la escala 1:1000 es excelente para correlacionar pero muy densa para un análisis rápido y la escala 1:200 es muy buena para análisis pero muy dispersa para correlación.

La grilla del perfil se ha confeccionado de acuerdo a las necesidades de la empresa previa, unificación de unidades de medición. Es decir que tanto los valores del eje horizontal, que normalmente se expresan en pulgadas como los correspondientes al eje vertical que se expresan en metros, han sido convertidos a centímetros a los efectos de unificar la carga de datos y fundamentalmente debido a que el AutoCAD no acepta un sistema de

unidades mixto. Esto no impide que el usuario ingrese todos los datos de profundidad en metros ya que es el programa el que se encarga en cada caso de efectuar la conversión indicada.

De esta manera, tenemos una grilla que se carga automáticamente una vez ingresada la profundidad final del pozo en el menú de diálogo correspondiente.

Curvas

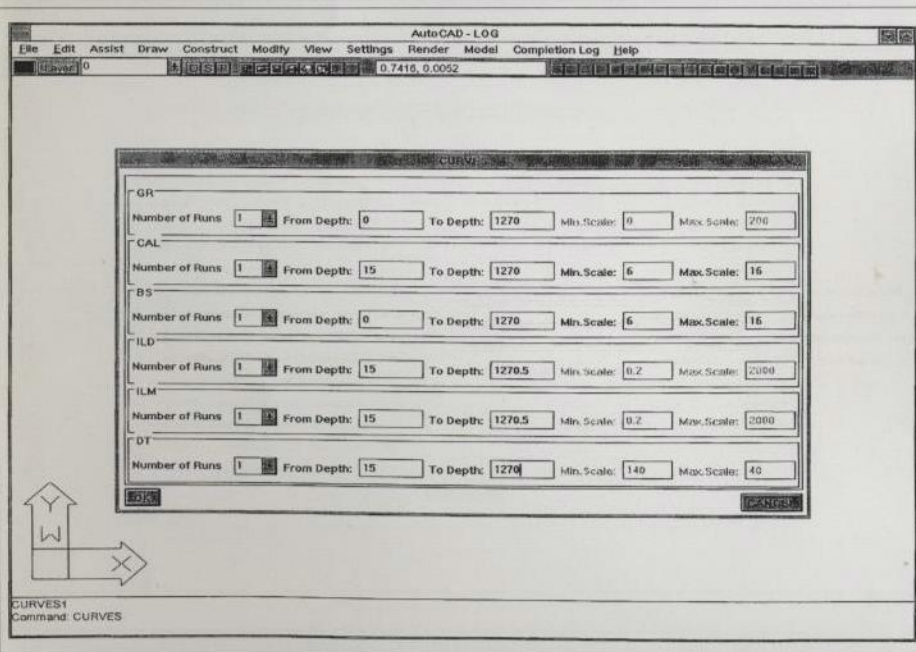
Las curvas que carga el programa son GR, CAL, BS, ILD, ILM y DT cuyos datos se encuentran en un archivo ASCII extraído de una cinta de campo. Cada una de ellas, de acuerdo a la escala que poseen, se ubica automáticamente en el perfil en el track correspondiente con un trazo de línea y un color diferente, a los efectos de poder ser identificadas fácilmente en el momento de la interpretación. Las escalas horizontales que se han utilizado para estas curvas son las siguientes:

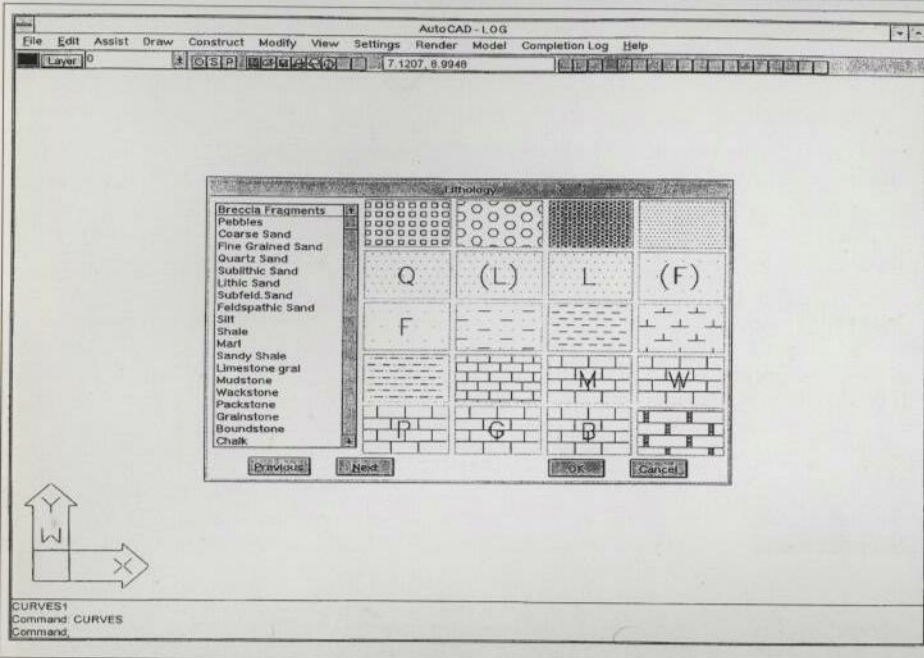
GR:	0-200
CAL:	Variable
BS:	Variable
ILD:	0.2-2000
ILM:	0.2-2000
DT:	40-140

Tal como se puede observar en la Fig. 4, el programa solicita al usuario la cantidad de carreras y los intervalos de profundidad correspondientes a cada una. Las escalas son fijas de acuerdo al standard de la empresa para las curvas de GR, ILD, ILM y DT, las cuales se pueden visualizar en el menú de diálogo en color gris mientras que las escalas mínima y máxima para las curvas de CAL y BS pueden ser ingresadas por el usuario.

El programa ubica las curvas de GR, CAL y BS en el primer track, ILD e ILM en el segundo y tercer track y DT en el tercer track. Anteriormente para las curvas de ILD e ILM se utilizaba solamente el segundo track con una escala de 0.2-2000 pero esta distribución de valores en un solo track, producía una pérdida de definición en el trazo de las mismas. Por este motivo es que se ha optado por extender la escala de dichas curvas al tercer track que si bien es lineal visualmente, posee una continuidad con los valores logarítmicos del segundo track.

Fig. 4 OPCION CURVAS





Otro punto importante de destacar es que los valores de las curvas que exceden los mínimos y máximos de las escalas correspondientes se trazan como *backup*. A modo de ejemplo, podríamos tomar la curva de GR en donde los valores de la misma que se encuentren dentro del rango 0-200 serán ploteados de izquierda a derecha del primer track con la escala respectiva. Si hay algún tramo de la curva cuyos valores exceden los 200 API, los mismos serán ploteados también en el primer track a partir del valor 0 de escala mínima que ahora toma el valor de 200. Una vez cargadas, la grilla y las curvas quedan bloqueadas. Esto se ha designado a los efectos que el usuario pueda editar el resto de las entidades libremente, evitando el riesgo de alterar la información vital del perfil.

Standard Legend

Esta opción posee a su vez seis divisiones. La primera de ellas se utiliza para esquematizar los tipos de roca presentes en el perfil lo cual se denomina columna litológica, y está representada en el espacio comprendido entre el segundo y el tercer track de la grilla. A esta esquematización se le agregan a su vez una serie de indicadores o símbolos que ayudan a clasificar sistemáticamente el tipo de material analizado, los cuales están contenidos en las opciones b) a f).

Cada una de las divisiones presenta un menú icónico con los símbolos correspondientes a los indicadores mencionados anteriormente. A continuación se descri-

be brevemente en qué consiste cada una de ellas.

a) Lithology

Esta es una de las opciones en donde se puede percibir la ventaja de utilizar este programa ya que el mismo evita al geólogo el tener que dibujar manualmente cada uno de los tipos de roca, ahorrando el tiempo de trabajo utilizado en la interpretación.

Tal como se puede observar en la Fig. 5 esta opción muestra un menú icónico de doble pantalla (sólo se muestra una de ellas en este trabajo), con las litologías disponibles para cargar a lo largo del perfil. Este programa a su vez tiene una subopción previa en donde el usuario establece si se dibuja toda o la mitad de la columna litológica, lo que indicaría si la interpretación geológica se realizó con perfiles eléctricos y descripción litológica a partir de *cuttings* o coronas o sólo con perfiles eléctricos respectivamente.

Una vez seleccionado el icono correspondiente al tipo de litología requerida, el programa se comienza a ejecutar solicitando al usuario que marque con el *mouse* los intervalos. Esta opción también está habilitada para que el intervalo comprendido sea ingresado por teclado con valores exactos de profundidades.

Para cualquiera de las dos formas de indicar los intervalos, el modelo de litología seleccionado queda activo hasta indicar uno nuevo. De esta manera se pueden ir cargando por ejemplo primero todos los intervalos con arcillas, luego con calizas y así sucesivamente.

A su vez, las densidades del dibujo de cada una de las litologías están establecidas por el programa, lo que simplifica la carga al operador ya que en intervalos menores a 1 m (2 mm en escala 1:500), dicha densidad disminuye automáticamente a los efectos de poder ser visualizado.

Las opciones b) a e) poseen una operatoria similar. Los símbolos han sido dibujados en AutoCAD y convertidos a entidades denominadas bloques que se comportan como una unidad. El usuario selecciona el icono correspondiente e indica con el mouse la posición dentro de la columna litológica donde quiere insertar dichos símbolos.

b) Particles and Fossils

Esta opción presenta un menú icónico con los símbolos establecidos para indicar la presencia de fósiles en el tipo de roca que está representada en ese intervalo.

c) Diagenetic and Sedimentary Structures

Al igual que en la opción anterior, aquí también se presenta un menú icónico con los símbolos que indican el tipo de estructuras sedimentarias presentes en la roca analizada.

d) Types of Porosity

Esta opción se utiliza para indicar el tipo de porosidad de la roca en el intervalo considerado.

e) Accessory Minerals

Con esta opción se representan los minerales accesorios que están presentes en la roca.

f) Formation Fluids

Esta opción también posee un menú icónico cuyos iconos indican el tipo de fluido que impregna los poros de la roca analizada, como agua, CO₂, gas, etc. Dichos fluidos se representan simplemente agregando un color identificador de cada elemento al intervalo de roca, razón por la cual no se muestra en este escrito el menú correspondiente, ya que es difícil diferenciar los mismos en una impresión en blanco y negro. La operatoria es similar a la aplicada a la carga de litología. El usuario selecciona el icono con el tipo de fluido que desea incorporar y luego indica el intervalo correspondiente.

General Drilling Data and Shows

Como se puede observar en la Fig. 1, se presenta un menú icónico de doble pantalla (sólo se muestra una de ellas en

este escrito) cuyas opciones representan diferentes situaciones a lo largo del perfil. De acuerdo al símbolo seleccionado, los mismos se ubicarán a la izquierda de la columna litológica si se simbolizan las herramientas u operaciones que se realizan en el pozo y a la derecha, si se indican los datos y características inherentes a las formaciones y a los fluidos.

Cada una de estas opciones ejecuta una rutina LISP distinta y algunas de ellas realizan lo que se denominan "dibujos paramétricos", es decir, que el programa se encarga de dibujar automáticamente invocando comandos de AutoCAD con tan sólo indicar los parámetros correspondientes en el menú de diálogo.

Para unificar el dibujo de los símbolos y a los efectos de facilitar al usuario la carga de datos, se ha definido previamente la distribución horizontal de los mismos quedando como variable a cargo del operador indicar las profundidades y referencias correspondientes.

Una vez seleccionadas, cada una de las opciones posee una operatoria distinta. En los casos donde la simbología se debe repetir a lo largo del perfil como puede ser el caso de los topes de formación, etc., el programa presenta un menú de diálogo el cual representa una tabla donde el usuario ingresa los datos de profundidad, nombre de la formación, RKB y tipo de formación, o sea si se trata de un tope de formación, discordancia o sección (Ver Fig. 2). Este tipo de tablas ha resultado ser una de las herramientas más valiosas del programa por dos motivos:

- La fuente original de donde se extrae la información que se debe ingresar a la tabla a su vez se encuentra en listas o tablas. Es así que el usuario puede cargar por ejemplo primero todos los topes de formación, luego todos los tests de presión, etc., minimizando el tiempo total de armado del perfil.
 - El programa inserta los símbolos correspondientes en la profundidad indicada independientemente del intervalo visualizado en la pantalla en el momento de ingreso de los datos.
- Las opciones que poseen menú de diálogo tienen a su vez un botón, "Pick Point", que habilita al usuario a insertar el símbolo manualmente con el mouse en el caso en que no se posean valores exac-

tos de profundidad. En este caso el programa envía un mensaje al usuario indicando cuál es la profundidad exacta tomada con el mouse y si es necesario corregir este valor.

En la Fig. 6 (sin escala) se puede observar un intervalo de perfil de un pozo con topes de formación, discordancia, fallas, coronas, desviaciones, fluorescencias, punzados, ensayos, cañerías, liner, tubo de cemento, etcétera.

Header

Esta opción del menú se utiliza para

insertar un cabezal con datos generales del pozo. A su vez posee cuatro divisiones que solicitan al usuario una determinada información. Las mismas son las siguientes:

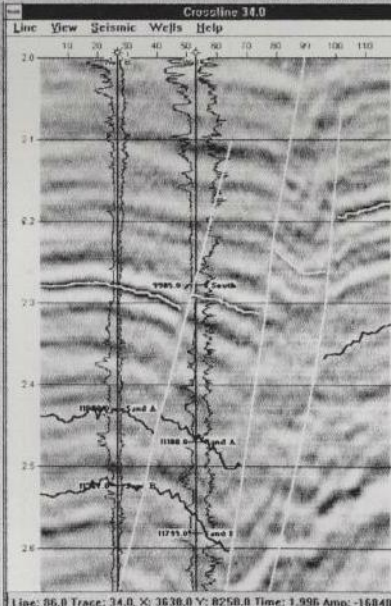
- a) Insert Header
- b) Add Header Text
- c) Casing and Cement Record Table
- d) Logs Recorded Table

a) Insert Header

Mediante esta selección se inserta el dibujo correspondiente a un cabezal que está constituido por una columna de 1.30m

3D on a PC

Today, microcomputers are powerful enough to handle almost any application. 3dPAK is a competitively priced 3D seismic interpreter that operates in Windows 3.1™ OR Windows NT™. Features



- Inlines, crosslines, arbitrary lines, time slices
- Point and click line selection
- Dynamically flatten both vertical traces and time slices
- Fault management system: fault lines and surfaces, fault maps
- Well management system: log curves, fault cuts, formation tops and more
- Deviation surveys, sidetracks and horizontal wells
- Trace attributes
- Dynamic zoom windows
- 3D and 2D auto-picking
- Area bound 3D auto-picking & erase

Complete your 2D/3D analysis with KINGDOM II... available on the SUN or PC.



GEOINFO S.R.L.
REPRESENTANTE EN ARGENTINA Y LATINOAMERICA
 RECONQUISTA 538 5B OF. 53
 CP 1003 - CAPITAL FEDERAL - ARGENTINA
 TE/FAX: (54-1) 393-1998/1349



SEISMIC MICRO-TECHNOLOGY
 HOUSTON, EUA, TE: (713) 464-6188, FAX: (713) 464-6440

de largo con distintos sectores de referencias, mapas de ubicación del pozo, observaciones y las referencias de los símbolos que se utilizarán a lo largo del perfil. Es la base para las opciones siguientes ya que el usuario deberá ingresar datos que se ubicarán en posiciones determinadas del mismo.

b) Add Header Text

Esta opción presenta un menú de diálogo con una tabla que permite al usuario el ingreso de los datos generales del pozo como coordenadas, clasificación final, fechas de perforación y completación, etc.

Una vez finalizado el ingreso, los textos se ubicarán automáticamente en el sector correspondiente del cabezal.

c) Casing and Cement Record Table

Mediante la selección de esta opción, el usuario puede ingresar datos de las cañerías como ser diámetro, tipo, profundidades de zapato, etc. Al igual que la opción anterior presenta un menú de diálogo con una tabla que el usuario debe completar y cuyos datos también se insertan automáticamente en la tabla del cabezal correspondiente.

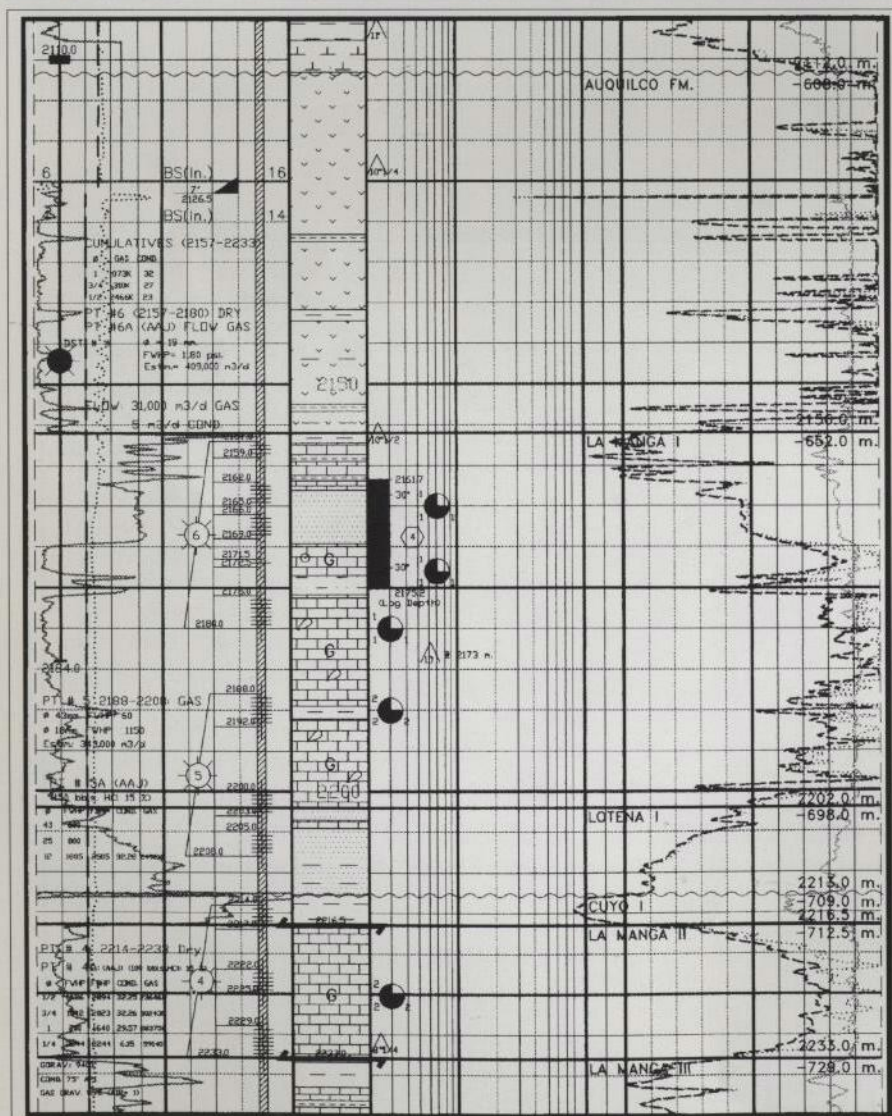
d) Logs Recorded Table

Al igual que en los puntos b) y c) esta opción permite al usuario ingresar datos correspondientes a los registros eléctricos como la fecha en la cual se registraron, profundidades, etc. Los mismos luego se ubican en la tabla correspondiente del cabezal.

View

Una vez armado, el perfil en escala 1:500 posee longitudes de aproximadamente 4 m para profundidades de pozo de 1500 m incluyendo el cabezal. Por esta razón y a los efectos de suministrar al usuario una rápida herramienta de visualización, se ha creado esta opción. La misma posee un menú de diálogo que ofrece distintas áreas de zoom del perfil.

Fig. 6



CONCLUSIONES

El programa de armado de perfiles está siendo utilizado en la empresa desde hace aproximadamente seis meses. El motivo principal de su desarrollo, el de disminuir el tiempo de armado, ha sido cumplido satisfactoriamente ya que se ha pasado de un tiempo de armado de 64 horas/hombre utilizadas por el geólogo y la oficina de dibujo, a aproximadamente 16 horas/hombre. Debido a la amigabilidad que este programa posee, el usuario no necesita ser un conocedor avezado de AutoCAD para poder operarlo. De esta manera la confección del perfil queda exclusivamente a cargo del geólogo pudiendo utilizar para la edición o modificación del mismo, las herramientas de AutoCAD correspondientes.

BIBLIOGRAFIA

1. Agip S.p.A. *The Wellsite Geological Activity in Hydrocarbon Exploration*.
2. Autodesk. *AutoLISP Programmer's Reference Manual*. Agosto 1992.
3. Autodesk. *AutoCAD Customization Manual*. Agosto 1992.