

DIPMETER

INTRODUCCIÓN:

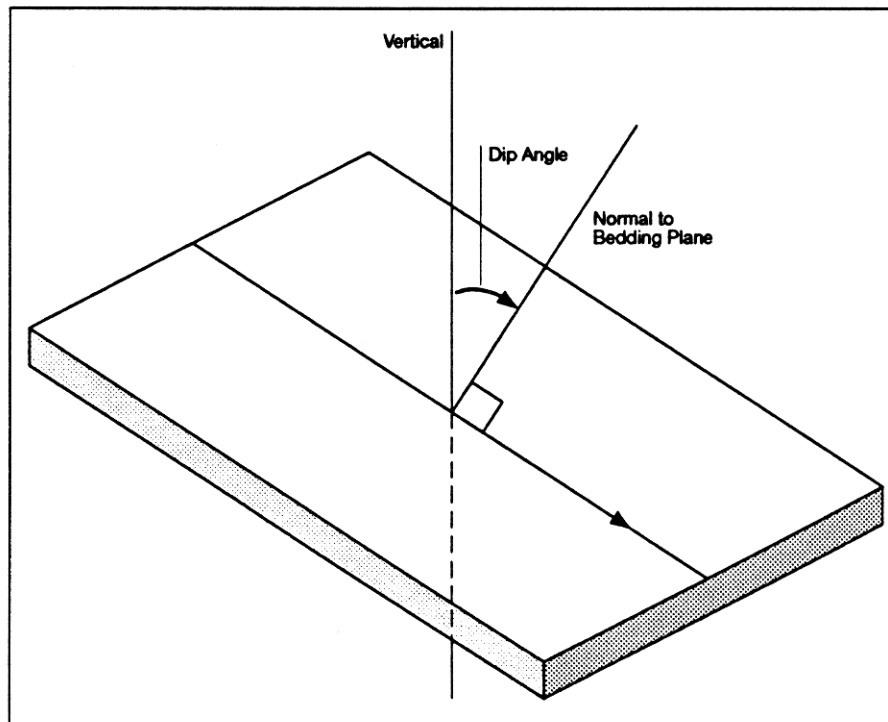
Los registros de alta resolución de las curvas dipmeter, se pueden utilizar para identificar la disposición de las formaciones geológicas. Los datos crudos del dipmeter consisten en:

- Medidas de microresistividad (o microconductividad) de la formación en varios puntos alrededor del pozo y
- Datos de orientación que indican como la herramienta esta orientada dentro del pozo.

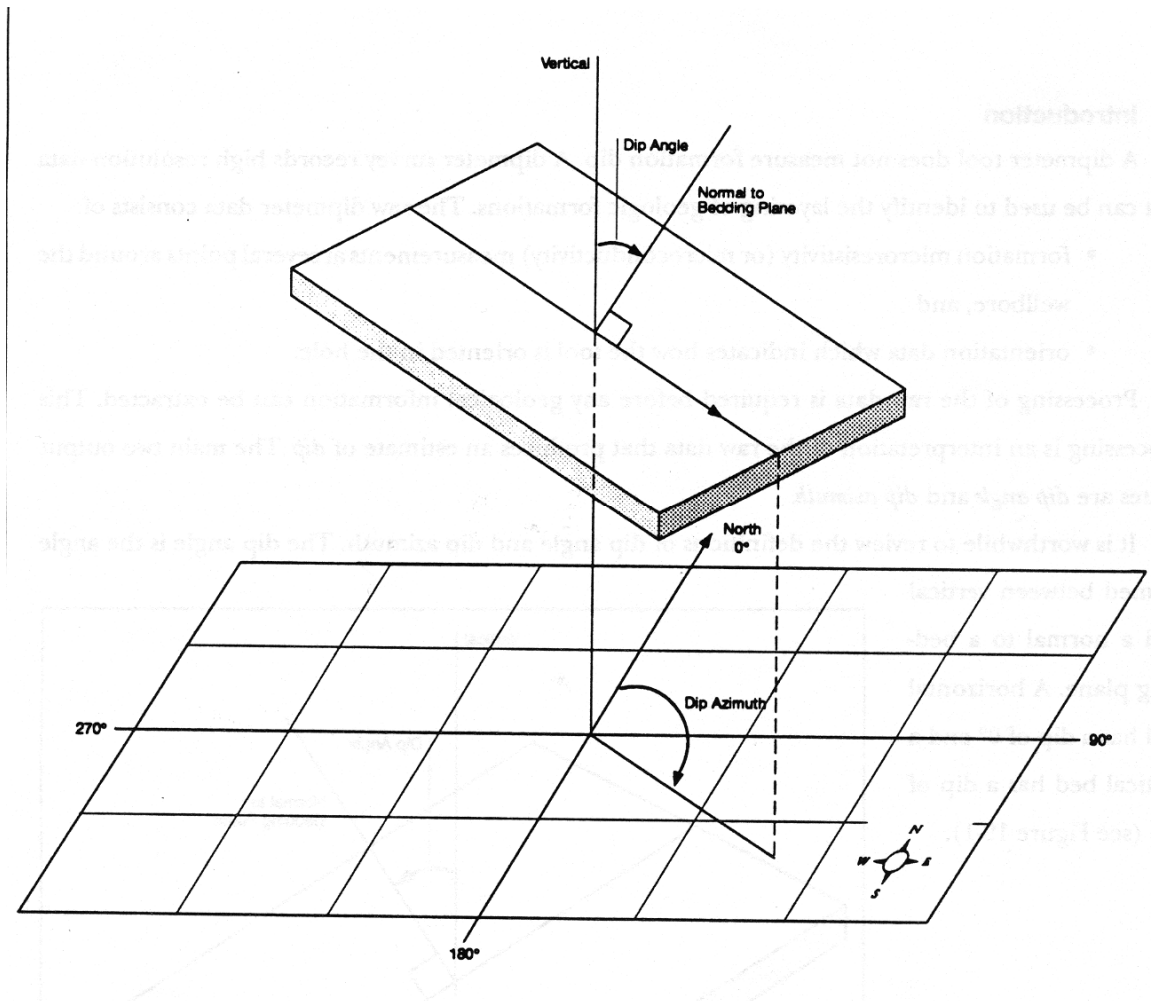
Para extraer información geológica de esta data cruda, primero se la debe procesar. Estos procesamientos consisten en una interpretación del dato raiz para producir un dip estimado. Los dos principales valores resultantes son el buzamiento y el rumbo (dip angle y dip azimuth).

Es meritorio aquí, repasar las definiciones de rumbo (dip azimuth) y buzamiento (dip angle).

El buzamiento es el ángulo formado entre la vertical y la normal al plano de la capa. Una capa horizontal es la que tiene un buzamiento de 0° y una capa vertical tiene un buzamiento de 90° .



El RUMBO (dip azimuth) es el ángulo formado entre el NORTE Geográfico y la dirección del plano de buzamiento.



APLICACIONES

Los datos crudos pueden ser usados para:

- Computar la desviación y la verdadera profundidad del pozo desde los datos de orientación.
- Computar el volumen del pozo desde los calibres.
- Detectar fracturas comparando las conductividades entre los patines.

Los resultados del procesamiento pueden ser usados para:

- Delinear las características geológicas estructurales.
- Identificar detalles sedimentarios dentro de cuerpos arenosos.
- Lograr penetración en ambientes deposicionales.
- Determinar el verdadero espesor estratigrafico y el verdadero espesor vertical.

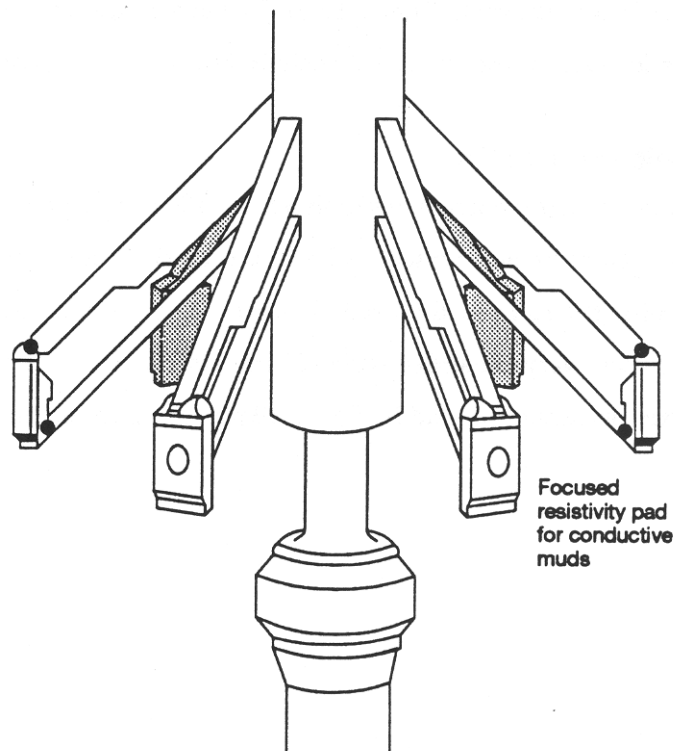
Los resultados de los procesamientos dipmeter en varios pozos pueden ser combinados para producir:

- Cortes estructurales.
- Mapas estructurales.

Así, los usos mas importantes del dipmeter en la perforación exploratoria son usos geológicos, ayudar a identificar la estructura y la estratigrafía. En la perforación para explotación, el dimeter se utiliza para ayudar a trazar horizontes productivos e indicar las direcciones para el desarrollo adicional del campo.

LA HERRAMIENTA DIPMETER

Existe un grupo de herramientas disponibles: Las herramientas dipmeter de tres brazos fueron utilizadas por muchos años, pero estas fueron reemplazadas por herramientas de 4 y 6 brazos. La siguiente figura muestra una herramienta dipmeter de 6 brazos.



Todas las herramientas dipmeter tienen en común las siguientes características:

- Una sección de orientación que mide la desviación de la herramienta desde la vertical, acimut de la herramienta desde el norte magnetico y la orientación del patin n°1 al alto lado del pozo.
- Una sección de caliper que mide dos o mas diámetros de pozo.
- Un arreglo de microresistividad que registra la resistividad de la formación in áreas muy localizadas donde cada patín hace contacto con la formación.
- Dispositivo de correlación como un SP o Rayos Gamma.

La orientación es medida mediante el uso de un acelerómetro tri axial para deducir la orientación de la herramienta en el espacio.

La microresistividad es medida por los patines, los cuales contienen pequeños electrodos de botón para lodos base agua como se muestra en la figura anterior y electrodos rascadores para lodos base oil o en aire como se muestra en la siguiente figura. La misma herramienta dipmeter es usada para aplicaciones de detalles estratigráficos finos y análisis estructurales gruesos, pero la DATA es procesada diferentemente.

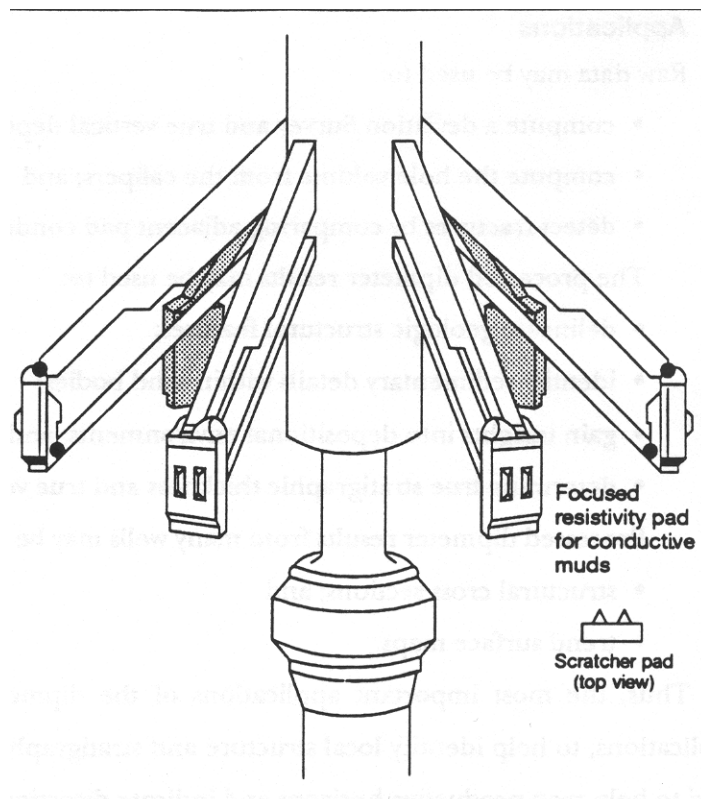
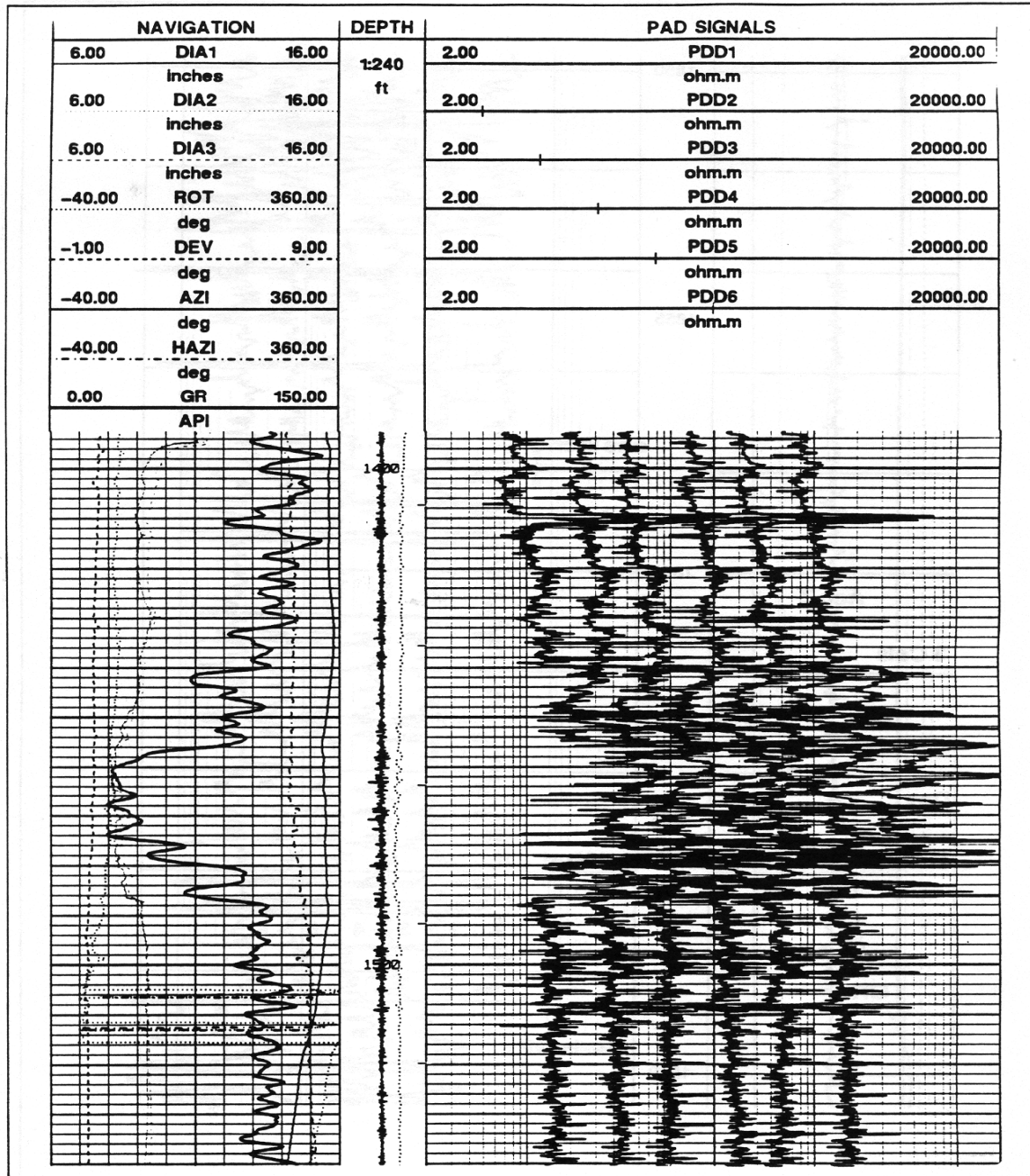


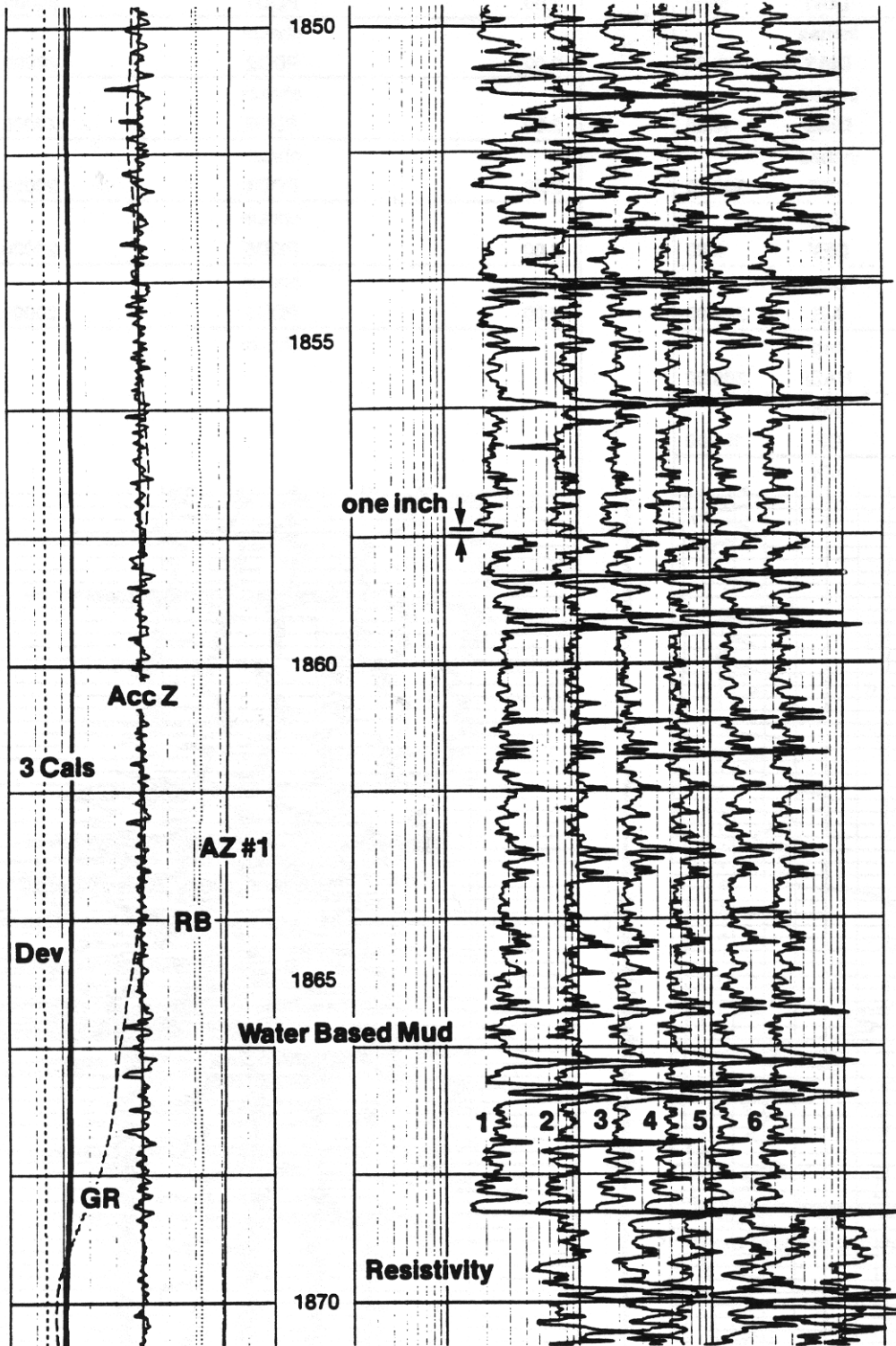
Figure 19-4 Six-arm dipmeter (oil-base mud)

PRESENTACIÓN DE CAMPO

En el campo, la norma es entregar una impresión en escala 1:200 de los datos de orientación, las curvas de caliper y los registros de correlación de los patinas. Toda la data es grabada digitalmente y en ocasiones esta se debe imprimir para examinar en detalle los datos de resistividad, por lo cual en este caso se debe hacer una copia en escala expandida 1:40.

Las siguientes figuras muestran las presentaciones de campo en escala 1:200 y otra escala expandida de los registros mencionados.



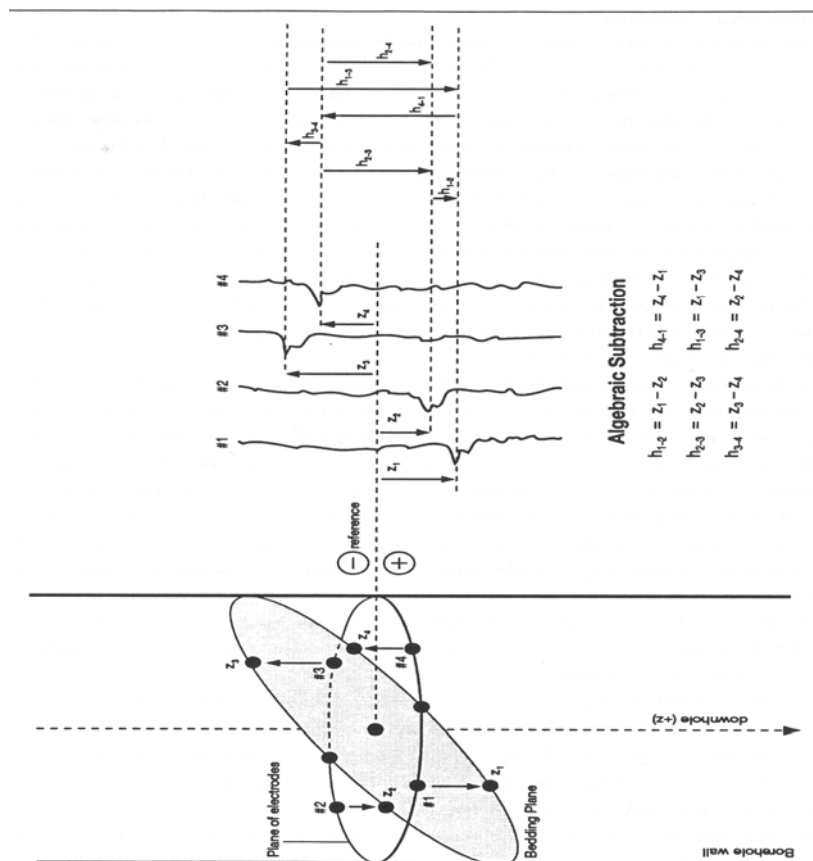


PROCESAMIENTO

El principio de procesamiento de los datos dipmeter, puede ser entendido considerando el caso de una capa fina atravesada por una perforación vertical. Si la inclinación de la capa no es cero, entonces su intersección con la perforación es más baja en el lado up-dip del pozo que en el lado down-dip. Si la capa en cuestión tiene resistividad diferente a la resistividad de las capas adyacentes, entonces el cambio de resistividad (medido por los microelectrodos) aparecerá más arriba en un lado del pozo que el otro.

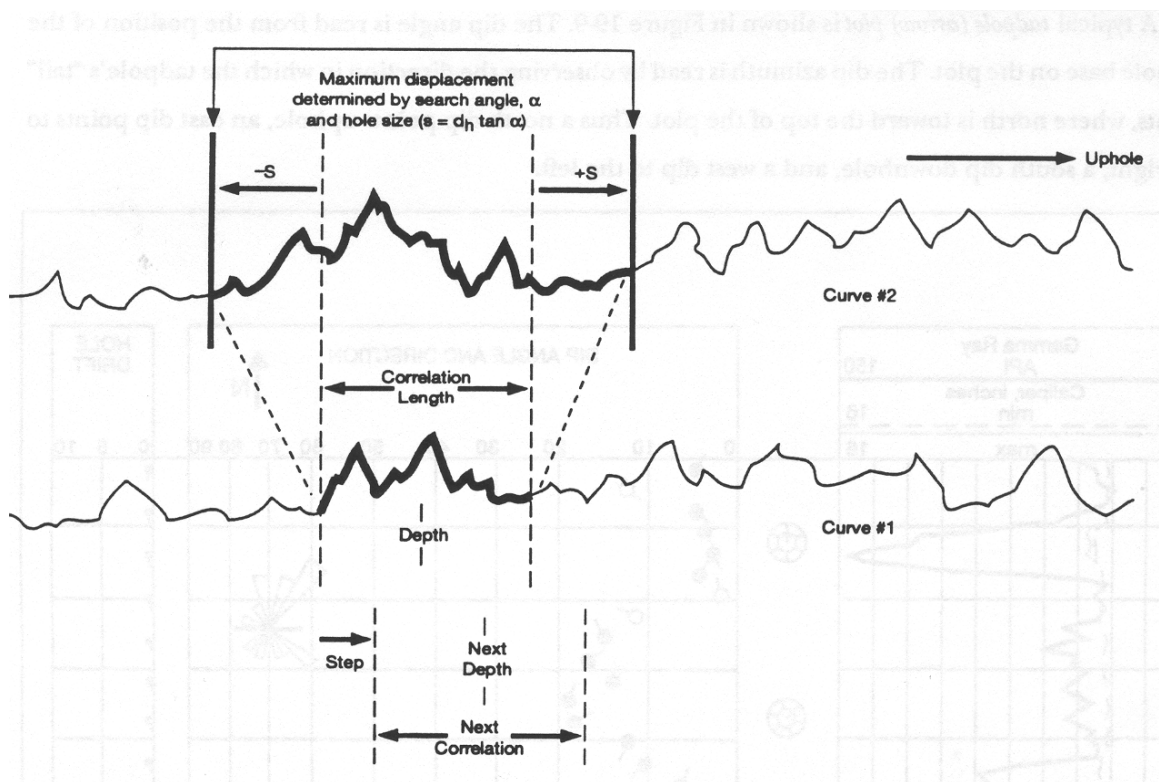
El cálculo del rumbo y buzamiento de una capa es problema de la trigonometría. Cualquier plano es definido únicamente por tres puntos en el espacio. Un dipmeter proporciona cuatro a seis puntos, dependiendo del número de brazos. Si los planos de las capas son uniformemente gruesos y bien planos, sólo tres de los puntos son necesarios para computar la inclinación. Sin embargo se encuentra frecuentemente con que uno o más de los registros de correlación es inferior al nivel normal debido a las condiciones del pozo, problemas de la herramienta o por que la capa no es continua a través del pozo.

El defasaje en la correlación entre una característica registrada por uno de los patines respecto a la misma característica registrada por otro patín, es la llave para el cómputo del buzamiento: La siguiente figura ilustra un plano que corta la perforación y los defasajes que se esperan.



El punto de partida para el cómputo del buzamiento es la correlación de un registro con otro para encontrar el defasaje o desplazamiento entre los patines. La correlación se hace óptimamente usando un registro de 60 pulgadas por 100 pies y un aparato especial conocido como correlator óptico o por una computadora. La correlación óptica hoy en día se utiliza muy raramente puesto que requiere un especialista experto, es muy derrochadora de tiempo, no tiene ningún método de corrección por cambio de velocidad de la herramienta y está sujeta al efecto BIAS del analista. La correlación de la computadora se hace usando una variedad de técnicas tales como el reconocimiento de patrones, análisis de Fournier y correlogramas convencionales.

Las técnicas mas comúnmente usadas son los correlogramas. Un tramo corto de una curva de correlación es comparada con un tramo igual de otra curva de correlación. Desplazando hacia arriba y hacia abajo cierta distancia, los dos segmentos son comparados usando una función de correlación. En el punto de máxima coincidencia, la función de correlación alcanza su valor máximo. Este proceso se ilustra en la siguiente figura:



Tres parámetros son usados para controlar el proceso de correlación. Ellos son: La longitud de la correlación, el ángulo de búsqueda y la distancia del paso.

La longitud de correlación es seleccionada dependiendo de la información buscada y va desde algunas pulgadas a varios pies. Longitudes largas de correlación tienden a acentuar el buzamiento medio sobre la longitud, mientras que una longitud mas corte de correlación, es mas sensible a los acontecimientos. Para aplicaciones estratigráficas y si la calidad de la data es buena, puede se usada una longitud de correlación entre 3 pulgadas y 2 pies. Para aplicaciones estructurales puede ser usada una longitud de correlación entre 6 pies y 18 pies.

El ángulo de búsqueda define cuan lejos hacia arriba o hacia abajo del pozo se debe buscar la correlación y dependiendo del diámetro del pozo, esta correlación alternadamente refleja por conjetura al analista el buzamiento mas alto que se esperará.

La altura del paso define el incremento de profundidad que se utilizará luego de terminado un período de correlación, antes de comenzar el siguiente. Esta altura se fija generalmente a la mitad o un tercio del intervalo de correlación.

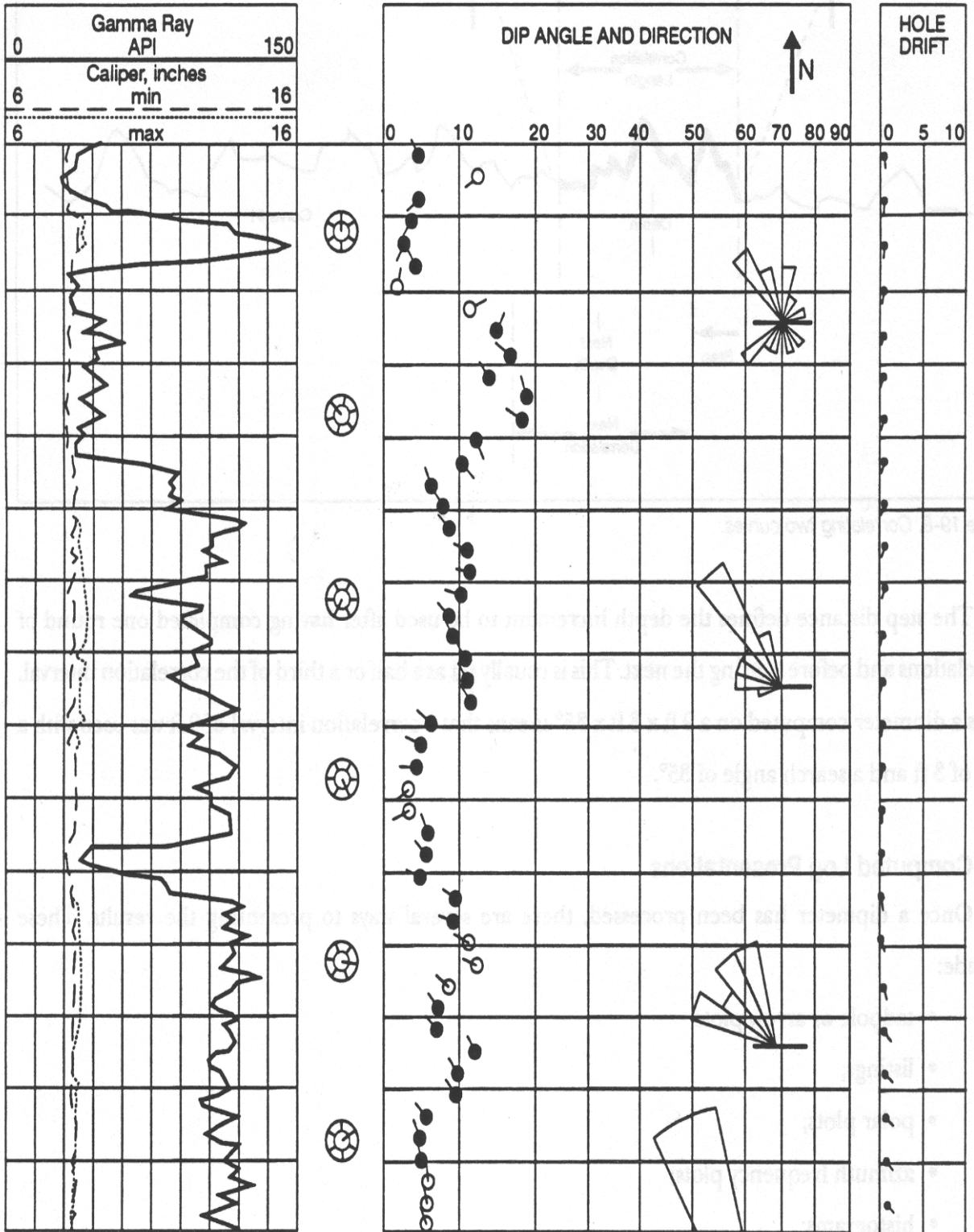
Así un dipmeter computado con 9 x 3 x 35 implica un intervalo de correlación de 9 pies con un paso de 3 pies y un ángulo de búsqueda de 35°.

PRESENTACIONES COMPUTADAS

Una vez procesado el dipmeter, existen varias formas de presentar la información, éstas incluyen:

- Diagrama de flechas.
- Listados
- Diagramas polares
- Diagramas de frecuencias
- Histogramas
- Diagramas de palillos
- Diagramas tubulares

En la siguiente figura se muestra un típico diagrama de flechas. El ángulo de buzamiento se lee en la posición del clavo en la pista DIP ANGLE AND DIRECTION. El rumbo es leído observando la dirección de la flecha en el clavo, donde el Norte está hacia arriba del registro, el Este hacia la derecha del registro, el Sur hacia abajo del registro y el Oeste hacia la izquierda del mismo.

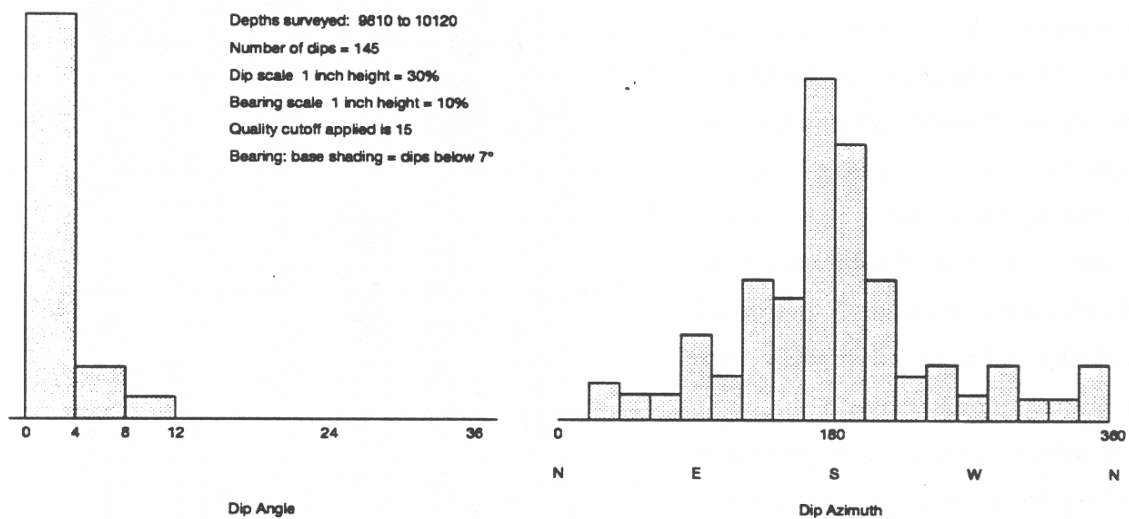


La siguiente figura muestra un LISTADO donde se agrega a los valores de rumbo y buzamiento, detalles como calidad de los dips, volumen de pozo, etc.

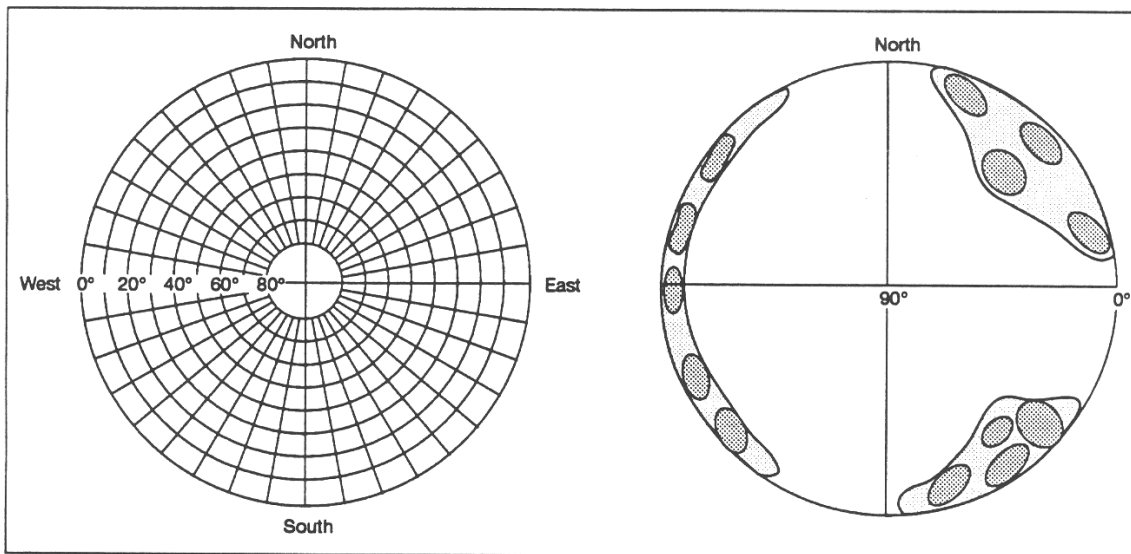
DIP LISTING

Depth Feet	Hole		Computed		Diameters			Quality		Arm		Planar
	Dev	Azi	Dip	Azi	1-4	2-5	3-6	Ind	Aug	Pairs		
12050	1.4	229	4.6	203	0.2	0.3	0.4	0	72	15	1.032	
12052	1.4	220	3.3	215	0.4	0.3	0.5	0	66	15	0.469	
12054	1.4	226	3.0	231	0.3	0.3	0.4	0	75	15	1.091	
12056	1.5	226	0.3	296	0.5	0.5	0.5	0	80	15	0.955	
12058	1.4	227	0.9	132	0.4	0.3	0.6	0	36	9	1.032	
12060	1.4	226	0.3	157	0.2	0.3	0.3	0	56	15	0.960	
12062	1.4	220	0.1	166	0.5	0.3	0.7	0	39	15	0.923	
12064	1.5	220	0.4	353	0.5	0.2	0.6	0	53	13	1.547	
12066	1.5	220	0.2	95	0.5	0.3	0.4	0	39	9	1.495	
12068	1.5	229	0.2	13	0.5	0.5	0.6	0	36	9	1.366	
12070	1.5	229	4.6	125	0.3	0.5	0.6	0	41	9	0.802	
12072	1.6	229	5.0	126	0.5	0.5	0.6	0	44	9	0.901	
12074	1.6	230	1.3	240	0.5	0.5	0.7	0	32	15	1.532	
12076	1.6	230	1.4	104	0.4	0.4	0.6	0	57	13	1.420	
12078	1.6	231	1.9	170	0.5	0.3	0.6	0	50	15	1.293	
12080	1.6	230	3.6	163	0.3	0.4	0.5	0	35	9	1.250	
12082	1.6	231	2.0	104	0.4	0.5	0.6	0	59	15	0.954	

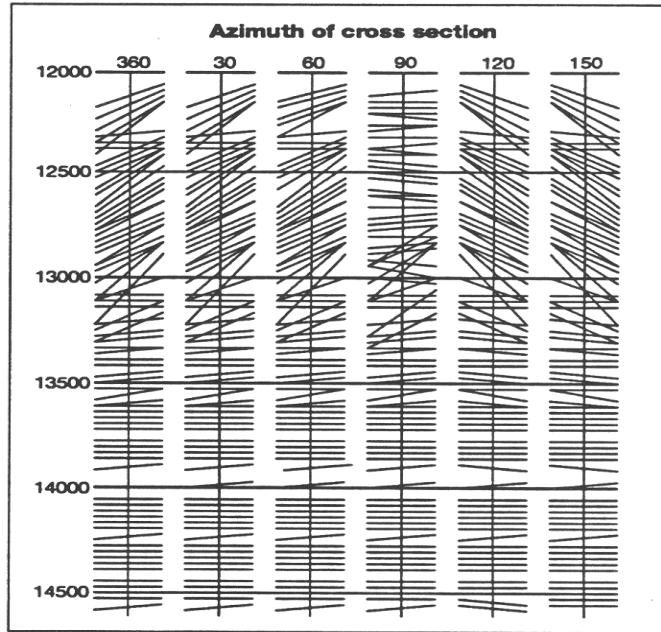
En la siguiente figura se observan histogramas convencionales de frecuencias de rumbo y buzamiento:



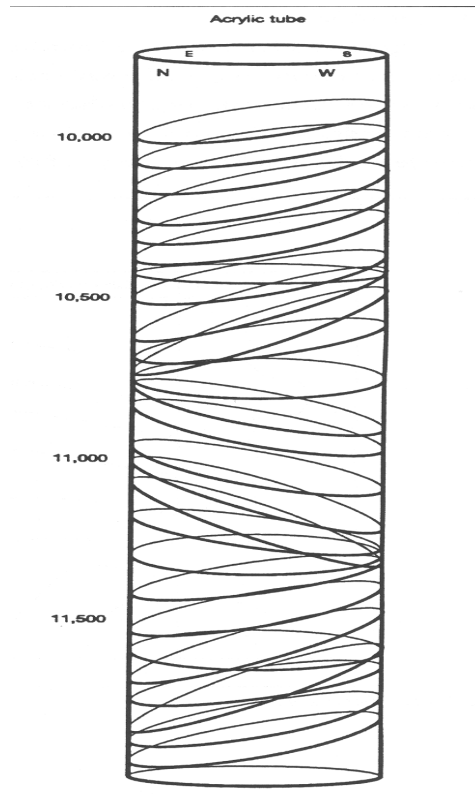
La siguiente figura muestra diagramas polares, en los cuales el ángulo cero de buzamiento esta en el borde y el ángulo de 90° (o 45°) de buzamiento, en el centro:



Los siguientes diagramas de palillos, muestran una serie de segmentos los cuales están inclinados con respecto a la horizontal. Cada segmento representa el buzamiento proyectado sobre la misma línea del corte. Es normal cambiar las escalas verticales de estos diagramas acorde a los requerimientos de su uso. Son muy usados en proyectos con varios pozos para realizar cortes. Son también muy usados donde las correlaciones entre los pozos en los cortes no son muy evidentes con los perfiles convencionales. Son también usados en pozos individuales para ayudar a la definición de características estructurales.



El diagrama tubular siguiente, es una presentación visual de la estratigrafía de las capas. Cada ángulo o ángulo promedio en un intervalo dado, esta representado como una función sinusoidal sobre un plano que se enrolla y se coloca dentro de un tubo.



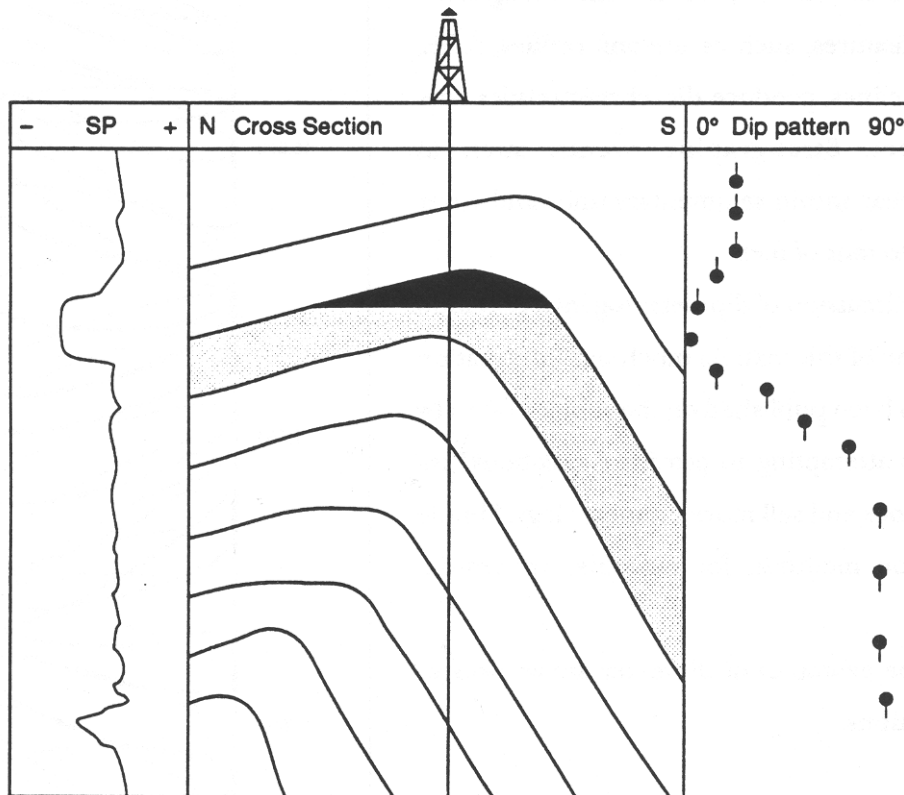
INTERPRETACIÓN:

El diagrama dipmeter puede ser interpretado observando la variación del rumbo y buzamiento con la profundidad conjuntamente con otros registros a pozo abierto. La interpretación dipmeter está dividida en dos campos: estructural y estratigráfico. Grandes características estructurales tales como discordancias, pliegues, anticlinales y cinclinales, producen formas características de dips cada cientos de pies. Los eventos estratigráficos como CROSSBEDDING aparecen dentro de una cubierta sedimentaria con solamente algunas pulgadas de resolución.

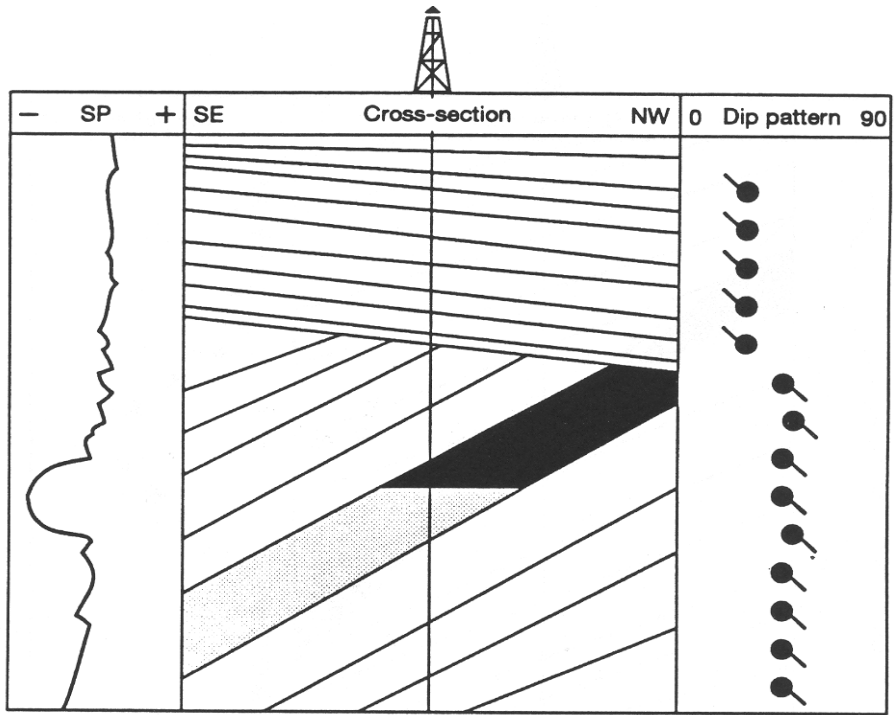
Una discusión detallada de la interpretación del registro del dipeter está mas allá del alcance de este texto.

A continuación se muestran algunos ejemplos de diagramas de flechas en situaciones típicas.

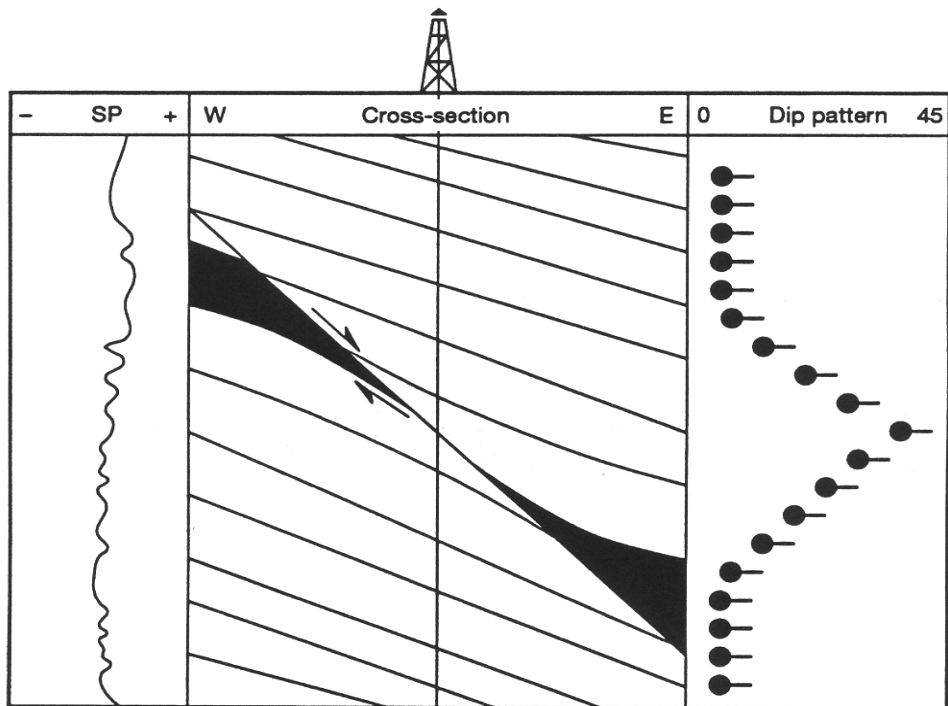
a. ANTICLINAL



b. DISCORDANCIA



c. FALLA



d. CAPAS

