

Medellín, noviembre 29/37.

Señor presidente del Consejo Directivo de la Escuela Nal. de Minas. Pte.

Con viva complacencia y a título honroso tengo el honor de informar al consejo directivo de la escuela sobre el trabajo presentado por el distinguido colega don Alejandro Delgado con el fin de obtener el título legal de "Ingeniero civil y de minas". Tal trabajo fue denominado por su autor "Apuntes sobre agrimensura de minas".

El trabajo se divide en las siguientes partes: Instrumentos. Sistema general seguido para el plano de una mina. Trabajo de oficina. Cálculos. Agrimensura para detalles. Algunos casos particulares de agrimensura. Aplanamiento probable de una veta. Agrimensura por apiques verticales. Agrimensura por un solo apique. Uso del instrumento con telescopio auxiliar. Ajustamientos. Localización de filones perdidos por fallas. Medida legal de una cesión minera. Planos superficiales. Cálculo del valor económico de una mina.

El estudio del señor Delgado está hecho con claridad y precisión y es eminentemente práctico ya que es el resultado de una labor de varios años en el levantamiento de planos de propiedades mineras. De ahí, que dicho trabajo es de manifiesta utilidad para los ingenieros de minas y para los agrimensores de propiedades mineras y constituye un valioso aporte a nuestra literatura científica.

Es digno de anotar que el señor Delgado fue uno de los alumnos más distinguidos durante sus estudios en la Escuela de Minas, y que las altas cualidades que reveló como estudiante las ha manifestado en forma notable en su práctica como ingeniero.

En virtud de lo expuesto me permito proponer: "Otórgase al señor D. Alejandro Delgado el título de "ingeniero civil y de minas" por haber cursado todas las materias reglamentarias y por su importante trabajo final denominado "Apuntes sobre agrimensura de minas". Publíquese dicho trabajo en los Anales de la escuela.

Señor presidente,

*Jalisco E. Carb. A.*



#### ESTATUTOS UNIVERSIDAD NACIONAL

"Art. 201-El Presidente de Tesis, el Consejo de Jueces de Tesis y el Consejo Examinador: NO serán responsables de las ideas emitidas por el Candidato."

A P U N T E S   S O B R E   A G R I M E N S U R A  
D E   M I N A S

Está por demás anotar la importancia cada día mayor que la agrimensura de minas irá tomando entre nosotros.

A medida que una mina va aumentando su desarrollo, se hace mas necesario su mejor conocimiento por un plano interior, para el mejor conocimiento de los trabajos, para la proyección del desarrollo futuro, para la instalación de bombas y maquinaria, como para el muy importante cálculo de las reserva de mineral explotable.

La conexión del plano interior con el de superficie, y una buena limitación de la concesión, son de importancia no solo técnica sino legal.

He resumido y generalizado en los siguientes apuntes, datos tomados personalmente en varios años de trabajo sobre la materia, recalcando mas sobre algunos puntos y detalles de importancia práctica, buscando que sirva a los estudiantes que quieran alguna información sobre esta materia.

Al entrar en este estudio de la Agrimensura de Minas, debemos considerarla como una parte de la Agrimensura General, que queremos ampliar y detallar un poco mas, anotando en este estudio los datos prácticos que nos parezcan de importancia y los problemas mas corrientes, pasando mas someramente por aquellos puntos que siempre se estudian de una manera mas o menos extensa en la agrimensura general.

#### INSTRUMENTOS EMPLEADOS.

En lo relativo a transitos, es preferible emplear aquellos que especialmente han sido fabricados para trabajar bajo superficie; con sus verniers cubiertos para protegerlos de la acción del agua en ocasiones muy abundante, de alta luminosidad que ayude para los trabajos donde el alumbrado es siempre deficiente, capacitados para enfoque de objetos cercanos, ya que hay ocasiones en que esto se hace necesario, los aparatos de enfoque interior son preferibles porque pueden hacerse mas impermeables; deben tener marcado sobre el anteojo el centro del instrumento, ya que las marcas de referencia en los trabajos bajo superficie se llevan generalmente por el techo de las galerias, y es necesario ese punto para centrar el aparato, para lo cual ayuda tambien que el aparato tenga buen juego sobre su tripode. Los tripodes deben ser de patas de extensión, porque hay lugares, de suyo muy frecuentes en la mina, donde es muy dispendioso y a veces imposible centrar un tripode de patas fijas, debido a las pendientes y desigualdades del terreno y no siendo posible enterrar las patas por la dureza del piso. Conviene ademas que esten provistos de un pequeño nivel de círculo sobre su plato, lo cual ayuda mucho para su colocación correcta, ya que en los sitios dificiles es conveniente centrar primero aproximadamente el tripode sin instrumento, por ser mas rapido, como por evitar choques y golpes al aparato.

En cuanto a los accesorios, es muy conveniente la brújula para los chequeos de ángulos, y el anteojo auxiliar para la medida de estos cuando por la mucha inclinación no es posible hacerlo con el propio del instrumento. Debe tenerse también un reflector para iluminación de los hilos cuando esta es deficiente. Consiste este de un pequeño tubo que puede adaptarse en la extremidad del anteojo, y que se halla provisto de un espejo inclinado a 45 grados, de forma circular y con hueco en el centro para no interceptar la visual del aparato. Es útil el prisma adaptable al ocular, para vistas de gran inclinación, que sin la ayuda del prismático no podrían observarse por impedirlo el plato del instrumento.

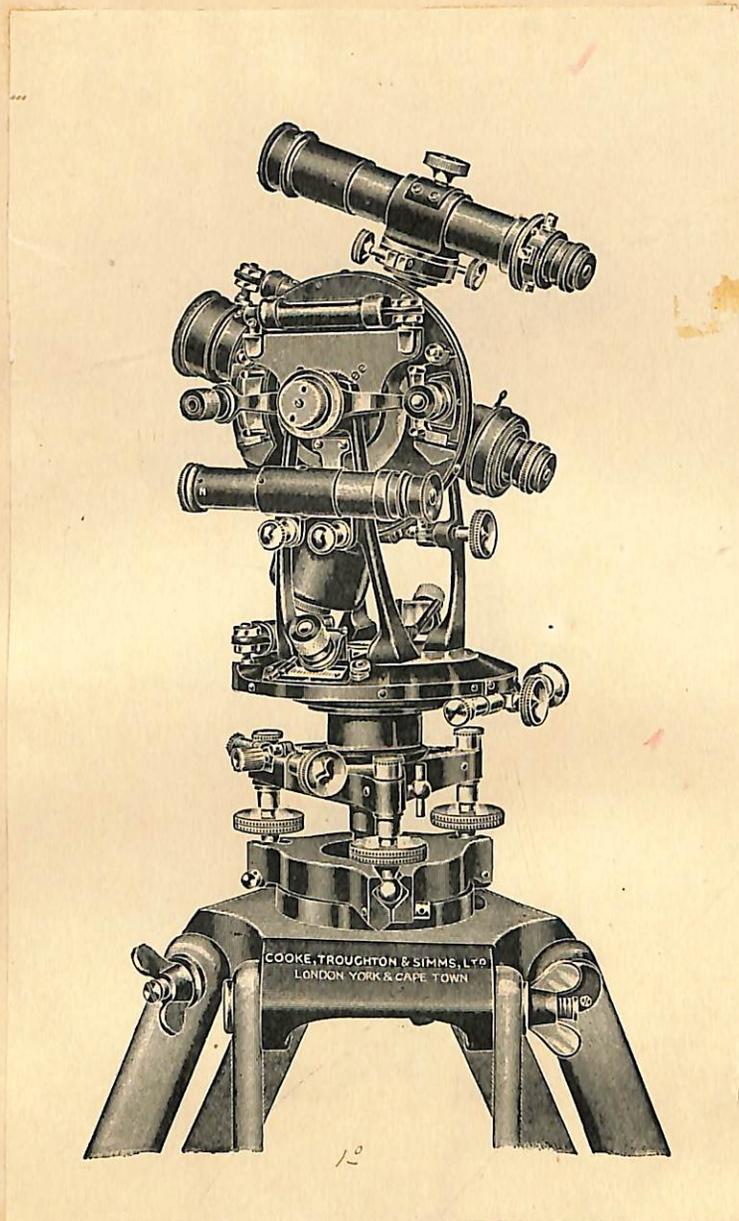
(las figuras nos muestran un instrumento apropiado a minas y modelos sencillos de reflectores de iluminación)

En cuanto a nivel de precisión, un nivel Dumpy es más recomendable.

Miras para nivelación, de 2 a 2,5 mtrs, es una buena longitud y deben ser de extensión o de doblar para fácil transporte.

En cuanto a cintas para medir, son recomendables las modernas de acero inoxidable ya que casi siempre están expuestas a la humedad, 30 mtrs, es una buena longitud para la mayoría de los casos. Para plano de detalles de menor importancia y medidas de no mucha precisión pueden emplearse las cintas no metálicas, de tejidos, preferibles las reforzadas con alambres, ya que la humedad sin estos hace variar en algunas de ellas, un alto por ciento de su longitud, su manejo es más fácil y cómodo que las de metal, pero deben siempre chequearse de cuando en vez con estas.

Plomadas de media libra son prácticas para el trabajo general, ya que comúnmente poco viento molesta, conviene que estén provistas de cuerdas finas, resistentes a la humedad, y ojala de color oscuro para que resalte mejor sobre el papel iluminado, ya que el hilo es el que generalmente se observa.



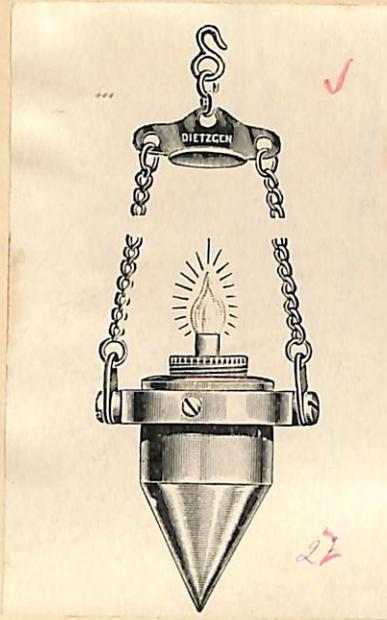
MODELO DE INSTRUMENTO ESPECIAL PARA MINAS.

Telescopio auxiliar intercambiable.

Circulos y verniers cubiertos

Brujula auxiliar lateral de tubo.

Para trabajo en apiques es necesario el empleo de plomadas de mayor peso provistas de hilo de metal.

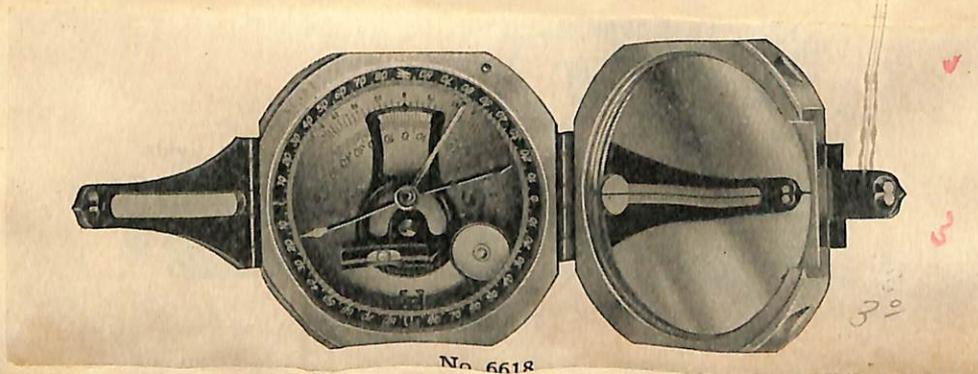


Plomadas especiales, provistas de una lamparita en sí para iluminación propia, se emplean como la que muestra la figura.

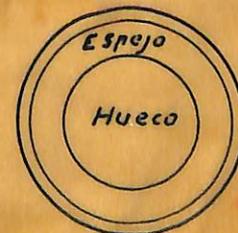
Generalmente es el hilo de la plomada el que se observa en trabajo de precisión.

En cuanto a brujulas, desde la pequeña de mano para rápida orientación, provis-

ta de clinómetro para medir la inclinación de las vetas, hasta brújula de trípode con círculo horizontal y vertical para medida de ángulos.



BRUJULA DE BOLSILLO CON CLINOMETRO/



REFLECTOR PARA ILUMINACION DE LA RETICULA.

Mucho cuidado debe tenerse con los instrumentos, en es especial con el tránsito, mientras se transporta en la mina, cuando se usa, y de su limpieza cuando se sale al exterior. Conviene transportarlo en su caja, provista de forro de cuero, cuando se viaja por apiques y tambores o lugares inclinados, <sup>ya que al</sup> ya el que cargarlo sobre el tripode, está muy expuesto por caída de quien lo lleva, o por choque contra las paredes, debemos recordar que siempre hay peligros y mala iluminación. No es recomendable transportarlo en vehiculos de mucha trepidación como son generalmente los coches de la mina porque esto lo desajusta facilmente. En la mayoría de los casos el aparato <sup>se</sup> de humedece, sea por el agua que directamente le cae, o sea por la fuerte humedad de la atmósfera, por lo cual nunca debe descuidarse el secarlo cuando se sale al exterior.

ojo { Con relación a los ajustamientos, conviene revisarlos, siempre que se note diferencia apreciable al doblar ángulos en el trabajo, y de cuando en vez, máxime si piensa ejecutarse algun trabajo de importancia. Los ajustamientos se hacen en el exterior, y conviene tener un campo especial apropiado para este trabajo, donde se tienen fijas las escalas y puntos necesarios para este trabajo.

Para los ajustamientos se emplean los métodos corrientes, con algunas pequeñas variaciones particulares que pueda tener el aparato.

Con relación a las cintas de acero, estas siempre se humedecen y deben secarse y engrasarse para evitar la oxidación, y las cintas no metálicas deben colocarse al sol antes de guardarlas.

## SISTEMA GENERAL SEGUIDO PARA EL PLANO DE UNA MINA.

El método corriente para el plano de una mina bajo superficie, es el de una poligonal, que se lleva desde el exterior, partiendo de marcas conocidas como referencia, sean mojones de triangulación o puntos de una poligonal de superficie. Siempre debe tenerse esta conexión entre las marcas de la mina interiores y las de superficie, ya que es necesario para planos combinados.

Se dá principio a la poligonal por la guía de entrada o por los apiques, y luego se va extendiendo por las guías interiores, tambores y clavadas, para formar así el plano esqueleto de la mina.

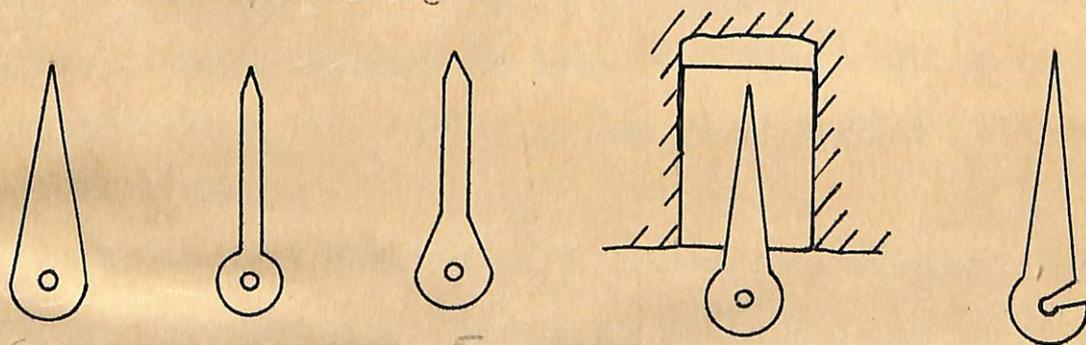
Cuando una mina tiene varias entradas, es preferible escoger para la conexión de su plano con las marcas de superficie, aquella que de mas facilidad para el trabajo, prefiriendo las cruzadas rectas a las guías con mucha curva, y prefiriendo las guías a los apiques, a no ser que estos sean de inclinación favorable y alineación recta, aquel camino, por el cual podamos llevar al interior, el azimut y distancia con menos probabilidad de error, debe ser el escogido.

Los detalles de los cortes y demás trabajos, arrancan de los puntos de esta poligonal, y se llevan con tránsito, con brújula o solo con cinta según la importancia.

Podemos observar el plano de la mina adjunto, y vamos a estudiar en resumen como se procede a marcar un nuevo punto de la poligonal. Consideremos el caso, que conducimos la poligonal por la guía de entrada y que ya llevamos el trabajo en la marca  $O_3$  y vamos a localizar el nuevo punto  $O_4$ . Hacemos colocar una nueva marca de agrimensura en  $O_4$ , y colocando el instrumento en  $O_3$ , tomamos línea en la plomada puesta en  $O_2$ , y procedemos a medir el ángulo  $O_2 O_3 O_4$  tomando línea en la plomada colocada en  $O_4$ , dejamos el ángulo marcado en el instrumento, transitamos el anteojo y volvemos a leer el ángulo por repetición para chequeo y mejor aproximación.

Tomamos la distancia entre los puntos 3-4, horizontal siempre que nos sea posible, o inclinada anotando el ángulo de inclinación, y ya tenemos los datos para la localización del punto 4. y de una manera semejante con el instrumento en 4. localizamos a 5. y así sucesivamente. Cuando además del plano de la mina, llevamos la nivelación de la misma, debemos tomar la altura del instrumento, y la altura de la nueva marca con la horizontal que pasa por el anteojo o con la línea inclinada, en cuyo caso anotamos el ángulo correspondiente. Esto que de una manera general hemos bosquejado, vamos a explicarlo mas detenidamente, ya que los detalles de la práctica forman la parte principal de nuestro estudio.

Las marcas O<sub>2</sub> O<sub>3</sub> etc, que son los puntos de referencia para el plano y trabajos posteriores, se hacen generalmente en el techo de la guia, ya que en el suelo no es conveniente, porque el paso por la guia, el transporte, el barro, las aguas de drenaje, las pueden perder o mover muy facilmente. Para estas marcas se acostumbran clavos como muestran las figuras.



Cuando no se tienen especiales, pueden fabricarse facilmente de clavos de herrar, que se aplanan en su cabeza y se perforarn. Para que no se oxiden pueden protegerse con una capita de pintura. El hueco nos sirve para pasar el hilo de la plomada que en el se cuelga.

Cuando la guia va reforzada con madera, se colocan en la parte superior de las puertas de refuerzo, buscando aquellas que parezcan mas firmes, ya que por lo común debido a las presiones que sufren estan expuestos a moverse y a menudo sufren cambios, siendo conveniente y aun necesario chequear los planos pasado algun tiempo, de preferencia es recomendable hacerlo cuando la guia pase a roca, y puedan fijarse marcas ya en ella de manera inalterable.

Cuando la guia va en roca, es necesario para fijar las marcas, perforar en ella huecos de unas dos pulgadas de profundidad y de una pulgada mas o menos de diametro, lo cual se hace con taladros pequeños de mano y martillos de dos libras de peso. En este hueco se colocan taquitos de madera de buena calidad, pero no muy dura, en forma de tapón, para poder colocar en esta madera el clavo. Es recomendable emplear luego un poquito de cemento sobre el tapón, protegiendo la madera y agarrando mejor el clavo, dándole a la marca mayor estabilidad y duración, lo cual es muy conveniente, ya que es perjudicial que una de estas marcas se caiga, para los planos posteriores o detalles de la mina. En algunas partes se acostumbra dejar unido al clavo por alambre una pequeña ficha metálica, con el número o marca correspondiente a la estación, y así reconocerlas posteriormente con mayor facilidad.

Para la distancia a la cual deben colocarse las marcas, debemos tener en cuenta lo siguiente: La máxima distancia que puede tomarse para un nuevo punto es recomendable porque evita puntos intermedios y errores de ángulo, pero tiene como desventajas, la dificultad para medir la distancia con precisión, dificultad para ver la plomada cuando no hay buena iluminación o cuando hay mucha humedad o humo en la guia, y tambien para el plano posterior de la mina, cuando se mide una guia sobre mineral, no conviene que las marcas esten muy distantes porque hacen falta para puntos de referencia.

Atendiendo a la anterior condición podemos fijar las marcas a una distancia máxima de 25 mtrs. En cruzadas que no llevan mineral y donde no se necesitan poligonales secundarias para el plano posterior, pueden tomarse vistas mas largas, siendo generalmente posible porque su alineación es mas recta. Donde principia un tambor, una clavada o una guia, que mas tarde ha de medirse, conviene dejar una marca, relacionada ya con la poligonal principal. Cuando se coloca una marca cerca a una frente que se está avanzando, es conveniente buscar, que un saliente de roca del techo la proteja contra las piedras de la explosión, aun cuando en muchos casos siempre se mueven por lo cual es recomendable chequearlas, cuando se inicie en ellas un trabajo posterior. Es recomendable colocar el hueco del clavo, si es posible que se pueda observar desde la estación donde está colocado el instrumento.

La colocación del instrumento, debe hacerse con especial cuidado para que quede firme. Siempre que sea posible las patas deben quedar fuera de las corrientes de agua, porque si no se tiene en cuenta esto, aun cuando el instrumento quede firme en un principio, el agua va trabajando y termina por causar movimientos y traer errores a veces inadvertidos. y no debemos nunca olvidar por ser de gran importancia, que antes de levantar el instrumento para cambiarlo de lugar debemos fijarnos si su nivelación esta correcta, en cuyo caso contrario, debe repetirse el trabajo, porque esto nos indica que el aparato se ha movido. Cuando se trabaja en sitios de suelo inclinado, deben colocarse dos patas hacia la parte baja, para mayor firmeza, buscando siempre que el operador pueda moverse con la mayor facilidad a leer los angulos, sin mover el instrumento, cosa a veces difícil en sitios estrechos

Procedemos a centrar el aparato, para lo cual nivelamos primero el instrumento colocado aproximadamente en su sitio, y colocamos el anteojo en posición horizontal, sea por el vernier vertical a ceros o por el nivel adjunto al anteojo, teniendo cuidado que el punto centro del aparato marcado sobre el anteojo quede en la parte superior (hay instrumentos que tienen centros marcados a ambos lados) luego bajamos la plomada cuidadosamente, casi hasta tocar con su punta el centro del anteojo, para lo cual movemos este sobre su plato y en algunos casos es necesario mover las patas del aparato. Como con estas operaciones se desnivela el instrumento es necesario proceder a nivelarlo nuevamente, y centrarlo otra vez, hasta que por algunas aproximaciones sucesivas llegue a obtenerse que el aparato quede correctamente centrado y nivelado, se asegura entonces sobre su plato en el tripode, y se gira sobre su eje vertical para ver si continua centrado en una revolución completa, lo cual debe ser siempre a no ser que el aparato de haya desnivelado o este mal ajustado. Es conveniente a veces para facilitar la centrada, colocar primero el tripode sin instrumento en el centro aproximado y a nivel y luego colocar el instrumento, evitandole asi golpes y haciendo el trabajo mas rápido. Centrado el instrumento, levantamos la plomada para que no moleste cuando el instrumento gire, ponemos a cero el vernier horizontal, y tenemos listo el instrumento para trabajar, procediendo ahora a tomar linea sobre el hilo de la plomada que se ha puesto en el punto anterior de referencia. Para la iluminación corriente de la plomada, se puede usar una buena luz de carburo o de un foco eléctrico y un papel blanco o traslúcido, detras del hilo se coloca el papel que se ilumina colocando la luz detras, se observa asi bien el hilo negro sobre fondo blanco, y en distancias no muy largas, no es necesario iluminar los hilos de la reticula, porque se observan bien.

Este método de iluminación es sencillo y dá buenos resultados en la generalidad de los casos, donde las distancias no son muy largas. Hay otros métodos de iluminación, con el empleo de plomadas con luz propia y pantallas especiales, pero esto casi nunca tiene aplicación necesaria en una mina cofriente, sino mas bien en trabajo de túneles.

Leemos ahora el ángulo al nuevo punto que se va a localizar, esta lectura cuando no se tiene práctica, es algo difícil por la deficiencia de alumbrado, es recomendable el uso de un foco electrico de bolsillo, y cuando los lentes no tienen pantallitas que proyecten la luz sobre el vernier puede usarse un pedacito de papel blanco con tal fin. Luego doblamos el angulo para tomarlo por repetición, pero esta nueva lectura debemos hacerla con el anteojo invertido, tomamos la nueva lectura, que al no haber error debe ser exacta al doble de la anterior. Cuando el aparato está desajustado, resaltan los errores al hacer esta operación con el anteojo invertido, porque las operaciones se hacen en condiciones distintas, pero en este caso el ángulo que mas se aproxima al verdadero es la mitad del angulo doble. Siempre que haya diferencia de minutos, debe repetirse con mas cuidado la operación, revisando nuevamente la nivelación del instrumento y colocando este en ceros; leemos el ángulo con el anteojo invertido, y despues de transitar doblamos nuevamente el ángulo por repetición, si en ambos casos las operaciones han sido correctas, los dobles de los ángulos deben ser iguales, y la discrepancia con los ángulos sencillos se debe lo mas probable a mal ajustamiento y nó a mal trabajo. Cuando la diferencia en estos casos no es mayor de unos pocos minutos, puede tomarse como correcta la mitad de los dobles, pero teniendo cuidado de ajustar el instrumento en primera oportunidad, y mejor de repetir

el trabajo cuando ya esté en buenas condiciones.

En la generalidad de los casos basta con leer el ángulo por repetición dos veces, pero cuando mayor aproximación se requiere, se aumenta el número de observaciones, tomando siempre la mitad con el anteojo directo y la mitad con el anteojo invertido. seis veces nos dá ya una bastante aproximación.

DISTANCIA. Procedemos ahora a tomar la distancia, siempre que sea posible haciendolo en la horizontal, para lo cual con el anteojo del instrumento nivelado, hacemos colocar sobre el hilo de la plomada del nuevo punto, una señal a nivel con el instrumento, esta señal puede ser un pequeño lacito de pita amarrado a la cuerda de la plomada, o cualquier otra señal que pueda bajar o subirse a voluntad, una vez que lo hacemos coincidir con el nivel del anteojo, tomamos la distancia al centro del instrumento. Cuando algun obstáculo no permita poner a nivel, esta marca de la plomada, podemos bajar o subirla, tomando el ángulo vertical correspondiente, para reducir luego la distancia a la horizontal. Usualmente no se requiere corrección para temperatura y se toma la medida a centímetros.

Hay ocasiones en que la distancia es grande y la cinta no alcanza para tomarla de una vez, entonces podemos colocar una plomada intermedia en linea, o llevar la distancia por el piso por medio de puntos puestos en linea con el instrumento. (En guias de poca pendiente, mas o menos del 1%, la distancia por piso con esta inclinación, en distancias cortas solo tiene muy poca diferencia con la verdadera horizontal) Siempre la medida debe ser hecha por el ingeniero, dejando el principio de la cinta al ayudante, adviertiendole donde se halla el cero, ya que en algunas ocurre este en la argolla y en otras mas adelante.

Puede chequearse la medida, haciendo que el ayudante tome la cinta no en ceros, sino en un metro o en cincuenta centímetros por ejemplo. Es costumbre siempre que se lleva un poligonal, llevar también la nivelación correspondiente de los puntos de estación, para lo cual debemos tomar la altura del instrumento a la marca, y también la distancia de la señal que hemos puesto en la plomada como auxiliar para la medida, a la marca; ya que esta señal está a nivel con el anteojo, o sino lo está tenemos el ángulo vertical correspondiente y la distancia para calcular la diferencia de nivel. Generalmente esta nivelación que se hace con cuidado, es suficiente para los trabajos corrientes de la mina, y solo en casos especiales se requiere nivelación más cuidadosa, con mira y nivel de precisión.

Es muy conveniente anotar siempre el rumbo magnético, a lo menos cuando se principia y termina un trabajo de poligonal, porque esto sirve para chequear nuestro trabajo, y descubrir errores apreciables que puede haber de trabajos anteriores.

Las notas de campo pueden anotarse como se indica en la hoja siguiente, o por el método de un croquis de la poligonal. Deben anotarse las medidas y detalles que se crea convenientes para la elaboración de los planos, como son: el angho de la guia, cuando vá esta sobre mineral o es cruzada, etc.

En las anotaciones con la brújula debe tenerse en cuenta que pueden ocurrir perturbaciones, por partes metálicas como la carrilera o herramientas, y aun las mismas lamparas de alumbrado.

Debemos repetir que antes de levantar el instrumento, debemos observar si está desnivelado, cosa que pudo ocurrir durante el trabajo y darnos datos errados.

ofo Cuando no se trabaja en guías sino en apiques inclinados, tambores o clavadas no verticales, el trabajo de medida de ángulos para localización de un nuevo punto, se hace de una manera semejante, a no ser que por la mucha inclinación no sea posible trabajar con el anteojo propio del aparato, y tengamos que recurrir al uso del anteojo auxiliar, cosa que trataremos mas adelante. Las distancias por ser siempre inclinadas, deben tomarse con cuidado anotando el ángulo vertical, el cual conviene tomarlo tambien con el anteojo invertido, para promediar cuando la diferencia es pequeña, o para revisar el ángulo cuando la diferencia es grande.

ofo Cuando se está haciendo la agrimensura de un apique inclinado de importancia, del cual arrancan las demas guías y las demás poligonales, debe tenerse especial cuidado, y conviene tomar las distancias en cada punto no solo al siguiente sino tambien al anterior, tomando tambien las alturas de las señales de las plomadas en los puntos anteriores, con lo cual pueden chequearse de una manera muy apropiada las distancias y los niveles. No debe economizarse cuidado en este trabajo, porque cualquier error en nivelación o distancia, puede traer mas tarde malas consecuencias al tratar de hacer alguna conexión. La partida de ayudantes necesaria para el trabajo corriente es de tres. uno o dos que sean expertos en la perforación de las marcas en roca, cosa que requiere alguna práctica. En ocasiones puede enviarse anticipadamente a las guías a colocar dichas marcas y asi no sufrir demoras, cuando se verifica el trabajo. Se necesita un ayudante para alumbrar atras, otro adelante y uno cerca al instrumento. Deben llevar siempre, martillo de dos libras y taladros para perforar, tapones de madera y clavos para las marcas, pita para plomadas, papel traslucido o blanco y buen alumbrado.



## TRABAJO DE OFICINA. CALCULOS

Para poder dibujar las notas de campo ya obtenidas, es necesario proceder a calcular las notas de oficina, y a obtener las coordenadas ya que este es el metodo mas seguro y recomendable para todo trabajo de mediana importancia. Debemos proceder asi:

1. Revisar la libreta de campo para observar si hay algun error u omisión, y pasar los datos al libro de notas de oficina.
2. Calcular el azimut y rumbo para cada linea
3. Corregir la distancia para obtener la verdadera horizontal.
4. Calcular las diferencias de longitud y latitud para cada punto
5. Calcular las coordenadas totales .
6. Determinar las cotas correspondientes a las estaciones.
7. Determinar las cotas correspondientes al suelo o carrilera
8. Anotar las observaciones de importancia que se hayan tomado.
9. Ejecutar los dibujos.

Las notas de oficina deben coservarse cuidadosamente, para lo cual es recomendable llevar un libro de hojas movibles, con cada hoja rayada, como muestra el modelo adjunto siguiente.

1. Las notas de campo deben inspeccionarse cuidadosamente y las varias observaciones comparadas con el fin de buscar si hay algun error u omisión. El ángulo medio horizontal que se obtiene dividiendo la suma total leida por el número de observaciones (generalmente dos en el trabajo corriente), se compara con la primera lectura para ver si concuerda, y anotarlo entonces en la columna correspondiente.

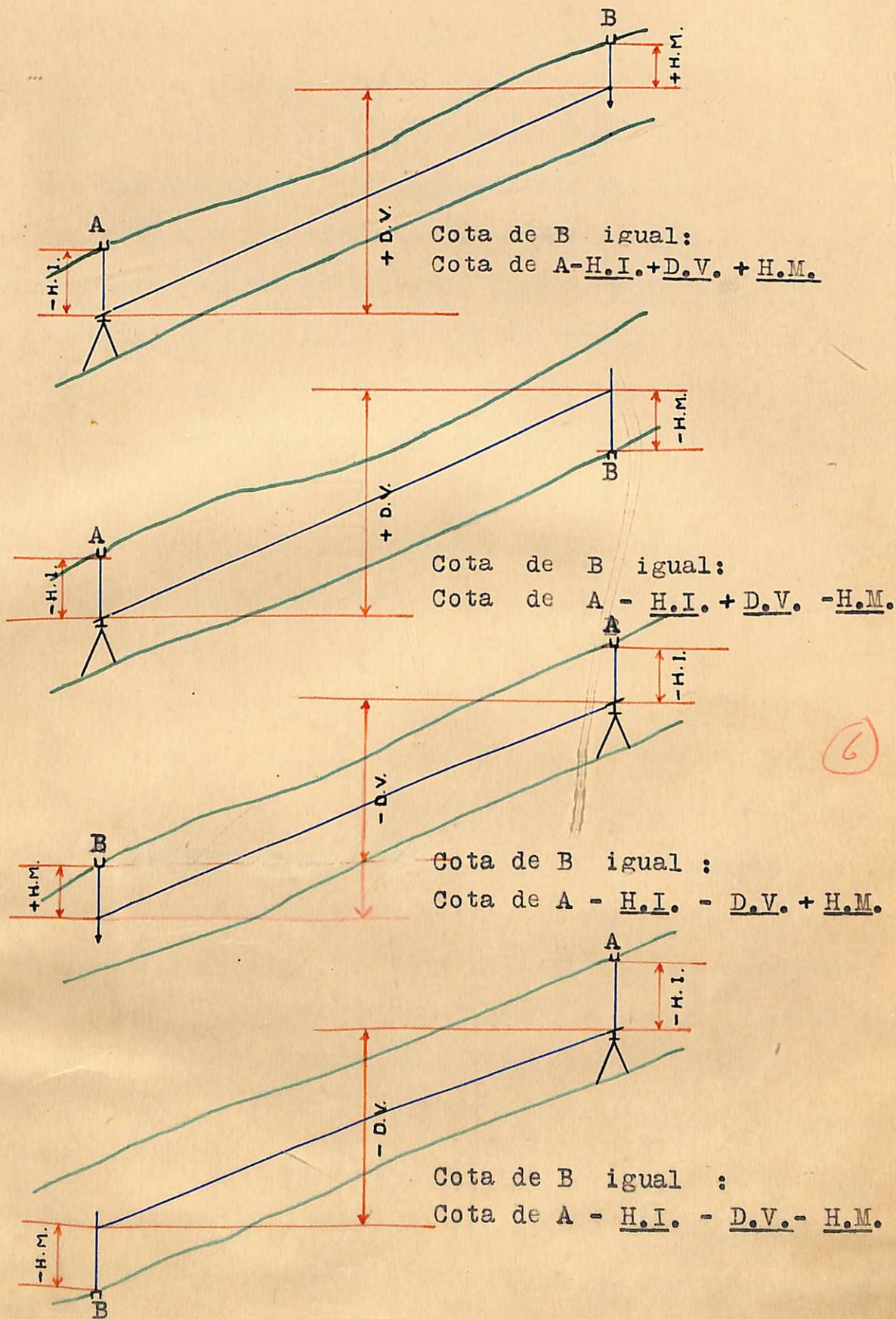
Cuando el ángulo vertical se ha tomado dos veces, buscamos su promedio para emplearlo en los cálculos.

La distancia medida si es inclinada se anota en la columna correspondiente, pero si es horizontal y no necesita corrección puede anotarse directamente en la columna de las distancias horizontales. También anotamos la altura del instrumento a la marca, y la distancia de la señal en la plomada al nuevo punto, como la distancia de este al piso o a los rieles. Todas estas anotaciones conviene hacerlas primero en lapiz, para luego junto con los valores calculados, una vez que se tenga seguridad de que estan correctos, que el dibujo se haya hecho y chequeado con transportador los ángulos y con las escalas las distancias, proceder a entintarlas.

2. Calcular el azimut, que se obtiene agregando al azimut de línea anterior de referencia, el ángulo horizontal derecho y restando 180 grados para la orientación correcta. Cuando de la suma de los ángulos no se puede restar 180 grados por ser menor, entonces le agregamos 180 grados para obtener el azimut, que equivale a haberle agregado 360 grados previamente para poder efectuar la resta de los 180 grados. Del azimut calculado puede deducirse con facilidad el rumbo de la línea, el cual puede compararse con el magnético si lo tenemos en las notas.

3. La medida de la cinta se corrige en algunas ocasiones para temperatura cuando mucha precisión lo requiere, pero no es el caso ordinario. Cuando se tiene la medida inclinada debemos obtener la horizontal, multiplicando por el coseno del ángulo de inclinación, como también debemos multiplicar por el seno del ángulo para obtener la diferencia vertical que necesitamos al calcular los niveles.

4. Obtenidas las distancias horizontales y los rumbos, se calculan las diferencias de latitud y longitud; diferencia de latitud multiplicando la distancia por el coseno del rumbo, y diferencia de longitud por el seno del rumbo, anotando los valores en las columnas correspondientes, según sea N. S. E. u W.
5. Ya se pueden obtener las coordenadas totales para el punto correspondiente, agregando o restando de las coordenadas anteriores las diferencias de latitud y longitud según el signo correspondiente. Es recomendable cuando se dá principio al plano, adoptar para el punto de partida si es posible, coordenadas positivas es decir N.E. suficientemente altas para que en el transcurso probable del desarrollo del plano, no tengamos coordenadas negativas es decir S. W.
6. Para obtener la cota del punto, cuando la señal en la plomada se puso horizontal y las marcas estan por el techo, tenemos que restar de la cota de la estación donde está el instrumento la altura del instrumento, y agregar la distancia de la señal en la plomada a la marca del punto. Cuando hay medida inclinada y la señal no se puso horizontal, debemos tener en cuenta el producto de la distancia por el seno del ángulo de inclinación ya calculado. Los diagramas de la hoja siguiente nos dan idea del cálculo en los varios casos.
- 7). De los valores de las cotas para los puntos del techo, podemos deducir los valores para las cotas del suelo, haciendo las restas correspondientes. Esta nivelación del piso cuando hay rieles, conviene mas bien llevarla por ellos, y conviene observar si llevan la pendiente comunmente empleada, porque si hay discordancia grande, puede indicarnos un error en la nivelación o una mala pendiente, cosa que debe corregirse.



ALGUNOS CASOS QUE SE PRESENTAN EN VISUALES INCLINADAS

8. Entre las observaciones de importancia, podemos anotar, la fecha en que se ejecutó el trabajo, si el punto se halla en roca o en madera, y si es cruzada o guía sobre mineral.

9. Ya con las coordenadas, podemos proceder a dibujar los planos correspondientes. La escala puede variar según la extensión de la mina y los detalles que en el se quieran tener, pero para un plano general una escala 1:500 es recomendable.

Hay ocasiones en que cuando se usa en conexión con los planos de superficie, no se necesita mucha precisión en cuanto a la mina, y una escala mas reducida como 1:2000 es apropiada, pudiendose obtener el dibujo del plano general usando un pantógrafo, o tambien coordenadas, pero atendiendo solo a los cambios de importancia. Las guías se acostumbra dibujarlas a mano, dándoles un poco de sinuosidad como es la realidad, pero los apiques principales, tambores o cruzadas que lleven alineación recta, pueden ponerse con trazo a regla. Las marcas de tránsito se señalan con un pequeño círculo y se numeran según corresponde.

Siempre que la mina tenga varios niveles es necesario darles a cada uno, coloración diferente, para lo cual se usa tinta aguada que se coloca a pincel. No debe entintarse sino hasta donde tenemos las marcas de agrimensura, cuando tomamos de la última marca la distancia y ángulo a una frente que se avanza, la ponemos en el plano, pero a lapiz para poder borrar si hay modificación. Las cruzadas que no llevan mineral pueden llevar tambien una coloración especial, o ir rayadas con líneas inclinadas.

Quando el plano se modifica periodicamente, por ejemplo cada tres meses, para marcar el avance de los trabajos, conviene anotar las fechas correspondientes, para saber como se encontraba el trabajo en una época determinada.



Es costumbre tener varios planos de una mina:

Un plano general donde se anota la poligonal principal, o sea que lleva los apiques guías y tambores, sin anotar los cortes ni trabajos de explotación. Pueden anotarse sí las fallas con su dirección e inclinación, como los anchos y valores de la veta obtenidos de los ensayos.

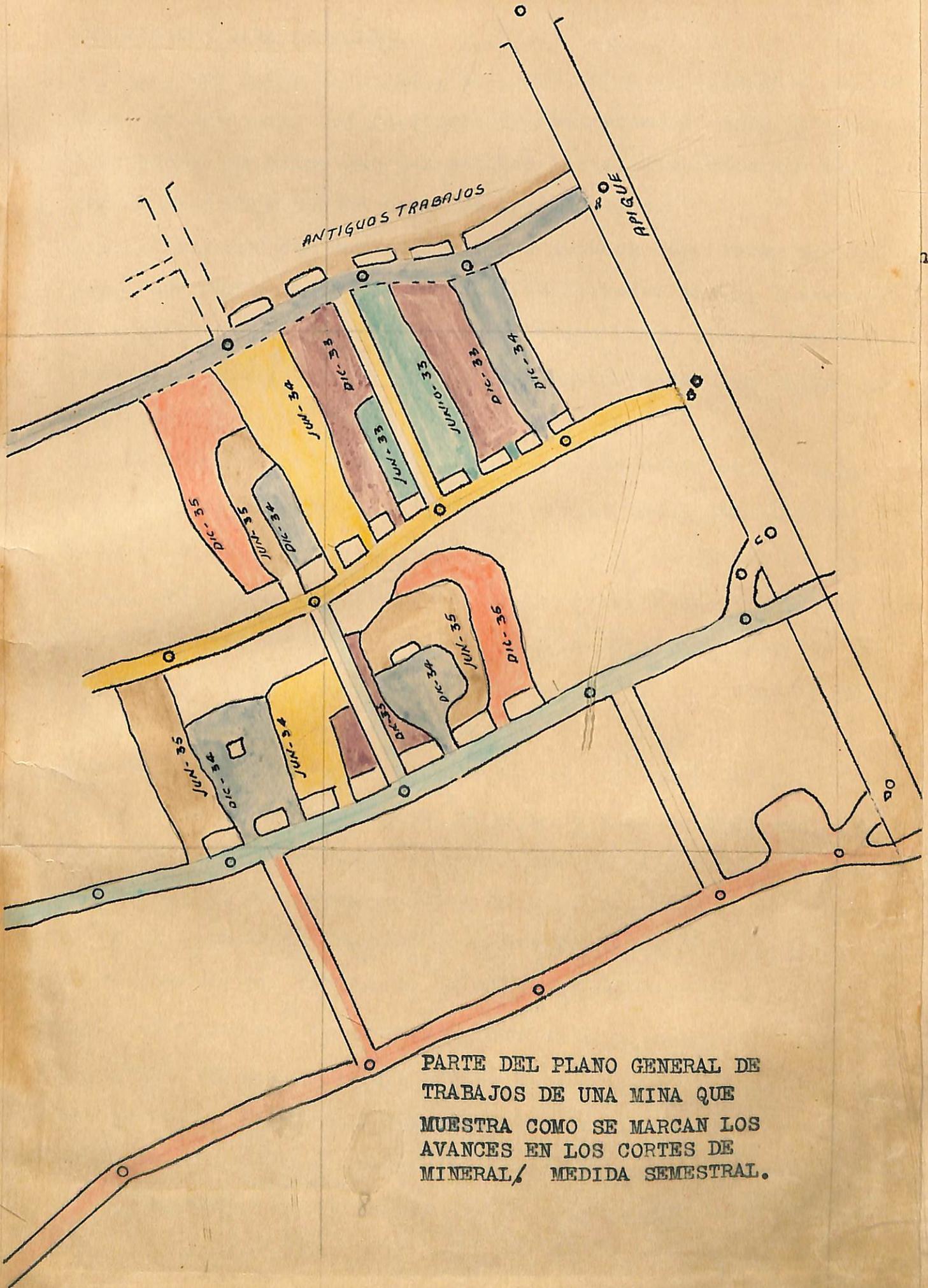
De una copia de este plano general, puede formarse el plano de explotación, en el cual se anotan las labores en los cortes de trabajo que se miden periódicamente. pudiéndose usar una coloración diferente, según el tiempo en que se han explotado.

Los planos pueden tener unos niveles para acotarlo, o pueden acompañarse de una sección según una línea determinada.

Es conveniente sacar el plano general en tela o papel transparente para poder sacar copias de él para distintos usos.

Para los planos debe emplearse buena calidad de papel, ya que son planos de mucho movimiento, en los cuales es necesario hacer a menudo correcciones, colocando nuevas marcas y borrando otras que se han perdido, y marcando los nuevos trabajos. Hay papeles especiales de muy buena calidad reforzados con tela o tejido.

Hay ocasiones en que por la inclinación de la veta, los niveles horizontales de trabajo están casi sobre un mismo plano vertical, y en este caso el plano viene a ser muy confuso por la superposición de líneas, siendo entonces conveniente hacer un plano separado para cada nivel, y una proyección vertical para la mina en general, ya que así podemos ver de una manera más clara como se encuentran los trabajos y detalles. Con inclinaciones inferiores a 30 grados no es necesario el plano vertical, pero ya es necesario cuando pasa de 60 grados.



PARTE DEL PLANO GENERAL DE TRABAJOS DE UNA MINA QUE MUESTRA COMO SE MARCAN LOS AVANCES EN LOS CORTES DE MINERAL MEDIDA SEMESTRAL.

## AGRIMENSURA PARA DETALLES.

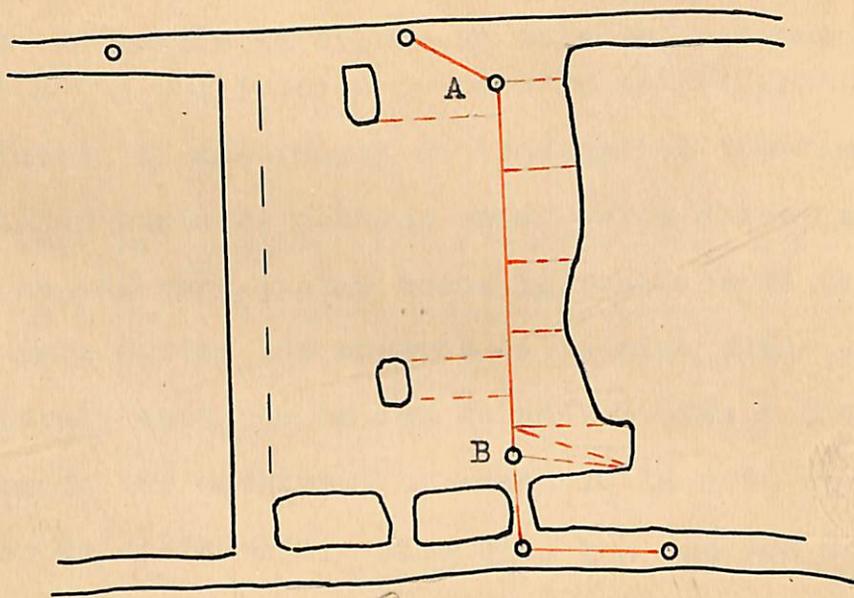
El plano que hemos estudiado, solo nos forma el esqueleto de la mina, es necesario que partiendo de las marcas de esta poligonal, completemos el plano que nos muestre las excavaciones que se hacen de mineral y marcha total de los trabajos.

Los detalles pueden tomarse, por los metodos corrientes de agrimensura, sea por poligonales secundarias llevadas con el instrumento y cinta de una manera similar a lo que hemos visto, sea utilizando la brújula y cinta o solo esta cuando menos precisión se requiere.

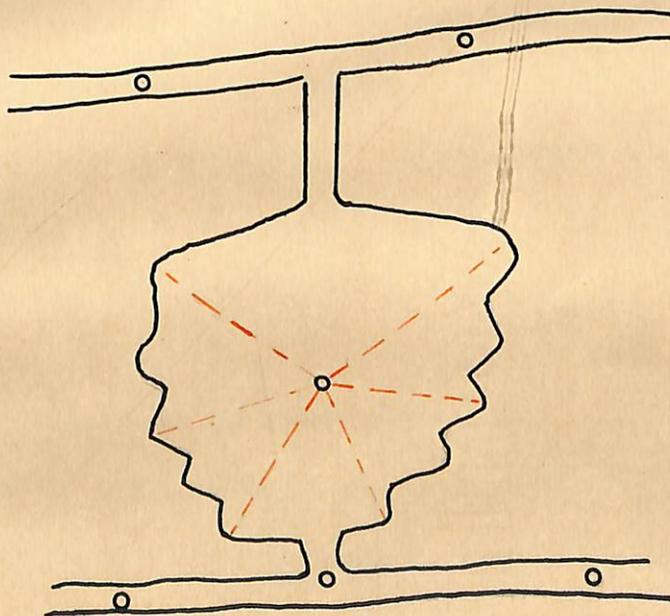
Con el tránsito puede determinarse un punto céntrico al trabajo, y de allí con vistas radiales y distancias completar el plano.

Para estos detalles se emplean las brújulas especiales que hemos visto para minas, provistas de círculo horizontal y vértical para lectura de ángulos, y mejor provistas de varios tripodes que podemos utilizar en lugar de marcas, ya que no es necesario dejar los puntos intermedios de referencia.

Para el trabajo con varios tripodes, se centra la brújula debajo de la marca de agrimensura de partida, y tomando referencia en marca anterior, localizamos la posición de otro tripode colocado adelante y al cual pasamos luego el aparato, dejando el tripode donde el aparato se encontraba como referencia, y continuando asi sucesivamente, tomando vista en el tripode anterior y localizando el siguiente sin moverlo, para colocar nuevamente allí el aparato. El metodo de distancias es a menudo empleado, usando dos puntos de referencia a lo largo del cual se coloca una cinta, sobre la cual se toman ordenadas, estos puntos de referencia pueden conectarse a la poligonal con el instrumento o con brújula.



Determinamos los puntos A. B. de la línea  
Sobre la cual tomamos ordenadas



Determinamos un punto céntrico C, desde el  
cual tomamos vistas radiales para detalles.

A veces se requieren secciones de apiques, clavadas o cortes, para conocer la inclinación y cambios de pendiente, como para la instalación de maquinaria de transporte, tuberías etc. De los planos acotados podemos sacar estos datos, o podemos hacer la medida para anotar todos los cambios de importancia. El plano para anotar los ensayos de la mina puede ser el mismo plano general, anotando en las guías tambores y clavadas donde se han tomado las muestras, el ancho de la veta en tinta negra y el valor en tinta roja. Para esto los ensayos deben tomarse siempre con referencia a las marcas de agrimensura, como también para los cálculos de avalúo de mineral.

*ojo* NIVELACION DE PRECISION. La nivelación que hemos estudiado con aproximación a centímetros, es para los casos comunes suficiente, y solo en casos especiales, como conexiones importantes entre dos puntos, cruzadas o chequeo, se requiere la nivelación de precisión, con nivel y mira. La lectura en esta presenta alguna dificultad por la iluminación, pero se emplean miras con señal o reglitas que pueden bajar o subir hasta marcar el punto de nivel.

*ojo* Los puntos de cambio pueden llevarse por el techo o suelo teniendo en cuenta no confundirse en los cálculos. Pueden fijarse B.M. en las paredes laterales, con clavos en las maderas o taladros en la roca, y deben relacionarse por distancia con las marcas de agrimensura para su localización.

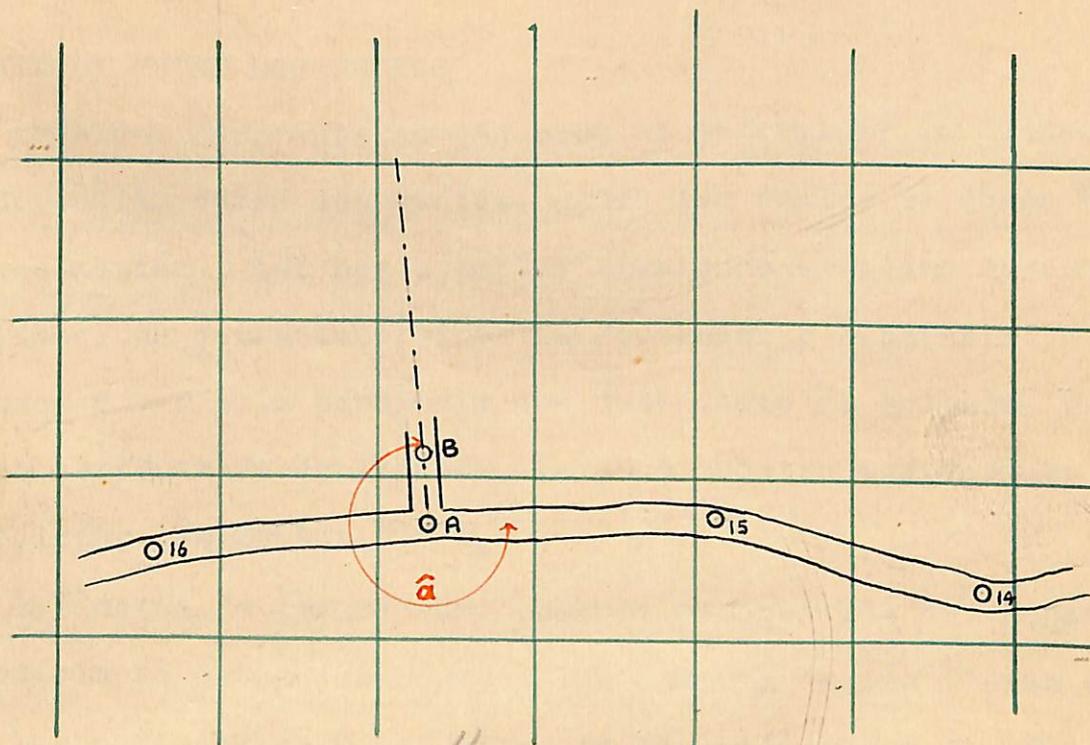
## ALGUNOS CASOS PARTICULARES DE AGRIMENSURA.

## Colocación de una dirección determinada.

Es muy conveniente en las minas, hacer los tambores y clavadas paralelos, y la dirección debe ser puesta por el agrimensor para el trabajo. Una vez fijado el sitio donde va a darse principio, conviene avanzar unos tres metros con la dirección aproximada puesta a brújula, con el fin de obtener el campo que necesitamos para las marcas.

Para el trabajo, colocamos una marca de agrimensura en la guía en el principio del tambor o clavada que la conectamos con la poligonal general, luego pasando el instrumento a este punto A, y con línea atrás en la marca de referencia (15), conociendo ya por consiguiente el azimut de la línea así formada 15-A, podemos calcular el ángulo necesario que debemos dar al instrumento para que su anteojo nos marque la dirección requerida. Hacemos colocar en esta dirección una nueva marca B, la cual con la marca A en la cual tenemos el instrumento, nos marcará la dirección para el trabajo. Con plomadas puestas en estas marcas, podemos a ojo determinar el centro del trabajo, y cuando esto se haga dificultoso por haberse aumentado la distancia, podemos nuevamente con el instrumento colocar dos nuevas marcas adelante en la misma línea, y así sucesivamente a medida que se requiera.

En este caso podemos trabajar por el método corriente de azimut, o sea con el instrumento en A dejamos marcado en él, el azimut de la línea de referencia 15-A, tomando línea en 15, transitamos el anteojo, y hacemos un ángulo de tal modo que el círculo horizontal nos marque el azimut que buscamos.



Azimuth requerido para la linea	355°-10'
Azimuth 14-15	284°-30'
Angulo en 15	164°-00'
	<u>448°-30'</u>
	180°-00
Azimuth 15-A	268°-30'
	<u>180°-00</u>
Azimuth <u>A-15</u>	88°-30'
Azimuth requerido	<u>355°-10'</u>
Angulo $\hat{a}$ derecho	266°±40'

CROQUIS Y CALCULOS PARA LA COLOCACION DE UNA DIRECCION

### CONEXION ENTRE DOS PUNTOS

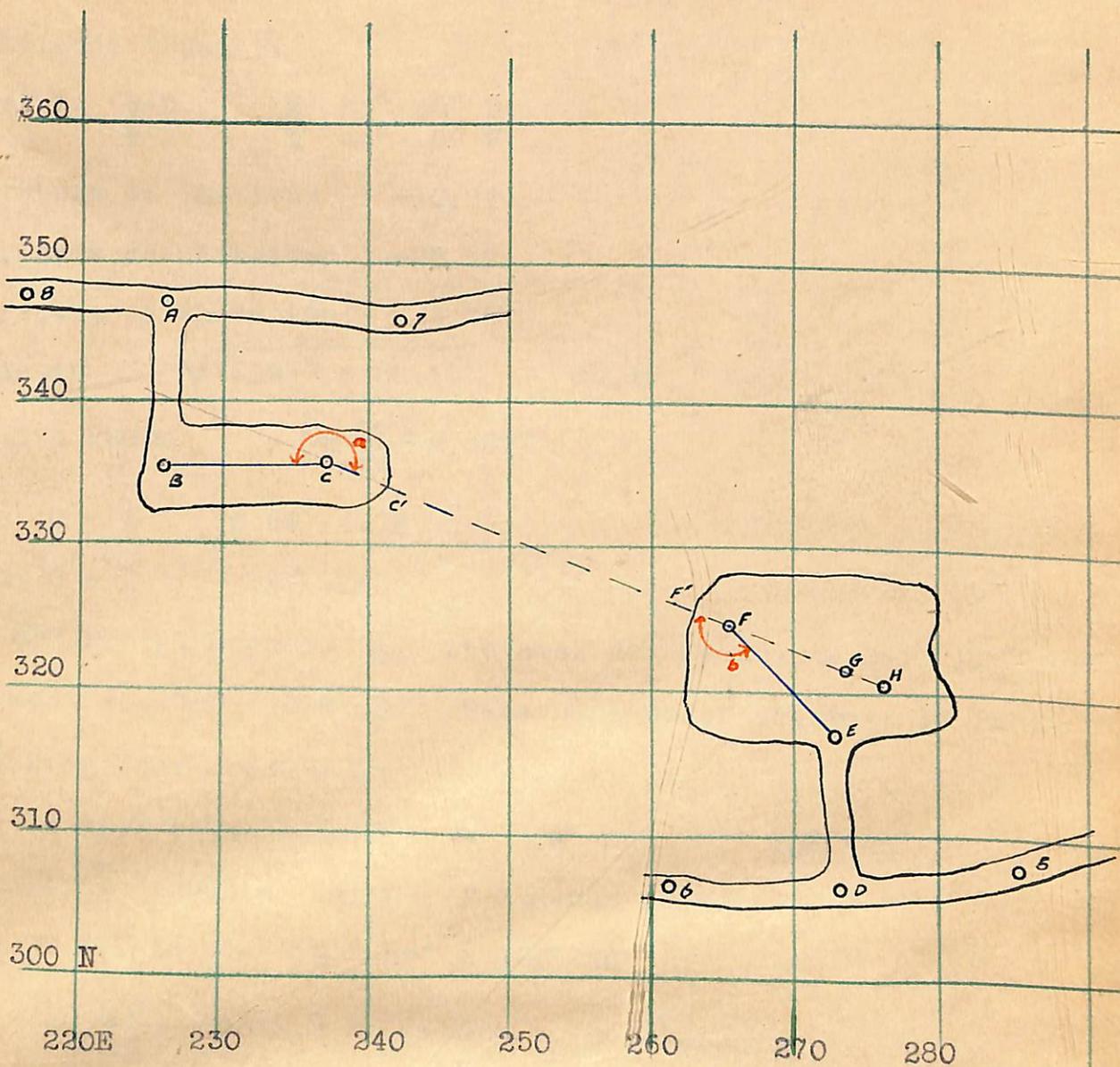
Es problema corriente en una mina el determinar la distancia y dirección entre dos puntos, entre los cuales se desea hacer una conexión. Así por ejemplo: siguiendo el plano adjunto siguiente, se desea determinar la dirección y distancia entre los puntos C y F y la pendiente que debe darse al trabajo. Por el método corriente ya explicado, llevamos nuestra agrimensura hasta localizar los puntos C y F.

De las notas de agrimensura podemos conocer las coordenadas respectivas de estos dos puntos, los azimuts de las líneas extremas de las poligonales y las cotas de las estaciones C y F.

De estos datos podemos deducir : la diferencia de longitud y latitud entre C y F; y si dividimos la diferencia de longitud por la diferencia de latitud obtenemos la tangente del rumbo, que según el signo de las diferencias de longitud y latitud será : N. S. E. ú O. y la distancia la obtenemos por la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de las diferencias de longitud y latitud .

Para el ejemplo tenemos los siguientes datos:

Azimut	B-C	N	88° - 30'	
Azimut	E-F	N	315° - 50'	
Coordenadas de C			335.48 N	
			237.21 E	
Coordenadas de F			324.51 N	
			265.40 E	
Cota de C			528.12	
Cota de F			524.36	Mtrs.



CROQUIS DE CONEXION ENTRE DOS PUNTOS C - F

12

Resolviendo tenemos:

Rumbo de B-C      N 88°-30' E  
                   E-F      N 44°-10' W

Diferencia de Latitud      -10.97

Diferencia de Longitud    +28.19

Diferencia de elevación    3.76

Distancia       $\sqrt{10.97^2 + 28.19^2} = 30.25$

Tangente rumbo       $\frac{28.19}{10.97} = 2.5697$

Rumbo C - F      S 68°-44' E

Azimut C - F      111°-16'

Para obtener el ángulo  $\hat{a}$  restamos del azimut de C-F 111°-16' el azimut de C-B 268°-30' Pero para poder efectuar la resta debemos agregar 360 - 00

$$\hat{a} = 360^{\circ}-00' + 111^{\circ}-16' - 268^{\circ}-30' = 202^{\circ}-46'$$

Y ángulo  $\hat{b}$  igual a azimut F-C menos azimut F-E

$$\hat{b} = 291^{\circ}-16' - 135^{\circ}-50' = 155^{\circ}-26'$$

$$\frac{3.76}{30.25} = 12.4 \% \text{ Pendiente por ciento.}$$

Estos datos de oficina deben ahora ser llevados a la mina, para poner en ella las marcas necesarias, que sirvan de guía para el trabajo.

Colocamos el instrumento en la estación F. haciendo que el anteojo tome línea en E. midiendo el ángulo  $\hat{b}$  a la derecha estaremos marcando el centro de la conexión proyectada, dejamos señal en la frente y transitamos el anteojo para dejar otras marcas permanentes G. H. iguales a las corrientes de agrimensura en la línea F. C.

Podemos localizar primero el punto H. mas lejano, chequeando por repetición el ángulo y luego colocamos G. en línea, y medimos las distancias al punto F. para que nos queden conectados con la poligonal, y en ellos podemos poner las plomadas que nos sirvan de guía. El punto F, esta muy expuesto a perderse por las explosiones de la polvora.

De una manera similar procedemos en la otra extremidad, pero si se nos presenta dificultad para poner las marcas, podemos avanzar previamente unos metros, marcando una dirección aproximada con el tránsito o solo con la brújula.

Las distancia de C y F a los frentes restadas de la distancia total calculada C F nos dá la distancia neta para perforar.

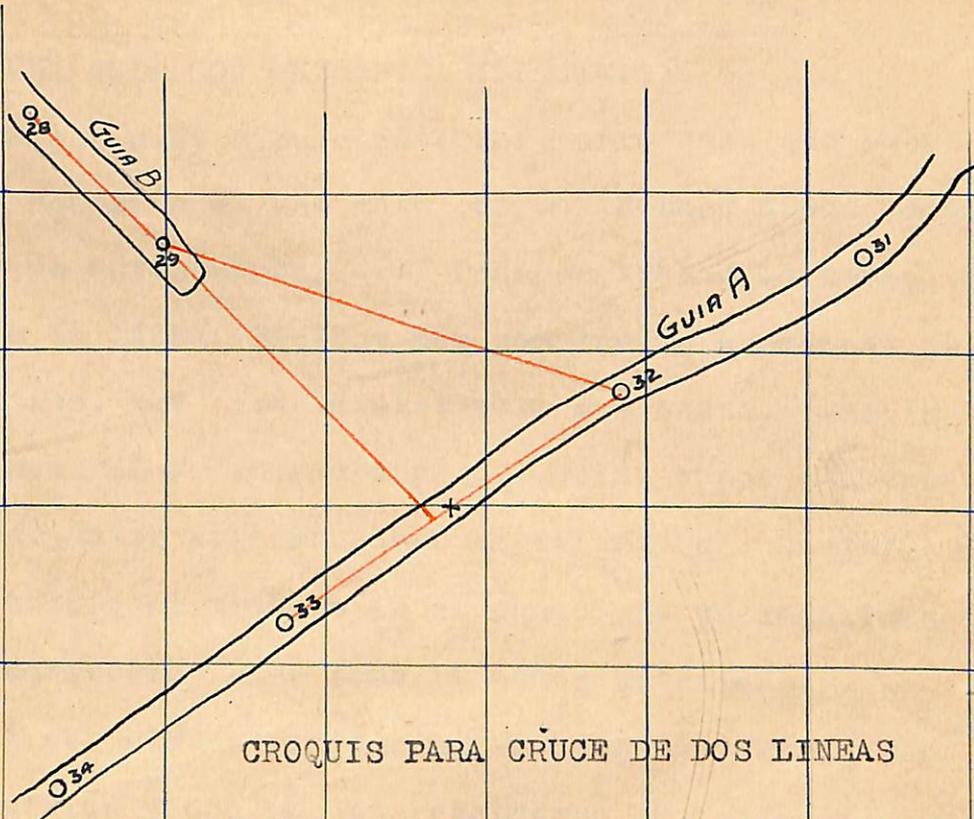
La pendiente se puede llevar en el trabajo por medio de una regla o escuadra apropiada, o sea que los dos lados no paralelos en la regla o el ángulo de la escuadra den el ángulo de la pendiente. Colocando un nivel de carpinteria para poner un lado horizontal, podemos ir comprobando si el suelo lleva la pendiente necesaria, y cuando se lleva carrilera es mejor comprobar por los rieles. Si la pendiente es mayor de 15 grados pueden ponerse marcas con clavos en las paredes de las guias, donde se puedan colocar un para de hilos horizontales que entre si nos den la pendiente requerida.

En todos estos trabajos de conexiones es necesario revisar todo con el fin de evitar cualquier error. Todos los ángulos deben ser leídos por repetición y los rumbos magnéticos anotados para chequeo. En trabajos importantes debe buscarse si es posible, chequear la agrimensura entre los puntos terminales por otro camino; o en último caso entre algunas puntos intermedios, cuando no sea posible hacerlo en los terminales, como por ejemplo: cuando se hace conexiones de puntos situados en guías diferentes debe chequearse por la conexión más próxima como un tambor o un corte .

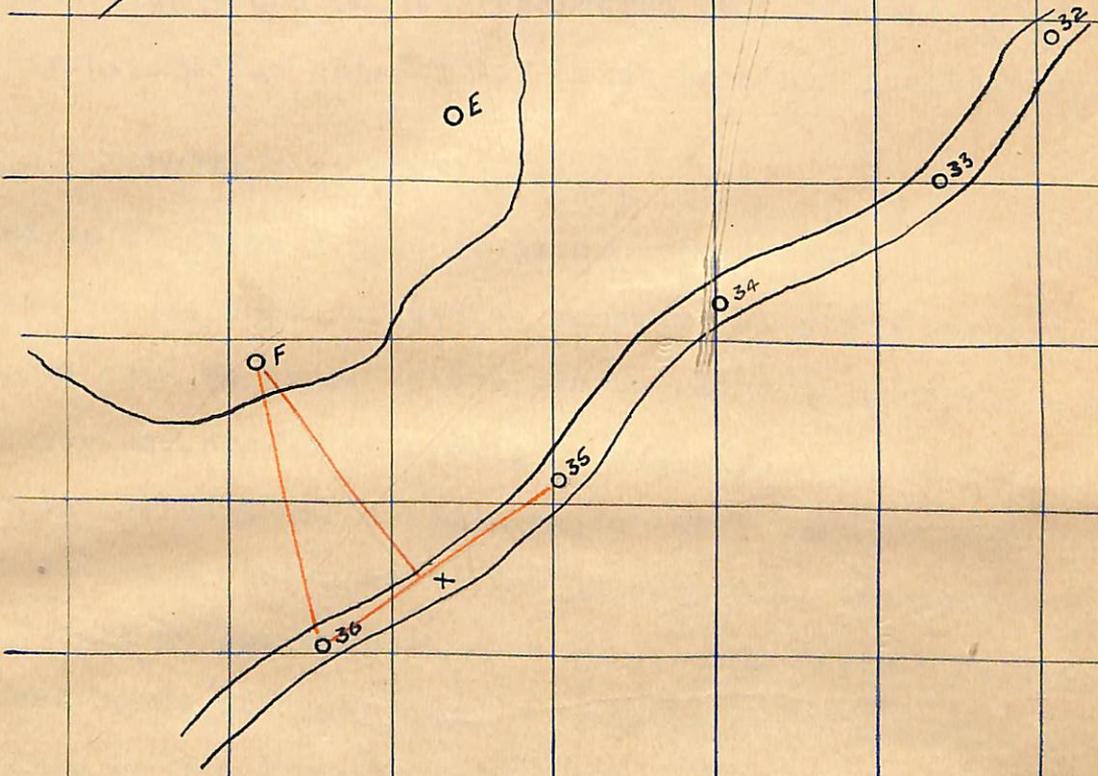
Para comprobar los cálculos debe hacerse el dibujo de la agrimensura de la conexión, en una escala mayor (1:200 es buena) y revisar con el transportador la escala si los ángulos y las distancias están bien.

#### CRUCE DE DOS LINEAS

Hay casos en que es necesario saber dónde dos líneas se interceptarán, como por ejemplo : donde la guía A interceptará la guía B. Podemos hacer la construcción que muestra la figura siguiente y tenemos los datos para resolver un problema, ya que conociendo las coordenadas de las estaciones 29 y <sup>32</sup>32 podemos saber la distancia y rumbo de la línea que las une, conocemos también los rumbos de <sup>32</sup>32-<sup>33</sup>33 y 28-29 en prolongación, luego podemos conocer los ángulos del triángulo X-29-<sup>3</sup>32 formado por estas líneas y uno de sus lados, con cuyos datos podemos resolverlo.



CROQUIS PARA CRUCE DE DOS LINEAS



UNION DE UNA GUIA CON UN PUNTO DISTANTE

13

### UNION DE UNA GUIA CON UN PUNTO DISTANTE.

Tambien vamos en el dibujo anterior, otro caso que puede presentarse, la conexión de una guia con un trabajo donde tenemos una marca de agrimensura. Podemos trazar la normal del punto conocido a la linea 35-36 y por consiguiente conocer el rumbo de esta linea, que será la distancia mas corta, tambien conocemos la linea 36-F en rumbo y distancia, y por consiguiente ya tenemos los datos para resolver el triangulo 36-X-F.

Dando principio al trabajo en el punto X, ya localizado podemos poner la dirección X-F como ya hemos estudiado.

Como se vé hay ciertos casos como el presente que no requieren, mucha precisión y que pueden resolverse graficamente, y con escala y transportador obtener los datos para su localización.

### CRUZADAS Y APIQUES PARA CORTAR VETAS.

El problema de guias y apiques para cortar vetas es frecuente. Debe siempre que esto se quiera, conectar el plano interior, si la mina ya está en explotación, con un plano de superficie aceptado, mejor con curvas de nivel, lo cual ayuda mucho para la localización correcta del trabajo, donde este sea mas economico no solo en cuanto a construcción sino en cuanto al transporte y desarrollo futuro de los trabajos, un apique hoy favorable, puede darnos mas tarde cruzadas cada vez mas largas y ser poco económico. Cuando no hay plano interior por no haber aun explotación, es necesario estudiar detenidamente, la dirección e inclinación de la veta, que son datos necesarios para una buena localización de los trabajos, pero cuando estos son de alto valor, no conviene hacerlos, sin un mejor conocimiento interior de la veta, por una explotación inicial.

Cuando se trata de un apique de importancia, es necesario levantar un plano mas detallado, al rededor del sitio escogido, anotando los afloramientos de roca y posible profundidad de esta al perforar, como tambien el estudio de las aguas que posible vengan a recogerse en el apique. Cuando no hay roca superficial, los sondeos son necesarios, ya que por desconocimiento del terreno puede venir un fracaso.

Cuando se trata de cruzadas de caracter permanente, que se hacen con el fin de acortar y facilitar el transporte, debe preferirse el lugar mas firme, como donde hay roca, cuando se dispone de los medios de perforación, y por esto conviene anotar en el plano el caracter del terreno. La alineación recta es mas favorable, y y en cuanto a pendiente .6% es buena para transporte y desague. Los apiques inclinados, normales a la dirección general de la veta y siguiendo la inclinación aproximada de ella, son en ocasiones mas economicos, porque las cruzadas que de él parten a buscar la veta son mas cortas, que en apiques verticales.

El problema de encontrar la distancia para un apique o cruzada, a una veta cuando el trabajo se hace en una dirección normal a ella, es un problema sencillo trigonométrico, como se vé en el diseño y calculos siguientes. Si el apique es inclinado, o el tunel tiene una pequeña inclinación como es corriente, el problema varia un poco, pero no hay dificultad. Si el tunel o el apique estan en un plano que no es normal al plano de inclinación, puede resolverse buscando la linea de intersección de los planos, de la veta y del tunel o apique.

A-C 60.00 mtrs.

D-C 39.50 "

Triángulo A-B-C.

A 31°-30'

B 18°-30'

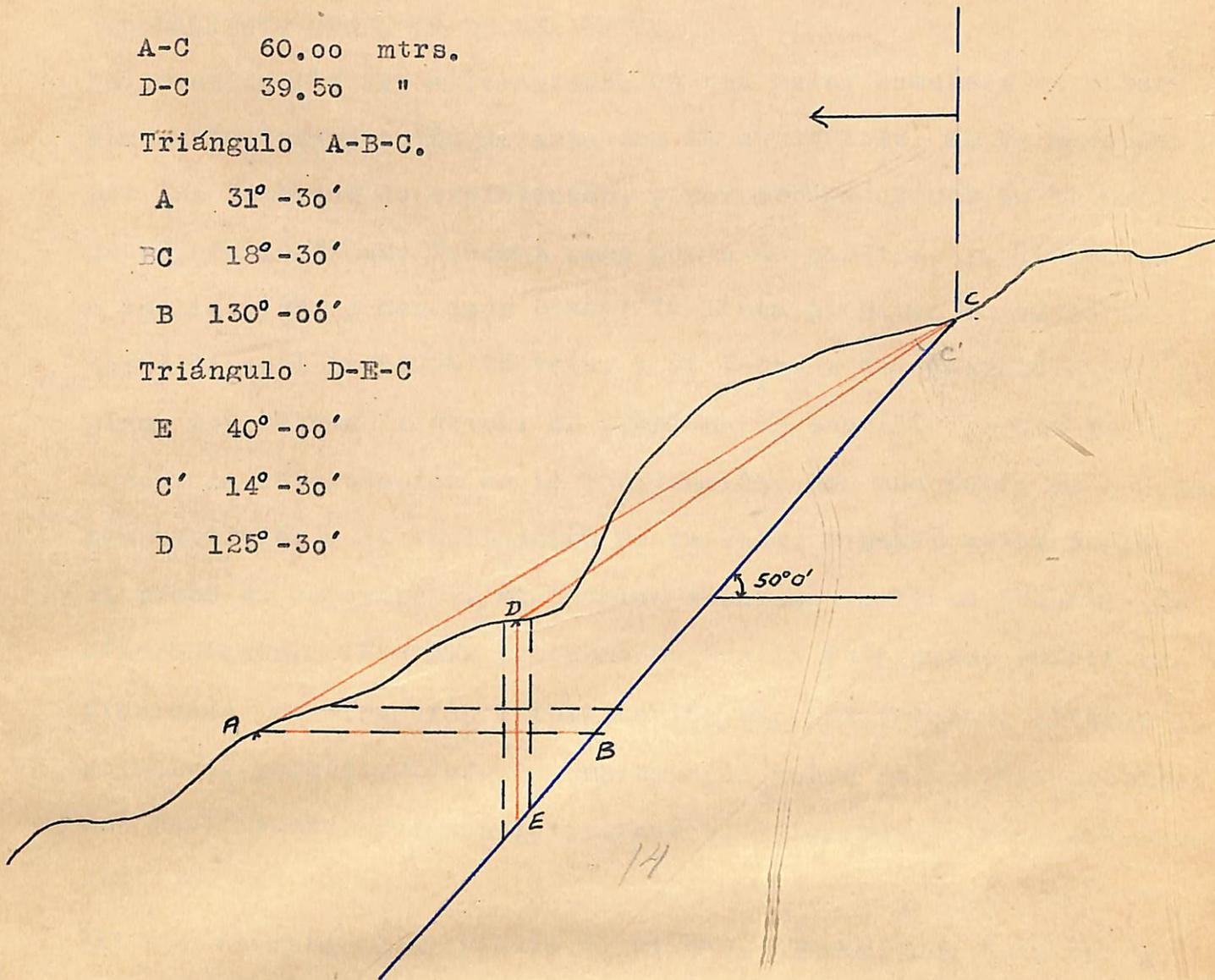
C 130°-00'

Triángulo D-E-C

E 40°-00'

C' 14°-30'

D 125°-30'



$$AB = AC \times \frac{\text{sen } C}{\text{sen } B} = \frac{\text{sen } 18^{\circ}-30'}{\text{sen } 130^{\circ}-00'} \times 60.00 = 24.85 \text{ mtrs.}$$

$$DE = DC \frac{\text{sen } C'}{\text{sen } E} = \frac{\text{sen } 14^{\circ}-30'}{\text{sen } 40^{\circ}-0} \times 39.50 = 15.39 \text{ mtrs.}$$

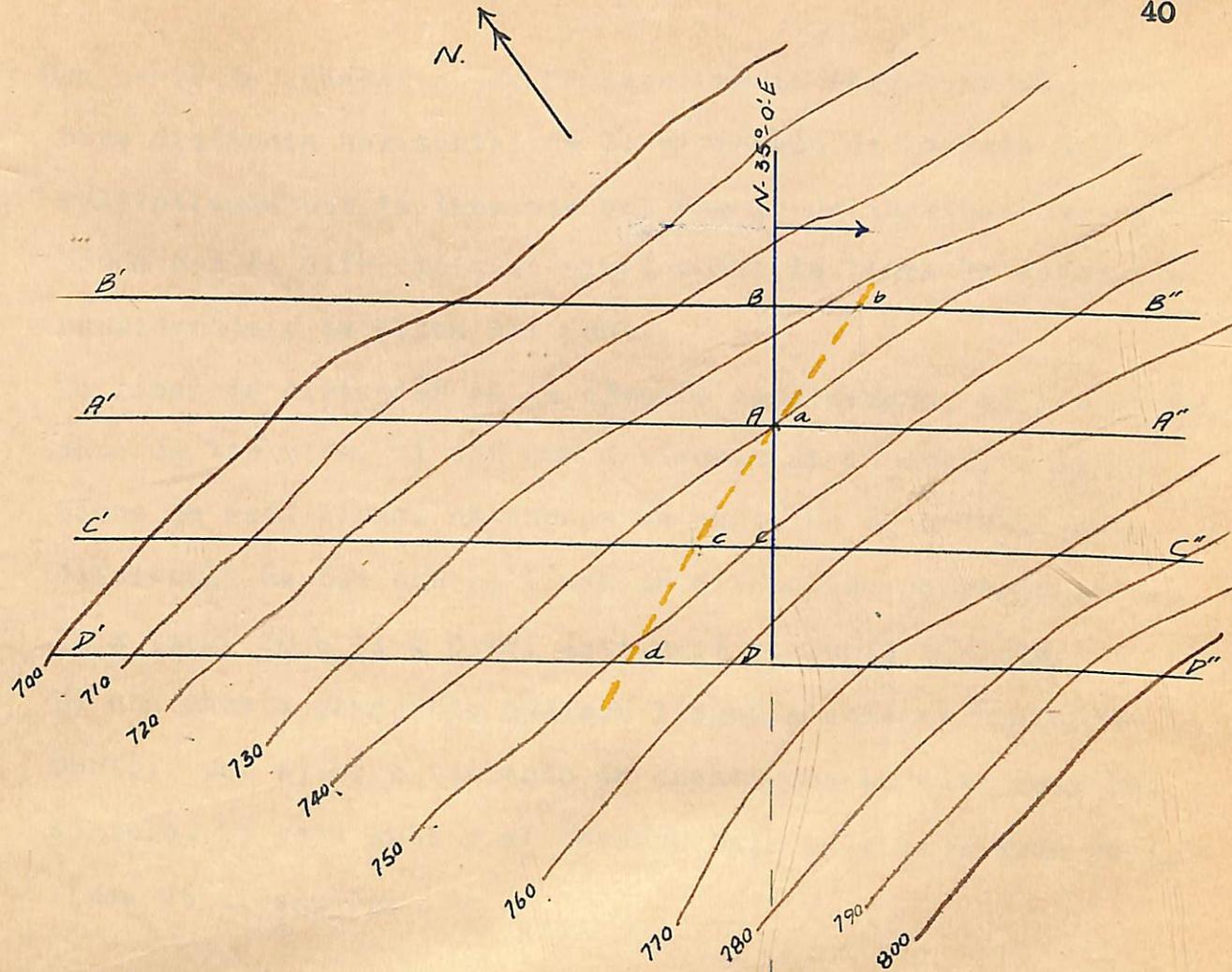
DISTANCIA DE CRUZADA Y DE APIQUE VERTICAL A UNA VETA

### AFLORAMIENTO PROBABLE DE UNA VETA.

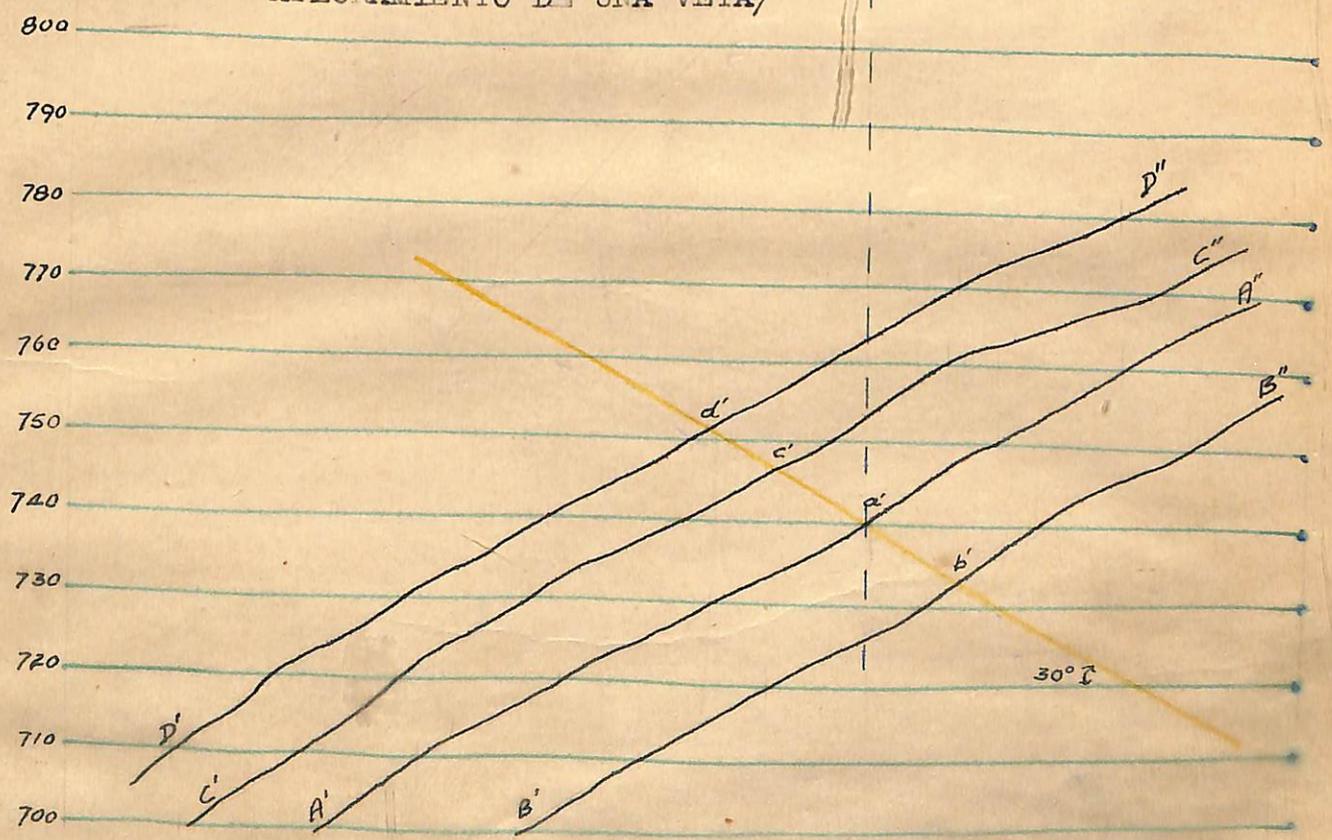
La localización del afloramiento de una veta, consiste en determinar, la intersección de ésta con la superficie. Si ya conocemos por los trabajos de explotación, o por observaciones en el punto de afloramiento que tenemos como punto de partida, la dirección e inclinación, y deseamos buscar la línea probable en superficie sobre la cual se halla la veta, y si tenemos de superficie un plano con curvas de nivel, el problema es sencillo porque basta buscar la intersección de la inclinación, con una serie de secciones paralelas a la inclinación de la veta, y pasar estos puntos al plano de superficie, al unirlos tendremos la línea probable de afloramiento. Decimos probable porque la veta puede sufrir variaciones en dirección e inclinación que naturalmente alteran la solución, pero siguiendo la exploración sobre esta línea probable así determinada, podemos determinar el afloramiento real con menor trabajo.

Así por ejemplo en la figura siguiente, tenemos una veta de la cual conocemos como dirección N 35 -0' E y con 30 grados de inclinación hacia el E. Curvas de nivel de 10 en 10 mtrs. Determinamos sobre secciones paralelas los puntos de intersección b', c', d' que marcamos en el plano de superficie para obtener la línea de afloramiento b.a.c.d.

Si estando en el terreno, deseamos hacer la localización directamente en él, debemos proceder por ensayos. Así: si tenemos el punto B, en la dirección A-B de la veta, cuyo nivel es 13 mtrs. mas bajo que A, la veta tendrá este nivel 13 mtrs. mas bajo a una distancia a la derecha de B de  $13 \times \text{Cotg. } 30^\circ = 1.73 \times 13 = 22.49$ , pero como a la derecha de B el terreno sube el afloramiento estará a una distancia menor.



AFLORAMIENTO DE UNA VETA/



Una serie de ensayos puede hacerse, hasta encontrar un punto cuya distancia horizontal de la dirección de la veta A-B, multiplicada por la tangente del ángulo de inclinación, corresponda con la diferencia de nivel entre la línea de dirección considerada y la altura del punto.

La línea de dirección en el ejemplo considerado, aflora en la cota de 740 mtrs. si con una distancia de 11 mtrs. a la derecha de esta línea, obtenemos un punto de cota 733,6 cuya diferencia de 6,4 con la línea de dirección, corresponde con  $11 \times \text{tang. } 30 = 11 \times 0,58$ ; este será el punto buscado.

De una manera semejante podemos llegar a obtener cualquier otro punto, por ejem. c teniendo en cuenta que en este caso del ejemplo, la veta sube y el terreno baja a la izquierda de la línea de dirección.

## AGRIMENSURA POR APIQUES VERTICALES

Ocurre a veces que las minas tienen apiques verticales, para transporte más económico y ventilación, además de otras entradas como apiques inclinados, cruzadas o guías horizontales. En ocasiones estos apiques son pequeños y sólo para ventilación y como salidas de emergencia. Estas salidas a superficie nos ayudan para chequear la agrimensura de la mina ya que podemos cerrar el polígono, con la poligonal superficial o con los puntos de triangulación, o cuando generalmente no podemos hacer el ángulo que corresponde al vértice del polígono, donde se encuentra el apique; el cálculo de las coordenadas de este vértice siguiendo la agrimensura de la mina y siguiendo la agrimensura superficial es un chequeo de mucha importancia.

Ocurre también que hay minas, donde es necesario introducir el azimut a la mina por el apique, por ser este el único medio de comunicación al exterior. Puede presentarse el caso de que existan varios apiques, dos o mas, que interiormente esten conectados entre si por la poligonal de agrimensura y en este caso el trabajo es mas sencillo; pero cuando hay uno solo, el trabajo es de bastante cuidado y requiere precauciones especiales, en este caso dos plomadas son necesarias en el apique para tener una línea en el interior, paralela a la misma línea que dan los alambres en el exterior.

Antes de dar principio a un trabajo en el apique, conviene taparlo en la parte superior para la seguridad del personal, como para evitar las corrientes de aire que producen movimiento en las plomadas.

Estas deben tener hilos metálicos lo más finos que ello sea posible, para presentar poca superficie a las corrientes de aire y salpiquen de agua que puedan moverlas, y deben ser suficientemente fuertes para resistir los pesos que es necesario colocarles para que los alambres se mantengan rectos y templados. Los alambres pueden ser de cobre, acero, o de una clase de alambre especial, de "piano" siendo este recomendado para trabajos de importancia. Un alambre de un milímetro de diámetro, tiene una área de  $0.008 \text{ cts}^2$  que en un acero de resistencia 8000 kilogramos por  $\text{cm}^2$  nos da una resistencia de 64 kilos y una carga segura de 30 kilos. El alambre

El alambre se lleva enrollado sobre un tambor y se hace pasar por una guía que puede ser una perforación en una lámina de hierro fijando esta lámina en la parte superior.

El alambre se baja en el apique con un peso pequeño teniendo cuidado que descienda sin tocar nada y quede libre de rozamientos; además que pueda tener pequeñas oscilaciones sin interferencia y que no vaya a sufrir torceduras o nudos que le causen desviación de su verticalidad. Cuando el peso está alcanzando el fondo se le agrega el peso adicional necesario para obtener el peso total requerido, el cual varía con la profundidad del apique, ya que un apique más profundo necesita mayor peso para poder sostener tenso y más quieto un alambre de mayor longitud, y pueda resistir mejor las corrientes de aire.

Un peso de 3 a 5 kilos puede ser suficiente para una profundidad de 25 mtrs. hasta unos 80 mtrs. pero para mayor profundidad hasta 30 kilos es necesario a veces. Es recomendable el empleo de pesos no magnéticos, como plomo o cobre y deben sumergirse en un líquido, donde no se hallen expuestos a la acción del aire, y donde tengan mayor resistencia a la oscilación, por lo cual en aceite da buenos resultados porque este presenta mayor resistencia debido a su menor fluidez; también es conveniente para esto que el peso tenga forma que le de una superficie mayor, como cruz o estrella .

El recipiente donde se sumerge el peso debe cubrirse y así su superficie, será menos expuesta por el aire o agua a sufrir oscilaciones , pero debe tenerse mucho cuidado que el peso quede en completa libertad, retirando de las paredes del recipiente para que pueda obrar libremente.

Debe recordarse que al agregar el mayor peso, el alambre sufre un alargamiento, <sup>tanto</sup> cuanto mayor cuanto mas se produzcan esfuerzos cerca al límite elástico y este alargamiento, puede continuar por algún tiempo, así que debe atenderse a que el peso no vaya a tocar el fondo del recipiente.

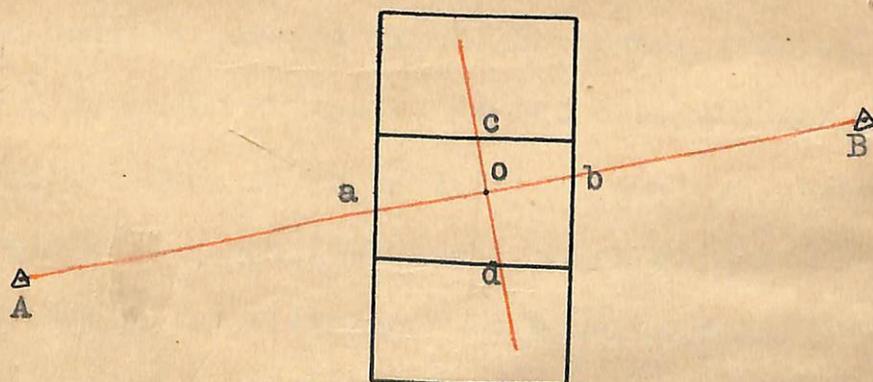
La comunicación entre el exterior e interior para señales, puede hacerse por medio de teléfono, o por el sistema de señales que se emplee para el transporte por el apique, como teléfonos neumáticos, timbres, campanas etc.

Cuando se dispone de dos aparatos y hay dos agrimensores es conveniente emplear ambos, para hacer las observaciones de localización simultánea arriba y abajo, y pueden repetirse las observaciones turnándose los observadores para mejor chequeo.

Después de que el alambre está colocado, debe observarse nuevamente en toda su longitud, para ver que no tenga rozamientos ni obstrucciones, para esto ayuda la luz de un foco eléctrico recorriéndola a lo largo de él. Un método para saber si alguna interferencia ocurre, es mover en superficie el alambre, haciéndolo ocupar las cuatro esquinas de un cuadrado de pulgada de lado por ejemplo, y si en el interior el alambre ocupa posiciones similares nos da idea de que está correcto.

#### LOCALIZACIÓN DEL ALAMBRE EN SUPERFICIE.

Cuando se trata de un solo alambre su localización en superficie se hace, dirigiendo hacia él la vista <sup>con</sup> del instrumento desde una estación conocida, y midiendo la distancia por método corriente. Podemos además colocar un punto de referencia en la continuación de la visual, y chequear nuestros ángulos y observaciones con el anteojo invertido. Medimos también la distancia del alambre a la marca de referencia, y de este modo lo tenemos completamente localizado en la línea A-B. En el apique se pueden dejar como referencia clavos marcando las líneas cuyo cruce dé la posición de la plomada. como en a-b-c-d.



## LOCALIZACION DEL ALAMBRE EN LA MINA.

Despues de que el alambre está en su posición mas fija posible, que sus oscilaciones son mínimas, puede localizarse por dirección y distancia desde un punto de agrimensura conocido, igualmente como se ha hecho en el exterior. Si es posible puede prolongarse tambien la visual y fijar un punto de referencia, cuya distancia al alambre es tambien tomada. Las vibraciones del alambre en el exterior, son relativamente pequeñas y no hay dificultad para apreciar con el anteojo la posición media del alambre, no sucede lo mismo en el interior, donde el hilo largo forma un péndulo que puede sufrir grandes oscilaciones, a veces casi imposible de evitar debido al movimiento del aire. En estos caso debe usarse una escala, mas allá del hilo, colocada firmemente en la dirección normal al anteojo. Esta escala que puede estar en papel blanco, graduada en milímetros o dobles milímetros, puede observarse bien con el anteojo y apreciar sobre ella las variaciones de la plomada, anotando una serie de posiciones extremas de las oscilaciones, para luego promediar. Varias series de observaciones deben hacerse con intervalos de algunos minutos, teniendo en cuenta de no tomar alguna variación que aparezca como muy brusca, fuera de lo normal. Para la distancia, aun cuando no se requiere generalmente la misma precisión exigida para la dirección, puede tambien usarse una escala para determinar el centro de las oscilaciones. Entre mas distante sea el punto desde el cual se observa el hilo, con el instrumento, menos influencia sobre el ángulo medido, tienen las oscilaciones de la plomada. De igual manera, debemos repetir las observaciones y ángulos con el anteojo invertido, y podemos dejar clavos de referencia para el hilo.

Ocurre a veces que solo por apiques podemos entrar el azimut a la mina, y puede darse el caso de tener varios o solo uno. Cuando hay dos o mas apiques, con la observación y localización de una plomada, que se coloque en cada apique, puede chequearse o determinarse el azimut de las lineas en la poligonal bajo superficie. Con dos podemos hacer el trabajo, pero si hay mas apiques, conviene unirlos todos para mejor resultado.

El principio que rige la orientación de la agrimensura de una mina por el sistema de las plomadas en dos apiques, se vé claramente de la solución gráfica del problema. Si hacemos dibujos en la misma escala de la agrimensura de superficie incluyendo, los alambres localizados en los apiques, e igualmente dibujamos la poligonal de la mina, al poner un plano sobre el otro, de tal modo que los puntos correspondientes a los apiques coincidan, tendremos orientado el plano de la mina con relación a superficie. Matemáticamente podemos deducir este problema procediendo como sigue: De la agrimensura de superficie, conociendo las coordenadas correspondientes a los apiques, calcular la longitud y rumbo de la linea imaginaria que los une. De la agrimensura de la mina calculamos el ángulo que hace esta linea imaginaria, con las lineas extremas de la poligonal, para lo cual debemos asumir primero un rumbo cualquiera a una de estas lineas extremas, y partiendo de las coordenadas de uno de los apiques que si conocemos calculamos las coordenadas de los puntos de estación y del otro apique, ya con estos datos podemos calcular el rumbo, para la linea que une los dos apiques, y los ángulos que hace esta linea con las dos lineas extremas de la poligonal

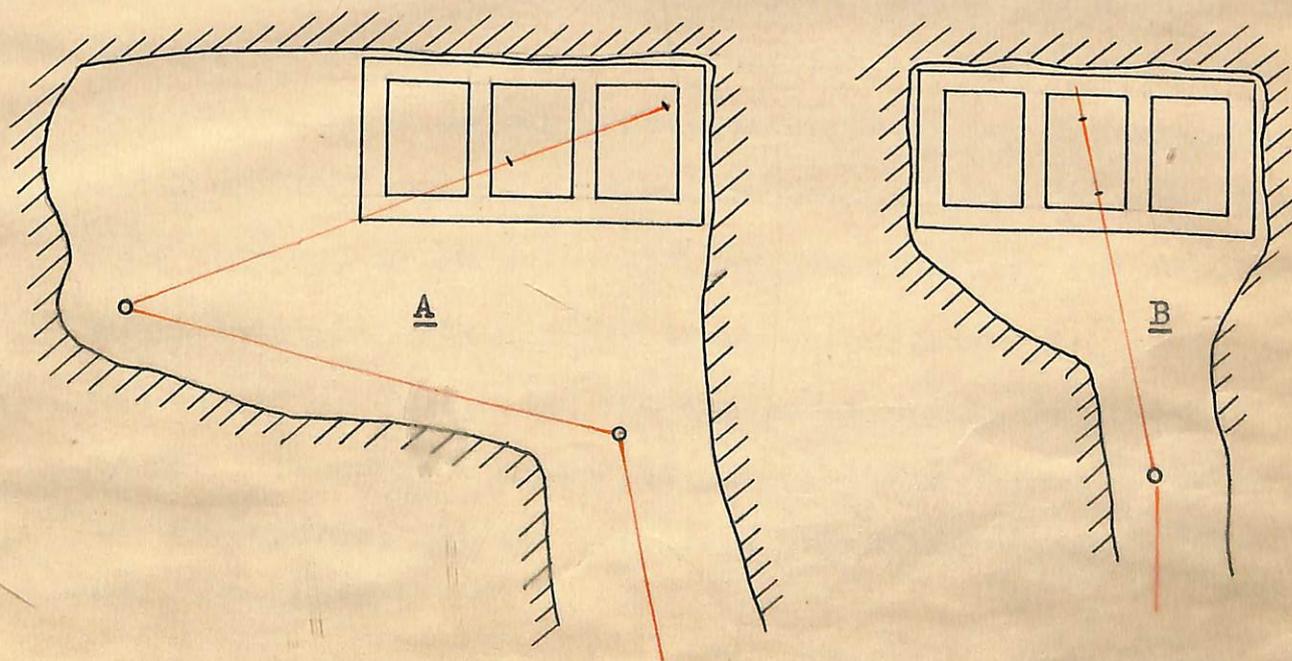
La distancia para la línea de unión de los apiques, calculada de la agrimensura de la mina, debe ser igual a la que hemos calculado en superficie para la misma línea, cosa que si no ocurre nos indica que hay un error, el cual debemos buscar antes de continuar en los cálculos; el azimut si será diferente ya que hemos partido de uno asumido, pero ahora podemos ponerle el verdadero conocido de superficie, y ya conociendo los ángulos de esta línea con la poligonal, repetir los cálculos para obtener los verdaderos azimuts y coordenadas.

Así por ejemplo: si tenemos dos apiques conectados en superficie por la poligonal A-1-2....B podemos determinar el azimut y distancia de la línea A-B ya que conocemos las coordenadas para sus puntos extremos, y conocido el azimut conocemos los ángulos a y b. Similarmente en la mina tenemos la poligonal A'-1'-2'-3'-....B'. asumiendo para la línea A'-1' un azimut, partiendo de A'. obtenemos las coordenadas de los puntos intermedios y de B', calculamos el azimut y distancia de A'-B' y los ángulos c y d, con las líneas extremas. Si la distancia de A'-B' concuerda con la distancia que hemos obtenido para A-B, ponemos entonces para A'-B' el azimut verdadero de la línea A-B y conociendo el ángulo c, recalculamos las coordenadas de las estaciones, debiendo obtener para B' las mismas coordenadas que tenemos para B en superficie.

### AGRIMENSURA POR UN SOLO APIQUE.

Cuando hay solo un apique vertical de conexión entre la superficie y la mina, por este único camino debemos pasarla alineación al interior. Dos alambres deben colgarse para obtener una línea, cuya dirección medida en superficie, es igual a la medida en el interior. El problema es sencillo y muy pocos cálculos requiere, pero practicamente presenta dificultades, debido a la poca distancia a que los alambres se encuentran, a veces de unos pocos metros. El metodo general de colgar los alambres y las precauciones que hemos visto deben seguirse en este, aun con mayor cuidado, procurando colocarlos lo mas lejos uno de otro, para obtener la mayor línea posible. Entre mas pequeña sea la distancia, cualquier variación en ellos, puede traernos un error relativamente mayor.

Cuando a los lados del apique hay espacio, como cámara para bombas puede obtenerse mayor distancia, como se ve en A, pero hay ocasiones en que solo disponemos de espacio en la dirección normal, y menor distancia podemos obtener, como se vé en B.



Para localizar los alambres en superficie, debemos determinar aproximadamente un punto en la continuación de la línea, para colocar el instrumento. Esto puede hacerse fácilmente colocando en línea con los alambres el hilo de una plomada; allí centramos el aparato, que luego movemos sobre su plato, hasta obtener que el anteojo tome precisamente en una sola línea los dos alambres de las plomadas, o sea la línea de referencia que necesitamos para el trabajo, podemos dejar puntos de referencia, mas alla de los alambres, donde está el instrumento y atras de el, y conectar esta línea con la agrimensura general de superficie.

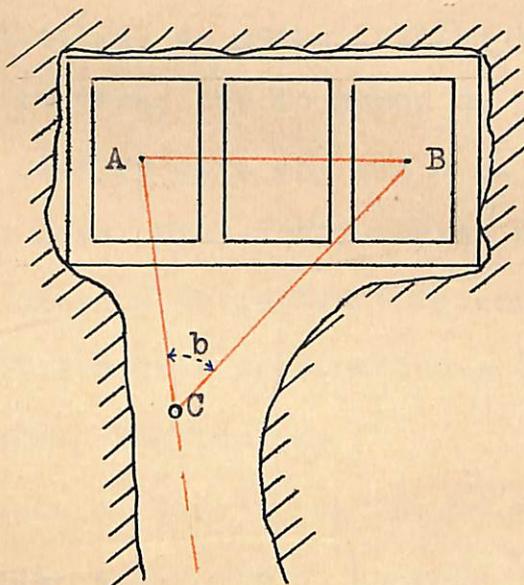
Igual cosa debemos <sup>hacer</sup> hacer en el interior de la mina, hay ocasiones en que no podemos dejar marcas de referencia en la línea, pero siempre podemos poner una marca en angulo y referenciarla cuidadosamente.

La distancia entre los alambres debe medirse con la mayor aproximación ~~a~~ posible en superficie, e igualmente en el interior, siendo esto un chequeo de su paralelismo.

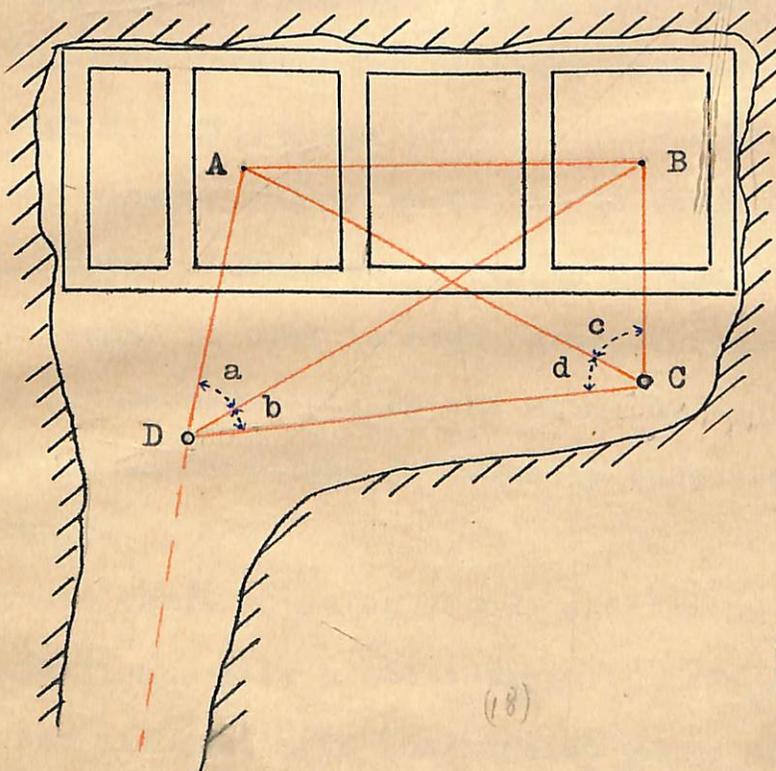
#### Localización de los alambres por triangulación.

Podemos emplear la triangulación para la localización de los alambres en superficie y en el interior, siendo a veces esto mas favorable, desde un punto podemos observar los dos alambres como se vé en la figura A, o tomar dos puntos para formar doble triangulo como en B, en cuyo caso podemos promediar los resultados.

En la triangulación debemos tener un cuidado especial con la medida de las distancias, ya que estas son la base para el cálculo del triangulo, y cualquier error, puede darnos un error grande en los ángulos, por ser los lados relativamente pequeños.



LOCALIZACION DE ALAMBRES POR TRIANGULACION



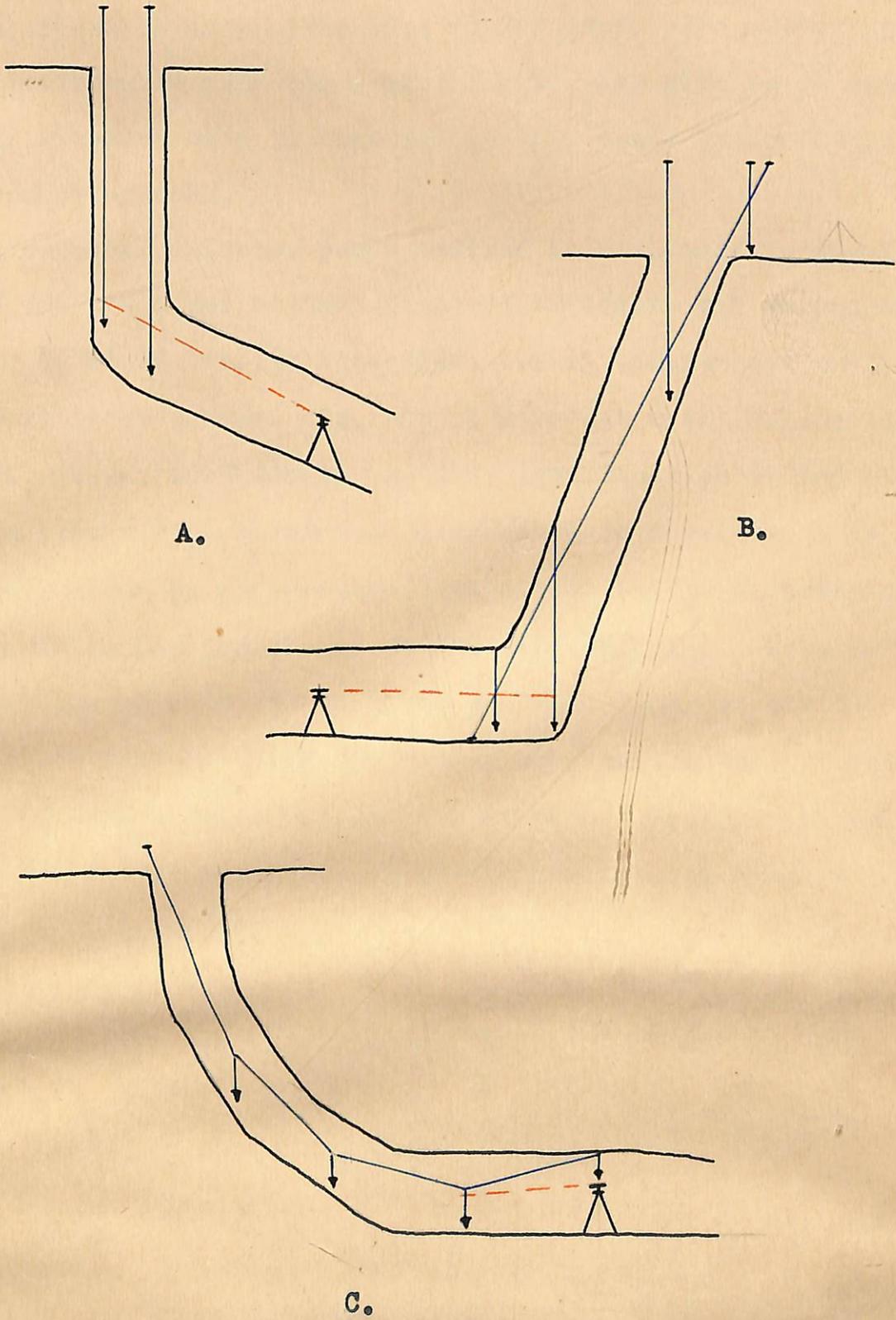
Hay ocasiones en las cuales se presentan apiques inclinados, pero no verticales, de mucha inclinación, que se hacen a veces siguiendo la veta, por lo comun de pequeña longitud, y generalmente hay siempre otra entrada a la mina para llevar la dirección principal, pero cuyas agrimensuras nos pueden ser de chequeo. Cuando se dispone de instrumento con anteojo auxiliar, puede emplearse este, o usar combinaciones de plomadas como se muestran en las figuras siguientes.

En A, tenemos el caso de un apique vertical y uno inclinado, en este se puede tomar con el anteojo la dirección de dos plomadas que estan en el apique vertical y cuya localización superior se conoce.

En B, tenemos el empleo de un alambre inclinado que se pone tangente con cuatro plomadas, que se observan para determinar la dirección. Para colocar las plomadas tangentes puede emplearse una guia atornillable, y que pueda acercar o alejar facilmente la plomada del alambre, hasta hacer que le quede tangente.

En C. puede observarse el empleo de una cuerda de plomada con varios pesos, lo cual lo hace permanecer en un mismo plano vertical, y por consiguiente en una misma dirección, la cual puede determinarse auxiliandose de plomadas tangentes, o unidas tambien a la cuerda.

Como puede verse en estos casos, es dispendiosa la medida horizontal y vertical, pero puede tomarse la medida inclinada a lo largo de los alambres, cuya inclinación puede medirse, usando un clinometro, para luego calcular y sumar las varias distancias horizontales y verticales obtenidas.



Alineación con plomadas.

19

20

### MEDIDA DE LA PROFUNDIDAD DE LOS APIQUES.

Es necesario determinar esta profundidad, para saber las cotas inferiores en relación a superficie. Los niveles de superficie son llevados hasta la boca del apique, donde puede dejarse un B.M. como referencia.

En pequeños apiques, puede medirse la distancia vertical, colocando una cinta que alcance el nivel inferior, con un pequeño peso que le dé la tensión requerida, con el instrumento o nivel en superficie, podemos observar la mira sobre el B.M. y la cinta que cuelga, anotando la lectura; igualmente en el interior podemos observar la cinta y la mira sobre un nuevo punto de referencia o marca de agrimensura, obteniendo así la diferencia de niveles entre los puntos por un sencillo cálculo. Este método puede continuarse de nivel en nivel con suficiente precisión.

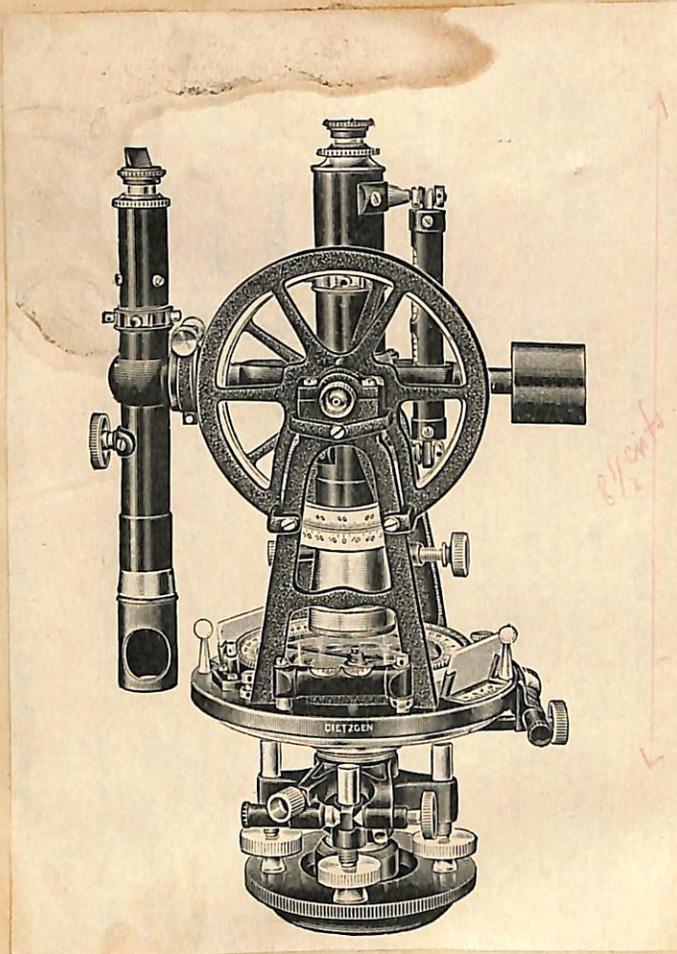
También puede llevarse la medida vertical, sobre el riel que sirve de guía a los barriles de transporte, dejando marcas sobre él con punzones, y pasando en cada nueva guía el nivel a las marcas de referencia.

### USO DE INSTRUMENTO CON TELESCOPIO AUXILIAR.

En la agrimensura corriente de una mina, muy a menudo se presentan partes, donde es necesario tomar visuales de mucha inclinación, de preferencia en tambores o clavadas cuya inclinación es superior a 45 grados. Las vistas hacia arriba, pueden tomarse con el tránsito ordinario ayudado de un prismático en el objetivo, pero hacia abajo esto no es posible, porque a más de 50 o 60 grados, la línea del anteojo sufre interferencia con el plato del instrumento.

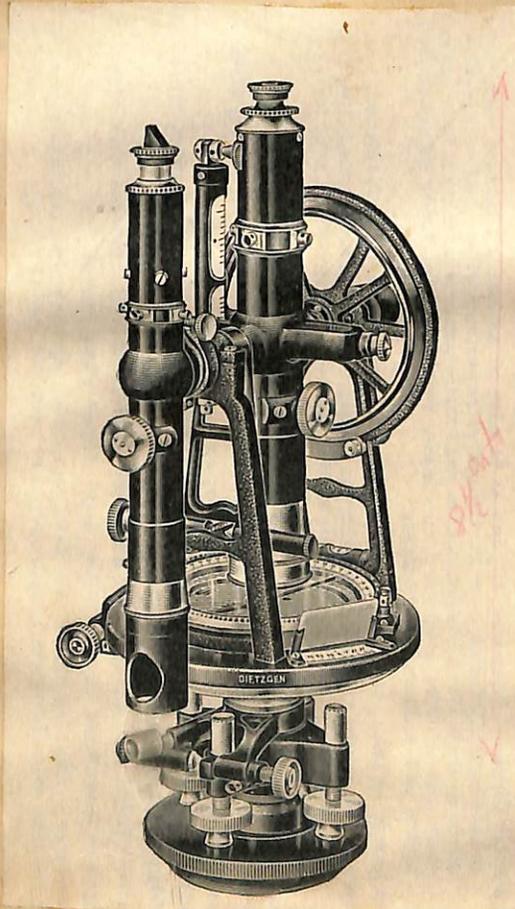
Los telescopios excentricos son de dos clases: telescopio excéntrico superior o excéntrico lateral, hay de construcción firme para cada clase, y otros en los cuales el telescopio auxiliar es cambiabile facilmente y puede usarse, ya en la parte superior o en cualesquiera de los lados, siendo en este caso un aditamento del instrumento corriente empleado en minas. El anteojo auxiliar de suyo mas pequeño que el principal, esta provisto de rosca para atornillar a ambos lados del anteojo o ambos lados del eje. Un contrapeso se atornilla tambien al lado contrario, con el fin de contrarrestar el peso extra, y equilibrar en los ejes el peso. Las figuras de estos instrumentos nos dan una idea clara de ellos. Como siempre se trabaja en lugares inclinados, hay que tener cuidado que las patas no causen interferencia con la visual del aparato, siendo mejor en ocasiones usar plataformas unidas a las paredes, o ganchos especiales.

Cuando se emplea el telescopio intercambiable, puede usarse en el trabajo corriente de dos modos: usando el telescopio en la parte superior para la lectura de los angulos horizontales, y el telescopio lateral para la lectura de los ángulos verticales.



Auxiliar colocado  
Parte superior

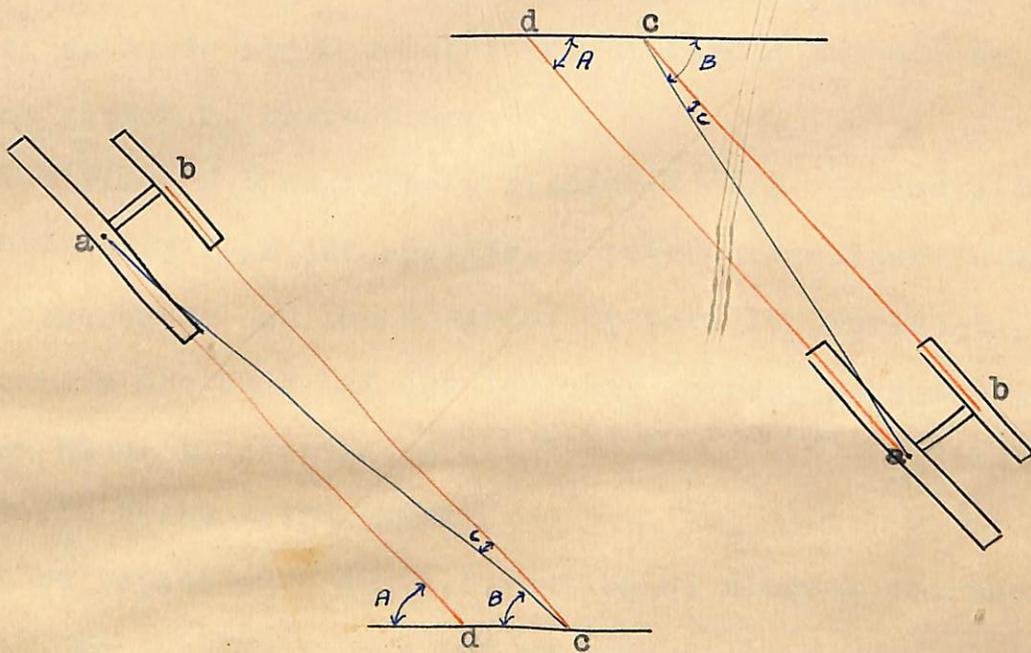
TELESCOPIO AUXILIAR INTERCAMBIABLE



Auxiliar colocado  
Parte lateral.

En este caso ninguna corrección es necesaria para los ángulos leídos, siendo estos iguales a los que daría el instrumento con su telescopio principal, pero como esto requiere cambiar constantemente de lugar el telescopio, y estar ajustando este a su posición correcta, es a veces preferible emplear el anteojo solo en lugar y hacer las correcciones correspondientes que estudiaremos en seguida, o empleándolo lateral adoptar un sistema de trabajo que compense las correcciones.

Al emplear el anteojo superior, tenemos que hacer una corrección para los ángulos verticales que puede deducirse de la figura siguiente,



La línea b-c es la línea tomada con el telescopio superior, y la línea a-d, es la línea que corre paralela a esta a través del telescopio principal, y cuyo ángulo de inclinación A, es el medido en el círculo vertical. La distancia es medida de a-c, y el ángulo B, es el de la verdadera inclinación de esta línea y el cual necesitamos conocer.

Podemos ver que el ángulo correcto B, es igual al ángulo A, mas o menos el ángulo C, de corrección. Resolviendo el triángulo a-b-c, tenemos:

$$\text{Sen } \hat{C} = \frac{a-b}{a-c} = \frac{\text{excentricidad del auxiliar}}{\text{distancia medida}}$$

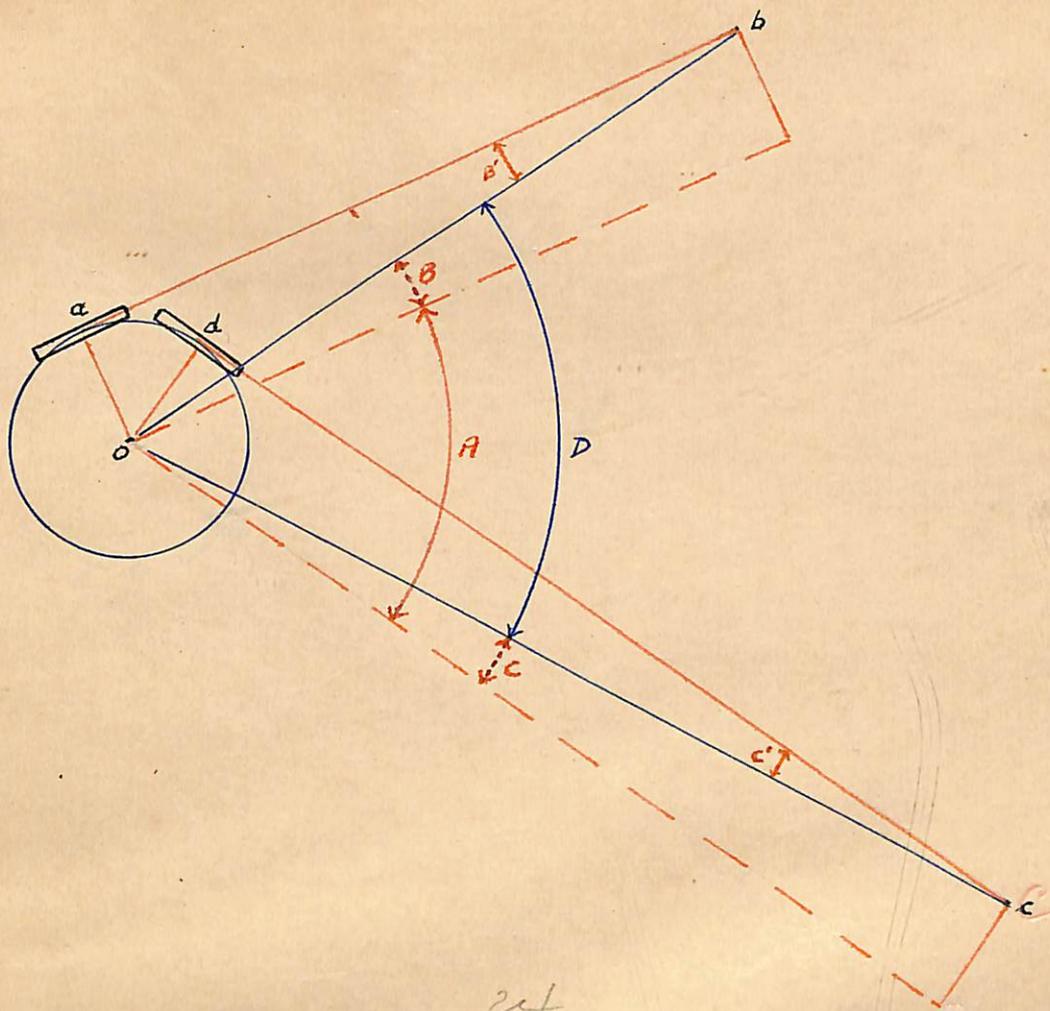
Si el ángulo vertical es medido hacia arriba o positivo, el ángulo leído es menor, y por consiguiente hay que agregarle la corrección, pero si es hacia abajo o negativo, el ángulo marcado es mayor y debemos restar la corrección.

La excentricidad del auxiliar o distancia a-b es conocida por las características del aparato, o podemos averiguarla muy fácilmente observando con los anteojos en posición horizontal una mira vertical, y anotando las dos lecturas correspondientes a cada anteojo para hacer la diferencia.

#### TELESCOPIO USADO LATERALMENTE.

Cuando se emplea para ángulos verticales ninguna corrección es necesaria, ya que la lectura que se hace es la verdadera del ángulo leído, con el anteojo principal, por ser las visuales paralelas, pero todo ángulo horizontal requiere una corrección que podemos deducir, observando la figura siguientes.

Al ángulo debemos hacerle dos correcciones, una cuando miramos atrás de un ángulo B, y otra cuando miramos adelante de un ángulo C, siendo A, el ángulo que nos marca el instrumento



El verdadero ángulo D, de las líneas es igual a:  $D = A + B - C$   
 pero B, y C, son iguales a B' y C' y estos pueden obtenerse resolviendo los triángulos respectivos a-b-o y c-d-o.

$$\text{Tang } B = \frac{a-o}{a-b} = \frac{\text{excentricidad}}{\text{distancia}}$$

$$C = \frac{c-o}{c-d} = \frac{\text{Excentricidad}}{\text{distancia adelante}}$$

Como podemos ver en la figura el anteojo está colocado en este caso a la izquierda del principal. Veamos en la figura siguiente el mismo caso pero con el anteojo colocado a la derecha.



Ahora si despues de una observación, con el anteojo en el lado izquierdo, nosotros transitamos el instrumento para tomar la otra observación, tendremos el auxiliar al lado contrario, y por consiguiente si tomamos el promedio de estas observaciones, cuya suma hace el instrumento, obtenemos el verdadero ángulo horizontal, teniendo además la ventaja de leer el ángulo por repetición con el anteojo invertido, anulando asi algunos errores que pueden provenir de mal ajustamiento. Por este sistemas puede leerse con mas repetición un ángulo, teniendo cuidado de tomar observaciones pares, la mitad con el anteojo directo y la otra mitad con el anteojo invertido, para poder promediar los resultados, compensando los errores de excentricidad.

#### AJUSTAMIENTOS.

El empleo del telescopio auxiliar requiere sus ajustamientos especiales, para hacer que el centro del anteojo auxiliar marque una dirección paralela con la del anteojo principal.

Despues de que el anteojo principal tiene todos sus ajustamientos correctos, como se hace ordinariamente para el trabajo, debemos obtener en el auxiliar las siguientes condiciones:

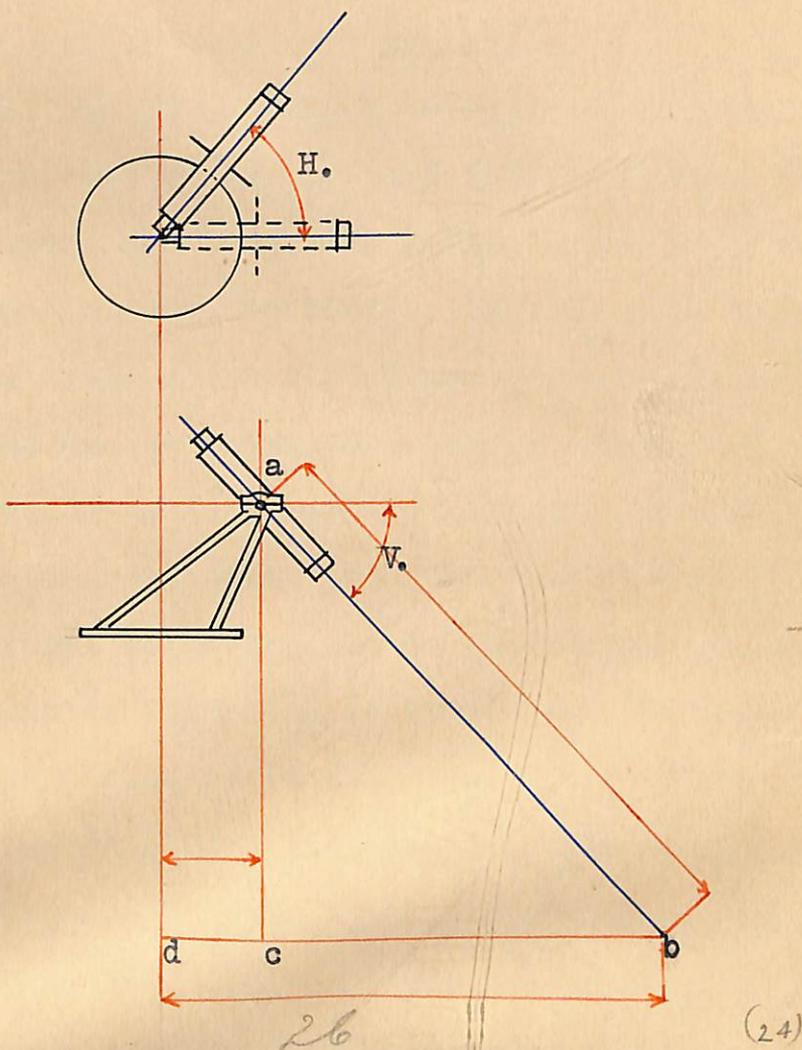
1. Hacemos girar el telescopio auxiliar sobre dos soportes, formados por dos Y, que pueden ser contruidos de madera con tal fin, haciendo coincidir la cruz de los hilos con un punto distante, al girar el telescopio sobre sus soportes, debe coincidir constantemente la cruz de los hilos con el punto; si no se cumple esto, corregimos en el punto de máxima diferencia, la mitad con los tornillos correspondientes de la reticula, y ensayos nuevamente hasta obtener que se cumpla la coincidencia completa, en toda una revolución.

2. Hacemos que el hilo vertical lo sea verdaderamente, para lo cual lo dirigimos a un punto lejano, y girando el instrumento sobre su eje horizontal, debe permanecer el punto sobre el hilo en toda su longitud, cosa que si no ocurre debe corregirse, girando la reticula. Puede hacerse tambien la observación sobre una plomada. Este ajustamiento puede alterar un poco el anterior, y debén repetirse, hasta obtener las dos condiciones.

3. Ya cuando vamos a trabajar, debemos hacer coincidir, los ejes verticales de los instrumentos, cuando el auxiliar vá en la parte superior, y los ejes horizontales cuando vá en la parte lateral. Para esto si podemos tomar un punto lejano que podamos observar simultaneamente con los dos anteojos, debe caer sobre el hilo de la retícula del auxiliar, cuando el correspondiente del principal lo está cortando. Cuando no se puede tomar un punto lejano, puede observarse uno cercano, y girar, sea sobre el eje horizontal cuando el auxiliar es superior, o sobre el vertical cuando es lateral. Para hacer que el hilo del auxiliar corte el punto, nos valemos de los tornillos tangenciales, que estan cerca a la rosca de unión del auxiliar, y movim<sup>ando</sup>iento estos, podemos hacer que el anteojo tome su posición correcta de trabajo.

Este último ajustamiento, debe hacerse naturalmente, siempre que el auxiliar se une al principal para iniciar un trabajo.

Ocasionalmente se emplean en minas otros instrumentos, como el mostrado en croquis en la figura siguiente, que son excentricos, pero que pocas correcciones necesitan en sus cálculos. No los estudiamos mas en detalle por su poca aplicación entre nosotros



El ángulo horizontal es igual al ángulo leído  $H$ .

El ángulo vertical que necesitamos para los cálculos es  $V$ .

Distancia horizontal  $d-b = a-b \times \cos V + d-c$

$a-b$  es la distancia inclinada medida

$d-c$  es una constante del instrumento

Distancia vertical  $ac = a-b \times \sin V$ .

TELESCOPIO EXCENTRICO

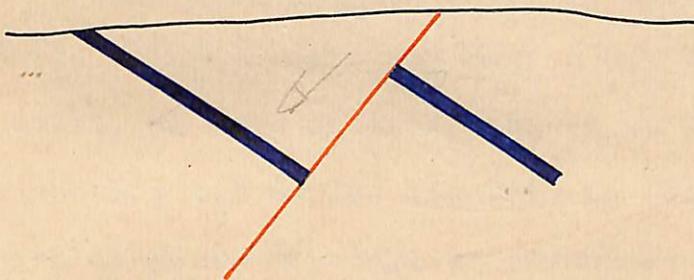
## LOCALIZACION DE FILONES PERDIDOS POR FALLAS.

Las vetas de mineral que forman capas de mayor o menor extensión, incrustadas en la corteza terrestre, han sufrido generalmente, alteraciones posteriores, que le causan doblamientos o fracturas, o cambio de lugar mas o menos intenso. Dejando a un lado el estudio geológico que atañe a estos problemas, vamos a estudiar rápidamente las reglas que se acostumbra seguir, cuando al avanzar sobre una guía se presenta la pérdida de la veta, causada por la falla, la cual podemos considerar como una fractura, a un lado de la cual ha tenido lugar un movimiento de las rocas, que han venido a quedar relativamente, cambiadas de lugar, con relación a las otras situadas al otro lado de la fractura.

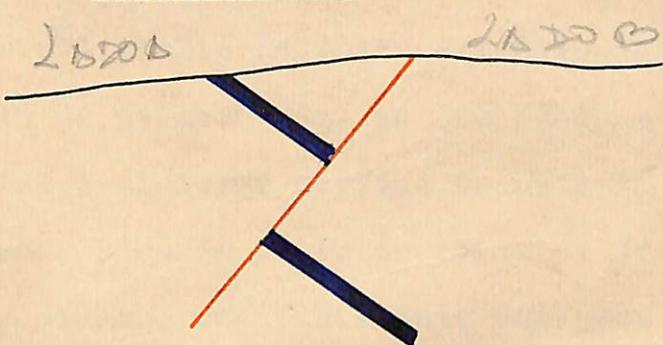
Como al agrimensor corresponde, localizar las fallas para los planos, y medir su dirección e inclinación, también él se encarga de marcar la dirección que debe seguirse, por eso hacemos aquí un rápido estudio de los casos que pueden presentarse.

Las fallas o fracturas pueden presentarse en cualquier dirección con relación a la dirección de las vetas, desde correr paralela hasta cortarla normal, y generalmente estas fracturas se presentan haciendo algún ángulo con la vertical, es decir inclinadas. Dos clases principales de fallas debemos estudiar; las fallas normales, son aquellas en que la parte deslizada hacia abajo, lo ha hecho en la dirección hacia la cual inclina la falla, y este es el caso que naturalmente ocurre. En las figuras podemos ver el caso de falla normal, con fracturas inclinadas en la misma dirección y en dirección contraria a la veta.

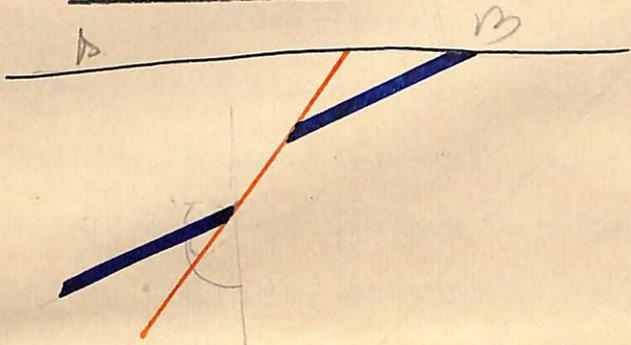
La falla inclina hacia la parte A, y esta parte es la que ocupa la veta la porción relativa mas baja, en relación a la mas alta en B.



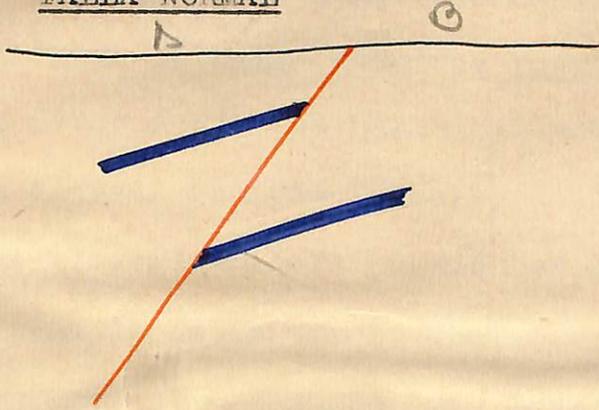
FALLA NORMAL



FALLA INVERSA



FALLA NORMAL



FALLA INVERSA

(25)

27

Todo lo contrario pasa en la falla invertida, de ahí su nombre, la parte relativamente mas baja o que ha deslizado, es la que se encuentra, al lado contrario hacia el cual inclina la falla.

Como podemos ver en las figuras, la falla inclina hacia la parte A, pero la parte mas baja se encuentra al lado B, contrario a la inclinación de la falla.

El valor del cambio de lugar relativo de las partes, no podemos conocerlo de primera vez, ya que puede ser de unos pocos metros verticales o alcanzar cientos de metros.

Entendiendo bien la posición relativa de las partes, en la falla directa, podemos muy facilmente entender las reglas que las rigen. Cuando avanzamos sobre una veta, por una galeria, y se pierde al presentarse una fractura, y esta fractura presenta inclinación hacia nosotros, recordando que en la falla normal, la parte mas baja se encuentra, hacia el lado al cual inclina la fractura, tenemos que en este caso, ya que nos encontramos en el lado hacia el cual inclina la fractura, estaremos por consiguiente donde se halla la parte mas baja, teniendo al otro lado de la falla la parte mas alta de la veta, pero como esta continuación desciende según la inclinación de la veta, nosotros podremos encontrar nuevamente veta, en el nivel donde nos hallamos, volteando la guia hacia el lado, hacia el cual inclina la veta.

Ahora de una manera similar, cuando nos encontramos al avanzar en la guia, con la falla que se inclina del lado contrario a nosotros, tendremos que la parte mas baja estará del lado hacia el cual inclina la fractura, o sea que nos encontramos en la parte relativa mas alta.

Como la veta en su continuación mas allá de la fractura, continuará ascendiendo, hacia el lado contrario de su inclinación, para buscar en el nivel donde nos encontramos, nuevamente veta, debemos llevar una cruzada dirigida en sentido contrario hacia el cual inclina la veta. Es recomendable llevar estas cruzadas en un ángulo aproximado a 45 grados con la dirección normal que tenemos de la veta, para avanzar tambien al mismo tiempo, la longitud dependerá del cambio que haya sufrido la veta, que no conocemos, y de la inclinación de la veta, siendo de menor longitud la cruzada cuanto mayor sea la inclinación de la veta. Si la veta corriera horizontal sin inclinación, no podriamos encontrar continuación al mismo nivel, siendo preciso en este caso ascender o bajar para encontrarla.

Con la anterior explicación podemos ya entender las reglas parciales para las fallas normales, que podemos anotar asi:

1. Cuando la veta se inclina hacia la izquierda y es cortada por una falla que se inclina hacia nosotros, la veta perdida se encontrará cruzando a la izquierda.
2. Cuando la veta se inclina hacia la derecha y es cortada por una falla que se inclina hacia nosotros, la veta perdida se encontrara, buscando a la derecha.
3. Cuando la veta se inclina a la izquierda y es cortada por una falla, que se inclina alejandose de nosotros, la veta perdida se encontrara buscando a la derecha.
4. Cuando la veta se inclina a la derecha, y es cortada por una falla que se inclina alejandose de nosotros, la veta perdida se encontrará, buscando a la izquierda.

5. Cuando la veta corre horizontal y es cortada por una falla que se inclina hacia nosotros, la veta se encuentra a un nivel mas alto y debe buscarse por un tambor.

6. Cuando la veta corre horizontal y es cortada por una falla, que se inclina alejandose de nosotros, la continuación de la veta estará a un nivel mas bajo, y podemos buscarla por trabajo en una clavada.

Hay una regla que ayuda a recordar las anteriores, y que dice: falla a los pies veta a la cabeza, falla a la cabeza veta a los pies, lo cual se explica, porque encontrando la falla a los pies primero, es porque esta inclina hacia nosotros, y por consiguiente la continuación estará mas alta, y segun la inclinación de ella para encontrarla al mismo nivel, debemos buscarla a la derecha o a la izquierda.

La falla puede cruzar la veta en ángulo recto o en cualquier ángulo no importando esto para la aplicación de las reglas, las que son siempre ciertas cuando la falla es normal, como es generalmente el caso, y como debemos considerarla, a no ser que por un estudio geológico o por conocimiento anterior de la falla, podamos saber que es una falla inversa, en cuyo caso naturalmente la continuación de la veta estará en sentido contrario.

Puede ocurrir tambien el caso, en que la falla se presente siguiendo la misma dirección de la veta, o sea paralela a ella; decimos entonces que la veta ha sufrido un salto que puede ser normal o inverso. En este caso siguiendo una guia horizontal, posible no se nos presentará la perdida de la veta, pero sí ocurrirá al seguir la inclinación de ella, sea por tambor o clavada.

Para buscar la continuación debemos aplicar las mismas reglas de la falla normal, a no ser de que tengamos conocimiento que el salto es inverso; o sea que cuando la falla o salto inclina hacia nosotros, debemos buscar la continuación hacia arriba, y cuando inclina alejándose de nosotros la buscamos hacia abajo.

#### METODO GRAFICO DE ZIMMERMAN.

Hay un metodo grafico para estos problemas, que lleva este nombre, y que vamos a reseñar aquí rápidamente, aun cuando coincide con las reglas que hemos dado anteriormente para las fallas directas, puede aplicarse tambien. Es como sigue:

Dibujamos la dirección de la falla y de la veta, y prolongamos estas líneas hasta su intersección, indicando por flechas la dirección hacia la cual inclina la veta y la falla, estas líneas representan la posición relativa de la veta y la falla a un mismo nivel, que podemos considerar como el nivel 1, por ejemplo.

2). Determinamos por construcción, la posición relativa de la veta y de la falla en un nivel mas bajo, y determinamos por prolongación la intersección de la veta y la falla, en este nivel mas bajo, que podemos considerar como el nivel 2.

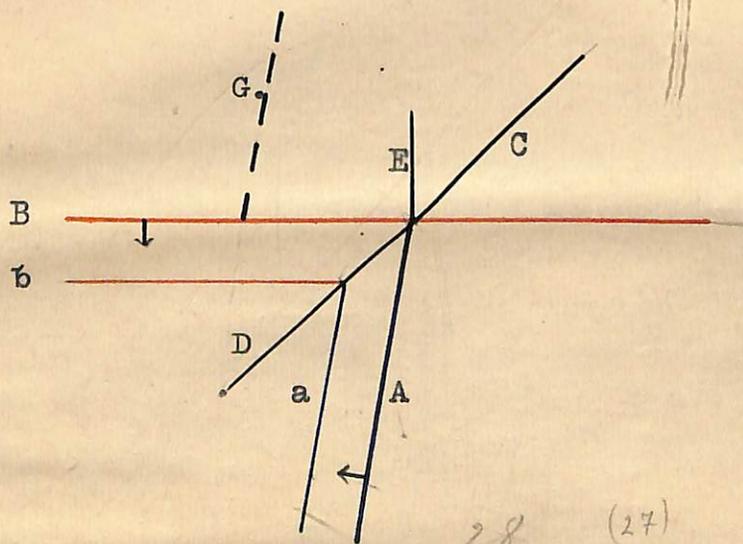
3). Dibujamos una línea que una los puntos de intersección de la veta y de la falla, en los dos niveles que consideramos.

4). Prolongamos la línea de intersección mas allá de la falla hacia un nivel mas alto en ella.

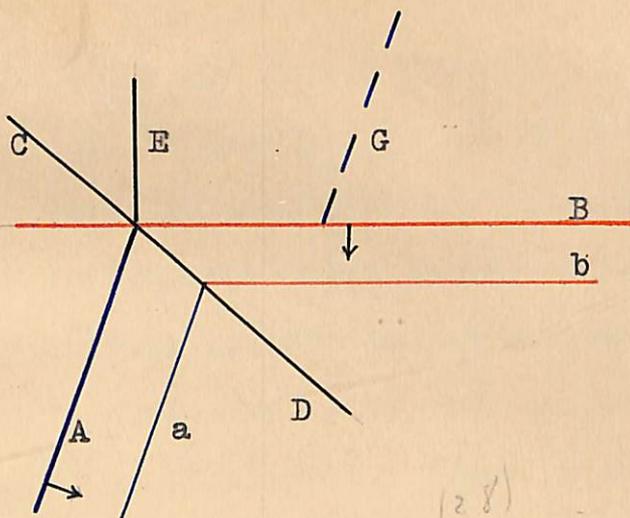
5). Trazamos una línea perpendicular a la falla, en el punto donde la línea de intersección corta la falla. y aplicamos la

REGLA: Del lado que esta perpendicular se encuentra con relación a la línea de intersección, de este lado se encontrará la continuación de la veta que debemos buscar.

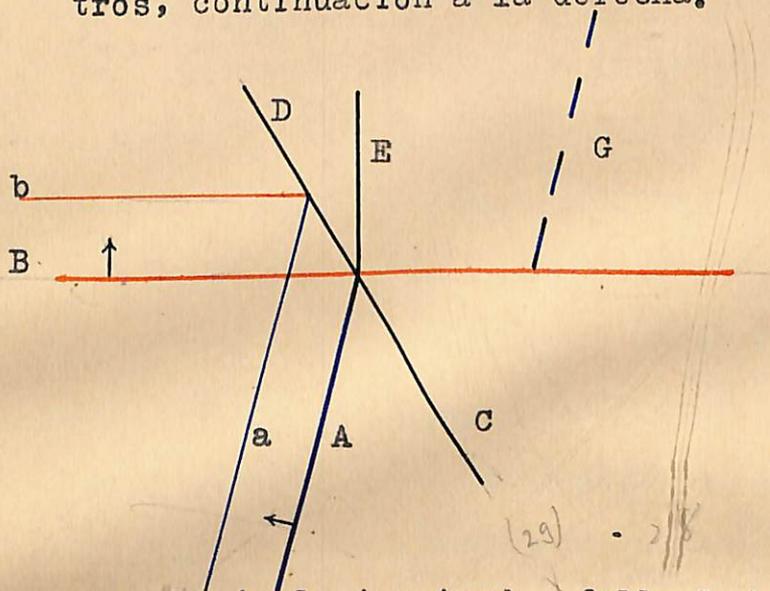
Los gráficos siguientes, nos dan una mejor idea de estos problemas. Si tenemos una veta A, que es interceptada por una falla B, que tienen su inclinación marcada según la flecha, podemos determinar a. y b. correspondientes a la falla y veta en un nivel mas bajo. No importa la distancia a la cual consideremos estos niveles asumidos, pero si debemos guardar una posición relativa según las inclinaciones correspondientes de la veta y de la falla. La línea C-D que une las intersecciones en los dos niveles, la prolongamos mas allá de la falla. La perpendicular E, la trazamos sobre la falla, siempre del lado donde buscamos la veta; y aplicando la regla encontramos la continuación G, del lado del lado en que esta normal se encuentra, en relación con la línea C-D que une las intersecciones.



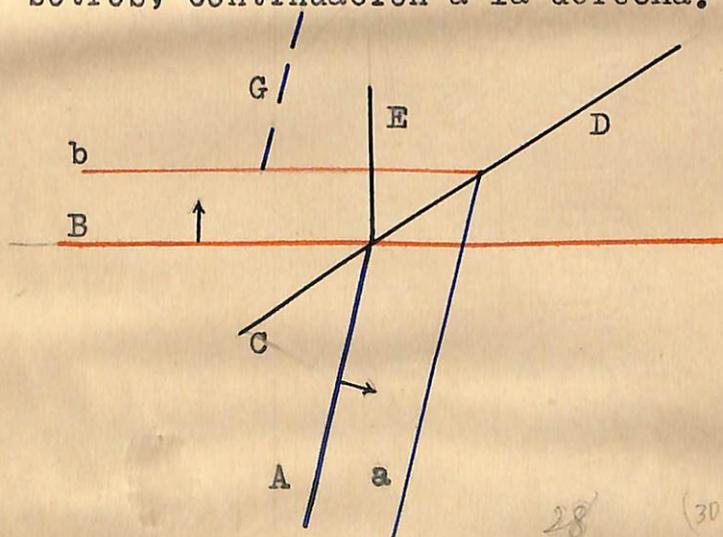
Veta hacia la izquierda, falla hacia nosotros,  
continuación a la izquierda.



(28)  
Veta hacia la derecha, falla hacia nosotros, continuación a la derecha.



(29) - 2/8  
Veta hacia la izquierda, falla lejos de nosotros, continuación a la derecha.



(30)  
Veta hacia la derecha, falla lejos de nosotros, continuación a la izquierda.

### MEDIDA LEGAL DE UNA CONCESION MINERA.

Debe hacerse esta de acuerdo con las disposiciones vigentes sobre la materia. Para una mina de veta, tenemos que su latitud es de 240 mtrs, y su longitud puede variar segun que conste de una, dos o tres pertenencias, siendo 600 mtrs, 1200 ó 1800 respectivamente. La medida debe hacerse sobre el terreno, siguiendo su inclinación y no en proyeccion horizontal. (Como se dice: "a cabuya pisada"). Puede hacerse con cinta o tambien con Stadia, pero para calcular en este caso, debemos multiplicar el valor leído en la mira por la constante y por el coseno del ángulo de inclinación y no por coseno cuadrado, teniendo tambien cuidado de seguir en la medida las ondulaciones del terreno, Debe procurarse obtenerse siempre un rectángulo, los ángulos rectos, pueden medirse con instrumento, brújula, escuadra y aun con cinta. Según disposiciones, las esquinas deben quedar perfectamente demarcadas con mojones o señales permanentes, y conviene siempre explicar como se hizo la medida y la orientación de las líneas con relación a los puntos cardinales. Tambien debe referenciarse la media a los menos con dos puntos importantes y permanentes, lo cual ayuda para relocalizar la mina; como son los cruces de quebradas, los cerros, construcciones, guías y en fin aquello que tenga un caracter permanente. En minas de aluvión las medidas son semejantes, pero la extensión es mayor siendo la de un cuadrado de 3 kilometros de lado o un rectangulo de 5 kilometros por 2 según mas convenga al interesado. Por su gran extensión, la media con stadia es muy práctica, y puede medirse solo una línea central, midiendo luego a ambos lados lo que sea necesario para obtener las esquinas. Procurando siempre dejar esa línea muy bien referenciada.

### CALCULO DEL VALOR ECONOMICO DE UNA MINA.

Forma tambien parte de la agrimensura de una mina la determinación de su valor, cosa de gran importancia desde el punto de vista de su explotación tecnica y económica.

La agrimensura en general, nos suministra los datos para calcular la cantidad de mineral probable en un deposito, cantidad cierta o probable dentro de ciertos límites.

Es necesario conocer el valor del mineral por unidad, para lo cual se requieren los ensayos. Son estas porciones de la veta, que se extraen en las guias, tambores o clavadas, de una manera regular, para conocer en el laboratorio por procedimientos químicos, la cantidad de oro que contienen por unidad de peso.

Las muestras para ensayar se obtienen cortando a todo el ancho de la veta, una faja de mineral de unos cinco centímetros de ancho, por tres o cuatro de profundidad, y que se deposita en un talego de lona o yute. Para determinar posteriormente el ensayo en el laboratorio, es recomendable el metodo de agregar junto con el ensayo un pequeño disco metálico numerado, dejando anotado este número en la libreta, junto con las demás referencias.

Para localizar el lugar donde se saca el ensayo, se acostumbra referirlo a una marca de agrimensura, por ejem Guia 2 Sur, marca 8 mas 10 mtrs. 12, 14 etc.

La distancia a la cual deben tomarse los ensayos, varía según ciertos factores, y según los resultados que de ellos queremos obtener. Hay minerales que sufren grandes variaciones en su tenor de riqueza, y otros que conservan un valor promedio mas constante. En los primeros es mejor tener ensayos mas cercanos que en los segundos, que puede tolerarse mayor distancia.

Hay ocasiones en que se desea conocer rápidamente, si una mina es económicamente explotable, para lo cual solo nos interesa saber si el mineral tiene un tenor de riqueza superior a un valor que hemos fijado como mínimo, en este caso podemos tomar distancias grandes. Pero cuando queremos conocer además, cuanto podemos esperar de determinado bloque, entonces se requieren ensayos mas cercanos; una distancia de cinco metros es bastante alta y solo admisible sino requerimos mucha precisión y si los valores del mineral no sufren mucha variación en estas distancias, una distancia de dos metros es recomendable en la generalidad de los casos, y ya un metro puede ser exagerada y costosa y solo útil en determinados casos.

Debemos anotar el ancho de la veta, y si esta se encuentra dividida es necesario anotar los anchos de las varias ramas, como tambien los de la roca encajante, dato de importancia para la explotación, porque nos indica la cantidad total de material que tendremos que explotar para aprovechar toda la veta. Ocasionalmente puede convenir sacar ensayos separados de las distintas ramas de una veta, porque puede que solo una lleve la riqueza del mineral. Tambien debemos anotar, cuando la veta no se encuentra totalmente expuesta, cosa que ocurre a veces porque se encuentra encajada en el techo o suelo de la guia, ocupando a veces un ancho total mayor que la altura de la guia, en cuyo caso es conveniente descubrirla en su totalidad, de cuando en vez para poder hacer un cálculo mas aproximado a la realidad. En vetas inclinadas debemos tomar el verdadero ancho de la veta normal a su inclinación, y nó la línea inclinada en la cual corta la guia que es mayor.

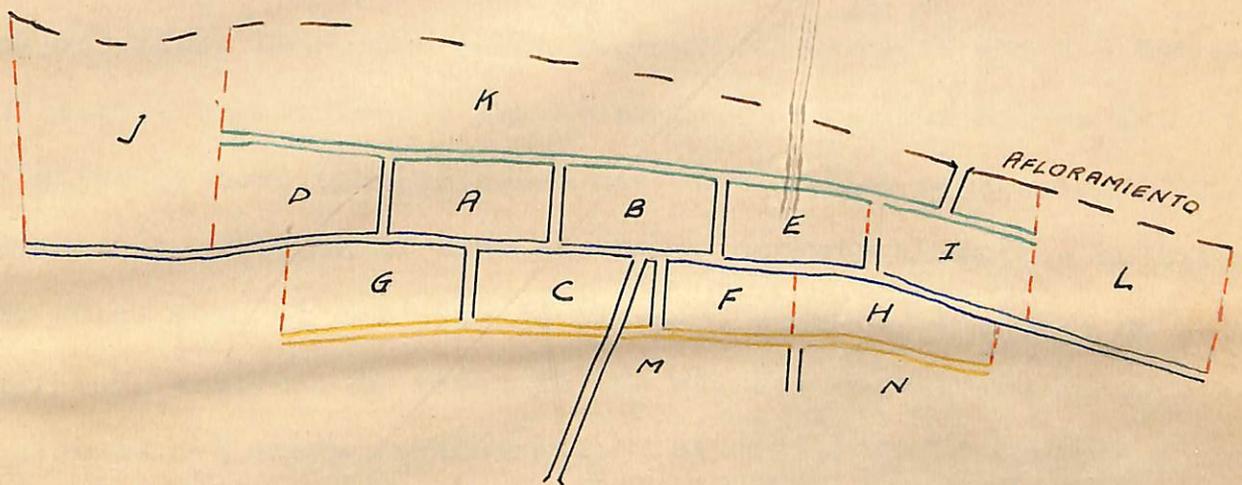
En ensayo que sacamos, debe representarnos lo mas aproximadamente que sea posible, el promedio de la veta en el lugar ensayado, para lo cual debe sacarse lo mas uniformemente que nos sea posible, igualmente de la parte dura que de la blanda, de la parte mineralizada o de la no mineralizada siempre que forme parte de la veta común explotada, debemos recordar que necesitamos un valor cuantitativo proporcional y no cualitativo, y que si tomamos como verdadero el valor de un ensayo mal tomado, naturalmente no encontraremos mas tarde en la explotación los valores que hemos calculado.

Los ensayos nos sirven tambien para determinar, que partes de la mina debemos dejar por no ser económico al extraerlas, como tambien sirve para mantener un promedio de riqueza en la explotación en general, lo cual es beneficioso para el sistema de tratamiento.

Varios casos se nos pueden presentar en la determinación del valor de un bloque de mineral, y los resultados serán mas o menos seguros según el número de datos que de él tenemos. Un bloque podemos conocerlo en todo su perímetro, en sus cuatro lados, ya que por el sistema mas corriente de explotación, debemos procurar obtener bloques en tal forma; estos bloques estan limitados por dos guias situadas en distintos niveles y por dos tambores, en cuyo caso debemos tener datos de ensayos tomados en las guias y tambores a igual distancia. En lugares inclinados las distancias para ensayos deben tomarse inclinadas.

Hay bloques que conocemos por dos guias y un tambor, o sea tres lados, que podemos determinar como mineral seguro, pero cuyo volumen y valor está sometido a una aproximación mas factible a error que en el bloque totalmente conocido.

Hay bloques conocidos solo por dos lados, como dos guías o una guía y un tambor. Hay ocasiones en que un bloque se presenta limitado por tres lados, pero uno de ellos tan distante, que es más conveniente, separar y formar de él dos bloques, uno que queda entonces determinado por tres lados conocidos y una línea imaginaria y otro por solo dos. Esto es debido a que la influencia de los ensayos de un lado, no debemos llevarla hasta muy lejos, y ya una distancia por ejemplo de cuarenta metros es alta y puede darnos cálculos más errados, particularmente si observamos que a ese lado, los ensayos en las guías tienen variación en ancho y en valor. El esquema siguiente nos muestra algunos casos de los anotados.



A-B-C.	4 lados
D-E-F-G	3 lados
H-I	2 lados
J-K-L	1 lado
M-N	mineral probable, 1 lados

Los valores de ensayos deben llevarse en la oficina, en libros de hojas especiales, como vemos por ejemplo en las paginas siguientes. Empieza la columna de marcas de referencia, M.R. donde se anotan las marcas de agrimensura, con relación a las cuales se midieron las distancias, que anotamos en la columna siguiente. La distancia total que se anota en seguida, es la distancia: para las guias, desde donde tienen su principio e iniciamos sus ensayos, sea el apique principal o cruzada o entrada; y para los tambores desde su marca de referencia en la guia. El ancho de la veta que vá en la siguiente se anota en la medida en que se haya tomado, por ejem cts. Despues viene la columna donde se anota: la suma total de anchos, que corresponde a una suma progresiva de los anchos tomada de la columna anterior, esta suma puede hacerse en el lugar que nos convenga para los calculos, y cuando pasamos los datos a otra pagina siguiente, como tambien puede llevarse de una manera continua. Cuando necesitamos la suma de anchos correspondiente a un tramo de guia, para el calculos de bloques, podemos obtenerla de esta columna, haciendo la resta de los valores correspondientes a los extremos del tramo considerado. Si dividimos la suma de anchos por el número de ensayos, tendremos un promedio de ancho de veta. El valor se acostumbra anotar en dolares o pesos oro, por tonelada. Con relación a ciertos valores que de cuando en vez se presentan, como un salto brusco con relación al anterior y siguiente, puede considerarse como debido a causas excepcionales como un granito aislado de oro que se fué al ensayo, y puede entonces: o promediarlo con el anterior y siguiente, o limitarlo a un máximo como por ejem a cien dolares por tonelada.

## MINA EL TESORO

MARCAS DE REFERENCIA	DI STANCIA METROS	TOTAL DI STANCIA	ANCHO CTS%	TOTAL ANCHO	VALOR Dolares.	ANCHO x VALOR	TOTAL A. x V.	OBSERVACIONES.
			GUIA	200ESTE.		(Continuación).	3	
4	13	82	24	1037 1061	8	192	28312 28504	Viene hoja 2.
	15	84	26		20	520		Dic. 30/34
	17	86	28		15	420		
	19	88	30	<u>1155</u>	16	480	<u>29924</u>	
	21	90	28		17	476		
	23	92	30		18	540		
	25	94	27		12	324		
	27	96	30		15	450		
	29	98	30		16	480		
	31	100	28		22	616		
	33	102	30		17	510		
5	12	104	25		18	450		
	14	106	25		30	750		
	16	108	30		35	1050		Enero 38/35
	18	110	27		32	864		
	20	112	28		30	840		
	22	114	32		25	800		
	24	116	35		26	910		
	26	118	27		30	810		
	28	120	25		22	550		
	30	122	29		28	812		
	32	124	33		25	825		
	34	126	38		17	646		
	36	128	40	<u>1752</u>	16	640	<u>43267</u>	
	38	130	40	1792	20	800	44067	

## MINA "EL TESORO"

MARCAS DE REFERENCIA	DI STANCIA METROS	TOTAL DI STANCIA	ANCHO CTNS%	TOTAL ANCHO	VALOR DOLLARES	ANCHO X VALOR	TOTAL A/ x V.	OBSERVACIONES.
		GUIA	3 Oeste.		(Continuación)			Hoja 3.
7	19	88	28	1336 1364	20	560	37345	
	21	90	30	1394	21	630	38535	
	23	92	32	1426	16	736	✓	Tambor No. 2
	25	94	35	1461	20	700		
	27	96	42		32	1344		Dic. 30/34
	29	98	45		64	2880		
8	8	100	40	1588	32	1280		
	10	102	42		16	672		
	12	104	38		18	684		
	14	106	37		19	703		
	16	108	50		21	1050		
	18	110	55		22	1210		
	20	112	52		20	1040		
	22	114	47		15	705		
	24	116	45		17	765	✓	
	26	118	40		16	640		
	28	120	35		22	770		Veta dividia
	30	122	32		28	896		" "
9	8	124	22		32	704		" "
	10	126	17		30	510		
	12	128	15	2115	28	420	55744	Tambor No. 3
	14	130	12		24	288		
	16	132	14		35	490		
	18	134	16		30	480		
	20	136	22	2179	15	330	57332	

## MINA "EL TESORO"

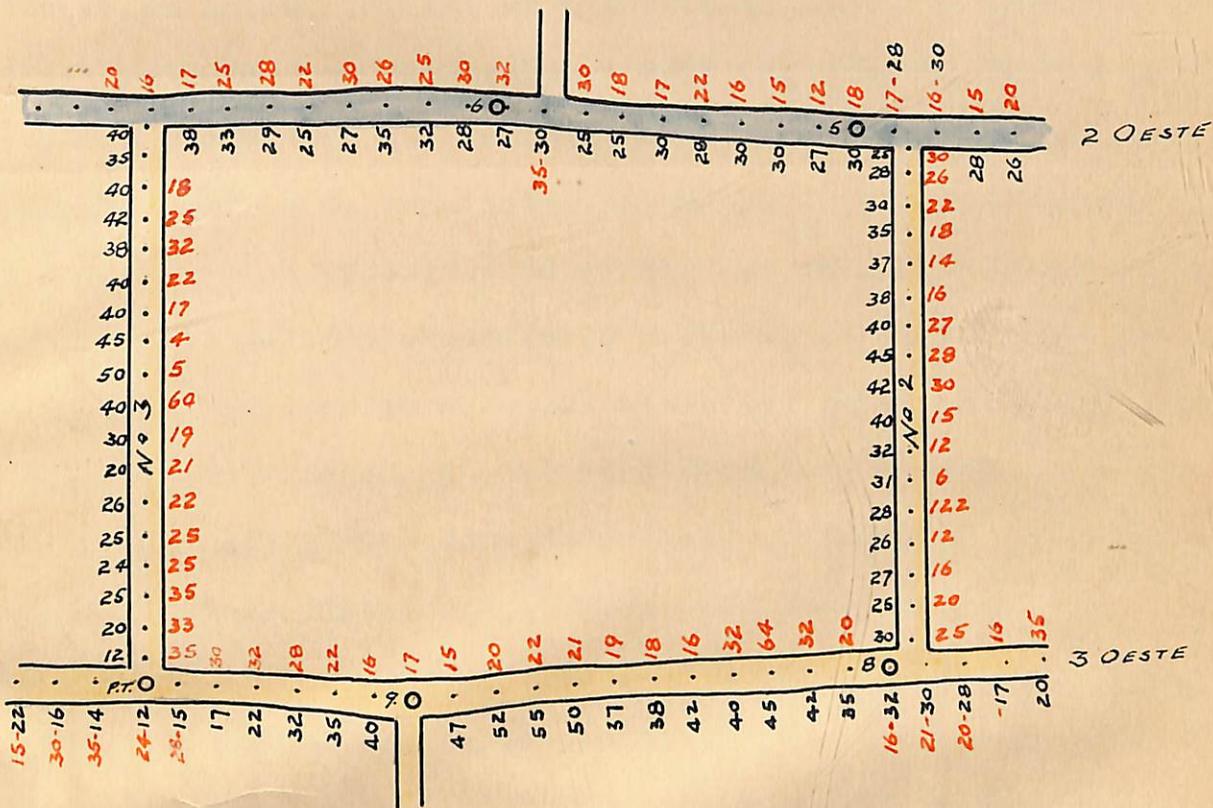
Marcas de Referencia	Distancia Mtrs.	Total Distancia	Ancho cnts.	Total Ancho	Valor Dolares	Ancho x Valor	Total A. x V.	OBSERVACIONES.
		GUIA	3 Oeste		TAMBOR	No. 2		
P.T.	2	2	30		25	750		
		4	25		20	500		
		6	27		16	432		
		8	26		12	312		
		10	28		100	2800		Reducido de 122
		12	31		6	186		
		14	32		12	384		
		16	40		15	600		
		18	42		30	1260		
		20	45		28	1260		
		22	40		27	1080		
		24	38		16	608		
		26	37		14	518		
		28	35		18	630		
		30	30		22	660		
		32	28		26	728		Feb. 27/35
		34	25	<u>559</u>	30	750	<u>13,458</u>	Fin tambor.

Promedio de 24 dolares sobre 33 cts. ancho.

## MINA EL TESORO

Marcas de Referencia	Distancia	Total Distancia	Ancho	Total Ancho	Valor	Ancho x Valor	Total A. x V.	OBSERVACIONES/
	Guia 3	Oeste	TAMBOR No. 3					
P.T.	2	2	13	13	35	455	455	Abril 5 /35
	4	4	20	33	33	660	1115	
	6	6	25	58	35	875	1990	
		8	24		25	600		
		10	25		25	625		
		12	26		22	572		
		14	20		21	420		
		16	30		19	570		
		18	40		60	2400		
		20	50		45	2250		
		22	45		4	180		
		24	40		17	680		
		26	40		22	880		
		28	38		32	1216		
		30	42		25	1050		
		32	40		18	720		
		34	35		19	665		
		36	40	593	25	1000	15818	Ultimo ensayo.

Promedio de 27 dolares sobre 33 cts.



BLOQUE CONOCIDO POR SUS CUATRO LADOS  
 POR DOS GUIAS Y DOS TAMBORES, PARA  
 DETERMINACION DE SU VALOR



Se calculan luego los productos de los anchos por sus valores correspondientes, lo cual va a servirnos para los promedios de valor, y tenemos tambien otra columna para anotar la suma total de estos productos, que debemos hacer cuando necesitamos, simi- larmente como la de suma total de anchos. y cuando necesitamos la suma de estos productos de anchos por valores para un tramo considerado, podemos encontrarlo haciendo la resta entre los va- lores que corresponden a los extremos del tramo; <sup>de acuerdo con</sup> ~~en esta columna~~ <sup>lo hecho para</sup> ~~de suma total~~ de anchos; y si dividimos esta suma de productos por la correspondiente suma de anchos, obtendremos el valor pro- medio. Tenemos además una columna para observaciones.

Como los valores de ensayos, se dan en terminos de una unidad de peso que es comunmente la tonelada, debemos para el calculo tener un valor para la densidad. Esta depende de la naturaleza del mineral; y en la generalidad de los casos nuestros predomina el cuerzo de densidad 2.6 con otros minerales mas pesados que la aumentan; aun cuando por descomposición, intrusiones o cavidades puede disminuir tambien. Tendremos casos de vetas, en las cuales será conveniente hacer determinación de densidad.

Como ejemplo vamos a seguir el cálculo de un bloque de cuatro lados determinados, como el que tenemos en la figura siguiente:

Tenemos de él los siguientes datos.

Tambor No. 2

Longitud del bloque por este tambor 33.5 Mtrs.

Suma total de anchos correspondiente 559 cts.

Suma de productos de ancho por valor 13.458 cnts. dolares.

Numero de ensayos 17

Tambor No. 3

Longitud del bloque por este tambor	34.0	Mtrs.
Suma total de anchos correspondientes	593	cnts.
Suma de productos ancho por valor	15.818	cnts. dolares
Numero de ensayos correspondientes	18	

Guia No. 2 Oeste.

Longitud el bloque por la guia	38.3	Mtrs.
Suma de anchos correspondientes	597	cnts.
Suma de productos anchos por valor	13.343	cnts. dolares
Numero de ensayos	20	

Guia No. 3 Oeste.

Longitud del bloque por esta guia	37.5	Mtrs.
Suma de anchos correspondientes	721	cnts.
Suma de productos A. x V.	17.209	cnts. dolares
Numero de ensayos	19.	

Densidad del mineral 2.5

Calculos:

$$\text{area del bloque: } \frac{33.5 + 34.0}{2} \times \frac{37.5 + 38.3}{2} = 1279.1 \text{ mtrs}^2$$

$$\text{Ancho promedio: } \frac{559 + 593 + 721 + 597}{17 + 18 + 19 + 20} = \frac{2470}{74} = 33.4 \text{ cnts.}$$

$$\text{Volumen: } 1279.1 \times 33.4 = 427.2 \text{ mtrs.}^3$$

$$\text{Peso: } 427.2 \times 2.6 = 1110.72 \text{ toneladas.}$$

$$\text{Promedio de valor: } \frac{13.458 + 15.818 + 13.343 + 17.209}{m \ 559 + 593 + 597 + 721} = \frac{59.828}{2.470} = 24.2 \text{ Dlls.}$$

$$\text{Valor total del bloque: } 1110.72 \times 24.2 = 26.879.--- \text{ Dolares.}$$

Si no existiera aun el tambor No. 3 sino allí una linea imaginaria. podiamos calcular el bloque como de tres lados, que con los datos que tenemos nos daria:

$$\text{Area: } \frac{33.5 + 34.0}{2} \times \frac{37.5 + 38.3}{2} = 1279.1 \text{ mtrs.}^2$$

$$\text{Espesor promedio: } \frac{559 + 721 + 597}{17 + 19 + 20} = \frac{1877}{56} = 33.5 \text{ cnts.}$$

$$\text{Volumen: } 1279.1 \times .335 = 428.5 \text{ mtrs}^3$$

$$\text{Peso: } 428.5 \times 2.6 = 1114.1 \text{ toneladas.}$$

$$\text{Promedio de valor: } \frac{13.458 + 13.343 + 17.209}{559 + 597 + 721} = \frac{44.010}{1.877} = 23.4 \text{ Dlls.}$$

$$\text{Valor total del bloque } 1114.1 \times 23.4 = 26.070 \text{ Dolares.}$$

Si no existiera ningun tambor, y solo con los datos de las guias podiamos calcular entonces:

$$\text{Area } 1279.1 \text{ mtrs.}^2$$

$$\text{Espesor promedio: } \frac{597 + 721}{20 + 19} = \frac{1318}{39} = 33.8 \text{ cnts.}$$

$$\text{Volumen } 1279.1 \times .338 = 432.3 \text{ mtrs.}^3$$

$$\text{Peso } 432.3 \times 2.6 = 1124.0$$

$$\text{Valor promedio: } \frac{13.343 + 17.209}{1318} = \frac{30.552}{1318} = 23.2 \text{ dolares}$$

$$\text{Valor total } 1124.0 \times 23.2 = 26.077 \text{ Dolares.}$$

Las variaciones de los valores totales, en los varios cálculos, no han sido en nuestro caso muy apreciables, porque los espesores y valores en los distintos lados del bloque, son mas o menos equivalentes, pero pueden presentarse en otros casos variaciones considerables. En la practica puede esperarse al explotar un bloque determinado por cuatro lados, y bien ensayado, variaciones aproximadas a un 10% máximo, por regla general.

Para terminar estos apuntes, unas pocas palabras sobre MODELOS DE MINAS. Para tener mas a la vista el estado interior de una mina, se acostumbra a veces el empleo de pequeños modelos, deducidos de los planos y cotas. Las guias pueden representarse por medio de alambre de plomo ductil, que permita acomodarlo facilmente a las variaciones, y que puede pintarse de varios colores convencionales, como por ejemplo para mostrar el tenor de riqueza del mineral en las guias; entre estas estas se colocan un tejido de alambre, donde pueden representarse los cortes y avance de los trabajos. En general es un trabajo sencillo, y puede prestar alguna utilidad practica.

BIBLIOGRAFIA. Me permito recomendar el libro de "Mine Surveying" por Edward B. Durham.

F I N .

