



422/100

7  
25.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**

**Métodos topográficos empleados para la exploración y explotación de la mina a tajo abierto Peña Colorada, en Minatitlán, Colima.**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

**INGENIERO TOPOGRAFO Y GEODESTA**

PRESENTA:

**CASTELLANOS PARTIDA DIEGO MAXIMILIANO**

MEXICO, DISTRITO FEDERAL

1997

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA  
DIRECCION  
60-1-139/96

Señor  
**DIEGO MAXIMILIANO CASTELLANOS PARTIDA**  
Presente.

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor **ING. VICTOR ROBLES ALMERAYA**, que aprobó esta Dirección, para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de **INGENIERO TOPOGRAFO Y GEODESTA**.

**"METODOS TOPOGRAFICOS EMPLEADOS PARA LA EXPLORACION Y EXPLOTACION DE LA MINA A TAJO ABIERTO, PEÑA COLORADA EN MINATITLAN, COLIMA."**

- I. INTRODUCCION  
ANTECEDENTES DE LA UNIDAD MINERA "CONSORCIO MINERO BENITO JUAREZ PEÑA COLORADA"
- II. EXPLORACION, EXPLOTACION Y BENEFICIO DEL MINERAL
- III. METODOS TOPOGRAFICOS EMPLEADOS EN LA EXPLORACION Y EXPLOTACION DEL YACIMIENTO
- IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el título de ésta.

Asimismo le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.

Atentamente  
**"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"**  
Cd. Universitaria a 22 de octubre de 1996.  
EL DIRECTOR



ING. JOSÉ MANUEL COVARRUBIAS SOLÍS

JMCS/GMP\*lmf

## **AGRADECIMIENTOS.**

Fueron tantos caminos  
que juntos cruzamos sin temor  
a los violentos vientos.

Fueron horas de espera,  
llanto y desesperación que sin importar  
que tan lejos estuviera me esperabas sin cesar.

Fue entrega y amor  
unidos sin temor  
hasta el último suspiro.

La compañía no bastó  
para que fueras a un mundo lejano  
donde seguro estás mejor.

La vida cambió,  
sin embargo  
nuestras vidas no se han separado ni lo harán.

Y aunque acaso,  
lejos uno del otro  
algún día en ese lugar al término de mi vida  
volveremos a vernos sin separarnos nunca más.

D.M.C.P.

A ti mamá te dedico éste trabajo y no sólo él sino todo lo que realice durante mi vida, pues gracias a ti he llegado a ser lo que soy, me diste la vida, el amor, el coraje y todo lo que necesito para realizarme por toda mi vida, nunca te podré agradecer en vida pero si en memoria.

Que en paz descanses mamá.

A mi hermano Paco, que tanto quiero y aunque estés lejos seguro estamos más cerca que nunca pues llevamos en nosotros el recuerdo de tantos años que compartimos y que seguramente volveremos a recordar algún día.

A mi abuela que desde siempre la vi estudiando y gracias a ello tuve la valentía de seguir estudiando aún en momentos difíciles de mi vida.

q.e.p.d.

A mi abuelo que con todo y lo que fuiste siempre te quise hasta el último momento.

q.e.p.d.

A mis tíos tan queridos (Nena, Berni, Carlos, Raúl y Esteban) que me han ayudado tanto desde siempre y hasta ahora mismo, que me enseñaron tantas cosas y que no me han abandonado en mis momentos en que más los he necesitado.

Esteban q.e.p.d.

A mis amigos que no me han fallado y cuando necesite de su apoyo estuvieron conmigo y han seguido conmigo.

A las amigas de mi mamá, que también son más que mis amigas pues desde que nací me han tratado como si fuera uno de sus hijos, y me siguen tratando así.

Quiero agradecer al Consorcio Minero Benito Juárez Peña Colorada por las facilidades para poder realizar mi tesis, tanto a las personas en Recursos Humanos como en Planeación de Minas y en especial al Departamento de Topografía quienes me brindaron todo su apoyo y cooperación para los trabajos desarrollados, gracias: Alejandra, Martha, Rocio, Chilo, Efraín, Eustacio, Israel, Jaime, Jorge, José, Juan, Juanito, Mario, Martín, Nestor, Oscar, Paco, Roberto, Roberto.

Gracias a todos mis maestros que ayudaron en mi formación académica desde la guardería hasta la universidad, pues sin ellos no hubiera comprendido, sabido y mucho menos saber que hacer en lo futuro en vida práctica y diaria de la vida. De manera especial a mi amigo y asesor de mi tesis Ing. Víctor Robles Almeraya.

Gracias Dios por darme la fuerza y voluntad de seguir adelante con mi vida y de poder realizar uno de mis sueños en realidad.

A mí mismo que me a costado tanto trabajo, esfuerzo y sacrificio de algunas cosas para poder aprender y realizarme hasta este momento.

**" Con fé lo imposible soñar...  
por ser siempre fiel a mi ideal "**

# ÍNDICE.

	página.
<b>INTRODUCCIÓN.</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO I : Antecedentes de la Unidad Minera " Consorcio Minero Benito Juárez, Peña Colorada ".</b>	<b>4</b>
<b>I.1.- Antecedentes del Consorcio Minero.</b>	<b>5</b>
<b>I.2.- Datos geográficos y geológicos.</b>	<b>6</b>
<b>I.2.1.- Localización y comunicaciones.</b>	
<b>I.2.2.- Fisiografía.</b>	<b>9</b>
<b>I.2.3.- Hidrografía.</b>	
<b>I.2.4.- Clima y vegetación.</b>	
<b>I.2.5.- Generalidades geológicas.</b>	<b>10</b>
<b>I.2.6.- Mineralización.</b>	
<b>I.2.7.- Proyectos de minado.</b>	<b>11</b>
<b>CAPÍTULO II : Exploración, Explotación y Beneficio del mineral.</b>	<b>13</b>
<b>II.1.- Operación de minado.</b>	<b>14</b>
<b>II.1.1.- Exploración.</b>	<b>16</b>
<b>II.1.2.- Construcción de accesos.</b>	<b>17</b>
<b>II.1.3.- Acondicionamiento y/o limpieza de área para barrenación.</b>	
<b>II.1.4.- Marcación de voladuras y proyecto.</b>	
<b>II.1.5.- Barrenación.</b>	<b>18</b>
<b>II.1.6.- Muestreo.</b>	<b>19</b>
<b>II.1.7.- Cargado de explosivo.</b>	
<b>II.1.8.- Ejecución de voladura.</b>	<b>22</b>
<b>II.1.9.- Acomodo de voladura.</b>	
<b>II.1.10.- Cargado.</b>	
<b>II.1.11.- Acarreo.</b>	<b>23</b>
<b>II.1.12.- Mantenimiento de caminos y terreros.</b>	
<b>II.1.13.- Vaciado o descarga.</b>	



<b>II.2.- Beneficiación del mineral.</b>	<b>24</b>
II.2.1.- Trituración.	
II.2.2.- Molienda.	
II.2.3.- Concentración.	
II.2.4.- Filtración y cribado.	<b>26</b>
II.2.5.- Acarreo.	
 <b>CAPÍTULO III : Métodos topográficos empleados en la exploración y explotación del yacimiento.</b>	 <b>27</b>
 <b>III.1.- Triangulación topográfica para la ubicación de nuevos vértices.</b>	 <b>28</b>
III.1.1.- Reconocimiento.	<b>29</b>
III.1.2.- Monumentación.	<b>32</b>
III.1.3.- Orientación.	
III.1.4.- Medición y compensación angular.	<b>35</b>
III.1.5.- Cálculo de lados y coordenadas.	<b>45</b>
III.1.6.- Cálculo de elevaciones.	<b>51</b>
 <b>III.2.- Marcación de puntos auxiliares.</b>	 <b>57</b>
III.2.1.- Levantamiento de puntos auxiliares primarios.	
III.2.2.- Levantamiento de puntos auxiliares secundarios.	<b>62</b>
 <b>III.3.- Control de pisos en frentes de avance.</b>	 <b>68</b>
III.3.1.- Nivelación diferencial para el control de frentes de avance.	
III.3.2.- Marcación de pisos.	<b>72</b>
 <b>III.4.- Marcación de barrenos para exploración y explotación.</b>	 <b>83</b>
III.4.1.- Localización de barrenos para exploración.	
III.4.2.- Marcación de proyectos de minado.	<b>85</b>
III.4.3.- Control de barrenos para explotación	
III.4.3.1.- Alineación de barrenos.	<b>86</b>
III.4.3.2.- Levantamiento de barrenos.	<b>88</b>
III.4.3.3.- Profundidades de barrenos.	<b>90</b>
III.4.3.4.- Croquis de barrenación.	<b>94</b>

III.5.- Inventarios topográficos.	101
III.5.1.- Levantamiento para cubicación de mineral.	
III.5.2.- Inventario de mineral en almacenes.	102
III.5.3.- Inventario de mineral por voladura.	129
<b>CAPÍTULO IV : Conclusiones y recomendaciones.</b>	<b>136</b>
IV.1.- Conclusiones.	137
IV.2.- Recomendaciones.	139
<b>BIBLIOGRAFÍA.</b>	<b>140</b>

## **INTRODUCCIÓN.**

## **Introducción.**

La topografía es una ciencia que da apoyo a innumerables trabajos u obras de ingeniería, ya que éstas para proyectarse y controlarse deben de estar apoyadas continuamente por ésta.

La minería es una actividad que no puede ser ejecutada de manera óptima sino está apoyada en un buen control topográfico; en éste caso la mina a tajo abierto de Peña Colorada, es un ejemplo de la diversidad de trabajos topográficos que son necesarios realizar para la correcta exploración y explotación del mineral, aprovechando al yacimiento de la manera más económica posible.

La minería en México se ha desarrollado de manera casi continua desde los tiempos de la conquista, sobre todo en explotaciones de tipo subterráneo, por ejemplo en los Estados de Guanajuato, Zacatecas, Tlaxcala, etc..

El atractivo de los metales preciosos fue un factor importante en la conquista de la Nueva España, siendo así de esta manera que la minería se convertiría en la actividad más importante en ese tiempo y debido a que para desarrollarse se necesitaban de los conocimientos de la topografía ésta también la tuvo.

De la misma manera siempre se ha ejecutado la topografía para llevar el control de la explotación, el seguimiento de la veta o yacimiento así como demarcación de los límites de lotes mineros y propiedades de los mismos.

En el presente siglo se han realizado muchos cambios en la explotación y aprovechamiento de los yacimientos, generados por los avances tecnológicos; cambios ante los cuales la topografía ha salido ganando, ya que también ha sufrido de cambios en sus herramientas lo que a favorecido mucho más en el trabajo en campo y en gabinete, con lo cual es mucho más rápido el cálculo de cualquier trabajo topográfico.

Gracias a este avance tecnológico es posible mover enormes cantidades de material y explotar los yacimientos por el método de minado a tajo abierto o minado subterráneo, con ayuda de ligas topográficas para controlar de manera precisa todos los trabajos posibles.

En el caso de Peña Colorada se realiza una explotación a tajo abierto pero por fases con el fin de mantener una explotación y aprovechamiento inteligente del mineral, dentro de los parámetros de producción y calidad requeridos por el cliente, por lo cual es sumamente importante la precisión de los trabajos topográficos. Ya que de éstos dependen un sin número de actividades inherentes a una mina, como son:

- Trabajos periciales sobre lotes mineros.
- Geología estructural.
- Proyecto de minado.
- Proyectos de terreros.
- Proyectos de caminos para acarreo y accesos.
- Trabajos de agrimensura para determinación de colindancias.
- Trabajos de apoyo para disminuir los daños por impacto ambiental.
- Extracción de roca mineral y no mineral.

En el presente documento hago una descripción sobre algunos métodos topográficos que se requieren desempeñar para desempeñar el proyecto de minado que ayudan en la exploración, explotación y beneficio del mineral ferrífero en los yacimientos de Peña Colorada.

Así también como objetivo secundario, el hablar someramente sobre las actividades de minado y beneficio para poder entender la importancia que tienen los trabajos topográficos que son utilizados en el Consorcio Minero.

Los cuales se representarán conforme al ciclo de operación de minado que se realiza mes con mes, de tal manera de llevar un orden desde la marcación de vértices de Triangulación topográfica, de donde se parte para la marcación de puntos auxiliares; de éstos marcar conforme a límites de explotación barrenos para muestreo de mineral, de donde se partirá para alinear, marcar e identificar una zona de barrenación la cual servirá para el tumbado de dicho terreno, el cual se cubicará a fin de obtener el tonelaje de mineral extraído en la mina.

De manera general dicho trabajo tiene como último objetivo el proporcionar a los futuros ingenieros topógrafos y geodestas y demás personas afines al tema de la minería una ayuda para que conozcan en qué consiste la exploración, explotación y beneficio de una mina a tajo abierto como es Peña Colorada, y que métodos topográficos pueden utilizar dentro de ella.

## **CAPÍTULO I**

**ANTECEDENTES DE LA UNIDAD  
MINERA " CONSORCIO MINERO  
BENITO JUAREZ PEÑA  
COLORADA".**

## **I.1.- Antecedentes del Consorcio Minero.**

Durante la presidencia de Benito Juárez fueron realizados los primeros estudios exploratorios para determinar la potencialidad del yacimiento, resultando poco atractivo a los inversionistas, debido a la mala industrialización del país y a la lejanía de los centros siderúrgicos del lugar de explotación del mineral.

En 1944, el Banco de México, S.A. realizó un estudio geológico.

Posteriormente a partir de 1956 hasta 1967 se sucedieron una serie de prospecciones geológicas dirigidas por la Compañía Impulsora de Industrias Básicas, S.A., la cual exploró a través de un mapeo geológico con el objetivo de detectar zonas favorables para mineralización de hierro.

Sucesivamente cuatro empresas siderúrgicas del país: Altos Hornos de México, S.A., Compañía Fundidora de Fierro y Acero de Monterrey, S.A., Siderúrgica Tamsa, S.A., Fierro Esponja, S.A. y el Gobierno Federal celebraron un contrato de sociedad por el cual quedó constituido el Consorcio Minero Peña Colorada, S.A. cuyo objetivo fue construir la "Unidad Técnica de Explotación Industrial Metalúrgica de Peña Colorada" y obtener la concesión para la exploración, explotación, beneficio y aprovechamiento de los yacimientos ferríferos de Peña Colorada en los Municipios de Minatitlán, Colima y de Cuautitlán, Jalisco.

El Consejo de Recursos Naturales no Renovables C.R.N.N.R. cuantificó y exploró en las cercanías del pueblo de Minatitlán los yacimientos ferríferos, en el Estado de Colima, encontrando las mejores reservas de mineral de hierro conocidos hasta ese momento, distribuidas en un área de 5 km<sup>2</sup>.

En la actualidad la Unidad Minera lleva el nombre de "Consorcio Minero Benito Juárez, Peña Colorada, S.A." y se encuentra administrado por dos empresas que son: HYLISA e IMEXSA.

## **1.2.- Datos geográficos y geológicos.**

### **1.2.1.- Localización y comunicaciones.**

El Consorcio Minero cuenta con dos unidades de trabajo, la primera el yacimiento de mineral y la segunda la planta peletizadora.

El yacimiento ferrífero de Peña Colorada se sitúa en la parte norponiente del Estado de Colima, en la línea divisoria de este Estado y el de Jalisco, como se puede apreciar en el croquis de localización, figura 2.1 y en el plano de I.N.E.G.I. siguiente.

A la mina se le ubica dentro del Municipio de Minatitlán, del cual es la principal fuente de actividades socioeconómicas de los habitantes de éste y sus alrededores.

El municipio de Minatitlán está localizado en las últimas estribaciones de la montaña que baja a la planicie costera del Océano Pacífico.

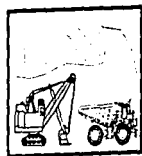
Dicho yacimiento se encuentra comunicado por la carretera estatal No.98 Manzanillo-Minatitlán y por la de Minatitlán-Colima, localizándose a 45 km al noroeste de la ciudad de Colima y a 61 km al noreste del puerto de Manzanillo.

Tiene como coordenadas geográficas aproximadas de 19°23'00" latitud norte y 104°02'29" longitud oeste de Greenwich.

La planta de beneficio del mineral se encuentra en el Puerto de Manzanillo, Colima sobre la carretera estatal No. 98 Manzanillo-Minatitlán.



Localización del Consorcio Minero Benito Juárez Peña Colorado.



MINA

JALISCO

PC

MINATITLAN

A GUADALAJARA

QUAHTEMOC

COLIMA

CAMOTLAN

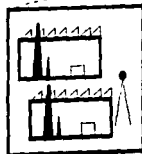
A BARRA DE NAVIDAD

MANZANILLO

ARMERIA

TECOMAN

MICHOACAN

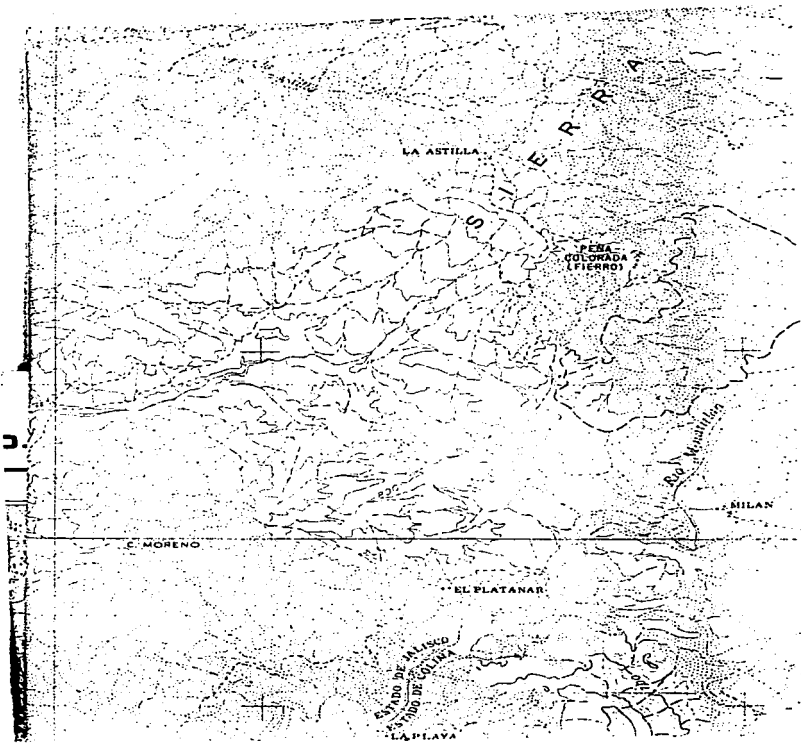


PELETIZADO

ESTADO DE COLIMA

A LAZARO CARDENAS

FIGURA 21



LA ASTILLA

SIERRA

PEÑA  
COLORADA  
(FIERRO)

Río Mañatiles

MILAN

C. MORENO

EL PLATANAR

ESTADO DE MALIBCO  
ESTADO DE COLLESA

LA PLAYA

U

### **1.2.2.- Fisiografía.**

El yacimiento forma parte de una prominencia topográfica abrupta, conocida como Sierra del Mamey perteneciente a la fisiografía de la Sierra Madre del Sur.

Las partes montañosas del área son en general muy accidentadas y escabrosas, siendo el relieve local en algunos lugares superior a los 1,500 m y en otros de hasta 800 m.

Inclinaciones de las laderas de 40° y 45° son comunes y muchas partes del terreno son inaccesibles debido a los acantilados.

### **1.2.3.- Hidrografía.**

El río Marabasco y sus arroyos tributarios forman en el área un sistema de drenaje dendrítico.

Este río es de agua perenne y tiene su nacimiento en la falda este del Cerro del Epazote, en la época de lluvias dicho río aumenta considerablemente su caudal y es capaz de transportar grandes peñascos que son depositados a lo largo de su cauce, asociados con gran cantidad de arenas y gravas, entre los arroyos más importantes podemos mencionar el de Las Truchas y San Antonio, ya que el resto de éstos son de tipo torrencial y sólo llevan agua durante el periodo de lluvias.

### **1.2.4.- Clima y vegetación.**

El clima que prevalece en la región es del tipo subtropical de montaña, caluroso durante el día y fresco en la noche, sin estación invernal bien definida. Siendo la temperatura media anual de 25.4°C.

El invierno y la primavera son generalmente secos; las temperaturas máximas se registran en la temporada que precede a las lluvias, las cuales son torrenciales y bien definidas. La precipitación pluvial media anual es de 1,141.20 mm.

La vegetación es variada y exuberante, predominando en las partes altas encinos, primavera, pinos, higueras, zapouillos y abundantes otates; en las partes bajas son comunes arbustos, matorrales y con frecuencia algunos árboles frutales como mango, nance, papaya y plátano.

### **1.2.5.- Generalidades Geológicas.**

Como en la mayoría de los yacimientos de la costa del Pacífico, su origen es metamorfismo de contacto, es decir, un intrusivo que afectó las rocas preexistentes o paquete vulcanosedimentario, dando lugar a rocas metamórficas como hornfels y skarn, y posteriormente a la mineralización de hierro en sus diversas formas.

Las rocas más antiguas que afloran en la zona son gneises, esquitos y anfíbolitas que se consideran que se formaron como resultado del metamorfismo regional, que tuvo efecto en un lapso de tiempo anterior al Albiano, posiblemente comprendido dentro de la era Paleozoica.

En las aureolas de metamorfismo entre los granitos y las rocas preexistentes tuvo lugar la formación de rocas de contacto, tales como corneanas, skarn y mármol, los líquidos residuales provenientes del magma del cual solidificaron las rocas graníticas dieron origen al reemplazamiento de algunos yacimientos de hierro y cobre.

Las rocas expuestas en el área constituyen una secuencia estratigráfica que varía en edad desde el Cretácico Inferior al Reciente. Se inicia en su base con las rocas intrusivas sobre las que descansan discordantemente las sedimentarias, entre las que destacan algunos bloques colgantes de caliza y sedimentos arcillosos que están localmente reemplazados por mineral de hierro y metamorfozadas por los procesos asociados al emplazamiento de las intrusivas y de la mineralización, la cual está localizada en la zona de contacto entre los intrusivos y las rocas sedimentarias; sobresaliendo a todas las rocas y minerales antes mencionados se presentaron las brechas y conglomerado de edad Terciaria.

Finalmente aparecen depósitos de edad Cuaternaria, formados por aluviones y suelos residuales.

### **1.2.6.- Mineralización.**

La mineralización se encuentra dentro de un paquete denominado secuencia vulcanosedimentaria formada principalmente por tobas, calizas, calizas arcillosas y derrames andesíticos de la formación Tepalcatepec.

La mineralización está constituida por magnetita, la cual varía en cantidad, distribución y tamaño de grano, dependiendo del tipo de roca en la que fue emplazada, dando lugar por su presentación a cuatro tipos de mineral: masivo, disseminado, brechoide y bandeado.

- **Masivo:** corresponde a la parte principal del yacimiento, constituido casi exclusivamente por óxidos de hierro (magnetita y hematita).
- **Diseminado:** corresponde al cuerpo tabular ubicado abajo en forma paralela al cuerpo principal, en él se encuentran los mismos óxidos de hierro pero asociados a las rocas del yacimiento.
- **Brechoides:** localizado en los extremos sur y poniente por encima del masivo y en forma irregular. La roca encajonante presenta clastos de diferentes tipos de roca: caliza, hornfels y andesita.
- **Bandeado:** se presenta en forma de bandas arriba y abajo del mineral masivo hacia el extremo noreste principalmente.

Los minerales de ganga principales son: cuarzo, calcita, apatito, epidota, clorita, plagioclasas, pirita, marcasita y calcopirita, que varían según la roca o cuerpo de mineral donde se encuentran.

Hacia la parte superior del cuerpo mineral descansa la brecha localmente conocida como conglomerado Peña Colorada, estando en su base notablemente cloritas y epidotitas.

El mineral se encuentra relacionado en forma tal que el diseminado puede cambiar gradual o bruscamente a masivo, tanto en sentido vertical como lateral.

El mineral de alta ley se encuentra en un lecho de 30 m de espesor en promedio, el mineral de baja ley (mineral diseminado) se encuentra distribuido en dos capas de espesor variable encima y debajo del mineral rico.

Dada la magnitud de las reservas de mineral diseminado, se toma en cuenta al planear la explotación del yacimiento, para aprovecharlo de la forma más racional posible.

### **1.2.7.- Proyectos de minado.**

El tipo de minado que se utiliza para la explotación de mineral en Peña Colorada es de tajo abierto con bancos que descienden cada 14 m.

El diseño de la mina se constituye por dos proyectos, obteniéndose dos tajos, Los Chínforinazos y La Chula.

El diseño de cortes y secuencia de explotación del yacimiento se ha dividido en cortes para explotar el mineral en forma continua hasta alcanzar el límite final.

**Los cortes son:**

- Chinforinazo Sur-Centro.
- Chinforinazo Norte I.
- Chinforinazo Sur-Centro II.
- Chinforinazo Centro- Poniente I.
- Chinforinazo Centro-Poniente II.
- Chinforinazo Final.
- La Chula.

El yacimiento como se ha dicho anteriormente se encuentra dividido en dos proyectos, los cuales juntos dan un total de 144.03 mill Ton, con una ley promedio de 35.67 % de hierro magnético, por lo cual se habrán de mover 313.20 mill. Ton de estéril.

Sobre dicho mineral se encuentra roca estéril, cuyo espesor varía de 0 a 250 m, con un promedio de 45 m, el cual es preciso remover para poder explotar el mineral. Dicho material se envía a zonas donde no existe mineral que explotar.

## **CAPÍTULO II**

# **EXPLORACIÓN, EXPLOTACIÓN Y BENEFICIO DEL MINERAL.**

---

## **II.1.- Operación de minado.**

El Consorcio Minero Benito Juárez, Peña Colorada es un conjunto de lotes mineros donde se realizan trabajos de exploración, explotación y beneficio de mineral de hierro.

La exploración y explotación racional del mineral son formuladas por medio del departamento de planeación de minas, el cual se encarga del establecimiento y la toma de estrategias que aseguren la extracción del mineral a la planta preconcentradora, permitiendo beneficiar al mineral de manera que el cliente quede satisfecho.

Además en la planeación de minado se revisan y evalúan los resultados del año en curso y anteriores con la finalidad de detectar amenazas y así poder implementar acciones que aseguren la buena extracción de mineral a un bajo costo por tonelada.

La exploración son las obras y trabajos realizados en el terreno con objeto de identificar depósitos mineros, cuantificar y evaluar reservas económicamente aprovechables.

La explotación son las obras y trabajos necesarios para extraer los productos minerales.

La realización de las diferentes actividades dentro de la mina se planean mediante proyectos a corto, mediano y largo plazo, para explotar de manera racional al mineral.

La operación de minado en Peña Colorada se realiza por medio de un ciclo de actividades las cuales se ilustran en el diagrama de flujo de la figura 2.1.1, las cuales son:

- Exploración.
- Construcción de accesos.
- Acondicionamiento y/o limpieza de área para barrenación.
- Marcación de voladuras y proyecto.
- Barrenación.
- Muestreo.
- Cargado de explosivo.
- Ejecución de voladura.
- Acomodo de voladura.
- Cargado.
- Acarreo.
- Mantenimiento de caminos terreros.
- Vaciado o descarga.



# Diagrama de flujo de operación de minado.

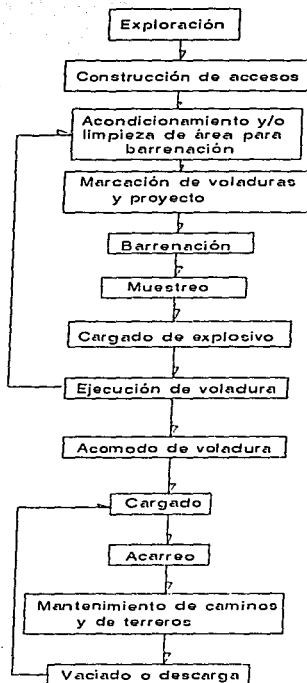


figura 2.1.1

### **II.1.1.- Exploración.**

La exploración tiene la finalidad de valorar el yacimiento localizando los diferentes cuerpos mineralizados, investiga las variables químicas y físicas del mineral y comprueba la inexistencia de mineral en algunas zonas que pudieran servir como área de terreros.

Dentro del marco de la exploración geológica, el propósito de éstos trabajos ha sido el de cuantificar las reservas minerales precisando su calidad, distribución y certidumbre de su ubicación, con el fin de fundamentar las etapas de proyecto de minado.

La morfología y estructura del yacimiento, su composición y la tendencia de sus límites ha sido posible precisarlos a través de los trabajos de barrenación a diamante y de geología de superficie.

El objetivo de la barrenación a diamante es la obtención de muestras de roca para pruebas de experimentación metalúrgica.

El muestreo es un procedimiento técnico-manual en el cual se describe, muestrea, reduce, analiza y evalúa el núcleo de la barrenación mediante el control, almacenamiento y documentación de los resultados de los mismos. Gracias a los resultados se pueden obtener datos para la elaboración del modelo geológico.

Éstos han sido analizados por hierro magnético en cabezas y el concentrado obtenible, mediante la simulación del proceso de beneficio. Los elementos por los cuales se proyecta el concentrado son:

Hierro total ( Fe T )  
Azufre ( S )  
Silicio ( Si O<sub>2</sub> )  
Fósforo ( P )  
Magnesio ( Mg O )  
Aluminio ( Al<sub>2</sub> O<sub>3</sub> )  
Calcio ( Ca O )

La identificación de la información mineralógica se señala en croquis, planos, secciones, patios, terreros y rezagas de mineral.

## **II.1.2.- Construcción de accesos.**

La construcción de accesos son las obras destinadas a construir los caminos por donde el equipo de transporte de mineral, tractores, perforadoras y vehículos de personal podrán circular de manera rápida de la zona de explotación a los caminos de acarreo para mineral y para roca estéril.

Su diseño siempre seguirá las normas de caminos de la mina como son: drenaje, peralte, radio de curvatura, visibilidad, borde de protección, ancho de corona de manera que su circulación sea fluida y se asegure el paso de equipo, camiones y personal.

## **II.1.3.- Acondicionamiento y/o limpieza de área para barrenación.**

Se limpia y nivela siempre el área donde se efectuará la marcación de barrenación.

Como su nombre lo dice se encarga de acondicionar el terreno de tal manera de que el banco quede bien nivelado, pues de lo contrario se perderá productividad en el traslado de maquinaria sobre dicha zona así como se dificultará la barrenación sobre la plantilla marcada.

Para su acondicionamiento los camiones de carga se encargan de acarrear tierra de relleno y posteriormente un tractor mueve las rocas de manera que el terreno quede libre de rocas grandes y que quede más o menos nivelada la zona de marcación de voladura.

## **II.1.4.- Marcación de voladuras y proyecto.**

La marcación se determina mediante las necesidades del tipo de mineral y/o estéril a tumar por corte de acuerdo a los programas semanales y mensuales de extracción.

El procedimiento a realizar es el siguiente:

Se analiza la información geológica-estructural del área a marcar.

Se determina la plantilla a utilizar, el número de líneas, distancia de bordo y la subbarrenación.

El ingeniero topógrafo efectúa la marcación de la planilla de barrenación, en el área correspondiente e identifica todos los barrenos con monas de piedra con cal.

Verificada la plantilla marcada se efectúan las modificaciones que se sugieran como la rubricación de barrenos o la marcación de barrenos auxiliares.

Se nivelan y determina la profundidad de cada barreno, los cuales quedarán declarados en una tarjeta colocada en cada uno de éstos, así como en hojas de registro.

Se levantan topográficamente los barrenos, pata y cresta de la voladura.

Se elabora un croquis de barrenación, dibujando la plantilla marcada, presentando patas y crestas correspondientes al área de barrenación.

### **II.1.5.- Barrenación.**

Consiste en la perforación y rompimiento de la roca de cada barreno de acuerdo a una hoja de registro que servirá para la explotación de la mina, tomando en cuenta los resultados obtenidos por planeación de minas para lograr una buena extracción de mineral que pase los requerimientos del cliente.

Se efectúa la barrenación de la plantilla en base a la marcación y de acuerdo a la profundidad de cada barreno. La profundidad del barreno varía por la irregularidad del terreno.

En las minas a cielo abierto se requiere de el rompimiento o fragmentación de la roca y el mineral con explosivos, para lo cual hay que realizar una cavidad en la roca.

Las perforadoras rotarias son los equipos que realizan la barrenación en donde se deposita el explosivo con el que son fragmentados el mineral y el estéril.

En la barrenación, la broca penetra en la roca, debido a la energía suministrada por un sistema rotativo y al mismo tiempo se aplica un mecanismo de empuje, lo que provoca la penetración de la broca en la roca.

Se suministra aire comprimido a la broca a través de la tubería, lo cual enfría a la misma además de proporcionar un medio para desalojar la cortadura del barreno. El agua es usada en adición al aire comprimido para disminuir los efectos del polvo, aunque esto afecta el desgaste de la broca.

## II.1.6.- Muestreo.

Muestrear consiste en separar una pequeña cantidad de mineral que represente tan aproximadamente como sea posible la masa global del mismo.

Se toman muestras de mineral de cada barreno ya perforado, a fin de practicarle un análisis químico.

Para la identificación de calidad de mineral se diferencia el hierro en el tajo de la siguiente manera:

Variable	Rangos	Color	Observaciones
	0 - 19 %	Azul	Estéril
Hierro	20 - 29 %	Amarillo	Baja Ley
Magnetico	30 - 39 %	Naranja	Ley Media
	> 40 %	Rojo	Alta Ley
Silice	0 - 4 %	Sin Color	Procesable (Pacios)
Azufre	0 - 0.6 %	Sin Color	Procesable (Pacios)

Lo cual ayuda en la realización de:

- Croquis de calidad del mineral de cada voladura.
- Inventariado de mineral en patios y terreros.
- Planos geológicos y topográficos del área de explotación.

## II.1.7.- Cargado de explosivo.

El departamento de extracción y voladuras se encarga de tener el material tumbado y fragmentado a un tamaño aceptable para su transporte y alimentación a la planta de trituración.

Si se examina el mecanismo de la forma en la que una roca es quebrada por una explosión, se observa que al detonar un explosivo dentro de un barreno se produce en la roca una onda de choque. La magnitud y forma de esta onda que se mueve rápidamente en varios puntos de la roca depende de:

- El tipo de explosivo.
- Tipo de roca.

- Longitud de la columna de explosivo en relación al diámetro del barreno.
- Distancia entre barrenos
- Número de puntos de cebado.
- Relación de la velocidad de detonación a la velocidad de propagación de la onda en la roca.

El uso de los explosivos es el método más económico para fragmentar las rocas, se llegan a utilizar las emulsiones que es el alto explosivo y el nitrato de amonio mezclado con diesel (anfo) como bajo explosivo. Las proporciones varían según si es tiempo de secas o de aguas, si es que no hay mucha agua en los barrenos se utiliza el anfo pesado (mezcla emulsión anfo seco) sólo como carga de fondo y cuando hay mucha agua se cargan por completo los barrenos con anfo pesado.

Para el cargado de un barreno se mete la carga de explosivos de la siguiente manera: carga de fondo (alto explosivo), carga de columna (bajo explosivo) y taco relleno de tierra, como se aprecia en la figura 2.1.2

La emulsión consiste en gotas de nitrato de amonio en solución que a temperaturas elevadas son combinadas con un aceite, generalmente aceite mineral, burbujas de aire y emulsificante, éstos dos últimos son enviados a través de una mezcladora, la cual une los ingredientes y produce una emulsión bombeable con consistencia como de mayonesa o grasa; ésta es creada por una película de aceite que rodea la gotas microscópicas de nitrato de amonio, las burbujas de aire en la mezcla, llamadas microesferas, hacen que la emulsión sea detonable.

Cuando se bombea ANFO solo en un barreno, existen espacios de aire, cuando la emulsión es mezclada con ANFO en una relación 25/75 estos espacios de aire se llenan y producen aproximadamente un 40 % de incremento de energía explosiva. Teniendo mezclas con mayor porcentaje de emulsión, mantienen la energía mientras que se hace más resistente al agua.

El costo de la mezcla se incrementa, por lo que se debe de conocer bien las condiciones de la zona a tumbar.

Con la mezcla emulsión/ANFO se puede cargar el fondo del barreno con mezcla 25/75 si los barrenos están secos, o con una mezcla 75/25 si contienen agua, reduciendo cuidadosamente la adición de emulsión y luego conectar el ANFO solo en algún momento al cargar.

# Barreno para tumba.

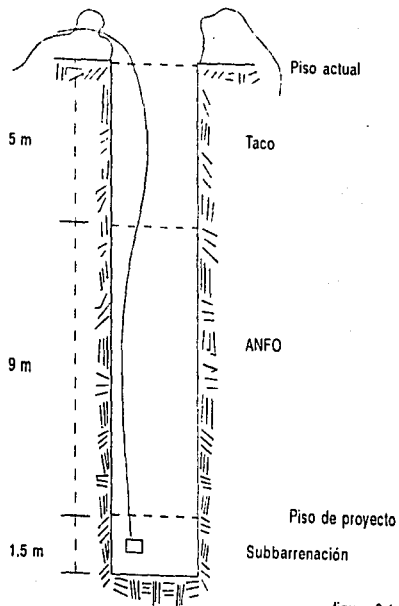


figura 2.1.2

### **II.1.8.- Ejecución de voladura.**

Es común en minas de tajo, tener variantes en el terreno a lo largo de la zona a tumbear, o bien barrenos a barrenos, en dureza, zonas débiles, fallas geológicas y variaciones de bordo.

La carga selectiva nivel por nivel, así como barrenos por barrenos es la manera ideal para evitar problemas de carga o de vuelo de rocas. La técnica convencional consiste en cargar el fondo del barrenos con una carga de alto explosivo y después cargar ANFO a granel con tacos intermedios.

Se necesitan dos tipos de explosivos, así como el uso de tacos.

La técnica de carga selectiva tiene su práctica más exitosa en impactar la cara del frente fuertemente para lograr el desplazamiento de la masa de roca y luego impactar la última línea con carga pesada para obtener una nueva cara lo más limpia posible.

### **II.1.9.- Acomodo de voladura.**

El acomodo de una voladura se efectuará de acuerdo a marcación de límites de mineral de los proyectos de minado, dependiendo del modelo geológico del tajo, de manera de llevar un control sobre el mineral y el estéril que serán extraídos.

### **II.1.10.- Cargado.**

Durante la extracción del mineral, se señalan las características químicas del mineral que va a ser extraído y suministrado a las planta de beneficio, mediante banderas en cada una de las voladuras, patios y terrenos.

Las palas y los cargadores son los equipos que efectúan el cargado del mineral y el estéril después de cada voladura, teniéndose actualmente una pala mecánica-eléctrica y cargadores frontales, lo que ayuda al fácil y rápido traspaso de material tumbado a los camiones de carga.



### **II.1.11.- Acarreo.**

Los camiones de carga son el equipo de transporte de mineral de la zona tumbada a la trituradora y a los terreros, dependiendo del tipo de roca que exista en éste. Contando la mina con camiones de capacidad de 170 Ton, 120 Ton y 50 Ton para su rápido acarreo.

### **II.1.12.- Mantenimiento de caminos y terreros.**

Los caminos de acarreo y accesos en buenas condiciones son muy importantes, principalmente la continuidad de su mantenimiento, para incrementar la productividad del equipo de acarreo, reducir los costos por transporte, aumentar la vida útil de los camiones, vehículos, llantas y sobre todo un ambiente de seguridad en el trabajo diario.

Al ser tumbado el mineral de alguna zona de la mina, habrá partes en las que la roca sea tomada como estéril (según sus características químicas) y es enviado a zonas fuera de los límites de mineralización a los que se les denomina terreros.

Se tiene que considerar también para su ubicación lo abrupto del terreno y el tipo de geología, ya que de ahí se desprende el diseño de caminos de acarreo y cálculo de equipo de transporte.

La buena planeación del desarrollo y crecimiento de los terreros, permite visualizar la extensión, aspectos legales, preservación de la ecología y operación de la mina.

### **II.1.13.- Vaciado o descarga.**

El mineral extraído, es enviado a la preconcentradora si cumple con las especificaciones de calidad, otra parte es enviada a patios, en donde se almacena y clasifica por calidad.

## **II.2.- Beneficiación del mineral.**

El beneficio se encarga de la preparación, tratamiento, fundición de primera mano y refinación de los minerales para poder evaluar la concentración y pureza de sus contenidos.

Debido a esto, los trabajos realizados deben realizarse con la calidad marcada dentro de cada departamento de la mina, a fin de obtener buenos resultados en la exploración, extracción, y beneficio del mineral.

La tratamiento del mineral se puede observar en el diagrama de flujo que está en la figura 2.2.1

### **II.2.1.- Trituración.**

El mineral en la forma en que se extraerá de la mina, se reducirá en una trituradora hasta que quede de un diámetro adecuado para su molienda.

El mineral que es triturado pasa a preconcentración magnética, en donde se separa el mineral del estéril para mandarlo al terrero. El mineral preconcentrado se deposita en el almacén para iniciar su proceso de molienda y concentración.

### **II.2.2.- Molienda.**

La planta de elaboración de concentrado contiene molinos para la molienda primaria seguidos de separación magnética con un paso intermedio de molienda.

### **II.2.3.- Concentración.**

El concentrado como pulpa (mezclado con agua) se envía por dos ferroaductos de 44.7 km de longitud y de 9 y 11 pulgadas de diámetro respectivamente, a la planta peletizadora, utilizando la fuerza de gravedad como empuje, pues existe una diferencia de nivel de 960 m.

# Diagrama de flujo de la beneficiación del mineral

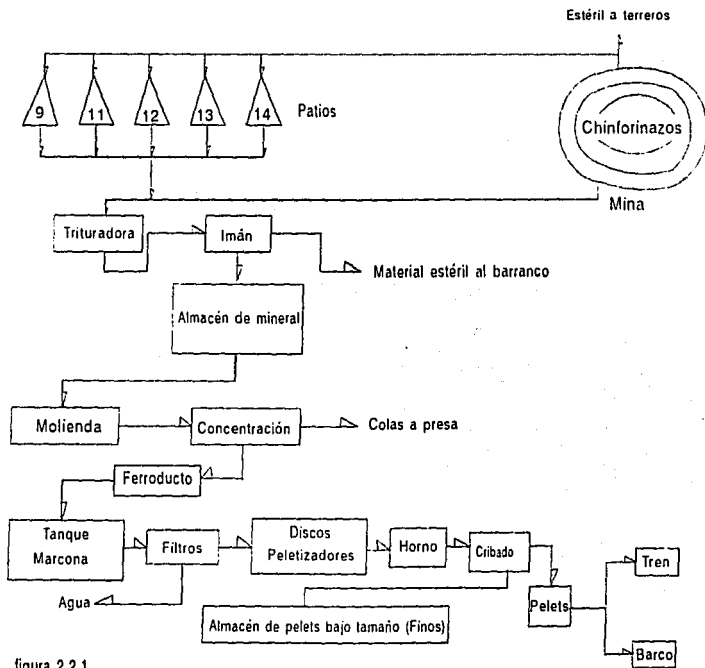


figura 2.2.1

#### **II.2.4.- Filtración y cribado.**

Al llegar el mineral procedente de la mina a la planta peletizadora será sujeto a otros procesos.

A grandes rasgos, la planta de tratamiento consiste en un tanque de almacenamiento de pulpa de concentrado, líneas de filtración, equipo para mezcla y formación de bolas (pelets) y un sistema de endurecimiento por medio de calor.

El concentrado de fierro se recibe, en un tanque de Marcona o directamente a un tanque procesador, que regula el contenido de sólidos. Después se bombea el concentrado a la sección de filtros, donde se reduce su humedad a un 9.5% al extraerle el agua. El concentrado se mezcla con un aditivo, para facilitar su aglomeración y regular su basicidad, transportándola a los discos peletizadores, en éstos el material se aglomera por rodamiento formando los pelets, los cuales son depositados en una banda que los reduce al horno, para endurecerlos, más tarde pasan a la zona de cribado, en donde los pelets de bajo tamaño y polvo son separados para depositarlos en el almacén de los finos.

#### **II.2.5.- Acarreo.**

El pelet que está dentro de las especificaciones es pesado y depositado en el almacén teniéndolo listo para ser conducido a bordo de carros-tolva del ferrocarril que lo llevarán a la torre de embarques en el puerto de Manzanillo y de ahí a los clientes.

## **CAPÍTULO III**

# **MÉTODOS TOPOGRÁFICOS EMPLEADOS EN LA EXPLORACIÓN Y EXPLOTACIÓN DEL YACIMIENTO.**

### **III.1.- Triangulación topográfica para la ubicación de nuevos vértices.**

Es de vital importancia el tener bien ubicados las mojoneras de los vértices de poligonales o triangulaciones de una mina, ya que de ello depende el buen control de la misma, así como la localización de todas las zonas e instalaciones de ella.

El levantamiento de dichos vértices consiste en el conjunto de procedimientos y operaciones de campo y gabinete destinado a determinar las coordenadas de puntos sobre el terreno convenientemente elegidos y demarcados.

Para dicho levantamiento se puede utilizar alguno de los métodos que se enlistan a continuación o sus combinaciones:

Triangulación, consiste en la determinación de las longitudes de los lados de un sistema de triángulos interconectados, con base en la medida de algunos lados y de todos los ángulos.

Trilateración, en éste se invierte el método, para lo cual se miden todos sus lados para encontrar todos sus ángulos, aunque se deben de medir algunos de sus ángulos para efectos de control de dirección.

Triangulateración, en él se combinan los dos anteriores mediante la medida de ángulos y distancias, permitiendo una mayor rigidez y confiabilidad a los levantamientos.

Poligonación, consiste en la medida directa de ángulos y distancias entre puntos consecutivos que forman una línea poligonal continua.

Para poder realizar las labores tanto de campo como de gabinete se debe establecer de que orden será el trabajo topográfico. En el caso de Peña Colorada la triangulación es de Tercer Orden Clase II, tomada del diario oficial de la federación del 1 de abril de 1985.

Orden	Clase	Precisión
Primero	Unica	1:100,000
Segundo	I	1: 50,000
	II	1: 20,000
Tercero	I	1: 10,000
	II	1: 5,000

Orden	Tipo de instrumento	Número de posiciones	Límite de rechazo al valor observado	Cierre triangular máximo
Primero	0.2"	16	+/- 4"	3.0"
Segundo Clase I	0.2"	16	+/- 4"	3.0"
Segundo Clase II	1.0"	12	+/- 5"	5.0"
Tercero Clase I	1.0"	4	+/- 5"	5.0"
Tercero Clase II	1.0"	2	+/- 5"	10.0"

Orden	Precisión longitudinal
Primero	1:1,000,000
Segundo Clase I	1:750,000
Segundo Clase II	1:450,000
Tercero Clase I	1:250,000
Tercero Clase II	1:150,000

Siendo las etapas de la triangulación las siguientes:

- Reconocimiento.
- Monumentación.
- Orientación.
- Medición y orientación angular.
- Cálculo de lados y coordenadas.
- Cálculo de elevaciones.

### III.1.1.- Reconocimiento.

Es la operación de campo destinada a verificar físicamente el lugar apropiado para la ubicación de los vértices de la triangulación proyectada, modificando éste, si su situación es desfavorable, hasta lograr el proyecto definitivo.

Consiste en localizar en un plano general y en la misma mina dichos vértices, y observar los lugares donde se podrían ubicar éstos nuevos que servirán para nuevos trabajos en la misma.

Además se debe decidir un sitio donde no exista la posibilidad de que desaparezca de manera imprevista el vértice.

Así, como también poder determinar la figura o figuras que convengan realizar para abarcar todos los vértices de manera rápida y precisa. Ya sea por cadenas de triángulos, polígonos de vértice central o cuadriláteros.

Las figuras utilizadas para la triangulación se representan en la figura 3.1.1.1



# Figuras utilizadas para la triangulación topográfica.

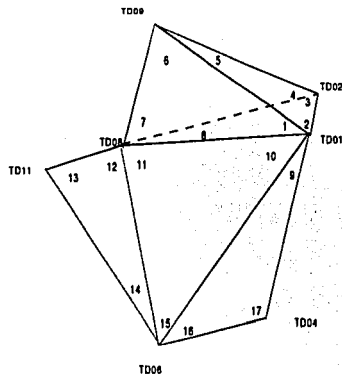


Figura 3.1.1.1

### **III.1.2.- Monumentación.**

Ésta consiste en el establecimiento de mojoneras en el sitio deseado, las cuales son cilíndricas de 20 cm X 50 cm con una varilla al centro y un tornillo de acero inoxidable, idéntico al del bastón centrador que se utiliza al colocar el portaprisma, ya sea que se quiera poner algún prisma para trabajos de medición de distancias sobre dicho vértice.

La principal característica que debe de tener la monumentación, es que su permanencia esté garantizada, dependiendo esto de que el monumento sea construido de acuerdo a las características del terreno y las condiciones ambientales predominantes en la región.

Así también se colocó una baliza de 2.50 m, pintada a cada 50 cm de blanco y rojo, sobre la varilla de la mojonera y con alambre para poderla sujetar al piso de manera que quedase perfectamente vertical, y así poder realizar mediciones sobre el vértice.

### **III.1.3.- Orientación.**

Para desarrollar cualquier triangulación de tipo topográfico dentro de una mina se debe de partir de la línea base existente en ella, de donde se partirá para poder orientar y dar las coordenadas necesarias a los vértices que se monumenten.

Debido a ésto se tomó la línea base de Peña Colorada (PC-TC) la cual tiene las siguientes coordenadas:

PC ( 595158.025 , 143548.959 , 1260.439 )

TC ( 594098.832 , 142159.256 , 835.956 )

Con un rumbo de TC-PC = NE 37° 35' 25.92"

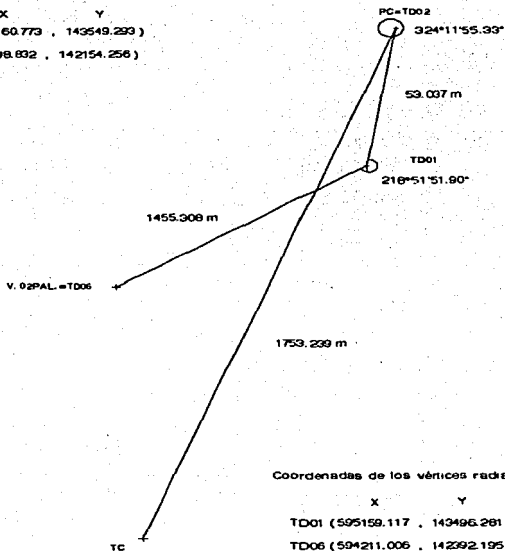
Y una distancia de TC-PC = 1753.239 m

Del vértice PC se radió con un ángulo hacia la derecha al vértice TD01 y de éste al TD06, que son dos vértices de la nueva triangulación. Figura 3.1.3.1

Por medio del cálculo de sus rumbos y con la ayuda de las distancias tomadas se calculan las proyecciones de éstos para calcular sus coordenadas (x,y) y poder tener un marco de referencia para el cálculo de coordenadas de los siguientes vértices de triangulación.

Línea Base = PC-TC

	X	Y
PC (595160.773 , 143549.293 )		
TC (594098.832 , 142154.256 )		



Coordenadas de los vértices redados

	X	Y
TD01 (595159.117 , 143496.281 )		
TD06 (594211.006 , 142292.195 )		

figura 3.1.3.1

Obteniendo los siguientes resultados.

Cálculo de rumbos.

TC-PC NE	37 35 25.92
ANG. PC	<u>324 11 55.33</u>
	361 47 21.25
	<u>360 00 00.00</u>
PC-TD01 SW	1 47 21.25
PC-TC01 SW	1 47 21.25
ANG. TD01	<u>218 51 51.90</u>
	220 39 13.15
	<u>180 00 00.00</u>
TD01-TD06	40 39 13.15

Con distanciómetro se midieron las distancias siendo:

PC-TD01 = 53.097 m

TD01-TD06 = 1455.308 m

Cálculo de coordenadas (x,y)

Est.	P.V.	dist.	Rbo.	Proy. x	Proy. y
PC	TD01	53.037	S 01 47 21.24 W	1.656	53.011
TD01	TD06	1455.308	S 40 39 13.15 W	948.111	1104.086

V.	Coord.x	Coord. y
PC	595160.773	143549.293
TD01	595159.117	143496.282
TD06	594211.006	142392.196

### **III.1.4.- Medición y compensación angular.**

Medición angular, consiste en la observación de cada vértice, anotando sus ángulos horizontal y vertical.

Para lo cual se siguió el procedimiento siguiente:

Se centró y niveló el aparato en el vértice de la triangulación topográfica con Teodolito y se realizó puntería por medio de los hilos de la retícula a la baliza del vértice a observar, lo más cercano posible a su parte inferior y se apretándose el movimiento vertical y el movimiento particular, por medio de su movimiento tangencial se coloca la intersección de sus hilos sobre la parte más baja de la baliza, a fin de evitar el menor error posible en la lectura angular y se utilizará el micrómetro para poder encontrar la lectura correcta al ángulo.

Luego por medio del tangencial del movimiento vertical se coloca el hilo medio en alguna de las divisiones de la baliza para poder leer el ángulo vertical.

Posteriormente se visa al siguiente vértice y se realiza el mismo procedimiento, de tal manera de cerrar con la lectura del vértice donde se empezó a leer.

Se da vuelta de campana al aparato y se observan ahora los ángulos leídos indirectamente de los mismos vértices, para poder realizar un promedio y encontrar el valor de cada ángulo observado.

Para obtener el ángulo entre cada vértice simplemente se encuentra la diferencia, entre el segundo vértice visado y el primero.

#### **Corrección angular.**

Consiste en la determinación de los mismos ángulos pero ahora compensándolos, ya que al realizar las observaciones, siempre existirá algún error debido a no observar exactamente al centro y en la parte inferior de la baliza, ya sea por mirar mal, por la refracción del sol, por el calor, por nubosidad, por anotar mal las observaciones.

Ésta consiste principalmente en dos compensaciones.

#### **a) Compensación de vértices.**

- La suma de los ángulos en cada estación debe de ser igual a  $360^\circ$ .

En caso de haber medido en igualdad de condiciones y si el error total es tolerable, la variación se dividirá por igual a cada ángulo y se sumará algebraicamente a cada uno.

b) Compensación de figuras.

- La suma de los ángulos en cada triángulo debe ser igual a  $180^\circ$ .

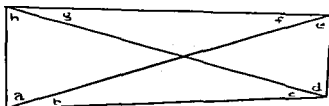
Si el error es tolerable, éste se repartirá por igual y se agregará de la misma manera que en la anterior.

Cuadriláteros.

a) Condición geométrica.

- La suma de los ángulos interiores en cada figura debe ser igual a:  $180(n - 2)$ .

De la figura siguiente se tienen las siguientes igualdades, las cuales deben de satisfacerse todas:



- 1)  $b + c + d + e = 180^\circ$
- 2)  $a + f + g + h = 180^\circ$
- 3)  $a + b + c + h = 180^\circ$
- 4)  $g + d + e + f = 180^\circ$
- 5)  $a + b + c + d + e + f + g + h = 360^\circ$
- 6)  $b + c = f + g$
- 7)  $d + e = h + a$

Las ecuaciones más satisfactorias son la 5, 6 y 7, de las cuales son consecuencia las demás.

El procedimiento es el siguiente:

Se sumarán los ángulos internos de la figura, utilizando los valores compensados de cada vértice y la diferencia se dividirá por igual, sumándose algebraicamente la corrección a cada vértice.

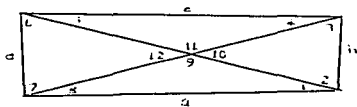
Tomando éstos últimos valores se encontrará la diferencia entre las sumas  $(b+c)$  y  $(f+g)$ , la diferencia se dividirá entre cuatro y el resultado será la corrección de éstos, sumándose a aquellos cuya suma sea menor y restandola a aquellos cuya suma sea mayor.

De igual manera se realizará con  $(d,e,h,a)$ , satisfaciéndose todas las ecuaciones restantes, sin que se haya desajustado la compensación anterior.

b) Condición trigonométrica.

- En todos los triángulos del cuadrilátero las longitudes de sus lados deben ser proporcionales a los senos de los ángulos opuestos.

De la figura siguiente se tiene:



$$\frac{a}{\sin 9} = \frac{d(9-1)}{\sin 8}$$

$$a = \frac{\sin 9}{\sin 8} d(9-1)$$

$$\frac{d(10-2)}{\sin 3} = \frac{b}{\sin 8}$$

$$d(10-2) = \frac{b}{\sin 8}$$

$$d(9-1) = \frac{\sin 3}{\sin 10} b$$

$$a = \frac{\sin 9 \sin 3}{\sin 8 \sin 10} b$$

$$\frac{b}{\sin 10} = \frac{d(10-3)}{\sin 2}$$

$$b = \frac{\sin 10}{\sin 2} d(10-3)$$

$$a = \frac{\text{sen } 9 \text{ sen } 3 \text{ sen } 10}{\text{sen } 10 \text{ sen } 8 \text{ sen } 2} d(10-3)$$

$$a = \frac{\text{sen } 9 \text{ sen } 3}{\text{sen } 8 \text{ sen } 2} d(10-3)$$

$$\frac{d(11-4)}{\text{sen } 5} = \frac{c}{\text{sen } 11}$$

$$d(11-4) = d(10-3)$$

$$d(10-3) = \frac{\text{sen } 5}{\text{sen } 11} c$$

$$a = \frac{\text{sen } 9 \text{ sen } 3 \text{ sen } 5}{\text{sen } 8 \text{ sen } 2 \text{ sen } 11} c$$

$$\frac{c}{\text{sen } 11} = \frac{d(5-11)}{\text{sen } 4}$$

$$c = \frac{\text{sen } 11}{\text{sen } 4} d(5-11)$$

$$a = \frac{\text{sen } 9 \text{ sen } 3 \text{ sen } 5 \text{ sen } 11}{\text{sen } 8 \text{ sen } 2 \text{ sen } 11 \text{ sen } 4} d(5-11)$$

$$a = \frac{\text{sen } 9 \text{ sen } 3 \text{ sen } 5}{\text{sen } 8 \text{ sen } 2 \text{ sen } 4} d(5-11)$$

$$\frac{d(6-12)}{\text{sen } 7} = \frac{d}{\text{sen } 12}$$

$$d(6-12) = d(5-11)$$

$$d(6-12) = \frac{\text{sen } 7}{\text{sen } 12} d$$

$$a = \frac{\text{sen } 9 \text{ sen } 3 \text{ sen } 5 \text{ sen } 7}{\text{sen } 8 \text{ sen } 2 \text{ sen } 4 \text{ sen } 12} d$$

$$\frac{d}{\text{sen } 12} = \frac{d(7-12)}{\text{sen } 6}$$

$$d = \frac{\text{sen } 12}{\text{sen } 6} d(7-12)$$

$$a = \frac{\text{sen } 9 \text{ sen } 3 \text{ sen } 5 \text{ sen } 7 \text{ sen } 12}{\text{sen } 8 \text{ sen } 2 \text{ sen } 4 \text{ sen } 12 \text{ sen } 6} d(7-12)$$

$$a = \frac{\text{sen } 9 \text{ sen } 3 \text{ sen } 5 \text{ sen } 7}{\text{sen } 8 \text{ sen } 2 \text{ sen } 4 \text{ sen } 6} d(7-12)$$

$$\frac{d(8-9)}{\text{sen } 1} = \frac{a}{\text{sen } 9}$$

$$d(8-9) = d(7-12)$$



$$d(7-12) = \frac{\text{sen } 1}{\text{sen } 9} a$$

$$a = \frac{\text{sen } 9 \text{ sen } 3 \text{ sen } 5 \text{ sen } 7 \text{ sen } 1}{\text{sen } 8 \text{ sen } 2 \text{ sen } 4 \text{ sen } 6 \text{ sen } 9} a$$

$$a = \frac{\text{sen } 3 \text{ sen } 5 \text{ sen } 7 \text{ sen } 1}{\text{sen } 8 \text{ sen } 2 \text{ sen } 4 \text{ sen } 6} a$$

Ecuación de la condición trigonométrica.  $1 = \frac{\text{sen } 1 \text{ sen } 3 \text{ sen } 5 \text{ sen } 7}{\text{sen } 2 \text{ sen } 4 \text{ sen } 6 \text{ sen } 8}$

Para realizar dicha ecuación, se toman los logaritmos de la ecuación de condición trigonométrica.

$$\log \sin 1 + \log \sin 3 + \log \sin 5 + \log \sin 7 - (\log \sin 2 + \log \sin 4 + \log \sin 6 + \log \sin 8) = 0$$

Ya que los ángulos  $a$  que se llegan en la compensación geométrica no cumplen por lo general esta condición, se agrega a cada ángulo una variación ( $V$ ), del orden de un segundo, quedando la expresión:

$$\log \sin (1+V1) + \log \sin (3+V3) + \log \sin (5+V5) + \log \sin (7+V7) - (\log \sin (2+V2) + \log \sin (4+V4) + \log \sin (6+V6) + \log \sin (8+V8)) = 0$$

Se obtendrá el logaritmo seno de cada ángulo y también su variación para 1".

Se encontrará la diferencia entre los logaritmos senos pares menos la de los logaritmos impares la cual se dividirá entre ocho, y el valor será la variación media necesaria en el logaritmo seno de cada ángulo, llamándolo ( $\epsilon$ ).

Se buscará la diferencia logarítmica promedio para un segundo, sumándolas todas y dividiéndola entre ocho. Se le llamará ( $\epsilon$ ).

Se dividirá  $\epsilon$  entre  $\epsilon$  y el resultado será el número de segundos de arco que habrá que variar cada ángulo para corregirlo.

Se sumará algebraicamente dicha corrección a los ángulos cuya suma logarítmica sea menor y se restará a aquellas cuya suma sea menor.

A continuación se procede con los cálculos a realizar angularmente.

$$(180)(4-2) = 360^\circ$$

Los ángulos internos del cuadrilátero son:

- 1) 28° 18' 56.92"    5) 03° 22' 18.22"  
2) 65° 06' 10.92"    6) 94° 53' 12.32"  
3) 83° 33' 26.72"    7) 53° 46' 29.52"  
4) 27° 58' 01.22"    8) 03° 01' 30.72"

Sumatoria ángulos internos = 360° 00' 06.56"

Sobrando 6.56" los cuales se repartirán entre los ocho ángulos, restandose a cada uno 0.82"

Quedando los ángulos:

- 1) 28° 18' 56.10"    5) 03° 22' 17.40"  
2) 65° 06' 10.10"    6) 94° 53' 11.50"  
3) 83° 33' 25.90"    7) 53° 46' 28.70"  
4) 27° 58' 00.40"    8) 03° 01' 29.90"

Sumatoria ángulos internos = 360° 00' 00.00"

Cumplidas las dos primera condiciones se procederá a verificar la condición geométrica resultando:

$$8+1 = 5+4$$

8) 03 01 29.9	5) 03 22 17.4
1) +28 18 55.1	4) +27 58 00.4
31 20 26.0	31 20 17.8

Diferencia entre (8+19) y (5+4) 26 - 17.8" = 8.2"

Error = 8.2/4 = 2.05" el cual se suma a la diferencia de menor valor y se resta a la de menor valor.

8) 03 01 27.85	5) 03 22 19.45
1) +28 18 54.50	4) +27 58 02.45
31 20 21.90	31 20 21.90

$$8+1 = 5+4$$

$$2+3 = 6+7$$

$$2) \quad 65 \ 06 \ 10.1 \quad 6) \quad 94 \ 53 \ 11.5$$

$$3) \quad \begin{array}{r} +83 \ 33 \ 25.9 \\ 148 \ 39 \ 36.0 \end{array} \quad 7) \quad \begin{array}{r} +53 \ 46 \ 28.7 \\ 148 \ 39 \ 40.2 \end{array}$$

$$\text{Dif. } (2+3) = (6+7) \quad 40.2 - 36.0 = 4.2''$$

$$\text{Error} = 4.2/4 = 1.05''$$

$$2) \quad 65 \ 06 \ 11.15 \quad 6) \quad 94 \ 53 \ 10.45$$

$$3) \quad \begin{array}{r} +83 \ 33 \ 26.95 \\ 148 \ 39 \ 38.10 \end{array} \quad 7) \quad \begin{array}{r} +53 \ 46 \ 27.65 \\ 148 \ 39 \ 38.10 \end{array}$$

$$2+3 = 6+7$$

Al cumplir éstas dos condiciones no se han ajustado los ángulos internos del polígono como se observa con su sumatoria:

$$\text{SUM. ANG. INT.} = 360^\circ 00' 00.00''$$

Y se cumplen las siguientes condiciones:

$$8+1+2+3 = 180^\circ 00' 00.00''$$

$$2+3+4+5 = 180^\circ 00' 00.00''$$

$$4+5+6+7 = 180^\circ 00' 00.00''$$

$$6+7+8+1 = 180^\circ 00' 00.00''$$

Cumplida la condición geométrica se tienen los siguientes ángulos ajustados:

$$1) \ 28^\circ 18' 53.54'' \quad 5) \ 03^\circ 22' 19.04''$$

$$2) \ 65^\circ 06' 11.56'' \quad 6) \ 94^\circ 53' 10.86''$$

$$3) \ 83^\circ 33' 26.54'' \quad 7) \ 53^\circ 46' 27.24''$$

$$4) \ 27^\circ 58' 02.86'' \quad 8) \ 03^\circ 01' 28.26''$$

Para cumplir con la condición trigonométrica se calculan las diferencias logarítmicas de 1" en cada ángulo teniendo:

$$\begin{aligned} 1) \log \text{ sen } 28 \ 18 \ 54.05 &= 9.676070444 \\ \log \text{ sen } 28 \ 18 \ 55.05 &= \underline{9.676074351} \\ &0.000003907 \text{ dif. log} = 3.907 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2) \log \text{ sen } 65 \ 06 \ 11.15 &= 9.957639258 \\ \log \text{ sen } 65 \ 06 \ 12.15 &= \underline{9.957640235} \\ &0.000000977 \text{ dif. log} = 0.977 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3) \log \text{ sen } 83 \ 33 \ 26.95 &= 9.997248706 \\ \log \text{ sen } 83 \ 33 \ 27.95 &= \underline{9.997248943} \\ &0.000000237 \text{ dif. log} = 0.237 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 4) \log \text{ sen } 27 \ 58 \ 02.45 &= 9.671143484 \\ \log \text{ sen } 27 \ 58 \ 03.45 &= \underline{9.671147449} \\ &0.000003965 \text{ dif. log} = 3.965 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 5) \log \text{ sen } 03 \ 22 \ 19.45 &= 8.769523133 \\ \log \text{ sen } 03 \ 22 \ 20.45 &= \underline{8.769548866} \\ &0.000035733 \text{ dif. log} = 35.733 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 6) \log \text{ sen } 94 \ 53 \ 10.45 &= 9.998418806 \\ \log \text{ sen } 94 \ 53 \ 11.45 &= \underline{9.998418626} \\ &0.000000180 \text{ dif. log} = 0.180 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 7) \log \text{ sen } 53 \ 46 \ 27.65 &= 9.906709797 \\ \log \text{ sen } 53 \ 46 \ 28.65 &= \underline{9.906711339} \\ &0.000001542 \text{ dif. log} = 1.542 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 8) \log \text{ sen } 03 \ 01 \ 27.85 &= 8.722315295 \\ \log \text{ sen } 03 \ 01 \ 28.85 &= \underline{8.722355144} \\ &0.000039849 \text{ dif. log} = 39.849 \end{aligned}$$

$$\text{SUM. log sen pares} = 9.349516843 - 30$$

$$\text{SUM. log sen impares} = \underline{9.349552080 - 30}$$
$$0.0000355237 \text{ dif.} = 35.237$$

$$a = 35.237/8 = 4.404625$$

$$\text{SUM. dif. log} = 86.436$$

$$B = 86.436/8 = 10.8045$$

$$a/B ; 4.404625/10.8045 = 0.41''$$

0.41" se sumará a los ángulos impares.

0.41" se restará a los ángulos pares.

Quedando:

- |                   |                   |
|-------------------|-------------------|
| 1) 28° 18' 53.54" | 5) 03° 22' 19.04" |
| 2) 65° 06' 11.56" | 6) 94° 53' 10.86" |
| 3) 83° 33' 26.54" | 7) 53° 46' 27.24" |
| 4) 27° 58' 02.86" | 8) 03° 01' 28.26" |

Cumpléndose de ésta manera la condición trigonométrica y estando los ángulos ajustados para poderlos utilizar en los cálculos de rumbos, distancias y coordenadas.

La figura 3.1.4.1 muestra sus ángulos internos ya ajustados cumpliendo las condiciones angulares descritas anteriormente de las figuras de triangulación.

Siendo los ángulos ajustados faltantes los que a continuación se muestran:

Est.	Ps. Vs.	Ang. Hor.
9)	TD1 TD4 - TD6	= 29° 51' 42.06"
10)	TD1 TD6 - TD8	= 47° 43' 05.49"
11)	TD8 TD1 - TD6	= 88° 57' 00.08"
12)	TD8 TD6 - TD11	= 39° 57' 20.79"
13)	TD11 TD8 - TD6	= 100° 10' 51.08"
14)	TD6 TD11 - TD8	= 39° 51' 48.13"
15)	TD6 TD8 - TD1	= 43° 19' 54.43"
16)	TD6 TD1 - TD4	= 42° 33' 17.83"
17)	TD4 TD6 - TD1	= 107° 35' 00.09"

Angulos compensados utilizados para los cálculos posteriores.

1. - 29°18'63.54"	6. - 94°53'10.66"	11. - 66°57'00.08"	16. - 42°33'17.63"
2. - 05°06'11.56"	7. - 53°46'27.24"	12. - 30°57'20.73"	17. - 107°35'00.09"
3. - 80°33'26.54"	8. - 02°01'28.26"	13. - 100°10'51.06"	
4. - 27°58'02.66"	9. - 29°51'42.08"	14. - 33°51'48.13"	
5. - 09°22'19.04"	10. - 47°43'05.49"	15. - 43°19'54.43"	

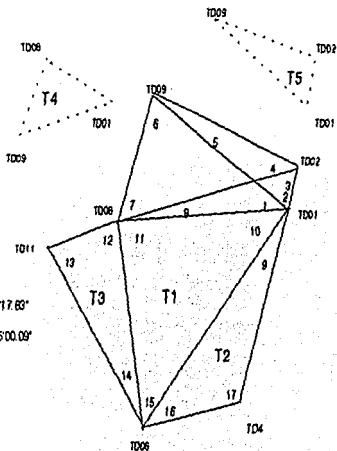


Figura 3.1.4.1

### III.1.5.- Cálculo de lados y coordenadas.

Obtenidos todos los ángulos compensados geométrica y trigonometricamente, pueden calcularse por ley de senos todos los lados del sistema y por medio de proyecciones las coordenadas (x,y) de los vértices.

Para el cálculo de las distancias es necesario medir la distancia del lado base, la cual se realizó con distanciómetro dando como resultado:

$$TD06-TD01 = 1455.308 \text{ m}$$

De la misma figura 3.1.4.1 y tomando el lado TD06-TD01 como base se deducen las siguientes expresiones para el cálculo de lados.

Triángulo no.1

$$\frac{1455.308}{\text{sen } 11} = \frac{TD01-TD08}{\text{sen } 15} \quad TD01-TD08 = 1455.308 \text{ sen } 15 / \text{sen } 11 = 998.832$$

$$\frac{998.832}{\text{sen } 15} = \frac{TD08-TD06}{\text{sen } 10} \quad TD08-TD06 = 998.832 \text{ sen } 10 / \text{sen } 15 = 1076.883$$

$$\frac{1076.883}{\text{sen } 10} = \frac{TD06-TD01}{\text{sen } 11} \quad TD06-TD01 = 1076.883 \text{ sen } 11 / \text{sen } 10 = 1455.308$$

Triángulo no.2

$$\frac{1455.308}{\text{sen } 17} = \frac{TD06-TD04}{\text{sen } 9} \quad TD06-TD04 = 1455.308 \text{ sen } 9 / \text{sen } 17 = 760.124$$

$$\frac{760.124}{\text{sen } 9} = \frac{TD04-TD01}{\text{sen } 16} \quad TD04-TD01 = 760.124 \text{ sen } 16 / \text{sen } 9 = 1032.459$$

$$\frac{1032.459}{\text{sen } 16} = \frac{TD01-TD06}{\text{sen } 17} \quad TD01-TD06 = 1032.459 \text{ sen } 17 / \text{sen } 16 = 1455.308$$

Triángulo no.3

$$\frac{1776.583}{\text{sen } 13} = \frac{TD08-TD11}{\text{sen } 14} \quad TD08-TD11 = 1776.583 \text{ sen } 14 / \text{sen } 13 = 701.280$$

$$\frac{701.280}{\text{sen } 14} = \frac{\text{TD11-TD06}}{\text{sen } 12} \quad \text{TD11-TD06} = 701.280 \text{ sen } 12 / \text{sen } 14 = 702.633$$

$$\frac{702.633}{\text{sen } 12} = \frac{\text{TD06-TD08}}{\text{sen } 13} \quad \text{TD06-TD08} = 702.633 \text{ sen } 13 / \text{sen } 12 = 1776.583$$

Triángulo no.4

$$\frac{996.832}{\text{sen } 6} = \frac{\text{TD01-TD09}}{\text{sen } (7+8)} \quad \text{TD01-TD09} = 996.087 \text{ sen } (7+8) / \text{sen } 6 = 838.824$$

$$\frac{838.824}{\text{sen}(7+8)} = \frac{\text{TD09-TD08}}{\text{sen } 1} \quad \text{TD09-TD08} = 836.515 \text{ sen } 1 / \text{sen } (7+8) = 475.491$$

$$\frac{475.491}{\text{sen } 1} = \frac{\text{TD11-TD01}}{\text{sen } 6} \quad \text{TD11-TD01} = 474.182 \text{ sen } 6 / \text{sen } 1 = 998.832$$

Triángulo no.5

$$\frac{836.38}{\text{sen}(3+4)} = \frac{\text{TD06-TD01}}{\text{sen } 5} \quad \text{TD06-TD01} = 836.515 \text{ sen } 5 / \text{sen } (3+4) = 53.037$$

$$\frac{53.037}{\text{sen } 5} = \frac{\text{TD02-TD09}}{\text{sen } 2} \quad \text{TD02-TD09} = 52.883 \text{ sen } 2 / \text{sen } 5 = 817.912$$

$$\frac{817.912}{\text{sen } 2} = \frac{\text{TD06-TD01}}{\text{sen } (3+4)} \quad \text{TD06-TD01} = 815.665 \text{ sen } (3+4) / \text{sen } 2 = 838.824$$

Posteriormente se procede al cálculo de los rumbos.

Triángulo no.1

$$\begin{aligned} \text{TD06-TD01} &= \text{NE } 40 \ 39 \ 13.15 \\ \text{ANG. } 10 & \quad \underline{47 \ 43 \ 05.49} \\ \text{TD01-TD08} &= \text{SW } 88 \ 22 \ 18.64 \\ \text{ANG. } 11 & \quad \underline{88 \ 57 \ 00.08} \\ & \quad \underline{177 \ 19 \ 18.72} \\ & \quad \underline{180 \ 00 \ 00.00} \\ \text{TD08-TD06} &= \text{SE } 02 \ 40 \ 41.28 \\ \text{ANG. } 15 & \quad \underline{43 \ 19 \ 54.43} \\ \text{TD06-TD01} &= \text{NE } 40 \ 39 \ 13.15 \end{aligned}$$



### Triángulo no.2

TD01-TD06=SW	40 39 13.15
ANG. 16	<u>42 33 17.83</u>
TD06-TD04=NE	83 12 30.98
ANG. 17	<u>107 35 00.09</u>
	190 47 31.07
	<u>180 00 00.00</u>
TD04-TD01=NE	10 47 31.07
ANG. 9	<u>29 51 42.08</u>
TD01-TD06=SW	40 38 13.15

### Triángulo no.3

TD06-TD08=NW	02 40 41.28
ANG. 12	<u>39 57 20.79</u>
TD08-TD11=SW	37 16 39.51
ANG.13	<u>100 10 51.08</u>
	137 27 30.59
	<u>180 00 00.00</u>
TD11-TD06=SE	42 32 29.41
ANG. 14	<u>39 51 48.13</u>
TD06-TD08=NW	02 40 41.28

### Triángulo no.4

TD08-TD01=NE	88 22 18.64
ANG. 1	<u>28 18 53.64</u>
	116 41 12.28
	<u>180 00 00.00</u>
TD01-TD09=NW	63 18 47.72
ANG. 6	<u>94 53 10.86</u>
TD09-TD08=SW	31 34 23.14
ANG. 7+8	<u>56 47 55.50</u>
TD08-TD01=NE	88 22 18.64

Triángulo no.5

TD09-TD01=SE	63 18 47.72
ANG. 2	<u>65 06 11.56</u>
TD01-TD02=NW	1 47 23.84
ANG. (3+4)	<u>111 31 29.42</u>
	113 18 53.26
	<u>180 00 00.00</u>
TD02-TD09=NW	66 41 06.74
ANG. 5	<u>03 22 19.04</u>
	63 18 47.70

Obtenidas las distancias de los lados de los triángulos y con los rumbos de cada lado se procede al cálculo de sus proyecciones para obtener sus coordenadas (x,y).

Los cuales se observan en los registros siguientes:

Calcular las coordenadas (X,Y)

TRANSACCION 1

LADO		PROYECCIONES SIN CORREGIR								CORRECCIONES				PROYECCIONES CORREGIDAS								COORDENADAS		
EST	PO	DISTANCIAS	RMD	N(x)	S(y)	E(x)	W(y)	V	X	N(x)	S(y)	E(x)	W(y)	V	Y	X	Y	X						
T000	T001	1455 378	N40291315E	1134.24952	0	948.111228	0	-0.0001039	-3.886E-05	1104.08916	0	948.111187	0	T000	142322.195	594211.000								
T001	T004	698.832	S6821404W	0	28.3769447	0	698.428745	2.6711E-06	4.1055E-05	0	28.3769473	0	698.428736	T001	143462.281	595150.117								
T004	T006	1778.683	S02404129E	0	1075.7269	50.3136012	0	2.0607E-05	2.066E-08	0	1075.72691	50.3135991	0	T004	143671.931	594160.668								
PERMETRO		3331.723	m	ERROR X = 0.00027384				ERROR Y = 8.210E-05				ERROR X = 0.00041667				ERROR Y = 3.3334E-12								
				ERROR TOTAL = 0.00227347																				
				PRECISION = 1.154011483																				
				SUMA Yx = 2238.17274				SUMA Yy = 1366.85155																

TRANSACCION 2

LADO		PROYECCIONES SIN CORREGIR								CORRECCIONES				PROYECCIONES CORREGIDAS								COORDENADAS		
EST	PO	DISTANCIAS	RMD	N(x)	S(y)	E(x)	W(y)	V	X	N(x)	S(y)	E(x)	W(y)	V	Y	X	Y	X						
T000	T004	780.124	N5372375E	89.8883337	0	754.796423	0	-2.097E-05	0.0001804	89.8883324	0	754.796234	0	T000	142322.195	594211.000								
T004	T001	1032.459	N13473107E	1014.174644	0	193.321276	0	-0.0002326	-4.851E-05	1014.1982	0	193.32123	0	T004	142482.263	594985.795								
T001	T006	1455.378	S43391315W	0	1174.09225	0	948.111225	3.3552E-17	0.0002379	0	1174.09252	0	948.111464	T001	143462.281	595150.117								
PERMETRO		3287.951	m	ERROR X = 0.00059415				ERROR Y = 0.0047358				ERROR X = 6.5285E-14				ERROR Y = 1.1945E-10								
				ERROR TOTAL = 0.0069882																				
				PRECISION = 1.147445003																				
				SUMA Yx = 2238.17303				SUMA Yy = 1626.3234																

TRANSACCION 3

LADO		PROYECCIONES SIN CORREGIR								CORRECCIONES				PROYECCIONES CORREGIDAS								COORDENADAS		
EST	PO	DISTANCIAS	RMD	N(x)	S(y)	E(x)	W(y)	V	X	N(x)	S(y)	E(x)	W(y)	V	Y	X	Y	X						
T000	T004	1276.844	N3247124W	1075.7269	0	0	1276.844	-1.497E-06	-1.256E-05	1075.72673	0	0	1276.84366	T000	142322.195	594211.000								
T004	T001	757.25	S37183634W	0	584.715834	0	424.766825	7.7642E-06	0.00014822	0	584.715842	0	424.767024	T004	142482.263	594180.800								
T001	T006	722.833	S4332744E	0	517.69433	475.987594	0	7.274E-16	-0.0001682	0	517.69431	475.986626	0	T001	142467.487	593735.938								
PERMETRO		248.793	m	ERROR X = 2.893E-05				ERROR Y = 1.0033229				ERROR X = 3.6282E-05				ERROR Y = 0.000666491								
				ERROR TOTAL = 0.0003336																				
				PRECISION = 1.743197325																				
				SUMA Yx = 2151.41364				SUMA Yy = 950.134853																

TRANSACCION 4

LADO		PROYECCIONES SIN CORREGIR								CORRECCIONES				PROYECCIONES CORREGIDAS								COORDENADAS		
EST	PO	DISTANCIAS	RMD	N(x)	S(y)	E(x)	W(y)	V	X	N(x)	S(y)	E(x)	W(y)	V	Y	X	Y	X						
T000	T001	698.832	N4821764E	21.376547	0	698.428745	0	-1.32E-05	6.472E-05	21.376552	0	698.428958	0	T000	143167.912	594160.668								
T001	T004	838.824	N45184770W	375.729172	0	743.428138	0	-0.0001648	6.3466E-05	375.729293	0	743.428162	0	T001	143462.282	595150.117								
T004	T006	475.491	S31342314W	0	475.12445	0	248.92323	2.7001E-04	2.112E-08	0	475.124445	0	248.923192	T004	143873.078	594439.864								
PERMETRO		2119.147	m	ERROR X = 0.00038964				ERROR Y = 0.00016645				ERROR X = 1.1472E-14				ERROR Y = 0.00033368								
				ERROR TOTAL = 0.00041652																				
				PRECISION = 1.591504223																				
				SUMA Yx = 802.917263				SUMA Yy = 1998.85763																



### **III.1.6.- Cálculo de elevaciones.**

Para el cálculo de las elevaciones de cada vértice se realiza un levantamiento vertical, el cual consiste en el conjunto de procedimientos y operaciones de campo y gabinete destinados a determinar la elevación de puntos sobre el terreno.

La determinación de las elevaciones consiste en la medida de diferencias de elevaciones entre un banco de nivel y el punto observado; se utiliza en éste caso el método de nivelación trigonométrica, la cual debe estar ligada a elevaciones que se tienen ya ubicadas, las cuales pertenecen al punto de partida y línea base (PC-TC) de Peña Colorada.

La nivelación trigonométrica consiste en la determinación indirecta de diferencia de alturas entre puntos vecinos mediante la medida de la distancia existente entre ambos y del ángulo vertical que contiene a dicha línea, con respecto al plano horizontal local de cualquiera de los puntos.

Las observaciones de ángulos verticales deberán ser recíprocas y simultáneas, en éste caso se ejecutarán junto con las observaciones de ángulos horizontales para poder aprovechar la disponibilidad del aparato.

En cada punto se toman por lo menos un aceptable de ángulos verticales, dependiendo del orden del levantamiento, siendo cada determinación el resultado de tomar dos punterías, una con el instrumento en posición directa y la otra en la posición invertida del mismo.

En cada punto de la nivelación deberán de medirse tanto las alturas del instrumento como las de las señales empleadas, con referencia a la parte superior de los respectivos monumentos.

Teniendo el promedio de cada ángulo vertical de cada vértice visado el procedimiento es como sigue a continuación:

Por medio de las siguientes fórmulas se obtendrá el desnivel y elevación del punto observado.

$$\text{Elev. P. V.} = \text{Elev. Est.} + \text{Alt. Ap.} - \text{Alt. Señal} + \text{Dn.}$$

$$\text{Dn} = d \tan (90^\circ - \text{Áng. V})$$

- Elev. P. V. = elevación del punto visado.
- Elev. Est. = elevación del vértice donde se centró el aparato.
- Alt. Ap. = altura del aparato.
- Alt. Señal = altura a la que se realizó la puntería en la baliza.
- Dn. = desnivel.
- d = distancia horizontal.
- Ang. V = ángulo vertical leído.

Tomando en cuenta el orden de la nivelación

Orden	Clase	Tolerancia
Primero	I	4 mm SQR Km
	II	5 mm SQR Km
Segundo	I	6 mm SQR Km
	II	8 mm SQR Km
Tercero	Unica	12 mm SQR Km
Nivelación topográfica		1 cm SQR Km

SQR= raíz cuadrada

Para efectuar la nivelación se partirá del punto de partida (PC) que tiene una elevación conocida y se tomará como banco de nivel; de la cual se empezarán a obtener las elevación de la siguiente mojonera, y de ésta se nivelará al PC, para comprobar que se haya efectuado bien la nivelación.

Y teniendo la elevaciones de estas dos mojoneras se partirá para calcular las de las demás.

A continuación se muestran los cálculos realizados para la obtención de las elevaciones de los vértices de triangulación, tomando como banco de nivel a la mojonera del punto de partida de Peña Colorada (PC).

CALCULO DE LAS ELEVACIONES.

PC	1260.439
alt.ap.	1.534
alt.señal	1.51
Dn	- 0.74
dist.	53.037
ang.v.	90.475579
TD01	1259.723

TD01	1259.723
alt.ap.	1.365
alt.señal	2.316
Dn	1.671
dist.	53.037
ang.v.	88.114025
PC	1259.723

PC	1260.439
	<u>1260.443</u>
Error	0.004

TD01	1259.723
alt.ap.	1.365
alt.señal	2.2
Dn	- 318.827
dist.	102.21254
ang.v.	1455.308
TD06	940.061

TD06	940.061
alt.ap.	1.495
alt.señal	1.51
Dn	319.672
dist.	1455.308
ang.v.	77.364025
TD01	1259.718

TD01	1259.723
	<u>1259.718</u>
Error	0.005

TD06	940.061
alt.ap.	1.495
alt.señal	1.5
Dn	77.811
dist.	760.124
ang.v.	84.091885
TD04	1017.867

TD01	1259.723
alt.ap.	1.365
alt.señal	1.5
Dn	- 241.722
dist.	1032.459
ang.v.	103.103685
TD04	1017.866

TD01	1017.867
	<u>1017.866</u>
Error	0.001

TD06	940.061
alt.ap.	1.495
alt.señal	2.4
Dn	420.717
dist.	1076.883
ang.v.	68.393745
TD08	1359.935

TD01	1259.723
alt.ap.	1.365
alt.señal	2.4
Dn	101.691
dist.	998.832
ang.v.	84.111225
TD08	1359.94

TD01	1017.867
	<u>1017.866</u>
Error	0.001

TD04	1017.867
	<u>1017.866</u>
Error	0.001

TD06	1017.867
	<u>1017.866</u>
Error	0.001

TD08	1359.935
	<u>1359.94</u>
Error	-0.005

TD08	1359.9375
alt.ap.	1.37
alt.señal	2.2
Dn	-250.768
dist.	701.28
ang.v.	109.40348
TD11	1108.339

PC	1260.439
alt.ap.	1.534
alt.señal	2.239
Dn	184.478
dist.	817.912
ang.v.	77.172305
TD09	1444.212

TD06	940.061
alt.ap.	1.495
alt.señal	2.2
Dn	168.978
dist.	702.633
ang.v.	76.28393
TD11	1108.334

TD01	1259.723
alt.ap.	1.365
alt.señal	2.239
Dn	185.361
dist.	838.824
ang.v.	77.322108
TD09	1444.21

TD01 1108.339  
1108.334  
Error 0.005

TD11 1108.337

TD01 1444.212  
1444.21  
Error 0.002

TD09 1444.211

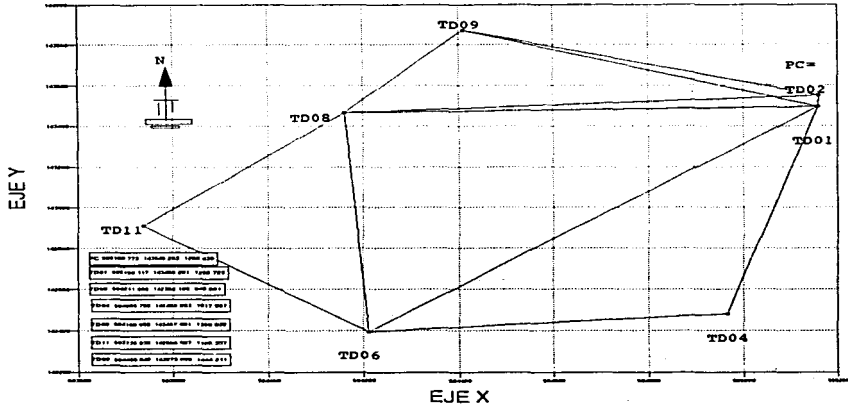


Calculadas tanto las coordenadas planimétricas como altimétricas se tiene:

Vértice	X	Y	Z
TC	594098.832	142159.256	835.956
PC	595160.773	143549.293	1260.439
TD01	595159.117	143496.281	1259.723
TD06	594211.006	142392.195	940.061
TD04	594965.796	142482.083	1017.867
TD08	594160.688	143467.901	1359.938
TD11	593735.938	142909.887	1108.337
TD09	594409.648	143873.006	1444.211

En esta forma los vértices de triangulación sirven de control, ya que cuando es necesario algún trabajo topográfico, se pueden utilizar como puntos iniciales para los requeridos y de igual manera poder obtener su representación en un plano.

# TRIANGULACION TOPOGRAFICA.



## **III.2.- Marcación de puntos auxiliares.**

El control topográfico de la mina de la cual depende su actualización, la marcación de barrenos para exploración y explotación, así como el inventariado de mineral son una serie de actividades que se realizan constantemente a lo largo y ancho de ésta, para lo cual se ligan puntos auxiliares de los vértices que existen en el tajo que ayuden a la realización de éstos.

Un punto auxiliar dentro de la mina consiste en un vértice con coordenadas x,y,z ligado a una mojonera de donde partir para realizar los trabajos topográficos necesarios.

### **III.2.1.- Levantamiento de puntos auxiliares primarios.**

Los puntos auxiliares deben quedar a una distancia cercana del lugar donde se desarrollará el trabajo topográfico que se vaya a llevar a cabo.

Éstos son ubicados gracias a vértices preestablecidos en la mina por medio de una pequeña poligonal topográfica consistente en un triángulo.

El levantamiento de puntos auxiliares es también de Orden 3, Clase II, con precisión de 1 : 5000; con un error medio cuadrático en las distancias de 1 : 150000. Para lo cual se realizan dos posiciones por estación con teodolito con aproximación al segundo y un límite de rechace de  $\pm 5''$  por estación y de  $\pm 10''$  en el cierre angular. Y con una tolerancia de 1 cm SQR Km en el cálculo de la elevación.

Su trabajo de campo consiste en:

Establecer una mojonera en el sitio deseado, la cual es cilíndrica de 20 cm X 50 cm con una varilla al centro y un tornillo de acero inoxidable, idéntico al del bastón centrador que se utiliza al centrar el portaprisma. Debido a que ésta permanecerá durante un periodo largo sobre el terreno y por lo cual se sitúa en una zona donde no vaya a sufrir algún deterioro por derrumbe de rezaga y a la vez que ésta sirva como estación o como punto visado para trabajos posteriores. Por esto es que se colocará una baliza sobre la varilla de la mojonera y se pueda apreciar desde cualquier zona cercana a ésta.

A continuación se procederá a situar y nivelar un teodolito electrónico sobre un vértice de triangulación de la mina.

Se pondrá el vernier horizontal en ceros visando a otro vértice de triangulación apretando el movimiento general, se aflojará el movimiento particular y se gira el instrumento de tal manera de visar al punto auxiliar.

Sobre el punto auxiliar se coloca un juego de prismas, nivelado éste se girará de manera que quede en dirección del teodolito.

Se tomará el ángulo horizontal girando el aparato hacia la derecha, distancia horizontal y el desnivel que existe.

Posteriormente se coloca uno sobre el vértice que se tomó como punto visado y se efectuará lo mismo tomando al vértice que sirvió anteriormente como estación ahora como punto visado.

Por último se colocará el teodolito sobre el punto auxiliar y se realizará el mismo procedimiento descrito anteriormente.

Utilizando las coordenadas de los dos vértices conocidos, se calculará el rumbo de dicha línea por medio de la siguiente fórmula:

$$R_{bo} = \tan^{-1} [ (x_2 - x_1) / (y_2 - y_1) ]$$

Se deberá tener en cuenta que:

$$x = x_2 - x_1 \quad y = y_2 - y_1$$

- Si  $x =$  positiva ;  $y =$  positiva ,  $R_{bo} =$  NE
- Si  $x =$  positiva ;  $y =$  negativa ,  $R_{bo} =$  SE
- Si  $x =$  negativa ;  $y =$  negativa ,  $R_{bo} =$  SW
- Si  $x =$  negativa ;  $y =$  positiva ,  $R_{bo} =$  NW

Con los valores más probables de los ángulos horizontales internos y con el rumbo obtenido se calcularán los rumbos del triángulo.

Y por medio de la regla del tránsito se calcularán las coordenadas (x,y) del punto auxiliar.

Para calcular la coordenada z, se utilizará la siguiente fórmula:

**Coordenada Z = Elevación Estación + Altura Aparato +/- Desnivel - Altura del Prisma**

La cual se utilizará tanto en la observación del primer y segundo vértice al punto auxiliar, obteniendo después la media de dicha cantidad para obtener la elevación más probable del punto auxiliar.

Éstos valores (x,y,z) se capturarán en un paquete de topografía de la mina donde se le pondrá un nombre al punto auxiliar y pueda servir para posteriores trabajos.

El siguiente levantamiento de un punto auxiliar ejemplifica lo anteriormente dicho.

Trabajo de campo:

Se realizó un reconocimiento previo para verificar la buena visibilidad del punto auxiliar tanto a dos vértices de la mina como del mismo punto a la zona de donde se requería de su auxilio.

Hecho ésto se montó una mojonera (anteriormente descrita) en donde se ubicará el punto auxiliar.

Se situó el aparato en la mojonera TD01 y se obtuvo:

<b>EST.</b>	<b>P.V.</b>	<b>ANG.HOR.</b>	<b>DIST.HOR.</b>	<b>DESNIVEL</b>
TD01	TD06	00°00'00"		
	P.AUX.	321°50'41"	1170.642	-227.13

Se centró el aparato en la mojonera TD06 y se obtuvieron las siguientes lecturas:

<b>EST.</b>	<b>P.V.</b>	<b>ANG.HOR.</b>	<b>DIST.HOR.</b>	<b>DESNIVEL.</b>
TD06	TD01	00°00'00"		
	P.AUX.	53°31'08"	899.469	91.91

Enseguida se cambió el aparato al punto auxiliar y se obtuvieron las siguientes lecturas:

<b>EST.</b>	<b>P.V.</b>	<b>ANG.HOR.</b>	<b>DIST.HOR.</b>	<b>DESNIVEL.</b>
P.AUX.	TD06	00°00'00"		
	TD01	88°19'32"	1170.642	227.135

Con dichas lecturas angulares se comprobó el cierre angular de la figura que debe de ser igual a  $(180^\circ)(n-2)$  para ángulos internos de la figura.

El ángulo horizontal anotado en la primera puesta de aparato fué un ángulo externo con valor igual a  $321^\circ50'41''$ , por lo cual se realiza la siguiente operación para obtener el ángulo complementario de esa estación y que sea interno para dicho polígono.

$$360^\circ00'00'' - 321^\circ50'41'' = 38^\circ09'19''$$

Al tener ya nada más ángulos internos en la poligonal se procede a comprobar su cierre angular, teniendo:

$$\begin{array}{r} 38^{\circ}09'19'' \\ +53^{\circ}31'08'' \\ \hline 88^{\circ}19'32'' \\ 179^{\circ}59'59'' \end{array}$$

Existe un error de 1" el cual se reparte para que el cierre angular sea:

$$\begin{array}{r} 38^{\circ}09'20'' \\ +53^{\circ}31'08'' \\ \hline 88^{\circ}19'32'' \\ 180^{\circ}00'00'' \end{array}$$

Enseguida se procedió a calcular el rumbo de la línea de las mojoneras de donde se partió para el levantamiento, teniendo en cuenta sus coordenadas:

TD01 ( 595161.151 ; 142859.941 ; 940.123 )

TD06 ( 594213.041 ; 141755.855 ; 1289.294 )

$$\text{Rbo. TD01-TD06} = \tan^{-1} \left( \frac{594213.041 - 595161.151}{141755.855 - 142859.941} \right) = 40^{\circ}39'13''$$

Debido a que tanto la diferencia de las coordenadas ( x ) como las ( y ) dan como resultado signos negativos, quiere decir que el rumbo está en el tercer cuadrante siendo éste Suroeste.

$$\text{Rbo. TD01-TD06} = \text{S } 40^{\circ} 39' 13'' \text{ E}$$

A continuación se procede a calcular los rumbos del polígono partiendo del obtenido y de las distancias reales para que por medio de la regla del tránsito poder calcular las coordenadas (x,y) del punto auxiliar. Esto se muestra en el siguiente registro 3.2.1.1 así como el cálculo de la elevación.

Como último paso se registran las coordenadas del punto auxiliar en el paquete de topografía con un nombre específico que también será escrito sobre la mojonera o en una bandera junto a ésta, para que de ahí se pueda partir en los sucesivos trabajos topográficos que se realicen cerca de éste o para que sirva como punto visado para otros.

Calculo de las coordenadas del punto auxiliar.

Calculo de numeros

TD01 TD08	SW	40 39 13
ANG 1		<u>53 31 08</u>
		<u>94 10 21</u>
		<u>180 00 00</u>
TD06 P A <sub>UX</sub>	SE	85 49 39
ANG 2		<u>68 19 32</u>
P A <sub>UX</sub> TD01	NE	<u>7 29 53</u>
ANG 3		<u>38 09 20</u>
	SW	40 39 13

Distanciat

Las distancias fueron tomadas con distanciametro y comprobadas por medio de la ley de senos sendo éstas

Distanciametro	Ley de Senos	Promedios de las distancias anteriores
TD01 TD06 = 1455.304	TD01 TD06 = 1455.306 m	TD01 TD06 = 1455.306 m
TD06 P A <sub>UX</sub> = 895.465	TD06 P A <sub>UX</sub> = (1455.306 / sen 2) * sen 2 = 894.471 m	TD06 P A <sub>UX</sub> = 894.470 m
P A <sub>UX</sub> TD01 = 1170.642	P A <sub>UX</sub> TD01 = (1455.306 / sen 1) * sen 3 = 1170.644 m	P A <sub>UX</sub> TD01 = 1170.643 m
	TD01 TD06 = (1170.644 / sen 2) * sen 1 = 1455.307 m	

Calculo de las coordenadas (x y) del punto auxiliar por medio de la regla del tránsito

LADO		PROYECCIONES SIN CORRECCIÓN								CORRECCIONES				PROYECCIONES CORREGIDAS				COORDENADAS		
EST. P. A.	LOS ANGELES	RUMO	N(x)	S(y)	E(z)	W(x)	V	X	N(x)	S(y)	E(z)	W(x)	V	Y	X	Y	X			
TD01 TD06	1455.304	S40°29'13W	0	1164.465	0	948.176422	0.0099264	0.0407017	0	1164.46526	0	948.165715	TD01	142856.841	555761.151					
TD06 P A <sub>UX</sub>	899.47	S85°49'39E	0	75.442564	897.065746	0	3.957E-05	0.000089508	0	25.4445582	897.065837	0	TD06	141795.855	554213.041					
P A <sub>UX</sub> TD01	1170.643	N7°29'53E	1170.6354	0	31.023042	0	6.00070512	3.6263E-06	1169.53125	0	51.0230763	0	P A <sub>UX</sub>	141650.41	555110.126					
PERMEDIADO	3525.421 m		ERRORES Y = 0.00145224 ERRORES X = 0.00141534				ERRORES Y = 6.5479E-14 ERRORES X = 1.0554E-06				TD01	142859.641	555161.151							
			ERRORES TOTAL = 0.00156564																	
			PRECISION = 1 / 1763243.62																	
			SUMA Y = 2336.65249				SUMA X = 1836.22065													

Calculo de la elevación

Elev TD01	+ 1289.294	Elev TD06	= + 840.123	
Alt Ap =	+ 1.368	Alt Ap =	+ 1.495	
Dn =	- 227.135	Dn =	+ 91.910	
Alt Prisma	- 1.510	Alt Prisma =	- 1.510	
Elev P A <sub>UX</sub>	1232.017	Elev P A <sub>UX</sub>	= 1032.018	Elev P A <sub>UX</sub> = 1232.018 m

Coordenadas del punto auxiliar

P A<sub>UX</sub> = D3 = ( 565110.128 ; 141690.410 ; 1032.018 )

Registro 3211

### **III.2.2.- Levantamiento de puntos auxiliares secundarios.**

El levantamiento de un punto secundario consiste en ligar un punto auxiliar a un punto auxiliar primario.

Los puntos auxiliares secundarios se sitúan cerca de una marcación de voladura, de tal forma que sirvan para controlar un frente de avance, marcar un límite de voladura, levantar una marcación de barrenos, nivelar los barrenos de una voladura para obtener las profundidades de éstos así como levantar la cresta y la pata de la zona a tumbar. Y por lo tanto al ser ejecutada una voladura, dicho punto auxiliar desaparecerá.

Es por ello que son de gran importancia, pero por lo mismo no es necesario realizar un levantamiento concienzudo de éste, aunque sí con una buena precisión para obtener buenos resultados en los trabajos que le seguirán.

Su levantamiento se realiza con teodolito electrónico (T-1000), aunque para llevarlo a cabo sólo se realiza una sola puesta de aparato siguiendo la misma precisión antes mencionada.

El procedimiento es el siguiente:

Se clavará una estaca o clavo sobre el piso donde se requiera o de pintar una marca sobre una roca que se encuentre inmóvil sobre el terreno, además de que se busca normalmente que esté cerca de la cresta de tal forma que no exista peligro de caer al vacío y de no estorbar el tránsito de la rotería, de los camiones de carga y demás vehículos que transiten por determinado piso de la mina, y de no situarse cerca de la pata pues existe el peligro de que al estarse limpiando el piso superior lleguen a caer piedras o de haber algún derrumbe a causa de las lluvias. Figura 3.2.2.1

Al levantarlo siempre se situará el aparato ( T-1000 ) en un vértice conocido visando a otro que se encuentre más o menos cercano, y a una hora en la que no exista mucha reverberación.

Centrado, nivelado éste y visando se seguirán los siguientes pasos para obtener los datos de campo:

Apretando el movimiento general y por medio de su tangencial se hará la puntería en la mojonera que servirá como punto visado.

Se teclará en el teodolito:

set AZ set AZ . run Para poder poner el círculo horizontal en 0°00'00"



# Levantamiento de un punto auxiliar.

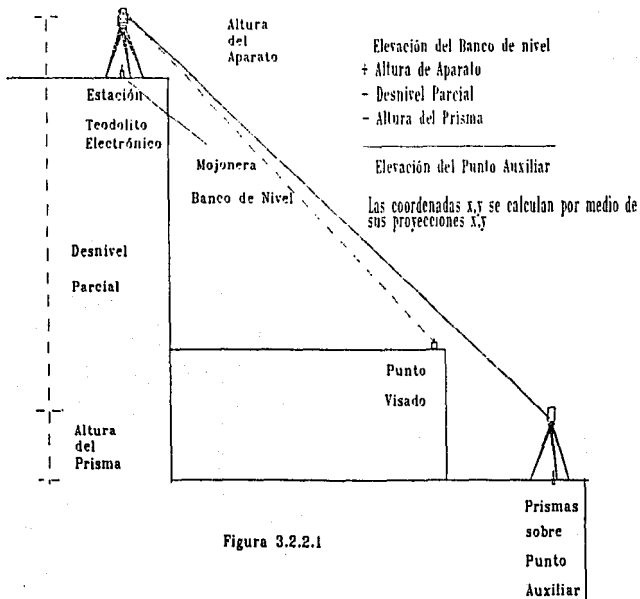


Figura 3.2.2.1

Se situará el prisma sobre un tripié en el punto a localizar, donde se centrará, nivelará y se tomará la altura desde suelo donde está el punto hasta la parte media del prisma.

Se soltará el movimiento particular del teodolito y se girará de manera que se vise al prisma, se apretará el particular y por medio de su tangencial se hará puntería en él.

Se tecleará DIST de tal forma que en la pantalla aparecerá la distancia del aparato al punto visado además del ángulo horizontal.

Posteriormente DISPLAY DN, para obtener el desnivel que existe del aparato a la parte media del prisma.

Y por último tomar la altura de aparato.

Estos datos (estación, punto visado, altura de aparato, ángulo horizontal, desnivel) serán procesados en el paquete de topografía Peña Colorada, que se encarga de realizar de manera rápida el cálculo de las coordenadas del punto auxiliar en función de la estación y del punto visado, esto es:

Se calcula mediante las coordenadas de la estación y el punto visado, el rumbo de esa línea base, por medio de la fórmula:

$$\text{Rbo.} = \tan^{-1} \left[ \frac{(x_2 - x_1)}{(y_2 - y_1)} \right] = \text{ángulo calculado}$$

$$x = x_2 - x_1 \quad y = y_2 - y_1$$

Encontrándose el azimut de la línea base de la siguiente manera:

- Si  $x = \text{positiva}$  ,  $y = \text{positiva}$  ;  $Az = \text{ángulo calculado}$
- Si  $x = \text{positiva}$  ,  $y = \text{negativa}$  ;  $Az = 180^\circ - \text{ángulo calculado}$
- Si  $x = \text{negativa}$  ,  $y = \text{negativa}$  ;  $Az = 180^\circ + \text{ángulo calculado}$
- Si  $x = \text{negativa}$  ,  $y = \text{positiva}$  ;  $Az = 360^\circ - \text{ángulo calculado}$

Posteriormente se calcula el azimut de la línea base al punto auxiliar de la forma siguiente:

El ángulo horizontal de la radiación se sumará al azimut de la línea base.

- Si  $Az \text{ L.B.} + \text{ang.hor.} < 360^\circ$  ;  $Az = Az \text{ L.B.} + \text{Ang.hor.}$
- Si  $Az \text{ L.B.} + \text{ang.hor.} > 360^\circ$  ;  $Az = 360^\circ - Az \text{ L.B.}$

Teniendo el Azimut del la línea base al punto auxiliar y la distancia horizontal se calcula sus proyecciones sobre sus ejes x,y.

- Proy. sobre eje x ( E - W ) = ( Dist. ) ( sen Az )
- Proy. sobre eje y ( N - S ) = ( Dist. ) ( cos Az )

Dichas proyecciones se sumarán algebraicamente a las correspondientes coordenadas ( x,y) para encontrar las coordenadas ( X,Y) del punto auxiliar.

Posterior a éstos cálculos se realiza la obtención de la elevación del punto auxiliar mediante el siguiente trabajo matemático:

Se suman algebraicamente la elevación de la estación donde se centró el aparato, la altura de aparato, el desnivel y la altura del prisma.

Este programa como se puede observar realiza el cálculo de coordenadas de un punto cualquiera por medio de una radiación, lo cual simplifica tiempo en los cálculos, aunque como siempre uno debe de conocer el procedimiento para calcularlo, como se puede apreciar en el cálculo de coordenadas del siguiente punto auxiliar por los dos métodos con calculadora y con el paquete de topografía.

Cálculo de las coordenadas de un punto auxiliar por medio del paquete de topografía.

Estación: M4  
P.V.: M3  
Alt.Ap.: 1.177

ANG.HOR.	DIST.HOR.	DESNIVEL	ALT.PRISMA
328.1837	214.636	-60.54	0.06
P.AUX.	COORD. X	COORD. Y	COORD. Z
ESTA 11	594014.4	141982.675	819.389

Cálculo de las coordenadas de un punto auxiliar por medio de calculadora.

X                      Y                      Z

Coordenadas M4 ( 594,008.473 ; 141,768.121 ; 878,812 )

Coordenadas M3 ( 595,218.807 ; 143,612.445 ; 1,254.899 )

**Cálculo del azimut de la línea que fué tomada como base ( M4 - M3 )**

$$X = X_2 - X_1 = 595,218.807 - 594,008.473 = 1,210.334 ; x = \text{positiva}$$

$$Y = Y_2 - Y_1 = 143,612.445 - 141,768.121 = 1,844.324 ; y = \text{positiva}$$

$$X / Y = 1,210.334 / 1,844.324 = 0.656248$$

$$R_{bo} = \tan^{-1} ( x / y ) = 33.274809^\circ = 33^\circ 16' 29''$$

$$\text{Az L.B.} = 33^\circ 16' 29''$$

**Cálculo del azimut de la línea base al punto auxiliar.**

$$\text{ángulo horizontal medido} = 328^\circ 18' 37''$$

$$\text{Az de la línea base al punto auxiliar} = 33^\circ 16' 29'' + 328^\circ 18' 37'' = 361^\circ 35' 06''$$

$$\text{Az de la línea base al punto auxiliar} = 361^\circ 35' 06'' - 360^\circ = 1^\circ 35' 06''$$

**Proyecciones (x,y) para obtener las coordenadas (x,y) del punto auxiliar.**

<b>EST.</b>	<b>P.V.</b>	<b>DIST.</b>	<b>AZ.</b>	<b>PROY. X</b>	<b>PROY. Y</b>	<b>COORD. X</b>	<b>COORD. Y</b>
M4	P.AUX.	214.636	1.3506	5.937	214.554	594008.47	141768.12
						594014.41	141982.68

**Cálculo de la elevación del punto auxiliar.**

**Elevación de la estación = 878.812**

**Altura de aparato = 1.177**

**Desnivel = - 60.640**

**Altura del prisma = 0.060**

**Elev. P. Aux. =  $878.812 + 1.177 - 60.640 - 0.060 = 819.389$**

**Coordenadas del punto auxiliar ( 594014.410 ; 141982.675 ; 819.389 )**

Que al compararse con las coordenadas obtenidas por medio del paquete de topografía nos ofrecen el mismo resultado en las coordenadas (y, z) y una variación en la coordenada x, la cual se puede despreciar debido al número de cifras significativas que son tomadas en los cálculos. Pudiendo prescindir de los cálculos con calculadora y usar el paquete de cómputo para realizar los cálculos de una manera más rápida.

### **III.3.- Control de pisos en frentes de avance.**

#### **III.3.1.- Nivelación diferencial para el control de frentes de avance.**

El control de los frentes de avance es vital para una buena explotación, así como para que se pueda tener un piso de trabajo de acuerdo al nivel proyectado que facilite los trabajos de manera rápida, para lo cual se realiza una nivelación diferencial.

La nivelación diferencial tiene por objeto determinar la diferencia de nivel entre dos puntos.

Cuando hay algún lugar donde se puede colocar el aparato de modo que puedan verse desde él los dos estadales, colocados en sus respectivos puntos, y si la distancia del aparato a ellos no exceda de la calculada para obtener la aproximación deseada, el desnivel, simplemente se obtendrá de la diferencia de lecturas en el estadal A y el B. Figura 3.3.1.1

Cuando no se puedan cumplir las condiciones del caso anterior, es decir, que los puntos se encuentren muy distantes uno del otro y con obstáculos intermedios, el desnivel se obtiene repitiendo la operación cuantas veces sea necesario, utilizando puntos de liga ( PL ), la nivelación se va llevando así por la ruta mejor hasta llegar al punto final. Figura 3.3.1.2

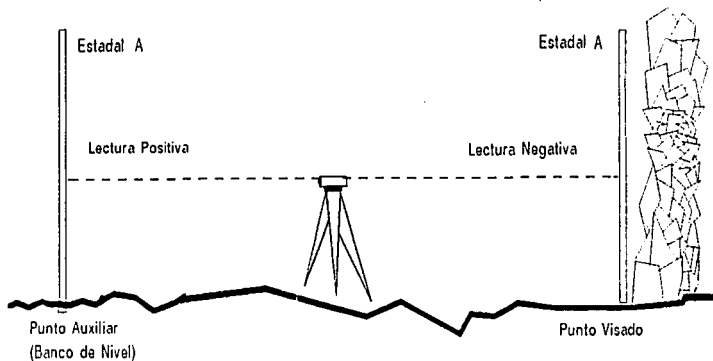
Como los ( PL ) ligan una posición del aparato con la siguiente posición deben de ser puntos fijos, invariables, cuando menos mientras se cambia el aparato a la siguiente posición para leer atrás al mismo ( PL ); también deben escogerse, si son puntos que existan sobre el terreno, que tengan como los bancos de nivel un punto sobresaliente. Si no se encuentran puntos así en la ruta, deberán darse los ( PL ) sobre estacas, clavos, o picas metálicas, pues de ello depende gran parte el éxito del trabajo.

Es importante procurar que en cada posición del aparato, la distancia a que se lee atrás sea más o menos igual a la de adelante, para eliminar cualquier error por desviación de la línea de colimación o por curvatura, refracción o paralaje.

Las nivelaciones como todo trabajo deben de comprobarse. La comprobación de una nivelación es otra nivelación y puede hacerse por alguno de éstos métodos:

- a) Nivelar de ida y de regreso.- Por los mismos puntos o por otro camino.
- b) Nivelar por doble punto de liga.- Se realiza lo mismo que en el caso anterior pero las dos nivelaciones se realizan al mismo tiempo.

## Nivelación para control de pisos en frentes de avance.



Elevación del Banco de Nivel	Altura de Aparato	Elevación del Piso	Desnivel = 0 --- Piso
+ Lectura Positiva	- Lectura Negativa	- Elevación del P.V.	Desnivel > 0 --- Bajar Piso
<hr/>	<hr/>	<hr/>	
Altura de Aparato	Elevación del P.V.	Desnivel	Desnivel < 0 --- Subir Piso

FIGURA 3.3.1.1

## Nivelación con P.L. para control de pisos en frentes de avance.

Elevación del Banco de Nivel	Elevación P.L.
+ Lectura Positiva 1	+ Lectura Positiva 2
-----	-----
Altura de aparato 1	Altura de Aparato 2
Altura de aparato 1	Altura de Aparato 2
- Lectura negativa 2	- Lectura Negativa 2
-----	-----
Elevación P.L.	Desnivel

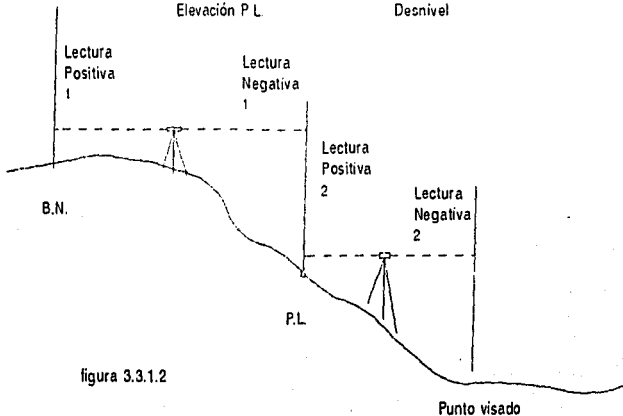


figura 3.3.1.2



c) Nivelar por doble altura de aparato.- Por este procedimiento las nivelaciones que se llevan quedan totalmente independientes, pues se van comprobando las diferencias de lecturas entre puntos de liga consecutivos, y no tienen en común la primera y última lectura como en el caso anterior.

Sea cual fuera el método que se siga, como se obtienen dos ó más valores para el desnivel total, el valor más probable será la media aritmética de ellos y el error de cada nivelación la diferencia que tenga con dicho valor más probable.

El control de frentes de avance se realiza generalmente después de realizada una voladura y estar en movimiento el acarreo de material tumbado, ya que las palas y tractores cargan mineral, dejando el terreno con una elevación diferente a la que le corresponde al piso al que se requería llegar.

Establecido un banco de nivel, se realiza una nivelación diferencial de tal forma que se nivelará el terreno, dependiendo de lo abrupto del mismo.

Se realiza la lectura con una aproximación al centímetro y con una tolerancia de +/- 5 cm, con una distancia de +/- 50 m entre el banco de nivel y el aparato, y de éste al punto a nivelar. Dicha tolerancia es tomada de este modo debido al tránsito de maquinaria pesada que con sólo su paso por la zona es capaz de bajar el nivel 2 o 3 cm, más aún en tiempo de lluvias.

Habrán casos en los que no exista algún punto auxiliar cercano al área donde se marcará, por lo cual por medio de un vértice cercano al área de trabajo se transportará un punto auxiliar sobre el piso requerido, obteniéndose primero la elevación de dicho punto y luego, éste será tomado como banco de nivel para la realización de la nivelación.

La nivelación se llevará a cabo en un registro de la nivelación como se aprecia en el ejemplo que a continuación sigue:

Niveló: D.M.C. Fecha: 7 / v / 96 Aparato: nivel autobasculante  
 Apuntó: J.P.C. Banco de Nivel: JCCH51 Piso: 950

EST. B.N.	LECT. +	ALT.AP.	LECT. -	LECT.-	ELEV. 50	SUBIR	BAJAR	PISO
	1.253	51.253		0.4	50.853		0.85	
				0.6	50.653		0.65	
P.L.	1.125	51.348	1.03	0.75	50.598		0.6	
				0.98	50.368		0.37	

### **III.3.2.- Marcación de pisos.**

Cada punto visado en la nivelación será marcado con cal sobre el terreno y junto a la pata del frente de avance, de tal forma que al termino de los cálculos debidos se marcará sobre una bandera de cartón el espesor que habrá de subir, bajar o de dejar tal como está el piso, observando que:

- a) Si la elevación del piso es menor que la elevaciones calculada quiere decir que deberá subirse el piso la cantidad que se pase de éste. Es decir, habrá que llenar o terraplenar esa parte del suelo con el espesor que falte para llegar a la elevación del piso.
- b) Si la diferencia entre el piso y la elevación del punto visado es mayor a la del nivel se bajar o cortará el piso dicha cantidad hasta llegar a la elevación del proyecto.
- c) En caso de que la diferencia sea de +/-5 cm, se desprejiciarán y se tomará como si se estuviera en el nivel y se marcará como piso. Y se realizará la nivelación día tras día desde que se empiece a cargar mineral hasta que ya no exista rezaga.

En algunos casos se necesitará además de obtener el nivel del banco, de obtener la actualización de éste, por lo que se utilizará teodolito en lugar de nivel.

Se realizará la puesta de aparato y nivelación de éste sobre el punto auxiliar cercano al área a trabajar. Se fijará el círculo horizontal en ceros y se visará al vértice (mojonera) que se aprecie de mejor manera.

Y se levantará el terreno por medio del método estadimétrico, para después calcular y dibujar lo observado.

El procedimiento estadimétrico está basado en la lectura que se observa sobre una regla graduada, limitada por la separación de los hilos estadimétricos de la retícula de un anteojo. La separación entre hilos generalmente es fija.

Se conoce como estadia a todo aquel telescopio que además de poseer hilos horizontal y vertical, tienen dos hilos horizontales dispuestos arriba uno y abajo otro del hilo central horizontal, denominándose a los mismos hilos estadimétricos.

En la actualidad prácticamente todos los tránsitos, teodolitos y niveles vienen dotados de estadia, pues es el procedimiento taquimétrico el más empleado. La determinación de la distancia entre el aparato y el estadal se realiza como se detalla en la figura 3.3.2.1 y de la cual se deduce lo siguiente:

# Determinación de la distancia entre el aparato y el estadal por medio de estadia

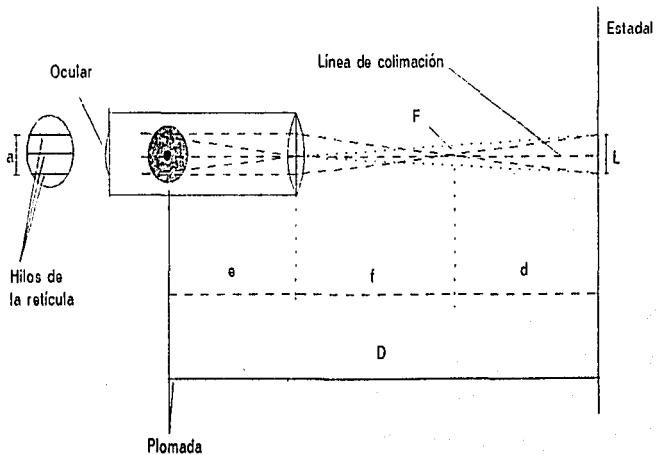


figura 3.3.2.1

L = lectura en el estadal

$$d/L = f/a ; d = (f/a)(L)$$

f/L = es una constante del aparato llamada ( k )

Entonces  $d = k L$

( f + e ) = es otra constante del aparato llamada ( c )

$$D.H. = d + f + e$$

Sustituyendo valores se tiene:

$$D.H. = k L + c ; \text{figura 3.3.2.2}$$

D.H. = distancia horizontal.

k = constante multiplicadora del instrumento, que la da el fabricante y generalmente es igual a 100.

L = diferencia entre la lectura del hilo superior y la del hilo inferior.

C = constante aditiva del instrumento, que en los instrumentos modernos es igual a 0.

Quando el terreno es perfectamente horizontal, la distancia entre dos puntos cualesquiera del terreno se obtiene con esta fórmula.

Quando la visual no es horizontal, deberán aplicarse las fórmulas para obtener la distancia horizontal y desnivel, conociendo la lectura en el estadal ( A ) y el ángulo de inclinación ( a ).

De la figura 3.3.2.3 se tiene:

A1 = lectura que se haría en un estadal imaginario inclinado normal a la línea de colimación.

A = lectura en el estadal real vertical.

h = altura del aparato.

$$A1 = A \cos ( a )$$

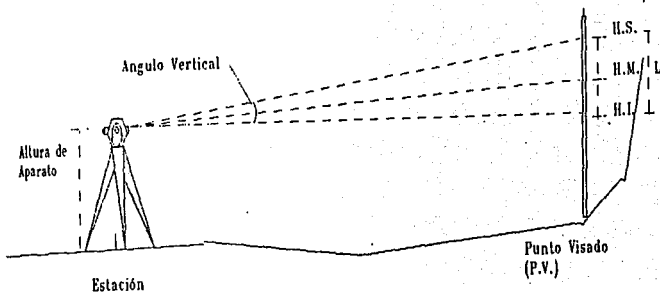
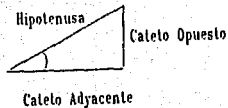
# Método Estadimétrico.

Uso de la estadia cuando la visual es horizontal.

$$D.H. = k L + C$$

$$Dn = D.H. \cdot \text{Tan}(\text{angulo vertical})$$

$$\text{Elev.P.V.} = \text{Elev.Est.} + \text{All.Ap.} + /- Dn - \text{H.M.}$$



$k$  = constante multiplicadora del instrumento, vale 100  
 $L$  = diferencia entre el hilo superior e hilo inferior  
 $C$  = constante aditiva del instrumento, su valor es 0

figura 3.3.2.2

# Método Estadimétrico

Uso de la estadia cuando la visual no es horizontal.

$$D.H. = D1 A \cos^2(a) + c \cos(a)$$

$$Dn. = 1/2 k A \sin 2a + c \sin a$$

$$\text{Elev.P.V.} = \text{Elev.Est.} + \text{Alt.Ap.} +/\cdot Dn \cdot HM$$

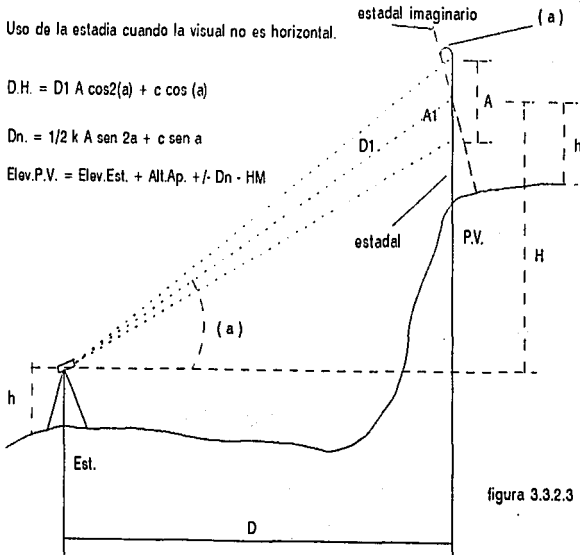


figura 3.3.2.3

Estando el estadal normal a la línea de colimación:

$$D1 = k A1 + c ; \text{ distancia inclinada}$$

Pero como el estadal siempre se pone a plomo:

$$A1 = A \cos ( a )$$

Y como:

$$D = D1 \cos ( a )$$

Al sustituir valores queda:

$$D = D A \cos^2 ( a ) + c \cos ( a ) \text{ Que es la fórmula general de la estadia.}$$

Ahora bien se tiene:

$$H = D + D \frac{\cos ( a ) \sin ( a )}{\cos ( a )}$$

Sustituyendo el valor de D

$$H = k A \cos ( a ) \sin ( a ) + c \sin ( a )$$

Y como:

$$2 \sin ( a ) \cos ( a ) = \sin ( 2 a )$$

Se tiene:

$$\sin ( a ) \cos ( a ) = \frac{\sin ( 2 a )}{2}$$

Se sustituye en la fórmula y queda:

$$H = 1/2 k A \sin ( 2 a ) + c \sin ( a )$$

Que es el desnivel deseado.

Para lo cual, es recomendable fijar el hilo inferior sobre la altura de 1 m en el estadal para facilitar los cálculos.

Otra manera de encontrar el desnivel es por medio de la siguiente fórmula que es.

$$Dn. = D.H. \cdot \tan (\text{Ángulo Vertical})$$

Utilizando la fórmula siguiente se podrá calcular la elevación del punto visado.

$$\text{Elev. P.V.} = \text{Cota Elev. Est.} + \text{Altura Aparato} \pm \text{Desnivel} - \text{Hilo Medio}$$

Además de que en el campo uno se puede ayudar de una calculadora programable para realizar los cálculos de manera más rápida como es el caso del siguiente programa para el cálculo de distancia horizontal y elevación con calculadora H.P. 20S

#### Fórmulas

$$\text{Distancia Horizontal} = \text{distancia inclinada} \times \cos^2 (\text{Ángulo Vertical})$$

$$\text{Desnivel} = \text{Distancia Horizontal} \times \tan (\text{Ángulo Vertical})$$

$$\text{Elevación} = \text{Elevación Estación} + \text{Altura de Aparato} \pm \text{Desnivel} - \text{Hilo Medio}$$

Teclas de memoria:

STO 2 = Distancia Inclinada

STO 1 = Ángulo Inclinado

STO 7 = Elevación Estación

STO 8 = Altura de Aparato

00 → PRGM

01 LBL 0

02 90

03 -

04 RCL 1

05 → HR

06 =

07 STO 0

08 COS

09 X<sup>2</sup>

10 X

11 RCL 2

12 =

13 R/S



ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

14 X  
15 RCL 0  
16 TAN  
17 =  
18 +  
19 RCL 7  
20 +  
21 RCL 8  
22 -  
23 (  
24 RCL 2  
25 /  
26 200  
27 +  
28 1  
29 )  
30 =  
31 ↵ PRGM

Primeramente se capturará la elevación del punto auxiliar donde fué centrado el aparato, luego la altura del aparato, enseguida la primer distancia horizontal y su correspondiente ángulo vertical. Con el cual al término del ingreso de la distancia inclinada y del ángulo vertical se oprimirá la tecla XEQ 0 apareciendo la distancia horizontal real, posteriormente se oprimirá R/S y se obtendrá la elevación de dicho punto levantado.

Para poder obtener las distancias y elevaciones reales de cada punto levantado sólo se ingresarán la distancia vertical con su correspondiente ángulo vertical, ya que la altura de aparato y la elevación del punto auxiliar ya están capturadas y no sufrirán cambios.

Obteniendo dichas distancias horizontales y elevaciones, y con sus correspondientes ángulos horizontales, se podrá dibujar con regla universal sobre el plano deseado el contorno de la zona levantada así como poner sus elevaciones respectivas.

Enseguida se mostrará el registro de una nivelación en un frente de avance utilizando nivel automático. Registro 3.3.2.4

Posteriormente se muestra otra nivelación en otro frente de avance por medio del método estadimétrico. Registro 3.3.2.5

Por último se observa una nivelación utilizando ambos métodos en un mismo frente para poder ver la diferencia o similitud de la nivelación. Registros 3.3.2.6 y 3.3.2.7

Maricación de pisos en un frente de avance por medio de nivelación.

Registro: 3.3.2.4

Observó D.C. Fecha: 8/V/96 Aparato: nivel automático.

Se utilizó el método de doble altura de aparato

Anotó: J.P. B.N.: VCHN49 Piso: 1206

P.V.	Lec.+	Al.Ap.	Lec.-	Elev.	Dn.	P.V.	Lec.+	Al.Ap.	Lec.-	Elev.	Dn.	Bajar	Subir	Piso
B.N.	1.90	1207.73		1205.83		B.N.	2.14	1207.97		1205.83				
1			0.92	1206.81	+0.81	1			1.15	1206.82	+0.82	0.815		
2			1.11	1206.62	+0.62	2			1.35	1206.62	+0.62	0.62		
3			1.47	1206.26	+0.26	3			1.71	1206.26	+0.26	0.26		
4			1.48	1206.25	+0.25	4			1.72	1206.25	+0.25	0.25		
5			1.31	1205.42	+0.42	5			1.56	1206.41	+0.41	0.415		
6			0.99	1206.74	+0.74	6			1.23	1206.74	+0.74	0.74		
7			1.04	1206.69	+0.69	7			1.28	1206.69	+0.69	0.69		
8			1.30	1206.43	+0.42	8			1.54	1206.43	+0.42	0.42		
9			1.62	1206.11	+0.11	9			1.86	1206.11	+0.11	0.11		
10			2.75	1204.98	-1.02	10			2.99	1204.98	-1.02		1.02	
11			2.13	1205.60	-0.40	11			2.37	1205.60	-0.40		0.40	
12			1.78	1205.95	-0.05	12			2.02	1205.95	-0.05		0.05	
13			2.23	1205.50	-0.50	13			2.47	1205.50	-0.50		0.50	
14			1.99	1205.74	-0.26	14			2.23	1205.74	-0.26		0.26	
15			1.69	1206.04	-0.04	15			1.93	1206.04	-0.04		0.04	
16			1.75	1205.98	-0.02	16			2.00	1205.97	-0.03		0.025	
17			2.00	1205.73	-0.27	17			2.24	1205.73	-0.27		0.27	

MARCACION DE PISOS EN UN FRENTE DE AVANCE POR EL METODO ESTADIMETRICO.

Observo D.M.C.P Anotó: J.P Fecha 7/Jul/96

Registro: 3325

ELEV. ESTACION 1204.676 Aparato: T-2 Est.: CHN34

ALTEURA APARATO 1.56 Piso: 1192 P.V.: CHN51

CONTELDOS EN 100 m

NO.	ANG.	ANG.	DISTANCIA	DISTANCIA	ELEVACION	HILO	SUBIR	BAJAR	PISO
PTO.	HORZ.	VERT.	INCLINADA	HORIZONTAL		MEDIO			
1	39 3900	101 5900	61 900	59 232	1192 314	1.3095		0.31	
2	38 3000	100 3200	70 300	67 958	1192 229	1.3515		0.23	
3	36 0700	99 1700	79 500	77 431	1192 142	1.3975		0.14	
4	39 4900	98 3700	87 200	85 243	1191 843	1.436	0.15		
5	39 4800	97 1600	102 500	100 845	1191 765	1.5125	0.23		
6	38 5800	95 2100	115 100	113 699	1192 001	1.5755			PISO
7	38 0900	95 3300	126 950	127 702	1192 180	1.6445		0.18	
8	40 2900	96 1300	136 500	137 362	1192 003	1.6925			PISO
9	42 1600	94 6600	144 500	143 431	1192 093	1.7225		0.09	
10	48 1500	94 3400	153 000	152 030	1192 266	1.765		0.29	
11	50 3500	94 5000	148 000	146 949	1192 030	1.74		0.03	
12	53 1200	95 2500	135 000	133 797	1191 834	1.675	0.16		
13	57 4200	95 2600	135 100	133 889	1191 766	1.6755	0.21		
14	61 1100	95 3600	136 000	134 713	1191 347	1.68	0.65		
15	60 5200	95 3400	126 500	125 310	1192 350	1.6325		0.35	

ERS7JUL96

Marcación de pisos en un frente de avance por medio de nivelación.

Registros 3.3.26 y 3.3.27

Observó D.C. Fecha: 30/oct./96 Aparato: nivel automático.

Anotó: J.Q. B.N.: TM16 Piso: 1360 Elev. B.N. = 1360.310

P.V.	Lec.+	Al Ap.	Lec.-	Elev	Dn.	P.V.	Lec.+	Al Ap.	Lec.-	Elev.	Dn.	Bajar	Subir	Piso
B.N.	1.31	1361.620		1360.310		B.N.	1.27	1361.580		1360.310				
1			1.32	1360.300	+0.300	1			1.28	1360.300	+0.300	0.30		
2			1.38	1360.240	+0.240	2			1.34	1360.240	+0.240	0.24		
3			1.58	1360.040	+0.040	3			1.54	1360.040	+0.040	0.04		
4			1.66	1359.960	-0.040	4			1.62	1359.960	-0.040		0.04	
5			1.54	1360.080	+0.080	5			1.50	1360.080	+0.080	0.08		
6			1.48	1360.140	+0.140	6			1.44	1360.140	+0.140	0.14		
7			1.47	1360.150	+0.150	7			1.43	1360.150	+0.150	0.15		

Est.	P.V.	Ang Ver.	D.I.	Elev.	Dn.
TM16	TM36	00 00 00			
	1	90 02	84.5	1360.301	+0.301
	2	90 04	86.4	1360.240	+0.240
	3	90 10	90.3	1360.059	+0.059
	4	90 12	95.8	1359.960	-0.040
	5	90 06	103.5	1360.075	+0.075
	6	90 02	110.2	1360.158	+0.158
	7	90 01	113.7	1360.171	+0.171

Diferencia de desniveles entre la realizada con nivel y con teodolito.

$$0.300 - 0.301 = 0.001$$

$$\text{Tot.} = +/- 2 \text{ cm}$$

$$0.240 - 0.240 = 0.000$$

$$0.040 - 0.059 = 0.019$$

$$0.040 - 0.040 = 0.000$$

$$0.080 - 0.075 = 0.005$$

$$0.140 - 0.158 = 0.018$$

$$0.150 - 0.171 = 0.021$$

Como se puede apreciar al realizar el trabajo con nivel (doble altura de aparato) es más preciso el trabajo que con teodolito pero, hay casos en el que se necesita actualizar la zona y se utiliza teodolito que como se aprecia si está entre los márgenes de la tol de los trabajos para control de frentes de avance en Peña Colorada.

### **III.4.- Marcación de barrenos para exploración y explotación.**

En Peña Colorada se realizan dos tipos de marcación de barrenos, la que se requiere para exploración de los recursos naturales de la mina y otra para su explotación.

La primera nos sirve para identificar donde hay probabilidad de que exista mineral rico en sus características minerales y la segunda para el tumbado y rompimiento de la roca de cada barreno que servirán para la extracción del mineral en la mina, tomando en cuenta los resultados obtenidos por planeación de minas para lograr una buena extracción de mineral que cumpla los requerimientos del cliente.

#### **III.4.1.- Localización de barrenos para exploración.**

Recibiendo un programa de barrenos dado por el departamento de exploración y sus prioridades a efectuar para su marcación, el ingeniero topógrafo efectúa en la mina la localización de los barrenos, para que se pueda realizar su perforación a diamante, cuyo fin es muestrear la tierra para elaborar el modelo geológico de producción mensual de la mina, del cual se identifica y señala su información mineralógica en croquis, planos, secciones, patios, terreros y rezagas de mineral.

Para llevarla a cabo el geólogo calcula mediante un plan de minado las coordenadas de puntos donde deba de muestrearse mineral y roca estéril, éstas son mandadas al departamento de topografía, quienes se encargan de ir y marcarlas en campo.

Por medio del reporte de las coordenadas calculadas se ubican en un plano de la zona y por medio de un levantamiento en la mina.

La localización de los barrenos en el plano topográfico se realiza con una aproximación de 5' angularmente y de +/- 10 cm linealmente al igual que su marcación en la mina.

Utilizando escalímetro y escuadras, siendo lo más cuidadoso posible para situarlo por medio de un punto y un círculo sobre el plano, y anotando el número del barreno, se verifica la existencia de algún punto auxiliar cercano a donde haya de ser la marcación y ayudados por una máquina de dibujo se mide la distancia y el ángulo horizontal del punto auxiliar al barreno, los cuales son anotados en una libreta para poder tener los datos necesarios en su marcación.

Esto es, se pone en ceros la regla universal sobre el punto auxiliar tal y como si fuera un tránsito, se soltará el movimiento general de la regla de tal manera que se pueda colocar en dirección y sobre el vértice o punto auxiliar de la mina del cual se tenga visibilidad.

Se aprieta su movimiento general y se suelta su particular para poder girar la regla sobre su transportador, de tal forma que el cero del vernier horizontal quede en dirección al vértice establecido, se suelta el movimiento particular y se gira el aparato horizontalmente de manera que la regla quede sobre el primer barreno dibujado anteriormente, apretando su movimiento particular, se medirá la distancia y el ángulo horizontal con aproximación a 5', de la misma forma en que se leería en un tránsito y se anotarán en una libreta: y se realizará el mismo procedimiento con las demás barrenos.

Posteriormente uno se transporta al área de la mina donde se encuentra el punto auxiliar visto en el plano y sobre de él se hará la puesta de aparato visando en ceros al vértice preestablecido en gabinete, luego se soltará el movimiento particular del teodolito y se girará el telescopio de tal forma que quede cerca del ángulo que ha sido anotado en la libreta, se apretará dicho movimiento y por medio de su tangencial y del micrómetro se colocará de manera precisa en el minuto deseado, en ese momento se marcará el barreno por medio de una mona de piedras con cal y una tarjeta indicando el número que le corresponde.

Se le indicará a una persona (auxiliar de topografía) que tome cinta o estadal, dependiendo de que tan lejano se encuentre el barreno a marcar, y se colocará más o menos a la distancia indicada de manera que se pueda ver por el objetivo del telescopio, se hará puntería con la intersección de los hilos de la retícula en la parte más cercana al suelo de manera que, por medio de señales con las manos, indicar a dónde se deba de mover hasta que quede en la posición deseada y con el ángulo debido.

Si se realiza su marcación por medio de cinta se tomará el cero de ésta y se colocará sobre el punto donde se centró el aparato y con la distancia requerida se marcará con unas monas de piedra el lugar donde quedará ubicado el barreno, al que se le colocará cal y una tarjeta con el número que le corresponde, con el fin de que al llegar la perforadora de diamante pueda identificarlo.

Si se realiza ésta por medio de estadal se utilizarán los hilos estadimétricos, de manera que se pondrá el hilo inferior de la retícula de manera precisa con la altura de un metro en el estadal y se verificará que el hilo superior se encuentre en la lectura de la distancia deseada, de lo contrario se le indicará por medio de señales con las manos al auxiliar que se coloque más atrás o más adelante de la posición en la que se encuentra, realizando de manera continua el procedimiento hasta que quede a la distancia señalada finalizando la marcación con la colocación de una mona de piedra sobre el punto de barrenación con cal y una tarjeta al lado indicando el número de barreno de exploración, los demás barrenos se localizarán de la misma manera.

Dependiendo de que tan buena sea su localización, dependerá el control de minado para ubicar los límites minerales que existen dentro de cada zona de la mina y cuál será el proyecto a seguir para extraer el mineral y estéril sin agotar de manera irracional a la mina.

### **III.4.2.- Marcación de proyectos de minado.**

La producción de mineral tiene la mayor importancia dentro de la mina, por lo que siempre se analizan cuales serán las zonas a explotar según los recursos naturales que contengan.

La marcación de los proyectos de minado debe realizarse con el debido cuidado y precisión para obtener la mayor productividad tanto en equipo como en obtención de mineral, de lo contrario se explotará alguna zona estéril que implicará pérdida en tiempo, trabajo y dinero.

Los proyectos de minados son realizados para determinar qué área y dónde es el límite donde habrá de seguir la secuencia de explotación de acuerdo a su geología estructural obtenida por muestreos de barrenación a diamante.

Dichos muestreos dan la información necesaria para que los geólogos proyecten los recursos minerales de la mina y de acuerdo a ello se marquen límites de voladuras en planos geológicos.

El ingeniero topógrafo por medio de esos límites obtendrá las coordenadas polares (distancia horizontal y ángulo horizontal) para poder marcarlo en el tajo, de manera similar a la antes descrita por medio de la regla de dibujo.

Para marcarlas en el área a limitar de la misma manera que se hizo con los barrenos para exploración, sólo que al término de ubicar con monas de piedra el límite de la voladura, se unirán con una línea de cal éstas, para poder identificar el perímetro del tumbe.

### **III.4.3.- Control de barrenos para explotación.**

Consiste en la alineación, marcación, levantamiento y nivelación (para el cálculo de profundidades) de una zona de barrenación para tumbe, de acuerdo a los programas de producción de la mina.

Para lo cual se identificarán cada uno de los barrenos que se marquen así como su perímetro conteniendo su cresta y su pata a fin de que cuando se requiera su tumba, el departamento de extracción pueda realizar el mejor análisis de ésta y quede lo mejor posible, es decir, que no se derrumbe más ni menos de lo deseado tanto en el piso inferior al que se desea llegar como que no se pase del límite marcado, además de que resulte satisfactoria la fragmentación de la roca, de manera que no se pierda productividad en su acarreo.

#### **III.4.3.1.- Alineación de barrenos.**

Consiste en la marcación de barrenos con respecto a la geología estructural del área (si es mineral o estéril) a marcar y al límite de tumba, siguiendo una distancia entre barrenos, número de líneas, distancia de bordo y subbarrenación en cada voladura; es por ello que se debe de tener limpia de rezaga y nivelada el área donde se marcará para que dichas distancias se mantengan constantes.

Para alinear los barrenos se marca una planilla de barrenación para poder identificar claramente todos y cada uno de los barrenos, con monas de piedra con cal, de manera ordenada ya sea orientándolos sobre el bordo o sobre la cresta.

Se dejan por lo general aproximadamente 3 m de bordo, evitando bordos muy delgados en la primera línea de barrenación, previniendo cualquier situación de peligro para ésta y para los trabajadores, además de que facilita su movilidad sobre el terreno de las perforadoras.

De igual manera se debe de ajustar lo más posible el diseño de la plantilla de barrenación al relieve de la cresta, logrando que se encuentre paralela a ésta.

Pueden existir varias situaciones al efectuar éste trabajo como: que deba de seguir el límite determinado por el departamento de planeación y que la marcación sobre el terreno sea uniforme o que sea con alguna deflexión por la irregularidad del terreno, por lo cual al utilizar la cinta para medir las distancias correspondientes se tomará al centímetro todas las distancias que se realicen.

La precisión utilizada es de 1:1000 con una tolerancia de +/- 1 cm dado que al ser perforados los barrenos, la barrenadora no se colocará exactamente en la parte media del punto marcado, además de que se toma en cuenta que el ancho de la broca la cual es de 2 1/4 in

En caso de que deba de seguir una marcación de algún límite ésta partirá de 6 m a partir del límite hacia la cresta, colocando piedras a la distancia marcada de tal manera que queden sobre una línea imaginaria perpendicular al límite.



Primeramente se colocarán dos monas de piedras a lo largo de donde irá la marcación, una al principio de ésta y otra al final, tratando de seguir una misma línea que sea paralela al límite de barrenación, de tal manera que servirán para poder alinear a la marcación de los barrenos, a éstas se las colocará cal para su fácil identificación.

La distancia entre cada barreno se medirá por medio de cinta de tal forma de situarse una persona sobre el primer barreno con la cinta en ceros y la segunda persona en sentido a la otra piedra.

La persona que esté sobre el primer barreno será la que alinie al segundo de tal forma de indicarle por medio de la última mona, dónde deba poner una piedra a fin de quedar sobre una misma línea las tres piedras, indicando así el lugar donde irá el siguiente barreno.

A continuación se moverán de tal forma que la primer persona quede sobre el segundo barreno (ya alineado y a la distancia estimada) y el segundo se hará alinear de la misma manera para poder marcar el tercer barreno sobre la misma línea, y así sucesivamente hasta llegar a la piedra que sirvió como guía de alineación, la cual en caso de extender la marcación se moverá a fin de quedar situada a la distancia y posición correcta o de lo contrario se quitará de la marcación quedando sin uso efectivo para desarrollar el trabajo.

Continuará la marcación con la marcación de dos barrenos sobre una segunda línea a partir de la primera por un procedimiento llamado tresbolillo, que se realiza con la ayuda de tres personas: la primera con la cinta en ceros y situado en el primer barreno, la segunda con la distancia de bordo entre barrenos y la tercera con la distancia también de bordo pero tomando la cinta sobre el segundo barreno, luego la segunda persona tensará la cinta de manera que al estar más tensa la cinta y poniendo una piedra abajo de la cinta marcará el siguiente barreno el cual quedará a la distancia predeterminada.

Luego se pasarán a los dos últimos barrenos de la línea y se hará lo mismo logrando así la marcación de dos barrenos de la segunda línea, de los cuales se podrán alinear los barrenos intermedios, los cuales deberán coincidir en sus distancias entre ellos mismos, si es que han sido alineados con la debida precisión.

Los barrenos intermedios en esa segunda línea se marcarán de la misma forma en que se indicó anteriormente con la primer línea.

Al proseguir con el trabajo se marcará una tercer línea si es necesario y en algunos casos hasta cuatro o cinco líneas, las cuales proseguirán el mismo camino de marcación.

El número de líneas de barrenación dependerá de cuanto mineral o estéril habrá de explotarse, así como de la planilla a utilizar.

Las planillas que se utilizan en ésta mina son:

- Para mineral: 7 m X 8.5 m
- Para estéril: 6.5 m X 7.5 m

Al término de la alineación de cada barreno se le pondrá cal encima para que se le pueda identificar de manera rápida.

Aunque hay que hacer énfasis en que no siempre pueden quedar los barrenos de manera como uno quisiera, es decir que el terreno no permite que algunos queden a la distancia requerida, por lo cual se deben marcar barrenos auxiliares, los cuales están a distancias aproximadas de tal forma que ayuden y no afecten a la buena explosión de una voladura.

Una marcación también suele ser afectada por las deflexiones que existen debido a la irregularidad del terreno, por lo cual se debe analizar como puede quedar la marcación antes de realizarla, para que queden en forma ordenada todos los barrenos.

Al realizar una marcación de éste tipo se podrá alinear parte de los barrenos con respecto al límite marcando las líneas indispensables y al llegar al sitio donde cambie el relieve de forma que se tomará un barreno ya marcado del cual se partirá para una nueva marcación en otra dirección pero que quede con el mismo número de líneas marcadas.

Entonces se deberá medir la distancia existente entre los dos barrenos de la última línea para marcar con una piedra la parte media, luego se medirá perpendicularmente de éste punto al límite de marcación, y se estimará una distancia tal que no quede a menos de 5 m del límite y que quede entre los dos barrenos, pero además que éstos dos estén más o menos a la distancia preestablecida, quedando un barreno auxiliar.

Hay ocasiones en que el terreno no es tan amplio que casi todos los barrenos son auxiliares por lo cual se debe rectificar en cada barreno la distancia entre ellos mismos, el límite, la cresta y la pata si es que la hay.

### **III.4.3.2.- Levantamiento de barrenos.**

Al término de la alineación de los barrenos se procederá al levantamiento de todos los barrenos.

Al conjunto de operaciones necesarias para determinar las posiciones de puntos y posteriormente se representación en un plano es lo que es llamado levantamiento, su propósito es el de registrar todos los datos necesarios para ejecutar la representación gráfica de dichos rasgos.

Éste se desarrolla con una precisión de 1:1000 y para fijar las posiciones de los puntos a levantar en el terreno se sitúa uno en algún punto auxiliar cercano al área de marcación el cual ya deberá estar levantado y capturado, de lo contrario habrá que marcar un punto auxiliar que sea levantado y capturado para poder realizar los cálculos correspondiente y poder dibujarlo de manera rápida y precisa.

Se utilizan teodolitos T-1 o T-2 en Peña Colorada, no importa mucho cual sea el aparato que se utilice ya que se utilizará una aproximación al minuto angularmente y al centímetro linealmente. Y se utilizará el método de levantamiento por medio de radiaciones usando el método estadimétrico para medir las distancias de la estación a cada barreno.

Se centrará y nivelará el aparato en el punto auxiliar, se fijará el círculo horizontal en ceros visando a alguna baliza que esté sobre una mojonera de la cual ya se tengan también sus coordenadas.

Y se levantará barreno por barreno o en caso de ser muchos, sólo algunos que ayuden al fácil dibujo de la marcación, como lo son barrenos de las esquinas, de puntos intermedios, además de los barrenos auxiliares, los cuales siempre deberán ser levantados ya que no tienen distancias constantes.

En el levantamiento de éstos sólo se leerá la distancia inclinada a cada barreno y su ángulo horizontal, puesto que para el cálculo de profundidades de ellos se utilizará la de una nivelación diferencial.

Al término del levantamiento de éstos se deberá levantar también la cresta o la pata en caso de no estar levantada para poder dibujar completamente dicha marcación y que sirva para llevar el control de actualización de explotación de la mina; así como levantar los barrenos tumbados o que hayan quedado sin explotar de un tumble anterior y que puedan servir para la nueva voladura.

En el caso de levantar tanto la cresta como de la pata de la zona a tumbar es necesario de tomar también el ángulo vertical en cada radiación, con objeto de obtener las elevaciones de los puntos levantados.

El registro del levantamiento de una voladura conteniendo barrenos, cresta, pata y su limite de marcación es como acontinuación se muestra:

Levantamiento de voladura: R-582 Piso: 1206 Area: Chinforinazo Poniente

Levantó: D.M.C.P. Apuntó: J.P. Aparato: T-2 Alt. Ap.: 137

EST.	P.V.	ANG.HOR.	ANG.VER.	DIS.INCL.
VCHN71	PCHN52	00°00'00"		
		75.47		72.5
	BNOS.	78.15		86.4
		79.04		94.4
		78.28		101
		102	90.38	77.1
		100.5	90.37	70.5
		99.15	90.37	62.8
		100.42	90.51	54
		CRTA.		

Como se observa los ángulos verticales no se apuntan, ya que la elevación de cada barreno se obtendrá por medio de una nivelación de la cual se hablará en seguida.

La pata es levantada del mismo modo que la cresta de tal forma que servirá para obtener la actualización de la mina.

### III.4.3.3.- Profundidades de los barrenos.

Al término del levantamiento de éstos se procederá a nivelar cada barreno, importando mucho el orden en que son nivelados, ya que la elevación para cada uno será diferente debido al relieve que existe, además de que esos datos serán tomados para el cálculo de cuánto habrá de barrenar la perforadora en cada uno.

Si son tomados y anotados de manera equivocada o en diferente orden provocará pérdida de productividad en las máquinas perforadoras, malgasto de explosivo, que el nivel al que se desea llegar no se logre, que se explote más mineral del requerido o menos, así como que no se rompa la roca del tamaño que se quiera o salgan volando piedras fuera de lo normal.

La nivelación será tomada con una aproximación al centímetro con una distancia de +/-50 m entre el banco de nivel y cada barreno los barrenos.

El nivel será colocado en una parte media entre el banco de nivel (punto auxiliar) y donde se puedan apreciar claramente todos los barrenos.

Las lecturas que se harán serán medidas al centímetro, de tal manera de ir siempre en un mismo orden, es decir, que los barrenos pueden ser numerados por hileras o por líneas pero siempre empezando de la cresta.

La nivelación que se realiza es diferencial de tal manera que del lugar donde se niveló el aparato se observen todos los barrenos marcados.

Se verá primero al banco de nivel (punto auxiliar), anotándolo como lectura positiva, posteriormente se leerán las negativas que serán todas las que se hagan a los barrenos. Ésto se muestra en la figura 3.4.3.3

El cálculo consistirá en:

Tomar el valor de la elevación del punto auxiliar que se tomará como banco de nivel.

Sumarle la lectura positiva (altura de aparato).

Restarle el valor del piso al que habrá de llegar.

Sumarle el valor de la subbarrenación.

A ese valor restarle cada lectura negativa para obtener la profundidad a la que hay que llegar en cada barreno.

Se anotará en una tarjeta el valor de cada barreno y se colocará en su correspondiente.

La subbarrenación es necesaria debido a que al termino de una explosión hay partes entre los barrenos en su parte inferior que no son tumbadas quedando el terreno como si estuviese montañoso, de tal manera que el valor de la subbarrenación ayuda para que al llegar la maquinaria que limpiará y acondicionará el piso de proyecto, éste pueda quedar fácilmente a la elevación que se haya querido obtener.

Estando en la zona de trabajo si es que uno trae calculadora se podrá ayudar de ella para obtener los resultados de las profundidades de los barrenos de una manera más cómoda, como es el caso del siguiente programa: programa para calcular la profundidad de barrenos para tumbe, con calculadora H.P. 20S.

# Nivelación de barrenos para tumbé.

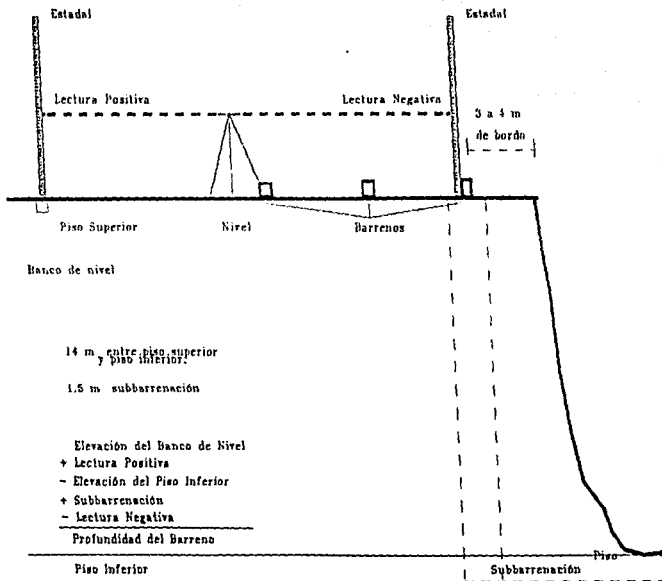


figura 3.4.3.3

00 ↵PRGM  
01 LBL B  
02 RCL 06  
03 +  
04 RCL 04  
05 -  
06 RCL 02  
07 +  
08 RCL 03  
09 =  
10 STO 01  
11 RCL 01  
12 -  
13 RCL 05  
14 =  
15 ↵PRGM

Siendo las memorias:

- STO 01= la sumatoria algebraica del banco de nivel más la lectura positiva, menos la elevación del piso inferior al que habrá de llegar, más la subbarrenación.
- STO 02 = Piso inferior.
- STO 03 = Subbarrenación.
- STO 04 = Lectura positiva (leída sobre el banco de nivel).
- STO 05 = Lectura negativa (leída sobre cada barreno).
- STO 06 = Elevación del punto auxiliar tomado como banco de nivel.

Se ingresarán en la calculadora los valores del piso inferior, subbarrenación, lectura positiva y elevación del banco de nivel. El programa los sumara algebraicamente guardándolos en una memoria que permanecerá constante.

Luego se ingresará la lectura negativa correspondiente a cada observación a los barrenos y se tecleará XEQ B, obteniendo la profundidad que habrá de perforarse en cada barreno.

### **III.4.3.4.- Croquis de barrenación.**

Nos sirve como ayuda al departamento de voladuras y extracción, el cuál analizará cual es la mejor secuencia de explotación y distribución de energía de cada barreno en un límite de marcación, tomando en cuenta el número de éstos, sus profundidades, su alineación y distancia entre ellos, así como para el cálculo de toneladas extraídas de mineral o roca estéril por voladura.

Éste debe contener todos y cada uno de los barrenos de acuerdo a la marcación efectuada, así como patas y crestas del área a barrenar.

Para lo cual existen dos caminos a seguir uno por medio de un paquete de topografía el cual se encarga de calcular las coordenadas de cada punto levantado de la zona a tumbiar (cresta y pata), así como de los barrenos levantados.

Para llevarlo a cabo se ingresan en el paquete la estación donde uno se centró y el punto visado, los cuales son puntos auxiliares o mojoneras ya capturados; además se ingresa la altura del aparato.

Posterior a ésto se van anotando cada radiación con sus respectivas distancia inclinada, ángulo horizontal y ángulo vertical y se anotará si es barreno, cresta o pata para que la computadora los dibuje según sea el caso.

El cálculo que realizará la computadora es el mismo que realiza cuando se levantan puntos auxiliares secundarios para obtener las coordenadas (x,y), sólo que antes de calcularlas obtendrá la distancia horizontal y la elevación por medio del método estadimétrico en el mismo paquete.

Calculadas las coordenadas se manda a impresión uniendo los puntos de la cresta con línea continua, los de la pata con línea discontinua y los barrenos los dibuja con un círculo, anotando sus elevaciones, menos las de los barrenos, ya que de éstos se anotará en una hoja de registro sus profundidades a las que habrá de perforarlos.

El segundo método es dibujando por medio de sus coordenadas polares (distancia horizontal y ángulo horizontal) los puntos levantados sobre un plano topográfico de la mina y después uniéndolos para darle forma a la voladura.

Para lo cual primero se calculan las distancias horizontales y sus respectivas elevaciones de cada punto levantado por el método estadimétrico.



Teniendo calculados éstos valores y teniendo sus respectivos ángulos horizontales se dibujarán por medio de una regla de dibujo en el plano. Aunque el transportador de la regla de dibujo tiene una aproximación a 5', por lo cual los ángulos horizontales deberán de aproximarse a valores inmediatos superiores o inferiores. Marcados todos los puntos se unirán la pata con línea discontinua, la cresta con línea continua anotando sus elevaciones respectivas; los barrenos se marcarán con un círculo con el número de barreno que le corresponde idéntico a como se anotó en la hoja de registro.

Se entrega una copia a operación de minado, junto con las hojas respectivas de registro de barrenación, para que se identifiquen los barrenos y se puedan muestrear e identificar sus características químicas.

A continuación se mostrarán los datos obtenidos por un levantamiento de una voladura, su nivelación y obtención de profundidades de barrenos, su plano obtenido y su croquis de barrenación.

Levantamiento de barrenos Fecha: 22/10/96

No. Vol. = R582 Piso 1206 Poniente

Levantó: D.M.C.P. Aparato: T-2

Apuntó: J.P. All Ap. = 1.370

Est.	P.V.	Ang Hor.	D.I.
VCHN71	PCHN52	00.0000	
	BNOS.		
	1	75.47	72.5
	2	78.15	86.4
	3	79.04	94.4
	4	78.28	101.0
	5	77.56	108.1
	6	81.00	112.9
	7	83.47	118.6
	8	84.34	111.2
	9	86.03	104.5
	10	81.40	105.2
	11	82.26	98.5
	12	83.13	90.6
	13	86.42	96.1
	14	89.23	101.0
	15	91.05	95.0
	16	88.25	89.9
	17	86.16	83.4
	18	82.12	84.5
	19	82.23	76.0
	20	82.35	70.7
	21	89.47	69.2

Est.	P.V.	Ang Hor.	D.I.
VCHN71	PCHN52	00.0000	
	BNOS.		
	22	87.50	76.3
	23	95.55	69.0
	24	99.17	75.1
	25	93.26	88.0
	26	83.02	124.5
	27	81.21	132.0
	28	79.23	135.0
	29	79.18	143.0
	30	79.25	128.0
	31	80.22	120.2
	32	77.40	151.5
	33	76.49	157.0
	34	76.24	163.0
	35	74.39	171.0
	36	74.01	161.5
	37	75.20	152.0
	38	75.53	146.0
	39	76.31	138.1
	40	76.47	130.9
	41	77.03	124.3
	42	77.27	115.6

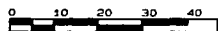
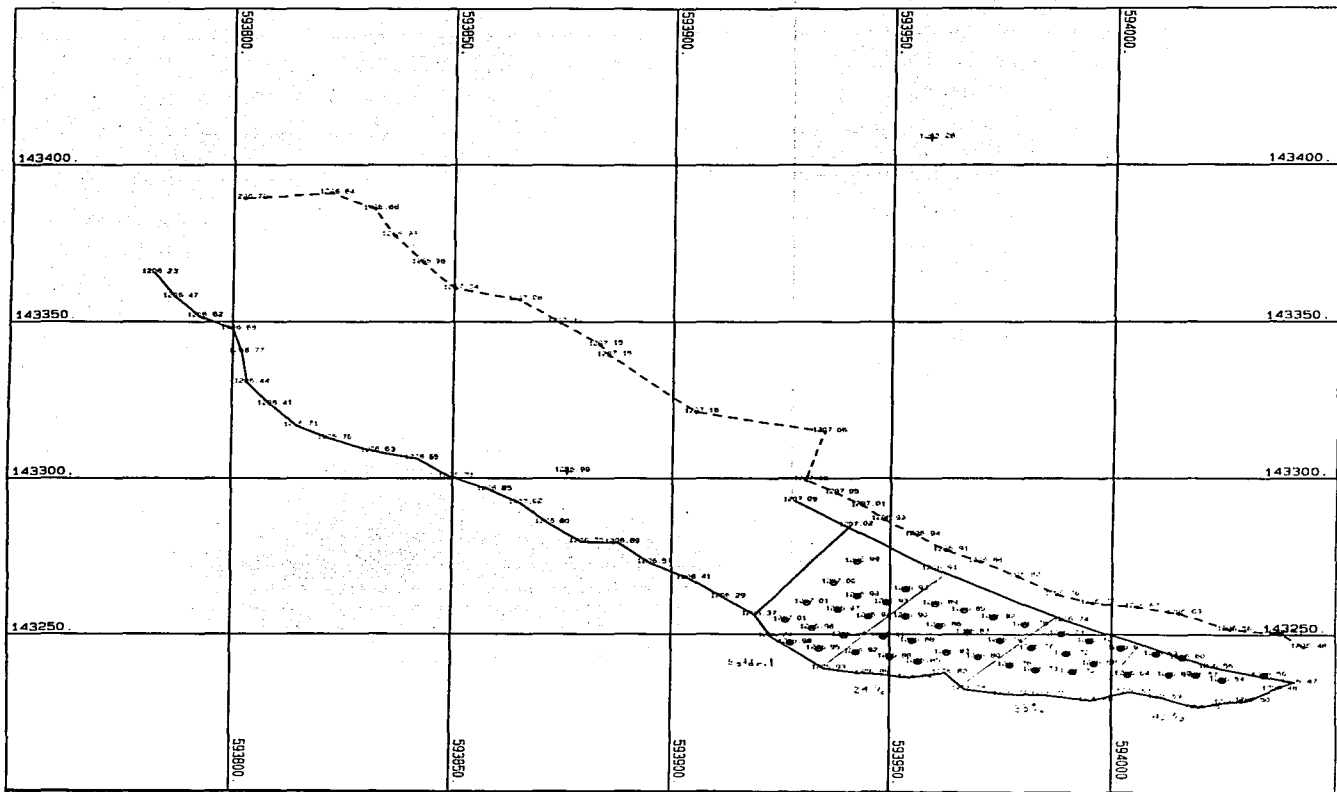
Nivelación diferencial para cálculo  
de profundidades de barrenos.

No. Vol.	R-582
----------	-------

Lec. (+)	0.73
Elev. B.N.	1206.99
Altura Banco	14
Subbarr.	1.5
Piso	1206
Piso inf.	1182

No. Barreno	Lec (-)	Prof.
1	2.62	14.6
2	2.58	14.64
3	2.37	14.85
4	2.4	14.82
5	2.52	14.70
6	2.42	14.80
7	2.6	14.62
8	2.58	14.64
9	2.34	14.88
10	2.15	15.07
11	2	15.22
12	1.69	15.53
13	1.88	15.34
14	2.04	15.18
15	1.78	15.44
16	1.86	15.36
17	2.06	15.16
18	2.58	14.64
19	2.54	14.68
20	2.17	15.05
21	2.17	15.05
22	2.12	15.10
23	1.8	15.42
24	1.87	15.35
25	1.96	15.26
26	1.91	15.31
27	2.44	14.78

28	2.43	14.79
29	2.41	14.81
30	2.45	14.77
31	2.38	14.84
32	2.46	14.76
33	2.43	14.79
34	2.23	14.99
35	2.13	15.09
36	2.12	15.10
37	1.99	15.23
38	1.88	15.34
39	1.86	15.36
40	1.84	15.38
41	1.75	15.47
42	2.03	15.19
43	1.89	15.33
44	1.72	15.50
45	1.62	15.60
46	1.55	15.67

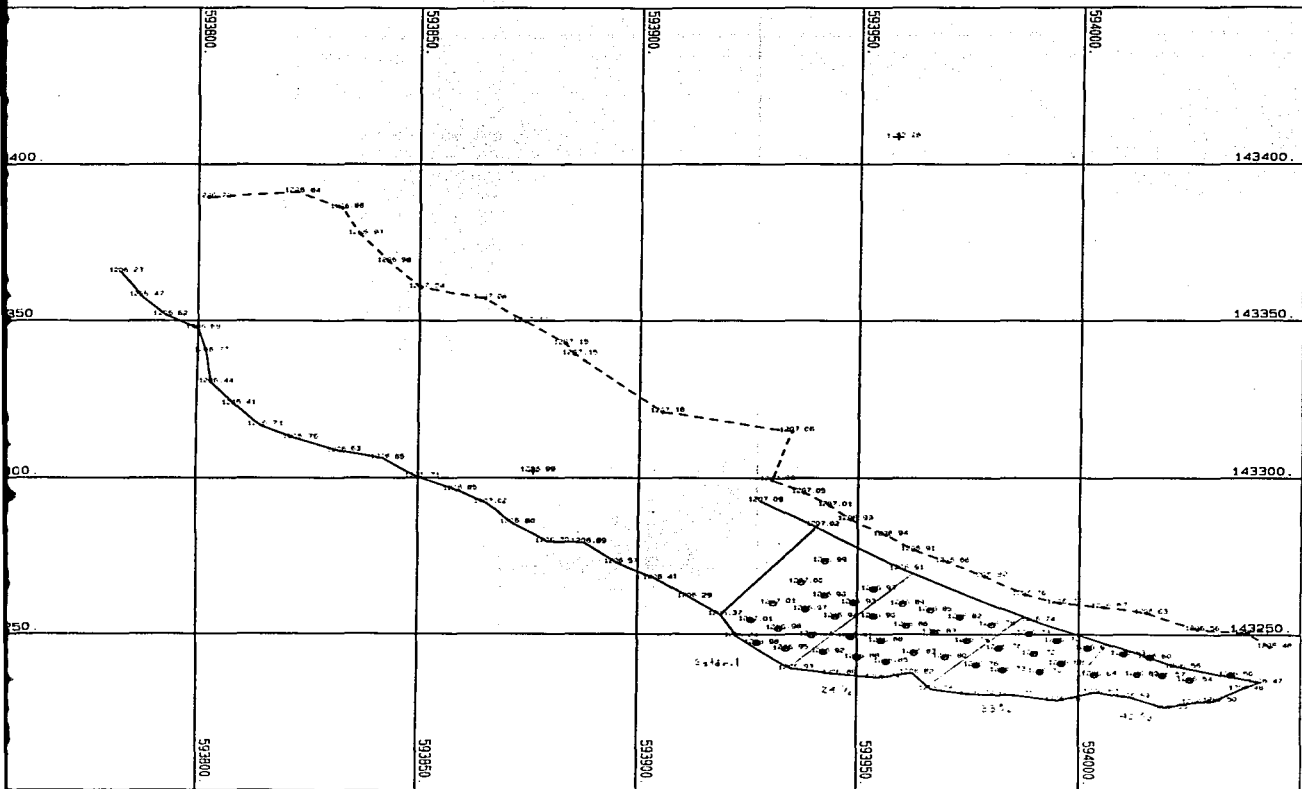


1: 1000. M

VOLADURA R-582 PONIENTE

LEVANTO: D.M.C.P.

10-25-96

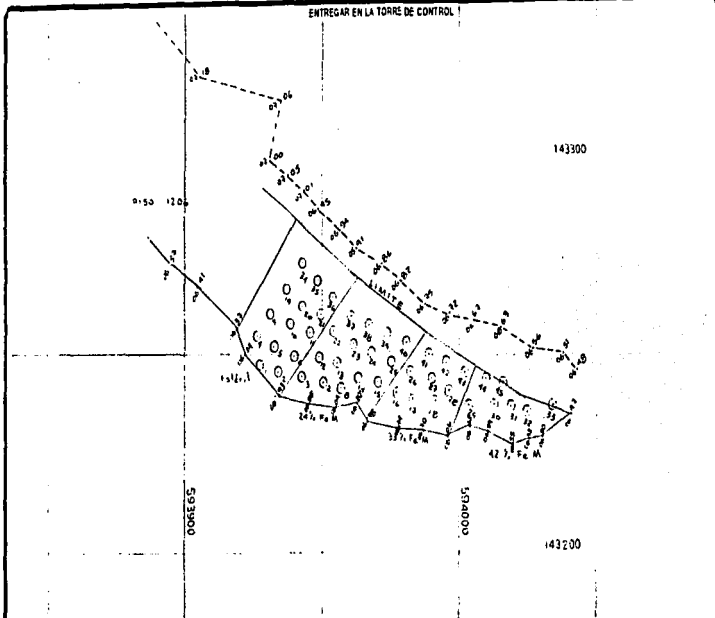


VOLADURA R-582 PONIENTE  
 LEVANTO: D.M.C.P.

10-25-96



ENTREGAR EN LA TORRE DE CONTROL



14300

143200

Esc 1:1000

U-400 LEC. INICIAL \_\_\_\_\_ FINAL \_\_\_\_\_ DF. LTS. \_\_\_\_\_ U-444 LEC. INICIAL \_\_\_\_\_ FINAL \_\_\_\_\_ DF. LTS. \_\_\_\_\_

ACCESORIOS: ESTORN # 1 \_\_\_\_\_ ESTORN # 2 \_\_\_\_\_ ESTORN # 3 \_\_\_\_\_ ESTORN # 4 \_\_\_\_\_ ESTORN # 5 \_\_\_\_\_ PZAC \_\_\_\_\_

INDICADORES \_\_\_\_\_ CONECTOR 800 \_\_\_\_\_ CONECTOR 62 \_\_\_\_\_ COPRON MTS \_\_\_\_\_ BOLSA PRESERP \_\_\_\_\_

EXPLOSIVO: NITRATO DE AMONIO \_\_\_\_\_ TONS. EMERSON \_\_\_\_\_ AGS. DÉTEL \_\_\_\_\_ LTS \_\_\_\_\_

FECHA DE DISEÑO: \_\_\_\_\_ ENCARGO CÁMERA: \_\_\_\_\_ DETONA VOLADORA: \_\_\_\_\_ FORAMIN SEQ: \_\_\_\_\_

**CROQUIS TOPOGRÁFICO PARA TUMBE**

FECHA: 10-15-76	ÁREA: 64 M <sup>2</sup> DIENTE
VOLADORA: 50.7	DE NIVEL: 206 ANTEL: 119.2
ALTURA DEL BANCO: 14.0 m	SUB-BARRERACION: 11.5 m
Nº BARREROS: 46	MNERAL: <input type="checkbox"/> ESTERIL <input checked="" type="checkbox"/>
ELABORÓ: T. M. C. P.	

### **III.5.- Inventarios topográficos.**

#### **III.5.1.- Levantamiento para cubicación de mineral.**

Una de las actividades más importantes de los trabajos de topografía de minas es la determinación del volumen de material almacenado, producido, depositado en patios o almacenes.

Debido a que se encuentra el material extraído y beneficiado en diferentes almacenes y forman volúmenes de irregular dimensión. Por lo que se debe realizar un levantamiento de manera total conteniendo todos los detalles físicos posibles del mineral para poder obtener el tonelaje de mineral que será procesado y que ya está beneficiado y del cual depende cuánta es la ganancia de mineral/pesos/toneladas.

La topografía se encarga de tomar todos los datos necesarios, para determinar la figura de los patios y almacenes de manera de proyectar en computadora su relieves por medio de coordenadas (x,y,z).

Para la obtención del inventario se calculan volúmenes de mineral y de estéril que han sido extraídos por cada voladura, así como el volumen depositado en patios, almacén de mineral, almacén de pelet, almacén de finos y tanque Marcona para lo cual es necesario de la captura de los levantamientos topográficos de los cuales se procesan sus datos para que por medio del software MEDSYSTEM y otros por medio del DIGED del mismo software, así como por planimetro en el caso de voladuras, según sea el caso se calculen sus toneladas.

Se utiliza para su levantamiento el método estadimétrico por medio de radiaciones, debido a que los almacenes son extensos y presentan diversas formas, por lo que éste es el más rápido para poder realizar todo su levantamiento.

Teniendo en cuenta que la aproximación que se utiliza es al minuto angularmente y al centímetro linealmente.

Para llevarlo a cabo siempre se debe de realizar un reconocimiento del área a levantar antes de empezar el trabajo para poder indicar a los estadaleros por donde se van a situar para dar todos los detalles de la manera más ordenada sin que vaya a faltar algún cono o contracono así como el límite de la zona y de que no falte de dar algún cambio en la figura que implique la mala obtención de volumen.



Se verifican la existencia de puntos auxiliares de donde partir para realizarlo, de lo contrario habrá que marcar alguno o los que se requieran para levantar de manera completa y que se pueda apreciar todo el almacén o voladura.

Se anotará además de la altura de aparato, ángulo vertical, horizontal, distancia inclinada, punto visado y estación; si el punto observado es cresta, pata, cresta-pata, pata-cresta, cono, contracono o piso según sea el caso, para que al momento de la captura y dibujo del levantamiento en computadora se verifique si se anotó bien los datos leídos o si existió algún error o equivocación o si faltó algún punto o puntos por dar que sean necesarios.

### **III.5.2.- Inventariado de mineral en almacenes.**

Cuando se realice el inventario de algún almacén ya sea de mineral, de pelet, de finos, patios o tanque Marcona se realizará el levantamiento cada quince días o cada mes, de manera de ir siguiendo un orden progresivo para mantener el mineral extraído y beneficiado reportado y saber cuánto se ha producido y por lo mismo cuánto puede vender.

Terminado el levantamiento se capturan los datos obtenidos en el sistema de topografía de manera que se entra a la rutina de TAQUÍMETRO, y se llamará a captura anotando el nombre de como se llamará el archivo que contenga el levantamiento. Se anotará ángulo horizontal, ángulo vertical y distancia inclinada, a continuación se entrará a F3 anotando TOPO, posteriormente F2 y se anotará la estación donde uno se centró, la estación a donde uno visó y la altura del aparato, ya quedando capturados éstos datos se podrá proseguir con la captura de observaciones, de tal forma que si existiera un cambio de estación en el levantamiento simplemente se volverán a efectuar en el mismo archivo los pasos de teclear F3 y F2, hasta terminar con la captura de las cantidades.

A continuación se recalcularán esos datos y se exportarán, de manera que quedarán calculadas las coordenadas (x,y,z) de cada punto levantado con respecto a la estación y al punto visado.

Estando afuera del paquete se grabará el archivo pero sin la extensión que le dio el sistema de topografía.

Se abrirá el paquete SURVEY de manera que se llamará al archivo donde se encuentran las coordenadas calculadas en la opción.

Con el paquete SURVEY se puede obtener primeramente el dibujo del levantamiento, por medio de las coordenadas (x,y,z) y de la interpolación entre dichos puntos de interés levantados, por lo cual se debe de tener el cuidado de levantar todos los detalles posibles para que la computadora realice el dibujo del volumen lo más cercano posible, de tal manera que se observarán el pelet, fino o mineral con curvas de nivel a una cota establecida de tal manera de poder apreciar bien la figura sobre un plano en el cual se observará y revisará que no exista algún error por haber leído mal el aparato, o por anotar mal un valor.

Posteriormente se irán anotando los errores que existieran y se corregirán o se anexarán puntos que hagan falta de tal forma que quede bien configurada.

En determinado caso de que alguna parte del terreno a levantar se mantuviera estable, es decir, que no sufriera ningún cambio desde el levantamiento anterior, ésta puede exportarse del archivo donde fué guardado dicho levantamiento para juntarlo con el nuevo de tal forma de ahorrar tiempo en el dibujo y cálculo del volumen.

Terminado se marcan en el dibujo computarizado los límites de que zona se quiere obtener el volumen, la computadora forma con los nodos (que son cada punto dado por su coordenada) áreas triangulares, y con los puntos que se tomaron como pisos se forma una superficie con una elevación determinada de donde perpendicularmente calcula las diferencias de elevaciones entre el datum y las elevaciones de cada punto de los triángulos quedando figuras con tres dimensiones (largo, ancho y profundidad), con las que la computadora simplemente calcula el volumen de cada figura para por último sumar todos éstos y obtener el volumen total del almacén o patio requerido.

Al obtener las toneladas del área deseada sólo bastará indicar el peso específico del mineral, el cual será multiplicado por el volumen del mineral.

El peso específico se calcula mediante la tabla 3.5.3

El levantamiento del almacén de pelet se mostrará a continuación, del cual se muestran consecutivamente sus coordenadas x,y,z y por último el dibujo de dicho almacén obteniendo su volumen y tonelaje por medio de computadora.

Así mismo se muestra después el levantamiento de uno de los patios donde se almacena mineral.

**TABLA DE PESOS ESPECIFICOS PARA MINERAL  
HIERRO DE PEÑA COLORADA (PLAN DE MINADO)**

P.E. = (Fem) 0.0275 + 2.72

LEY Fem %	P.E.	LEY Fem %	P.E.
20	3.27	40	3.82
21	3.3	41	3.85
22	3.33	42	3.88
23	3.35	43	3.9
24	3.38	44	3.93
25	3.41	45	3.96
26	3.44	46	3.99
27	3.46	47	4.01
28	3.49	48	4.04
29	3.52	49	4.07
30	3.55	50	4.1
31	3.57	51	4.12
32	3.6	52	4.15
33	3.63	53	4.18
34	3.66	54	4.21
35	3.68	55	4.23
36	3.71	56	4.26
37	3.74	57	4.29
38	3.77	58	4.32
39	3.79	59	4.34
40	3.82	60	4.37
41	3.85	61	4.4
42	3.88	62	4.43
43	3.9	63	4.45
44	3.93	64	4.48
45	3.96	65	4.51

Tabla 3.5.3

SISTEMA DE CONTROL TOPOGRAFICO DE PEÑA COLORADA  
REPORTE DE DATOS DE TEODOLITO

<u>Id.</u>	<u>Angulo Horizontal</u>	<u>Angulo Vertical</u>	<u>Dist.</u>	<u>Hilo Medio</u>	<u>Clave Meda</u>	<u>Aux</u>	<u>Estacion</u>	<u>Punto Visado</u>	<u>Altur Aparat</u>
1	187.5600	92.2200	136.400	3.180	TOPO		AUX18PM	AUX19P	1.38
2	186.0400	92.2300	137.500	3.180	TOPO				0.00
3	182.2900	92.3100	137.200	2.685	TOPO				0.00
4	180.4100	92.3700	130.000	2.650	TOPO				0.00
5	179.4900	92.4600	123.200	2.620	TOPO				0.00
6	179.1400	93.0000	115.200	2.580	TOPO				0.00
7	178.0300	93.4400	109.500	1.548	TOPO				0.00
8	177.1000	93.5200	102.800	1.514	TOPO				0.00
9	176.0500	94.0100	96.500	1.483	TOPO				0.00
10	179.1900	93.3700	91.500	2.460	TOPO				0.00
11	182.5700	94.2200	90.800	1.454	TOPO				0.00
12	186.0500	93.5300	89.500	1.448	TOPO				0.00
13	189.2400	93.3800	84.300	2.600	TOPO				0.00
14	190.4600	92.4500	79.800	4.400	TOPO				0.00
15	186.4200	94.3600	73.500	2.380	TOPO				0.00
16	183.5600	95.5000	66.500	1.333	TOPO				0.00
17	182.2100	95.3800	60.800	2.300	TOPO				0.00
18	182.0100	95.0100	54.500	3.270	TOPO				0.00
19	183.4500	96.5500	49.800	1.249	TOPO				0.00
20	183.4900	97.2900	44.200	1.221	TOPO				0.00
21	188.4900	97.1000	40.000	1.200	TOPO				0.00
22	194.1500	95.2300	37.800	1.189	TOPO				0.00
23	198.2000	94.1500	38.200	1.191	TOPO				0.00
24	198.2800	95.5100	35.200	1.176	TOPO				0.00
25	200.5800	98.3900	33.800	1.169	TOPO				0.00
26	200.3300	101.0600	30.500	1.153	TOPO				0.00
27	209.4600	106.0700	28.700	1.144	TOPO				0.00
28	205.5400	104.5300	27.700	1.139	TOPO				0.00
29	179.0700	96.5000	59.000	2.250	TOPO				0.00
30	179.0400	96.5600	43.200	3.620	TOPO				0.00
31	185.0500	99.4900	32.200	3.160	TOPO				0.00
32	197.2300	106.4000	27.200	1.136	TOPO				0.00
33	209.3500	108.0200	26.000	1.130	TOPO				0.00
34	207.3500	106.3700	28.830	1.144	TOPO				0.00
35	235.3600	103.5400	32.800	1.164	TOPO				0.00
36	243.0100	103.5300	38.000	1.250	TOPO				0.00
37	249.3100	103.3100	32.600	1.163	TOPO				0.00
38	263.2400	104.3000	30.800	1.154	TOPO				0.00
39	279.3700	104.0900	30.800	1.154	TOPO				0.00
40	295.5800	101.2700	36.200	1.181	TOPO				0.00
41	294.5500	99.5600	41.000	1.205	TOPO				0.00
42	290.3100	98.4900	46.800	1.234	TOPO				0.00
43	276.1500	96.5000	52.500	2.260	TOPO				0.00
44	290.2500	96.3900	61.200	1.306	TOPO				0.00
45	267.4800	96.0500	67.000	1.335	TOPO				0.00
46	285.2300	94.5100	71.300	2.350	TOPO				0.00
47	280.3200	94.0200	74.300	3.370	TOPO				0.00

SISTEMA DE CONTROL TOPOGRAFICO DE PEÑA COLORADA  
REPORTE DE DATOS DE TEODOLITO

<u>Id.</u>	<u>Angulo Horizontal</u>	<u>Angulo Vertical</u>	<u>Dist.</u>	<u>Hilo Medio</u>	<u>Clave Meds.</u>	<u>Aux Estacion</u>	<u>Punto Visado</u>	<u>Altur Aparat</u>
48	274.4900	94.1200	72.000	3.360	TOPO			0.00
49	267.2600	94.2700	72.200	3.360	TOPO			0.00
50	262.3600	94.2700	74.200	1.371	TOPO			0.00
51	259.2400	94.1200	78.200	3.390	TOPO			0.00
52	260.0300	94.3500	83.800	2.420	TOPO			0.00
53	260.0300	94.2500	89.200	2.450	TOPO			0.00
54	263.5800	94.1300	91.200	2.450	TOPO			0.00
55	268.2800	94.1200	88.200	2.440	TOPO			0.00
56	275.1500	94.1700	86.200	2.430	TOPO			0.00
57	279.2400	94.2600	82.200	2.410	TOPO			0.00
58	281.0000	94.0300	88.200	2.440	TOPO			0.00
59	278.0000	93.5400	94.200	2.470	TOPO			0.00
60	275.1500	93.2000	101.200	3.010	TOPO			0.00
61	272.4600	93.0600	107.000	3.030	TOPO			0.00
62	271.2100	93.0600	113.200	2.870	TOPO			0.00
63	267.5500	93.1000	117.500	2.580	TOPO			0.00
64	266.1700	92.5000	122.800	2.610	TOPO			0.00
65	264.2600	92.4800	129.200	2.650	TOPO			0.00
66	265.3800	93.0300	136.200	1.681	TOPO			0.00
67	264.2800	92.5800	141.500	1.708	TOPO			0.00
68	263.3500	92.2400	147.500	2.730	TOPO			0.00
69	263.0600	92.2000	153.800	1.769	TOPO			0.00
70	260.4800	92.1600	160.800	2.800	TOPO			0.00
71	259.1700	92.1700	161.200	2.800	TOPO			0.00
72	258.0600	96.5800	43.200	1.216	TOPO			0.00
73	252.1100	97.5800	39.300	1.197	TOPO			0.00
74	259.1800	97.4600	36.800	1.184	TOPO			0.00
75	269.0000	97.2800	36.200	1.181	TOPO			0.00
76	280.0000	97.1500	35.800	1.179	TOPO			0.00
77	283.0000	97.0300	37.200	1.186	TOPO			0.00
78	285.1000	95.5700	43.000	1.215	TOPO			0.00
79	281.1300	95.1200	48.200	1.241	TOPO			0.00
80	288.5500	94.5500	53.000	1.265	TOPO			0.00
81	281.4000	94.2600	57.000	1.285	TOPO			0.00
82	285.3700	94.1700	61.200	1.306	TOPO			0.00
83	283.3800	94.0100	66.200	1.331	TOPO			0.00
84	281.2900	93.6300	68.800	1.344	TOPO			0.00
85	277.3900	93.5000	66.000	1.330	TOPO			0.00
86	271.2800	93.2900	66.200	1.331	TOPO			0.00
87	266.3200	93.5100	65.500	1.328	TOPO			0.00
88	261.1300	94.0300	68.000	1.340	TOPO			0.00
89	257.0500	93.5700	72.000	1.360	TOPO			0.00
90	255.0500	93.2400	77.800	1.389	TOPO			0.00
91	255.4800	94.3300	61.000	1.305	TOPO			0.00
92	256.0200	95.2500	66.800	1.334	TOPO			0.00
93	261.2300	95.4600	64.200	1.321	TOPO			0.00
94	265.0100	96.1400	61.800	1.309	TOPO			0.00

SISTEMA DE CONTROL TOPOGRAFICO DE PEA COLORADA  
REPORTE DE DATOS DE TEODOLITO

Id.	Angulo Horizontal	Angulo Vertical	Hilo Dist.	Clave Medio	Aux	Estacion	Punto Visado	Altur Aparat
95	267.3600	95.1800	62.200	1.314	TOPO			0.00
96	270.2300	95.0900	56.800	2.290	TOPO			0.00
97	264.5900	97.0000	50.500	1.253	TOPO			0.00
98	267.1600	97.4300	47.700	1.239	TOPO			0.00
99	257.1800	97.3400	46.000	1.230	TOPO			0.00
100	254.3100	98.2000	44.000	1.220	TOPO			0.00
101	252.1700	97.2000	46.200	1.231	TOPO			0.00
102	251.2000	96.4100	51.200	1.256	TOPO			0.00
103	249.3300	98.3100	45.800	1.229	TOPO			0.00
104	251.3900	98.2400	42.000	2.210	TOPO			0.00
105	257.5800	97.4000	50.000	1.250	TOPO			0.00
106	261.1000	97.1400	51.800	2.260	TOPO			0.00
107	261.0500	96.5100	54.200	1.271	TOPO			0.00
108	256.5400	96.3500	56.500	1.283	TOPO			0.00
109	253.2800	95.4000	59.500	1.298	TOPO			0.00
110	255.0500	97.1400	56.200	1.281	TOPO			0.00
111	256.0900	98.3900	52.200	1.261	TOPO			0.00
112	254.2800	95.5300	62.000	1.310	TOPO			0.00
113	254.5700	95.4200	63.800	1.319	TOPO			0.00
114	255.5100	95.5000	63.200	1.316	TOPO			0.00
115	269.0200	94.2600	64.200	1.321	TOPO			0.00
116	272.2400	94.4200	58.800	1.294	TOPO			0.00
117	273.5100	94.5800	52.800	1.264	TOPO			0.00
118	269.4200	95.0700	50.200	1.250	TOPO			0.00
119	264.5400	96.0000	45.000	1.225	TOPO			0.00
120	261.0600	92.4800	99.200	1.496	TOPO			0.00
121	261.1400	93.0400	94.000	1.470	TOPO			0.00
122	263.2600	92.5400	95.300	1.477	TOPO			0.00
123	266.4800	92.4800	95.500	1.478	TOPO			0.00
124	269.2700	92.5600	93.400	1.467	TOPO			0.00
125	273.1400	92.3400	91.000	1.455	TOPO			0.00
126	275.5400	92.5400	89.200	1.446	TOPO			0.00
127	278.0300	93.1700	88.000	1.440	TOPO			0.00
128	274.0500	93.0200	94.200	1.471	TOPO			0.00
129	273.5000	93.0500	97.800	1.489	TOPO			0.00
130	272.2700	92.5400	96.200	1.481	TOPO			0.00
131	271.2700	92.5600	93.400	1.479	TOPO			0.00
132	269.4300	93.0200	96.200	1.481	TOPO			0.00
133	266.4000	93.2300	98.800	1.494	TOPO			0.00
134	265.1700	92.5100	100.000	2.500	TOPO			0.00
135	263.5500	92.5500	102.000	2.520	TOPO			0.00
136	261.4100	92.4300	102.800	2.510	TOPO			0.00
137	260.2700	93.0900	106.200	1.531	TOPO			0.00
138	260.3100	93.0500	109.800	1.549	TOPO			0.00
139	260.3100	92.5000	115.000	1.575	TOPO			0.00
140	259.0200	92.5300	120.500	1.603	TOPO			0.00
141	259.3400	93.1400	115.500	1.578	TOPO			0.00

SISTEMA DE CONTROL TOPOGRAFICO DE PEEA COLORADA  
 REPORTE DE DATOS DE TEODOLITO

Id.	Angulo Horizontal	Angulo Vertical	Dist.	Hilo Medio	Clave Meds. Aux	Estacion	Punto Visado	Altur Aparat
142	259.4000	93.3000	109.200	1.546	TOPO			0.00
143	260.1900	93.3300	103.000	1.515	TOPO			0.00
144	259.4200	92.3700	97.200	1.489	TOPO			0.00
145	259.3200	93.5500	93.800	1.469	TOPO			0.00
146	258.5700	92.5200	123.000	1.615	TOPO			0.00
147	258.2700	92.4800	128.500	1.643	TOPO			0.00
148	259.0800	92.4900	134.500	1.673	TOPO			0.00
149	259.3200	92.2700	140.000	1.700	TOPO			0.00
150	259.2000	92.1800	146.200	1.731	TOPO			0.00
151	258.4200	92.3700	151.200	1.756	TOPO			0.00
152	257.4100	91.4200	155.500	2.780	TOPO			0.00
153	258.4100	92.0600	157.500	1.788	TOPO			0.00
154	260.4000	92.0300	157.000	1.785	TOPO			0.00
155	262.0500	92.0800	150.800	1.754	TOPO			0.00
156	262.4600	92.1500	144.000	1.720	TOPO			0.00
157	263.5000	92.1800	137.500	1.688	TOPO			0.00
158	263.4700	92.2500	133.800	1.669	TOPO			0.00
159	262.5100	92.3400	128.200	1.641	TOPO			0.00
160	264.3900	92.3900	123.800	1.619	TOPO			0.00
161	255.0800	92.5300	117.800	1.589	TOPO			0.00
162	267.4400	92.5600	113.500	1.568	TOPO			0.00
163	270.0200	92.5700	109.800	1.549	TOPO			0.00
164	271.3600	93.1100	105.000	1.525	TOPO			0.00
165	272.4000	92.5300	103.000	1.515	TOPO			0.00
166	273.4500	93.0100	100.200	1.501	TOPO			0.00
167	270.3800	93.0300	98.800	2.490	TOPO			0.00
168	255.1000	90.4000	128.800	3.140	TOPO			0.00
169	254.3500	90.3600	123.200	1.616	TOPO			0.00
170	254.0800	89.4500	117.800	2.580	TOPO			0.00
171	253.1100	89.5100	110.800	1.554	TOPO			0.00
172	252.2400	89.5600	102.400	2.515	TOPO			0.00
173	251.4700	89.4000	101.200	1.506	TOPO			0.00
174	250.4500	89.0800	96.000	2.480	TOPO			0.00
175	249.2800	89.4000	92.200	1.461	TOPO			0.00
176	248.2400	89.4400	84.200	1.421	TOPO			0.00
177	247.4500	89.4100	66.800	1.334	TOPO			0.00
178	245.3300	89.4500	70.000	1.356	TOPO			0.00
179	246.1600	89.1900	61.900	1.07	TOPO			0.00
180	239.5400	89.3700	56.200	1.281	TOPO			0.00
181	236.4900	89.0600	53.200	1.266	TOPO			0.00
182	234.3900	90.1500	51.200	1.256	TOPO			0.00
183	226.4700	89.3800	46.900	1.235	TOPO			0.00
184	220.4000	90.0200	42.800	1.214	TOPO			0.00
185	211.5300	89.5100	40.000	1.200	TOPO			0.00
186	201.5700	90.2200	41.800	1.209	TOPO			0.00
187	197.0100	90.1400	47.200	1.236	TOPO			0.00
188	195.0800	90.1600	54.200	1.271	TOPO			0.00

Paga No.  
11/06/96

5 GERENCIA DE PLANEACION DE MINAS

PEMSEP.TD-

SISTEMA DE CONTROL TOPOGRAFICO DE PEÑA COLORADA  
REPORTE DE DATOS DE TEODOLITO

<u>Id.</u>	<u>Angulo Horizontal</u>	<u>Angulo Vertical</u>	<u>Dist.</u>	<u>Hilo Medio</u>	<u>Clave Meds.</u>	<u>Aux</u>	<u>Estacion</u>	<u>Punto Visado</u>	<u>Altur Aparat</u>
189	194.0100	90.2100	58.600	1.293	TOPO				0.00
190	194.5800	90.0000	65.800	1.329	TOPO				0.00
191	197.2900	88.5500	69.000	2.350	TOPO				0.00
192	249.4800	87.5500	117.200	1.586	TOPO				0.00
193	249.1800	87.4600	122.800	1.614	TOPO				0.00
194	249.0300	87.4100	108.200	1.541	TOPO				0.00
195	248.2100	87.5800	107.000	1.535	TOPO				0.00
196	248.1700	87.1000	103.800	2.520	TOPO				0.00
197	247.1400	87.4000	101.000	1.505	TOPO				0.00
198	246.5700	87.5600	98.800	1.494	TOPO				0.00
199	245.3500	87.3000	97.200	1.486	TOPO				0.00
200	244.3900	87.1000	92.500	1.463	TOPO				0.00
201	243.2600	86.4400	87.200	1.436	TOPO				0.00
202	241.5700	86.1500	85.200	1.426	TOPO				0.00
203	239.5100	85.1100	79.700	1.399	TOPO				0.00
204	237.0600	84.5800	73.800	1.369	TOPO				0.00
205	234.4400	84.4200	68.500	1.343	TOPO				0.00
206	231.5500	84.2600	63.000	1.315	TOPO				0.00
207	230.2800	82.2900	61.200	3.310	TOPO				0.00
208	227.4700	84.3500	58.200	1.291	TOPO				0.00
209	225.1700	84.1600	56.500	1.283	TOPO				0.00
210	221.0100	85.3500	53.200	1.266	TOPO				0.00
211	217.3400	84.1400	51.000	1.255	TOPO				0.00
212	212.8000	83.5000	50.000	1.250	TOPO				0.00
213	207.5200	84.1600	50.200	1.251	TOPO				0.00
214	204.4100	85.2000	53.000	1.265	TOPO				0.00
215	203.2700	85.5700	56.200	1.281	TOPO				0.00
216	202.1100	85.4200	59.000	1.295	TOPO				0.00
217	202.2600	85.5600	63.700	1.319	TOPO				0.00
218	203.5200	85.1400	66.800	2.330	TOPO				0.00
219	208.0700	82.5500	65.000	1.325	TOPO				0.00
220	212.4600	81.5400	57.000	1.285	TOPO				0.00
221	207.1600	84.1000	57.800	1.289	TOPO				0.00
222	210.5000	82.2800	60.000	2.300	TOPO				0.00
223	217.2400	83.4700	58.200	1.291	TOPO				0.00
224	215.2900	83.1900	60.800	2.300	TOPO				0.00
225	221.2900	82.2900	62.200	1.323	TOPO				0.00
226	223.3800	81.0000	74.500	4.370	TOPO				0.00
227	225.4600	82.0900	70.000	1.350	TOPO				0.00
228	227.5000	82.4400	66.706	1.334	TOPO				0.00
229	228.1400	83.0200	63.800	1.319	TOPO				0.00
230	223.0600	80.3100	68.200	1.341	TOPO				0.00
231	221.2600	80.1600	65.500	1.328	TOPO				0.00
232	229.0500	81.2300	68.000	2.340	TOPO				0.00
233	228.4400	81.0000	71.000	2.350	TOPO				0.00
234	227.4700	80.3100	76.000	2.380	TOPO				0.00
235	224.2200	80.3900	76.000	3.980	TOPO				0.00



SISTEMA DE CONTROL TOPOGRAFICO DE PEÑA COLORADA  
REPORTE DE DATOS DE TEODOLITO

Id.	Angulo Horizontal	Angulo Vertical	Dist.	Hilo Medio	Clave Meds.	Aux Estacion	Punto Visado	Altur Aparat
236	229.3000	81.3120	76.000	1.380	TOPO			0.00
237	230.5600	81.5300	80.500	1.403	TOPO			0.00
238	232.1200	81.1800	84.000	1.420	TOPO			0.00
239	233.5000	82.4400	78.000	1.390	TOPO			0.00
240	230.4500	82.5000	74.200	1.371	TOPO			0.00
241	230.0600	82.1800	72.000	1.368	TOPO			0.00
242	221.1000	82.2400	73.700	1.369	TOPO			0.00
243	235.1300	82.5800	80.000	1.400	TOPO			0.00
244	235.2300	82.4000	84.600	1.423	TOPO			0.00
245	237.2900	83.4800	87.000	1.435	TOPO			0.00
246	238.5500	84.3900	88.200	1.441	TOPO			0.00
247	241.1300	85.2700	89.000	1.445	TOPO			0.00
248	243.1400	86.2700	91.800	1.459	TOPO			0.00
249	240.4300	85.4100	89.200	1.446	TOPO			0.00
250	238.1000	84.2800	90.800	2.450	TOPO			0.00
251	235.3500	83.2700	90.000	3.450	TOPO			0.00
252	236.4300	83.4400	92.803	3.460	TOPO			0.00
253	236.3600	83.3500	97.800	2.490	TOPO			0.00
254	238.1200	83.4300	97.200	1.486	TOPO			0.00
255	242.7000	84.2700	98.200	2.490	TOPO			0.00
256	239.4120	84.3200	94.000	1.470	TOPO			0.00
257	240.4600	85.2600	100.400	2.300	TOPO			0.00
258	243.1400	86.3200	98.300	1.492	TOPO			0.00
259	242.5800	85.4100	103.000	1.515	TOPO			0.00
260	244.3900	86.0200	105.800	1.529	TOPO			0.00
261	245.0100	86.2200	110.000	1.550	TOPO			0.00
262	245.4400	85.4100	114.200	1.571	TOPO			0.00
263	245.0200	85.0500	118.000	1.590	TOPO			0.00
264	243.3800	85.4700	127.200	1.636	TOPO			0.00
265	241.2900	86.0900	122.900	1.615	TOPO			0.00
266	242.1925	86.0455	123.000	1.615	TOPO	S1		0.00
267	319.5400	94.3600	5.300	1.027	TOPO	S1	AUX13P	1.37
268	302.5500	102.2700	9.100	1.046	TOPO			0.00
269	278.4300	103.1800	13.900	1.079	TOPO			0.00
270	277.1900	99.4500	18.100	0.991	TOPO			0.00
271	270.0500	96.2400	20.000	1.100	TOPO			0.00
272	272.5200	92.3300	23.200	1.116	TOPO			0.00
273	257.2000	89.1000	25.000	1.125	TOPO			0.00
274	257.1500	87.5300	29.100	1.146	TOPO			0.00
275	255.3400	86.4600	33.000	2.150	TOPO			0.00
276	270.4300	89.2800	31.700	1.159	TOPO			0.00
277	265.2700	93.2200	32.800	1.164	TOPO			0.00
278	271.2000	90.0100	34.200	2.170	TOPO			0.00
279	256.0900	86.2500	35.100	3.680	TOPO			0.00
280	248.5500	87.0600	35.000	3.180	TOPO			0.00
281	249.0400	87.3900	32.100	2.160	TOPO			0.00
282	249.0500	88.0200	27.200	1.136	TOPO			0.00

SISTEMA DE CONTROL TOPOGRAFICO DE PEEA COLORADA  
REPORTE DE DATOS DE TEODOLITO

Id.	Angulo		Hilo	Clave	Aux	Estacion	Punto	Altur
	Horizontal	Vertical						
283	265.3000	91.1200	35.200	1.176	TOPO			0.00
284	260.1700	89.3700	37.000	1.185	TOPO			0.00
285	257.1600	87.2700	40.600	1.203	TOPO			0.00
286	254.0500	85.2100	42.200	1.211	TOPO			0.00
287	252.3900	86.1200	45.200	0.530	TOPO			0.00
288	255.0300	120.2700	14.800	1.074	TOPO			0.00
289	243.1100	118.4400	15.100	1.076	TOPO			0.00
290	229.4700	109.0500	16.500	1.083	TOPO			0.00
291	249.4400	106.0500	17.300	1.087	TOPO			0.00
292	269.0400	112.1000	15.800	1.079	TOPO			0.00
293	256.3400	94.0000	22.100	1.111	TOPO			0.00
294	246.4800	94.0400	21.900	1.110	TOPO			0.00
295	235.0300	92.0800	22.100	1.111	TOPO			0.00
296	230.1800	98.1800	99.000	1.495	TOPO			0.00
297	352.5700	107.5200	17.000	1.085	TOPO			0.00
298	358.2200	109.1800	14.400	1.072	TOPO			0.00
299	21.0300	113.2100	11.800	1.059	TOPO			0.00
300	65.3900	118.1600	10.000	1.050	TOPO			0.00
301	112.1000	110.4600	11.600	1.058	TOPO			0.00
302	143.0600	102.4500	15.100	2.080	TOPO			0.00
303	159.0800	96.1900	16.200	3.580	TOPO			0.00
304	136.2000	104.2300	15.100	1.076	TOPO			0.00
305	116.0000	104.5800	12.900	1.065	TOPO			0.00
306	86.5600	108.1400	11.300	1.057	TOPO			0.00
307	48.2000	112.0100	11.200	1.056	TOPO			0.00
308	19.3000	109.0100	12.800	1.064	TOPO			0.00
309	357.1100	107.3100	16.200	1.081	TOPO			0.00
310	357.1100	107.3100	16.200	1.081	TOPO			0.00
311	238.5300	83.2800	32.100	1.161	TOPO	AUX13P	AUX17P	1.38
312	244.3600	82.0900	25.600	1.128	TOPO			0.00
313	259.3100	81.1700	33.100	1.266	TOPO			0.00
314	277.1100	81.3000	18.000	1.090	TOPO			0.00
315	290.3400	81.1700	21.100	1.106	TOPO			0.00
316	299.2700	85.2600	26.900	1.135	TOPO			0.00
317	305.1700	86.4600	34.200	1.171	TOPO			0.00
318	310.0000	85.3900	39.900	1.200	TOPO			0.00
319	316.0400	84.0000	46.500	1.630	TOPO			0.00
320	319.3100	85.0700	53.100	1.266	TOPO			0.00
321	320.2100	84.0600	64.800	2.520	TOPO			0.00
322	321.2900	85.2600	72.000	1.860	TOPO			0.00
323	322.1400	85.2000	79.000	2.390	TOPO			0.00
324	323.0500	84.3600	89.000	3.450	TOPO			0.00
325	323.2400	86.3800	93.400	1.267	TOPO			0.00
326	322.3600	86.0600	1.040	3.320	TOPO			0.00
327	307.3700	76.4500	70.100	3.350	TOPO			0.00
328	308.3900	77.0700	73.600	2.570	TOPO			0.00
329	308.5100	79.1400	78.500	2.390	TOPO			0.00

SISTEMA DE CONTROL TOPOGRAFICO DE PEÑA COLORADA  
REPORTE DE DATOS DE TEODOLITO

<u>Id.</u>	<u>Angulo</u> <u>Horizontal</u>	<u>Angulo</u> <u>Vertical</u>	<u>Dist.</u>	<u>Hilo</u> <u>Medio</u>	<u>Clave</u> <u>Meds</u>	<u>Aux</u>	<u>Estacion</u>	<u>Punto</u> <u>Visado</u>	<u>Altur</u> <u>Aparat</u>
330	309.5900	78.5100	79.000	2.400	TOPO				0.00
331	309.3200	79.2800	79.900	1.400	TOPO				0.00
332	306.4700	77.5600	79.500	2.400	TOPO				0.00
333	307.3500	78.1800	76.500	3.080	TOPO				0.00
334	308.4600	78.5000	83.600	1.518	TOPO				0.00
335	310.2000	78.4800	83.200	2.920	TOPO				0.00
336	312.5400	81.0500	82.000	1.410	TOPO				0.00
337	314.2600	80.3700	85.900	2.930	TOPO				0.00
338	316.5700	82.4100	87.200	1.436	TOPO				0.00
339	318.5000	83.3200	90.000	1.450	TOPO				0.00
340	320.0000	84.2600	91.800	1.459	TOPO				0.00
341	320.1100	84.4200	96.000	3.480	TOPO				0.00
342	318.5100	84.0900	93.800	2.470	TOPO				0.00
343	317.2000	83.3600	91.000	1.455	TOPO				0.00
344	315.2100	82.1900	87.400	1.437	TOPO				0.00
345	312.1600	81.0100	85.800	1.429	TOPO				0.00
346	310.0100	79.2100	86.200	2.930	TOPO				0.00
347	307.2800	78.2500	84.000	3.420	TOPO				0.00
348	305.4800	77.2200	80.000	4.800	TOPO				0.00
349	310.3300	80.2200	87.200	1.436	TOPO				0.00
350	310.5000	79.5600	90.000	1.450	TOPO				0.00
351	311.3100	80.2600	92.400	1.462	TOPO				0.00
352	311.4000	81.4600	92.000	1.462	TOPO				0.00
353	312.5700	80.5500	96.000	3.480	TOPO				0.00
354	315.5800	82.5300	92.200	1.461	TOPO				0.00
355	277.2000	103.1200	9.400	1.047	TOPO				0.00
356	283.2900	111.0400	6.100	3.030	TOPO				0.00
357	13.4000	128.3500	8.800	1.044	TOPO				0.00
358	44.2400	109.4500	11.700	3.169	TOPO				0.00
359	53.2900	106.4600	11.900	1.075	TOPO				0.00
360	71.4600	106.4600	17.500	1.088	TOPO				0.00
361	70.5900	99.2700	24.800	1.124	TOPO				0.00
362	69.2700	97.4000	30.500	1.153	TOPO				0.00
363	59.3800	94.5500	35.000	2.180	TOPO				0.00
364	47.0900	93.0900	35.500	3.180	TOPO				0.00
365	35.5200	91.2500	31.800	3.160	TOPO				0.00
366	21.3500	96.5900	24.200	2.120	TOPO				0.00
367	2.0000	94.5900	21.500	3.110	TOPO				0.00
368	342.3100	94.5200	22.300	3.110	TOPO				0.00
369	331.4100	94.5800	22.800	3.110	TOPO				0.00
370	323.1800	97.5800	27.600	1.138	TOPO				0.00
371	325.5900	96.5700	31.200	1.156	TOPO				0.00
372	330.0900	96.4400	32.800	1.164	TOPO				0.00
373	334.5300	96.4600	32.000	1.160	TOPO				0.00
374	347.3900	97.3100	28.100	1.141	TOPO				0.00
375	6.0800	95.3000	29.100	2.150	TOPO				0.00
376	23.1900	95.1100	32.200	2.160	TOPO				0.00

SISTEMA DE CONTROL TOPOGRAFICO DE PEEA COLORADA  
 REPORTE DE DATOS DE TEODOLITO

Id.	Angulo Horizontal	Angulo Vertical	Dist.	Hilo Medio	Clave Meds.	Aux	Estacion	Punto Visado	Altur Aparat
377	29.0300	95.5100	38.500	1.193	TOPO				0.00
378	24.5600	94.5100	44.600	1.223	TOPO				0.00
379	26.3400	91.5700	48.200	3.240	TOPO				0.00
380	11.1100	91.3400	55.000	3.280	TOPO				0.00
381	6.1500	91.0800	63.200	3.320	TOPO				0.00
382	2.4200	91.0800	69.100	3.350	TOPO				0.00
383	357.4400	90.3100	78.500	3.390	TOPO				0.00
384	356.4600	90.2500	86.000	2.430	TOPO				0.00
385	357.0500	90.5100	89.500	1.448	TOPO				0.00
386	358.0500	90.5100	92.500	2.470	TOPO				0.00
387	358.4800	90.5400	102.500	1.513	TOPO				0.00
388	0.0400	90.4600	109.500	2.550	TOPO				0.00
389	359.5000	90.4500	116.000	1.580	TOPO				0.00
390	328.0000	89.1000	99.800	2.500	TOPO				0.00
391	331.2700	89.1000	101.000	2.510	TOPO				0.00
392	335.2400	89.5100	103.500	1.518	TOPO				0.00
393	337.3300	89.5200	106.000	1.530	TOPO				0.00
394	338.0700	89.5900	113.700	1.569	TOPO				0.00
395	348.5400	89.4200	117.000	2.580	TOPO				0.00
396	339.3300	90.0600	113.000	1.565	TOPO				0.00
397	339.2600	89.5500	108.000	1.540	TOPO				0.00
398	340.1600	89.4600	105.500	1.528	TOPO				0.00
399	339.5600	89.4200	121.500	1.608	TOPO				0.00
400	344.1200	89.4600	119.000	1.595	TOPO				0.00
401	347.5400	89.5400	117.500	1.588	TOPO				0.00
402	352.2600	89.5400	118.540	1.593	TOPO				0.00
404	348.5900	90.0200	118.000	1.590	TOPO				0.00
404	356.2400	90.0200	112.500	1.563	TOPO				0.00
405	357.2500	90.0600	108.500	1.543	TOPO				0.00
406	355.3900	90.2900	102.500	1.513	TOPO				0.00
407	354.5100	89.0000	95.000	1.475	TOPO				0.00
408	354.5200	90.1000	89.000	1.445	TOPO				0.00
409	354.0700	90.1100	82.100	1.411	TOPO				0.00
410	348.2900	90.0200	81.200	1.406	TOPO				0.00
411	344.3300	89.5500	88.900	1.445	TOPO				0.00
412	343.4500	89.5500	98.100	1.491	TOPO				0.00
413	343.4300	90.0500	105.100	1.526	TOPO				0.00
414	343.4200	90.0000	115.000	1.575	TOPO				0.00
415	349.1000	90.0100	103.500	1.518	TOPO				0.00
416	349.4500	89.5800	106.000	1.530	TOPO				0.00
418	350.0100	90.0500	95.200	1.476	TOPO				0.00
418	350.2900	90.0500	86.500	1.433	TOPO				0.00
419	2.2600	90.3700	59.100	1.296	TOPO				0.00
420	7.4000	90.5700	52.700	1.264	TOPO				0.00
421	10.1100	91.1400	45.900	1.230	TOPO				0.00
422	19.1400	91.3100	40.000	1.200	TOPO				0.00
423	11.2800	91.3600	34.500	1.173	TOPO				0.00

SISTEMA DE CONTROL TOPOGRAFICO DE PEEA COLORADA  
REPORTE DE DATOS DE TEODOLITO

Id.	Angulo Horizontal	Angulo Vertical	Dist.	Hilo Medio	Clave Meds.	Aux	Estacion	Punto Visado	Altur Aparat
424	358.3000	91.5400	34.500	1.173	TOPO				0.00
425	346.0000	91.5600	33.200	1.166	TOPO				0.00
426	346.3200	92.5100	35.100	1.176	TOPO				0.00
427	330.2800	93.5200	35.200	1.176	TOPO				0.00
428	340.2800	93.4100	34.800	2.170	TOPO				0.00
429	345.0000	93.0700	38.100	2.190	TOPO				0.00
430	355.0000	91.2800	40.000	1.200	TOPO				0.00
431	359.5400	91.3400	44.100	1.221	TOPO				0.00
432	3.1400	91.3000	48.800	1.244	TOPO				0.00
433	7.3800	91.3500	44.000	1.220	TOPO				0.00
434	8.5800	92.0100	40.000	1.200	TOPO				0.00
435	4.2400	91.5000	39.000	1.195	TOPO				0.00
436	11.5800	91.1000	37.500	1.188	TOPO				0.00
437	9.3900	91.2000	43.400	1.237	TOPO				0.00
438	9.3800	91.2100	43.100	1.216	TOPO				0.00
439	350.2600	92.2200	37.800	1.189	TOPO				0.00
440	353.4900	92.5000	43.000	1.215	TOPO				0.00
441	357.5900	92.2100	46.100	1.231	TOPO				0.00
442	0.5500	91.4700	51.100	1.256	TOPO				0.00
443	58.0200	92.3900	18.200	1.091	TOPO				0.00
444	52.0500	93.1200	20.100	1.091	TOPO				0.00
445	38.5700	93.2700	18.800	1.094	TOPO				0.00
446	21.5900	94.4500	14.000	1.070	TOPO				0.00
447	355.0100	95.5200	11.200	1.056	TOPO				0.00
448	318.0700	100.3700	9.300	1.047	TOPO				0.00
449	310.4100	91.3700	12.800	1.064	TOPO				0.00
450	322.3200	96.1300	18.800	1.094	TOPO				0.00
451	342.0400	95.0800	16.300	1.082	TOPO				0.00
452	7.5900	93.5400	16.800	1.084	TOPO				0.00
453	32.5000	93.3600	20.400	1.102	TOPO				0.00
454	44.0100	92.2300	27.900	1.140	TOPO				0.00
455	50.2200	92.3500	29.500	1.148	TOPO				0.00
456	35.0100	94.3300	48.000	1.240	TOPO				0.00
457	90.9300	95.0400	44.100	1.221	TOPO				0.00
458	47.2400	93.9900	44.000	2.220	TOPO				0.00
459	57.4600	93.2100	48.500	2.240	TOPO				0.00
460	63.0200	94.2200	51.100	1.256	TOPO				0.00
461	64.5500	93.5200	58.500	1.293	TOPO				0.00
462	63.3100	90.2200	66.500	1.333	TOPO				0.00
463	57.4600	91.4000	66.100	3.330	TOPO				0.00
464	52.1900	91.3700	64.200	3.323	TOPO				0.00
465	47.2000	91.4500	60.000	3.300	TOPO				0.00
466	41.0800	91.4100	57.200	3.280	TOPO				0.00
467	36.0100	94.0600	52.100	1.261	TOPO				0.00
468	41.4600	91.5700	52.900	1.265	TOPO				0.00
469	47.3100	91.0600	53.100	1.266	TOPO				0.00
470	53.3100	91.1400	58.400	1.292	TOPO				0.00

Page No.  
11/06/96

11 GERENCIA DE PLANEACION DE MINAS

PEMSEP.TD-

SISTEMA DE CONTROL TOPOGRAFICO DE PEEA COLORADA  
REPORTE DE DATOS DE TEODOLITO

Id.	Angulo Horizontal	Angulo Vertical	Dist.	Hilo Medio	Clave Meds.	Aux	Estacion	Punto Visado	Altur Aparat
471	59.2000	91.1600	61.400	1.307	TOPO				0.00
472	55.0700	91.0700	54.000	1.270	TOPO				0.00
473	49.1900	91.1000	51.800	1.259	TOPO				0.00
474	42.1700	91.3700	49.100	1.246	TOPO				0.00

11/06/96

SISTEMA DE CONTROL TOPOGRAFICO DE PEEA COLORADA  
REPORTE DE COORDENADAS CALCULADAS

Id.	Coordenada Norte	Coordenada Este	Elevacion	Clave Medsystem
AAA	AAAAAAAAAA	AAAAAAAAAA	AAAAAAAAAA	AAAAAAAAAA
1	-3.691	202.834	20.45	TOPO
2	-5.695	207.001	20.33	TOPO
3	-6.789	215.751	20.52	TOPO
4	-0.083	220.504	20.64	TOPO
5	6.528	222.997	20.70	TOPO
6	14.436	224.877	20.62	TOPO
7	20.122	227.527	20.59	TOPO
8	26.741	229.494	20.82	TOPO
9	32.995	231.522	21.00	TOPO
10	38.129	226.508	21.00	TOPO
11	39.598	220.882	20.90	TOPO
12	41.588	216.218	21.73	TOPO
13	47.691	212.467	21.32	TOPO
14	52.398	211.718	21.00	TOPO
15	57.496	218.566	20.99	TOPO
16	63.996	223.140	21.17	TOPO
17	69.286	225.660	21.00	TOPO
18	75.328	226.777	21.20	TOPO
19	80.496	225.920	22.03	TOPO
20	86.071	226.716	22.29	TOPO
21	90.769	223.975	23.08	TOPO
22	93.639	221.029	24.50	TOPO
23	94.126	218.345	25.21	TOPO
24	97.060	219.512	24.48	TOPO
25	99.313	218.921	23.03	TOPO
26	102.515	220.721	22.31	TOPO
27	107.251	218.284	20.43	TOPO
28	106.808	220.111	21.21	TOPO
29	79.840	229.847	21.07	TOPO
30	86.541	230.370	20.43	TOPO
31	98.223	227.910	20.66	TOPO
32	105.925	223.891	20.61	TOPO
33	109.651	220.053	20.45	TOPO
34	106.703	219.141	20.18	TOPO
35	113.850	206.469	20.41	TOPO
36	115.612	198.749	20.21	TOPO
37	120.797	203.700	20.65	TOPO
38	128.218	204.544	20.61	TOPO
39	136.331	205.390	20.77	TOPO
40	146.910	203.594	21.01	TOPO
41	148.868	198.942	21.05	TOPO
42	148.721	192.175	20.91	TOPO
43	139.147	182.654	20.76	TOPO
44	154.957	178.891	20.88	TOPO
45	132.287	167.237	20.85	TOPO
46	153.707	167.067	20.87	TOPO

11/06/96

SISTEMA DE CONTROL TOPOGRAFICO DE PEÑA COLORADA  
 REPORTE DE COORDENADAS CALCULADAS

Id.	Coordenada Norte	Coordenada Este	Elevacion	Clave Medsystem
ááá	áááááááááááá	áááááááááááá	áááááááááá	áááááááááá
47	148.834	162.181	20.66	TOPO
48	141.264	162.851	20.60	TOPO
49	132.081	161.704	20.30	TOPO
50	125.968	159.713	22.13	TOPO
51	121.469	155.992	20.12	TOPO
52	121.894	150.442	20.15	TOPO
53	121.433	145.060	19.92	TOPO
54	127.406	142.710	20.11	TOPO
55	134.388	145.846	20.34	TOPO
56	144.334	149.070	20.37	TOPO
57	149.495	154.310	20.48	TOPO
58	153.254	149.064	20.57	TOPO
59	150.161	142.061	20.36	TOPO
60	147.041	134.175	20.34	TOPO
61	143.518	127.712	20.41	TOPO
62	141.589	121.242	20.24	TOPO
63	135.048	116.418	20.20	TOPO
64	131.835	110.940	20.55	TOPO
65	127.784	104.521	20.27	TOPO
66	130.563	97.602	20.30	TOPO
67	127.819	92.287	20.24	TOPO
68	125.469	86.204	20.36	TOPO
69	124.023	79.943	21.20	TOPO
70	117.360	73.278	20.11	TOPO
71	113.087	73.252	20.01	TOPO
72	123.920	191.144	22.82	TOPO
73	120.479	195.813	22.64	TOPO
74	125.440	197.452	23.12	TOPO
75	131.511	197.907	23.38	TOPO
76	138.146	199.384	23.56	TOPO
77	143.344	199.690	23.51	TOPO
78	143.698	193.485	23.59	TOPO
79	142.373	187.511	23.63	TOPO
80	150.368	185.327	23.45	TOPO
81	145.303	179.143	23.54	TOPO
82	150.473	176.462	23.36	TOPO
83	150.078	170.984	23.27	TOPO
84	148.482	167.751	23.23	TOPO
85	143.420	169.303	23.49	TOPO
86	136.491	167.878	23.88	TOPO
87	130.776	168.226	23.51	TOPO
88	124.568	165.892	23.09	TOPO
89	119.184	162.422	22.94	TOPO
90	115.707	157.027	23.25	TOPO
91	119.337	173.564	23.11	TOPO
92	118.713	168.007	21.61	TOPO



11/06/96

SISTEMA DE CONTROL TOPOGRAFICO DE PEÑA COLORADA  
REPORTE DE COORDENADAS CALCULADAS

Id.	Coordenada Norte	Coordenada. Este	Elevacion	Clave Medsystem
###	#####	#####	#####	#####
93	125.040	169.975	21.50	TOPO
94	129.047	172.336	21.24	TOPO
95	131.845	171.803	22.19	TOPO
96	134.330	177.317	21.85	TOPO
97	129.034	183.657	21.86	TOPO
98	125.987	186.664	21.64	TOPO
99	123.227	188.575	21.99	TOPO
100	121.196	191.045	21.69	TOPO
101	119.018	189.070	22.14	TOPO
102	117.090	184.322	22.06	TOPO
103	117.101	190.222	21.29	TOPO
104	119.529	193.406	20.95	TOPO
105	123.011	184.664	21.36	TOPO
106	125.632	182.540	20.49	TOPO
107	125.392	180.100	21.53	TOPO
108	121.186	178.197	21.52	TOPO
109	117.264	175.668	22.08	TOPO
110	119.517	178.917	20.92	TOPO
111	121.200	182.988	20.20	TOPO
112	117.832	173.084	21.59	TOPO
113	118.006	171.201	21.60	TOPO
114	119.083	171.651	21.52	TOPO
115	133.519	169.751	22.95	TOPO
116	136.567	175.494	23.13	TOPO
117	137.088	181.628	23.42	TOPO
118	133.120	183.774	23.53	TOPO
119	128.958	188.899	23.32	TOPO
120	122.343	134.668	22.89	TOPO
121	122.886	139.876	22.73	TOPO
122	126.445	138.385	22.93	TOPO
123	132.064	138.184	23.08	TOPO
124	137.083	140.581	23.20	TOPO
125	142.047	143.531	23.70	TOPO
126	145.890	146.053	23.27	TOPO
127	148.887	147.979	22.75	TOPO
128	143.900	140.657	22.80	TOPO
129	144.048	137.054	22.51	TOPO
130	141.486	138.269	22.88	TOPO
131	139.467	140.239	22.95	TOPO
132	136.961	137.804	22.69	TOPO
133	131.957	134.995	21.91	TOPO
134	129.568	133.656	21.76	TOPO
135	127.135	130.688	21.50	TOPO
136	123.143	131.005	21.85	TOPO
137	120.649	127.858	21.86	TOPO
138	120.524	124.250	21.81	TOPO

11/06/96

SISTEMA DE CONTROL TOPOGRAFICO DE PEÑA COLORADA  
REPORTE DE COORDENADAS CALCULADAS

Id.	Coordenada		Elevacion	Clave
	Norte	Este		
AAA	AAAAAAA	AAAAAAA	AAAAAAA	AAAAAAA
139	120.118	119.033	21.97	TOPO
140	116.560	113.858	21.57	TOPO
141	118.207	118.782	21.14	TOPO
142	118.990	125.072	21.05	TOPO
143	120.669	131.137	21.37	TOPO
144	120.206	136.387	21.63	TOPO
145	120.149	140.462	21.39	TOPO
146	116.124	111.389	21.50	TOPO
147	114.435	106.044	21.31	TOPO
148	115.346	99.925	20.99	TOPO
149	115.750	94.289	21.58	TOPO
150	114.653	88.150	21.63	TOPO
151	112.546	83.347	21.45	TOPO
152	109.328	79.295	21.83	TOPO
153	111.811	77.061	21.67	TOPO
154	117.299	77.045	21.82	TOPO
155	121.449	83.002	21.90	TOPO
156	123.532	89.733	21.85	TOPO
157	126.307	96.155	22.02	TOPO
158	126.264	99.873	21.92	TOPO
159	124.258	105.552	21.85	TOPO
160	128.302	109.874	21.89	TOPO
161	108.952	117.628	21.72	TOPO
162	134.450	120.335	21.85	TOPO
163	138.658	124.321	22.06	TOPO
164	141.110	129.430	21.91	TOPO
165	142.487	131.556	22.53	TOPO
166	144.246	134.654	22.46	TOPO
167	138.716	135.367	21.48	TOPO
168	107.064	106.507	24.58	TOPO
169	106.782	112.240	26.35	TOPO
170	106.879	117.705	27.16	TOPO
171	106.392	124.939	27.96	TOPO
172	106.745	133.492	28.62	TOPO
173	105.909	134.881	28.31	TOPO
174	105.418	140.373	28.22	TOPO
175	104.377	144.560	28.30	TOPO
176	105.007	152.701	28.22	TOPO
177	109.222	169.605	28.28	TOPO
178	105.742	167.386	28.18	TOPO
179	109.341	175.347	28.13	TOPO
180	105.186	182.506	28.32	TOPO
181	103.917	186.508	28.79	TOPO
182	103.152	189.213	27.74	TOPO
183	100.006	196.548	28.30	TOPO
184	99.115	202.771	28.00	TOPO

11/06/96

SISTEMA DE CONTROL TOPOGRAFICO DE PEÑA COLORADA  
REPORTE DE COORDENADAS CALCULADAS

Id.	Coordenada Norte	Coordenada Este	Elevacion	Clave Medsystem
ááá	áááááááááá	áááááááááá	áááááááá	áááááááá
185	97.026	209.377	28.13	TOPO
186	91.752	214.447	27.76	TOPO
187	85.253	215.694	27.79	TOPO
188	78.129	214.715	27.72	TOPO
189	73.611	214.289	27.59	TOPO
190	67.174	210.893	27.89	TOPO
191	65.283	207.003	28.20	TOPO
192	98.365	120.446	31.93	TOPO
193	95.910	115.347	32.43	TOPO
194	99.394	129.524	32.08	TOPO
195	98.458	131.002	31.51	TOPO
196	99.263	134.227	31.86	TOPO
197	98.276	137.370	31.83	TOPO
198	98.471	139.578	31.29	TOPO
199	96.792	141.898	32.00	TOPO
200	96.953	146.881	32.35	TOPO
201	97.090	152.564	32.77	TOPO
202	95.821	155.330	33.36	TOPO
203	95.403	161.760	34.51	TOPO
204	94.784	168.666	34.32	TOPO
205	94.797	174.734	34.18	TOPO
206	94.975	181.093	33.99	TOPO
207	94.939	183.829	33.85	TOPO
208	94.137	187.460	33.42	TOPO
209	93.281	190.367	33.57	TOPO
210	92.296	195.340	32.06	TOPO
211	91.846	199.230	33.07	TOPO
212	89.991	203.064	33.31	TOPO
213	87.281	206.407	32.98	TOPO
214	83.274	207.315	32.26	TOPO
215	79.858	206.733	31.92	TOPO
216	76.834	206.567	32.34	TOPO
217	72.763	204.183	32.41	TOPO
218	70.930	201.338	32.42	TOPO
219	75.408	198.414	35.87	TOPO
220	84.863	199.159	35.89	TOPO
221	80.650	202.850	33.79	TOPO
222	81.221	198.850	34.72	TOPO
223	86.560	194.595	34.21	TOPO
224	83.405	194.452	33.97	TOPO
225	81.663	189.121	36.62	TOPO
226	80.996	178.843	36.36	TOPO
227	85.594	180.167	37.34	TOPO
228	89.389	181.076	36.28	TOPO
229	91.401	183.037	35.60	TOPO
230	84.729	183.991	38.96	TOPO

11/06/96

SISTEMA DE CONTROL TOPOGRAFICO DE PEÑA COLORADA  
REPORTE DE COORDENADAS CALCULADAS

Id.	Coordenada Norte	Coordenada Este	Elevacion	Clave Medsystem
aaa	aaaaaaaaaa	aaaaaaaaaa	aaaaaaaaaa	aaaaaaaaaa
231	85.175	187.290	38.83	TOPO
232	90.048	179.544	36.96	TOPO
233	88.055	177.545	37.84	TOPO
234	84.309	174.508	39.19	TOPO
235	80.841	177.233	37.43	TOPO
236	85.873	172.848	38.92	TOPO
237	84.857	168.019	39.07	TOPO
238	84.591	164.383	40.36	TOPO
239	89.332	167.709	37.64	TOPO
240	87.919	173.011	37.04	TOPO
241	88.590	175.387	37.42	TOPO
242	78.880	181.155	37.54	TOPO
243	89.893	165.003	37.57	TOPO
244	87.907	161.040	38.51	TOPO
245	89.310	157.132	37.13	TOPO
246	90.617	154.851	35.97	TOPO
247	93.374	152.466	34.84	TOPO
248	95.129	148.467	33.46	TOPO
249	92.587	152.537	34.50	TOPO
250	88.432	153.120	35.49	TOPO
251	85.410	156.017	36.00	TOPO
252	85.615	152.631	35.86	TOPO
253	83.132	148.424	37.62	TOPO
254	85.765	147.656	38.31	TOPO
255	119.552	136.591	36.21	TOPO
256	89.243	149.178	36.69	TOPO
257	88.120	142.405	34.89	TOPO
258	92.725	142.437	33.69	TOPO
259	90.652	138.447	35.47	TOPO
260	92.431	134.673	35.03	TOPO
261	91.608	130.433	34.66	TOPO
262	91.489	126.235	36.26	TOPO
263	88.951	122.918	36.78	TOPO
264	82.963	115.575	36.95	TOPO
265	80.234	121.202	35.84	TOPO
266	81.886	120.411	35.99	TOPO
267	76.841	121.921	35.91	TOPO
268	74.662	125.220	34.40	TOPO
269	74.881	131.557	33.18	TOPO
270	72.902	135.523	33.25	TOPO
271	74.005	138.523	34.05	TOPO
272	71.633	141.172	35.22	TOPO
273	77.224	144.967	36.61	TOPO
274	76.494	148.967	37.29	TOPO
275	76.741	152.900	37.08	TOPO
276	68.927	149.338	36.50	TOPO

11/06/96

SISTEMA DE CONTROL TOPOGRAFICO DE PEÑA COLORADA  
 REPORTE DE COORDENADAS CALCULADAS

Id.	Coordenada Norte	Coordenada Este	Elevacion	Clave Medsystem
AAA	AAAAA	AAAAA	AAAAA	AAAAA
277	71.316	151.343	34.29	TOPO
278	67.568	151.470	35.18	TOPO
279	76.059	154.885	35.87	TOPO
280	80.455	155.292	35.95	TOPO
281	80.498	152.427	36.52	TOPO
282	80.694	147.552	37.17	TOPO
283	70.470	153.692	35.45	TOPO
284	73.114	156.354	36.43	TOPO
285	74.364	160.225	37.98	TOPO
286	76.397	162.019	39.27	TOPO
287	77.131	165.161	39.82	TOPO
288	80.263	131.293	29.82	TOPO
289	82.572	132.005	29.92	TOPO
290	86.146	134.521	31.19	TOPO
291	81.009	136.362	31.67	TOPO
292	76.699	132.933	30.77	TOPO
293	78.063	142.069	34.71	TOPO
294	81.804	142.201	34.70	TOPO
295	86.293	142.036	35.44	TOPO
296	109.041	213.467	21.73	TOPO
297	67.107	116.071	31.32	TOPO
298	69.976	115.648	31.80	TOPO
299	74.788	113.440	32.01	TOPO
300	81.762	112.652	32.14	TOPO
301	89.131	113.312	32.46	TOPO
302	95.855	117.068	32.03	TOPO
303	97.875	121.127	32.02	TOPO
304	95.181	115.515	32.65	TOPO
305	91.033	112.580	33.08	TOPO
306	85.433	110.854	32.95	TOPO
307	78.874	111.268	32.41	TOPO
308	73.509	112.618	32.36	TOPO
309	68.097	115.224	31.63	TOPO
310	68.097	115.224	31.63	TOPO
311	74.493	100.222	26.79	TOPO
312	68.107	103.417	26.66	TOPO
313	61.270	108.154	26.13	TOPO
314	57.876	112.946	25.87	TOPO
315	57.399	118.292	26.38	TOPO
316	58.509	125.313	25.32	TOPO
317	59.851	133.178	25.09	TOPO
318	59.711	139.525	26.14	TOPO
319	57.859	147.073	27.53	TOPO
320	57.885	154.116	27.58	TOPO
321	59.118	165.605	28.43	TOPO
322	59.628	173.133	28.18	TOPO

11/06/96

SISTEMA DE CONTROL TOPOGRAFICO DE PEÑA COLORADA  
REPORTE DE COORDENADAS CALCULADAS

Id.	Coordenada Norte	Coordenada Este	Elevacion	Clave
aaa	aaaaaaaaaaaa	aaaaaaaaaaaa	aaaaaaaaaaaa	aaaaaaaaaaaa
323	60.262	180.104	28.34	TOPO
324	61.100	189.879	29.24	TOPO
325	61.596	194.747	28.56	TOPO
326	43.208	104.563	21.07	TOPO
327	73.467	162.563	36.61	TOPO
328	73.979	166.259	37.74	TOPO
329	76.317	171.587	36.34	TOPO
330	75.052	172.507	36.91	TOPO
331	76.166	173.374	37.09	TOPO
332	78.855	170.585	38.18	TOPO
333	76.688	168.706	36.43	TOPO
334	78.457	175.777	38.69	TOPO
335	76.336	176.337	37.26	TOPO
336	73.007	177.730	35.49	TOPO
337	72.293	181.865	35.21	TOPO
338	69.494	185.133	33.93	TOPO
339	67.627	188.920	32.97	TOPO
340	66.421	191.417	31.73	TOPO
341	67.220	195.596	29.67	TOPO
342	68.729	192.737	31.36	TOPO
343	70.184	189.201	32.97	TOPO
344	71.740	184.424	34.49	TOPO
345	75.246	180.795	36.13	TOPO
346	78.087	179.054	37.03	TOPO
347	80.155	175.086	37.43	TOPO
348	80.067	170.080	36.62	TOPO
349	77.998	180.732	37.30	TOPO
350	78.614	183.197	38.36	TOPO
351	78.725	186.072	37.78	TOPO
352	75.472	188.032	35.94	TOPO
353	78.050	190.335	35.84	TOPO
354	72.519	189.399	34.20	TOPO
355	50.511	108.324	21.19	TOPO
356	47.141	106.862	19.25	TOPO
357	39.621	107.749	18.99	TOPO
358	33.281	107.187	19.54	TOPO
359	29.597	106.268	19.14	TOPO
360	27.055	101.640	18.41	TOPO
361	18.988	101.008	19.19	TOPO
362	13.122	101.202	19.14	TOPO
363	8.395	106.761	19.16	TOPO
364	9.285	114.362	19.20	TOPO
365	15.813	118.656	19.31	TOPO
366	25.650	119.919	19.28	TOPO
367	33.278	122.553	19.35	TOPO
368	40.065	125.499	19.33	TOPO

11/06/96

SISTEMA DE CONTROL TOPOGRAFICO DE PEÑA COLORADA  
REPORTE DE COORDENADAS CALCULADAS

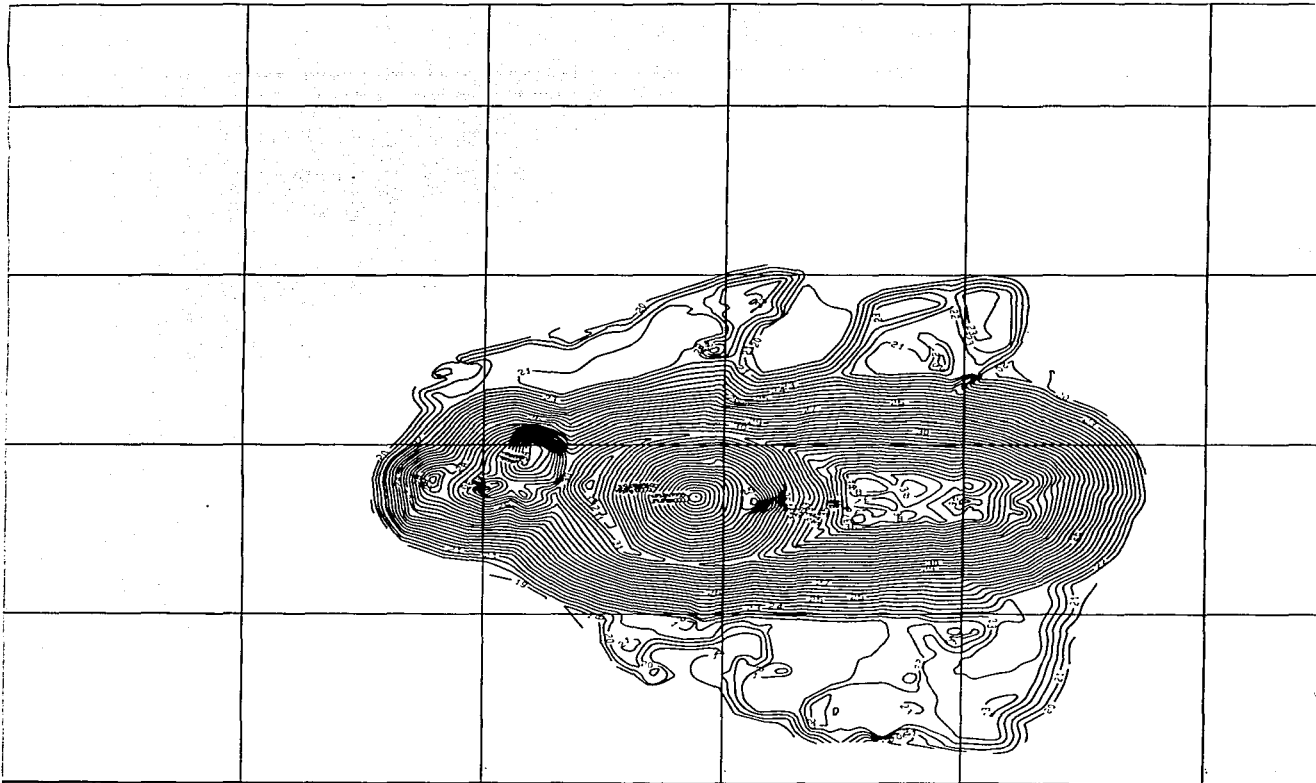
Id.	Coordenada Norte	Coordenada Este	Elevacion	Clave Medsystem
ááá	ááááááááááá	ááááááááááá	ááááááááá	ááááááááá
369	44.270	126.146	19.25	TOPO
370	48.446	130.068	19.40	TOPO
371	47.764	133.924	19.43	TOPO
372	45.694	135.790	19.35	TOPO
373	43.024	135.110	19.43	TOPO
374	36.915	130.495	19.54	TOPO
375	28.050	128.216	19.41	TOPO
376	19.109	124.764	19.28	TOPO
377	12.118	125.884	19.23	TOPO
378	9.074	132.025	19.34	TOPO
379	5.247	133.446	19.46	TOPO
380	10.502	147.883	19.54	TOPO
381	10.150	157.524	19.77	TOPO
382	10.825	164.681	19.63	TOPO
383	12.591	175.921	20.23	TOPO
384	11.028	183.388	21.27	TOPO
385	9.250	186.429	21.55	TOPO
386	6.630	188.585	20.48	TOPO
387	1.525	197.264	21.20	TOPO
388	-3.513	202.668	20.34	TOPO
389	-5.845	208.751	21.23	TOPO
390	55.032	202.600	23.30	TOPO
391	49.152	204.341	23.31	TOPO
392	42.144	207.048	23.08	TOPO
393	38.179	209.442	23.07	TOPO
394	36.706	217.078	22.79	TOPO
395	14.749	217.090	22.36	TOPO
396	33.925	216.188	22.56	TOPO
397	34.545	211.221	22.97	TOPO
398	33.181	208.593	23.26	TOPO
399	32.398	224.586	23.35	TOPO
400	23.825	220.997	23.25	TOPO
401	16.622	218.055	22.94	TOPO
402	7.374	216.616	22.94	TOPO
403	-1.280	212.934	22.63	TOPO
404	1.817	208.248	22.73	TOPO
405	1.495	203.805	22.59	TOPO
406	6.758	199.428	21.95	TOPO
407	10.661	192.852	24.51	TOPO
408	12.669	187.228	22.65	TOPO
409	16.032	181.100	22.67	TOPO
410	24.192	182.547	22.89	TOPO
411	28.161	191.207	23.03	TOPO
412	27.979	200.497	23.00	TOPO
413	26.938	207.419	22.68	TOPO
414	25.460	217.208	22.75	TOPO

11/06/96

SISTEMA DE CONTROL TOPOGRAFICO DE PEEA COLORADA  
 REPORTE DE COORDENADAS CALCULADAS

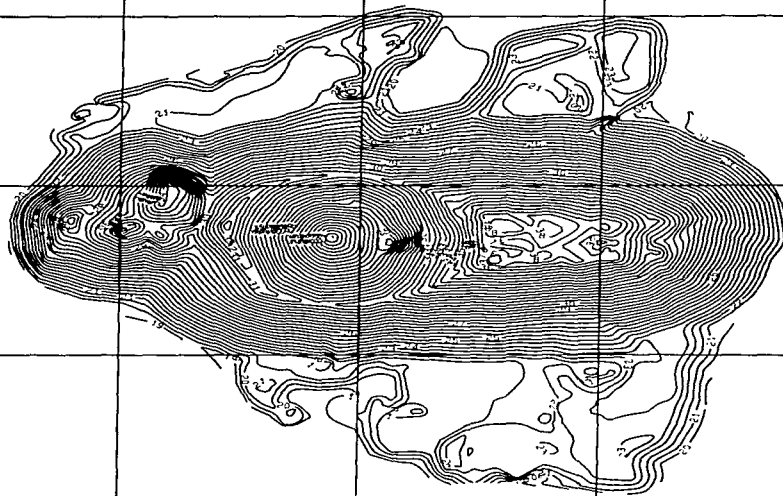
Id. AAA	Coordenada Norte AAAAA	Coordenada. Este AAAAA	Elevacion AAAAA	Clave Medsystem AAAAA
415	17.539	203.875	22.78	TOPO
416	15.910	206.035	22.89	TOPO
417	18.241	195.479	22.74	TOPO
418	19.798	186.886	22.79	TOPO
419	15.691	155.963	22.39	TOPO
420	14.498	147.871	22.20	TOPO
421	16.519	141.026	22.11	TOPO
422	15.070	132.160	22.07	TOPO
423	22.473	131.258	22.20	TOPO
424	29.209	135.140	22.01	TOPO
425	36.621	136.098	22.04	TOPO
426	35.957	137.852	21.40	TOPO
427	45.726	138.486	20.79	TOPO
428	39.655	138.049	19.93	TOPO
429	36.347	140.956	20.08	TOPO
430	29.271	141.099	22.10	TOPO
431	24.387	143.501	21.90	TOPO
432	19.867	146.491	21.82	TOPO
433	19.245	140.558	21.90	TOPO
434	20.628	136.659	21.72	TOPO
435	23.822	137.472	21.88	TOPO
436	20.411	133.476	22.38	TOPO
437	18.283	139.207	22.10	TOPO
438	18.464	138.967	22.10	TOPO
439	32.913	139.919	21.59	TOPO
440	29.104	144.138	20.99	TOPO
441	24.980	145.906	21.22	TOPO
442	20.621	149.443	21.49	TOPO
443	24.957	105.734	22.39	TOPO
444	23.453	108.014	22.10	TOPO
445	26.148	111.759	22.11	TOPO
446	32.813	113.029	22.10	TOPO
447	39.184	113.963	22.13	TOPO
448	45.589	112.151	21.59	TOPO
449	48.240	115.213	22.90	TOPO
450	46.982	121.698	21.21	TOPO
451	40.979	119.597	21.79	TOPO
452	33.871	117.571	22.10	TOPO
453	25.773	114.350	21.95	TOPO
454	16.974	113.503	22.02	TOPO
455	14.495	110.965	21.86	TOPO
456	1.650	127.354	19.30	TOPO
457	3.368	84.979	19.22	TOPO
458	1.201	116.754	19.31	TOPO
459	-4.971	109.582	19.27	TOPO
460	-7.791	105.236	19.20	TOPO





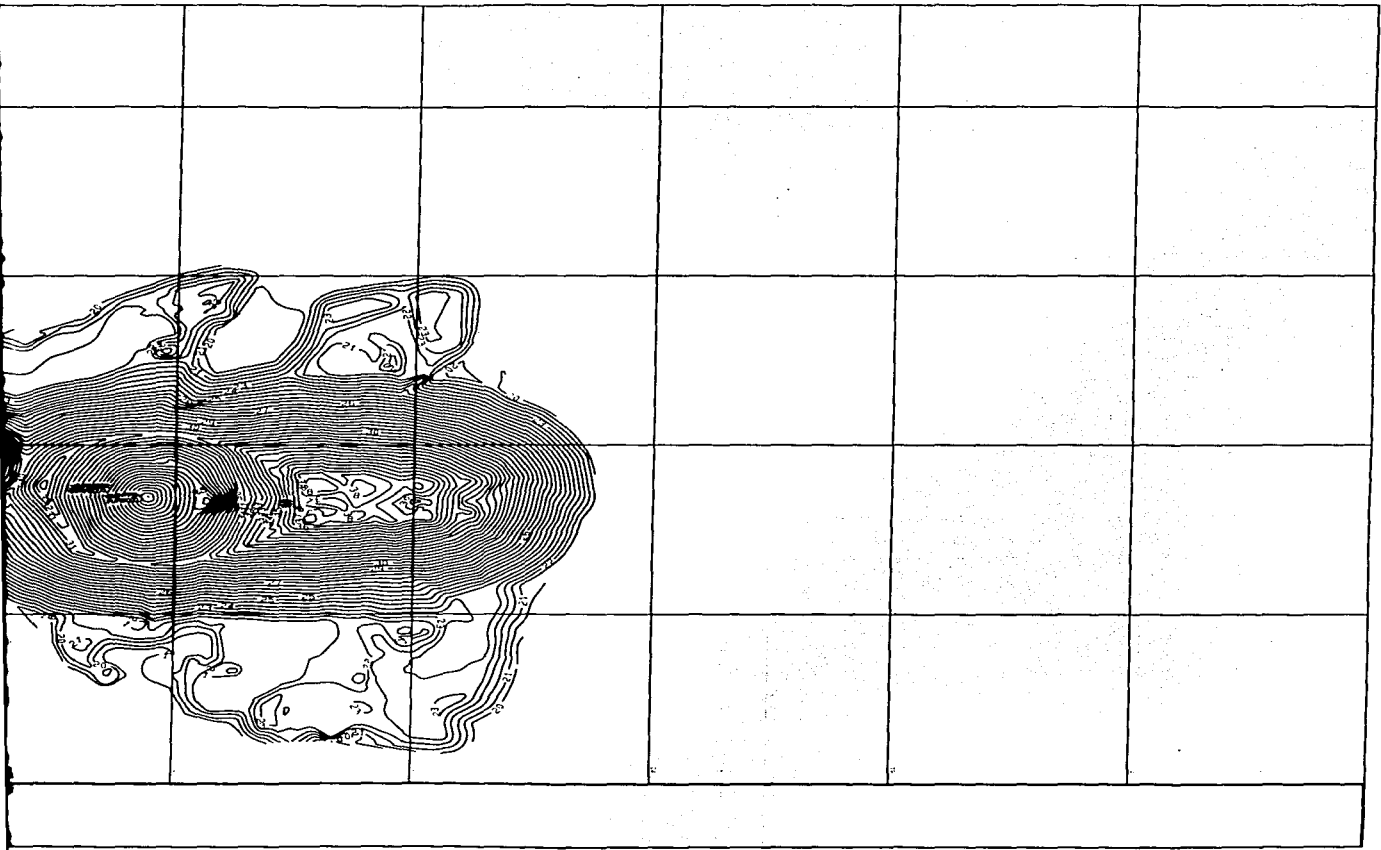
ALMACEN DE PELETS  
REALIZO D.M.C.P.

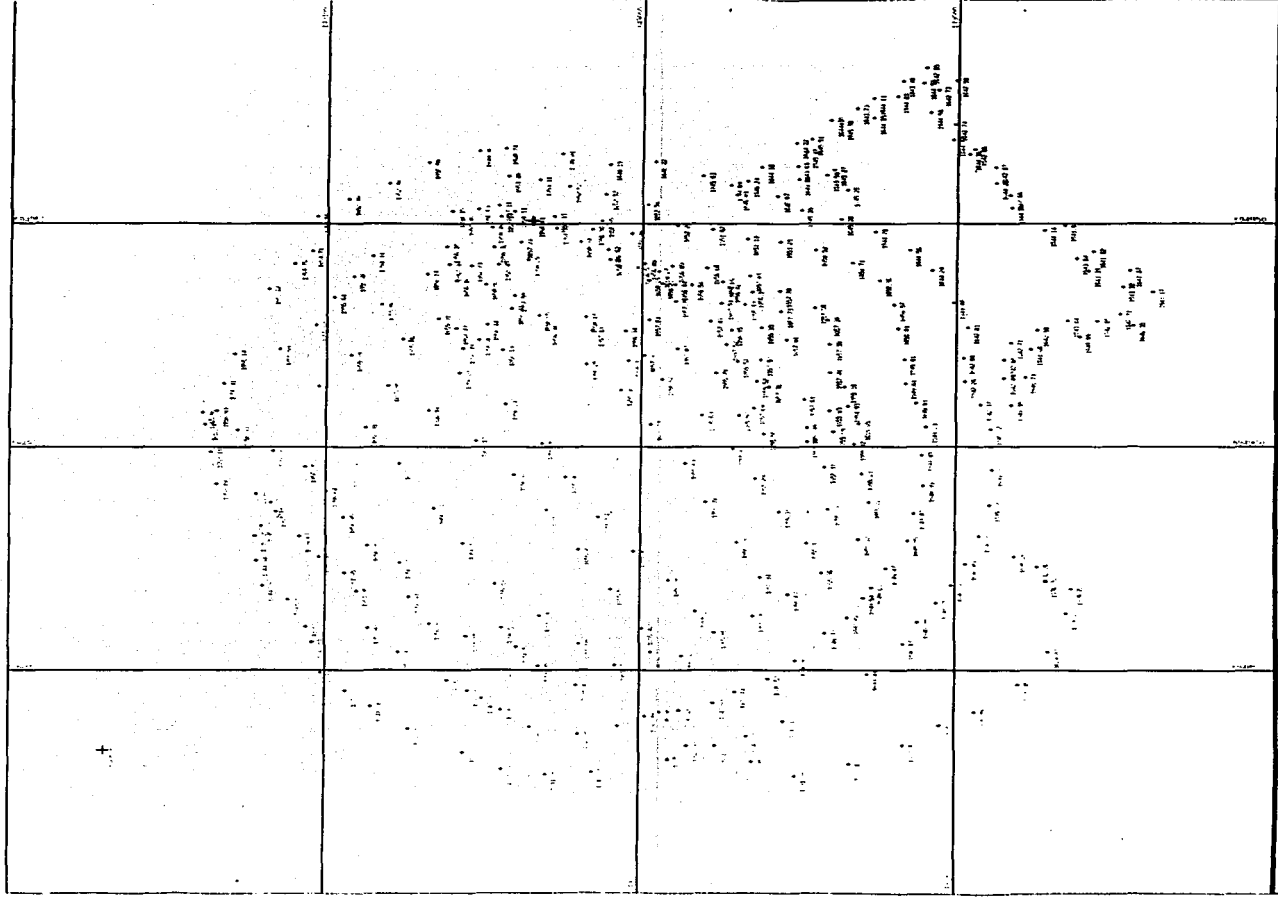
09-18-56



ALMACEN DE PELETS  
REALIZO D.M.C.P.

0'4 10 '96

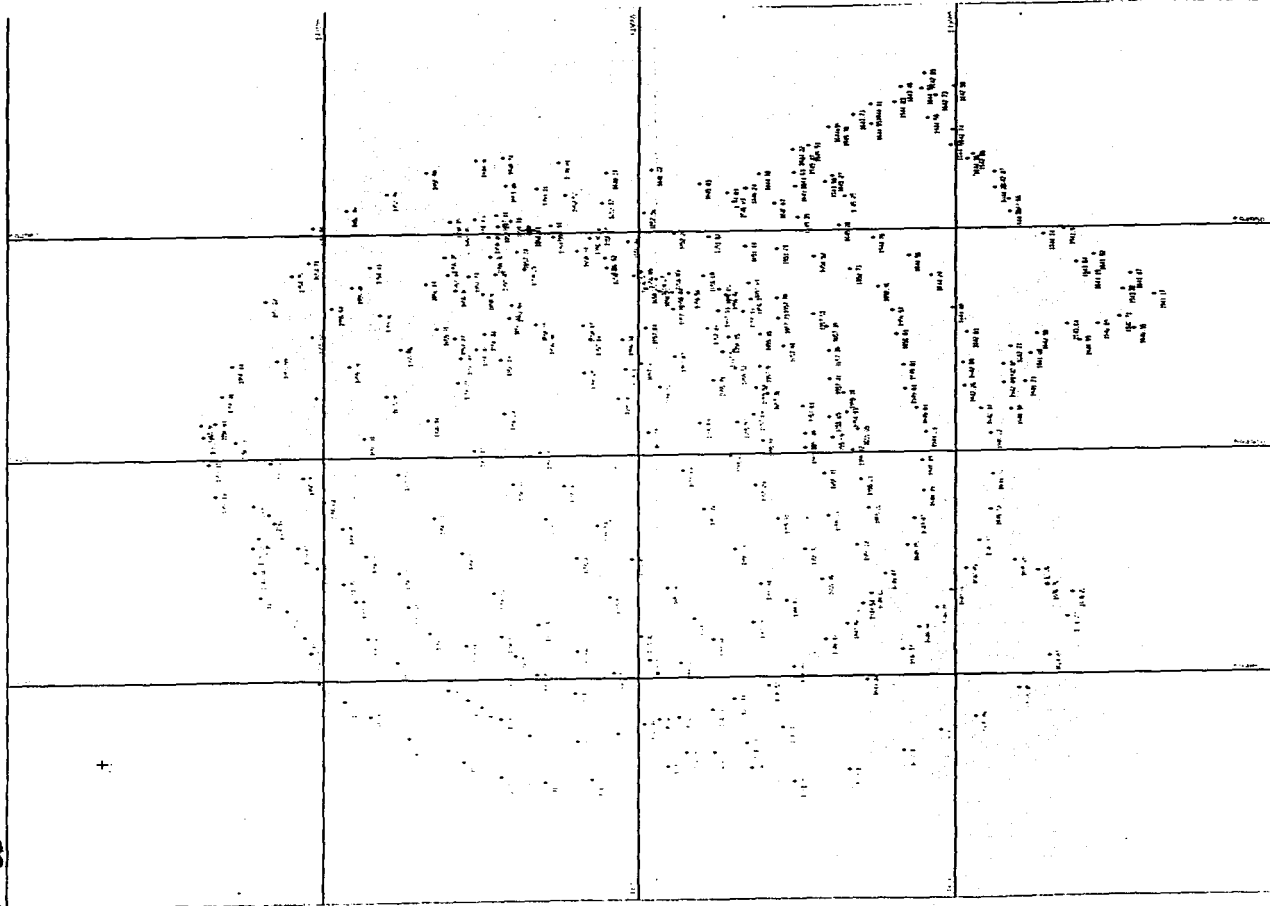




PATTO DE MINERAL # 16

DEAL 170 D.M.C.D

0 7 14 21 28



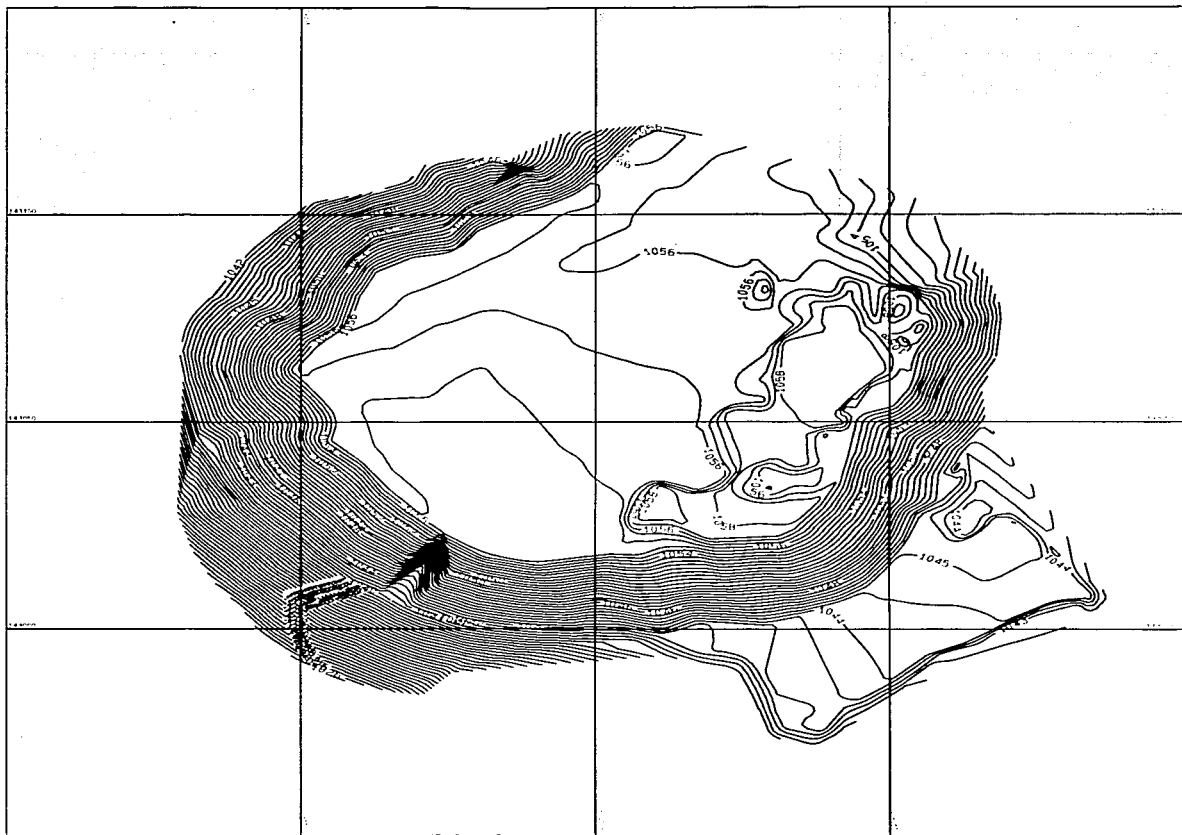
PATIO DE MINERAL # 16

REALIZO D.M.C.P.

09-16-95



1:700. M



1:750 4

PATIO DE MINERAL # 16  
REALIZO D.M.C.P.

1961 11/16/61



1:750

PATIO DE MINERAL # 16

REALIZO D.M.C.P.

1974

### **III.5.3.- Inventario de mineral por voladura.**

Consiste en el cálculo de toneladas de mineral y estéril extraídos por cada voladura y por cada banco de la mina, a fin de llevar acabo cuánto mineral a sido transportado para su procesamiento y cuánto descapote a sido llevado a zonas donde ya no se explotará la mina.

Para que se lleve a efecto deben de tenerse bien localizadas cada una de las voladuras de la mina, llevándose acabo el levantamiento de crestas y patas cuando sea necesario.

Por lo cual al término de un timbe se actualizará la rezaga. La rezaga es el material que ha quedado después de una voladura, la cual le da una nueva forma a la mina, la cual se levanta por el método estadimétrico al término de una voladura y así obtener bien definido el borde de ésta, la cual se dibujará en el croquis de barrenación.

Para el inventario de cada voladura se utilizará el croquis de barrenación de cada una, la cual es dibujada en un plano topográfico de la mina con pata, cresta y barrenos; sobre la cual según y con la ayuda de los resultados del laboratorio que indican cuáles son los barrenos donde se encontró alta o baja ley de mineral, se obtendrá el peso específico aproximado y se dividirá según sea el caso a la voladura para su cubicación.

Para la realización del tonelaje se puede hacer por dos caminos:

- Con planimetro.
- Con computadora.

#### **1.- Cálculo de tonelaje por medio de planimetro.**

Es necesario contar con el plano donde fué dibujada la voladura, tanto con patas y crestas que formarán una sola superficie, como con los barrenos que fueron marcados en ella.

Se pedirá el croquis de control de calidad mineral de la voladura para poder dibujar con lápiz sobre el plano los bordes que diferencian el mineral del estéril.

Se colocará el planimetro en ceros y se dirigirá por el contorno de la voladura dibujada en el plano hasta llegar al lugar de donde se empezó a medir, y se anotará la cantidad que diga el planimetro.

Se volverá a realizar otra medición, sólo que ahora se partirá de donde quedó la lectura anterior.

A la lectura resultante se le restará la anterior, y si no excede en +/- 2 se contará como buena la lectura, en caso contrario se repetirá la medición.



De las dos lecturas se sacará un promedio que se multiplicará por la constante del planimetro a la escala en que se encuentra el plano, obteniendo de esta manera el área de la voladura.

En caso de que la voladura tenga que dividirse en partes por que tiene estéril, mineral de alta y de baja ley o además tiene diferentes espesores de mineral el banco, entonces se realizará el procedimiento para cada zona de la voladura.

El área se multiplicará por su respectiva altura con lo cual se obtendrá el volumen de la parte desecada.

Dicho volumen se multiplicará por el peso específico que le corresponda, y así lograr el tonelaje de mineral extraído.

## 2.- Cálculo de tonelaje por medio de computadora.

Se realiza por medio de la digitalización de cada voladura.

Se colocará el plano de dicha voladura sobre la mesa digitalizadora.

Por medio del DIGID se nombrará un archivo donde poder crear la superficie de la voladura, para lo cual, por medio de la del ratón se capturarán cuatro esquinas del plano con coordenadas conocidas, y se apuntarán respectivamente en las celdas que indique el paquete, para que quede contenido todo lo que se dibuje dentro de una cuadrícula con coordenadas (x,y).

Se anotará el número de voladura a la que corresponde en el plan de minado, la altura del banco, el banco al que pertenece y su porcentaje de fierro magnético. Se podrá empezar a digitalizar la voladura poniendo el ratón en los puntos de inflexión de la zona marcada y cuando se vaya a cerrar la figura se teclará C de cerrar y automaticamente la computadora dará el área de la zona marcada.

Se salvará lo capturado y entrará uno al sistema de control topográfico de Peña Colorada, donde solamente se llamará a la opción voladuras con al archivo capturado para obtener directamente las toneladas de mineral y estéril, las cuales las dividirá de 20 a 29 %, de 30 a 39 %, de 40 % en adelante de Fe M, y en estéril.

Como ejemplo se muestra la voladura 582, de la cual se obtiene se cubicación

Y obteniendo como resultado por computadora el registro 3.5.3.1 y con planimetro el registro 3.5.3.2

**SISTEMA DE CONTROL TOPOGRAFICO DE PEÑA COLORADA**

BANCO	VOLADUR	CORTE	KTONS	ESTERIL	T20	T30	T40	AREA
1206	582	1	0.00	36.61	0.00	0.00	0.00	961.46
1206	582	2	45.22	0.00	45.22	0.00	0.00	957.7
1206	582	3	30.41	0.00	0.00	30.41	0.00	600.45
1206	582	4	23.88	0.00	0.00	0.00	23.88	440.06

**PEÑA COLORADA S.A. DE C.V.  
CALCULO DE TONELAJE DE VOLADURAS**

BANCO	VOLADUR	CORTE	FEM	KTONS	ESTERIL	T20	T30	T40
1206	582	1	0.00	0.00	36.61	0.00	0.00	0.00
1206	582	2	24.00	45.22	0.00	45.22	0.00	0.00
1206	582	3	33.00	30.41	0.00	0.00	30.41	0.00
1206	582	4	42.50	23.88	0.00	0.00	0.00	23.88
1206	582			99.51	36.61	45.22	30.41	23.88

Registro 3.5.3.1

**CONTROL DE VOLUMENES CON PLANIMETRO.**

BANCO	VOLADURA	CORTE	conste. del planimetro	lecturas con planimetro.				AREA
				ESTERIL	T20	T30	T40	
1206	582	1	10.024978	96				962.398
1206	582	2	10.024978	0.00	95	0.00	0.00	952.373
1206	582	3	10.024978	0.00	0.00	60	0.00	601.499
1206	582	4	10.024978	0.00	0.00	0.00	44	441.099

**PEÑA COLORADA S.A. DE C.V.  
CALCULO DE TONELAJE DE VOLADURAS**

ALTUR	VOLADURA	CORTE	Fe. M	P. E.	ESTERIL	T20	T30	T40	TOTAL
14	582	1	0.00	2.72	36.6481	0.00	0.00	0.00	
14	582	2	24.00	3.38	0.00	45.0663	0.00	0.00	
14	582	3	33.00	3.6275	0.00	0.00	30.5471	0.00	
14	582	4	42.50	3.88875	0.00	0.00	0.00	24.0145	
14	582				36.6481	45.0663	30.5471	24.0145	99.62793

Registro 3.5.3.2

Como se puede apreciar hay variaciones en los cálculos realizados con computadora (digitalizador) y los que se hicieron con planimetro y calculadora. Dichas variantes son provocadas por la capacidad y precisión del ingeniero en arcar la voladura.

En el caso del cálculo de volúmenes dichas discrepancias antes de las 1000 Ton son tomadas como buenas, esto por la gran cantidad de mineral y de estéril extraído.

Por último con las toneladas obtenidas se llenarán unos registros de cubicación por banco y otro por movimiento de mineral.

- Registro de cubicación de voladuras por banco.

En él se desglosa cada voladura que se halle en el banco y se llenarán dos registros uno de mineral y otro de estéril. Los cuales nos indicarán cuánto mineral existe en cada banco y cuánto ha sido extraído.

Se puede observar los datos obtenidos del área de la mina Cinforinazo Norte en los registros 3.5.3.3 y 3.5.3.4

- Registro de movimiento de mineral.

El movimiento de mineral se realiza por área de la mina. Registro 3.5.3.5

Con lo se tiene concluido el cálculo de toneladas de mineral dentro de la mina.

REGISTRO DE CUBICACION POR BANCO (ESTERIL).							
Superintendencia de planeación de minas.				Topografía		Banco No.	1206
Voladura	Bnos.	Toneladas	Descapote	Preparación	Extraído	Remanente	Observaciones
R-582	14	36,610	36,610		36,610	no hay	total extraído
R-536	31	58,490	58,490		58,490	no hay	total extraído
<b>Total</b>		<b>95,100</b>	<b>95,100</b>		<b>95,100</b>		

Registro 3.5.3.3

REGISTRO DE CUBICACION POR BANCO (MINERAL).								
Superintendencia de planeación de minas				Topografía			Banco No.	1206
Voladura	Bnos.	Toneladas	20-30 Fe M	30-40 Fe M	>40 Fe M	EXtraido	Remanente	Observaciones
R-582	34	99,510	45,220	30,410	23,880	45,220	no hay	total extraido
R-536	35	66,710	66,710			25,710	41,000	Rem. R-548
R-552	38	105,180.28		54,875.82	50,304.46	10,180.28	95,000	Rem con piedras grandes
R-528	32	86,660			86,660	86,660	no hay	total extraido
<b>Total</b>		<b>658,060.28</b>	<b>111,930</b>	<b>85,285.82</b>	<b>160,844.4</b>	<b>167,770.28</b>	<b>136,000</b>	

Registro 3.5.3.4

**REGISTRO DE MOVIMIENTO DE MATERIAL**

**Movimiento de estéril.**

Banco	Tumbado con explosivo		extraído	extraído con explosivo		extraído de remanentes		total extraído	remanente prox. mes		observaciones
	estéril	m.a. <25%	sin explosivo	estéril	m.a. <25%	estéril	m.a. <25%		estéril	m.a. <25%	
1206	95,100			95,100				95,100			
1220			5,000					5,000			
1192	1,048,968.40			96,538.86		63,500		1,029,038.86	83,429.54		Rem de 548,526,539
<b>Total</b>	<b>1,144,068.40</b>		<b>5,000</b>	<b>191,638.86</b>		<b>63,500</b>		<b>1,129,138.86</b>	<b>83,429.54</b>		

**Movimiento de mineral.**

Banco	Tumbado con explosivo		extraído sin	voladura		extraído de remanentes		total extraído	remanente prox. mes		observaciones
	normal	amort	explosivo	normal	amort	normal	amort		normal	amort	
1206	358,060.28			167,770.28		50,000		217,770.28	136,000		Rem. de 529,466 bis
1192	504,809.25			294,290.28		40,000		334,290.28	210,518.97		Rem. 536,548,552
<b>Total</b>	<b>862,869.53</b>			<b>462,060.56</b>		<b>90,000</b>		<b>552,060.56</b>	<b>176,000</b>		

## **CAPÍTULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**



## **IV.1.- Conclusiones.**

Como se ha descrito una de las actividades donde tiene gran relevancia la topografía es dentro de la minería, ya que varios trabajos necesitan del auxilio de esta rama de la ingeniería, tanto por su importancia en el campo para la obtención de cálculos rápidos y precisos, como para la elaboración de planos y cálculos de tonelajes de mineral que son producidos durante el transcurso de la vida diaria del tajo y en especial para la ubicación y control de la misma, sin los cuales no se podría tener una precisa exploración y explotación económica y racional del mineral.

Los trabajos realizados siempre deberán realizarse de manera ordenada y clara, pues de ello depende la buena obtención de resultados, por ésto, es que se debe seguir una planeación la cual norme el seguimiento de donde irán: los puntos de control que están ligados a las mojoneras de la mina; los puntos auxiliares para realizar la actualización diaria de ésta, así como la marcación de límites, el control de pisos, la marcación de caminos de acceso; los vértices de poligonales de apoyo para el levantamiento de cubicación de mineral tanto en la mina como en la planta pelletizadora. Pues dependiendo de que tan precisos se realicen así será el aprovechamiento del mineral.

De igual manera la explotación del tajo dependerá de la vigencia con que realicen los trabajos topográficos sea cual fuera el método que se utilice para actualizarlo.

Se debe de señalar que debido al avance tecnológico en los equipos y herramientas de uso topográfico, también las normas de los requerimientos de precisión y tolerancia se elevan y por lo cual se debe realizar un análisis previo al trabajo a desarrollar tomando en cuenta los valores mínimos tolerables para llevar acabo cualquier método topográfico dentro de la mina y fuera de ella.

Como se ha observado es necesario para la realización de cualquier trabajo topográfico de la buena combinación de conocimientos aprendidos en la escuela como con el ingenio de uno mismo para la resolución de problemas; así como el saber cuándo y cómo utilizar las debidas herramientas de trabajo en el momento que sean necesarias para obtener rápidos y precisos resultados.

Hay que resaltar que sin la topografía la minería en sí misma no podría haberse desarrollado ni en la antigüedad minera ni la actual, no sólo en tajos a cielo abierto sino también en minería subterránea, pues es necesario de ligas topográficas para poder llevar vértices que ayuden al control de la misma.

Así mismo hay que destacar que los trabajos mineros tanto topográficos, mecánicos, industriales, etcétera son vitales no sólo para la misma empresa sino también para la población aledaña a la zona minera: ya que gracias a ésta existen los recursos económicos necesarios para que sea una zona laboral para la gente de Colima y de Jalisco, como también puedan disfrutar de recursos humanos tales como habitación, electricidad, agua potable, instalaciones deportivas, centros educativos para los hijos de los trabajadores, teléfono, etc.

De ésta manera con la minería que se realiza en Peña Colorada, se puede tener un centro laboral importante en la República Mexicana que ayude al enriquecimiento del país en el ámbito férreo, comercial, laboral y social ayudando de manera especial a la comunidad del Municipio de Minatitlán Colima.

## **IV.2.- Recomendaciones.**

La buena utilización de los métodos topográficos no sólo dentro de una mina sino en todas las actividades que en éstos son necesarios siempre dependerán de la agilidad y peripeicia del ingeniero, así como de su buena visión para realizar las observaciones necesarias.

Por ésto es que los resultados no son exactos sino precisos, y por lo cual cuando se empiece con algún trabajo el ingeniero que lo inicie es el que debe de seguir con él hasta terminarlo, de igual manera siempre se deben de dictar las observaciones con vos clara, fuerte y a a una velocidad de manera que el anotador no tenga alguna equivocación al escribir las lecturas.

Las trabajos deben de realizarse a horas en que las condiciones atmosféricas lo permitan, de lo contrario si hay altas temperaturas y sol, la puntería que se efectúe tendrá errores afectando a los resultados posteriores. Así como se debe de colocar perfectamente perpendiculares los estadales con respecto al piso de manera que no afecten en las lecturas de las distancias.

Se deben poner puntos auxiliares en el área donde se trabajará de manera que el ingeniero tenga perfecta visión a todos los detalles a levantar.

Es preferible marcar cuantos puntos de liga sean necesarios cuando se vaya a nivelar un frente de avance para poder tener una buena observación de lecturas sobre el estadal, a tener una sola puesta de aparato en la que se tenga que estimar con menos precisión lo observado. Aunque siempre se deberá correr otra nivelación para comprobarla y que el piso quede al nivel deseado.

## **BIBLIOGRAFÍA.**

**Consejo de Recursos Naturales No Renovables: Proyecto Peña Colorada; 1963; Tomo No. I, Tomo No. II.**

**Peña Colorada: Investigaciones fundamentales para el desarrollo del proyecto Consorcio Minero Peña Colorada, S.A.; impreso en los talleres litográficos Oro, S.A. y Técnica Editorial, S.A. en México en el año de 1970.**

**Plan de Minado, Peña Colorada; 1996..**

**Topografía; Miguel Montes de Oca; Representaciones y Servicios de Ingeniería, S.A.; impreso en México en 1969; cuarta edición.**

**Diario Oficial; Secretaría de Programación y Presupuesto; lunes 1o. de abril de 1985.**