



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

**“MÉTODOS TOPOGRÁFICO – GEODÉSICOS
UTILIZADOS EN TRABAJOS PERICIALES
MINEROS”**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO
TOPOGRAFO Y GEODESTA PRESENTA:

NORMA ISELA VEGA DELOYA

ASESOR DE TESIS

INGENIERO JOSE BENITO GOMEZ DAZA



MÉXICO, D. F.

2008

Agradecimientos

A mi Papá

En su memoria, por haberme dado las fuerzas para seguir estudiando.

A mi Mamá

Que sobre todas las cosas estuvo ahí apoyándome siempre en las buenas y en las malas

A Luís Alfredo

Por su apoyo y confianza desde el momento en que apareció en mi vida

A mis Hijos
Gadiel y Derek

Ya que son la razón de mi existencia

A mis compadres
Saúl y Araceli

Que desde el inicio y final de mi carrera siempre estuvieron conmigo y sin ellos no hubiera sido fácil llegar al final de mi carrera

A mis hermanas
Heli, Olga, Rocio, Estela, Maricruz. Y Beti.

Por la ayuda que siempre me han brindado sin pedir nada a cambio.

A mis asesores de Tesis
Ing. Víctor e Ing. Benito

Por el apoyo en la realización de esta tesis

A mis profesores y compañeros de escuela

Gracias a todos por su Apoyo.

MÉTODOS TOPOGRÁFICO – GEODÉSICOS UTILIZADOS EN TRABAJOS PERICIALES MINEROS

I.- LEGISLACIÓN MINERA	1
I.1.- CONCEPTOS LEGALES	1
I.2.- LEY, REGLAMENTO Y MANUAL DE CONCESIONES	4
I.3.- DIFERENCIAS ENTRE LA LEY MINERA DE 1975 Y LA DE 1992.	8
II.- SOLICITUDES PARA OTORGACIÓN Y VIGENCIA DE LOTES MINEROS	10
II.1.- CONCESIÓN MINERA DE EXPLORACIÓN Y EXPLOTACIÓN	10
II.2.- REDUCCIÓN	15
II.3.- DIVISIÓN DE TERRENO	15
II.4.- UNIFICACIÓN DE SUPERFICIE	15
II.5.- IDENTIFICACIÓN DE TERRENO	15
II.6.- AGRUPAMIENTO DE CONCESIONES MINERAS	16
II.7.- CORRECCIÓN ADMINISTRATIVA DE TÍTULO	16
III.- EJECUCIÓN Y COMPROBACIÓN DE OBRAS, TRABAJOS DE EXPLORACIÓN Y EXPLOTACIÓN	17
III.1.- COMPROBACIÓN DE OBRAS	17
III.2.- CALCULO DE MONTOS MÍNIMOS	19
III.3.- INFORMES PARA COMPROBAR LA EJECUCION DE OBRAS Y TRABAJOS DE EXPLORACIÓN Y EXPLOTACIÓN	21
IV.- MÉTODOS TOPOGRÁFICO - GEODÉSICOS PARA LA ELABORACIÓN DE LOS TRABAJOS PERICIALES	22
IV.1.- TRABAJOS PERICIALES	22
IV.2.- METODOLOGÍA ACTUAL	23
IV.3.- EQUIPO EMPLEADO	25
V.- SUBRED GEODESICA MINERA	29
V.1.- DATUM	29
V.2.- DIFERENTES TIPOS DE ELIPSOIDE	32
V.3.- DATUM NORTEAMERICANO	34
V.4.- MARCO DE REFERENCIA TERRESTRE	35
VI.- CARTOGRAFÍA MINERA	38
VI.1.- CARTOGRAFÍA	38
VI.2.- CARTOGRAFÍA DIGITALIZADA	42
CONCLUSIONES	46

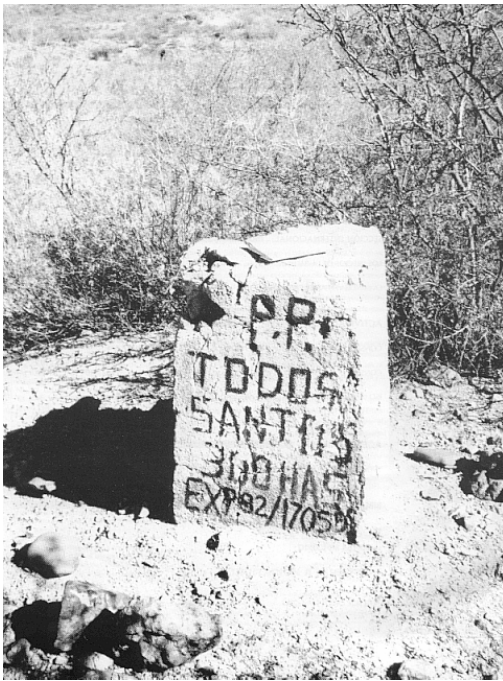
INTRODUCCIÓN

La minería mexicana ha formado parte de nuestra historia y de nuestra identidad nacional desde los tiempos prehispánicos. La importancia de nuestra actividad radica en que es auténtica generadora de riqueza por las substancias que extrae del seno de la tierra, por el valor agregado que les incorpora, por el abastecimiento de materias primas a la industria del país, genera divisas derivadas de la exportación de excedentes y es creadora de fuentes de trabajo en zonas aisladas donde las alternativas de progreso y desarrollo económico son escasas.

Cabe destacar el hecho de que la minería ha sido fundadora de muchas ciudades de nuestro país, siendo varias de ellas a la fecha, capitales de estado con un importante desarrollo y crecimiento económico.

Ha sido la responsable de la construcción de mucha de la infraestructura de vivienda, servicios y transporte que actualmente disfrutamos.

Catalogados los minerales existentes como recursos naturales no renovables y al ser México una Nación Independiente, el Estado ha protegido estos recursos mediante ordenamientos jurídicos que norman su explotación, ordenamiento que ha sufrido modificaciones a través del tiempo, pero siempre estableciendo claramente que los productos del subsuelo sólo podrán explotarse mediante concesiones otorgadas por el Estado a particulares o Empresas en las cuales se admite la participación del capital extranjero hasta un 49 %.



Por necesidades de carácter técnico, las concesiones para las explotaciones superficiales o subterráneas en los lotes mineros requieren desde luego tanto la ubicación de su punto de partida (P.P.), la superficie en la cual van efectuarse los trabajos requeridos, como el área determinada para sus instalaciones y la representación en la cartografía minera de la República integrada por medio de cartas topográficas Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), los cuales son obtenidos por métodos topográficos y geodésicos, tales como trazos de poligonales, triangulación, orientación astronómica, posicionamiento geodésico, etc.

Antes de realizar cualquier tipo de trabajo en las concesiones mineras se efectúan trámites para la obtención del Título de concesión minera, la topografía entra en apoyo al realizar un estudio previo del lote, encontrando la posición y superficie, del lote que se va a solicitar, y el trámite correspondiente en la Secretaria de

Comercio y Fomento Industrial, ante la agencia de minera a la que le pertenece, según su circunscripción.

Si vemos la topografía y la geodesia es utilizada al principio, durante y final de cualquier trabajo, de hecho en la legislación minera el objetivo esencial es conocer conceptos legales con respecto a los trabajos topográficos en materia minera.

El Ingeniero Topógrafo y Geodesta es un profesionalista capaz, de realizar este tipo de trabajos ya que cuenta con todas las herramientas posibles para su realización.

El contenido de esta tesis se enfocará, en la parte que se encarga de la obtención de títulos de concesiones mineras, su cartografía y trabajos periciales ya que es la base para realizar cualquier trabajo de minería.

ANTECEDENTES



México ha sido un país esencialmente minero la explotación de los yacimientos minerales del país data desde 1526 en plena Conquista aunque en tiempos prehispánicos ya se explotaban. México ha producido desde el siglo XVI a la fecha, la cantidad de más de 250 millones de kilogramos de plata, siendo el primer productor a nivel mundial.

Las disposiciones sobre minería que rigieron inicialmente en la nueva España fueron las Ordenanzas llamadas del Nuevo Cuaderno, expedidas por Felipe II en 1584, de ellas siguieron, las Ordenanzas de Minería de 1783, también llamadas de “Aranjuez”, que sustituyeron a las de “Nuevo Cuaderno”.

Por decreto de 14 de diciembre de 1883, el Congreso de la Unión reformó la fracción X del artículo 72 de la constitución de 1857, con el fin de facultar a dicho Congreso para legislar en toda la República sobre minería, materia que asido competencia de las entidades federativas desde la promulgación de nuestra independencia. Por tal razón en 1884 fue expedido el Código de Minas de los Estados Unidos Mexicanos, inspirado fundamentalmente en las Ordenanzas de Aranjuez.

La Ley minera de los Estados Unidos Mexicanos de 1892, que sustituyó las “diligencias de denuncios y posesión” por el Título de Concesión Minera”, estableció que “... serán siempre otorgadas al primer solicitante, abarcarán, en todos los casos en que haya terreno libre suficiente, el número de pertenencias que pida el interesado...”. Desde entonces, la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en Materia Minera de 1975 ratifica el principio de otorgar la concesión al primer solicitante de un lote minero ubicado sobre “terreno libre”.

Finalmente la Ley Minera promulgada en 1992 por el presidente Carlos Salinas de Gortari determina en su artículo 13. párrafo primero, que “las concesiones de exploración... se otorgarán sobre terreno libre, al primer solicitante en tiempo de un lote minero...”.

El Código de Minería de los Estados Unidos Mexicanos de 1884 estableció que al deslindarse zonas concedidas para exploraciones y explotaciones mineras se levantara plano topográfico de la zona, en el cual serían situadas las minas colindantes, bocaminas, catas, socavones principales, la dirección de vetas y su echado y los rumbos anotados en el plano estarían referidos al meridiano magnético.

La Dirección General de Minas denotó que entre 1926 y 1976 los lotes mineros se plasmaron en hojas a diversas escalas, sin guardar relación alguna. Posteriormente, fueron empleadas las cartas topográficas a escala 1:50,000. En dicho lapso se aplicaron diferentes metodologías para la ubicación y delimitación de los lotes en el terreno y en la cartografía minera que se pretendía configurar. Con tiempo, la dinámica y volumen rebasaron la capacidad para la actualización de planos, puesto que dicha labor se lleva acabo de manera manual.

Con el objeto de asegurar con exactitud las coordenadas de los puntos de partida de los lotes mineros solicitados, se dispuso la expedición, por parte de la Secretaria de Energía, Minas e Industria Paraestatal, del “Instructivo para la ejecución de trabajos periciales”, el cual se publicó en diciembre de 1990. el instructivo incorporó la vinculación de lotes mineros con vértices de primer orden de la Red Geodésica Nacional o con Puntos de Control reconocidos oficialmente por la Secretaria. La determinación de las coordenadas mediante los métodos de lectura autónoma de satélites o por traslocalización, así el empleo de receptores de transmisiones provenientes de los mismos, y los levantamientos por métodos de poligonación o triangulación con precisión de segundo orden. Fue una obligación en el contenido de los trabajos periciales.

Ante la ausencia de vértices de primer orden de la Red Geodésica Nacional cercanos a las zonas en explotación o con potencial minero, la Secretaria de Energía, Minas e Industria Paraestatal y el INEGI suscribieron en mayo de 1991 las bases de cooperación para el establecimiento de puntos de control oficial, que integrarían la Subred Geodésica Minera.

TEMA I.- LEGISLACION MINERA

I.1.- CONCEPTOS LEGALES

La Legislación Minera contiene diversos conceptos que son inherentes a la misma minería. Estos conceptos se pueden dividir en legales, administrativos, mineros y topográficos.

Lo anterior hace que la legislación minera que abarca la propia ley así como su reglamento y su manual operativo puede ser perfectamente definida tanto para los usuarios como para los profesionales que intervienen en el proceso para titulación mantenimiento y vigencia de una concesión minera de exploración o de explotación.

La Legislación que nos ocupa entro en vigor el 27 de junio de 1992.

Los conceptos Legales y Topográficos mas usuales en dicha Legislación son los siguientes:

Dirección: La Dirección General de Minas, adscrita a la Coordinación General de Minería dependiente de la Secretaría.

Secretaría: La Secretaría de Fomento y Comercio Industrial.

Comisión: La Comisión de Avalúos de Bienes Nacionales.

Consejo: El Consejo de Recursos Minerales.

Registro: El Registro Público de Minería.

Agencias de Minería: Las áreas administrativas adscritas a las Subdirecciones de Minería.

Subdirecciones de Minería: Las áreas administrativas adscritas a las Delegaciones que ejercitan las funciones en materia minera.

Delegaciones: Las delegaciones federales de la Secretaría en los estados de Coahuila, Chihuahua, Durango, Jalisco, Puebla, Querétaro, Sonora y Zacatecas.

Delegaciones Federales: Las demás delegaciones y subdelegaciones federales de la Secretaría.

Unidad administrativa: Delegación, Delegación Federal o Dirección

Sociedad minera: Una sociedad capacitada legalmente conforme a la Ley para ser titular de concesiones mineras.

Índice de Precios: El Índice Nacional de Precios al Consumidor Publicado por el Banco de México en el Diario Oficial de la Federación, de acuerdo con lo dispuesto por el Código Fiscal de la Federación.

Perito minero: La persona física o moral registrada ante la Secretaría en los términos del Reglamento y autorizada para efectuar trabajos periciales.

Exploración: Las obras y trabajos realizados en el terreno con el objeto de identificar depósitos minerales, al igual que de cuantificar y evaluar las reservas económicamente aprovechables que contengan.

Explotación: Las obras y trabajos destinados a la preparación y desarrollo del área que comprende el depósito mineral, así como los encaminados a desprender y extraer los productos minerales existentes en el mismo.

Beneficio: Los trabajos para preparación, tratamiento, fundición de primera mano y refinamiento de productos minerales, en cualquiera de sus fases, con el propósito de recuperar u obtener minerales o sustancias, al igual que la concentración y pureza de sus contenidos.

Cartografía minera: Representación gráfica de la ubicación y perímetro de los lotes amparados por concesiones, asignaciones y reservas mineras vigentes; solicitudes de éstas en trámite; concesiones otorgadas mediante concurso o derivadas de las mismas que sean canceladas; lotes relativos a concursos declarados desiertos, así como terrenos en los que aún no se haya publicado la declaratoria de libertad correspondiente.

Coordenadas: los valores que determinan la posición del punto de partida en la Proyección Universal Transversa de Mercator o los que resulten de la liga entre dicho punto y un punto de control, obtenidos mediante cualquiera de los métodos previstos en el Manual y en las normas oficiales mexicanas aplicables.

Liga topográfica: La distancia horizontal y rumbo astronómico (geográfico) entre dos puntos.

Línea auxiliar (L.A.): La liga topográfica que enlaza al punto de partida con el punto número 1 del perímetro del lote y que será perpendicular preferentemente a cualquiera de los lados Norte - Sur o Este - Oeste de dicho perímetro.

Línea base: La línea con azimut y distancia horizontal oficiales, que enlaza un "P.C." con su correspondiente "L.B.". "L.B.": El punto en el otro extremo de la línea base.

Punto de partida (P.P.): Un punto fijo en el terreno, real e identificable a través de una mojonera, ligado con el perímetro del lote o ubicado sobre él, que sirve para indicar la localización del lote objeto de la solicitud de concesión o asignación minera y que se precisa mediante coordenadas a través de los trabajos periciales el cual también se le conoce como, punto de partida origen (P.P.O.).

Punto de partida definitivo (P.P.D.): Las coordenadas referidas a la Proyección Universal Transversa de Mercator del punto de partida origen o las que resulten de la liga topográfica desde un vértice de la red geodésica nacional o de la subred geodésica minera a dicho punto, y con base en las cuales se precisa la ubicación del lote que ampare la concesión, asignación o zona de reserva minera.

Punto de control (P. C.): Un punto de la Subred Geodésica Minera o un vértice de la Red Geodésica Nacional.

I.2.- LEY, REGLAMENTO Y MANUAL DE CONCESIONES

La constitución política mexicana consigna los principios fundamentales que rigen la regulación minera como son el dominio directo de la nación sobre los recursos minerales; explotación de los mismos por particulares y sociedad constituidas conforme a las leyes mexicanas y por extranjero, mediante concesiones otorgadas por el ejecutivo federal, con la obligación de ejecutar y comprobar obras y trabajos por parte de sus titulares.

El derecho minero que deriva en nuestro ordenamiento jurídico esencialmente del derecho constitucional del artículo 27 constitucional, el cual nos indica de las Garantías Individuales. “La propiedad de las tierras y aguas comprendidas dentro de los límites del territorio nacional, corresponde originariamente a la Nación, la cual ha tenido y tiene el derecho de transmitir el dominio de ellas a los particulares, constituyendo la propiedad privada”. Las expropiaciones solo podrán hacerse por causa de utilidad pública y mediante indemnización.

I.2.1.- LEY REGLAMENTARIA DEL ARTICULO 27 CONSTITUCIONAL EN MATERIA MINERA

La Ley Minera surge del Plan Nacional de Desarrollo 1989 – 1992 que establecía dentro de sus principales objetivos en materia minera, la identificación de fuentes alternativas de financiamiento para impulsar la mediana y pequeña minería, la modernización de regularización minera, así como la necesidad de identificar y ampliar la exploración a fin de impulsar el desarrollo de la minería. Publicada en el diario oficial de la federación el 26 de junio de 1992, actualizada con las modificaciones publicadas el 24 de diciembre de 1996 es reglamentaria del artículo 27 constitucional en materia minera y sus disposiciones son de orden público y de observancia en todo el territorio nacional. Su aplicación corresponde al ejecutivo federal por conducto de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI).

Las disposiciones de la ley son la exploración, explotación y beneficio de los minerales o sustancias que en vetas mantos, masas o yacimientos constituyan depósitos cuya naturaleza sea distinta de los componentes de los terrenos. No son considerados en esta Ley; el petróleo y carburos de hidrógeno sólidos, líquidos o gaseosos; los minerales radiactivos; las sustancias contenidas en suspensión o disolución por aguas subterráneas, siempre que no provengan de un depósito mineral distinto de los componentes de los terrenos; las rocas o los productos de su descomposición que sólo puedan utilizarse para la fabricación de materiales de construcción o se destinen a este fin; los productos derivados de la descomposición de las rocas, cuya explotación se realice preponderantemente por medio de trabajos a cielo abierto, y la sal que provenga de salinas formadas en cuencas endorreicas.

De las concesiones, asignaciones y reservas mineras, La exploración y explotación de los minerales o sustancias solo podrá realizarse por personas físicas de nacionalidad mexicana, ejidos y comunidades agrarias y sociedades constituidas conforme a las leyes mexicanas, mediante concesiones mineras otorgadas por la secretaria. Las concesiones mineras serán de exploración y explotación. Así como también de los derechos que

confieren las concesiones y asignaciones mineras; las obligaciones que imponen las concesiones y asignaciones mineras y el beneficio de minerales; la nulidad, cancelación, suspensión e insubsistencia de derechos; del registro público de minería y la cartografía minera; las inspecciones, sanciones y recursos; y sus transitorios.

I.2.2.- REGLAMENTO

Publicado en el diario oficial de la federación el 15 de febrero de 1999.

Ernesto Zedillo Ponce de León, Presidente de los Estados Unidos Mexicanos expide el reglamento y que abroga el publicado en el mismo diario el 29 de marzo de 1993.

El cual establece los lineamientos de procedimiento de la presentación de solicitudes, avisos, informes y promociones a que se refiere la Ley y junto con la Ley Federal de Procedimiento Administrativo, son efectuados dichos lineamientos y deberá acompañarse, en su caso, de la copia del comprobante de pago de los derechos previstos por la Ley Federal de Derechos.

La Secretaría establece los formatos para la presentación de solicitudes, avisos e informes en el Manual, estos formatos precisan los documentos y anexos que se establecen en la Ley y el Reglamento.

La recepción y análisis de los asuntos mineros se efectuarán por las unidades administrativas que señale el manual de servicios al público. La circunscripción de dichas unidades será la que indiquen los acuerdos mediante los cuales se establezcan o modifiquen. Cuando por razón de la ubicación del lote minero un asunto competa a dos o más circunscripciones, podrá ser presentado ante la unidad responsable de su recepción que corresponda a cualquiera de ellas.

La Secretaría admitirá la presentación de solicitudes, informes y promociones cuando sean entregados en horas hábiles ante la unidad responsable de su recepción, de la forma siguiente:

- i.* Por cualquier persona, en cuyo caso devolverá de inmediato a quien lo presente copia del documento recibido.
- ii.* Por correo certificado con acuse de recibo.
- iii.* Por medio de servicio de mensajería, siempre que el prestador del servicio recoja en el momento de la entrega copia sellada del documento recibido.

Tratándose de solicitudes de concesión minera, ofertas de concursantes, desistimientos y solicitudes de inscripción de actos, contratos o convenios relativos a la transmisión de la titularidad de concesiones o de los derechos que de ellas deriven, habrá de precisarse:

- I.*** Si es persona física: edad.
- II.*** Si es ejido o comunidad agraria: datos de su inscripción en el Registro Agrario Nacional.
- III.*** Si es sociedad minera: datos de su inscripción en el Registro.

Si la solicitud o informe es presentado por quien lleve a cabo las obras y trabajos de exploración o de explotación mediante contrato, deberá indicarse los datos de inscripción en el Registro de dicho contrato.

Como se dijo el reglamento nos establece la forma de proseguir a la obtención de concesiones mineras, así sea de exploración o de explotación.

I.2.3.- MANUAL DE SERVICIOS AL PÚBLICO EN MATERIA MINERA

El manual tiene por objeto las administraciones expedidas por la Secretaría para establecer los conductos y formularios para la recepción y trámite de los asuntos previstos por el Reglamento de la Ley Minera, así como precisar las particularidades de algunos requisitos, y que deberán publicarse en el Diario Oficial de la Federación. En Materia Minera tiene por objeto:

- I. Señalar los conductos y formatos para la presentación y trámite de solicitudes, avisos, informes y promociones a que se refiere el Reglamento de la Ley Minera.
- II. Fijar los métodos, términos y condiciones para la elaboración del plano que precise la localización del punto de partida.
- III. Determinar los medios para hacer referencia al nuevo punto en los casos en que el punto de partida señalado en una solicitud de concesión sea diferente al contenido en una declaratoria de libertad de terreno.
- IV. Indicar los lineamientos y formalidades de los sorteos que se llevarán a cabo en los casos de solicitudes simultáneas.
- V. Precisar las particularidades de las mojoneras o señalizaciones del punto de partida.
- VI. Fijar las particularidades de las mojoneras testigo, sus ligas topográficas y el plano que precise éstas últimas.
- VII. Señalar las características de los planos para la información de la cartografía minera.
- VIII. Establecer otras disposiciones administrativas para el mejor despacho de los asuntos mineros señalados por la Ley Minera y su Reglamento.

1.3.- DIFERENCIAS ENTRE LA LEY MINERA ACTUAL Y LA LEY ANTERIOR

El objetivo de la Ley Minera es conocer los conceptos legales con respecto a los trabajos topográficos desarrollados en materia Minera, por lo cual a dicha Ley se le han realizado cambios para mejorar los diversos trámites en la obtención de Concesiones Mineras. En la Legislación Minera anterior subsistían restricciones para la exploración y explotación de algunos minerales o sustancias en ciertas regiones del territorio nacional, igualmente las modificaciones incorporadas en el reglamento de 1990 de la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en Materia Minera para canalizar mayor capital de riesgo hacia la rama debían ampliarse con el objeto de que la actividad retomara su papel como promotora del desarrollo regional.

También existían los trabajos de exploración y explotación los cuales se realizaban para comprobar el avance de un año, del mineral en los lotes solicitados y era uno de los requisitos para la no cancelación de dicho lote, los cuales deberían ser entregados una vez al año, en esta nueva Ley se realizan la comprobación de obras con menos requisitos que los trabajos de exploración y explotación de la cual se hablará más ampliamente en otro tema.

En la actualidad uno de los requisitos que existen para denunciar un Lote minero es la ubicación de su Punto de Partida (P.P.) el cual consiste en una mojonera de 60 X 60 cm., de sección horizontal y 1 m de altura, en la Ley anterior se requería que fuese el P.P. un socavón, cata, tiro, pozo, obra minera, etc. el cual se tenía que ligar con una mojonera de localización (M.L.) que no estuviese, a más de 50 m del P.P. por lo difícil que era mantenerlo bien referido dicho P.P. en estas condiciones por las inclemencias y el paso del tiempo, se iba cambiando la descripción del mismo, por tal motivo se optó por una mojonera de las dimensiones antes citadas. Aun existen lotes muy antiguos cuyo punto de partida (P.P.) sigue siendo un socavón, cata, etc., y por lo tanto se tiene que considerar como un lote con mejores derechos por ser primeros en tiempo, y respetarlo tomando en cuenta la Ley anterior.

El Reglamento de la Ley Minera, de 1993, también confiere preeminencia a la ubicación del Punto de Partida (P.P) de un lote con base en sus coordenadas, el manual de servicios al público en Materia Minera, de igual año, recoge las innovaciones introducidas por el “Instructivo para la ejecución de trabajos periciales”, con ligeras modificaciones. Por consiguiente, con el establecimiento de la Subred Geodésica Minera cobra cabal vigencia la simplificación de los trabajos periciales que deben presentar los solicitantes de Concesiones o Asignación Minera, puesto que para obtener las coordenadas exactas de ubicación de un lote minero bastará determinar el rumbo y la distancia horizontal entre el punto de control o el extremo de su Línea Base más cercano y el de partida señalado en la solicitud. Lo anterior posibilita la eliminación de arduas investigaciones documentales y complejos trabajos de campo que realizaban anteriormente los particulares. Y en la actualidad es un requisito de la Ley Minera, ubicar el Punto de Partida de un lote minero con Ligas al Punto de Control (P.C.) y a su Línea Base (L.B.).

Otra de las diferencias que existen entre la Ley Minera actual y la Ley Minera anterior es que el P.P. debe estar georeferenciado para la ubicación exacta del lote y por lo cual obtener sus coordenadas geodesicas y topográficas del P.P. del lote y del P.P. de los lotes colindantes. Así como antes se obtenía la ubicación del Punto de Partida P.P. por medio de observaciones astronómicas con diversos métodos (mas adelante se hablara de

ellos), se pasaban observando todo el día y toda la noche al menos por un solo punto, actualmente para la obtención de dichos puntos georeferenciados se utilizar el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) y el tiempo de obtención disminuyó a una hora por punto.

Es bueno señalar que a diferencia de la Ley anterior que establecía que las concesiones abarcaban grupos de sustancias (metálicas, no metálicas y carbones minerales y grafito), la nueva Ley, en su artículo 24, dispone que las concesiones sólo podrán expedirse por 8 sustancias diferentes como máximo.

Sin embargo, permite que, previa solicitud, se añadan al título cualesquiera otras sustancias con excepción de las incorporadas a las reservas mineras nacionales, cuando el concesionario las encuentre en el curso de su explotación

TEMA II.- SOLICITUDES PARA OTORGACIÓN Y VIGENCIA DE LOTES MINEROS.

II.1.- CONCESIÓN MINERA DE EXPLORACIÓN Y EXPLOTACIÓN

II.1.1.- CONCESIÓN MINERA DE EXPLORACIÓN

Las solicitudes de concesión de exploración o de asignación minera son presentadas en forma personal ante la unidad que corresponda en razón de la ubicación del lote minero, La unidad procederá al registro de la solicitud, e imprimirá el sello de la Secretaría en el original, copias y anexos que se acompañen a la solicitud, indicando en ellos la fecha y hora de recepción, así como el número progresivo de registro. La solicitud constatará de los siguientes requisitos (formato SE-10-001):

- I.*** Nombre del lote.
- II.*** Superficie del lote en hectáreas.
- III.*** Municipio y estado en que se ubique el lote.
- IV.*** Principales minerales o sustancias motivo de las obras y trabajos de exploración.
- V.*** Ubicación del punto de partida y referencias a lugares conocidos y centros de población de la zona, y su ruta de acceso desde el poblado más cercano.
- VI.*** Lados, rumbos, distancias horizontales y colindancias del perímetro del lote y, en su caso, de la línea o líneas auxiliares del punto de partida a dicho perímetro.
- VII.*** Perímetro o perímetros interiores de lotes mineros preexistentes de ser el caso, en su caso, nombre del lote y número de expediente o el título que amparaba con anterioridad al mismo.

Cada solicitud se acompaña del pago de derechos, tres fotografías: acercamiento, que muestre la mojonera, que señala la posición del punto de partida y sus datos de identificación, y las otras dos tomadas desde distinto ángulo y distancia, en que se aprecien los aspectos panorámicos del terreno que rodea a dicha mojonera, indicando su posición con una flecha. Deberán ser de tamaño mínimo de imagen de 8 cm. x 13 cm. y máximo de 13 cm. x 18 cm. Estas deberán estar firmadas y certificadas a su reverso por el solicitante de la concesión o asignación minera o su representante, (fig. II.1.1.1 y II.1.1.2).

Y por ultimo un plano, que deberá ser una copia de la porción de la carta topográfica editada por INEGI a escala 1:50,000 en la que se localiza el lote, dibujando con tinta negra en la misma un punto dentro de un círculo que indique la posición del punto de partida, seguido de la iniciales "P.P.", así como la línea auxiliar y el perímetro del lote numerando todos los vértices de él. La copia será de tamaño carta como mínimo y deberá llevar anotado al calce el nombre del lote, número de registro y del título, en su caso, y de la unidad administrativa correspondiente, superficie en hectáreas, coordenadas geográficas o U.T.M. el nombre y número de la carta INEGI, así como el nombre y firma del interesado. Este ultimo será un requisito necesario si la solicitud fue presentada con motivo de una publicación de declaratoria de libertad de terreno de un lote minero, o en el caso de que la superficie sea mayor de 50 hectáreas, (fig. II.1.1.3).

De estas solicitudes es otorgado el título de concesión minera de exploración y la cual tienen una vigencia de 6 años a partir de la fecha de su inscripción en el Registro Público de Minería.

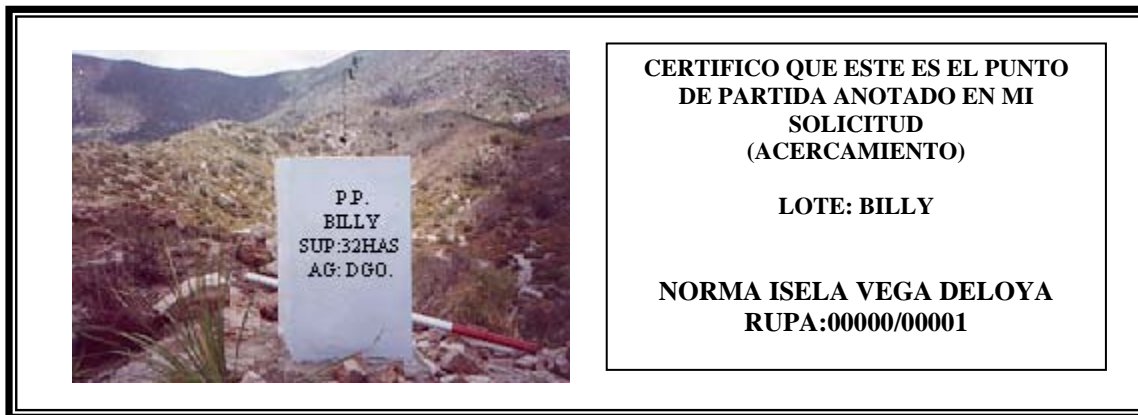


Figura II.1.1.1.- Fotografía de acercamiento tomada al punto de partida (P.P.) del lote, requerimiento de SECOFI.



Figura II.1.1.2.- Fotografías panorámicas del punto de partida (P.P.) de un lote, dichas fotos también deben de ir rotuladas en la parte posterior como se indica en la fotografía anterior, requerimiento de SECOFI.

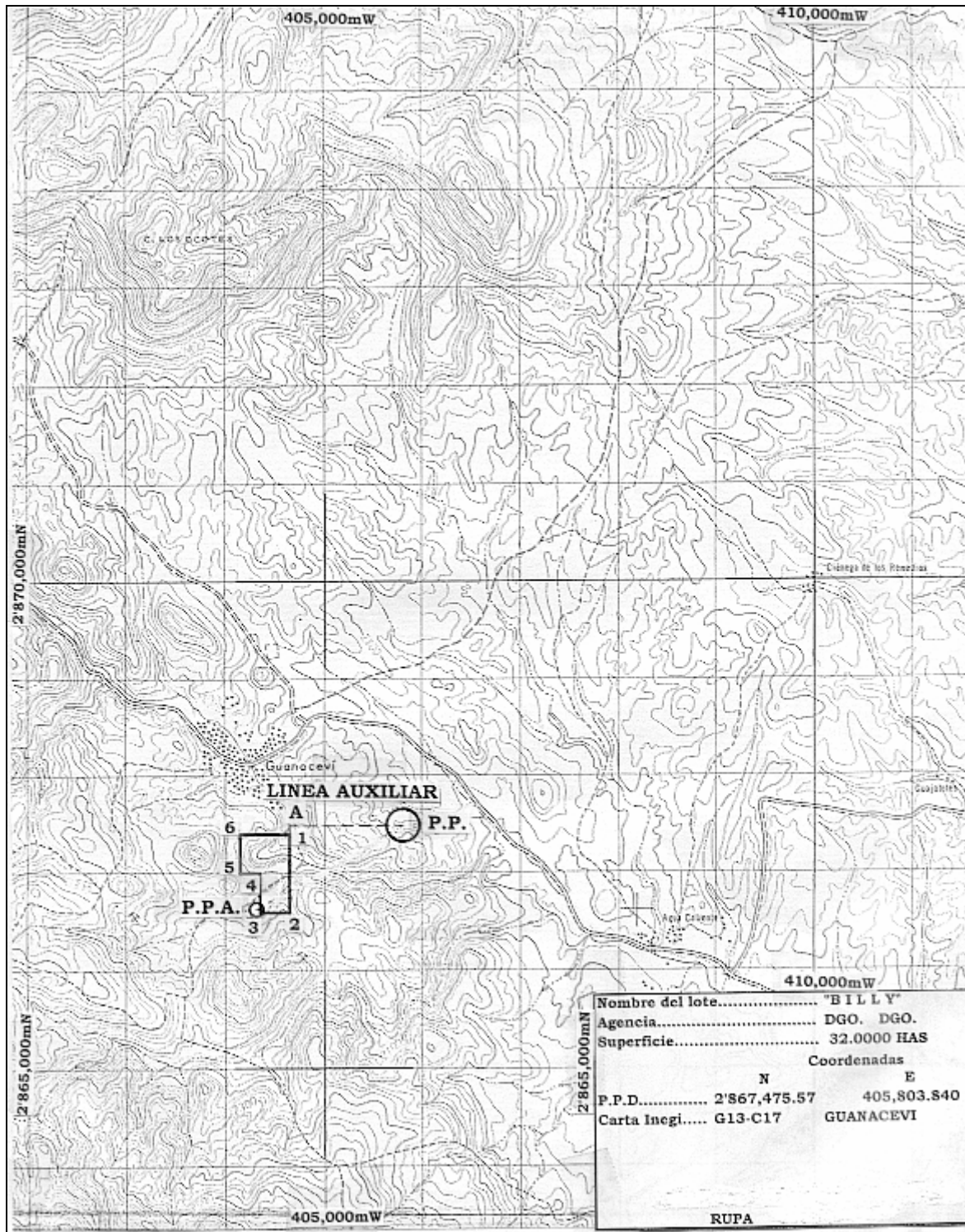


Figura II.1.1.3.- Plano de localización de un lote minero escala 1:50000, utilizando copia de una carta topográfica editada por INEGI, requerimiento de SECOFI.

II.1.2.- CONCESIÓN MINERA DE EXPLOTACIÓN

Las solicitudes de concesión de explotación son entregadas de la misma forma como la de exploración y el formato para entregar dicha solicitud es similar al de exploración. Las solicitudes que son presentadas con el mismo punto de partida y por el mismo perímetro del lote amparado por la concesión de exploración que se sustituye, expresarán, el nombre del lote, superficie en hectáreas, municipio y estado en que se ubique, así como el número de título del que deriva (Formato SE-10-002).

Si el punto de partida señalado en la solicitud es distinto al del lote de la concesión de exploración que se sustituye, pero se refiere al mismo perímetro, además de los requisitos, se deberá presentar junto con la solicitud la liga topográfica entre dicho punto y el que corresponda al lote objeto de tal solicitud, por medio de un perito minero, acompañando por las fotografías (acercamiento del P.P., panorámica 1 y 2 del P.P., acercamiento del P.C., panorámica del P.C., acercamiento de la L.B. y panorámica de la L.B.), dichas fotografías serán tomadas al punto de partida igual que las que se entregaron en la solicitud de exploración con la diferencia que la mojonera tendrá indicado como Punto de Partida Definitivo (P.P.D.) y llevarán inscrito el número de expediente, el plano de INEGI, y por último entregar los trabajos periciales del lote.

Cuando la solicitud es referida a una o varias porciones de terreno amparado por la concesión de exploración, se deberán incluir los datos y presentar nuevos trabajos periciales por el lote o por cada una de las porciones de terreno consignadas en dicha solicitud.

La concesión otorgada tendrá una duración de cincuenta años, contados a partir de la fecha de su inscripción en el Registro Público de Minería, de lo cual al concesionario del lote se le hará entrega del título de concesión minera de explotación (Formato SE-10-002).

II.2.- REDUCCIÓN

Uno de los derechos que confieren a las concesiones y asignaciones mineras es la reducción de los lotes mineros a explotar. Solamente se solicita una reducción cuando los lotes comprendidos dentro de la superficie amparada por la concesión o concesiones de que se deriven sus titulares no hayan incurrido en las causales de cancelación.

La reducción del lote se toma en cuenta cuando el lote a reducir después de un estudio geológico se observa que el lote concesionado, no toda su área es considerada como explotable (Formato SE-10-009).

II.3.- DIVISIÓN DE TERRENO

La división de terreno es otro de los derechos que tienen las concesiones y asignaciones mineras, así como en la reducción la división procederá cuando el nuevo lote o lotes estén comprendidos dentro de las superficies amparadas por la concesión o concesiones de que derive, sus titulares no hayan incurrido en las causales de cancelación.

A este tipo de trámite es utilizado el formato de SECOFI que es el mismo que para obtener la reducción del terreno (Formato SE-10-009).

II.4.- UNIFICACIÓN DE SUPERFICIE

Para la unificación de una superficie con la de otras concesiones colindantes es otro derecho que tienen dichas concesiones mineras, esta entra cuando los nuevos lotes estén comprendidos dentro de la superficie amparada por las concesiones de que se deriven.

A los títulos de propiedad de la unificación de los lotes se expedirán por la vigencia del más antiguo (Formato SE-10-009).

II.5.- IDENTIFICACIÓN DE TERRENO

Identificar la superficie de los lotes que amparen con la de otras concesiones colindantes, es un derecho que tiene las concesiones o asignaciones mineras y esta procederá solamente cuando el nuevo lote este comprendido dentro de la superficie amparada por la concesión (Formato SE-10-009).

II.6.- AGRUPAMIENTO DE CONCESIONES MINERAS

El agrupamiento es un derecho que tienen los dueños de concesiones mineras las cuales solamente se pueden agrupar si son de un mismo dueño y dichas concesiones son colindantes o constituyan una unidad minera o minero metalúrgica, desde el punto de vista técnico y administrativo y no hayan incurrido en causales de cancelación.

Se puede agrupar dos o más concesiones mineras para efectos de comprobación de obra y trabajos de exploración o explotación así como también rendir informes estadísticos técnicos y contables (Formato SE-10-011).

II.7.- CORRECCIÓN ADMINISTRATIVA DE TÍTULO

La secretaria tiene que realizar la corrección administrativamente de los errores que encuentre en un título de concesión o asignación, y esta actúa cuando, encuentra que los datos en un título de concesión o asignación minera son erróneos, y los datos encontrados mal en el título, se le regresan al titular para que este a su vez los corrija en un plazo no mayor de 30 días naturales, y así manifieste lo que a su derecho convenga y proporcione los datos y documentos que sean requeridos. La Secretaria dictará resolución con base en la contestación del interesado de la concesión minera (Formato SE-10-012).

TEMA III.- EJECUCIÓN Y COMPROBACIÓN DE OBRAS Y TRABAJOS DE EXPLORACIÓN Y EXPLOTACIÓN

III.1.- COMPROBACIÓN DE OBRAS

Los titulares de concesiones de exploración y de explotación, están obligados a ejecutar y comprobar respectivamente las obras y trabajos de exploración o de explotación en los términos y condiciones que establece la Ley y su Reglamento. La ejecución de las obras y trabajos de exploración se comprobará por medio de la realización de inversiones en el lote que ampare la concesión minera y la relativa a obras y trabajos de explotación de igual forma o mediante la obtención de minerales económicamente aprovechables.

La obligación de ejecutar las referidas obras y trabajos iniciará 90 días naturales después de la fecha de inscripción de la concesión en el Registro Público de Minería. Los informes de comprobación deberán presentarse a la Secretaría durante el mes de mayo de cada año y se referirán a las obras y trabajos desarrollados en el período de enero a diciembre del año inmediato anterior.

La comprobación de obras y trabajos mediante la realización de inversiones son aceptadas indistintamente en los siguientes rubros:

- I.** Obras mineras directas, tales como zanjas, pozos, tajos, socavones y todas aquellas que contribuyan al conocimiento geológico del lote minero o a la cubicación de reservas.
- II.** Perforaciones.
- III.** Levantamientos topográficos, fotogramétricos y geodésicos.
- IV.** Levantamientos geológicos, geofísicos y geoquímicos.
- V.** Análisis físico - químicos.
- VI.** Pruebas de experimentación metalúrgica.
- VII.** Desarrollo y rehabilitación de obras mineras.
- VIII.** Adquisición, arrendamiento y mantenimiento de equipo para perforación y desarrollo de obras mineras.
- IX.** Adquisición, arrendamiento y mantenimiento de equipos de laboratorio físico - químicos y de investigación metalúrgica.
- X.** Adquisición, arrendamiento y mantenimiento de vehículos de trabajo y para la transportación del personal.
- XI.** Obras y equipos destinados a la seguridad en el trabajo y la prevención de la contaminación o la recuperación del medio ambiente.
- XII.** Instalaciones de almacenes, oficinas, talleres, campamentos, casas habitación y servicios a los trabajadores.
- XIII.** Adquisición, arrendamiento, construcción y mantenimiento de obras y equipos relacionados con vías de acceso, generación y conducción de energía eléctrica, extracción, conducción y almacenamiento de agua e infraestructura en general.
- XIV.** Adquisición, arrendamiento y mantenimiento de equipo para minado, acarreo y servicios generales en la mina.

XV. Adquisición, arrendamiento, instalación y mantenimiento de equipo para operaciones de beneficio y presas de jales.

Tratándose de concesiones de exploración, la comprobación solamente se aceptará en los rubros a que aluden las fracciones I a XIII anteriores.

La comprobación de obras y trabajos de explotación por medio de la obtención de minerales económicamente aprovechables se hará con base en el valor de facturación o liquidación de los mismos.

Los informes para comprobar la ejecución de las obras y trabajos de exploración o de explotación, deberán contener:

- I.** Nombre del titular de la concesión minera o de quien lleve a cabo las obras y trabajos de exploración o de explotación mediante contrato.
- II.** Nombre del lote o de aquél que encabece el agrupamiento y número de título;
- III.** Período por comprobar.
- IV.** Importe desglosado de la inversión efectuada o importe del valor de facturación o liquidación de la producción obtenida, o bien, indicación de la causa que motivó la suspensión temporal de las obras o trabajos.
- V.** Excedente por aplicar de comprobaciones anteriores y su actualización.
- VI.** Monto por aplicar en comprobaciones subsecuentes.

Se tendrá por suspendida temporalmente la obligación de ejecutar las obras y trabajos de exploración y de explotación cuando se acredite a la Secretaría, respecto de la concesión o concesiones mineras correspondientes, cualquiera de las causas siguientes:

- I.** La imposibilidad técnica o incosteabilidad económica de llevar a cabo las obras y trabajos de exploración o explotación, mediante declaración por escrito.
- II.** La huelga o suspensión temporal de las relaciones de trabajo, por medio de copia certificada de la resolución o autorización respectiva.
- III.** La suspensión de pagos, quiebra, embargo o el fallecimiento del concesionario sin que exista albacea por un plazo máximo de dos años siguientes al deceso, mediante copia certificada de la resolución judicial correspondiente o testimonio notarial de radicación de la sucesión y aceptación del albacea.
 - IV.** La explosión, derrumbe, incendio, inundación, terremoto, disturbio o cualquiera otra causa de fuerza mayor, por medio de certificación notarial o de autoridad con fe pública que consigne los hechos.

III.2.- CÁLCULO DE MONTOS MÍNIMOS

Las inversiones en obras y trabajos de exploración deberán ser equivalentes cuando menos a la cantidad que resulte de aplicar las cuotas (fig. III.2.1) al número de hectáreas que ampare la concesión de exploración o el agrupamiento de éstas.

RANGO SUPERFICIE (HECTÁREAS)	CUOTA FIJA ANUAL (PESOS)	CUOTA ADICIONAL ANUAL POR HECTÁREA (PESOS POR HECTÁREA)		
		PRIMER PERÍODO	SEGUNDO A CUARTO PERÍODOS	QUINTO Y SEXTO PERÍODOS
Hasta 30	0	5.00	20.00	30.00
Mayor a 30 hasta 100	0	10.00	40.00	60.00
Mayor a 100 hasta 500	500.00	20.00	60.00	120.00
Mayor a 500 hasta 1,000	1,500.00	18.50	57.00	120.00
Mayor a 1,000 hasta 5,000	3,000.00	17.00	55.00	120.00
Mayor a 5,000 hasta 50,000	10,500.00	15.50	53.00	120.00
Mayor a 50,000	100,000.00	14.00	50.00	120.00

Figura III.2.1.- Cuadro I, de montos que establece SECOFI.

Tratándose de agrupamientos de concesiones de exploración, la cuota adicional por hectárea se aplicará con base en la vigencia de la concesión más antigua que forme parte de dicho agrupamiento.

Las inversiones en obras y trabajos de explotación o el valor de los productos minerales obtenidos deberán ser equivalentes cuando menos a la cantidad que resulte de aplicar las cuotas (fig. III.2.2) al número de hectáreas que ampare la concesión de explotación o el agrupamiento de éstas.

RANGO SUPERFICIE (HECTÁREAS)	CUOTA FIJA ANUAL (PESOS)	CUOTA ADICIONAL ANUAL POR HECTÁREA (PESOS POR HECTÁREA)
Hasta 30	0	30.00
Mayor a 30 hasta 100	0	60.00
Mayor a 100 hasta 500	500.00	120.00
Mayor a 500 hasta 1,000	1,500.00	240.00
Mayor a 1,000 hasta 5,000	3,000.00	480.00
Mayor a 5,000	10,500.00	960.00

Figura III.2.2.- Cuadro II, de montos que establece SECOFI.

Las cuotas a que se refiere lo anterior se actualizarán anualmente, multiplicándolas por el factor de actualización correspondiente al año por comprobarse. Dicho factor se calcula dividiendo el valor en puntos del Índice de Precios correspondiente al mes de octubre del año inmediato anterior al año por comprobarse, entre el valor en puntos del Índice de Precios correspondiente al mes de julio de 1998. La actualización de las cuotas surtirá efectos a partir del 1o. de enero y tendrá vigencia hasta el 31 de diciembre del año por comprobarse.

Cuando el período por comprobar sea menor de un año, el monto que resulte de aplicar los cuadros anteriores deberá dividirse entre doce y multiplicarse por el número de meses que correspondan a la comprobación. Sólo se requerirán dichas comprobaciones parciales cuando el período por comprobar sea superior a 60 días.

III.3.- INFORMES PARA COMPROBAR LA EJECUCION DE OBRAS Y TRABAJOS DE EXPLORACIÓN Y EXPLOTACIÓN

El artículo 62 dispone que la primera comprobación de obras o trabajos de explotación se hará dentro de los 60 días contados a partir del vencimiento del quinto año de vigencia del título; abarcará los cinco años corridos desde la fecha de la expedición y deberá incluir un informe geológico minero.

Las comprobaciones subsecuentes deberán rendirse por períodos de tres años, contados a partir de la fecha del vencimiento para la comprobación anterior, dentro de los 60 días de la expiración del término.

Dicho informe será realiza por medio de una solicitud que proporciona Dirección General de Minas (Formato SE-10-019).

TEMA IV.- MÉTODOS TOPOGRÁFICOS – GEODESICOS PARA LA ELABORACIÓN DE LOS TRABAJOS PERICIALES.

IV.1.- TRABAJOS PERICIALES

Los trabajos periciales comprende la revisión de la solicitud de concesión o asignación minera. A la Dirección General de minas se le solicita la información de obra en los archivos o expedientes para la realización de los trabajos periciales o dictamen técnico (Formato SE-10-029).

Este estudio va desde la ubicación exacta del Punto de Partida Definitivo hasta la superficie del lote así que la elección del punto o puntos de control mas convenientes, como también la ubicación del Punto de Partida Definitivo se pueden obtener con los siguientes tipos de levantamientos los levantamientos que se han utilizado para la obtención de los Puntos de Partida Definitivos por medio de observaciones en el terreno:

1. **Poligonación:** Medición directa a partir de una línea base de los ángulos y distancias entre puntos consecutivas que forman una poligonal, esta puede ser cerrada o abierta.

Cabe señalar que para la realización de este tipo de procedimiento se realizan solo poligonales abiertas por la extensión del terreno, ya que hablamos de hectáreas en un lote minero.

2. **Triangulación:** Es el procedimiento que se emplea para el control de levantamientos extensos así como la determinación de longitudes de los lados de un sistema de triángulos interconectados a partir de una línea base, por medio de la medición de todos sus ángulos.

Por medio de este procedimiento se trata de cubrir la zona a levantar, con redes o cadenas de triángulos, en las cuales se hace la medición directa de uno de sus lados, la cual viene hacer llamada la “base”.

Las características principales:

- sus lados no extenderán de 10 km.
- la Base de 2 km.

3. **Observaciones astronómicas:** es la obtención de un punto referenciado por medio de observaciones al sol o a los astros como la polar.

Debido al movimiento de rotación de la tierra alrededor de su eje, se ve a todos los astros ascender por el oriente, moviéndose hacia el poniente, en donde desaparecen después de haber llegado a su mayor altura. Este es un movimiento aparente en el que parece que los astros describen una orbita circular alrededor de la tierra en 24 horas, si se supone que este movimiento es real se podrán obtener puntos casi exactos de cualquier parte del mundo con la astronomía.

IV.2.- METODOLOGÍA ACTUAL.

Los trabajos periciales son una revisión exhaustiva de la solicitud de concesión minera entregada con anterioridad para la obtención de un lote minero ya sea de exploración o de explotación, el cual es desarrollado bajo los lineamientos y especificaciones técnicas de las normas oficiales mexicanas, por lo que un perito minero deberá revisar que:

- I. La solicitud de concesión o asignación que haya sido presentada ante la unidad administrativa responsable de su recepción y corresponde a la circunscripción donde está la ubicación del lote objeto de la solicitud.
- II. El lote minero consigne lados orientados astronómicamente Norte – Sur y Este – Oeste, con longitud de cien o múltiplos de metros, excepto cuando estas condiciones no puedan cumplirse por colindar con otros lotes mineros.
- III. Los lados, rumbos y distancias del lote descrito en la solicitud constituyan un polígono cerrado y su punto de partida este ligado con dichos perímetros o ubicado sobre el mismo.
- IV. El punto de partida origen reúna las características que establecen las disposiciones del Manual de Servicios al Público en Materia Minera.
- V. Dicho punto se encuentra dentro o sobre el perímetro del lote, o a una distancia máxima de 3,000 metros de ubicarse fuera de él.

Si de la revisión de estos puntos, el perito minero encuentra deficiencias que vayan a traer consecuencias a la desaprobación de la solicitud, se abstendrá de continuar la ejecución de los trabajos periciales y comunicará el motivo por escrito al interesado, con copia a la secretaria, indicando el nombre del lote de que se trate y su número de expediente o de título.

La presentación de los trabajos periciales es dentro de los 60 días siguientes de que es admitida la solicitud. La calificación de los trabajos periciales se da a los 45 días siguientes de entregados dichos trabajos.

Los trabajos periciales deberán de ser realizados por personas calificadas, que son peritos mineros registrados en la Secretaría.

Para la realización de dichos trabajos se requiere realizar levantamientos topográficos para determinar el Punto de Partida Definitivo, por lo que existen diferentes métodos como son:

1. **Poligonación:** Como se había mencionado en el tema anterior la poligonal que es utilizada para este tipo de trabajos es la poligonal abierta, la cual casi ya no es utilizada por el tiempo que invierte para la realización de esta.
2. **Triangulación:** Este método era el mas conveniente por las distancias tan extensas que se requieren medir.

3. **Posicionamiento por medio de satélites (GPS):** dentro de la minería como en otras áreas, la utilización de satélites artificiales por posicionamiento se ha hecho por demás indispensable, por su alta precisión, su rapidez y su confiabilidad ha demostrado ser la herramienta con mayor alcance para la realización de los trabajos y de campo de las compañías mineras de todo el mundo.
4. **Fotogrametría:** En la actualidad existen compañías mineras que utilizan este método para obtener la superficie del lote minero a explorar o explotar si es el caso.

IV.3.- EQUIPO EMPLEADO.

Para la realización de cualquier levantamiento topográfico y geodésico es necesario contar con equipo de medición de ángulos, distancias y posicionamiento de puntos. En la realización de los trabajos periciales hay que tomar en cuenta la importancia de la ubicación exacta del Punto de Partida Definitivo, así como de sus Puntos de Control para la ubicación del lote a estudiar, por lo que podemos utilizar el siguiente equipo.

- a) **Teodolitos mecánicos:** como es sabido este equipo tiene la finalidad de la medición de ángulos tanto horizontales como verticales. Para poder utilizarlo en este tipo de trabajos se requiere anexarle un distanciómetro electrónico para la obtención de distancias, ya que como se había comentado las ligas a medir son de muchos metros y pueden llegar a ser kilómetros. Este equipo es recomendable para levantamientos de poligonales abiertas.

Para posicionar un punto por métodos astronómicos es muy importante tomar en cuenta que este tipo de equipo es muy recomendable para las observaciones.



- b) **Teodolitos electrónicos:** este tipo de equipo mide igual que el mecánico, ángulos verticales y horizontales pero se le incluyó un distanciómetro para la obtención directa de distancias tanto horizontales como verticales, este equipo se puede utilizar para realizar levantamientos tanto en poligonales abiertas como en triangulaciones.



- c) **Estaciones Totales:** este equipo realiza las mismas mediciones que un teodolito electrónico, y la diferencia entre este y el anterior es que tiene almacenamiento de datos, ya que tiene integrada una pequeña computadora interna puede realizar diferentes tipos de operaciones para la obtención casi inmediata de los resultados como pueden ser; coordenadas topográficas del punto, replanteos, etc.

Este tipo de equipos es lo mas actual para los levantamientos topográficos y se pueden utilizar tanto en poligonales como en triangulaciones, en trabajos periciales en las obtenciones de los Puntos de Partida Definitivos como en los Puntos de Control.



- d) **Navegadores (Sistemas de Posicionamiento Global):** es un sistema satelital basado en señales de radio emitidas por una constelación de satélites artificiales a esta constelación se le conoce NAVSTAR (Navegación Satellite Timing and Raing.

En la actualidad para conocer las coordenadas geográficas de un lugar es utilizado el Sistema de Posicionamiento Global, conocido como GPS (Global Position System), este equipo obtiene en el momento unas coordenadas geodesicas muy parecidas a las coordenadas geográficas, las cuales después de un post- proceso se pueden obtener las coordenadas geográficas del lugar a estudiar, con una precisión muy exacta dependiendo el tipo de receptor que se utilice.

Por lo que este equipo es el mas recomendado para la realización de los trabajos periciales ya que si se tiene un equipo se ligar con una estación de INEGI, con una hora colocado en el punto tendremos las coordenadas de dicho punto, y si tenemos dos equipos mas la estación de INEGI (si no esta demasiado retirada) o se tiene ya un Punto de Control posicionado con GPS el tiempo de medición es reduce, y si tenemos tres equipos aumenta la precisión y el tiempo de espera se reducir hasta 15 minutos de pendiendo la recepción de satélites que tengamos.



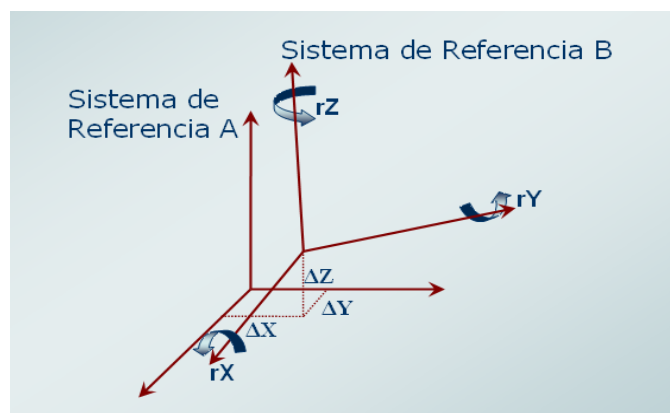
TEMA V.- SUBRED GEODÉSICA MINERA.

V.1.- DATUM

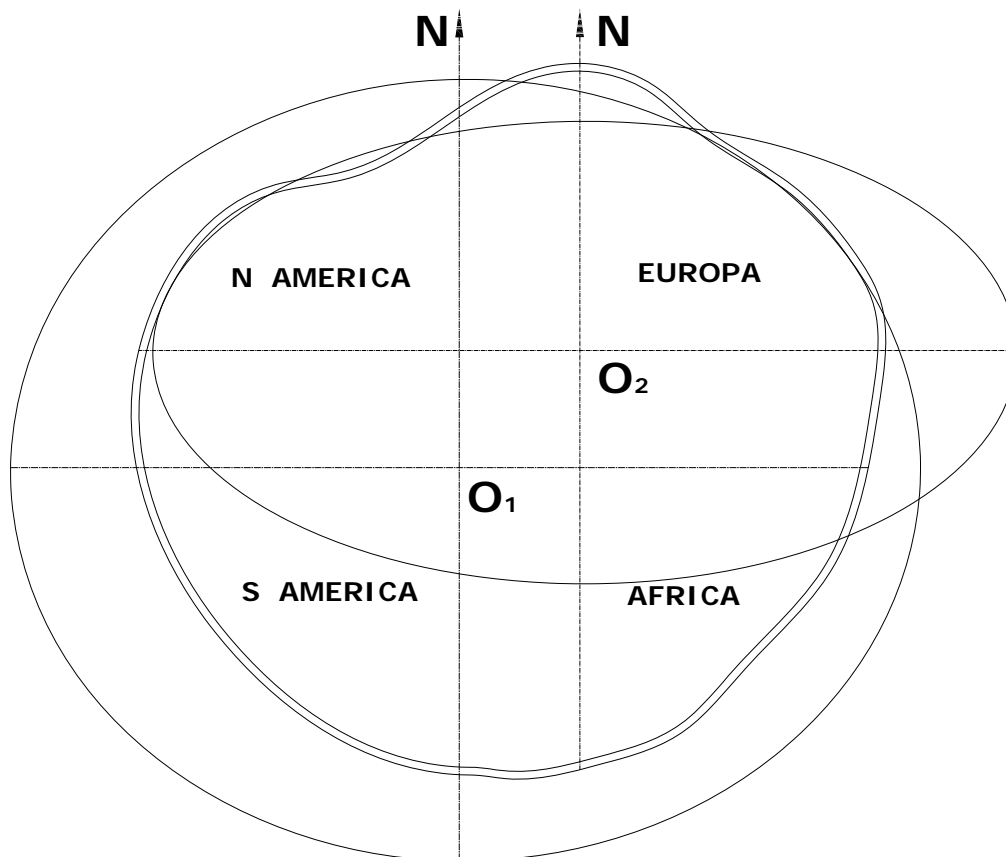
El datum es un conjunto de parámetros que especifican la superficie de referencia o el sistema de coordenadas de referencia empleado para el cálculo de coordenadas de puntos en la tierra. Es decir es el conjunto de parámetros que establecen el origen teórico para las coordenadas terrestres latitud y longitud.

<i>Datum</i>	<i>Elipsoide Geodésico de referencia (asociado al Datum)</i>
NAD27 Datum Norteamérica de 1927	Clarcke 1866 Clarcke
WGS84 Sistema Geodésico mundial de 1984	WGS84 Sistema Geodésico mundial de 1984
ITRF92 Marco de referencia terrestre internacional de 1992	GRS80 Sistema Geodésico de referencia de 1980
NAD38 Datum Norteamericano de 1983	GRS80 Sistema Geodésico de referencia de 1980

Hablar de Datums diferentes es hablar de diferentes orígenes para las coordenadas de latitud y de longitud por lo tanto un mismo punto de la superficie de la tierra va a presentar coordenadas diferentes si lo ubicamos o posicionamos de acuerdo a uno u otro datum. Por ejemplo el sistema de referencia A puede representar el origen para las coordenadas en NAD27 y el sistema de referencia B el origen para las coordenadas en ITRF92, como se muestra en la figura.



La tangencia del geoide y del elipsoide que ha sido definido con orientación y posición así como en tamaño y forma, es el punto llamado Datum geodésico, que frecuentemente se lo designa como punto de partida.



El esferoide define la forma de la tierra, el datum define la posición del esferoide en relación con el centro de la tierra, el datum pues provee un marco de referencia formado por:

- El elipsoide.
- El punto fundamental: Punto donde la tierra y el elipsoide son tangentes y donde se ha de especificar longitud latitud y acimut de una dirección desde él establecida.

En geodesia hay que considerar dos tipos de datums: Locales (horizontal y vertical) y de satélite.

El Datum local Horizontal consta de un punto de partida en donde la desviación de la vertical tiende a cero (para el caso del Ecuador es la Canoa – Venezuela), un elipsoide donde se realizan los cálculos (para nuestro país es el de Hayford), sistemas de coordenadas (geográficas y UTM), el azimut de una línea, que nos da la dirección con la cual se realiza

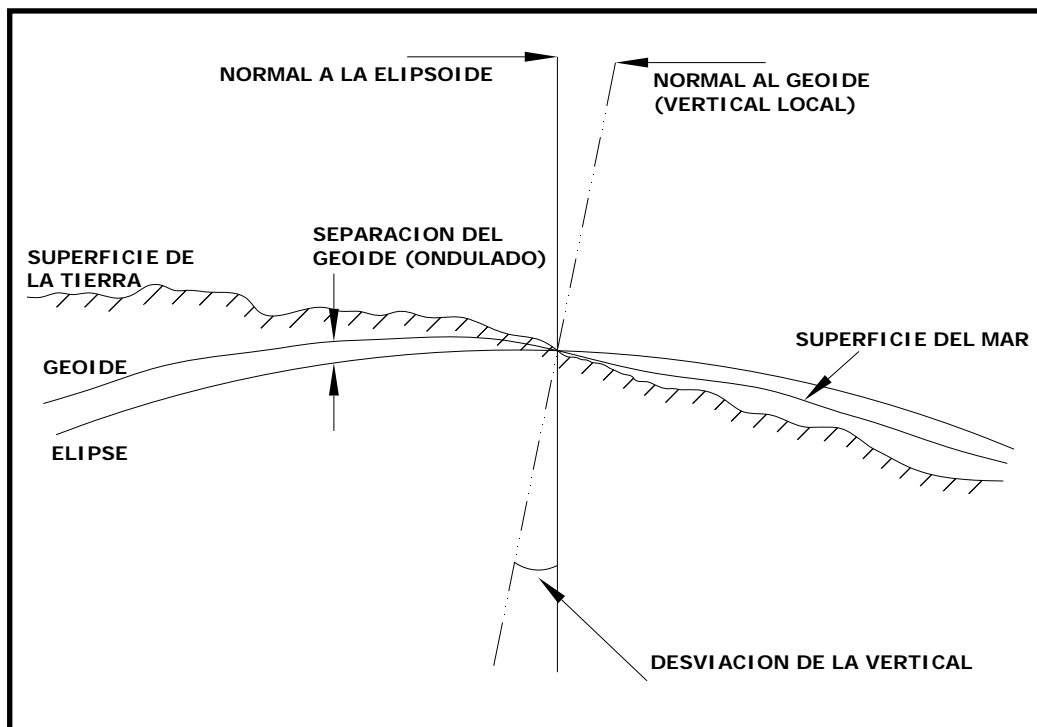
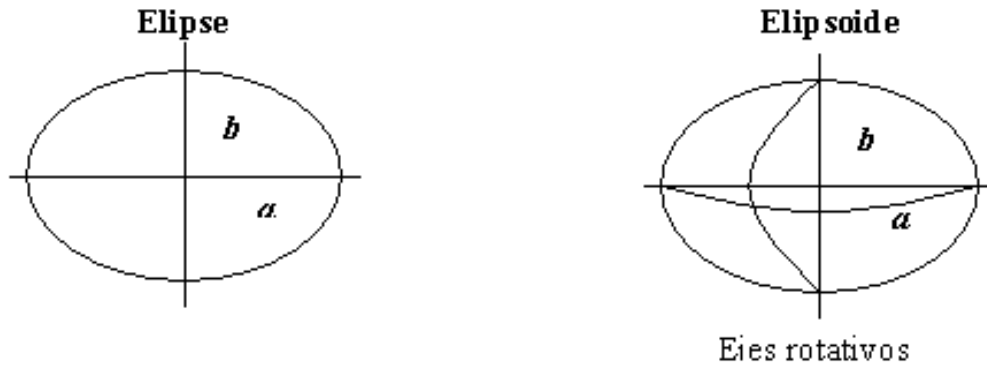
el cálculo, mas el radio ecuatorial (semieje mayor) y el achatamiento, necesarios para definir el elipsoide de referencia. Un cambio de valor en cualquiera de los parámetros definidos, hará cambiar el Datum y consecuentemente cambiarán también las coordenadas de todos los puntos basados en el datum.

El Datum local vertical, al que se refieren las elevaciones de los puntos, es generalmente la superficie del nivel medio del mar (Estación mareográfica de La Libertad – Provincia del Guayas, - Ecuador 1959).

Los datums de satélite se definen de una manera totalmente diferente a los datums locales, pues éstos se refieren solamente a una parte muy pequeña de la superficie terrestre y no tienen relación, o, en el mejor de los casos, sólo están levemente relacionados con el centro de la masa terrestre, el geocentro. El sistema de referencia para el satélite se define por el sistema en el cual están dadas las efemérides del satélite o datos orbitales. Estos parámetros orbitales se basan en las coordenadas adoptadas por un número de estaciones de rastreo, un modelo geopotencial adoptado para el campo gravitacional terrestre y constantes previamente definidas. Un elipsoide está normalmente asociado con un datum satelitario, de tal forma que las posiciones pueden ser mostradas tanto en coordenadas geográficas como en cartesianas. Este elipsoide es derivado mediante un ajuste de mínimos cuadrados.

V.2.- DIFERENTES TIPOS DE ELIPSOIDE

Si la tierra fuese una esfera perfecta el problema seria sencillo, pero de todos es sabido que la tierra se ensancha hacia el ecuador y que este ensanchamiento no se produce de una manera uniforme (es irregular) es en este momento donde debemos introducir el concepto de esferoide y asemejar la tierra a un sólido de revolución obtenido a partir de una elipse de referencia (que es elegida por cada país según el que más se asemeje a su forma).



LAS TRES SUPERFICIES: TOPOGRAFÍA, GEOIDE, ELIPSOIDE

El elipsoide es la superficie matemáticas o el marco de referencia para los cálculos. La elipse que define un elipsoide, o esferoide es llamada una elipse meridiana, un elipsoide se forma cuando una elipse es rotada alrededor de su eje menor. Una elipse puede ser definida de varias maneras, pero en práctica geodésica la definición es normalmente mediante semieje mayor y achatamiento. El achatamiento (f) depende tanto del semieje mayor (a) como del semieje menor (b).

Los parámetros necesarios para definir un elipsoide son tres:

- Radio polar (semieje menor) = b
- Radio ecuatorial (semieje mayor) = a
- Achatamiento = $f = (a - b) / a$

La siguiente tabla muestra los elipsoides de referencia utilizados en varios países:

Elipse	a	f
Airy 1830	6377563.396	299.3249646
Bessel 1841	6377397.155	299.1528128
Clarke 1866	6378206.4	294.9786982
Clarke 1880	6378249.145	293.465
Everest 1830	6377276.345	300.8017
Fischer 1960 (Mercury)	6378166	298.3
Fischer 1968	6378150	298.3
G R S 1967	6378160	298.247167427
G R S 1975	6378140	298.257
G R S 1980	6378137	298.257222101
Hough 1956	6378270	297.0
International	6378388	297.0
Krassovsky 1940	6378245	298.3
South American 1969	6378160	298.25
WGS 60	6378165	298.3
WGS 66	6378145	298.25
WGS 72	6378135	298.26
WGS 84	6378137	298.257223563

V.3.- DATUM NORTEAMERICANO

V.3.1.- DATUM NORTEAMERICANO DE 1927 (NAD 27)

(North American Datum of 1927)

El datum norteamericano de 1927 fue el datum oficial para México hasta 1998 de acuerdo a las normas oficiales del INEGI y modificadas ese año. Es por eso que lo debemos tener muy en cuenta ya que gran parte de la cartografía existente esta referenciada o ubicada dentro de este datum.

El punto inicial de este datum, se localiza en Meades Ranch, Kansas. Con base en el Elipsoide de Clarke de 1866. Datum al que estaban referenciados todos los puntos pertenecientes a los levantamientos geodésicos horizontales en nuestro país, y de los países de Norteamérica.

En la actualidad ya no podemos seguir ocupando este datum ya que las nuevas tecnologías como el GPS proporcionan precisiones mayores que hacen necesario ocupar un datum acorde a tales mediciones.

El NAD27 es un datum antiguo que en su tiempo resolvió las necesidades de Geodesia y cartografía. Es te datum es de los considerados datum locales ya que su implementación solo se ajusta a una parte de la superficie terrestre.

V.3.2.- DATUM NORTEAMERICANO DE 1983 (NAD 83)

Definición del NAD27 en un Sistema Geodésico de Referencia (SGR) global basado en el GRS80.

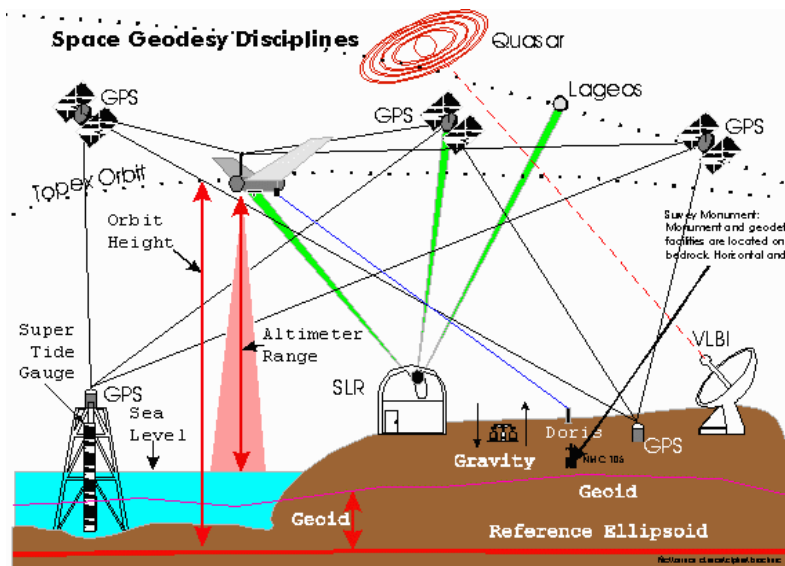
Es el datum oficial de los Estados Unidos de Norteamérica, solo se debe considerar este datum en cartografía de la frontera norte y solo en algunos casos, por lo que solo se define.

V.4.- MARCO DE REFERENCIA TERRESTRE

MARCO DE REFERENCIA TERRESTRE DE 1992 (ITRF 92) *International Terrestrial Reference Frame* (Marco de Referencia Terrestre Internacional)

Este datum esta materializado con las más modernas técnicas de medición a través del Internacional Earth Rotation Service (IERS)

A partir de las modificaciones hechas a la norma técnica de levantamientos geodésicos en 1998 el INEGI establece:



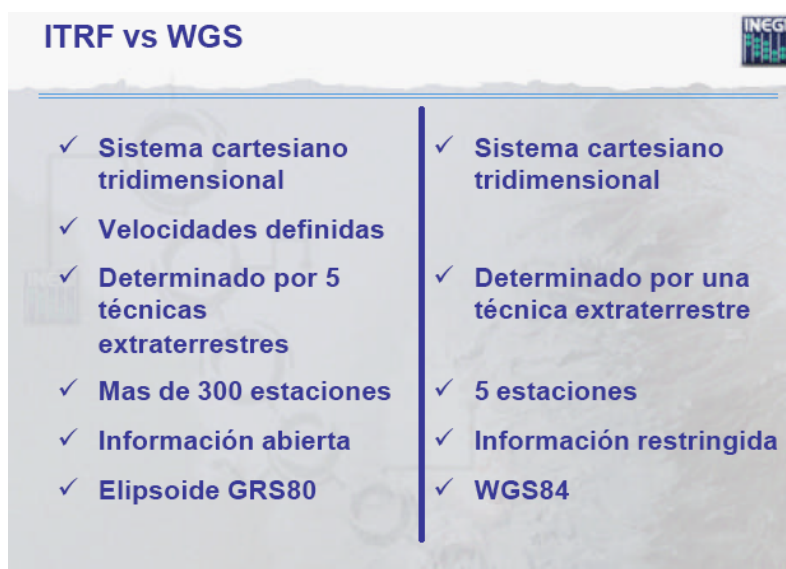
Todo punto perteneciente a un levantamiento geodésico horizontal, deberá estar referido al marco de Referencia Terrestre Internacional (ITRF) del Servicio Internacional de Rotación de la Tierra (IERS) para el año 1992 con datos de la época 1988.0 y que se denomina ITRF92 Época 1988.0 que es el nuevo Sistema Geodésico de Referencia oficial para México.

V.4.1- WGS84 y ITRF92

En la actualidad Existe una pequeña diferencia entre el elipsoide de referencia adoptado en el WGS84 respecto al que utiliza el ITRF (GRS80) en el parámetro de achatamiento.

Parámetro	ITRS	WGS84
Semieje mayor (a)	6 378 137 m	6 378 137 m
Semieje menor (b)	6 356 752.31414 m	6 356 752.31424 m
Factor de achatamiento	1/298.257222101	1/298.257223563
Velocidad angular (w)	7 292 115x10 ¹¹ rad/seg	7 292 115 x 10 ¹¹ rad/seg
Constante gravitacional (GM)	3 986 005x10 ⁸ m ³ /seg ²	3 986 005 x 10 ⁸ m ³ /seg ²

Por que no trabajar con WGS84 como Datum Oficial.



ITRF	WGS84
✓ Sistema cartesiano tridimensional	✓ Sistema cartesiano tridimensional
✓ Velocidades definidas	
✓ Determinado por 5 técnicas extraterrestres	✓ Determinado por una técnica extraterrestre
✓ Mas de 300 estaciones	✓ 5 estaciones
✓ Información abierta	✓ Información restringida
✓ Elipsoide GRS80	✓ WGS84

El materializar el sistema de referencia es establecer puntos físicos sobre el terreno y que es necesario e indispensable para los trabajos geodésicos cartográficos y topográficos dentro de un territorio a esto se le llama Marco de referencia.

En este sentido el WGS84 solo presenta 5 estaciones como marco de referencia y ninguna esta en México y el ITRF92 tiene más de 300 estaciones.

V.4.2.- ITRF92 y NAD27

De acuerdo a las modificaciones a las normas sobre levantamientos geodésicos en 1998 nuestro actual marco de referencia es el ITRF92.

El NAD27 es un datum antiguo que en su tiempo resolvió las necesidades de Geodesia y cartografía. Los ITRF son sistemas que ubican el centro de sus ejes de referencia en el geocentro de la masa de la tierra y el NAD27 no.

El ubicar un mismo punto en NAD27 e ITRF92 si difiere en una distancia “considerable” para ciertas escalas.

Para transformar del NAD27 al ITRF92, INEGI utiliza un procedimiento a través de un programa desarrollado por el denominado TRANINV (Transformación inversa), el cual moldea sus discrepancias.

Debemos recalcar que el TRANINV fue creado con la intención fundamental de poder utilizar la cartografía existente en NAD27, junto con el marco geodésico de referencia definido en el ITRF92 época 1988.0

TEMA VI.- CARTOGRAFÍA MINERA.

VI.1.- CARTOGRAFÍA

La cartografía es una disciplina cuyo estudio ha de capacitar al individuo para representar de modo claro y atractivo los elementos propios de un mapa. Para ello es preciso asimilar ciertos principios e ideas básicas; claro está que el arte cartográfico evoluciona continuamente, pero también es conservador. Los cambios en la forma de representación de la Tierra se lleva a cabo poco a poco y con gran prudencia.

Deben conocerse las proyecciones más comúnmente empleadas, y de estar en condiciones de poderlas construir. Un paso más avanzado en el estudio de la cartografía lo constituye la preparación de mapas especiales y la de globos y relieves.

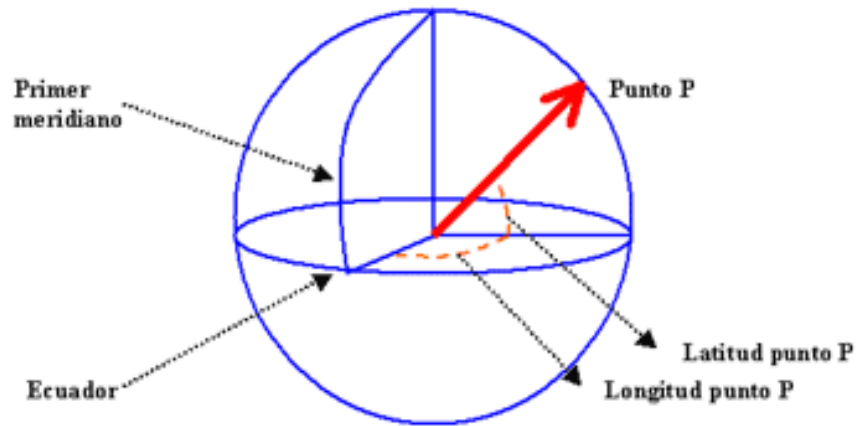
Es muy fácil trazar sobre una esfera un sistema de paralelos y meridianos, pero su representación en un plano requiere un estudio especial, ya que la superficie esférica no puede desarrollarse sobre un plano sin que se deforme o se rompa.

Para conocer las coordenadas de cualquier punto en el globo terráqueo se utiliza el sistema de coordenadas geográficas, este sistema divide la tierra en una serie de anillos imaginarios paralelos al ecuador (llamados paralelos) y una serie de círculos perpendiculares a los mismos que convergen en los polos (los llamados meridianos).



El origen de las coordenadas se sitúa en el punto donde se corta el ecuador con el primer meridiano, el llamado meridiano de Greenwich (el cual debe su nombre a la ciudad con el mismo nombre situada en Inglaterra). Así pues y como veremos en la siguiente figura, un punto cualquiera queda delimitado por la distancia a la que se encuentra tanto del ecuador como del meridiano de Greenwich, esta distancia dado que como sabemos la tierra

es un cuerpo esférico será una distancia angular formada por dos pares de puntos longitud y latitud.

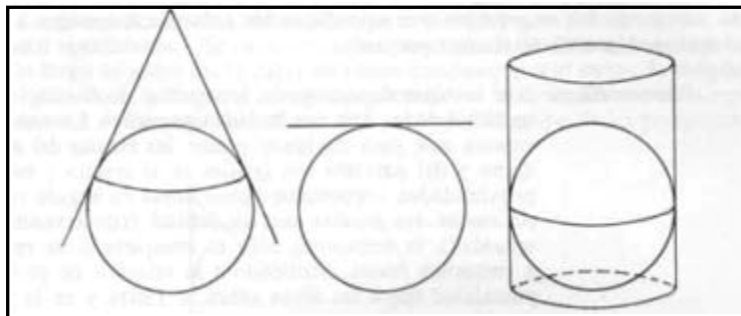


VI.1.1.- TIPOS DE PROYECCIONES QUE SE UTILIZAN ACTUALMENTE

Las proyecciones se clasifican de acuerdo a:

a.- La superficie desarrollable que utilizan. Puede ser:

- Cónica
- Cilíndrica
- Plana



Cónica, Plana y Cilíndrica

b.- Puntos de tangencia con la esfera. Pueden ser:

- Ecuatorial
- Polar
- Transversal

c.- Su origen. Pueden ser:

- Desarrollables

- Matemáticas

d.- Origen de las proyectables (punto desde donde se visualiza la proyección de los puntos). Pueden ser:

- Gnomónicas: Si el origen de las visuales es el centro de la tierra.
- Estereográficas: Si el origen de las visuales está en la superficie de la tierra.
- Ortográficas: Si el origen de las visuales está en el infinito.

PROYECCIÓN MERCATOR

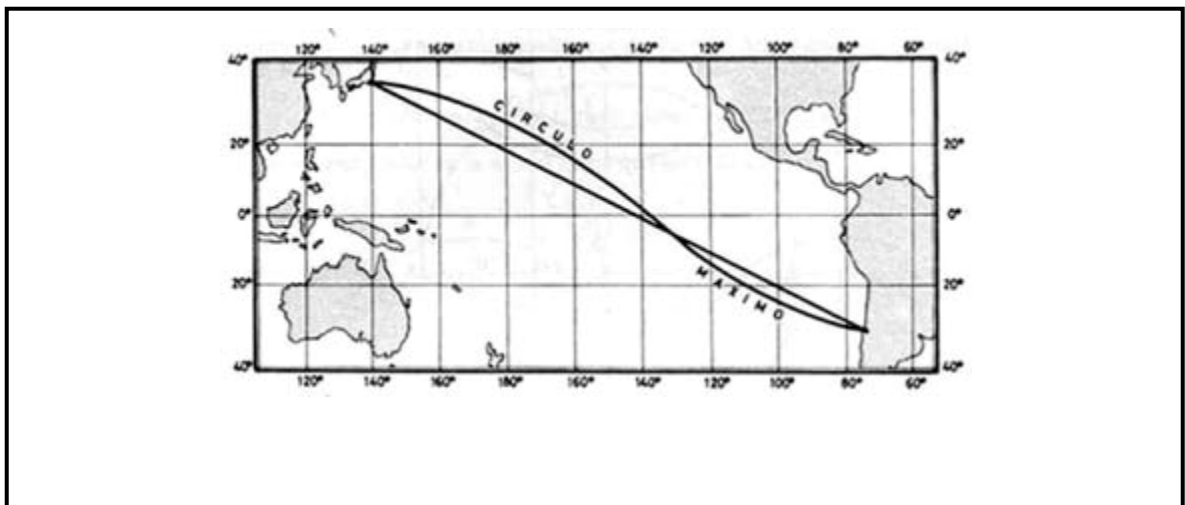
La proyección cilíndrica no advierte distorsiones en las zonas próximas a la línea de tangencia, La Mercator es una proyección cuya solución es matemática, aunque tiene origen cilíndrico. Ello significa que existen ecuaciones de los puntos geográficos y en la que:

1. Se cumple que:

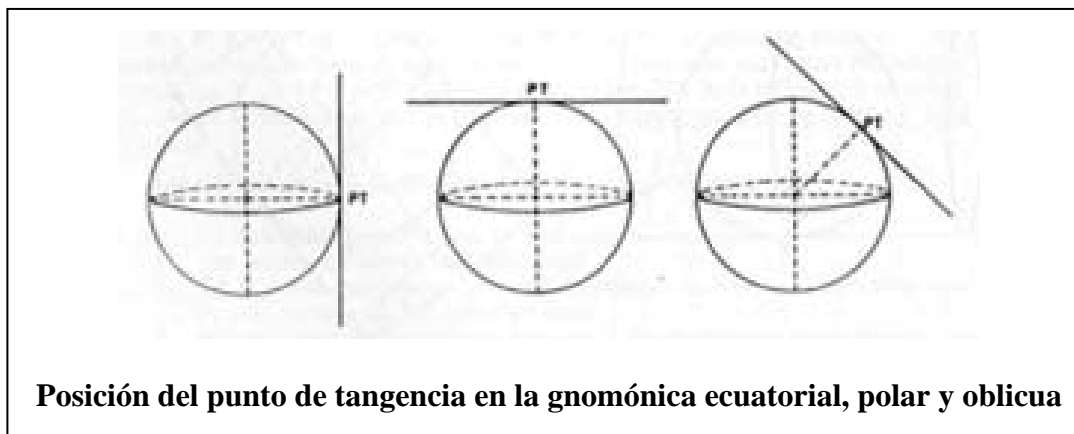
- a.- La línea de rumbo o loxodrómica se representa por una recta.
- b.- Los rumbos y demarcaciones se representan con su valor trazándose y midiéndose con facilidad.
- c.- Las distancias se miden fácilmente.
- d.- Las demarcaciones y los rumbos se representan por su valor en el punto de trazado.
- e.- Para distancias pequeñas la línea de demarcación se representa por una recta.
- f.- Para áreas pequeñas se conserva la forma de los accidentes geográficos.
- g.- El sistema de coordenadas geográficas es rectangular.

2. Las objeciones que tiene son:

- a.- La escala de distancias no es uniforme.
- b.- Los polos no tienen representación.
- c.- En la representación de grandes superficies se acusa distorsión que es más notoria en latitudes altas.
- d.- No se guarda proporcionalidad en la representación de las superficies para distintas latitudes.



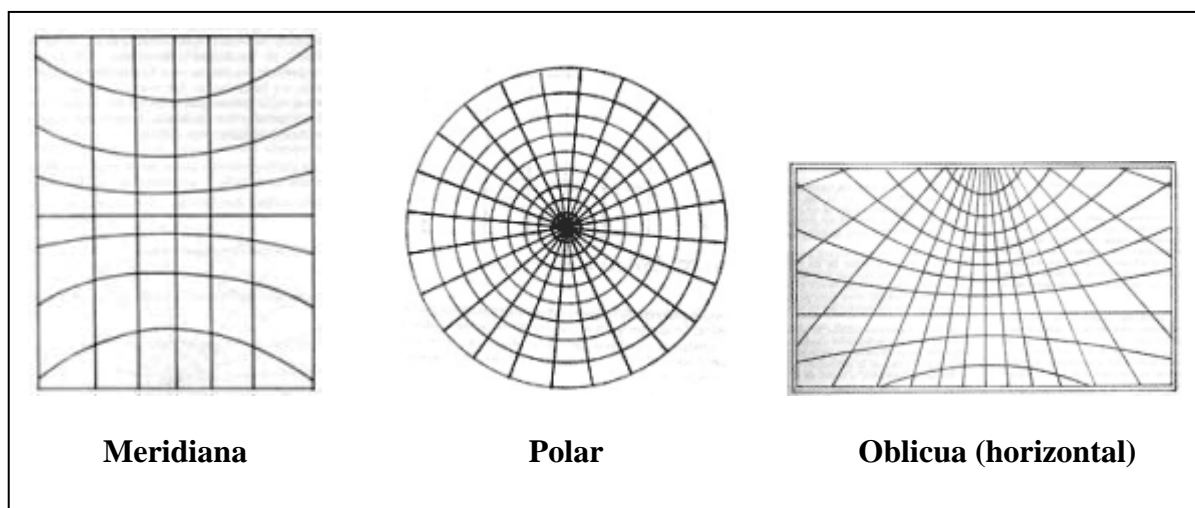
Aspecto de la carta Mercator y de la loxodrómica y el círculo máximo sobre ella.



PROYECCIÓN GNOMONICA

Es la proyección más antigua (600 A.C.), se caracteriza porque en ella cualquier círculo máximo queda representado por una línea recta. En ella, el origen de las visuales está en el centro de la Tierra y la superficie de proyección es un plano tangente en:

- El Ecuador: Meridiana.
- El Polo: Polar.
- Cualquier punto intermedio: Oblicua u horizontal.



VI.2.- CARTOGRAFÍA DIGITAL

La Cartografía Minera Digitalizada incorporada a Internet (SIDICAR-INTERNET) tiene por objeto permitir al minero o perito minero conocer la ubicación de los lotes mineros en el terreno ya sea de Solicitudes o de títulos de Concesión Minera Vigentes y por consecuencia poder determinar si su yacimiento mineral de interés se encuentra en terreno libre total o parcialmente o bien el terreno ya que se encuentra ocupado por otro con mejores derechos. Lo anterior con base a los datos cartográficos reportados en su momento en los correspondientes Trabajos Periciales.

Para la obtención de esta cartografía se siguió una recapitulación de los lotes mineros en la Dirección General de Minas, para solicitar la información respecto de la cartografía minera y expedición de planos se solicita por medio de un formato a la Dirección General de Minas (Formato SE-10-024).

Nuestra Ley Minera define al lote minero como un sólido de profundidad indefinida, limitado por planos verticales y cuya cara superior es la superficie del terreno, sobre la cual se determina el perímetro que comprende. Los lados del perímetro del lote deben estar orientados astronómicamente (es decir, no magnéticamente) norte-sur y este-oeste, y ser de 100 metros o múltiplos de 100 metros, salvo cuando por razón de colindancias no puedan cumplirse dichos requisitos. Si nos olvidamos por un momento de esta excepción por razón de colindancias, podemos concluir que el tamaño mínimo del lote minero en México es de una hectárea (100 X 100 metros), y que los lotes más grandes están constituidos por múltiples cuadrados contiguos de una hectárea cada uno. De hecho, sin quererlo, en México dimos los primeros pasos hacia la adopción del sistema de la cuadrícula cuando la ley minera de 1975 exigió que los lotes mineros estén orientados norte-sur y este-oeste.

Algunos países han adoptado o están en el proceso de adoptar el sistema comúnmente llamado de la "cuadrícula" para determinar la forma y el posicionamiento de los lotes mineros, que esencialmente consiste en que los lotes mineros estén constituidos por uno o más cuadrados fijos cuya posición coincide con un sistema de coordenadas geográficas y que se identifican con referencia a dicho sistema de coordenadas. A este cuadrado se le conoce como la "unidad catastral" del catastro minero.

En la cuadrícula de la figura 1, los cuadrados representan unidades catastrales, las letras y números representan coordenadas geográficas, y el cuadrado sombreado representa un lote minero, que se puede identificar como "lote D-4". En la figura 2, el lote minero está formado por varios cuadrados y se identifica como "lote B-3, C-3, C-2, D-2".

	A	B	C	D	E		A	B	C	D	E
1											
2											
3											
4											
5											

El sistema de la cuadrícula ofrece varias ventajas:

- 1) La representación gráfica de los lotes mineros es mucho más sencilla cuando sus ángulos son rectos y sus lados son de medidas uniformes. Esta ventaja, como ya mencionamos, ya existe en México, salvo por la excepción de colindancias.
- 2) Al ser los lotes por definición contiguos, desaparecen tanto los huecos (que tantos problemas han causado últimamente) como los lotes sobrepuestos.
- 3) Al ser la posición de los lotes fija e identificable a partir de un sistema de coordenadas preestablecido, se simplifica enormemente el otorgamiento de concesiones sobre los mismos. Las concesiones podrían otorgarse de manera instantánea, ya que el carácter libre de los cuadrados solicitados que conforman el lote minero se podría constatar de inmediato, y ya no serían necesario presentar en ese momento trabajos periciales, ni fotografías del punto de partida, ni cumplir requisito alguno respecto a la posición del lote adicional a sus coordenadas de identificación. Inclusive, el carácter libre de los terrenos se podría consultar por Internet y las concesiones se podrían solicitar y otorgar también por Internet, pagando los derechos de la solicitud con tarjeta de débito o crédito, sin perjuicio de hacerlo de la manera tradicional. (Hasta las solicitudes simultáneas se pueden manejar por Internet, pero no deseo exponer el posible procedimiento para no distraer la atención del tema principal).
- 4) Las reducciones y divisiones (siempre respetando a la unidad catastral) y unificaciones de lotes se vuelven igualmente muy sencillas al ser innecesaria la presentación de trabajos periciales.

- 5) Las declaratorias de libertad de terreno abandonado se vuelven más fáciles de emitir por parte de la autoridad y el terreno más fácil de ubicar por los posibles interesados en solicitarlo.
- 6) Se obtiene un catastro minero más confiable.

Hay que hacer notar que la labor de los peritos mineros de ninguna manera desaparecería con la adopción del sistema de cuadrícula. Si bien bajo el sistema actual su trabajo consiste en llevar al papel la ubicación de los lotes sobre el terreno, bajo la cuadrícula tendrían que hacer lo inverso, o sea llevar la ubicación del lote del papel al terreno.

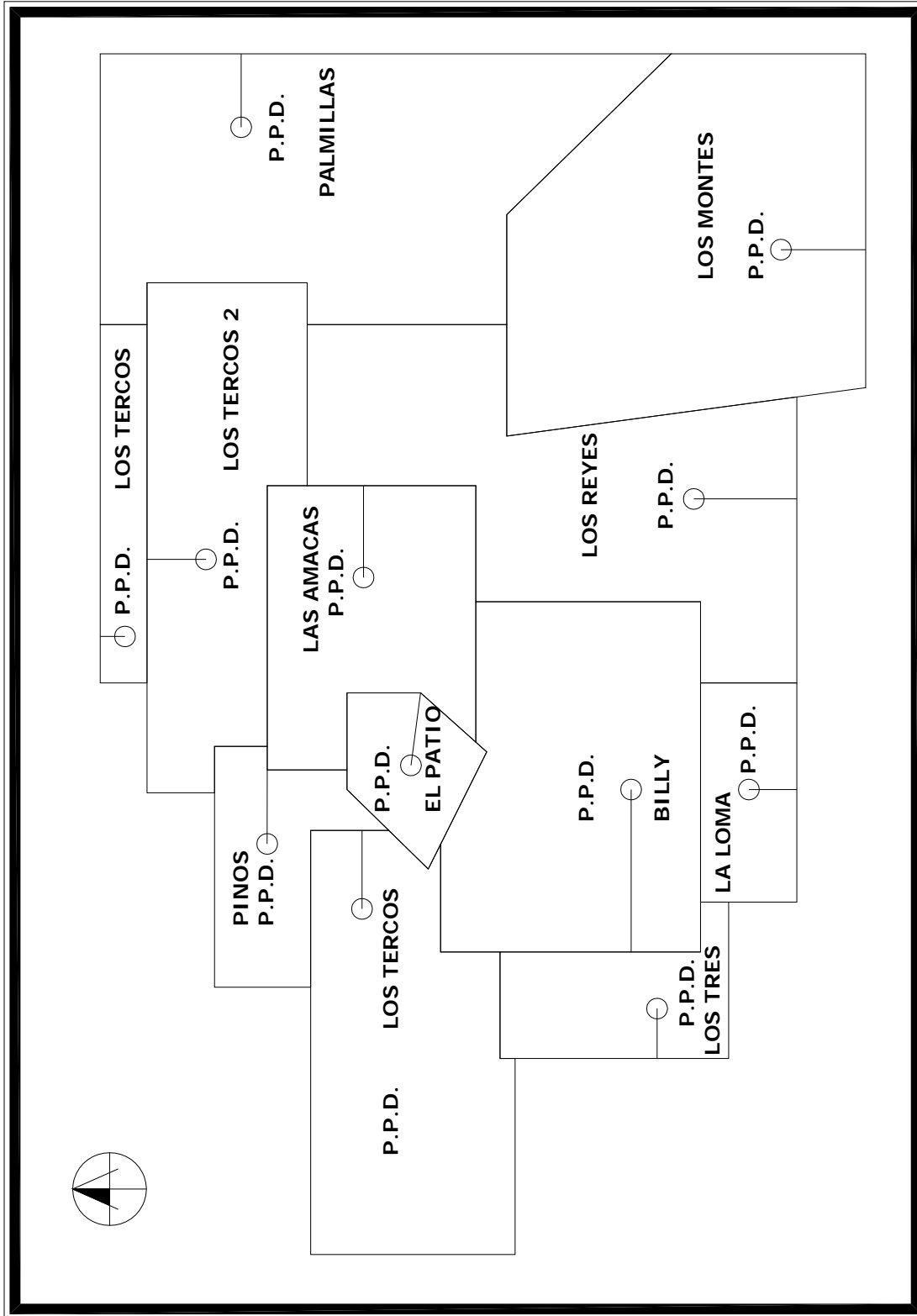
Si el tamaño de la unidad catastral o cuadrado que se adopta es de una hectárea, la adopción del sistema de cuadrícula no representaría ninguna desventaja, ya que, como dijimos, el lote minero mínimo actual es de una hectárea. Sin embargo, dicha superficie es muy pequeña para que el sistema funcione eficientemente. Un cuadrado de ese tamaño en un mapa con escala 1:200,000 sería de medio milímetro por medio milímetro, o sea casi un punto, y a escala 1:50,000 sería de 2 X 2 milímetros. El cuadrado de 25 hectáreas me parece el mínimo recomendable, ya que en un mapa de 1:200,000 corresponde a un cuadro de 2.5 X 2.5 milímetros, y en un mapa 1:50,000 a un cuadro de 1 X 1 centímetros. Lo ideal sería una unidad catastral de 1000 X 1000 metros, ya que a las escalas señaladas equivaldría respectivamente a cuadros de 5 X 5 milímetros y 2 X 2 centímetros y, más importantemente, corresponde a la cuadrícula de la Proyección Universal Transversa de Mercator (UTM).

Sea cual sea el tamaño del cuadrado (mayor a 100 X 100 metros) que se adopte, el resultado será que el tamaño de los lotes mineros necesariamente será mayor, por lo que como parte de esta reforma será conveniente reducir el monto de los derechos sobre minería y de las obligaciones mínimas de inversión en obras y trabajos para que dichas cargas permanezcan al mismo nivel que las actuales. El efecto recaudatorio negativo de esta reducción de los derechos se vería compensado por la mayor recaudación proveniente de la agilización en el otorgamiento de concesiones, sobre todo tratándose de terrenos abandonados que actualmente tardan mucho en ser declarados libres.

Para ir convirtiendo los lotes actuales paulatinamente al nuevo sistema, un aspecto que hay que atender es la situación del terreno libre que por razón de colindancias no coincida con la cuadrícula..

- a) El terreno libre de aquellos cuadrados parcialmente ocupados por un solo lote minero se integre automáticamente a dicho lote minero
- b) Cuando existan dos o más lotes y terreno libre en un cuadrado el terreno libre automáticamente pase a formar parte del lote más grande (y si los lotes son igualmente grandes que pase a formar parte del más antiguo).

En cuanto al terreno que vaya quedando libre con posterioridad a la reforma en cuadrados donde existan otro lote o lotes, también se integrará automáticamente conforme a las reglas descritas. A la crítica de que se estaría obligando al concesionario a tener más terreno del deseado.



CARTOGRAFIA DE LOTES MINEROS

CONCLUSIONES

Para la realización de los trabajos periciales es importante tener conocimiento de conceptos y temas relacionados con la minería, cartografía, topografía y geodesia. Por tal motivo es el interés que tuve para la elaboración de este trabajo. Los trabajos periciales se realizan tanto en oficina, como en campo, en la investigación del lote minero a estudiar, recopilando información de los lotes mineros colindantes, así como en la Subdirección General de Minas de las diferentes entidades que les corresponden, como en trabajo de campo realizando levantamientos topográficos, observaciones astronómicas o posicionamientos con equipo GPS, para la obtención de ligas entre los lotes mineros.

Estos trabajos han sido realizados por años por un perito minero, no importaba que estudios tenía pero se les otorgaba el registro; en la actualidad se trata que los peritos mineros sean profesionistas, ingeniero de minas, ingeniero geólogo, ingeniero Topógrafo e ingeniero civil, titulados.

El ingeniero Topógrafo y geodesta no nada mas se desarrolla en la realización de levantamientos topográficos si no que abarca una área muy extensa en diferentes disciplinas de la ingeniería.

En virtud de lo cual, este trabajo lo realice para tener un apoyo en el estudio de los trabajos periciales y para darnos cuenta de la importancia que tiene el Ingeniero Topógrafo y Geodesta en el área de la minería en México y en otros países.

BIBLIOGRAFÍA

- Apuntes de Cartografía
Autor: Federico Alonso Lerch
División de Ingeniería Civil, Topográfica y Geodesica
Departamento de Cartografía y Geodesia
Facultad de Ingeniería
Universidad Nacional Autónoma de México
- Cartografía General
Autor: Erwin Raisz
Traducida: Ing. José Maria Mantero
Ediciones Omega, S.A.
Plató, 26 – 08006
Barcelona
- Ley Minera
Tercera edición
Ediciones Delma
- Métodos Topográficos
Autor: Ing. Ricardo Toscano
Editorial Porrúa, S.A.
- Subred Geodesica Minera
Instituto Nacional de Estadística Geográfica e Informática
México 1994
- Topografía por Satélite
Autor: Gregory J. Hoar
Magnavox
Torrance, California
- Topografía
Autor: Ing. Miguel Montes de Oca
Representaciones y servicios
de ingeniería, S.A. - México
- Internet
SECOFI <<http://www.secofi.gob.mx>>