

000562

**MODULO DE INFORMACION MINERA DE GUATEMALA**



UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA  
Facultad de Ciencias y Humanidades

MODELO DE TRABAJO PROFESIONAL  
**MODULO DE INFORMACION MINERA DE GUATEMALA**

MARCO ANTONIO GIRON LOPEZ

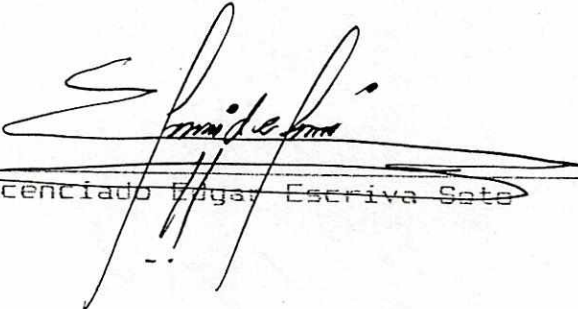
Trabajo de investigación presentado para optar  
al grado académico de


Ingeniería en Ciencias de la Computación

Guatemala

1992

(f)   
~~Ingeniero David Alvarez~~

(f)   
~~Licenciado Eugenio Escrivá Soto~~

(f)   
~~Ingeniera Marta Julia Fernandez~~

Fecha de aprobación : 28 de enero de 1,993

A Dios

A Guatemala

A mis Padres y Hermana

A la Universidad del Valle de Guatemala

## RESUMEN

El Modulo de Información Minera de Guatemala es un conjunto de datos (archivos) y programas que interactuando entre si permiten al personal de la Dirección General de Minería del Ministerio de Energía y Minas la automatización de las actividades de dos de sus secciones, Catastro Minero y Precios y Compilación de datos.

El Catastro Minero lleva así un mejor control de los derechos mineros otorgados para la exploración y explotación minera. Y la Compilación de Datos y Precios, supervisa el movimiento de importación o exportación de aquellos productos considerados como mineros.

El sistema de información que se desarrolló para satisfacer las necesidades de la citada dirección general, fue desarrollado con lenguajes de programación de alto nivel y un sistema de computación multiusuario, después de desarrollar toda una actividad de análisis de sistemas.

## PREFACIO

El presente trabajo tiene como objetivo presentar la labor que se llevó a cabo en la Sección de Informática del Ministerio de Energía y Minas, conjuntamente con personal de la Dirección General de Minería, para desarrollar un sistema de información en el área de minería del citado ministerio.

Se exponen, en este modelo de trabajo profesional, conceptos de bases de datos del sistema de minería que comprende la base de datos de las secciones de Catastro y Precios y Compilación de Datos Mineros.

Hay que advertir que su creación y construcción no es obra exclusiva del autor, sino producto del trabajo de un conjunto de personas de las cuales el autor del presente documento formó parte.

La exposición que sigue no pretende ser exhaustiva pero sí dar una idea general de lo que es el sistema producido.

Asimismo, las opiniones expresadas son estrictamente personales y no representan necesariamente el punto de vista

del Ministerio de Energía y Minas, Dirección General de Minería ni de la Sección de Informática, dependencia de la Dirección General de Planificación y Desarrollo Energético.

## INDICE

	página
RESUMEN . . . . .	vi
PREFACIO . . . . .	vii
I. INTRODUCCION . . . . .	1
II. LA DIRECCION GENERAL DE MINERIA . . . . .	4
A. Objetivos y funciones de la Dirección General de Minería . . . . .	4
III. CONCEPTOS GENERALES . . . . .	7
A. Elementos de los sistemas de información .	7
1. Sistemas de información . . . . .	7
2. Estructuras de datos . . . . .	11
3. El procesamiento de datos . . . . .	15
B. El análisis y desarrollo de sistemas . . .	16
1. El análisis de sistemas . . . . .	16
2. El desarrollo de sistemas . . . . .	17
IV. EL COMPUTADOR Y LAS HERRAMIENTAS DE	

PROGRAMACION . . . . .	18
A. El computador . . . . .	18
B. Las herramientas de programación . . . . .	19
1. El manejador de bases de datos. . . . .	19
2. El lenguaje de programación empleado. . . . .	22
3. Los intrínsecos del Hewlett Packard. . . . .	22
4. El utilitario Query. . . . .	23
 V. EL DESARROLLO DEL SISTEMA . . . . .	 25
A. El análisis . . . . .	25
1. El flujo de información en el Catastro Minero . . . . .	26
2. Los requerimientos de la Sección de Catastro . . . . .	29
3. El flujo de información en la Sección de Precios y Compilación de Datos . . . . .	30
4. Los requerimientos de la Sección de Precios y Compilación de Datos . . . . .	32
B. El modelo conceptual . . . . .	34
1. La base de datos BMINAS . . . . .	34
2. La seguridad del sistema . . . . .	38
C. El modelo físico . . . . .	40

1. Los archivos . . . . .	40
2. Los programas. . . . .	41
3. La puesta en marcha . . . . .	43
4. La documentación . . . . .	44
VI. CONCLUSIONES . . . . .	47
VII. RECOMENDACIONES . . . . .	49
VIII. BIBLIOGRAFIA . . . . .	51
APENDICE . . . . .	54

## I. INTRODUCCION

El Ministerio de Energía y Minas, como parte de un proceso de modernización, decidió impulsar el desarrollo de un sistema de información, basado en un computador, que almacenará y procesará datos de todas sus áreas de acción, Hidrocarburos, Minería y Otras Fuentes de Energía Renovables.

Un sistema de información que fuera soporte en la toma de decisiones tanto a nivel "gerencial" ( Ministro y Directores Generales) como operativo (departamentos y secciones de la institución).

Fue a partir de 1,986 que se iniciaron los estudios para la implantación de sistemas de información basados en computadores. Se adquirió a través del Plan para el desarrollo de las Naciones Unidas un computador Hewlett Packard y sus periféricos, y se inició el diseño del S.I.E.N. (Sistema de Información Energético Nacional) que en 1,988 tomó el nombre de S.I.E.M.I.G. (Sistema de Información Energético y Minero de Guatemala). La Organización Latinoamericana de Energía (OLADE), y el Laboratorio de Los Alamos, en Nuevo México, colaboraron con asesorías y equipos para el diseño e

implantación de sistemas de información en el área de planificación energética.

En 1,987 se inició e implantó un módulo de información para control de las importaciones y exportaciones de productos mineros, responsabilidad de la sección de Precios y Compilación de Datos de la Dirección General de Minería. Este sistema inicial adolecía de falta de seguridad y de varias inconsistencias, por lo que el tiempo empleado en correcciones era mucho y costoso. Los tiempos de respuesta de la consulta más simple eran largos y la confiabilidad poca.

En 1,988, se decidió rediseñar el módulo minero, y a su vez generar otro que almacene y procese la información correspondiente al Catastro Minero de Guatemala, integrándolos al mismo tiempo al S.I.E.N., que entonces tomó el nombre de S.I.E.M.I.G.

Fue entonces cuando empezó el proceso de diseño de una base de datos que almacene los datos de la Dirección General de Minería, información que se deberá utilizar en el soporte de decisiones de dicha Dirección General.

El sistema de información minera, su base de datos y procesos, es desarrollada e implantada, siendo totalmente

independiente de los módulos de Hidrocarburos y Otras Fuentes de Energía. El sistema a su vez está formado por dos submódulos, independientes entre sí, aunque comparten algunos elementos (archivos con información común).

En el primer capítulo de este documento, se expondrán los objetivos y funciones de la Dirección General de Minería. En el segundo capítulo, los elementos que deben considerarse en un sistema de información. En el tercer capítulo, los elementos que fueron utilizados para el desarrollo del sistema. En el capítulo cuarto lo referente al computador y herramientas de programación. Y por último en el capítulo quinto, se exponen las relaciones y estructuras en que se basa el sistema, su diseño tanto conceptual o lógico como físico.

## II. LA DIRECCION GENERAL DE MINERIA

### A. Objetivos y funciones de la Dirección General de Minería

Las funciones del Ministerio de Energía y Minas con relación al sector minero, a través de la Dirección General de Minería, se encuentran orientadas, fundamentalmente, en fomentar y controlar las operaciones mineras, velando por el aprovechamiento técnico racional de los recursos minerales de Guatemala (Informe Estadístico 1988 : 10-11).

Dicha Dirección General tiene los objetivos siguientes (Memoria de Labores 1988 : 13):

- Promover la exploración y evaluación de los recursos minerales metálicos, no metálicos y reactivos existentes en el país.
- Promover y fomentar el aprovechamiento de los recursos minerales del país, en forma racional y técnica.
- Procurar la tecnificación de las operaciones mineras.
- Promover la planificación y ejecución de proyectos de exploración, que redunden en un mayor desarrollo del sector minero de país.
- Fomentar el conocimiento de aspectos relativos a la seguridad minera, y velar por su aplicación.
- Divulgar el conocimiento sobre los recursos minerales del país y sobre la actividad minera nacional.

Y sus funciones son las siguientes:

- Llevar y mantener actualizado el Catastro Minero.
- Llevar a cabo la supervisión y control técnico, a través de actividades de campo y gabinete, de las operaciones mineras que se realicen en el país.
- Brindar asistencia técnica y administrativa a titulares de derechos mineros, así como a personas en general que estén interesadas en el sector minero y/o deseen realizar operaciones mineras en el país.
- Fomentar el uso de técnicas y equipo minero adecuado al tipo de operaciones mineras a ejecutarse, velando que los aspectos de seguridad minera sean cumplidos.
- Planificar, recomendar, organizar, ejecutar y evaluar proyecto mineros de exploración.

El régimen minero actualmente vigente en el país, establece las categorías de actividad siguientes :

a) Reconocimiento

Consiste en efectuar estudios con el objeto de localizar áreas mineras.

b) Aprovechamiento ocasional

Es el aprovechamiento de las sustancias minerales de aluvión en lavaderos y placeres, son sustancias extraídas en forma manual a escala pequeña y con comercialización local.

6

c) Exploración

Es la actividad de localizar y evaluar yacimientos de sustancias minerales.

d) Exploración de canteras

Consiste en extraer, procesar, transportar y disponer las sustancias de yacimientos de roca o arena usados en la elaboración de concreto o para acomodamientos de suelos.

e) Explotación de minas

Consiste en explotar sustancias minerales específicas. Se realiza por medio de contrato con el Estado de Guatemala.

f) Procesamiento

Se establecen tres tipos de servicio: privado, público y mixto.

### **III. CONCEPTOS GENERALES**

#### **A. Elementos de los sistemas de información**

Se explicará en forma breve qué elementos deben considerarse en el diseño e implantación de un sistema de información.

##### **1. Sistemas de información**

Los sistemas de información son entidades abstractas, por medio de las cuales los datos pasan de una persona o unidad a otra y puede realizarse cualquier actividad, desde comunicaciones, hasta un sistema basado en computadoras que genere informes periódicos a diferentes usuarios.

Los sistemas de información son como cualquier otro sistema dentro de una empresa o institución en cuanto que tienen propósitos e interactúan con otros componentes de la misma. Los sistemas de información están integrados por subsistemas que incluyen el hardware, el software y el almacenamiento de datos para los archivos y bases de datos. La importancia de estos radica en que puedan presentar a sus usuarios finales, en tiempos relativamente cortos, información y datos que sean útiles (oportunos en el momento) y confiables.

El conjunto completo de sistemas de información de una empresa o institución constituye el Sistema de Información Gerencial<sup>1</sup>. Con este sistema, todo directivo dispone de su propio sistema de información que puede ser computarizado o no.

Actualmente se considera a la información como un activo más dentro de la empresa (Villanueva 1987 : 116), lo mismo que el dinero, equipo y personal. Si uno de los objetivos de la institución, en referencia al Ministerio de Energía y Minas, es producir el o los servicios correctos, en el momento correcto y con la cantidad correcta de recursos, resulta imprescindible que los directivos tengan a mano la información precisa, oportuna y adecuada. El sistema de información debe brindar a todos los niveles la información que facilite la toma de decisiones. Esto ha motivado a rebautizar a los Sistemas de Información Gerencial, como Sistema de Apoyo a las Decisiones (o Decision Support Systems, o DSS por sus siglas en Inglés).

Para cumplir con sus propósitos, los sistemas interactúan con su "medio ambiente", es decir, cualquier entidad que está

---

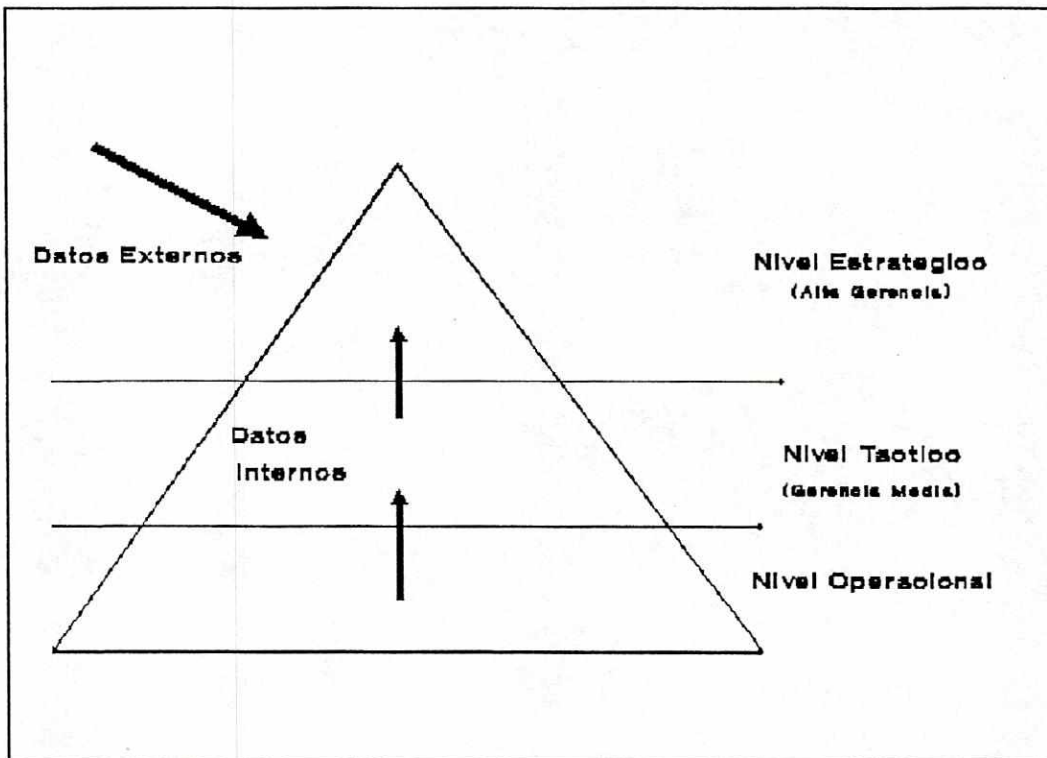
<sup>1</sup> Al que se llamara de ahora en adelante SIG

fuera de los límites del sistema. Los sistemas que de su medio ambiente reciben entradas y producen salidas, son "sistemas abiertos", en contraste con los que no interactúan con su medio ambiente, los "sistemas cerrados", que existen sólo en forma conceptual.

Un sistema de información debe perseguir los siguientes objetivos:

- Captar y/o generar todos los datos pertinentes a las operaciones de la empresa. "Todos los datos pertinentes", significa los datos necesarios para la toma de decisiones y no "abundancia de datos".
- Procesar los datos en la forma más eficiente y económica, utilizando al máximo las técnicas modernas de administración de empresas. Muchas veces las computadoras no son aprovechadas en toda su capacidad, pues son usadas exclusivamente por su velocidad para operar datos, olvidándose que se pueden emplear en el desarrollo de análisis complejos, que podrían traer grandes beneficios.
- Producir información adecuada, precisa y oportuna, según requiera en cada nivel gerencial. La integración de sistemas debe ser tanto vertical como horizontal. El siguiente

diagrama explica cómo está dividida la información por su tipo de destinatario.



Procesamiento vertical versus horizontal de la información de gestión, tomado de "Computadoras y procesamiento de datos", del Dr. Julio Villanueva-Lara

Los sistemas que corresponden al nivel estratégico apoyan la toma de decisiones de los ejecutivos, los de nivel táctico respaldan a la gerencia media, en tanto que los sistemas operacionales apoyan los procesos de producción.

A medida que se asciende en el nivel de decisiones, mayor

será la dependencia de datos externos para la adopción de decisiones. Lo contrario ocurre a niveles de operación y/o supervisión, donde la mayor parte de las decisiones depende en su totalidad de datos internos.

## **2. Estructuras de datos**

Las estructuras de datos son técnicas para lograr la organización lógica de datos en un sistema de computadoras. Para los sistemas de información, la "estructura de datos" es un conjunto de datos relacionados entre sí y que describen en forma colectiva un componente del sistema (Senn 1982 :132).

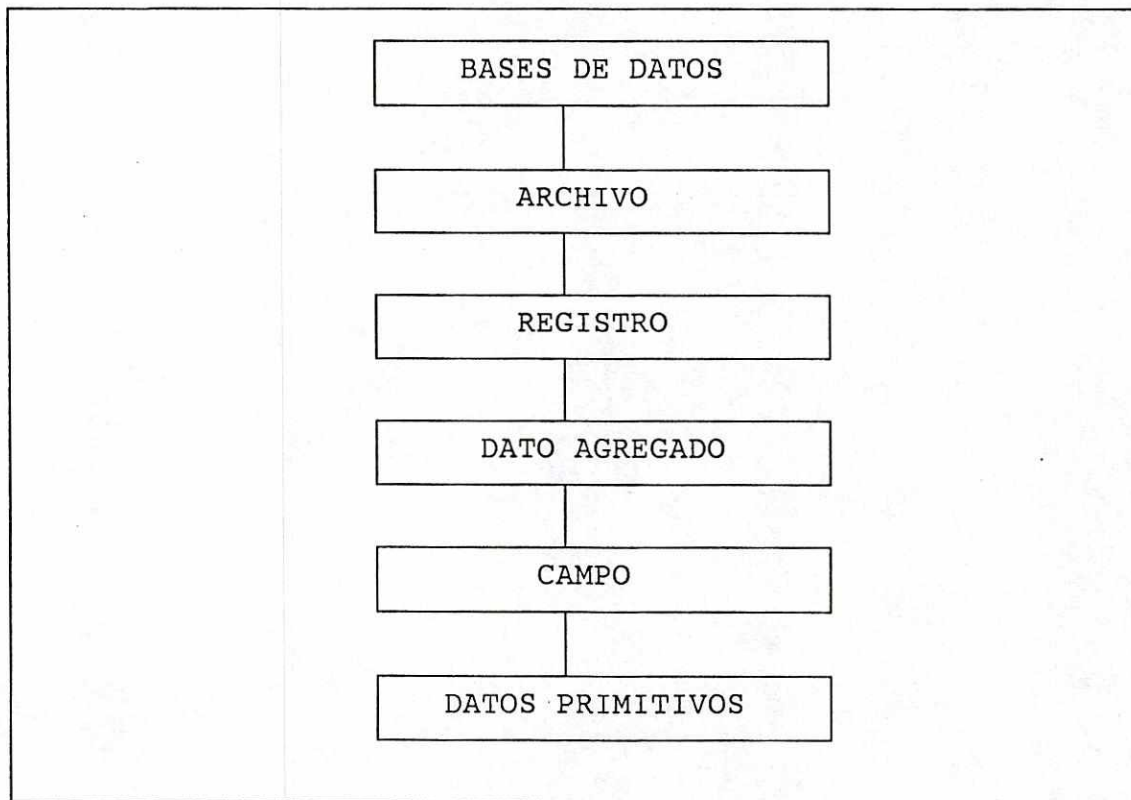
No deben confundirse Estructura de Datos con Tipos de Datos, pues, un Tipo de Dato determina el conjunto de valores al cual pertenece una constante o el cual puede ser tomado por una variable o expresión (Wirth 1986 : 22).

Para ser útiles, los datos deben estar organizados en forma lógica y consecuente. Los datos organizados y procesados de manera significativa que facilitan su interpretación y la toma de decisiones se denominan información. La información es subjetiva y su significado depende de la interpretación del receptor (Villanueva 1987 : 74).

Los datos son entidades relativas a personas, objetos, lugares y acontecimientos. Una entidad es una unidad básica de información descrita mediante sus atributos (es decir sus características) y mediante sus relaciones con otras entidades. Los datos son la forma más conveniente de representar a los atributos de las entidades para su almacenamiento y procesamiento.

Es importante distinguir los términos "dato" e "información", ya que existe la tendencia a utilizarlos indistintamente y, a menudo, a considerarlos sinónimos. Sin embargo, en Informática es elemental distinguirlos.

Los datos, en un Sistema de Información, pueden ser organizados conforme la jerarquía de organización que se presenta en el siguiente diagrama.



A continuación se explica brevemente cada uno de los tipos de datos presentados:

a) Datos primitivos, estos constituyen la unidad mínima de información. Formado por el conjunto de letras, números y otros símbolos.

b) Campos, Unidad fundamental de datos concerniente a una entidad. Dato elemental e indivisible que representa un atributo y consta de tres partes elementales: su nombre, su valor y su representación.

C) Datos agregados: son ciertos datos elementales que pueden estar formados de dos o más partes elementales. Como por ejemplo podría ser una fecha compuesta del día, el mes y el año. En la práctica pueden ser tratados como datos elementales.

d) Registros: son una colección de datos elementales usados para describir una entidad. A cada entidad que es "importante" controlar, corresponde un registro o varios.

e) Archivos. La colección de todos los registros de un mismo tipo se llama "archivo lógico". Es necesario diferenciar entre el "archivo lógico" y el "archivo físico". Este último es un medio de almacenamiento. El espacio ocupado por el "lógico" no necesariamente coincide con el que ocupa el "físico", este puede ocupar una porción del archivo "físico" o varios de estos.

f) Base de Datos es una colección de archivos, lógicamente interrelacionados y estructurados, independientes de los programas que los usan. La idea fundamental de una base de datos es que los mismos datos puedan ser usados por diferentes programas y/o usuarios, evitando así duplicación y redundancia.

Otras estructuras de datos a menudo usadas son :

- los arreglos, que son un conjunto ordenado y finito (existe un número específico) de elementos homogéneos.
  
- listas, que es una estructura flexible, porque puede crecer o disminuir, insertando o eliminando en cualquier posición.
  
- colas, estructura en que se puede insertar elementos en el extremo "anterior", y eliminar sólo en el extremo "posterior".
  
- pilas, donde todas las inserciones y/o eliminaciones se realizan en un determinado lugar o posición, El tope de la pila y
  
- Grafos, que son un conjunto de elementos (vértices ) y relaciones. Los árboles son un subconjunto de éstos.

Todas estas estructuras se pueden pensar como Tipos de Datos Abstractos, como un modelo matemático con una serie de operaciones definidas sobre él (Aho, Hopcroft y Ullman 1983 : 11). Pero todos ellos son generalizaciones de los datos primitivos.

### **3. El procesamiento de datos**

Por procesamiento de datos se entiende el conjunto de técnicas que permite reunir, manipular y diseminar datos para

alcanzar fines específicos. Los pasos básicos en el procesamiento electrónico de datos puede incluir la obtención de datos de entrada, operación sobre los datos por parte de la máquina según un programa almacenado y la producción de una salida deseada (Singelman y Longhurst 2 : 1987).

## **B. El análisis y desarrollo de sistemas**

### **1. El análisis de sistemas**

Por "Análisis de Sistemas" se entiende el proceso de revisión de los sistemas y de los procedimientos actuales y su posterior conversión para permitir que los datos se procesen en una computadora. Todo sistema consiste en una serie de procedimientos relacionados entre sí y diseñados para ejecutar una serie de tareas específicas (Senn 1982 :17).

Dado que los Sistemas de Información dan apoyo a otros sistemas de la institución, los analistas deben estudiar primero el sistema de la misma como un todo y después los detalles de los sistemas de información.

### **2. El desarrollo de sistemas**

Este consiste en el conjunto de actividades que los analistas, diseñadores y usuarios necesitan llevar a cabo para poner en marcha un sistema. Estas actividades consisten en:

- Investigación preliminar
- Determinación de requerimientos

- Desarrollo de un sistema prototipo
- Diseño del sistema
- Desarrollo del Software
- Pruebas de los sistemas
- Puesta en marcha

En muchas ocasiones el orden de estas actividades será difícil de determinar, pues las diferentes partes de un proyecto pueden encontrarse al mismo tiempo en distintas fases.

#### **IV. EL COMPUTADOR Y LAS HERRAMIENTAS DE PROGRAMACION**

En esta sección se describen las herramientas empleadas para desarrollar el Módulo de Información Minera. Se divide en el computador y las herramientas de programación.

##### **A. El computador**

El computador donde se implantó el sistema es un Hewlett Packard 3000, serie 30, con la configuración siguiente : 1.2 megabytes de memoria principal, un disco duro de 50 megabytes, un disco de 320 megabytes, y como periféricos : una unidad de cinta de 1600 bpi, cinco terminales HP 2392A (la Dirección General de Minería puede hacer uso de dos), una consola y una impresora HP 2563, de una velocidad de impresión de 300 líneas por minuto.

Al computador HP 3000, ocasionalmente se puede conectar un microcomputador por medio del programa Reflection, lo que incrementa el número de terminales, y también permite el traslado de datos entre un computador y otro. Esto último es de gran beneficio, pues se puede utilizar la información almacenada en el HP 3000, con paquetes muy versátiles desarrollados para microcomputadoras, tales como graficadores y/o hojas electrónicas.

El computador permite la definición de cuentas y grupos, en las cuales se ubican los usuarios, y dentro estas cuentas y grupos se les asigna atribuciones o capacidades.

## **B. Las herramientas de programación**

### **1. El manejador de bases de datos.**

El manejador de bases de datos empleados es IMAGE en su versión Turbo Image<sup>2</sup>, sistema propio de Hewlett Packard, que fue desarrollado en 1974, y que posee las siguientes características (Wiederhold 1982:821,828) :

- Lenguaje anfitrión al que se ingresa por medio de CALL,
- Definición de un esquema,
- Protección de la privacidad,
- Organización secuencial de archivos, y archivos de acceso inmediato,
- Organización de redes,

El beneficio de usar un manejador de base de datos como Image, consiste en ahorrar tiempo (Turbo Image, 1985:1-3, 1-4, 1-5), en las áreas de :

- Consolidación de archivos. Esto da consistencia a la información, ya que un dato puede ser empleado en más de una aplicación, como ocurre en este sistema, al

---

<sup>2</sup> Cuando en el documento se haga referencia a Image, se estará haciendo alusión a la versión Turbo Image.

almacenarse una sola vez; cualquier aplicación que haga uso de él tendrá consistencia y confiabilidad.

- Independencia de programas. Al no depender los programas de las estructuras de datos se evita invertir un gran porcentaje del tiempo del equipo desarrollador en generación de programas nuevos, cuando las primeras sufren un cambio.
- Versatilidad. Los datos pueden ser alcanzados por más de una llave, y por más de un método.
- Acceso inmediato. El uso del utilitario Query o de intrínsecos en un programa evita grandes esperas en lo que se desarrolla un programa que genere un reporte u ordene los datos.
- Seguridad de los datos. El acceso de los usuarios finales a la información puede restringirse tanto a nivel de archivo como de campo. Además, el sistema operativo, MPE (Multi Programming Executive), implementa un nivel de seguridad por medio de la definición de cuentas, grupos y atribuciones (lectura, escritura y/o ejecución) de un usuario.

Cuando se desarrolla una nueva aplicación, se puede ahorrar tiempo en los siguientes aspectos :

- Desarrollo de programas. Una base de datos no necesita de programación para su definición, pues para esto se requiere sólo del Lenguaje de Definición de datos de Image.
  
- Mantenimiento de programas. Cuando se modifique una estructura de datos, sólo los programas que la usan serán modificados, no siendo necesario reconstruir toda la aplicación.

## **2. El lenguaje de programación empleado.**

El lenguaje de programación empleado es Pascal/3000, que es un superset del estándar de Pascal desarrollado inicialmente por Hewlett Packard, que a su vez es un superset del Pascal ANSI (Pascal/3000 1981:1-1). Se realizó todo el sistema en este lenguaje para estandarizar y facilitar el mantenimiento de programas en el futuro.

## **3. Los intrínsecos del Hewlett Packard.**

Los intrínsecos dentro del sistema operativo MPE (Multi Programming Executive) son procedimientos previamente definidos por el sistema. Los intrínsecos permiten realizar operaciones de multitarea (Intrinsics 1989:1-1). Entre los intrínsecos existen procedimientos que permiten el acceso a una base de datos, diseñada en Image.

A través de un lenguaje de programación como el Pascal/3000, Cobol o Basic<sup>3</sup> y usando intrínsecos, hechos para tal fin, se puede manipular una base datos definida por medio de Image.

---

<sup>3</sup> Lenguajes de alto nivel, desarrollados por Hewlett Packard para ser usados en sus sistemas de computación.

#### 4. El utilitario Query.

El Query provee al usuario de un método de acceso a la información que se encuentra en la base de datos definida con Image, sin requerir de un mayor esfuerzo de programación (Query 1986: 1-1). Las funciones que permite realizar sobre la base son:

- ingreso de datos
- modificación o eliminación de datos
- recuperación de datos
- generación de reportes

Debido a la última función enunciada, el Query se empleó para generar muchos de los reportes que necesitó el sistema, ya fuera para verificación o reportes finales. Empleándolo así disminuyó el tiempo de desarrollo del sistema.

Además, debido a que el Query permite la manipulación directa de los datos, sin descartar las definiciones de seguridad definidas para los archivos y campos, se capacitó al usuario final en el uso de este utilitario para que pudieran corregir o verificar la información ingresada, e independizarlo del personal de la Sección de Informática.

A través de los procedimientos intrínsecos, los programas elaborados con Pascal/3000, que generan reportes impresos,

24

invocan a Query, este ejecuta el procedimiento de reporte, y la aplicación continúa funcionando. Para el usuario final esto es un proceso transparente.



## V. EL DESARROLLO DEL SISTEMA

### A. El análisis

A la Sección de Informática correspondió la tarea de análisis, diseño y programación del nuevo Sistema de Información, actividad que se desarrolló en paralelo con el desarrollo de otros sistemas y actividades. Las investigaciones preliminares se realizaron a través de :

- sesiones de trabajo con el personal de cada una de la secciones involucradas de la Dirección General de Minería,
- el estudio de la papelería empleada por cada sección; y
- el estudio del funcionamiento del módulo desarrollado inicialmente para el control de importaciones y/o exportaciones,

Con base en esta labor se definieron las funciones y requerimientos que debería contemplar el sistema nuevo para cada sección de la mencionada Dirección.

Los flujos de información, así como los requerimientos necesarios para el funcionamiento del sistema se establecen en las siguientes secciones.

## 1. El flujo de información en el Catastro Minero

La Sección de Catastro minero es la encargada de llevar el control sobre la "vida" de los derechos mineros otorgados en Guatemala. Estos derechos mineros se otorgan bajo el amparo de alguna ley, la ley que permita la exploración y/o explotación de minas y canteras<sup>4</sup> en el país.

El control sobre los expedientes mineros comienza con el registro de la solicitud de un derecho minero, ya sea para exploración y/o explotación, ante la Dirección General de Minería. Esta solicitud entra en un proceso de trámite, período en el cual el solicitante puede transferirla a un tercero. En caso ocurra esto se entra a un proceso distinto de solicitud de traspaso de la solicitud de derecho, que a su vez puede ser otorgada o negada, mientras el proceso inicial continúa.

Si la solicitud de derecho minero es negada, se guarda esta información para un posible uso posterior. De ser otorgada dicha solicitud, puede sufrir una serie de cambios a petición del beneficiado durante el tiempo que tenga vigencia,

---

<sup>4</sup> Una mina es una explotación subterránea de productos mineros, mientras que en una cantera esta actividad ocurre a cielo abierto.

siendo estos los posibles cambios :

- Modificaciones (de área, tiempo y/o producto(s))
- Prórrogas (de área y/o tiempo)
- Traspasos del derecho otorgado

Cada uno de los incisos anteriores consiste en un proceso de solicitud que puede, a su vez, ser negado u otorgado. Si en caso es negado, el proceso puede iniciarse de nuevo como una solicitud distinta, lo que generará registros distintos para el mismo derecho y mismo tipo de cambio. La solicitud, la negación u otorgamiento son almacenadas para su uso posterior.

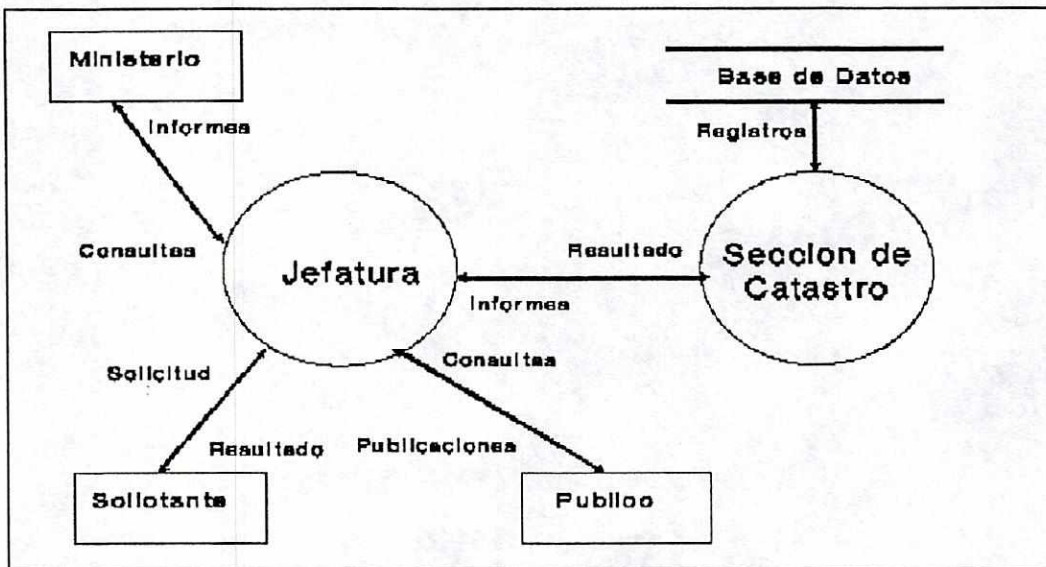
El derecho minero, termina ya sea por vencimiento (expira el tiempo, en años, por el que fuera otorgado), caducidad (pierde vigencia la ley bajo la cual fue otorgado) o por renuncia del beneficiado.

La información del Catastro minero es utilizada para :

- llevar un control tanto de los derechos mineros concedidos como en trámite;
- hacer publicaciones sobre la actividad minera en el país;
- control de los productos mineros que se exploran y/o explotan en el país;

- emitir juicios sobre asuntos relacionados con la actividad minera en el país;
- proporcionar información determinada a particulares, previa autorización de la autoridad correspondiente.

El flujo de datos, entradas y salidas del Catastro minero se representa en el siguiente diagrama:



## 2. Los requerimientos de la Sección de Catastro

Los requerimientos de esta sección, fueron:

- a) La generación de archivos que almacenarán cada uno de los formularios empleados en la vida de un derecho minero incluyendo las distintas negatorias.
- b) Definir distintos niveles de seguridad de acceso a la información.
- c) Programas que permitieran el ingreso en forma amigable de los datos de los expedientes mineros, así como corregir información incompleta o errónea, .
- d) como salidas del sistema lo siguiente:
  - reporte sobre productos mineros explotados por quién y en dónde,
  - reporte por tipo de derechos minero, su ubicación y a quién(es) se otorgó,
  - consulta de vigencias, caducidades o vencimientos de los distintos derechos mineros,
  - consultas sobre la situación de un derecho minero y distintos tipos de transacciones realizadas.

Se define como reportes las salidas impresas, y como consultas las revisiones de los datos en una terminal del computador.

### **3. El flujo de información en la Sección de Precios y Compilación de Datos**

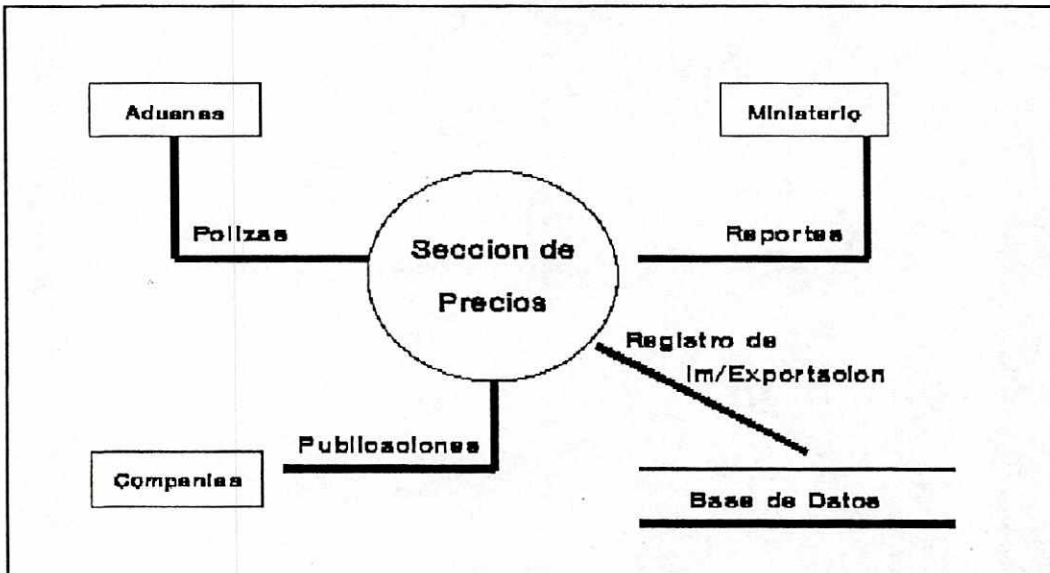
La sección de Precios y Compilación de Datos es la encargada de otorgar o renovar credenciales de exportación o importación de productos catalogados como mineros, y de llevar las estadísticas de estas actividades, estadísticas que serán publicadas y servirán como termómetro de la actividad del sector. Es importante hacer notar que esta Sección controla las importaciones de acero y otros productos procesados que no son producto directo de una explotación minera, pero la ley que rige a dicha Sección determina esta acción. En la práctica determina que existan "productos mineros" que son administrados exclusivamente por esta Sección.

La información es recolectada por el personal de la Sección de Precios y Compilación de Datos, a través de comisiones especiales a las distintas aduanas del país y de las publicaciones realizadas por compañías dedicadas a la importación y/o exportación. Los datos obtenidos son clasificados y posteriormente alimentan el sistema de datos de la Sección.

El personal de esta Sección, al igual que en el caso anterior, es responsable por la calidad de los datos. Ellos ingresan, depuran y utilizan los datos para :

- Publicaciones realizadas por la Dirección General de Minería o el Ministerio de Energía y Minas.
- La definición de una política de precios (cobro de regalías).
- Control de las importaciones/exportaciones de productos tanto mineros como los que no lo son.
- Otorgamiento de las credenciales de exportación o importación.
- Control de exportadores/importadores infractores de la ley, persona(s) o empresa(s) que no tengan la credencial correspondiente y finalmente
- Proporcionar información determinada a particulares previa autorización de la autoridad correspondiente,

Las entradas y salidas de datos en la Sección de Precios y Compilación de Datos se representa en el siguiente diagrama:



#### 4. Los requerimientos de la Sección de Precios y Compilación de Datos

Con base en el estudio realizado sobre el módulo existente y las entrevistas hechas se definió como requerimientos para esta parte del sistema lo siguiente:

- a) La generación de archivos "maestros" que dieran consistencia a la información contenida en los archivos detalle; para esto hubo que definir de nuevo el módulo existente.
- b) Definir distintos niveles de seguridad de acceso a los datos.

- c) Programas "amigables" que permitieran el ingreso de datos y consultas rápidas al sistema, y
- d) como salidas se definieron :
- Reporte de importaciones/exportaciones globales de los productos mineros para un determinado período de tiempo.
  - Reporte de importaciones/exportaciones realizadas por una empresa para un período de tiempo.
  - Reporte de importaciones/exportaciones realizadas de un producto minero, para un período determinado de tiempo y por quién(es).
  - Reporte de importaciones/exportaciones ilegales para un periodo determinado de tiempo.
  - Consultas rápidas a los datos de importaciones /exportaciones, ya sea por fecha, empresa, producto minero y/o número de póliza.

## **B. El modelo conceptual**

El modelo conceptual o lógico viene a ser el plano, en este caso, del Sistema de Información que se desarrolló. Está formado por la compilación de :

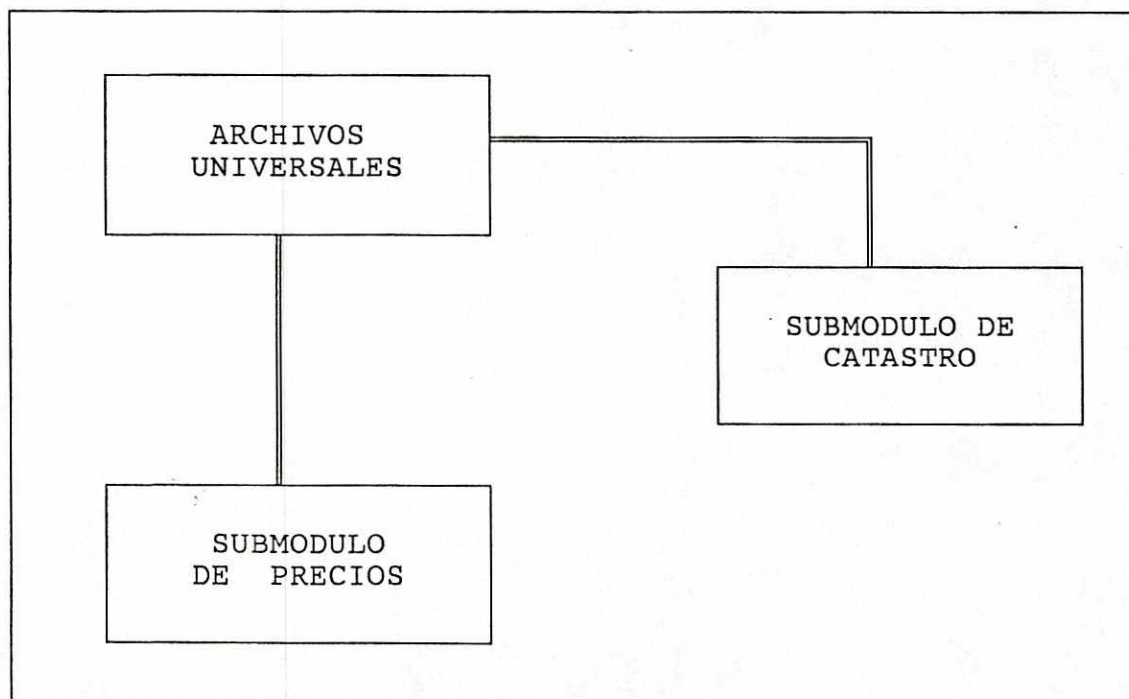
- las especificaciones y sus características,
- cómo son las salidas y sus destinatarios
- sus entradas y orígenes
- qué archivos, ya sean individuales o agrupados en bases de datos, son necesarios definir, y
- los procedimientos que debe realizar el sistema, que se reflejan en los programas a desarrollar.

Parte de estos elementos ya fueron descritos en la sección anterior, por lo que se dará énfasis al diseño y seguridad de la base de datos desarrollada, llamada BMINAS.

### **1. La base de datos BMINAS**

La estructura es una característica fundamental de los productos de programación. En el caso del módulo de Información Minera de Guatemala, ésta gira en torno a una base de datos desarrollada para el sistema a la que se nombró BMINAS (Base de MINAS). La base de datos está formada por dos submódulos, el de la Sección de Catastro minero y el de la Sección de Precios y Compilación de Datos, a los que

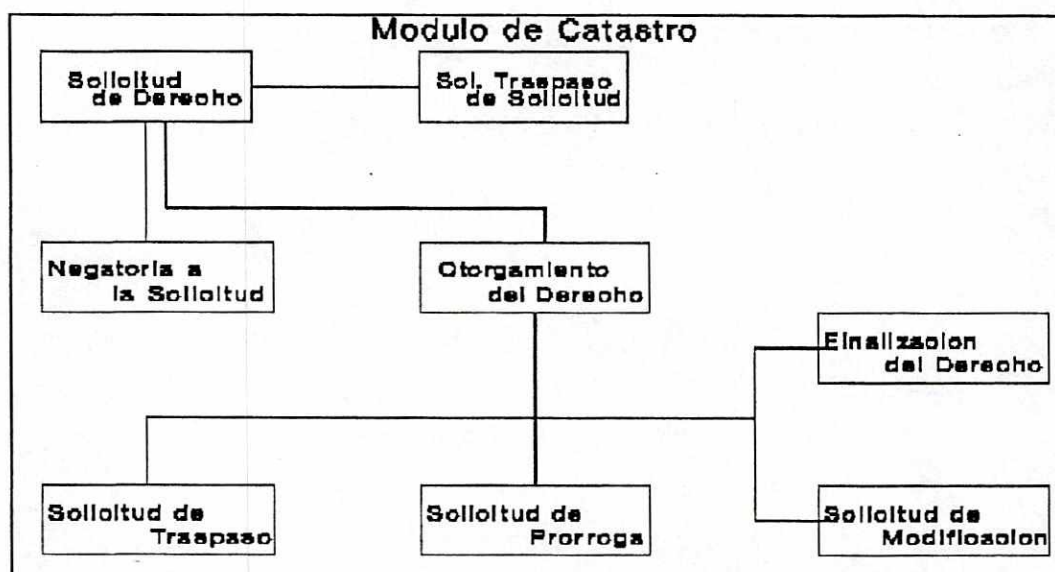
llamaremos Catastro y Precios. Ambos submódulos comparten datos (archivos), pero se manejan totalmente independientes debido a la definición de privilegios de acceso a la base de datos definida en Image para cada uno de los usuarios. En el diagrama siguiente se muestra la relación de estos dos submódulos.



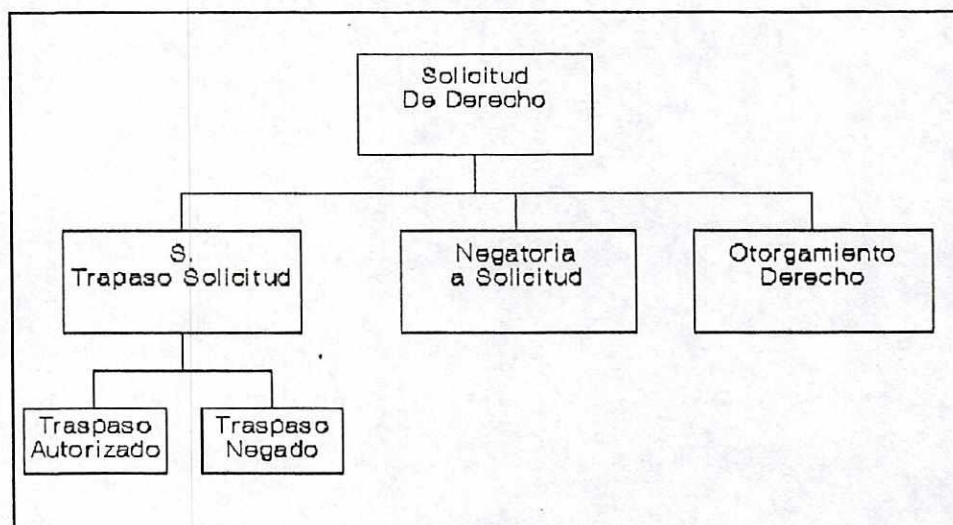
Se representa como Archivos Universales, los archivos como el catálogo de productos mineros y el de fechas, que son comunes a ambos submódulos. Como parte del submódulo de Precios están los detalles de importaciones y exportaciones;

y de Catastro las distintas solicitudes, otorgamientos y/o negatorias.

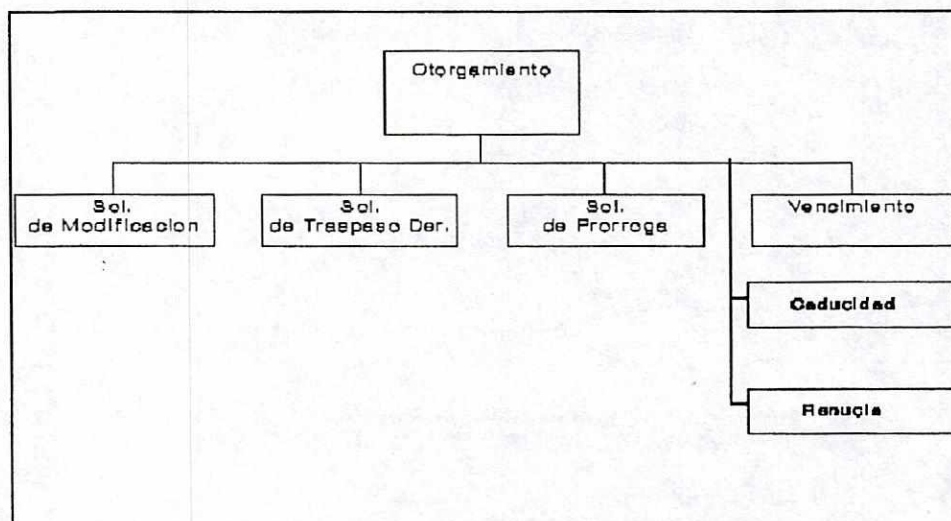
Cada uno de los submódulos, Catastro y Precios se muestran en los cuadros siguientes:



En el cuadro anterior se presentan las relaciones entre los "archivos" del submódulo de Catastro. En los siguientes dos cuadros se muestra con mayor detalle este submódulo.

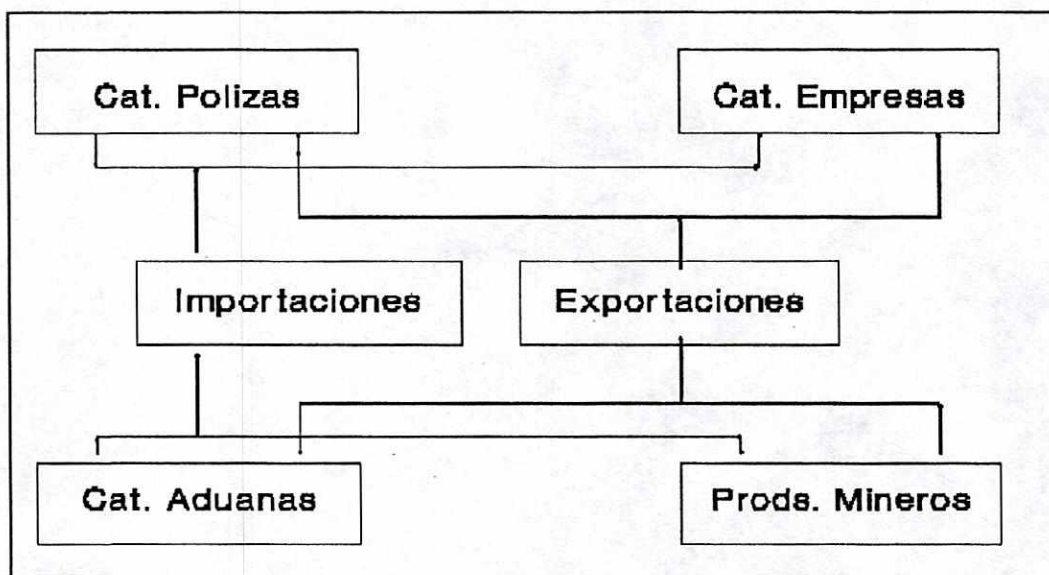


El Submódulo de Catastro, cuando se inicia la vida de un expediente minero



Submódulo de Catastro, relaciones a partir del Otorgamiento

El siguiente diagrama muestra las relaciones en el submódulo de Precios.



Módulo de Precios

## 2. La seguridad del sistema

Como se expresó en secciones anteriores, parte de la seguridad descansa en la definición de cuentas, grupos y usuarios que se pueden realizar en el sistema HP-3000. Basado en esta característica, se definió un grupo y cuenta único para la Dirección General de Minería, con el fin de que a nivel de sistema operativo, sus usuarios tuvieran las mismas posibilidades. Pero se definieron distintos usuarios para

cada Sección de la Dirección General de Minería para ingresar a sesión.

A nivel de la base de datos se definieron distintos usuarios, con distintas posibilidades de acceso sobre los datos, según la definición de cada submódulo. Se establecieron usuarios que sólo pueden leer los datos y usuarios que puedan escribirlos, modificarlos y/o borrarlos. Por lo que usuarios de una Sección no le son asequibles los datos de la otra. La modificación de los datos universales, usados por ambas secciones, es responsabilidad del Jefe del Departamento.

En la actual definición de la base de datos no hubo necesidad, aún, de restringir el acceso de los usuarios a nivel de campos en los archivos.

### C. El modelo físico

Esta actividad que sigue al diseño lógico produce archivos, programas y un sistema en marcha. Estos elementos se explican a continuación.

#### 1. Los archivos

En la estructura de la base de datos se emplean los tres tipos de archivos del manejador Image; estos son :

- Automáticos Estos dan rapidez a las búsquedas de datos, pues generalmente contienen un único campo que es llave de acceso en otros archivos. Se emplean para contener datos como fechas o números de pólizas.
  
- Maestros Contienen información relativamente permanente en la base como son nombres de productos mineros, empresas, países, municipios, etc.
  
- Detalle Contienen los movimientos que ocurren sobre la información almacenada en los archivos maestros, datos como las distintas solicitudes, exportaciones y/o importaciones.

Cada archivo puede ser definido, por medio de Image, de tal forma que se restrinja, para cada usuario distinto, el

acceso a determinados campos del registro, lo que permite la generación de vistas lógicas de la información, pues se limitaría el acceso a todo el registro de un archivo. Los programas al reunir distintos registros, también generan vistas lógicas.

El uso que se da a cada tipo de archivo, así como la definición de seguridad que requiere para su acceso, justifica su empleo.

## **2. Los programas.**

Los programas desarrollados son los medios por los cuales se traduce al computador el diseño del sistema. Las funciones desarrolladas por estos programas son:

- Seguridad; los programas verifican la consistencia de algunos datos (rangos, existencia de datos en maestros etc.).
- Ingreso de datos; amigable al usuario final.
- modificación de datos; los programas pueden modificar la información que el usuario final decida corregir, siempre y cuando el usuario esté autorizado para ello. Esto también se puede realizar, como se indicó antes por medio del utilitario Query.
- generación de reportes; se generaron todos los

formatos de reportes que el usuario final solicitó durante el diseño y algunos que se pidieron posteriormente, ya como parte del mantenimiento del sistema.

- consultas al sistema en pantalla; con el propósito de hacer más cómodo el uso del sistema, y más inmediato que generar un reporte.

Además, los programas velan por la cobertura interna de la información, un proceso de diseño fundamental en los productos de programación; principio formulado por Parnas (Fairley 1987 : 149). Cuando un sistema es diseñado con este enfoque, cada módulo del sistema oculta los detalles internos de sus procesos, comunicándose los módulos solamente a través de interfaces bien definidas.

De acuerdo con Parnas, el diseño debe comenzar con una lista de decisiones difíciles en el diseño, así como una lista de las decisiones que probablemente se modifiquen. Cada módulo debe ocultar estas decisiones. Además de ocultar las decisiones difíciles o cambiables, se pueden considerar los siguientes puntos como sujetos a ocultamiento:

1. Una estructura de datos, su ligado interno y los detalles internos de la instrumentación de los procedimientos que la manejan.

2. El formato de bloques de control, tales como las colas utilizadas en el sistema operativo, (en este caso en particular esto no es totalmente transparente al usuario).
3. Los códigos de caracteres, el ordenamiento de conjunto de caracteres y otros detalles de instrumentación.
4. El corrimiento y enmascarado de información binaria, así como otros aspectos dependientes de cada máquina.

Esto se realiza en la conexión de los programas elaborados en Pascal y el Query, pues uno de los pilares en que se basa el sistema desarrollado es que está a cargo del usuario final, siendo la administración y calidad de los datos su exclusiva responsabilidad. Queda a la Sección de Informática la función de dar soporte a estos usuarios, desarrollando nuevas aplicaciones y realizando las copias de respaldo que sean necesarias.

### **3. La puesta en marcha**

El módulo de Información Minera fue puesto a funcionar en cuanto fue entregado, pasando un período de dos meses en pruebas en manos de los usuarios. En este período, también se dio la capacitación a todos los usuarios finales del Sistema que nombró la Dirección General de Minería. Previamente se

había dado instrucción a los usuarios respecto del uso del sistema HP-3000, en el uso del Sistema Operativo, el Query y la organización del manejador de base de datos Image.

No hubo comparación contra un sistema "existente" o un paralelo, por no existir un sistema equivalente. En el caso de la Sección de Catastro, se debían ingresar los expedientes ya existentes, estuvieran éstos fenecidos o en trámite. En el caso de la Sección de Precios y Compilación de Datos, se descartó hacer esta actividad. La información contenida en el antiguo Sistema, sería pasada posteriormente al nuevo.

Conforme se fue usando el nuevo sistema, surgieron nuevos requerimientos para nuevos reportes. Estos fueron desarrollados en muchos casos utilizando el Query. Es posible que con el devenir del tiempo surgan más.

#### **4. La documentación**

La documentación consiste en el material de apoyo, escrito para el usuario, respecto de una computadora o programas. Documentación que explique detalles de funcionamiento o de uso a sus usuarios.

Dentro de una organización los programadores, analistas y usuarios cambian de puesto o lo abandonan. Esto ha ocurrido frecuentemente en todas las dependencias del Ministerio de Energía y Minas. Pero los proyectos en que trabajan permanecen como parte del procesamiento de datos. Conforme se realizan modificaciones dentro de la organización, los sistemas y programas requieren de una revisión. Si éstos no han sido documentados, entonces las modificaciones necesitarán un excesivo de tiempo. Este tiempo extra se necesita para localizar y seguir todos los detalles del sistema.

Esta actividad, que debe realizarse al terminar el desarrollo de un programa o sistema, no fue descuidada. Se elaboró la documentación de todo el Sistema de Información y de cada uno de los programas. Se elaboraron dos tipos de manuales, uno para el usuario final que explica el uso del sistema, sus programas, las entradas esperadas y las salidas a obtenerse. Un segundo tipo para los desarrolladores de la Sección de Informática. Este, además de lo enunciado arriba, contiene la documentación del diseño de la base de datos (esquema) o del programa. En este último caso explica las estructuras lógicas empleadas, tales como arreglos o listas, los registros e intrínsecos empleados.

Los documentos para el usuario fueron entregados en forma escrita y en discos flexibles a la Jefatura de la Dirección General de Minería y a la Sección de Informática. En este último caso fueron archivados en una biblioteca creada para el efecto, tanto para manuales como para discos.

## VI. CONCLUSIONES

A. El Sistema desarrollado cumple con los requerimientos solicitados por las secciones de Catastro Minero y Precios y Compilación de Datos de la Dirección General de Minería. Permite llevar un control "más rápido" de las actividades desarrolladas por dichas secciones. A su vez permite la toma de decisiones, elaboración de publicaciones y la planificación dentro de la citada Dirección.

B. El Sistema posee los niveles de seguridad que permiten la protección adecuada de la información, que ahora es consistente y confiable.

C. El hecho que el sistema sea orientado al usuario final ayuda en mucho al desarrollo de otras aplicaciones. Libera al personal de un centro de computo del ingreso, verificación y/o corrección de los datos. Deposita estas responsabilidades en el personal que mejor conoce de datos que necesita y los procesos que deben efectuarse sobre ellos.

D. La calidad de la información que se maneje dentro del Sistema depende en gran medida del entrenamiento y concientización del trabajo que realiza el usuario final.

E. El uso de un manejador de base de datos facilita en mucho la labor de manipular la información, haciendo los tiempos de espera mucho más cortos que los que se requerían anteriormente. También es importante notar que permite establecer niveles de seguridad.

F. Un punto que se descuidó en el pasado fue la documentación de los sistemas desarrollados. El sistema actual cuenta con la documentación necesaria. Esta labor no debe descuidarse en un futuro cuando se realicen cambios o ampliaciones al sistema, pues es una forma de conocer cómo funciona o está estructurado el Sistema de Información.

## VII. RECOMENDACIONES

A. El Sistema desarrollado puede servir de base para facilitar el cumplimiento con una serie de objetivos y funciones de la Dirección General de Minería. Sería conveniente desarrollar submódulos que almacenen y procesen los datos de otras secciones de la Dirección General de Minería, y establecer un sistema que apoye en mayor medida la toma de decisiones, enlazando la investigación minera, las exportaciones/importaciones y la producción nacional de productos mineros.

B. Es necesario capacitar al usuario final constantemente, debido a la alta rotación de personal que ha sufrido el Ministerio de Energía y Minas en los últimos años. La Dirección General de Minería y la Sección de Informática deben aunar esfuerzos por que esto se lleve a cabo.

C. Es necesario que la Sección de Informática cuente con el personal capacitado en el uso de los equipos y que genere la documentación necesaria del sistema conforme se realicen modificaciones en el sistema.

## VIII. BIBLIOGRAFIA

- Aho, Alfred V., John E. Hopcroft y Jeffrey D. Ullman.  
1988 Estructura de Datos y Algoritmos. México, Sistemas  
Técnicos de Edición S.A. 438 pp.
- Fairley, Richard. Ingeniería de Software. Traducción del  
1987 Inglés de Antonio Sánchez Aguilar y Pedro Luis  
Suárez. México, Mc Graw-Hill. 390 pp.
- Senn, James A.. Análisis y diseño de sistemas de información  
1984 México, ed. McGraw-Hill. 642 pp.
- Singelman, Jay y Jean Longhurst. Programación Lógica Apli-  
1987 cada a la Administración. México, Prentice Hall  
Hispanoamericana. 336 pp.
- Villanueva-Lara, Julio E.. Computadoras y Procesamiento de  
1987 Datos. Washington D.C., Departamento de Asuntos  
Científicos y Tecnológicos de la Secretaría General  
de la Organización de Estados Americanos. 154 pp.
- Wiederhold, Gio, Diseño de Bases de Datos. 2da. edición,  
1985 México, ed. McGraw-Hill. 921 pp.

Wirth, Niklaus. Algoritmos y Estructura de Datos. Traducción  
1987 de Juan Carlos Vega. 1ra. Edición en Español.  
México, Prentice Hall Hispanoamericana. 305 pp.

Guatemala. Ministerio de Energía y Minas, Memoria de Labores  
1988 1988. Guatemala, Litografía Delgado. 63 pp.

Guatemala. Ministerio de Energía y Minas, Informe Estadís-  
1988 tico 1988. Guatemala, Litografía Delgado. 72 pp.

Intrinsics Reference Manual. HP-300 Computer Systems. 3ra.  
1989 edición, U.S.A., HP-3000 Computer Systems. 104 pp.

Pascal HP-3000 Reference Manual. HP-300 Computer Systems.  
1981 1ra. edición. Cupertino, California, HP-3000  
Computer Systems. 348 pp.

Query Reference Manual. HP-300 Computer Systems. 3ra. edi-  
1986 ción, Cupertino, California, HP-300 Computer  
Systems. 200 pp.

Turbo Image Reference Manual. HP-300 Computer Systems. 1ra.  
1985 edición, Cupertino, California, HP-300 Computer  
Systems. 394 pp.

## APENDICE

Definición de la simbología empleada.

