

01168
3
201

**PLANEACION DE UN SISTEMA DE INFORMACION
GEOLOGICO APLICADO A LA EXPLORACION
PETROLERA.**

RICARDO CASAR GONZALEZ

TESIS

**PRESENTADA A LA DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO
DE LA FACULTAD DE INGENIERIA
DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE

**MAESTRO EN INGENIERIA
(INVESTIGACION DE OPERACIONES)**

CIUDAD UNIVERSITARIA

JUNIO DE 1993

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

CONTENIDO

RESUMEN

I.- INTRODUCCION

II.- CONCEPTO DE SISTEMAS DE INFORMACION

II.1.- ASPECTOS GENERALES

II.2.- SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICOS

II.3.- SISTEMAS DE INFORMACION GEOLOGICOS

III.- ANALISIS DE LA INFORMACION GEOLOGICA

III.1.- PROCESO PARA EL ESTUDIO DE UNA CUENCA

III.2.- MANEJO DE INFORMACIÓN EN EL ESTUDIO DE UNA CUENCA

IV.- MODELO CONCEPTUAL

IV.1.- MODELO GENERAL

IV.2.- SUBSISTEMA TECTONICO-ESTRUCTURAL, MODULO INTERPRETACION DE FOTOGRAFIAS AEREAS E IMAGENES DE SATELITE

IV.3.- SUBSISTEMA DE APOYO A LA TOMA DE DECISIONES

IV.4.- BASE DE DATOS GENERAL DE EXPLORACION

V.- PLANEACION DEL DESARROLLO DEL SISTEMA PROPUESTO A NIVEL OPERATIVO

V.1.- METODOLOGIA PARA EL DESARROLLO DEL SISTEMA DE INFORMACION

V.2.- PROGRAMA Y REQUERIMIENTOS DE EQUIPO PARA EL DESARROLLO DEL SISTEMA

VI.- CONCLUSIONES Y DISCUSION

BIBLIOGRAFÍA

INDICE DE FIGURAS

FIGURAS	ENTRE PAGINAS
FIG. 2.1.- ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE INFORMACION	6-7
FIG. 2-2.- ESQUEMA GENERAL DE UN SISTEMA DE INFORMACION	6-7
FIG. 2-3.- ESQUEMA GENERAL DE UN SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICO	7-8
FIG. 2-4.- ESQUEMA GENERAL DE UN SISTEMA DE INFORMACION GEOLOGICO	9-10
FIG. 3-1.- METODOLOGIA PARA EL ESTUDIO DE UNA CUENCA CON POSIBILIDADES PETROLERAS	11-12
FIG. 4-1.- MODELO CONCEPTUAL DE UN SISTEMA DE INFORMACION GEOLOGICO APLICADO A LA EXPLORACION PETROLERA	17-18
FIG. 4-2.- SUBSISTEMA CARTOGRAFICO	17-18
FIG. 4-3.- SUBSISTEMA SEDIMENTOLOGICO-ESTRATIGRAFICO	17-18
FIG. 4-4.- SUBSISTEMA GEOFISICO	17-18
FIG. 4-5.- SUBSISTEMA TECTONICO-ESTRUCTURAL	17-18
FIG. 4-6.- SUBSISTEMA GEOQUIMICO	17-18
FIG. 4-7.- SUBSISTEMA ANALISIS Y EVALUACION DE CUENCAS SEDIMENTARIAS	17-18
FIG. 4-8.- SUBSISTEMA INGENIERIA DE YACIMIENTOS Y PRODUCCION	17-18
FIG. 4-9.- SUBSISTEMA APOYO A LA TOMA DE DECISIONES	17-18
FIG. 4-10.- SUBSISTEMA DISEÑO ASISTIDO POR COMPUTADORA	17-18
FIG. 4-11.- SUBSISTEMA EDICION DE TEXTOS	17-18
FIG. 4-12.- METODOLOGIA PARA EL TRATAMIENTO GEOLOGICO DE IMAGENES DE SATELITE	19-20
FIG. 4-13.- ANALISIS FUNCIONAL DEL SUBSISTEMA APOYO A LA TOMA DE DECISIONES	20-21
FIG. 4-14.- ARBOL DE DECISIONES	20-21

FIG. 4-15.- ANALISIS FUNCIONAL DE UNA BASE DE DATOS GENERAL APLICADA A LA EXPLORACION PETROLERA	22-23
FIG. 4-16.- ESQUEMA DE UNA BASE DE DATOS GENERAL APLICADA A LA EXPLORACION PETROLERA	22-23
TABLA 5-1.- ACTIVIDADES QUE SE LLEVAN A CABO EN CADA FUNCION	26-27
FIG. 5-1.- ORGANIZACION DE ACTIVIDADES EN EL TIEMPO PARA LA CREACION DEL SUBSISTEMA APOYO A LA TOMA DE DECISIONES	29-30
FIG. 5-2.- SISTEMA PILOTO PARA EVALUACION DE PROGRAMAS DE COMPUTO	29-30
FIG. 5-3.- ESQUEMA DEL PROTOTIPO DE RED PROPUESTO	29-30
TABLA 5-2.- COSTO APROXIMADO DEL EQUIPO Y SOFTWARE PROPUESTO	29-30

RESUMEN

La localización de yacimientos de hidrocarburos, su cuantificación y caracterización es un proceso complejo que requiere del manejo de miles de datos y de la intervención de grupos multidisciplinarios de científicos, técnicos y administradores; así, la exploración petrolera necesita de un control eficiente de la información, para lo cual es indispensable contar con sistemas de información especializados.

Dentro de las actividades de las empresas, los Sistemas de Información Administrativos representan un esfuerzo por satisfacer las necesidades del manejo eficiente de datos y por dar soporte al proceso de toma de decisiones. Apoyados en estos conceptos nacen los Sistemas de Información Geográficos, utilizados en la planeación y control de recursos naturales; estos sistemas conjugan la gestión de datos temáticos con su correspondiente localización espacial; los Sistemas de Información Geológicos se consideran una variante de los Sistemas de Información Geográficos y se definen como sistemas diseñados para la administración de la información de exploración, y auxiliares en las funciones de procesamiento de datos, interpretación, creación de modelos, planeación y toma de decisiones.

Con base en un análisis de los datos que se requieren y de la información que se produce en el proceso exploratorio, y de una revisión de las metodologías de exploración de una cuenca petrolera, se plantea un modelo conceptual de un Sistema de Información Geológico Aplicado a la Exploración Petrolera; éste se propone integrado por diez subsistemas ligados a una base de datos general. El sistema concebido a nivel de un modelo conceptual, se desarrolla a un mayor detalle en uno de sus subsistemas y en uno de los módulos que integran otro de los subsistemas, esto con el fin de ejemplificar el trabajo que debe realizarse en la definición de un modelo funcional del sistema. Así también se trata la problemática que se enfrenta en el diseño de una base de datos general de exploración.

Para el desarrollo del sistema propuesto a nivel operativo, se parte de consideraciones que son: El sistema está instrumentado en computadoras personales y en equipos conocidos como Estaciones de Trabajo, interconectado mediante una red local; por otra parte se propone que el sistema esté integrado en su mayoría por programas de aplicación comerciales ya que resulta más práctico asimilar software ya elaborado que hacerlo, aunque también no se descarta la posibilidad de desarrollar software propio.

Para la planeación y el desarrollo del sistema propuesto se adaptó una metodología basada en planeación estratégica de sistemas de información; ésta se define como un proceso por el cual se identifican las opciones de aplicaciones basadas en computadora que asisten a las organizaciones en la realización de sus objetivos.

Se ejemplifica la planeación del desarrollo del proyecto mediante el detalle de actividades a efectuar, y se proporcionan datos sobre el tiempo requerido para completar un proyecto de esta magnitud y sobre los costos aproximados de equipos de cómputo y software que conforman la red; así también se hacen recomendaciones acerca de la características que deben tener dichos equipos.

"En 1900, el norteamericano Edward L. Doheny visitó Tampico invitado por A. A. Robinson, presidente del Ferrocarril Central Mexicano. Doheny inspeccionó el área y, al encontrarla propicia para la producción petrolera, compró la hacienda de Tulillo, que cubría partes de los estados de San Luis Potosí, Tamaulipas y Veracruz, y registró en California la Mexican Petroleum Company con el objeto de producir petróleo en México en escala comercial. Más tarde compró la finca de Chapacao, que colindaba con El Tulillo y adquirió 115 hectáreas en la zona de Tampico. En 1901 se empezó a perforar en El Tulillo, y el primer pozo tuvo una producción de 50 barriles diarios. En 1904 Mexican Petroleum Company y su subsidiaria, la Huasteca Petroleum Company perforaban con éxito en la Faja de Oro en la costa de Golfo, y fueron las primeras empresas que obtuvieron producción comercial en México."

(Durán 1982)

I.- INTRODUCCION

El término Ciencias de la Tierra, es un término que se utiliza para denominar al grupo de ciencias que se enfocan al estudio de la Tierra, abarca disciplinas como son, Geología, Geofísica, Oceanografía y Meteorología, entre otras.

La Geología es la ciencia que se encarga del estudio de la Tierra, trata de su origen, estructura, historia y evolución; en su estudio intervienen ciencias básicas como son: Física, Química, Biología y Astronomía.

Debido al alcance tan extenso de la Geología ésta se ha dividido en dos grandes ramas: Geología Física y Geología Histórica. De la Geología Física forma parte la Geología Económica, la cual se encarga del estudio de los productos económicos o recursos naturales no renovables de la corteza terrestre, desde su localización, evaluación y explotación, hasta sus aplicaciones comerciales e industriales. La Geología Económica, se divide de acuerdo con el recurso en estudio; así se reconoce la Geología Petrolera, Geología Minera, Geohidrología, Geotécnica y Geología Ambiental.

Puede decirse que la Exploración es un proceso basado en las Ciencias de la Tierra, mediante el cual se localizan y evalúan recursos naturales no renovables y de acuerdo al recurso en cuestión se habla de exploración petrolera, exploración minera, etc.

Toda exploración es un fenómeno probabilístico, en particular en exploración petrolera se incluyen elementos de incertidumbre, ya que los procesos mediante los cuales se generan los hidrocarburos, migran y se entrapan para constituir un yacimiento, están controlados por procesos que no se pueden tratar de una manera determinística; en algunas ocasiones el modelo propuesto basado en nuestras apreciaciones, conocimientos y métodos empleados difiere de la realidad, así que los productos finales obtenidos de una exploración son productos interpretativos, sujetos a reinterpretación y/o comprobación.

En nuestro país, el estado se reserva la propiedad y el control de los hidrocarburos, así la empresa petrolera nacional, Petróleos Mexicanos (PEMEX) es la encargada de llevar a cabo la exploración, explotación, refinación y comercialización de las reservas de hidrocarburos del país; por otra parte el Instituto Mexicano del Petróleo (IMP) es un organismo del gobierno federal encargado de la investigación y desarrollo tecnológico en materia petrolera.

El proceso de localización de yacimientos de hidrocarburos, su cuantificación y caracterización es un proceso complejo, que demanda el manejo de miles de datos y la intervención de grupos multidisciplinarios de científicos, técnicos y administradores. La adquisición, compilación, procesamiento, manipulación e interpretación de datos para llegar a producir una barril de petróleo es de gran magnitud, así que la exploración demanda un manejo eficiente de la información. La necesidad de auxiliarse de la

Informática y de estar a la vanguardia en las técnicas más avanzadas en el procesamiento de datos y sistemas de información es una necesidad, más aún en un mercado mundial tan competitivo como es el mercado petrolero.

En la exploración petrolera nacional se ha visto en los últimos años una acentuada problemática en la administración eficiente de información; por otra parte el impulso al uso de la computadora en exploración se ha dado recientemente y falta mucho todavía por hacer, por lo que se considera que de no iniciarse acciones más concretas en el área de sistemas de información, creación de bases de datos y utilización de software especializado, nuestro rezago tecnológico no nos permitirá estar a un nivel competitivo en el mercado petrolero internacional.

En atención a esta problemática, se plantea crear un **Sistema de Información Geológico Aplicado a la Exploración Petrolera**, cuyo propósito es el ejecutar la administración de la información, llevar a cabo procedimientos y funciones de exploración de manera interactiva y auxiliar en la planeación y toma de decisiones.

En el presente trabajo se propone un modelo conceptual de un Sistema de Información Geológico y se sugiere una planeación del desarrollo del sistema, indicando los recursos humanos y materiales que se requieren y la metodología a seguir para implantar el sistema.

Para lograr el objetivo planteado partiré de una revisión de los sistemas de información que se emplean comúnmente, como son los sistemas de información administrativos y los sistemas de información geográficos, para posteriormente por similitud derivar los conceptos, características y funcionamiento de un Sistema de Información Geológico.

Se realiza un análisis y tipificación de la información requerida en el proceso exploratorio y de sus productos, para estar en posibilidades de plantear un modelo conceptual a nivel "caja negra"; de este modelo de "caja negra", se analiza a nivel funcional el subsistemas de Apoyo a la Toma de Decisiones, el módulo Interpretación de Imágenes de Satélite, del Subsistema Tectónico-Estructural y por último se analiza la problemática que surge en la creación de una Base de Datos General de Exploración.

Con la generación del modelo conceptual, se pasa al planteamiento de la planeación del desarrollo del sistema a un nivel operativo, tomando en cuenta las limitaciones y obstáculos a los que nos enfrentaremos, esto es tratando de situar el sistema en la realidad tecnológica actual y de nuestro país.

Existen en el mercado del software programas que ejecutan una gran variedad de las funciones que se llevan a cabo en la exploración petrolera, este software puede ser aprovechado para integrar un sistema de información como el que se está planteando, ésto tomando en cuenta que resulta más fácil asimilar un software y en su caso adaptarlo, que desarrollar software, aunque por otra parte, paralelamente, se debe de impulsar el desarrollo de software propio en la medida de lo posible.

Así, la solución al sistema que se está planteando, tiene sus bases en la adquisición de software especializado, previa evaluación y selección; como parte del sistema interviene la creación de una base de datos común e integrada que sirve para todas las aplicaciones; una parte importante del sistema es resolver la conectividad entre diferentes computadoras y lograr la compatibilidad entre las aplicaciones y la base de datos.

La importancia de este trabajo puede resaltarse en tres puntos, por una parte el trabajo trata aspectos de informática aplicada a la exploración y de sistematización de procesos en la exploración, tecnologías en las cuales México está comenzando a incursionar, con un rezago tecnológico de hasta 20 años, en comparación con empresas petrolera internacionales.

Por otra parte se tiene conocimiento de que tanto en el IMP como en PEMEX se trabaja en diseñar sistemas como el propuesto en el presente trabajo; así que con este trabajo se pretende contribuir al desarrollo de dichos sistemas.

Además se pretende crear conciencia en la comunidad geológica de nuestro país, de la importancia del manejo adecuado y eficiente de la información, y de la sistematización de procesos en exploración.

"Hasta 1900, el conglomerado petrolero más importante en México era la Waters Pierce Oil Company, dirigida por Henry Clay Pierce, empresario norteamericano que tenía 35% de las acciones de la compañía; mientras que el otro 65% era propiedad de la Standar Oil de Nueva Jersey Es importante destacar que la Waters Pierce no producía petróleo en México, pero tenía el monopolio de distribución y refinación del crudo importado de Estados Unidos (que resultaba bastante caro por el impuesto a la importación, además de que Pierce tenía una política de extraer grandes ganancias), pues a la sazón la producción mexicana aún no se había desarrollado."

(Durán 1982)

II.- CONCEPTO DE SISTEMAS DE INFORMACION

II.1.- Aspectos Generales.

A partir de la década de los 50's, la sociedad comienza a experimentar una acelerada transformación, las operaciones comerciales y las empresas crecen de manera significativa, este incremento en el tamaño y complejidad de las organizaciones, crea la necesidad de adecuar las técnicas tradicionales de administración con la finalidad de que éstas se efectúen con eficiencia, los Sistemas de Información Administrativos basados en computadoras (SIA) son la respuesta a esta problemática; representan un esfuerzo por satisfacer las necesidades de manejo de información y soporte a la toma de decisiones.

De acuerdo con Murdick y Ross (1974), los Sistemas de Información Administrativo se pueden definir como sistemas capaces de almacenar y suministrar información al decisor con respecto de su organización, en lo referente a los recursos financieros, fuerza humana, materiales, maquinarias, instalaciones, procesos, proveedores, servicios, etc., de manera oportuna, eficaz y concisa, de tal forma que lo auxilie en los procesos de planeación, ejecución, control y toma de decisiones.

Márquez (1990) habla de la evolución de los SIA; define tres etapas; la primera la sitúa en los inicios de la década de los 50's y hacia el final de la misma, nos habla de los sistemas con procesamiento en lotes (procesos batch), en donde la computadora sólo procesaba un programa a la vez, los programas se escribían para satisfacer las necesidades específicas de una organización.

La segunda etapa dio comienzo aproximadamente al inicio de la década de los 60's y culmina hacia la mitad de la década de los 70's, se caracteriza por la introducción de nuevos conceptos en el campo de la computación, como son el concepto de multiusuario y de tiempo compartido, con lo que se logra la creación de sistemas de información trabajando en tiempo real, esto es sistemas capaces de suministrar una respuesta a la solicitud de información, en un periodo de tiempo suficientemente corto, para permitir que el usuario tome una decisión inmediata (ej. sistemas de reservación de líneas aéreas). Para esta etapa también se inicia la primera generación de Bases de Datos, esto apoyado por la consolidación del uso del disco magnético para almacenamiento masivo, los programas de aplicación comienzan a desarrollarse para ser utilizados por dos o más instituciones o empresas.

La tercera etapa se inicia en la segunda mitad de la década de los 70's y se considera que se encuentra en un etapa de transición con la cuarta etapa; en esta tercera etapa se registran grandes avances en la microelectrónica que trae como consecuencia el uso masivo de microprocesadores y de la computadora personal; así aparecen los sistemas distribuidos, que utilizan múltiples computadoras conectadas en redes, aparecen los

programas masivos de bajo costo y el teleproceso, así como un gran incremento en el desarrollo de Bases de Datos.

En la cuarta etapa aparecen los lenguajes de cuarta generación, computadoras con varios megabytes de memoria principal e interfases gráficas para mejor comunicación entre el usuario y la computadora.

Toda organización cuenta con información, la que se encuentra almacenada en algún medio, ya sea la mente de su dirigente, en papel o en algún dispositivo electrónico; actualmente nadie duda que el medio idóneo para almacenar y administrar los datos es la computadora. Esta información resulta ser uno de los recursos más valiosos de las empresas; puede decirse que en la medida que se haga una buena gestión de la información se logra una buena administración de la organización.

Cualquier organización o empresa, por pequeña que sea, cuenta con algún sistema de información, así que el primer requisito para implantar un SIA es el conocimiento de la organización, en lo referente a sus objetivos, políticas, recursos, técnicas y procesos.

Otro elemento importante en la creación de un sistema de este tipo lo constituye el recurso humano, se requiere personal capaz de administrar y mantener el sistema, así como de la gente capacitada que hará uso de el sistema.

Por último el recurso financiero es vital para cualquier proyecto, sin éste no será posible contar con el equipo, programas, materiales, instalación capacitación, etc. que demanda el sistema. La figura 2-1 muestra un diagrama de los elementos que constituyen un SIA.

Desde el punto de vista de Chandler y DeLutis (1977), un sistema de información es la suma de los usuarios, sus objetivos y el sistema de servicios derivados de sus actividades, la figura 2-2 muestra la concepción de un sistema de información visto con este enfoque.

Márquez (1990) propone una metodología para la creación de un SIA, la cual se puede resumir en los siguientes puntos:

Estudio de Viabilidad:

Análisis de la viabilidad del proyecto, relación costo-beneficio, programa de actividades.

Análisis y Determinación de Requerimientos:

Objetivo, requerimientos y limitaciones del sistema, modelo conceptual, estructura,

flujo de datos, definición de procesos, definición de subsistemas y módulos, análisis de datos de entrada y salidas del sistema.

Diseño del Sistema:

Diseño detallado de la estructura y del flujo de datos, cálculo de volúmenes de información, diseño de formatos de entrada-salida, definición del equipo adecuado, diseño detallado de los procesos, bases de datos e interfaces.

Desarrollo e Implantación:

Creación o elección de los programas de cómputo y base de datos, creación de interfaces, documentación del sistema, pruebas individuales y de conjunto de cada subsistema y módulo.

Evaluación y Mantenimiento:

Corrección de posibles fallas, modificaciones, determinación del nivel de satisfacción por parte de los usuarios, cálculo de costo-beneficio, cálculo de tiempos de ejecución, cuantificación de errores y problemáticas

Dentro de los SIA's más conocidos pueden citarse los enfocados a finanzas, mercadotecnia, producción/operación, personal, control de proyectos y simulación, entre otros.

ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE INFORMACION

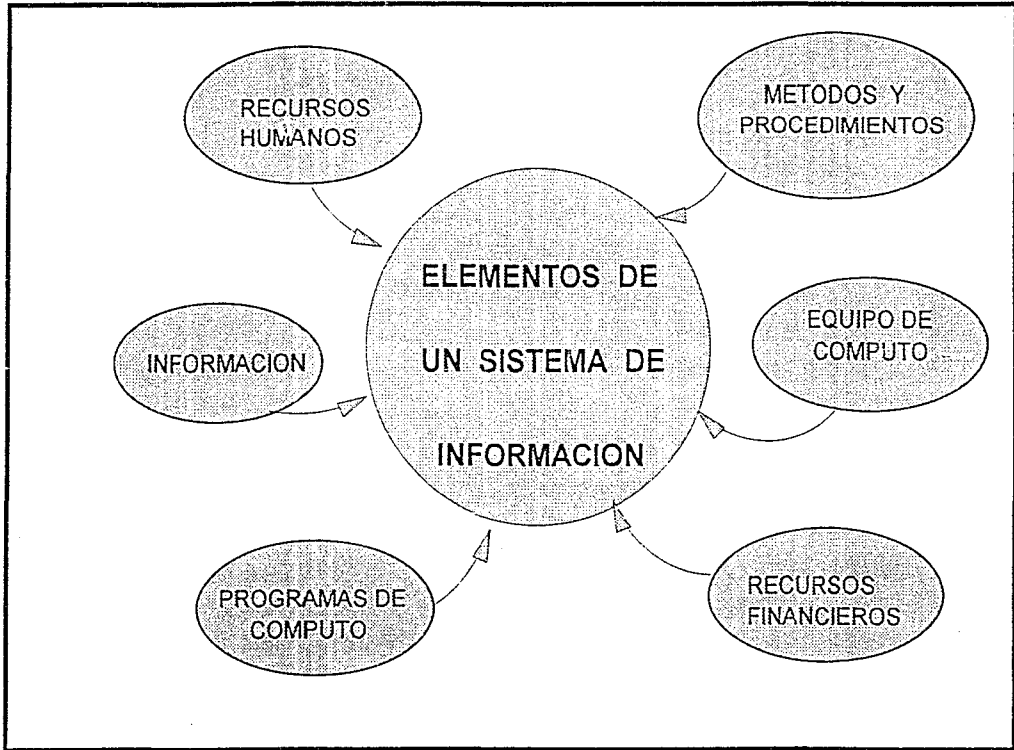
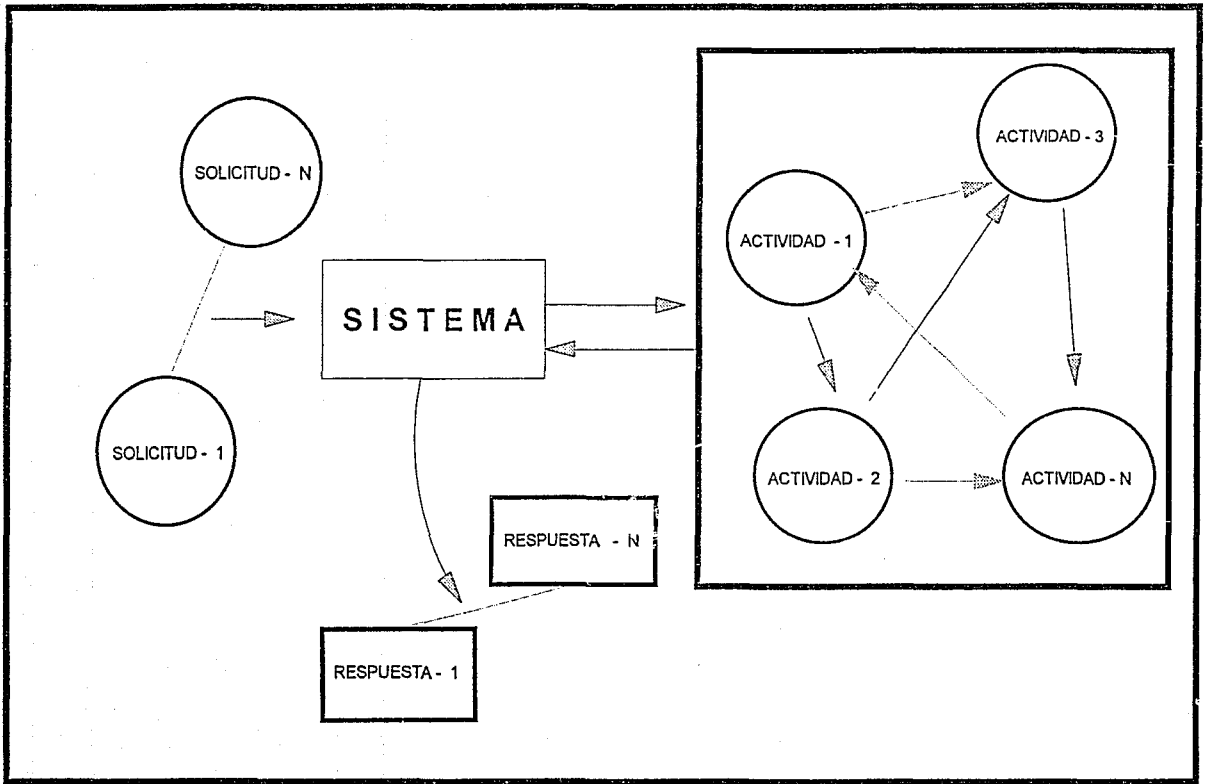


FIGURA 2-1

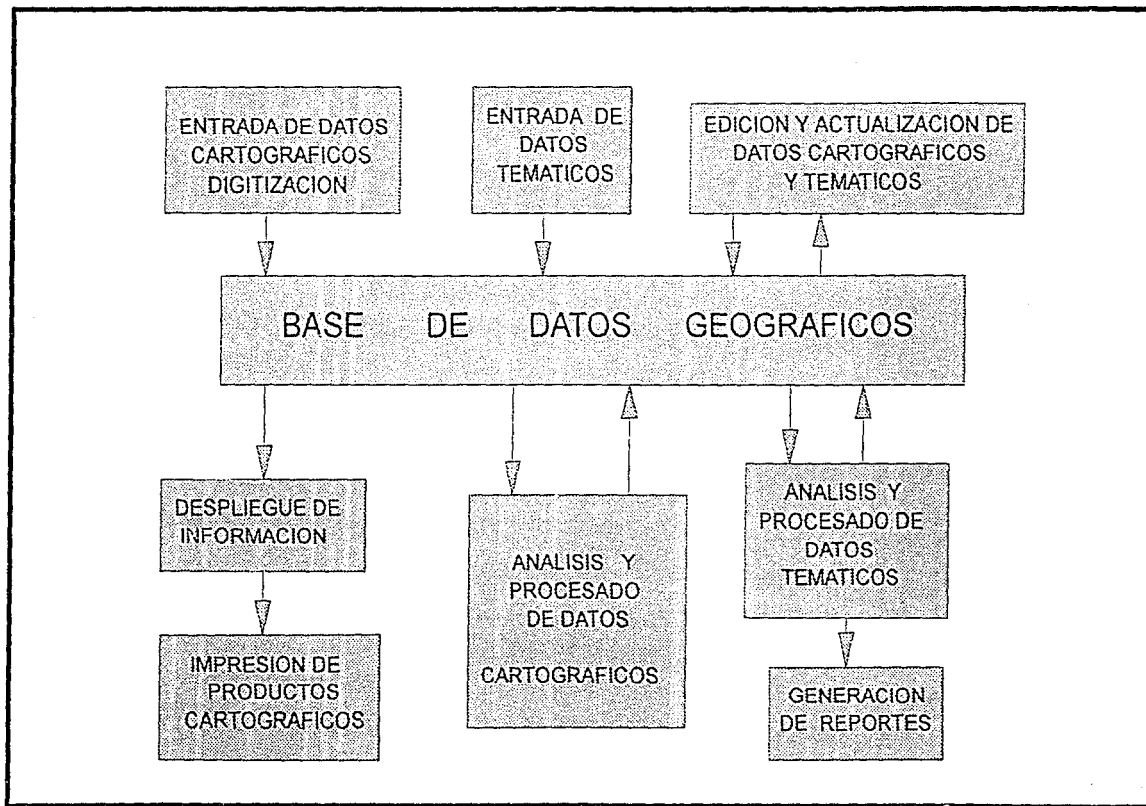
ESQUEMA GENERAL DE UN SISTEMA DE INFORMACION



MODIFICADO DE CHANDLER Y DELUTIS (1977)

FIGURA 2 -2

ESQUEMA GENERAL DE UN SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICO



MODIFICADO DE ARC-INFO
INFORMACION TECNICA

FIGURA 2-3

II.2.- Sistemas de Información Geográficos.

Los Sistemas de Información Geográficos se utilizan para la planeación, administración y control de recursos naturales, tales como: recursos hidrológicos; recursos forestales; minería y energéticos; agricultura, caza y pesca; uso de suelo; delimitación de superficies; censos, catastros y planeación urbana.

Los Sistemas de Información Geográficos son sistemas diseñados para la administración manipulación y control de información geográfica; conjugan en un solo sistema el manejo de información cartográfica, de forma vectorial (como son, puntos, líneas y polígonos) y atributos o información temática, (esto es información numérica, textos, fechas, símbolos, etc.), en algunos sistemas también se combinan imágenes de tipo raster o sea imágenes formadas a partir de datos en arreglos matriciales. Esta información es manipulada en una base de datos relacional, creando así la llamada información georreferenciada, esto es relacionar posiciones geográficas con información temática.

Estos sistemas por lo general son modulares, incluyen un módulo para la captura de información cartográfica, a través de procedimientos de digitización, otro módulo para la entrada de datos temáticos, y para la edición y actualización de la información; en otro módulo se lleva a cabo la ejecución de procesos y análisis de la información tanto la cartográfica como la temática; como módulos de salidas se tienen el de despliegue de información y el de reproducción de productos cartográficos, así como el de generación e impresión de reportes de información temática.. En la Fig. 2-3 se muestra un esquema general de un Sistema de Información Geográfico.

II.3.- Sistemas de Información Geológicos.

Un Sistema de Información Geológico, puede considerarse como una variante de los Sistemas de Información Geográficos, y se propone sean definidos de la siguiente manera: Sistemas basados en computadoras con capacidad de facilitar las tareas de almacenamiento y administración de información, además de ejecutar y auxiliar en funciones, tales como, procesamiento de datos, interpretación, creación de modelos geológicos, planeación de la exploración y toma de decisiones.

Un sistema de información geológico deberá ser un sistema modular que tenga la capacidad de almacenar la información de manera eficiente; esto es contar con una base de datos que administre la información y la presente de acuerdo a las necesidades de cada caso; por otra parte el sistema debe contar al igual que otros sistemas de información, con módulos para la captura y manejo de información cartográfica y con módulos para llevar a cabo procesamiento de la información, esto es módulos o subsistemas que ejecuten procesos, de manera interactiva, en lo referente a procesamiento de datos, interpretación y creación de modelos. La figura 2-4 muestra una propuesta general de un Sistema de Información Geológico.

Para llegar a un análisis del estado que guardan los sistemas de información, el software de aplicación y los llamados sistemas interactivo en el campo de la exploración, empezaremos por describir como fue el inicio de la aplicación de la computación en las ciencias geológicas.

De acuerdo con Merriam (1981), el uso de la computadora en la exploración se encuentra ligado a la aplicación de las matemáticas en las Ciencias de la Tierra, este autor divide en cuatro etapas el desarrollo de métodos computacionales y matemáticos en la geología y ciencias afines.

La primera etapa llamada Formativa (1833-1895), se caracteriza por la aplicación de la geometría y la trigonometría a cálculos y proyecciones de datos tomados en superficie, cálculos de flujos de calor, de volúmenes de sedimentos transportados, cálculos geodésicos y cristalográficos. Para esta etapa destaca el trabajo de Charles Lyell quien, aplicando la estadística, realiza la subdivisión del Terciario con base en la relación entre organismos vivos y extintos.

En la segunda etapa, conocida como la etapa Exploratoria (1895- 1941), se realizan avances notables en el desarrollo de la geofísica y se introduce la aplicación de la estadística uni y bivariable a problemas de sedimentología, estratigrafía y bioestratigrafía.

Durante la etapa de Desarrollo (1941-1958), se introducen los métodos probabilísticos en la geología, así como el análisis multivariable, esta tercera etapa se vio un tanto obstaculizada, como en otras áreas de la ciencia, debido a lo tedioso y complicado que

resultan los cálculos con las nuevas metodologías propuestas.

Por último, la cuarta etapa o etapa de Automatización (1958- a la fecha), en la cual se inicia la aplicación directa de la computadora en las ciencias geológicas, el primer artículo publicado sobre el tema en una revista geológica reconocida es el de W.C. Krumbein y L.L. Sloss, titulado "High-Speed Digital Computers in Stratigraphic and Facies Analysis" (*Am. Assoc. Petroleum Geologist Bull. V.42 No. 11, 1958, pp. 2650-2669*). A partir de esta fecha se da un gran desarrollo a la aplicación del cómputo en la geología y ciencias afines.

Hamilton (1993), menciona a los Sistemas de Información en la exploración y los sitúa dentro de las poderosas herramientas tecnológicas de la década de los 90's, junto con la exploración sísmica en 3 dimensiones, la estratigrafía secuencial, las Estaciones de Trabajo y la perforación horizontal, indica asimismo que los sistemas de información integran los diferentes datos y ligan la mente de los técnicos de tal manera que impulsan la productividad.

Por su parte Hornsby (1992), se refiere a las tendencias de la exploración petrolera en la década de los 90's y menciona que las industrias paralelas de procesamiento de datos, Estaciones de Trabajo y de desarrollo de software especializado, tienen un crecimiento considerable generado por las necesidades de interpretación de datos geológicos, principalmente los provenientes de la exploración sísmica en 3 dimensiones.

Tal como lo mencionan Figueroa y Harper (1992), la tendencia de los sistemas de cómputo en la exploración petrolera es hacia la integración de paquetes de aplicación en una misma plataforma con acceso a una base de datos común; estos autores también mencionan los esfuerzos realizados por algunas compañías en el sentido de implementar un modelo de base de datos relacional con interfase gráfica espacial y mencionan que estos productos no están totalmente desarrollados pero aún así, dicen, que pueden ser aprovechados para alcanzar los objetivos de integración.

ESQUEMA GENERAL DE UN SISTEMA DE INFORMACION GEOLOGICO

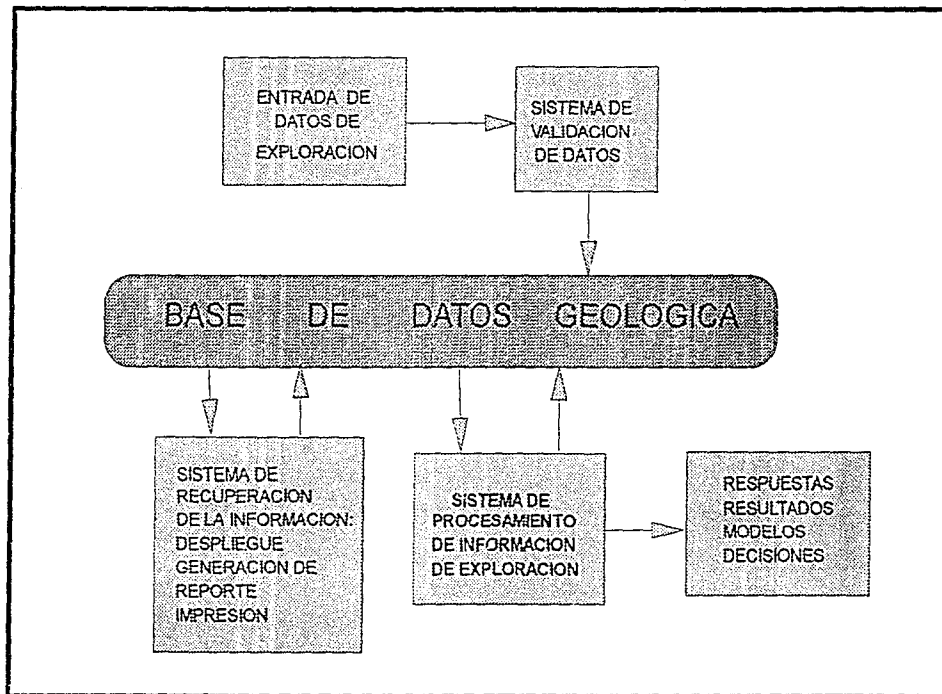


FIGURA 2-4

"La historia de cómo surgió y se desarrolló la famosa empresa petrolera El Aguila - una de las más importantes del grupo de Pearson a nivel nacional e internacional - ya se ha relatado en varias ocasiones. Esta empresa se inició como un subproducto de la actividad del señor Pearson en el Istmo de Tehuantepec en donde construía, en asociación con el gobierno mexicano, el ferrocarril entre Salina Cruz y Puerto México. En 1901 tomó la decisión de invertir en la exploración petrolera, y en 1905 Pearson consideró que los resultados eran positivos e inició la construcción de una pequeña refinería en Minatitlán, conectada con los campos de San Cristóbal. En marzo de 1908 - después de una erogación de 6 millones de dólares - se iniciaron las operaciones de la planta y unos meses después, en agosto, se creó una organización petrolera separada y se descubrió el fabuloso pozo Dos Bocas que, a pesar de haber sido destruido por un incendio, constituyó una de las primeras evidencias concretas de que México guardaba en su subsuelo importantes cantidades de hidrocarburos. En ese mismo año se tendió un oleoducto entre la refinería de Minatitlán y Puerto México, de donde saldría el primer cargamento de petróleo de la compañía de Pearson con rumbo a Inglaterra."

(Meyer 1982)

III.- ANALISIS DE LA INFORMACION GEOLOGICA.

III.1.- Proceso para el Estudio de una Cuenca.

El petróleo es una mezcla compleja de compuestos orgánicos de ocurrencia natural, esencialmente formado por átomos de carbono e hidrógeno, a los cuales se les conoce con el nombre genérico de hidrocarburos. La primera condición para tener un yacimiento de hidrocarburos, es que haya existido una roca madre, esto es una roca de origen sedimentario con cierto contenido de materia orgánica; después este sedimento debe ser sepultado por otros sedimentos en el subsuelo a cierta profundidad y a cierta temperatura y por un tiempo definido, de tal manera que estos factores, aparte de dar origen a la roca, transformen la materia orgánica en hidrocarburos, este sepultamiento tiene lugar en las cuencas sedimentarias, o sea depresiones que acumulan grandes paquetes de sedimentos en condiciones de subsidencia.

El siguiente paso para lograr una acumulación económica de hidrocarburos, es que estos migren, a partir de la roca madre, a través de la permabilidad de las rocas, y se almacenen en ella, en su porosidad, así también pueden existir condiciones estructurales en las rocas que entrampen al hidrocarburo de tal manera que éste se acumule en cantidades comerciales, y para que no escape hacia la superficie debe existir un horizonte de roca que funcione como un sello impermeable.

Después de describir de manera breve como es que se generan los hidrocarburos, se describen los pasos que se siguen, en términos generales, para realizar la exploración petrolera.

De acuerdo con Selley y Morrill (1983), en una primera etapa se efectúan los trabajos de mapeo geológico superficial y de reconocimiento geofísico. El papel de la geología petrolera se enfoca en la obtención de información que permita tener una idea clara de la estratigrafía, facies sedimentarias y de las estructuras en subsuelo, además de las evidencia que se tengan sobre la presencia de hidrocarburos y de las analogías geológicas de la cuenca en estudio con otras cuencas productoras en cuanto al potencial de la roca generadora, roca almacenadora, roca sello y formación de trampas.

Posteriormente se efectúan estudios sísmicos, para tener un detalle de la configuración de las estructuras en el subsuelo, profundidad de las posibles trampas y el conocimiento de las rocas, su espesor y volumen, debido a que existe una relación entre el volumen de sedimentos y la probabilidad de encontrar acumulaciones comerciales de hidrocarburos, particularmente dentro del rango de profundidad de las ventanas de generación de aceite y gas.

El siguiente paso consiste en la perforación de pozos exploratorios, con lo que se obtiene información directa, a través de muestras, del tipo de roca y de sus propiedades

físicas y químicas, evidencias directas de la presencia de hidrocarburos y de su tipo, así como información petrofísica a lo largo de la pared del pozo (registros geofísicos de pozo), además es posible obtener información de la estructura perforada, régimen geotérmico, y potencial productor del yacimiento, entre otros parámetros.

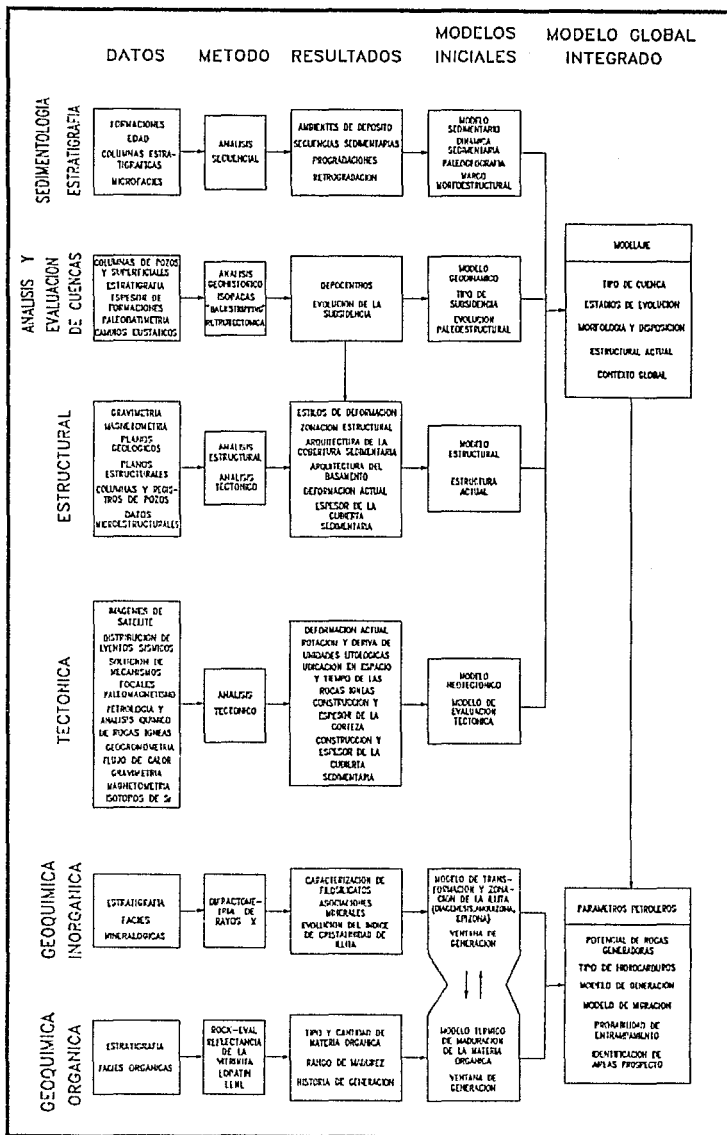
Primero se perforan las estructuras con posibilidades de formar un yacimiento y que fueron detectadas en superficie y en subsuelo a través de los métodos sísmicos. Un pozo exploratorio no se considera un fracaso, aunque este no resulte productor ya que proporciona valiosa información para dirigir nuevas perforaciones.

Después de la perforación de pozos exploratorios, se considera que se da inicio a otra etapa, en la cual se establece la presencia de hidrocarburos asociado a ciertas unidades estratigráficas y a ciertas estructuras (trampas); se llevan a cabo estudios detallados de las extensiones de los yacimientos, tipo de hidrocarburos y estimación de reservas; se planea la perforación de más pozos a lo largo de la cuenca, guiados por las características geológicas definidas en los yacimientos perforados.

Finalmente se da la fase de producción, con ella se inicia la obtención de información en lo concerniente a reservas e historia de producción de la cuenca; con esta información se trabaja en el establecimiento de un patrón de campos petroleros, para con esto guiar las futuras exploraciones dentro de la cuenca o en otras áreas. Comúnmente no toda la cuenca se presenta a un mismo nivel de desarrollo, en partes ha sido intensamente perforada y en otras, menos favorables geológicamente o menos accesibles, están medianamente o sin ningún desarrollo, así existen cuencas en las que se hacen nuevos descubrimientos después de 50 o más años de haberse iniciado su desarrollo, además de que en una misma cuenca pueden existir diferentes etapas o tiempos de generación de petróleo y diferentes mecanismos de migración y entrapamiento.

Un mayor detalle de la metodología para el estudio de una cuenca con posibilidades de contener hidrocarburos en acumulaciones económicas, se muestra en la Figura 3-1 modificada de Mandujano, *et al* (1992). Dicha metodología está apoyada en seis disciplinas fundamentales de la exploración: Sedimentología, Dinámica de Cuencas, Geología Estructural, Tectónica Regional, Geoquímica Inorgánica y Geoquímica Orgánica, cabe resaltar que esta metodología está apoyada con las técnicas modernas de la exploración petrolera como es la estratigrafía de secuencias o análisis secuencial, el modelado geodinámico, los análisis de Rock-Eval y la difracción de rayos X, entre otros.

En esta metodología se muestran los datos que se requieren de entrada para cada una de las disciplinas, los métodos de estudio empleados en cada caso y los resultados obtenidos; con estos resultados se crean modelos geológicos que posteriormente derivan a modelos más completos integrales que explican el estado actual, comportamiento y evolución de la cuenca y que hacen posible estar en condiciones para llevar a cabo la toma de decisiones.



METODOLOGIA PARA EL ESTUDIO DE UNA CUENCA
CON POSIBILIDADES PETROLERAS

III.2.- Manejo de Información en el Estudio de una Cuenca.

En las distintas etapas de la exploración petrolera, existen funciones y procedimientos que intervienen durante todo el proceso, éstos se identifican con el fin de determinar qué datos se requieren y qué información se genera, así como para conocer las características de la información.

1.- Recopilación de Información Existente:

En todas las etapas de la exploración, resulta indispensable efectuar una recopilación de la información existente sobre el tema a desarrollar, esta información se encuentra en publicaciones, informes geológicos, cartografía especializada, fotografías aéreas, imágenes de satélite, registros geofísicos de pozo, líneas sísmicas, estudios geofísicos, etc.

- Informes Internos Inéditos:

Estos informes se encuentran en archivos técnicos de las instituciones o compañías petroleras, la información consiste de textos, planos, tablas, gráficas, fotografías, mapas, etc.

- Trabajos Científicos Publicados:

Los trabajos publicados se localizan en bibliotecas especializadas con las facilidades comunes que ofrecen las bibliotecas para su localización, búsqueda, acceso a bancos bibliográficos, préstamo y reproducción. La información consiste de textos, planos, tablas, gráficas, fotografías, etc.

- Cartografía Especializada:

Cartografía publicada en papel y/o medios magnéticos por instituciones del gobierno (Instituto Nacional de Geografía e Informática, INEGI,) y por diversas instituciones y universidades del país y el extranjero.

- Fotografías Aéreas e Imágenes de Satélite:

Las fotografías aéreas e imágenes de satélite se comercializan por instituciones del gobierno (INEGI) y por instituciones y compañías privadas, se maneja en papel fotográfico y/o medios magnéticos.

- Información de Subsuelo:

Esta información se encuentra comúnmente en los informes de pozos perforados o en informes o publicaciones de estudios geofísicos efectuados, la información consiste de textos, planos, tablas y gráficas.

2.- Cartografía:

Un procedimiento comúnmente empleado es el de elaborar planos base, planos preliminares, o bien definitivos; estos planos se hacen apoyados en la cartografía existente y en la interpretación preliminar de las fotografías aéreas e imágenes de satélite; o bien producto de los estudios geológicos y geofísicos efectuados, así se obtienen planos topográficos, geológicos, de parámetros geofísicos, planos estructurales y productos gráficos como son: secciones estructurales, secciones estratigráficas, columnas estratigráficas, tablas de correlación estratigráfica, etc.

3.-Geología de Campo:

El trabajo de geología de campo consiste en llevar a cabo una comprobación de la fotointerpretación efectuada, también se hacen trabajos de cartografía geológica apoyados en los planos base, se realizan descripciones litológicas de afloramientos, recolección de muestras, medición de columnas estratigráficas y levantamientos estructurales.

4.- Estudios de Prospección Geofísica:

La prospección geofísica se basa en realizar una serie de mediciones en la superficie de la tierra, tales mediciones consisten en la determinación de las variaciones en términos de tiempo y espacio de uno o varios campos de fuerza (Del Valle, 1984).

Los llamados métodos geofísicos potenciales en la exploración petrolera están encaminados a determinar el espesor de las rocas sedimentarias en una cuenca y rasgos estructurales, éstos son la gravimetría, basada en la densidad de las rocas, y la magnetometría, basada en la susceptibilidad magnética de las rocas. El método sísmológico basado en la elasticidad de las rocas se utiliza principalmente para definir y localizar las estructuras geológicas favorables a un yacimiento petrolero.

El trabajo de campo consiste en realizar un muestreo sistemático, con instrumentos adecuados a cada caso, de las variaciones que se observan en el campo de fuerza en cuestión. Los datos así obtenidos en el campo no se pueden utilizar directamente ya que es común que se encuentren afectados por causas ajenas a las condiciones del subsuelo, éstas deben ser identificadas y sustraídas; en otras ocasiones es necesario transformar los datos obtenidos en otros parámetros, o bien comparar dichos datos con respecto a un campo teórico conocido; todos estos procedimientos mencionados es lo que se conoce como procesamiento de datos geofísicos.

Con estos datos se obtienen planos de contornos y secciones que representan la distribución de parámetros en estudio y que, al conjuntarlos interpretamos su distribución tridimensional. Otra forma de interpretación de resultados, dependiendo

del método, es la de aproximaciones sucesivas, utilizando técnicas de modelado y simulación, esto es haciendo variar los parámetros que operan como variables en las ecuaciones que representan los campos de fuerza en estudio y sin descuidar de que toda interpretación debe de ser una solución lógica vista con el criterio geológico y el conocimiento que se tenga del área en estudio.

5.- Estudios de Laboratorio:

Se llevan a cabo diversos estudios de laboratorio como son; estudios petrológicos y determinaciones petrográficas de rocas, caracterización de minerales, fechamiento de rocas determinaciones paleontológicas, análisis químicos y geoquímicos de rocas y aceites y medición de propiedades físicas de rocas, entre otros.

6.- Perforación de Pozos Exploratorios:

Se efectúa una exploración conocida como exploración directa, al perforar pozos exploratorios a grandes profundidades (hasta 10,000 metros); se obtiene un registro directo de las rocas que corta el pozo mediante la muestra de canal, además se cortan muestras de roca a diferentes profundidades conocidas como núcleos, se conoce el potencial productor del pozo y se obtienen registros geofísicos de pozo.

7.- Registros Geofísicos de Pozo:

Los registros geofísicos de pozo son técnicas desarrolladas con el fin de determinar propiedades físicas de las rocas a lo largo de la pared del pozo, un registro de pozo es una representación digital o analógica de una propiedad física que se mide contra la profundidad. La obtención de estos se realiza a partir de una sonda que va recorriendo la trayectoria del pozo y de un equipo en la superficie que traduce la información enviada por la sonda a través de un cable y que se registra en una cinta magnética o en película fotográfica (Arroyo y Roig 1987).

8.- Análisis, Síntesis, Interpretación y Toma de Decisiones:

A lo largo de todo el proceso exploratorio y en cada una de sus etapas, se llevan a cabo procesos de análisis, síntesis, interpretación y toma de decisiones, estas funciones son funciones eminentemente intelectuales en donde la experiencia y creatividad del intérprete adquieren gran importancia, la interpretación, análisis y síntesis final involucra la creación de modelos, que deben explicar los fenómenos de generación, expulsión, migración y entrapamiento de hidrocarburos; el objetivo final del proceso exploratorio y de la interpretación de datos es la toma de decisiones.

9 - Elaboración de Informes Parciales y Finales:

Como resultado de los trabajos realizados se elaboran informes parciales o finales, los cuales contiene la presentación de resultados mediante mapas, modelos, secciones y por supuesto las conclusiones, recomendaciones y toma de decisiones. Como ya se mencionó, el resultado de una exploración consiste de productos interpretativos, o sea resultados sujetos a comprobación, reinterpretación o sujetos a cambios, en la medida en que se avance en la exploración.

Después de un análisis de las funciones y metodologías de la exploración y de la información que se genera, se concluye lo siguiente:

- 1.- Se requiere del manejo de información cartográfica, esto es información vectorial y georeferenciada, o sea la facilidad de relacionar posiciones geográficas con información temática.
- 2.- Se requiere de la manipulación de imágenes y fotografías, información rasterizada (información en arreglos matriciales)
- 3.- Se requiere del manejo de información eminentemente gráfica, esto es tablas, diagramas, figuras, gráficas, croquis, etc., con las ventajas del diseño asistido por computadora (programas CAD).
- 4.- Se requiere de la manipulación de información alfanumérica, esto es, la creación de bancos de información y bases de datos de tipo relacional.
- 5.- Se requiere de procesamiento de datos, la aplicación de algoritmos, solución de ecuaciones, cálculos estadísticos, formatos específicos, etc.
- 6.- Se requiere contar con programas especializados que resuelvan problemas específicos de procesamiento, modelado e interpretación de datos de exploración.

"Pearson y El Aguila gozaron en sus orígenes del apoyo directo de Porfirio Díaz, quien alentó al empresario británico en su aventura petrolera modificando la legislación, elevando las tarifas del petróleo importado, para que derrotara con producción interna a sus competidores, y otorgándole grandes concesiones de terrenos nacionales y arancelarias. Entre los directores originales de la empresa se encontraba el coronel Porfirio Díaz (hijo del dictador), Guillermo de Landa y Escandón, Pablo Maccdo, Fernando Pimentel y Fagoaga y Enrique Creel, todos miembros destacados de la oligarquía porfirista."

(Meyer 1982)

IV.- MODELO CONCEPTUAL

IV.1.- Modelo General.

Basado en el análisis de la información geológica, las disciplinas que intervienen, los datos, métodos, resultados y modelos a obtener, se propone la creación de diez subsistemas, que en conjunto constituyen el Sistema de Información Geológico Aplicado a la Exploración Petrolera.

Los subsistemas propuestos son:

- 1.- CARTOGRAFICO
- 2.- SEDIMENTOLOGICO-ESTRATIGRAFICO
- 3.- GEOFISICO
- 4.- TECTONICO-ESTRUCTURAL
- 5.- GEOQUIMICO
- 6.- ANALISIS Y EVALUACION DE CUENCAS
- 7.- INGENIERIA DE YACIMIENTOS Y PRODUCCION
- 8.- APOYO A LA TOMA DE DECISIONES
- 9.- DISEÑO ASISTIDO POR COMPUTADORA (CAD)
- 10.- EDICION DE TEXTOS

El Sistema de Información Geológico propuesto está constituido de diez subsistemas, cada uno independiente pero al mismo tiempo complementado por los otros, entre ellos interactúan y comparten información (entradas) y resultados (salidas) todos entre sí. Cada subsistema está formado por módulos que representan los procesos que se desarrollan en cada uno y cuentan con una base de datos propia; estas bases de datos se integran en una sola, lo que constituye una Base de Datos General de Exploración, figura 4-1

Las figuras 4-2 a la 4-11 definen a un nivel conceptual, cada uno de los subsistemas propuestos; estos modelos están basados en el concepto de "caja negra" y en cada uno de los subsistemas se muestran los datos que entran al sistema, los procesos que intervienen y los resultados, información procesada y/o modelos obtenidos.

El análisis de acuerdo con el concepto de "caja negra", nos da una idea general del sistema que pretendemos desarrollar, como un primer nivel de comprensión del problema que queremos resolver, pero no se ha establecido cómo opera o qué funciones realiza cada proceso o subsistema que proponemos. De acuerdo con Fuentes (1991), un siguiente paso para la definición de un modelo conceptual es el definir el modelo con base en la concepción funcional, esto es definir las actividades requeridas para cumplir con una función o propósito, dicho de otra manera, se trata de describir las actividades y de dividir las en subactividades hasta alcanzar el nivel de detalle que se requiera, así también se debe de establecer las interconexiones entre actividades que forman parte del sistema y las actividades del exterior.

Para que el trabajo de definición del modelo conceptual este completo, tenemos que definir las funciones, actividades y tareas que realiza cada subsistema; dados los alcances del presente trabajo, sólo se analiza, a manera de ejemplificar este proceso, un subsistema en su conjunto y un módulo, que forman parte de otro subsistema; este análisis como ya se mencionó constituye otro paso en la definición del modelo conceptual.

El módulo que se analiza es el de Interpretación de Fotografías Aéreas e Imágenes de Satélite, del Subsistema Tectónico-Estructural, este módulo tiene el objetivo de realizar cartografía geológica auxiliado con fotografías aéreas e imágenes de satélite.

El subsistema que se analiza es el Subsistema de Apoyo a la Toma de Decisiones, el cual se aboca a combinar datos técnicos de exploración con datos económicos para que con el apoyo de las metodologías apropiadas se realice una toma de decisiones consistente y más efectiva.

Para concluir el capítulo se analiza la integración de las bases de datos de los subsistemas en una sola base de datos para constituir la Base de Datos General de Exploración.

MODELO CONCEPTUAL DE UN SISTEMA DE INFORMACION GEOLOGICO
APLICADO A LA EXPLORACION PETROLERA

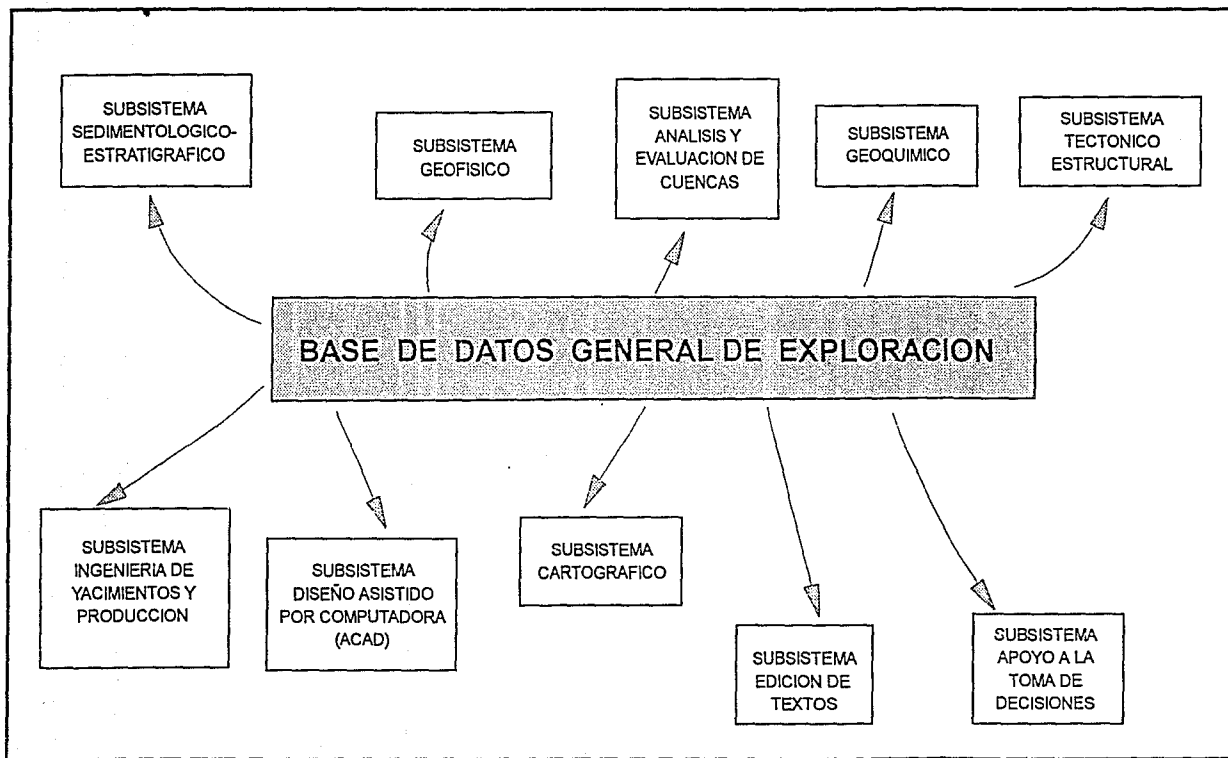


FIGURA 4-1

SUBSISTEMA CARTOGRAFICO

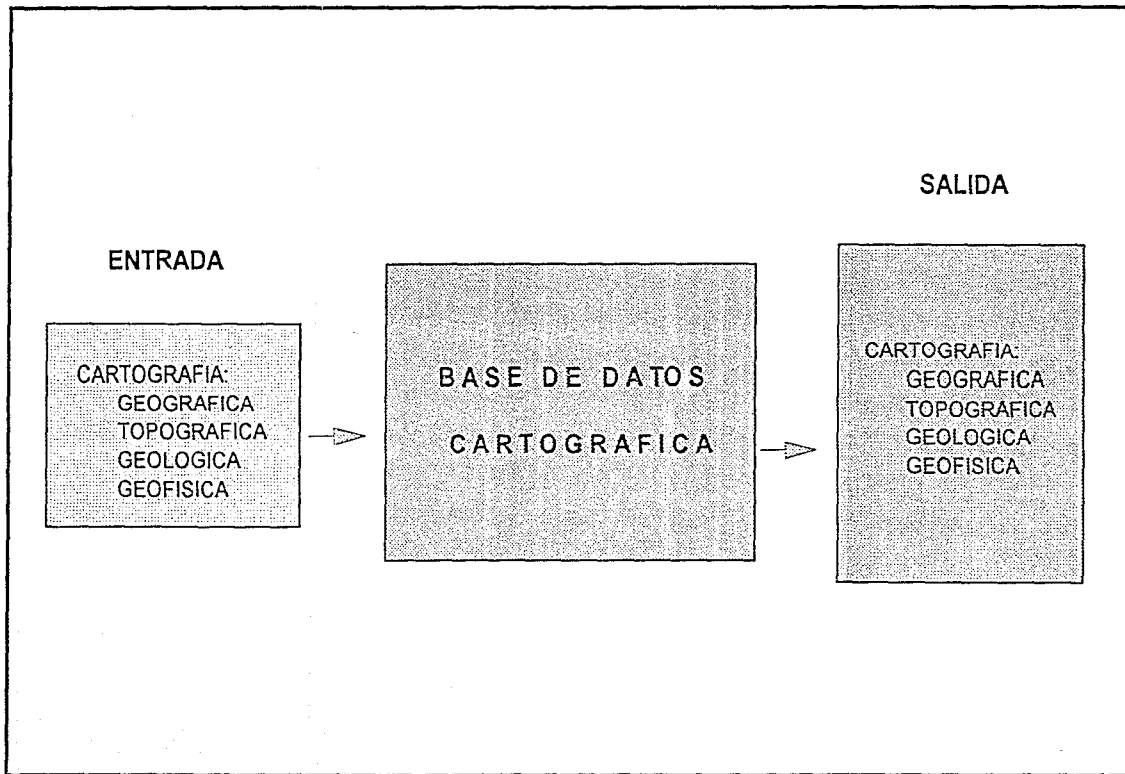


FIGURA 4-2

SUBSISTEMA SEDIMENTOLOGICO-ESTRATIGRAFICO

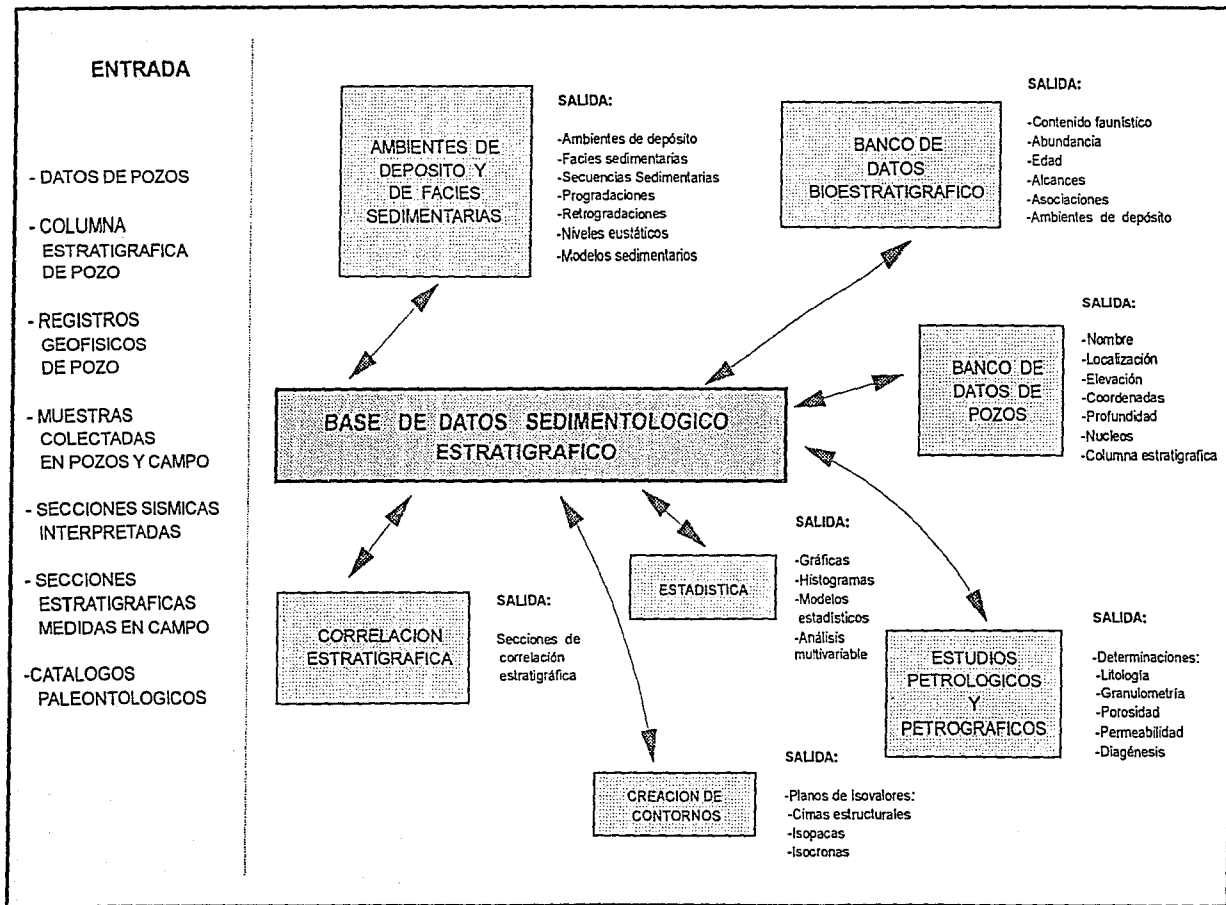


FIGURA 4-3

SUBSISTEMA GEOFISICO

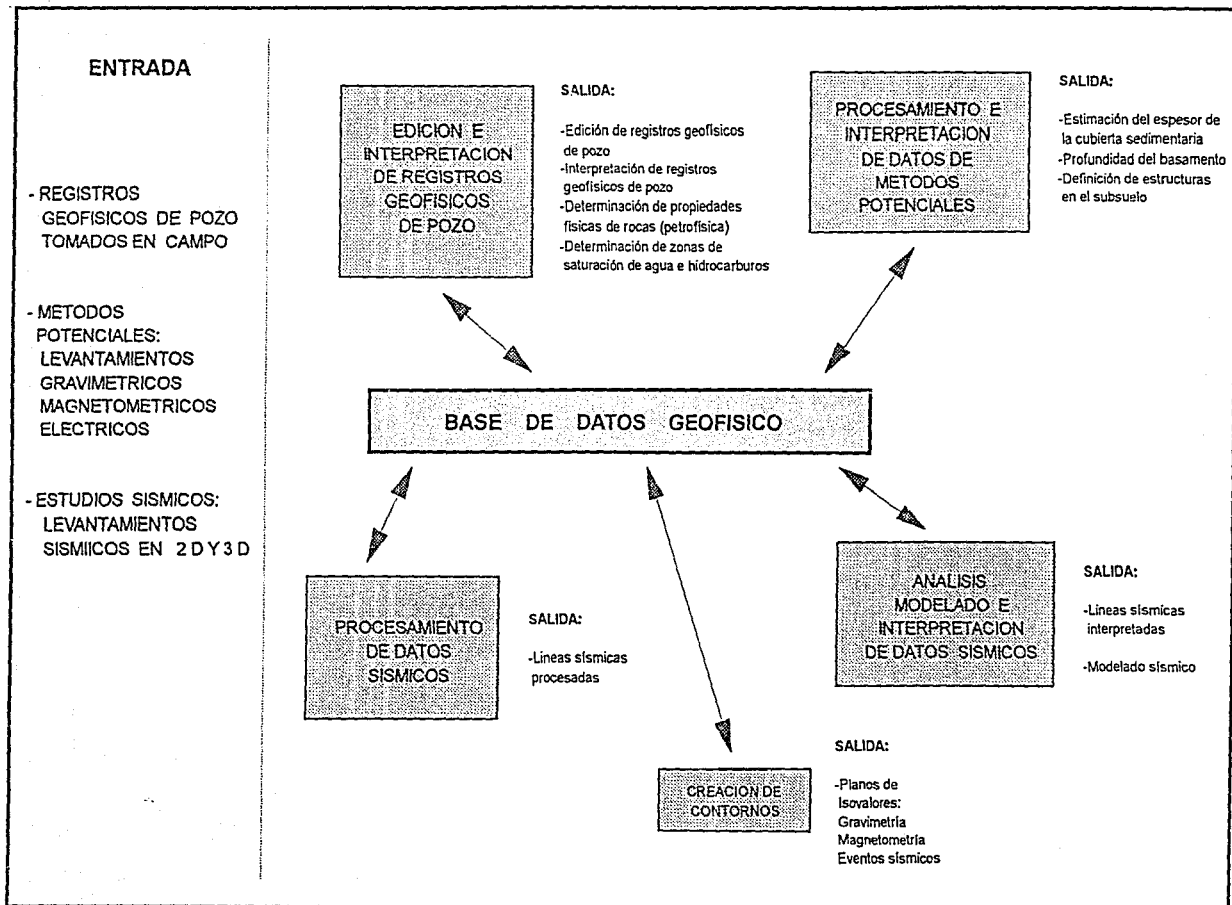


FIGURA 4-4

SUBSISTEMA TECTONICO-ESTRUCTURAL

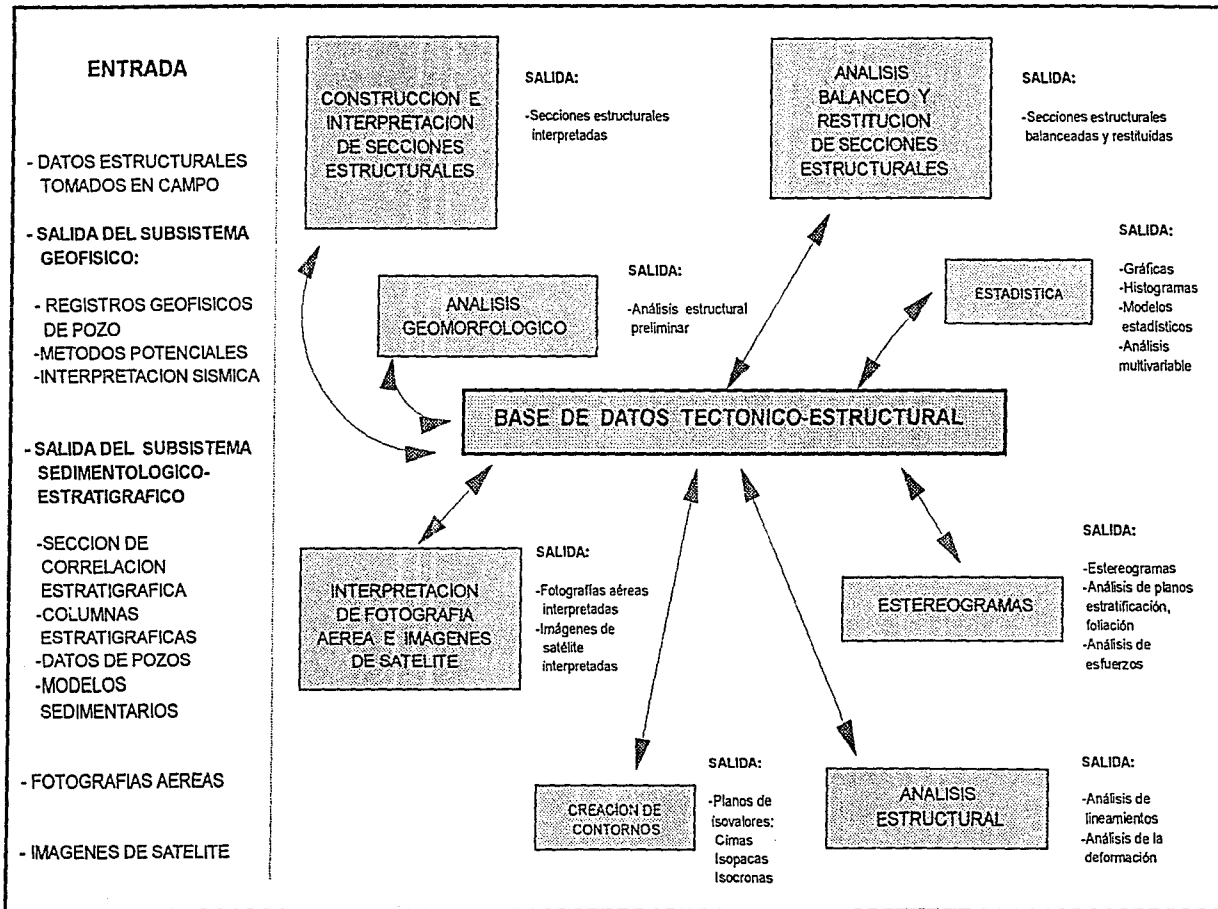


FIGURA 4-5

SUBSISTEMA GEOQUIMICO

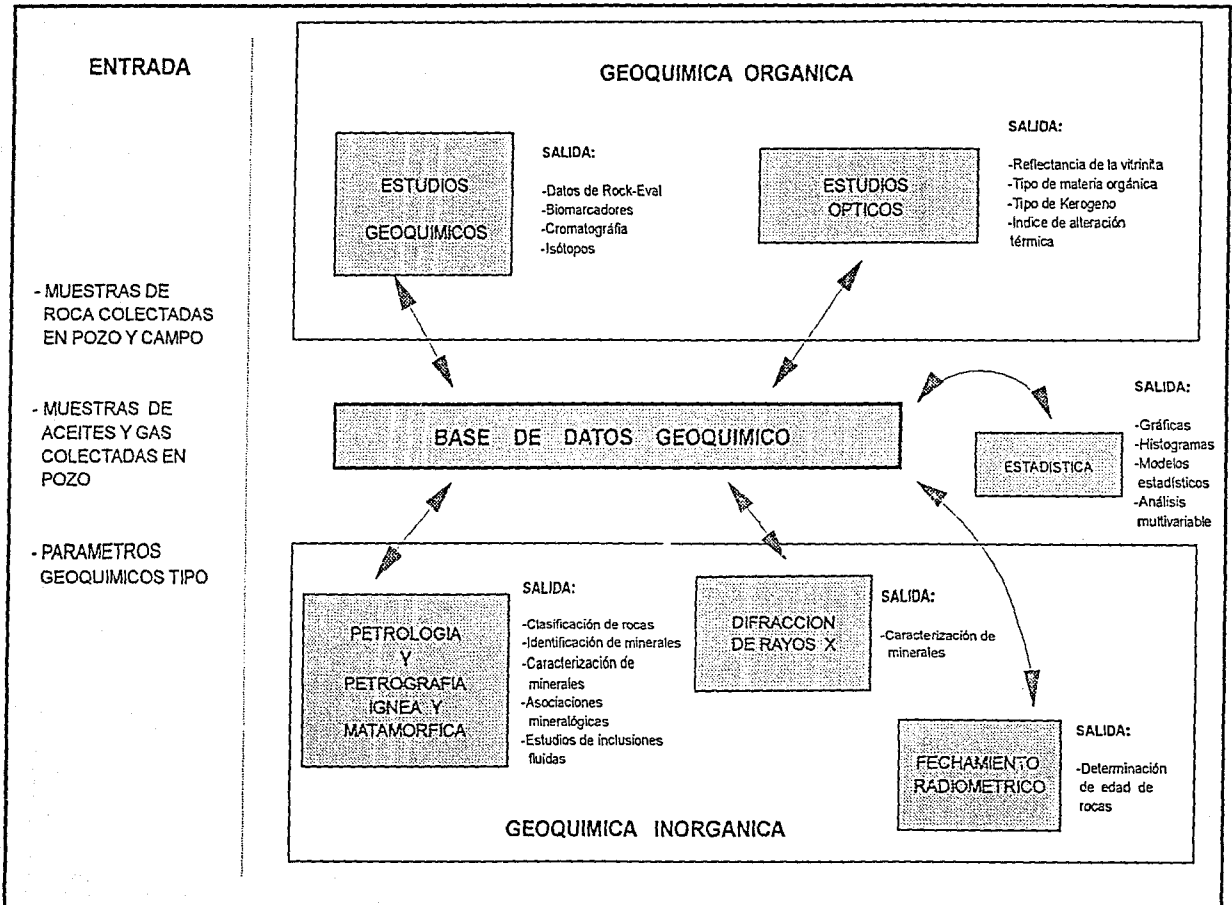


FIGURA 4-6

SUBSISTEMA ANALISIS Y EVALUACION DE CUENCAS SEDIMENTARIAS

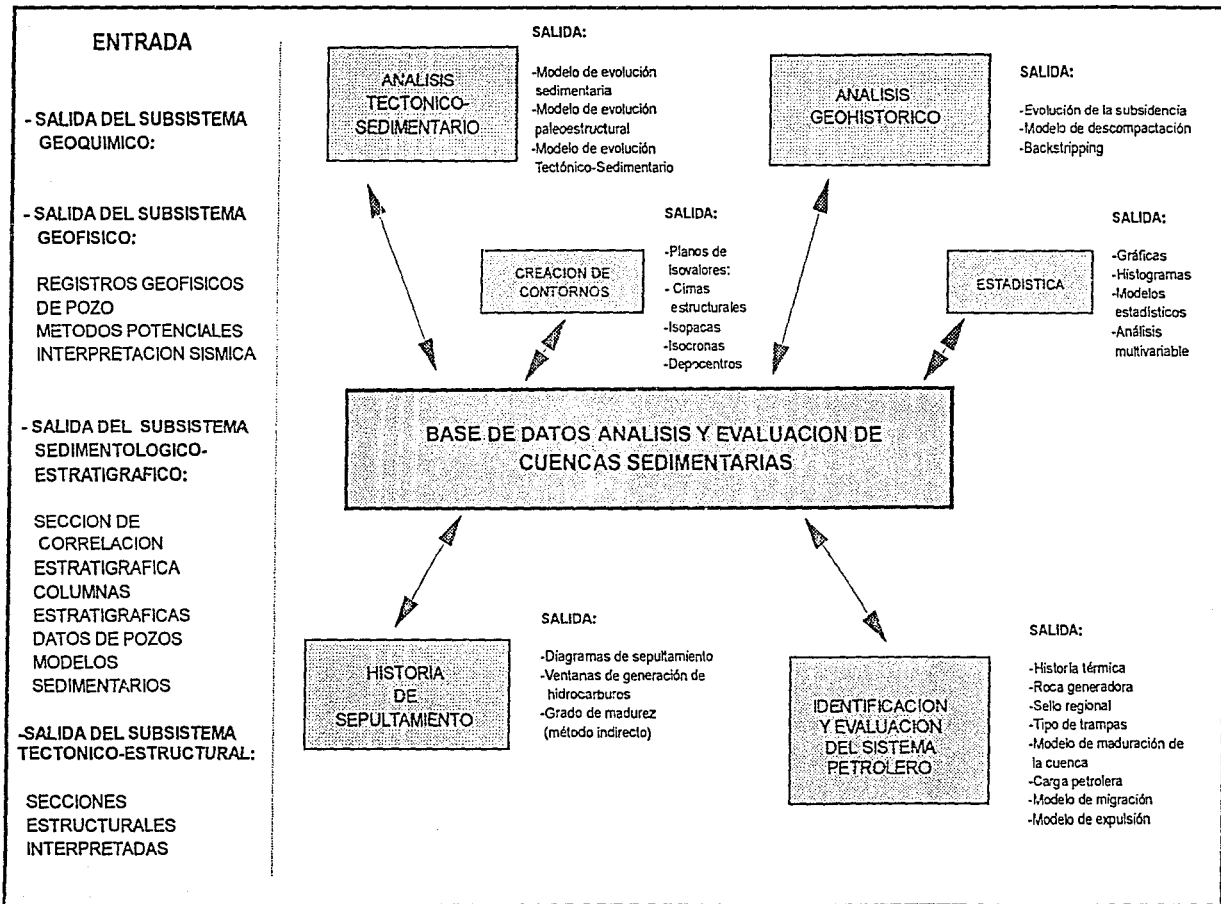


FIGURA 4-7

SUBSISTEMA INGENIERIA DE YACIMIENTOS Y PRODUCCION

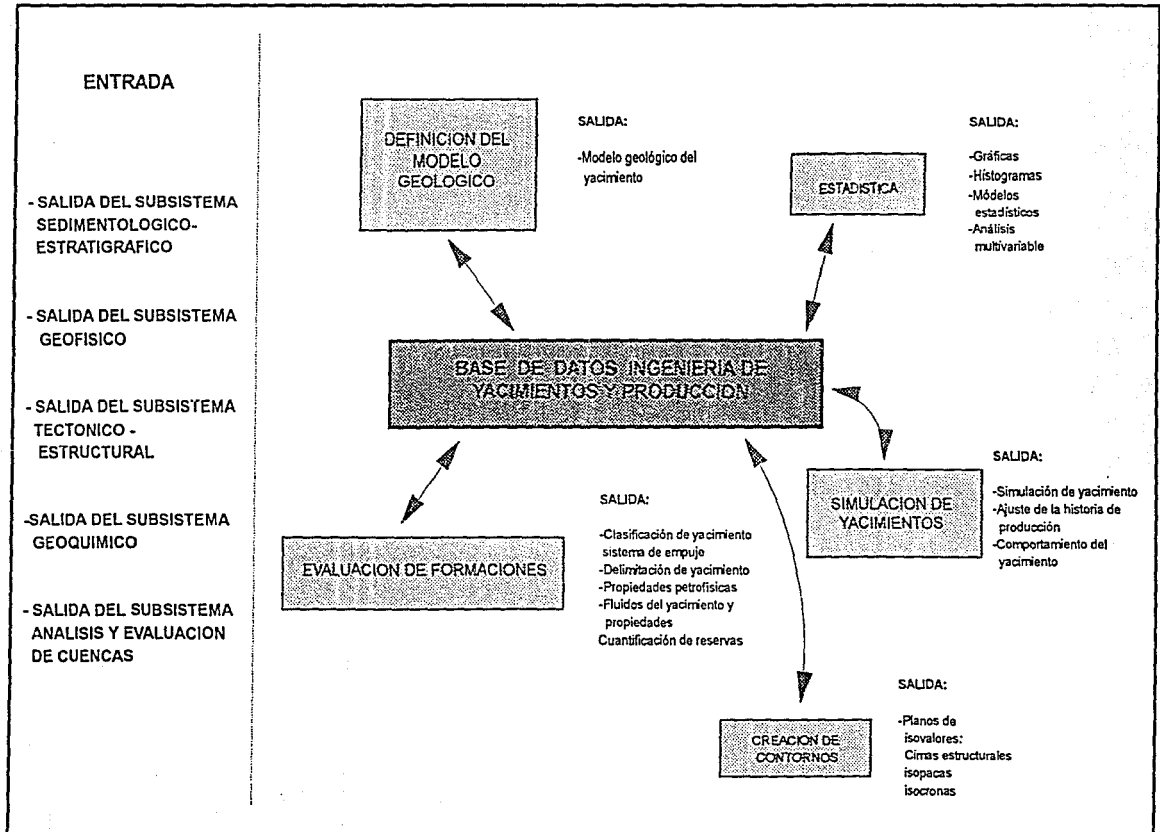


FIGURA 4-8

SUBSISTEMA APOYO A LA TOMA DE DECISIONES

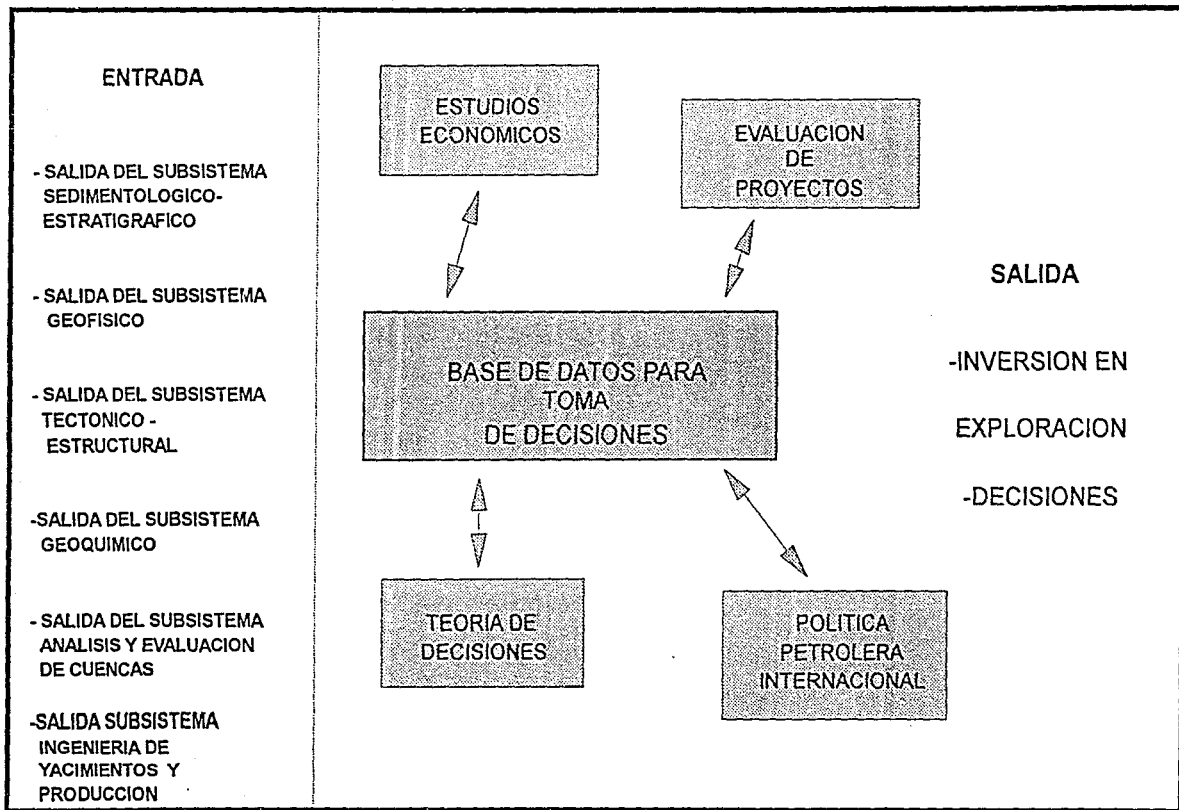


FIGURA 4-9

SUBSISTEMA DISEÑO ASISTIDO POR COMPUTADORA (CAD)

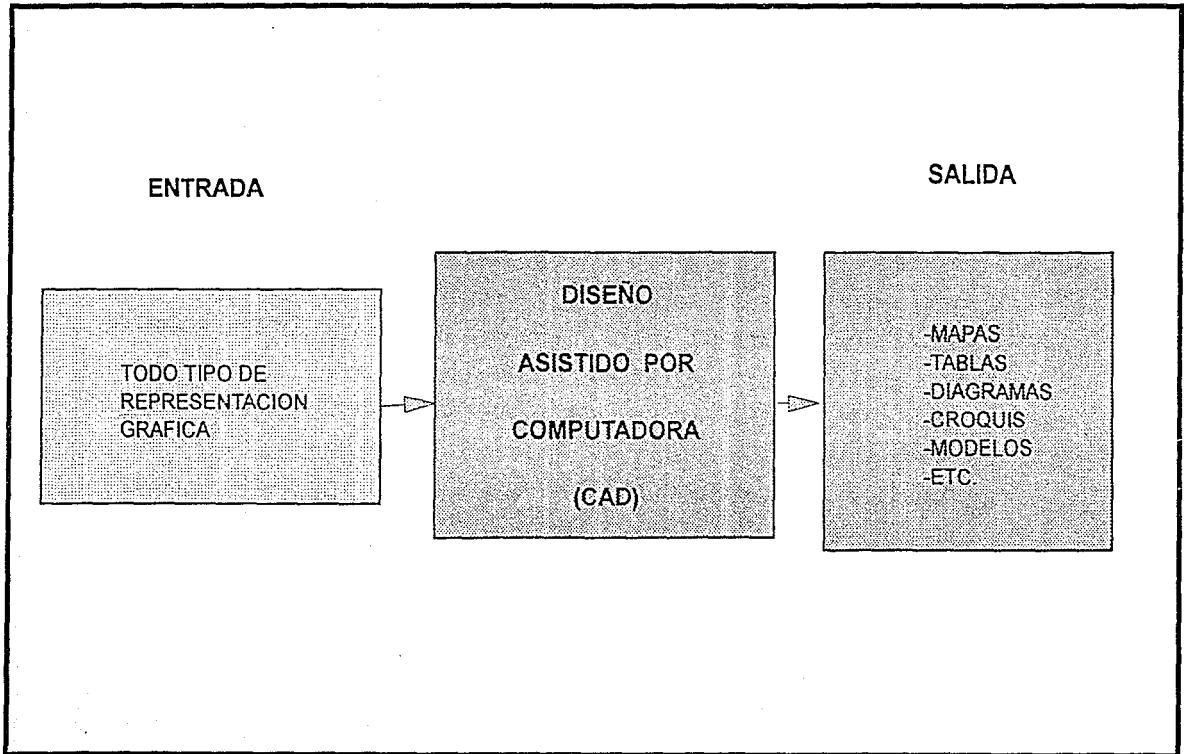


FIGURA 4-10

SUBSISTEMA EDICION DE TEXTOS

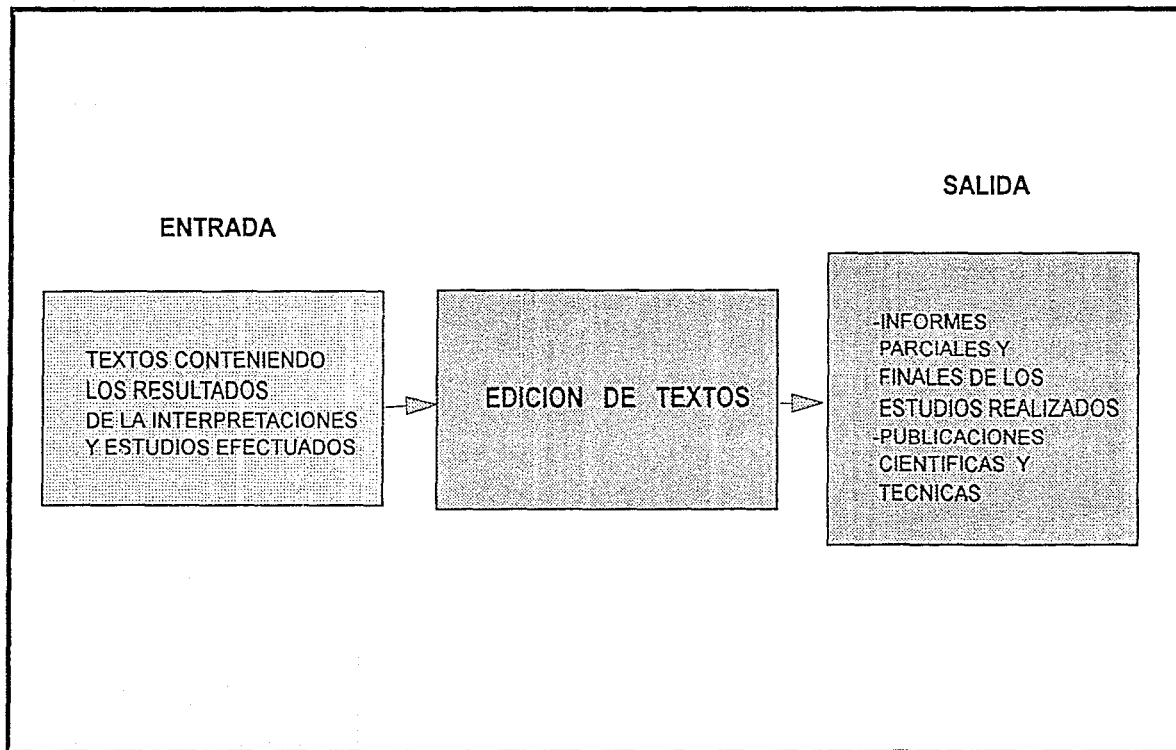


FIGURA 4-11

IV.2.- Subsistema Tectónico-Estructural, Módulo Interpretación de Fotografías Aéreas e Imágenes de Satélite.

Lira (1987), habla del análisis de recursos naturales por medio de imágenes satelitarias, en particular al hacerlo de la prospección petrolera, minera y de aguas subterráneas, se refiere a ello como un análisis complejo, en donde se deben emplear varios tipos de sensores aerotransportados y satelitarios, ya que se utilizan medidas y muestreos en campos geofísicos que requieren del modelaje físico y matemático, menciona la necesidad de manipulación de gran cantidad de datos por medio de computadoras y de que se requiere de la aplicación de sofisticadas técnicas estadísticas.

De acuerdo con Ortuño (1992), los métodos y técnicas de teledetección aerospacial tienen por objetivo la adquisición de la información contenida y transportada en la radiación electromagnética, a partir de plataformas aéreas o espaciales, y que proviene de la superficie de la tierra o de otros planetas. Con relación a la teledetección en Ciencias de la Tierra, menciona que se han obtenido buenos resultados en los siguientes aspectos:

Cartografía Geológica: De reconocimiento, a escalas 1:200,000 o mayores, complemento a la interpretación fotogeológica y a la geofísica, como apoyo en regiones sin cartografía y para la actualización de cartografía (síntesis y homogeneización).

Cartografía Estructural: En el reconocimiento de estructuras de deformación (fallas, fracturas, plegamientos), discernimiento de lineamientos regionales para la definición de los marcos geodinámicos y cinemáticos de los grandes conjuntos morfoestructurales.

Ortuño (1992), presenta una metodología para obtener una carta geológica-estructural por medio de procedimientos teleanalíticos, ésta se reproduce con algunas adaptaciones en la Figura 4-12.

El equipo para el módulo de análisis de fotografías aéreas e imágenes de satélite está integrado por:

- Una Estación de Trabajo:

Sistema operativo UNIX

48 MB memoria RAM (como mínimo)

Disco duro 2.5 GB (como mínimo)

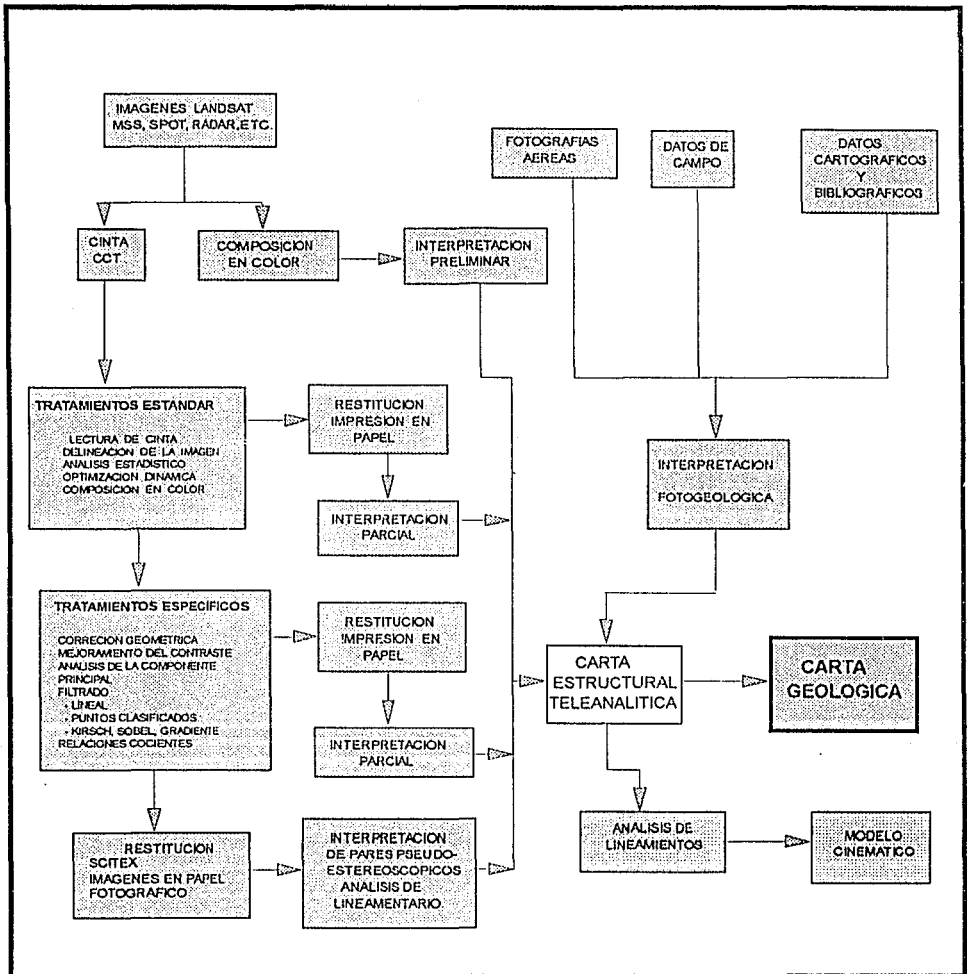
Unidad de cintas de 0.25 ", 150 MB

Unidad de cinta de 8 mm. Hexabyte. (recomendable)

Unidad de cintas de 0.5", densidad 1600-6250 bpi

Monitor color alta resolución (algunos programas requieren de dos monitores para su adecuado funcionamiento)

METODOLOGIA PARA EL TRATAMIENTO GEOLOGICOS DE IMAGENES DE SATELITE



MODIFICADO DE ORTUÑO (1992)

FIGURA 4-12

- Un software para tratamiento de imágenes de satélite (ER-MAPPER, SPIPER, PSI, CP-IMAGE, etc.).
- Un restituidor láser tipo SCITEX
- Un restituidor de imágenes tipo impresora color (electrostática).

Como puede verse en la figura 4-12, la metodología inicia con la adquisición de datos, esto es las imágenes del área en estudio, para luego dar paso a los tratamientos de tipo estándar y luego tratamientos específicos como los descritos en la metodología, éstos de acuerdo al tipo de imagen y al tipo de área en estudio y objetivo de éste, como producto final se tienen las imágenes interpretadas.

Por otro lado, se requieren de datos provenientes de interpretación geológica de fotografías aéreas, datos de campo, esencialmente secciones estratigráficas y estructurales, y cartografía geológica base. Con todo esto el producto final es una carta estructural y una carta geológica, así también es posible realizar un análisis de lineamientos y un modelo cinemático.

ANALISIS FUNCIONAL DEL SUBSISTEMA APOYO A LA TOMA DE DECISIONES

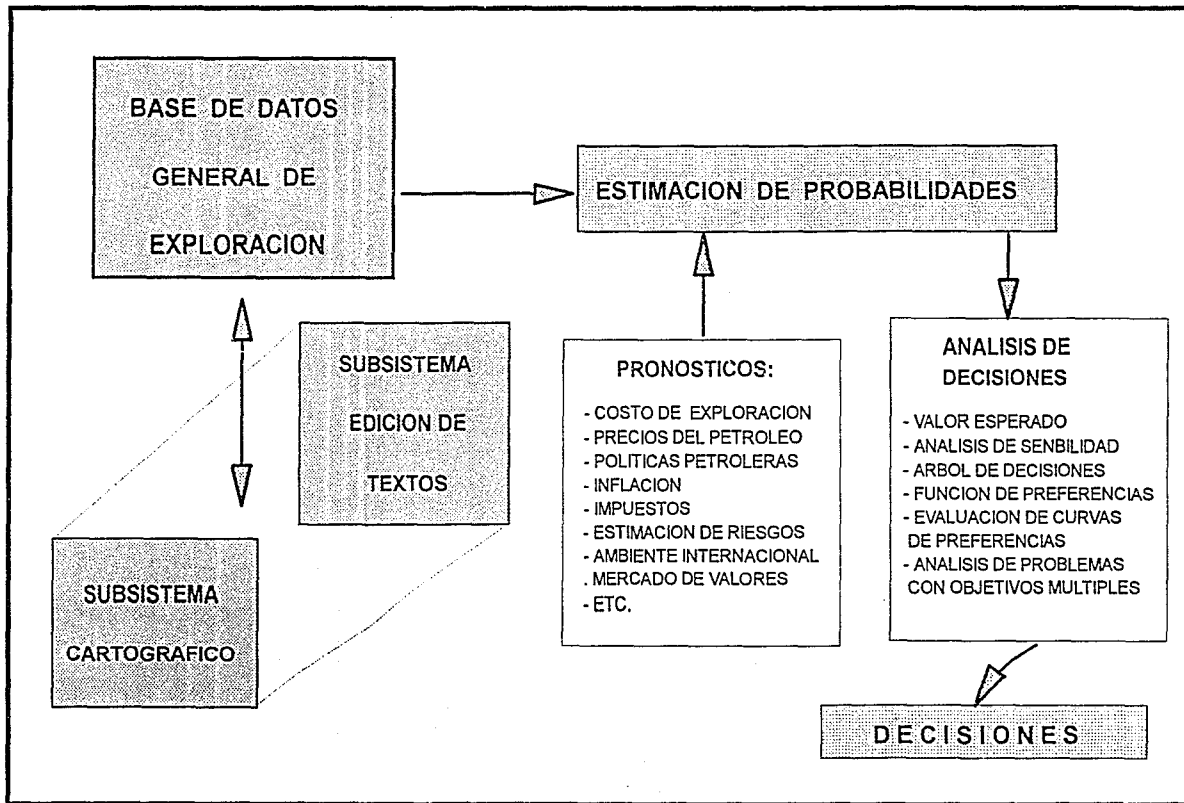


FIGURA 4-13

MODIFICADO DE HARBAUGH (1977)

IV.3.- Subsistema de Apoyo a la Toma de Decisiones.

La teoría de decisiones es una teoría que prescribe lo que un individuo, confrontado con un problema de selección bajo incertidumbre, deberá hacer para seleccionar un curso de acción que sea consistente con sus convicciones y preferencias personales, (Acosta, 1975).

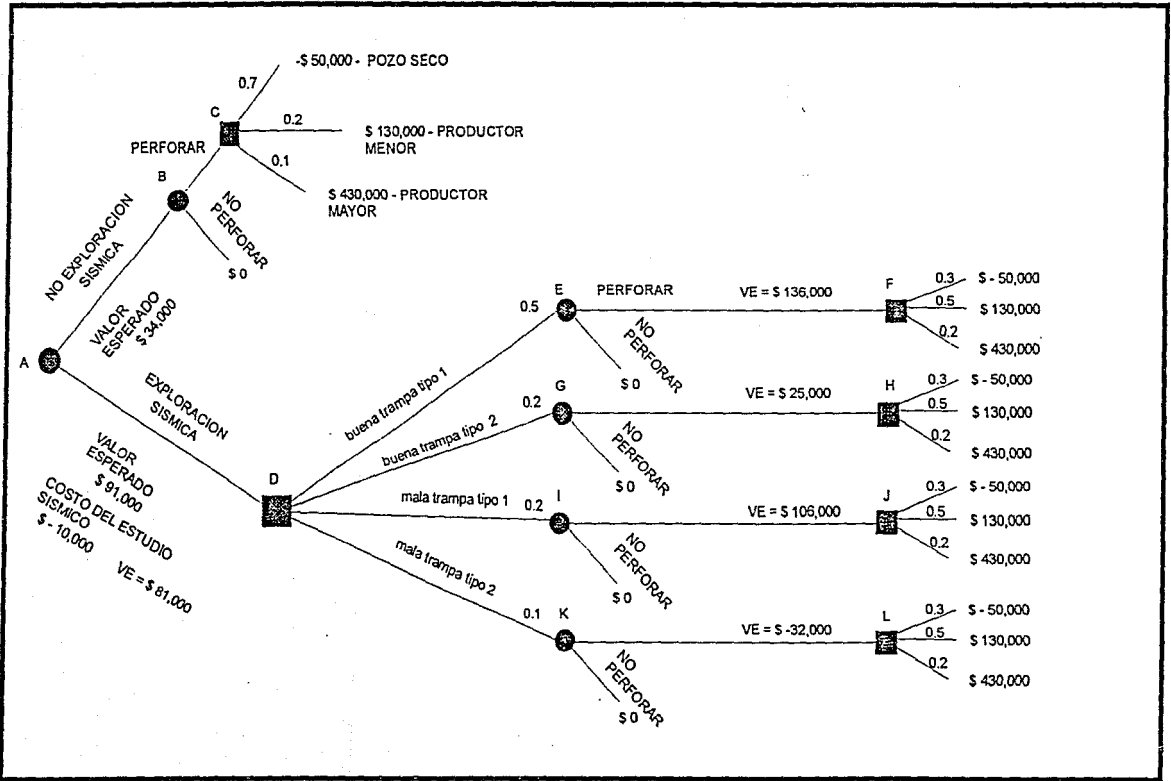
La metodología esta basada en los fundamentos de la teoría estadística de la decisión y en la inferencia estadística, método bayesiano, y requiere que las preferencias se valoren numéricamente en términos de utilidad, y que los juicios acerca de las incertidumbres se valoren numéricamente en términos de probabilidades.

El objetivo último de la exploración petrolera es el de tener elementos para la toma de decisiones, a este respecto Ackoff (1987), enfoca los sistemas de información desde el punto de vista de la toma de decisiones y sugiere que cuando se diseñe un sistema de información se debe de llevar a cabo un análisis del sistema de decisiones paralelo con el análisis de información, sus requerimientos y procesos.

El desarrollo de un sistema de toma de decisiones se basa en la liga de la información geológica con la información económica y el calculo de probabilidades. Harbaugh (1977), menciona un sistema de esta naturaleza, y basado en su idea se presenta en la figura 4-13 lo que podría ser un esquema de este subsistema.

En la figura 4-14 se muestra un ejemplo de un árbol de decisiones, que inicia con la alternativa de realizar un estudio sísmico o no realizarlo; a partir del nodo D, se abren cuatro posibilidades, mutuamente exclusivas, que dependen de la calidad del estudio sísmico y del tipo de trampa estructural que se encuentre, cada una de estas opciones tiene una probabilidad asociada, cuya suma necesariamente es 1.0. El Valor Monetario Esperado (VE), se calcula con la sumatoria de los productos de dichas probabilidades por su valor o costo financiero esperado. Las decisiones se toman con el criterio de seleccionar la opción que brinde el valor esperado mayor, así que en el ejemplo presentado el decisor, siguiendo este criterio elige la alternativa de realizar el estudio sísmico, en las opciones E, G e I, el VE de la opción No Perforar es de \$0 por lo que conviene la opción de Perforar; no así en la alternativa K, en donde el VE de Perforar es algebráicamente menor (\$-32,000) que el de No Perforar.

ARBOL DE DECISIONES



IV.4.- Base de Datos General de Exploración.

La creación de una base de datos constituye un proyecto de gran complejidad por sí mismo, sobre todo en lo que se refiere a datos de exploración. Hablar de una base de datos de exploración integral que contenga los datos de la exploración petrolera podría ser una utopía dada la gran cantidad de datos, complejidad y diversidad de la información.

Stark (1992), habla de los problemas y soluciones en el manejo de bases de datos petroleras, entre los principales problemas que él detecta están: Complejidad en la estructura de los datos, falta de formatos estándares, múltiples fuentes de un mismo dato, datos que cambian con el tiempo, incompatibilidad de sistemas de referencia y precisión en datos cartográficos, y falta de interfase entre los datos almacenados y los programas de aplicación. Entre las soluciones que plantea podemos citar: Creación de modelos de datos estándares para cada disciplina, creación de códigos y formatos estándares, desarrollo de conectividad entre las bases de datos y las aplicaciones técnicas.

Tomando en cuenta lo anterior, y tal como se propuso, se recomienda la creación de bases de datos específicas para cada subsistema que conforman el Sistema de Información, visto de otra manera se deben agrupar los datos o clasificarlos por disciplinas o subsistemas. El modelo de base de datos propuesto debe contar con un subsistema de validación de la información, éste debe ser de dos tipos uno de verificación lógica o automatizada en donde los datos se comparan contra un rango establecido y otro en donde los datos son expuestos a especialistas en la materia para que emitan su voto de validación (Figueroa y Harper, 1992).

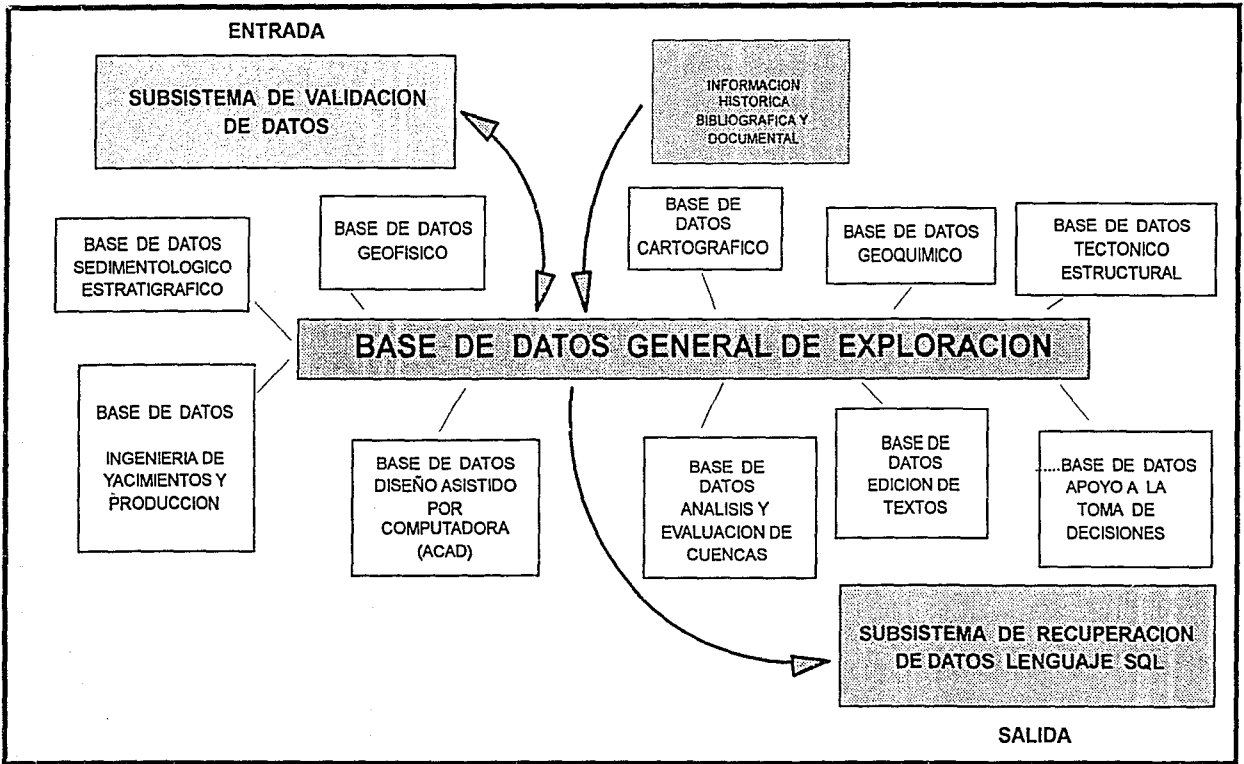
Otra parte importante es que el modelo debe incluir un subsistema o banco de datos de información histórica, bibliográfica y documental, y por supuesto, debe de contar con un subsistema de recuperación de la información, éste comúnmente se basa en el lenguaje de consulta de bases de datos SQL (Structured Query Language). Así el modelo conceptual propuesto para crear una base de datos general de exploración se presenta en la figura 4-15.

Las bases de datos debe realizarse con algún manejador de base de datos comercial, esto es, manejadores de base de datos como Oracle, Ingres, Informix y DB2, entre otros, y apoyándose con sistema de información geográficos para el manejo espacial de los datos. Una solución interesante, de la cual se tomo ideas para esta propuesta, es la que plantea la empresa Terravision Applied Systems, Inc. (1992), quienes proponen el uso de un manejador de base de datos (Oracle), en conjunción con un sistema de información geográfico (Arc-Info), figura 4-16.

En el esquema planteado, se parte de la adquisición de datos para luego someterlos a un proceso de validación y homogeneización, y de aquí se introducen en bases de datos

especificas para cada subsistema, estos datos y sus productos procesados entran a una base de datos global manejada en Oracle y en Arc-Info, esta entrada de datos a la base de datos global se hace a través de un programa de conversión y liga entre bases de datos, que convierte los archivos, no importando de que sistema operativo provengan, a formatos específicos y mantiene los datos actualizados entre las bases de datos de cada subsistema y la base de datos general.

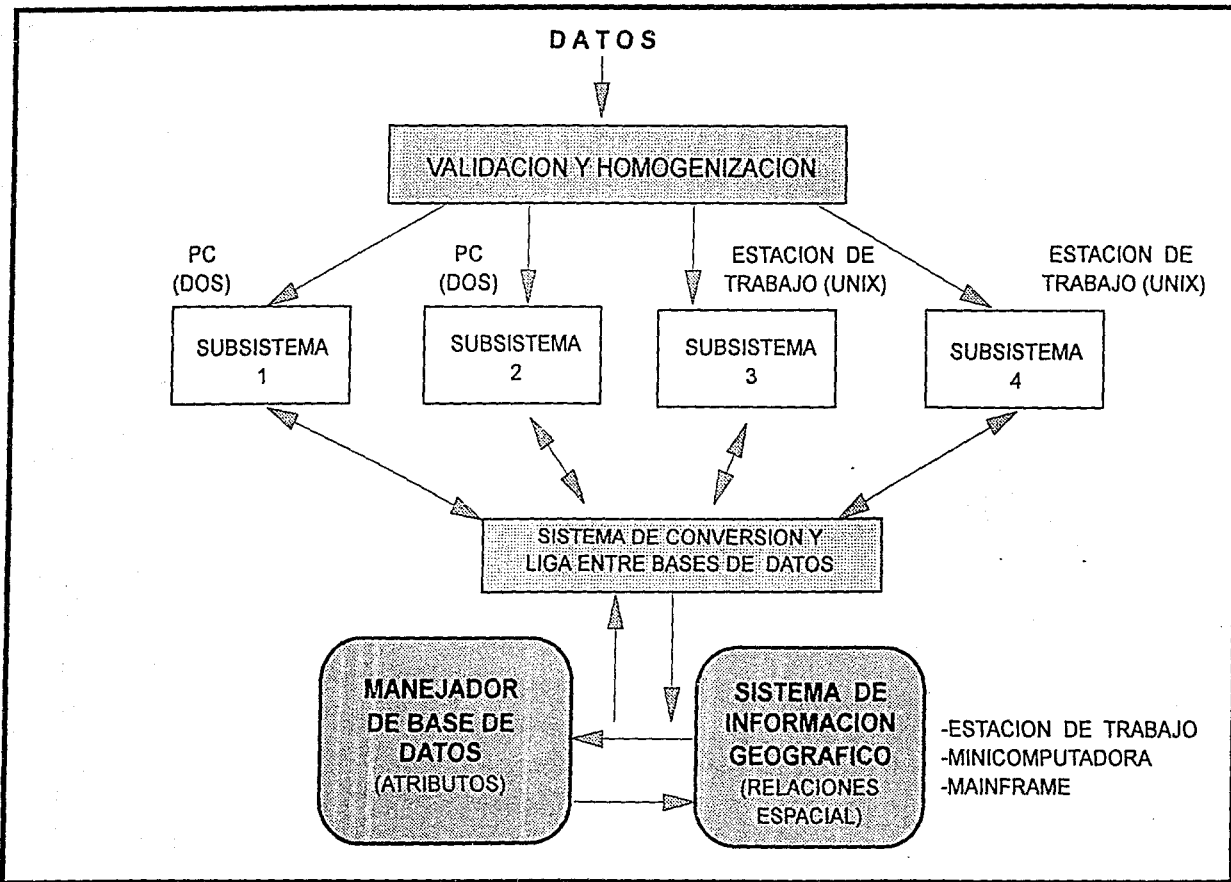
ANALISIS FUNCIONAL DE UNA BASE DE DATOS GENERAL APLICADA A LA EXPLORACION PETROLERA



MODIFICADO DE STARK (1992),
E INTERNATIONAL PETRODATA LIMITED, (1989).

FIGURA 4-15

ESQUEMA DE UNA BASE DE DATOS GENERAL APLICADA A LA EXPLORACION PETROLERA



"Gracias a su éxito en la producción de petróleo, Pearson (Lord Cowdray) pudo llevar a cabo sus planes de penetrar el mercado mexicano de menudeo de aceite de iluminación y exportar excedentes petroleros a Europa. En 1907 estuvo listo el primer buque-tanque de 3,000 toneladas que se encargó de la distribución en el Golfo de México. Para el transporte de petróleo a Europa, Cowdray formó en 1912 la Eagle Oil Transport Company, y construyó una flota de veinte buques-tanque, diez de cuales tenían una capacidad de 15,000 toneladas, con esta flota, la Eagle Oil Transport Company se convirtió en la más grande y eficiente del mundo en esa época."

(Durán 1982)

V.- PLANEACION DEL DESARROLLO DEL SISTEMA PROPUESTO A NIVEL OPERATIVO

V.1.- Metodología para el Desarrollo del Sistema de Información.

Para desarrollar el sistema propuesto se hacen algunas consideraciones; primero, el sistema propuesto está basado en el concepto de redes, instrumentado en dos plataformas de cómputo, computadoras personales, con sistema operativo DOS y Estaciones de Trabajo, con sistema operativo UNIX, intercomunicadas entre sí a través de redes, basadas en los conceptos de servidor de archivos, servidor de base de datos y nodos o estaciones de trabajo, con esto se pretende aprovechar al máximo los programas, datos y recursos periféricos ya que mediante una red es posible compartirlos entre todos los usuarios.

Por otra parte se tiene conocimiento de que para casi todos los subsistemas propuestos, existe en el mercado algún software, que realiza una función específica, así que el sistema está conformado en su mayoría por software comercial, sin descartar la posibilidad de realizar algunos programas especiales propios para fines concretos, o bien establecer convenios con las compañías productoras de software para realizar algunas adecuaciones en los programas de acuerdo con las necesidades propias.

Cabe resaltar que se propone el desarrollo paralelo de software propio, con objeto de que a mediano y largo plazo se cuente con tecnología propia y se evite la dependencia con el extranjero.

La metodología propuesta para el desarrollo del proyecto es una adaptación de la metodología que proponen Lederer y Gardiner (1992), sobre Planeación Estratégica de Sistemas de Información, ésta se define como un proceso para identificar las opciones de aplicaciones basadas en computadoras que asistan a una organización en la ejecución y realización de sus objetivos. Esta metodología propuesta está basada en el Método I de Planeación de Sistemas de Información, de la firma Andersen Consultores de los Estados Unidos de América.

La metodología original está enfocada a realizar un análisis de los programas de cómputo, nuevas tecnologías y a desarrollar una visión del potencial de la tecnología de los sistemas de información y de su impacto en el desarrollo de una organización.

La metodología original comienza por realizar un análisis de los objetivos y las funciones que desarrolla la organización, para después analizar cómo apoyarlas mediante la implantación de sistemas de información, bases de datos y programas de aplicación; la adaptación que se propone en el trabajo toma las ideas fundamentales de la metodología original.

Con la metodología se propone lograr cuatro objetivos :

- 1.- Identificación de las necesidades de almacenamiento, procesamiento e interpretación de datos, dentro de la función en estudio.
- 2.- Identificación de nuevas tecnologías o metodologías que satisfagan las necesidades de la función y la coloquen en una posición de vanguardia tecnológica.
- 3.- Identificación y selección de las aplicaciones en computadora que se adapte a las necesidades y resuelvan de manera satisfactoria la función.
- 4.- Definición de las actividades a realizar para la implantación de la estrategia de desarrollo definida.

Para cumplir los objetivos planteados, la metodología consta de siete actividades que se deben realizar en cada función o subsistema propuesto, tales actividades se muestran en la Tabla 5-1, y se describen a mayor detalle a continuación:

1.- Definición de alcances y organización

Acciones:

- a) Organización de un grupo de trabajo multidisciplinario.
- b) Definición de objetivos y alcances.

El éxito depende, en gran medida, de la definición clara de los objetivos y alcances del proyecto; el análisis funcional del subsistema, la selección de un software que resuelva la función de exploración en estudio y su implantación como parte de un Sistema de Información Geológica integral.

El grupo de trabajo debe integrarse por uno o dos especialistas en la materia que traté la función, y por uno o dos especialistas en sistemas de cómputo, el grupo debe coordinarse por un líder de proyecto, quien coordina el proyecto en general, los grupos de trabajo y participa en la integración total del sistema.

2.- Análisis del estado actual del subsistema

Acciones:

- a) Documentación del estado actual del subsistema.
- b) Definición de su funcionalidad y efectividad.
- c) Identificación de necesidades.

En esta etapa se debe realizar un análisis de las técnicas, metodologías y manejo de información que se está llevando a cabo en la función en estudio, debe de medirse su efectividad, funcionalidad y se identifican las necesidades y requerimientos en cuanto a procesamiento e interpretación de datos; para esto se recomienda auxiliarse de técnicas, como pueden ser diagramatizaciones, identificación de flujos de información, descomposición de funciones, matrices de información, etc.

3.- Información Tecnológica.

Acciones:

- a) Investigación de nuevas tecnologías y/o metodologías.
- b) Análisis de las tendencias tecnológicas.

En este paso se revisan las nuevas técnicas, metodologías y tecnologías existentes, así como las tendencias tecnológicas a un futuro próximo; debe hacerse un análisis comparativo de las tecnologías empleadas dentro de la organización con las nuevas tecnologías de vanguardia, con esta información se da un marco de referencia para el siguiente punto, que es la selección de los programas de cómputo que apoyara dicha función.

4.- Selección y evaluación del software.

Acciones:

- a) Estudio de mercado sobre las alternativas.
- b) Selección del o los productos que se adapten a las necesidades
- c) Evaluación física de o los programas seleccionados.
- d) Definición de requerimientos en manejo de datos, hardware y adecuaciones.

Esta actividad quizás constituya la actividad de mayor grado de complejidad y de tiempo consumido. Parte de un estudio de mercado sobre las diferentes alternativas que se ofrecen, para esto se recomienda consultar las publicaciones especializadas en el tema, visitar a las empresas productoras de software y organizar presentaciones de productos de interés.

Este estudio de mercado debe de dar por resultado la selección de uno o más productos a los que se les aplique una evaluación con datos reales. De lo que surge información tal como; requerimientos de equipo de cómputo, información a manejar, formas y tipos de almacenamiento y sugerencias respecto a posibles adecuaciones o modificaciones al software elegido.

Para esta etapa se debe tener una estrecha comunicación con el grupo encargado de la creación de la base de datos particular y general con el fin de que interactúen en la definición del diseño de almacenamiento de la información.

En esta etapa también se evalúa la alternativa de comprar software comercial o de desarrollarlo, a este respecto se sugiere la adquisición de software especializado, pero sin descuidar el desarrollo de productos propios ya que éste debe de impulsarse para que en el mediano y largo plazo se cuente con tecnología propia.

5.- Toma de decisiones.

Acciones:

- a) Selección, toma de decisiones.
- b) Adquisición de licencia(s) del software seleccionado, o en su caso, proyecto para el desarrollo de software especializado.
- c) Elaboración de convenios con compañías productoras de software (en su caso), para ajustes y adecuaciones.

La toma de decisión debe de realizarse por los integrantes del grupo de trabajo, junto con el coordinador del proyecto; para esta actividad se considera la revisión de las políticas, limitantes y condiciones de las licencias de los programa que fueron elegidos; por otra parte, en su caso, se definirá la celebración de algún tipo de convenio con la empresa productora de software para llevar a cabo ajustes y modificaciones que se requieran, o bien se discute el proyecto para el desarrollo de productos.

6.- Puesta en marcha.

Acciones:

- a) Instalación y puesta en marcha del subsistema.
- b) Pruebas y ajustes.
- c) Mantenimiento y actualización del subsistema.

En esta etapa se instala y arranca el subsistema propuesto mediante un programa de trabajo, (si es el caso, con la intervención de la empresa seleccionada). Se llevan a cabo las pruebas y ajustes pertinentes y se elabora un programa para el mantenimiento y actualización del subsistema, para esto se designa a las personas encargadas de el soporte técnico y del mantenimiento.

7.- Capacitación.

Acción:

- a) Elaboración de un programa de capacitación para el personal encargado del mantenimiento y actualización del subsistema y del personal que hará uso del subsistema.

En esta actividad se planea y desarrolla un programa de capacitación para el personal que se encargado del apoyo técnico y del mantenimiento del subsistema y para el personal que utiliza cada subsistema en particular y el sistema en general.

ACTIVIDADES QUE SE LLEVAN A CABO EN CADA FUNCION

1.- Definición de alcances y organización

Acciones:

- a) Organización de un grupo de trabajo multidisciplinario.
- b) Definición de objetivos y alcances.

2.- Análisis del estado actual del subsistema

Acciones:

- a) Documentación del estado actual del subsistema.
- b) Definición de su funcionalidad y efectividad.
- c) Identificación de necesidades.

3.- Información Tecnológica.

Acciones:

- a) Investigación de nuevas tecnologías y/o metodologías.
- b) Análisis de las tendencias tecnológicas.

4.- Selección y evaluación del software.

Acciones:

- a) Estudio de mercado sobre las alternativas.
- b) Selección de los productos que se adapten a las necesidades
- c) Evaluación de los programas seleccionados.
- d) Definición de requerimientos en manejo de datos, hardware y adecuaciones.

5.- Toma de decisiones.

Acciones:

- a) Selección, Toma de decisiones
- b) Adquisición de licencias del software seleccionado.
- c) Elaboración de convenios con compañías productoras de software, ajustes y adecuaciones o proyectos de desarrollo de software.

6.- Puesta en marcha.

Acciones:

- a) Instalación y puesta en marcha del subsistema
- b) Pruebas y ajustes
- c) Mantenimiento y actualización del subsistema

7.- Capacitación.

Acción:

- a) Elaboración de un programa de capacitación para el personal encargado del mantenimiento y actualización del subsistema y del personal que utiliza el subsistema.

V.2.- Programa y Requerimientos de Equipo para el Desarrollo del Sistema

Para llevar a cabo la planeación del desarrollo de cualquier proyecto es necesario precisar actividades a desarrollar, asignar recursos y responsabilidades; para ejemplificar esta tarea y darnos cuenta del tiempo que tomaría llevarla a cabo, se presenta un diagrama de actividades en el tiempo para el Subsistema Apoyo a la Toma de Decisiones, figura 5-1. De aquí vemos que la creación de este subsistema tomaría 10 meses, asignando un especialista en el tema, un especialista en ingeniería en computación y un coordinador de proyecto, también se recomienda la intervención de asesores especialistas en el tema en cuestión.

Con la información anterior se podría decir que el desarrollo de un sistema como el propuesto llevaría de 10 a 12 meses, con la intervención de personal especializado en cada tema, por lo menos un especialista y otro en sistemas de cómputo, este último podría participar dando soporte a la creación de dos o tres subsistemas a la vez, así también es altamente recomendable considerar la asesoría de especialistas en cada uno de los temas o subsistemas a desarrollar; el coordinador general del proyecto tendrá una función de coordinación de todos los módulos, esto es tendrá que preocuparse por la integración del sistema incluyendo la conectividad y compatibilidad de los sistemas y equipos seleccionados.

Cabe hacer notar que una de las ventajas de la metodología propuesta es que el sistema puede ir integrándose modularmente, considerando cada subsistema como independiente y desarrollar primeramente los subsistemas que se consideren de mayor utilidad o importancia, aunque a este respecto hay que considerar que el orden que se propone tiene una razón de ser ya que algunas salidas de ciertos subsistemas son entradas de otros.

Ahora en cuanto a equipos de cómputo, se propone crear sistemas pilotos para evaluar las aplicaciones, estos sistemas después podrían integrarse en una red local para así conformar el sistema de información en cuanto a equipos se refiere. La figura 5-2 muestra un sistema piloto básico, este sistema piloto podría variar de acuerdo a las necesidades de cada subsistema.

En la figura 5-3 se muestra un esquema general de la red local propuesta, en este esquema puede verse que el sistema está integrado por tres redes, una red local de topología Token-Ring, controlada por un servidor de archivos DOS, este servidor a su vez está conectado a otra red de topología Ethernet, integrada por un servidor de archivos y un servidor de base de datos, estas redes están conectadas a la red de Estaciones de Trabajo, de topología Ethernet, mediante un programa de comunicación que permite la transferencia de datos entre ambos sistemas, este protocolo de comunicación es el llamado TCP/IP (Transfer Control Protocol / Internet Protocol), este protocolo está integrado a sistemas operativos de red como puede ser el sistema Novell Netware versión 3.11 a través de su módulo NLM (Netware Load Module).

Para dar un idea del costo de un sistema piloto y del costo total de un sistema en red local como el que se propone se presentan datos en la tabla 5-2, así como datos de costos actuales de algunos productos de aplicación técnica en el mercado.

En cuanto a las características del equipo de cómputo hay que tomar en cuenta que la mayor parte de las aplicaciones requieren de manejo y despliegue de gráficos por lo cual los equipos que se recomiendan deben de cumplir con las siguientes características:

Servidores:

Procesador: 80486 con coprocesador matemático
Memoria de Acceso (RAM): de 8 a 16 MB
Disco Duro: de 1.0 a 2.0 GB (1 GB = 1000 MB)
Monitor: monocromático baja resolución

Computadoras Personales:

Procesador: 80386 o 80486 con coprocesador matemático
Memoria de Acceso (RAM): de 4 a 8 MB
Disco Duro: de 60 a 80 MB
Monitor color alta resolución (VGA)
Manejador de diskettes de 3.5 " 1.44 Mb

Estaciones de Trabajo:

Procesador tipo RISC (sistema operativo UNIX)
Memoria de Acceso (RAM): de 48 a 128 MB
Disco Duro: de 2 a 6 GB
Monitor(es) color de alta resolución (Algunos programas requieren de dos monitores por computadora para su adecuado funcionamiento.)
Manejador de diskettes de 3.5 " 1.44 Mb
Unidad de cinta de 1/4" 150 MB
Unidad de cinta de 1/2" 1650-6250 bpi
Unidad de 8 mm. hexabyte
Unidad de disco compacto

Periféricos:

Para computadora personales:

Impresora de matriz de punto
Impresora a color
Rastriizador de imágenes o scanner
Digitizador

Impresora láser
Graficador de plumas
Lector de disco compacto
Módem (comunicación)

Para Estaciones de Trabajo:

Impresora a color
Graficador electrostático
Unidad de cintas de 0.5 "
Lector de disco compacto
Rastriizador de imágenes o scanner

Impresora láser
Unidad de cinta de 0.25 "
Unidad de cinta de 8 mm.
Digitizador
Módem (comunicación)

**ORGANIZACION DE LAS ACTIVIDADES EN EL TIEMPO
PARA LA CREACION DEL SUBSISTEMA APOYO A LA TOMA
DE DECISIONES**

MESES

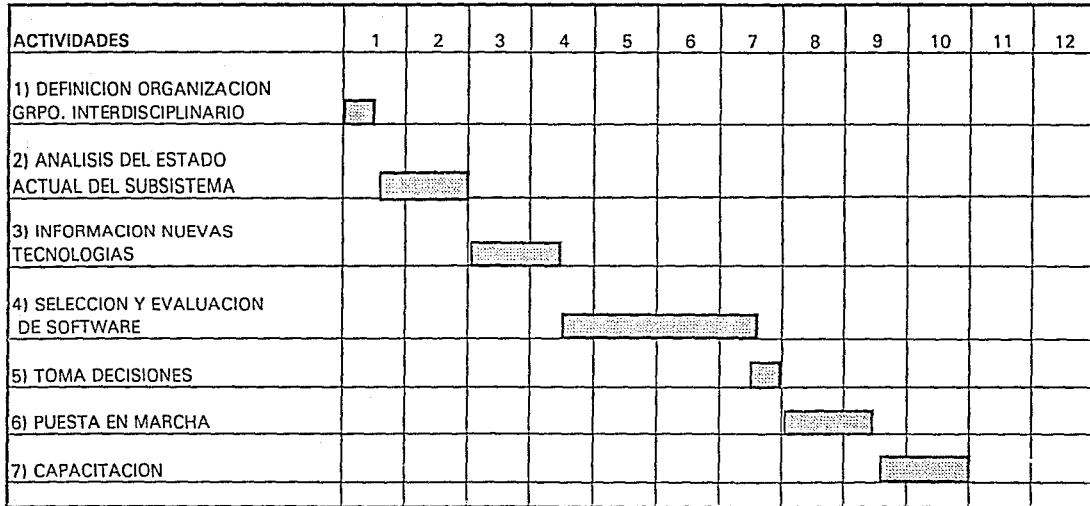


FIG. 5-1

SISTEMA PILOTO PARA EVALUACION DE PROGRAMAS DE COMPUTO

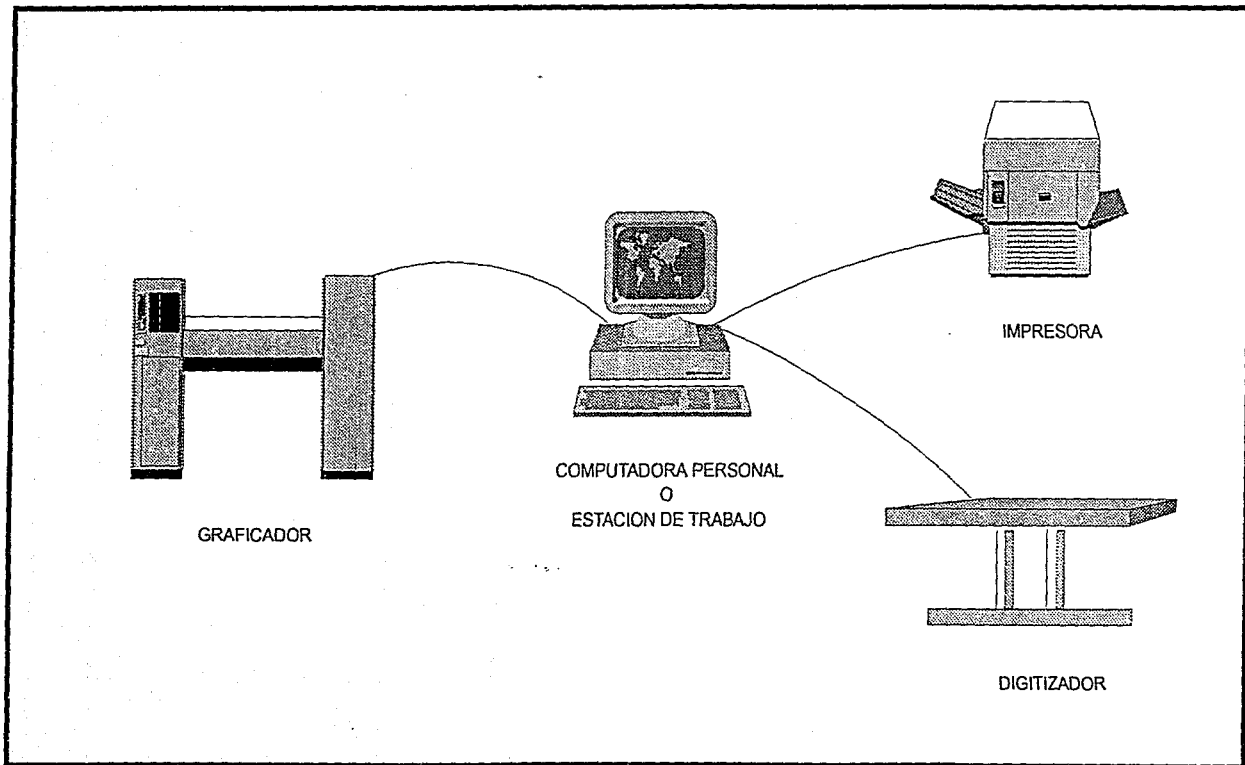


FIGURA 5-2

ESQUEMA DEL PROTOTIPO DE RED PROPUESTO

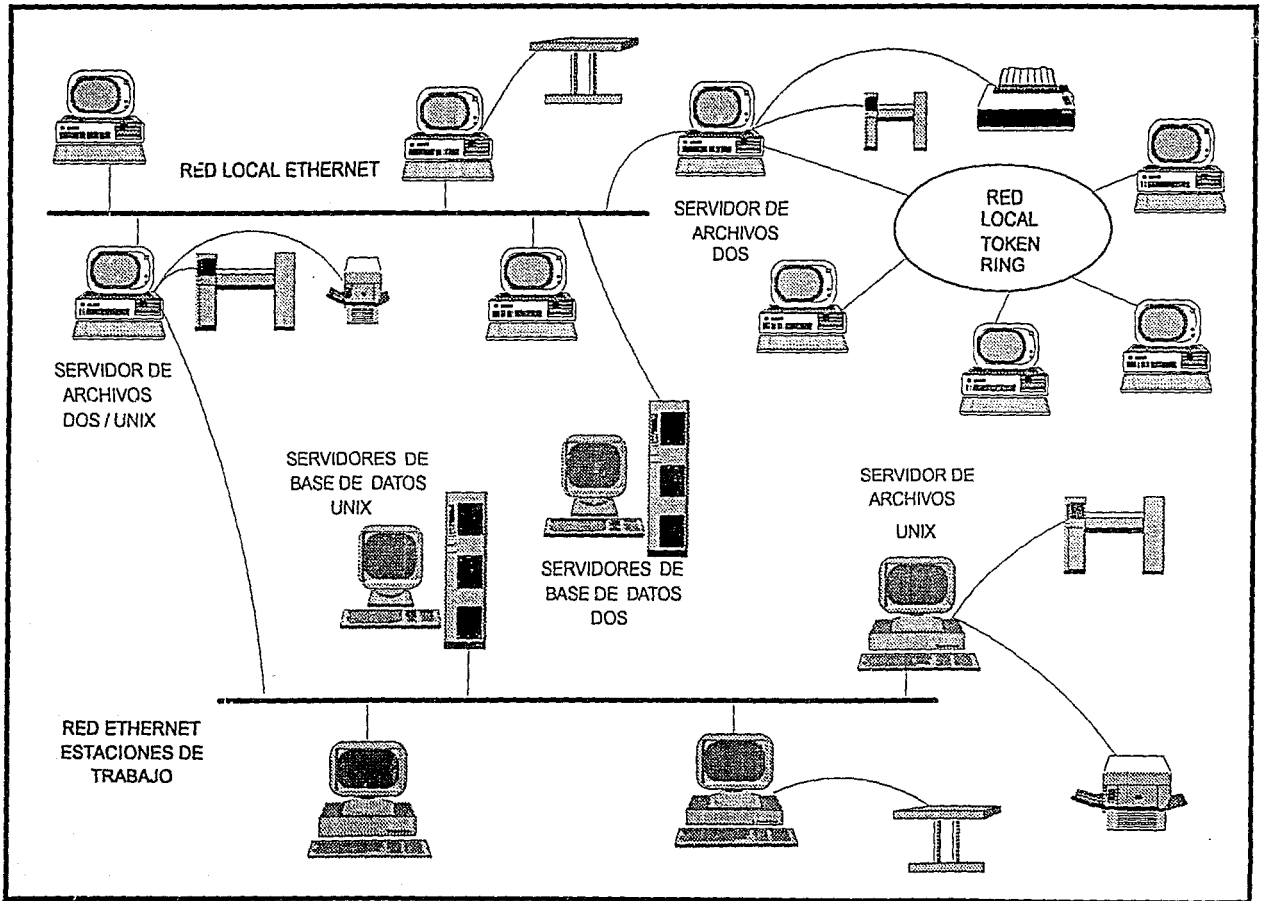


FIGURA 5-3

COSTO APROXIMADO DEL EQUIPO PROPUESTO

DESCRIPCION	COSTO APROX.
Computadora personal procesador 80386.	6,000
Computadora personal procesador 80486 (servidor)	15,000
Estación de Trabajo procesador RISC	130,000
Estación de Trabajo procesador RISC (servidor)	200,000
Graficador de 8 plumas.	18,000
Impresora color chorro de tinta.	6,000
Impresora Laser blanco y negro.	8,000
Graficador color electroestatico	25,000
Rasterizador blanco y negro.	5,000
Rasterizador color.	7,500
Digitizador 48 x 36 pulgadas.	16,000
Impresora matriz de punto.	1,500
Modem (comunicación)	1,200
Lector de disco compacto.	2,000
Unidad de cinta 0.5 pulgadas	6,000
Unidad de cinta de 8 mm.	10,000
Unidad de cinta de 0.25 pulgadas	4,000
Pedestales para digitizador	1,500

COSTO APROXIMADO DE SOFTWARE PROPUESTO

DESCRIPCION	COSTO APROX.
Interpretación Sísmica (Estación de Trabajo)	60,000
Interpretación Sísmica (Computadora Personal)	18,000
Correlación Estratigráfica (Estación de Trabajo)	100,000
Interpretación de Registros Geofísicos (Estación trabajo)	30,000
Interpretación de Registros Geofísicos (Comp. Personal)	16,000
Análisis de Cuencas Sedimentarías (Estación de Trabajo)	80,000
Análisis de Cuencas Sedimentarías (Compt. Personal)	52,000
Balaceo de Secciones Estructurales (Estación de Trab.)	240,000
Creación de Contornos (Computadora Personal)	14,000
Diseño Asistido por Computadora (Compt. Personal)	36,000
Sistema Operativo de Red (Computadora Personal)	21,000

CANTIDADES EN NUEVOS PESOS

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

"Los petroleros ingleses tenían razones para estar alarmados. En primer lugar, la producción empezaba a disminuir a grandes pasos y las ganancias netas de El Aguila, que en 1921 habían sido de 69 millones de pesos oro, bajaron a 20 millones al año siguiente. Las acciones de la empresa bajaron en el mercado y se iniciaron los despidos entre sus 9,000 empleados. Por otra parte el gobierno mexicano adeudaba a El Aguila parte del combustible que ésta había proporcionado a Ferrocarriles Nacionales y, para colmo, había aumentado el monto de los impuestos. A diferencia de las empresas norteamericanas, El Aguila decidió no suspender la producción como forma de presión para lograr una baja en los impuestos decretados por Obregón"

(Meyer 1982)

VI.- CONCLUSIONES Y DISCUSION.

El crecimiento de las organizaciones actuales y el grado de complejidad alcanzado en actividades como la exploración petrolera, nos obligan a revisar nuestros sistemas de información, ya que la información constituye una de las áreas estratégicas más importante de las organizaciones y de ella depende el éxito de sus objetivos y metas, que para nuestro caso de estudio, es la localización y cuantificación de hidrocarburos.

Al hablar de información nos estamos refiriendo a los datos una vez que han sido analizados, ordenados, clasificados e interpretados ya que los datos por sí solos tienen poco significado, adquieren un valor cuando son interpretados y es posible tomar decisiones. Así también un sistema de información no existe por sí solo es la conjunción de varios elementos, sistemas y procedimientos, datos y usuarios, si falla alguno de ellos el sistema no cumplirá con su cometido.

Ackoff (1987) menciona que cuando se diseña un sistema de información debe de considerarse que habrá deficiencias en algunos o en muchos aspectos, para esto es necesario identificar estas deficiencias y corregirlas o por lo menos reducirlas. El éxito de un sistema puede medirse con el grado de satisfacción que de él obtienen los usuarios y serán los usuarios mismos lo que determinen el grado de utilidad, así ellos estarán en capacidad de identificar las fallas y de hacer sugerencias para corregirlas. Otro aspecto importante en el diseño de sistemas de información, es el referente al costo debe de cuidarse el cumplir con dos restricciones, maximizar el beneficio y minimizar el costo.

Como logros en este trabajo pueden mencionarse los siguientes:

- 1.- Se revisaron los conceptos de Sistemas de Información para con estos derivar el concepto de Sistema de Información Geológico Aplicado a la Exploración Petrolera, cuyo objetivo es el de almacenar y administrar datos de exploración y disponer de ellos de una manera accesible y oportuna, además de ejecutar funciones de procesamiento e interpretación de manera interactiva.
- 2.- Se realizó una revisión y tipificación de los datos requeridos y de la información resultantes de la exploración petrolera, así también se efectuó una investigación sobre metodologías de exploración.
- 3.- Se realizó una propuesta a nivel conceptual de lo que sería un sistema de información de este tipo, el cual está basado en software comercial e implementado en dos plataformas de cómputo, computadoras personales (DOS) y Estaciones de Trabajo (UNIX), conectadas en un ambiente de red local.

4.- Se tomó y adaptó una metodología para el desarrollo del sistema propuesto a nivel operativo. Esta metodología está basada en planeación estratégica de sistemas de información y se define como un proceso por el cual se identifican las opciones de aplicaciones basadas en computadora que asisten a las organizaciones en la realización de sus objetivos.

5.- Cabe señalar que existe todavía muy poca literatura sobre el tema de Sistemas de Información en la Exploración, por lo que este trabajo viene a contribuir al conocimiento y desarrollo de dichos sistemas.

Con este trabajo se pretende haber cumplido con dos cometidos, contribuir al conocimiento y desarrollo de sistemas de información en la exploración petrolera y llamar la atención de los especialistas en Ingeniería de Sistemas y en Ciencias de la Tierra, para que cobren conciencia sobre el aspecto de nuestra actividad cotidiana tan importante como es el adecuado manejo de la información, y poder en un futuro revertir los porcentajes de utilización de nuestro tiempo en proyecto de exploración, que actualmente se estiman en 80 % en actividades de búsqueda de información y 20 % en actividades creativas y de interpretación, (Stark, 1992).

Es importante dejar claro, que tanto hoy como en el futuro los recursos naturales son y seguirán siendo localizados por la capacidad, conocimientos y creatividad de los científicos, los sistemas y programas de cómputo sólo son herramientas que bien aprovechadas, nos ayudan a elevar la productividad y eficiencia de nuestro trabajo.

BIBLIOGRAFIA

- Ackoff, R. L. (1987) *Management Misinformation Systems*, Journal of Management Science, No. 4 december, 1987, U. S. A.
- Acosta F., J.J. (1975) *Teoría de Decisiones en el Sector Público y en la Empresa Privada*. Representaciones y Servicios de Ingeniería, S.A., 1975, México.
- Arroyo C, F.A. y Roig S, F. (1987) *Introducción a los Registros Geofísicos de Pozo*, División de Ingeniería en Ciencias de la Tierra, Departamento de Geofísica, Facultad de Ingeniería, U.N.A.M., 1987, México.
- Chandler, J. S. and DeLutis, T. G. (1977) *A Methodology for Multicriteria Information System Design*, National Computer Conference, 1977, U.S.A.
- Del Valle T., E. (1984) *Introducción a la Geofísica*, División de Ingeniería en Ciencias de la Tierra, Departamento de Geofísica, Facultad de Ingeniería, U.N.A.M., 1984, México.
- Durán, E. (1982) *El Petróleo Mexicano en la Primera Guerra Mundial*, Energía en México Ensayos Sobre el Pasado y el Presente, El Colegio de México, Programa de Energéticos, 1982, México.
- Figueroa C, J.L. y Harper, A.E. (1992) *Propuesta Técnica de la Unidad de Computación Aplicada para la Implementación del Sistema de Redes de Exploración de Petróleos Mexicanos*, V Simposium de Geofísica A.M.G.E. Memorias, 1992, México.
- Fuentes Z., A. (1991) *El Enfoque de Sistemas en la Solución de Problemas La Elaboración del Modelo Conceptual*, Cuadernos de Planeación y Sistemas, Seminario y Taller de Metodología, Departamento de Ingeniería de Sistemas, División de Estudios de Posgrado, Facultad de Ingeniería, U. N. A. M., 2a impresión, 1991, México.
- Hamilton, T. (1993) *President's Page*, Geophysics: The Leading Edge of Exploration, enero, 1993, pp. 4-5, U.S.A.
- Hornsby, J.M. (1992) *Exploration Into The 90's: The Partnership Story*, Geophysics: The Leading Edge of Exploration, junio 1992, pp. 26-29, U.S.A.
- International Petrodata Limited (1989) *Description, Application and Implementation of Petroleum Information Systems*, Información Técnica Inedita, 1989, Calgary, Canada.
- Lederer, A.L. y Gardiner, V. (1992) *Strategic Information Systems Planning*, Journal of Information Systems Management, V. 9, No. 3, , pp. 13-20, 1992, U.S.A.

Lira N., J. (1987) *La Percepción Remota: Nuestros Ojos Desde el Espacio*, Serie "La Ciencia desde México", SEP-FCE-CONACYT, 1987, México.

Mandujano V., J.J. , Vázquez M., M.E. , Tellez F., R. , Rosales, E. , Thierry, A. (1992) *Estudio Geodinámico de las Fosas de la Sierra de Chiapas*, Instituto Mexicano del Petróleo, Proyecto CAO-3516, Informe Inédito, 1992, México.

Márquez V., J.M. (1990) *Sistemas de Información por Computadora- Metodología de Desarrollo*, Editorial Trillas, 2° edición, 1990, México.

Merriam, D.F. (1981) *Roots of Quantitative Geology, Down to Earth Statistics*, Syracuse University, Geology Contribution, No. 8, pp 1-15, 1981, U.S.A.

Meyer, L. (1982) *Los Petroleros Británicos, el Nacionalismo Mexicano y el Gobierno de su Majestad Británica (1901-1947)*, Ensayos Sobre el Pasado y el Presente, El Colegio de México, Programa de Energéticos, 1982, México.

Murdick, R. G. y Ross J. E. (1988) *Sistemas de Información Basados en Computadoras para la Administración Moderna*, Editorial Diana, 11° Edición, 1988, México.

Ortuño A., S. , Jean-Paul, X., Jean, D. (1992) *Análisis Tectónico-Estructural de la Cuenca de Zonzolica a partir de Imágenes de Satélite Landsat MSS*, Revista del Instituto Mexicano del Petróleo, Vol. XXIV, No. 1 enero-marzo, pp. 11-45, 1992, México.

Selley, R.C. and Morrill, D.C. (1983) *Basic Concepts of Petroleum Geology*, International Human Resources Development Corporation, Massachusetts Institute of Technology, Department of Earth and Planetary Sciences, 1983, Cambridge, Mass. U.S.A.

Startk, P.H. (1992) *Problems and Trend in the Management and Application of Large Petroleum Databases*. Petroleum Exploration and Production Computing Executive Conference, marzo 1992, Memorias, La Hulpe, Belgica.

Terravision Applied Systems, Inc. (1992) *DataVision a Vital Link Between Data, Applications and Users*. Información Técnica, 1992, Houston, Texas, U.S.A.