

40
2ej



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

SISTEMA DE COMPUTO PARA LA
REALIZACION DE MAPAS TERRITORIALES
EN RELIEVE



T E S I S
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:

Ingeniero en Computación

P R E S E N T A :

Graciela Moreno Velázquez

Director de Tesis:

Fis Fernando Angeles Uribe



México, D. F. Agosto 1990



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.

Tabla de Contenido

CAPITULO I	1
I.1 PLANTEAMIENTO.	1
I.1.1 INTRODUCCION.	1
I.1.2 ANTECEDENTES HISTORICOS.	4
CAPITULO II	16
II.1 DEFINICION DEL SISTEMA.	16
II.2 ENTRADA DE DATOS GEOGRAFICOS VIA SATELITE.	16
II.2.1 CARACTERISTICAS FISICAS.	17
II.2.2 FORMATO.	19
II.2.3 RESOLUCION DE LA INFORMACION CAPTADA POR EL SATELITE.	21
II.3 PROCESAMIENTO DE INFORMACION.	22
II.4 SALIDA GENERAL DE DATOS.	23
II.4.1 EXTENSION DE LOS ARCHIVOS DE SALIDA.	23
II.4.2 RESOLUCION.	24
II.5 REQUERIMIENTOS DE AUTOMATIZACION.	24
II.6 REQUERIMIENTOS DE COMPUTO.	25
II.7 INTERFAZ FISICA.	29
II.7.1 MECANICA.	30
II.7.2 ELECTRONICA.	32
CAPITULO III	35
III.1 PLANEACION DEL SOFTWARE.	35
III.1.1 DEFINICION DEL PROBLEMA.	35

III 1.2 ESTRATEGIA DE SOLUCION.	37
III 1.3 PLANEACION DEL DESARROLLO.	39
III 1.4 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL.	43
III 1.5 ESTIMACION DE COSTOS.	44
CAPITULO IV	46
IV.1 REQUISITOS PARA LA PRODUCCION DEL SOFTWARE.	46
IV.1.1 ESPECIFICACION DE LOS REQUISITOS.	46
IV.1.2 LENGUAJE DE PROGRAMACION.	66
CAPITULO V	68
V.1 DISEÑO DEL SOFTWARE.	68
V.1.1. CARACTERISTICAS DEL DISEÑO.	68
V.1.2 DIAGRAMAS Y CARTAS DE DISEÑO.	69
V.1.3 TECNICA DE DISEÑO.	97
CAPITULO VI	98
VI.1 INSTRUMENTACION.	98
VI.1.1 TECNICAS DE CODIFICACION.	98
VI.1.2 DOCUMENTACION INTERNA.	99
VI.1.3 PRUEBAS DEL SISTEMA.	100
VI.1.4 DOCUMENTACIÓN EXTERNA.	109
CONCLUSIONES	111
BIBLIOGRAFIA	112

1.1 PLANTEAMIENTO.

1.1.1 INTRODUCCION.

Esta tesis se ubica en el área de Ingeniería de Software ya que está dedicada al desarrollo de un producto práctico de programación aplicando los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera de Ingeniería en Computación. Es importante tener en cuenta que cualquier tipo de proyecto, trabajo, reporte ó escrito, en el cual se presente un objetivo a cumplir, requiere de una etapa inicial a la cual llamaremos Planteamiento.

Comenzaremos por definir dicha etapa con objeto de unificar criterios y lograr una mejor comunicación entre el lector y la que esto escribe. Existen varias definiciones centradas en el concepto de planteamiento; en este caso se considera como el resultado obtenido al observar, analizar y describir una situación dada. Basándose en lo anterior, se tendrá una visión más clara sobre la producción actual de mapas en relieve así como la estrategia para lograr su automatización.

A continuación se presentan los antecedentes, análisis, diseño e implementación del Sistema de Cómputo para la Producción de Mapas Territoriales en Relieve.

La elaboración de mapas, sufre un cambio en cuanto al proceso de producción. Este se debe a la necesidad de generar una producción más rápida y precisa de mapas en relieve involucrando diferentes aspectos de Mecánica, Diseño, Electrónica y Cómputo, siendo el último, la base de nuestra atención.

A continuación se dan a conocer los antecedentes históricos del proyecto en diferentes áreas.

Existen dos instituciones encargados de la realización de este proyecto:

- El Instituto de Astronomía de la Universidad Nacional Autónoma de México. (IAUNAM).
- El Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. (INEGI).

Instituto de Astronomía.

El Instituto de Astronomía es una dependencia de la Universidad Nacional Autónoma de México desde el año 1929, fecha en la cual, el Observatorio Astronómico Nacional, fundado en 1878, se incorporó a la misma.

El Instituto de Astronomía tiene como objetivos principales, la investigación en las áreas de Astrofísica, Cosmología, Física Solar e Instrumentación. Efectúa también labores de divulgación científica y de carácter general como son:

- Informar al público sobre fenómenos astronómicos,
- Introducir a la gente interesada en el área de la Astronomía y
- Servicios varios.

El director del Instituto de Astronomía (Dr. Alfonso Serrano) es auxiliado en sus funciones por un secretario académico y un secretario administrativo. Además, existe un consejo interno integrado por el director y siete miembros del personal académico. El Instituto de Astronomía, se forma principalmente por tres departamentos:

- Departamento de Astrofísica Teórica,
- Departamento de Astrofísica Observacional,
- Departamento de Instrumentación y servicios de Apoyo.

Incluye también al Observatorio Astronómico Nacional el cual, cuenta con dos observatorios: Observatorio de San Pedro Mártir y Observatorio de Tonanzintla.

Departamento de Instrumentación.

En este Departamento se llevan a cabo investigaciones sobre Instrumentación electrónica así como también se brinda apoyo a otras instituciones en las especialidades de Óptica, Mecánica, Cómputo y Electrónica.

En el caso particular del proyecto en cuestión, este Departamento se encargó de la realización del instrumento, esto es, la máquina de desbaste utilizada para la producción de los moldes tridimensionales. Esto se llevó a cabo, gracias al apoyo de diversos grupos de trabajo como son:

- **Diseño** en la realización de la arquitectura y medidas de la mesa, la estructura de la máquina y aditamentos para su protección.
- **Mecánica** en los cálculos de fuerzas, deformaciones, centros de masa, pesos de cada parte y en las pruebas de materiales utilizados.
- **Electrónica** en la decodificación y filtrado de señales así como el diseño e implementación de tarjetas y dispositivos externos tales como fuentes de poder, circuitos electrónicos de control y monitoreo de señales.
- **Computación** en la elaboración del paquete de software utilizado en la producción de los moldes tridimensionales, así como también en la comunicación entre dispositivos.

En el Departamento de Instrumentación, se diseñan, construyen y prueban todos los elementos utilizados en cada proyecto. Siendo el Instituto de Astronomía un órgano interesado ampliamente en la investigación y desarrollo, ha dedicado parte de su trabajo al apoyo externo, en este caso, al Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.

Como respuesta a los requerimientos informativos de nuestra sociedad, el Gobierno de la República decidió la creación del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) en el año de 1983.

Dentro de la Administración Pública Federal, el INEGI se ubica en el Poder Ejecutivo como organismo descentralizado de la Secretaría de Programación y Presupuesto, es decir, depende administrativamente de ésta, pero cuenta con autonomía para decisiones de carácter técnico sobre las actividades de su competencia.

Los objetivos principales que debe cumplir son:

- Promover la integración y el desarrollo de los Sistemas Nacionales de Estadística y de Información Geográfica.
- Normar el funcionamiento de los Servicios Nacionales respectivos.
- Definir la política en materia de informática que deberán observar las entidades y dependencias de la Administración Pública Federal.
- Presentar y difundir la información estadística y geográfica que se deriva de los Sistemas Nacionales de Geografía, Estadística e Informática.

La importancia de las tareas señaladas radica en que, para planear el desarrollo del país, es necesario contar con un sistema que suministre información suficiente, confiable y oportuna referente a la Geografía y Estadística de la Nación.

El INEGI cuenta con una estructura orgánica integrada por la Presidencia del Instituto, dos Coordinaciones, cuatro Direcciones Generales y diez Direcciones Regionales.

Debido a la importancia que tiene la Dirección General de Geografía dentro de este proyecto, se profundizará en ella.

Dirección General de Geografía.

En sus orígenes (1968) se le llamó Comisión de Estudios del Territorio Nacional y Planeación, posteriormente recibió el nombre de Comisión de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL), más tarde, Dirección de Estudios del Territorio Nacional (DETENAL) y por último se le denominó Dirección General de Geografía. Dentro de las principales funciones de esta dependencia se pueden mencionar:

- Promover la integración y el desarrollo del Sistema Nacional de Información Geográfica.
- Establecer las políticas, normas y técnicas para estandarizar la Información geográfica del país.
- Efectuar los trabajos cartográficos en cumplimiento de tratados o convenios internacionales.

- Autorizar la toma de fotografías aéreas con cámaras métricas y de otras imágenes por medio de percepción remota.

El INEGI ofrece una imagen completa de la Geografía Física del terreno nacional. Para cumplir con estos propósitos, se obtienen fotografías aéreas de las diversas zonas del país y se elaboran modelos cartográficos sobre diferentes temas y escalas, de tal forma que en su conjunto, proporciona el inventario de los recursos naturales disponibles en México.

El INEGI cuenta con un amplio acervo fotográfico de todo el territorio nacional y ha producido una gran variedad de cartas geográficas, referentes a: Topografía, Uso del suelo, Geología, Climatología, Características Físicas, etc.

Las imágenes de los satélites LANDSAT y SPOT, son usadas a través de técnicas especializadas para la localización de los recursos naturales, como serían tipos de roca y vegetación, entre otros, así como para actualizar la Cartografía.

Debido a las necesidades que presenta el INEGI en cuanto a la producción de mapas en relieve, se decidió plantear un convenio interdisciplinario con alguna dependencia dedicada principalmente a la Investigación, de forma que cada una de ellas, trabajara cumpliendo con sus propios objetivos.

El Instituto de Astronomía, fue el organismo encargado de llevar a cabo este proyecto conjuntamente con el INEGI, buscando como meta, la automatización de la elaboración de mapas en relieve. Esto obedece a la amplia experiencia que posee el Instituto de Astronomía en materia de control numérico, adquirida al elaborar sistemas de control para posicionado y movimientos de Telescopios. Esta Tecnología ha sido aprovechada fuera del I.A. al desarrollar una fresadora de control numérico en colaboración con la compañía Oerlikon Mexicana.

1.1.2 ANTECEDENTES HISTORICOS.

Puede suponerse que la realización de mapas data del inicio de los grupos humanos y que comenzaron con gente no instruida, sin embargo, es lógico pensar que algunos hombres prehistóricos hicieron esfuerzos para comunicarse con el resto del mundo, mostrando su medio ambiente con trazos de rutas, lugares, caminos sobre la tierra, etc.

Elos presentaban rutas hacia las otras tribus donde podían encontrar agua, sal, juego, etc, así como localidades de otros grupos y enemigos. En la vida de nómadas se simulaban algunos esfuerzos por trazar caminos propicios en desiertos y montañas, las regiones relativas de verano e invierno, etc. Debido a esto, se supone que los primeros mapas debieron basarse en experiencias personales y familiaridad con los medios locales.

Hasta cerca del año 1300, los rumbos por brújula fueron desconocidos en Europa, pero la posición del sol, servía como referencia para la orientación de direcciones. El principio del arte de la Topografía y la Navegación, es también el de la Cartografía.

Alrededor del año 1520, los conquistadores españoles al mando de Cortéz, se abrieron paso por México guiados por mapas aztecas muy confiables. Moctezuma afirmó haber dado a Cortéz un mapa del Golfo Mexicano pintado sobre barro, mientras Pedro de Gamboa, reportó que los Incas usaban esquemas de mapas y cortaban algunos en piedra para mostrar los relieves. Muchos hombres de la antigüedad hicieron mapas sobre piel y madera de los cuales, algunos han sido encontrados y rescatados.

Mapas en el Mundo Antiguo.

Los especímenes más viejos, que representan indiscutiblemente una portada de la superficie de la tierra, son las tabletas de Babilonia; algunos dibujos de la tierra se encontraron en Egipto y otras pinturas se descubrieron en tumbas antiguas. El mapa más antiguo es una tableta de arcilla de alrededor del año 3800 a.C., encontrada cerca de Nuri, en Iraq, ésta muestra la parte norte de Mesopotamia con el Eufrates, las montañas Zagros al este y las montañas del Líbano al oeste; algunas otras tabletas, contenían información parcelaria en Mesopotamia de alrededor del año 2000 a.C.; por otra parte, los papiros dibujados por topógrafos egipcios de 1500 a.C., demuestran el funcionamiento de las actividades topográficas y cartográficas en una sociedad altamente desarrollada.

Es posible que algunas civilizaciones desarrollaran sus mapas concurrentemente, buscando objetivos similares mostrando sus áreas fértiles, ríos, valles y posteriormente, los lugares donde se establecieron. Más tarde hicieron planos para la construcción de canales, caminos y templos, lo equivalente a los planos actuales de Ingeniería.

En general, la producción de mapas en el mundo antiguo, se ocupaba tanto en sus necesidades prácticas, como en el establecimiento de sus límites. No fué hasta el tiempo de los griegos y filósofos geógrafos cuando se hicieron especulaciones y conclusiones de cómo tomó forma la naturaleza de la tierra.

China y Japón.

A la fecha, tres mapas topográficos dibujados sobre seda alrededor del año 168 a.C. han sido extraídos de las tumbas de la dinastía Han en la República Popular de China. Excavaciones posteriores en las tumbas Han en la Mongolia Interior, han revelado la existencia de planos urbanos pintados sobre paredes que datan del siglo II a.C. Es obvio que el arte cartográfico de la dinastía Han, excedía en mucho a la Cartografía de otras civilizaciones del mismo período.

Una de las principales ventajas de la civilización china, fué la invención y la fabricación del papel en el año 105 a.C. Así, pudo dibujarse el Atlas Mongol de Chu Ssu-Pu, el cual fué transformado en lo que sería el primer Atlas de China.

En el año de 1810, se alcanzó un nivel cartográfico importante con el levantamiento a gran escala de todo el país chino, realizado por Inu Tadataka. El mapa creado a raíz de este levantamiento, solo pudo ser mejorado en la segunda parte del siglo XIX.

Grecia y Roma.

Se ha probado que alrededor del año 400 a.C., la clase intelectual estaba en capacidad de hacer mapas. La Cartografía en Grecia era practicada por los filósofos. Los mapas de Eratóstenes (278-175 a.C.) se basaron en datos de viajeros. El mejoramiento de la Cartografía griega, se dio gracias a un mapamundi realizado con datos recopilados por Claudius Ptolemaeus de Alejandría (87-160 d.C.),

donde se introduce por vez primera el sistema geográfico cuadrícula de latitudes y longitudes. Todos los lugares del mundo conocido por Ptolomeo, se listan en su libro "Geographia" escrito alrededor del año 150. Con lo anterior, se puede decir que la mejor figura del tiempo antiguo en el desarrollo de la Geografía y la Cartografía, fue Claudius Ptolemaeus, quien marcó la culminación de la Cartografía Griega con su mapa del mundo. En contraste con los griegos, los romanos no estaban muy interesados en la Cartografía científica, sino que hicieron sus mapas con fines prácticos: administración, estrategia militar y viajes.

Los mapas confeccionados con presentaciones en forma de rollo largo y estrecho, deben haber sido muy comunes en la época del Imperio romano pues era una forma muy práctica en términos de portabilidad.

Cartografía Musulmana.

La tecnología occidental debe el arte de la Topografía y las ciencias de la Astronomía al conocimiento Islámico, el cual se difundió vía las universidades.

Por otro lado, la movilidad característica del vasto imperio árabe, hacía necesario contar con Cartografía confiable. Desde el año 850, varios autores produjeron manuales de caminos o itinerarios así como mapas geográficos de calidad sobresaliente. Estos mapas se ensamblaron en forma de libro al que se llamó "Atlas del Islam", compuesto por 21 mapas en los que se incluyeron el Mediterráneo, el Golfo Árabe, Siria, Iraq y el mar Caspio.

Cartografía Medieval.

La producción de mapas medievales fue dominada por la Iglesia, reflejando en su trabajo los dogmas eclesiásticos e interpretación de la escritura según su conveniencia. Durante el siglo XVI, Constantine de Antioch creó una "Topografía Cristiana" mostrando la tierra como un disco plano.

El cartógrafo más famoso de la época de los descubrimientos cartográficos, fue Gerardus Mercator de Flandes, quien se convirtió en productor de globos y mapas. Su mapa de Europa publicado en 1554 y su desarrollo de la proyección que lleva su nombre, le hizo famoso. La Proyección de Mercator resolvió un gran problema a los navegantes pintando los pasos o caminos como líneas rectas.

Cartografía del Siglo XVIII al Presente.

En esta época, la reforma de la Cartografía estuvo caracterizada por la tendencia científica, es decir, se eliminaron los dibujos y elementos decorativos como el sol, vientos etc., dejando dentro del área útil, solo notas explicativas. Los cartógrafos franceses fueron de alto rango, científicos e independientes en cuanto a sus pensamientos.

La nueva Cartografía se basó en mejores instrumentos, siendo el telescopio el que jugó el papel más importante en la evolución de las observaciones astronómicas. También cabe mencionar que el perfeccionamiento del cronómetro, hizo los cálculos de longitud más fáciles que antes.

El surgimiento de Estados Nacionales en Europa con armada, oficiales profesionales e Ingenieros, simultáneamente con el crecimiento de la actividad topográfica del siglo XVIII incrementó las necesidades civiles de mapas básicos. Muchos estados de Europa adoptaron los sistemas topográficos para mapeo de sus territorios. En un principio, EUA se encargó de la producción de mapas domésticos y a partir de la segunda Guerra Mundial, comenzó a involucrarse en representaciones a gran escala

debido a los requerimientos de mapas foráneos. Sólo algunos estados elaboraron perfiles nacionales, el resto del mundo permaneció sin mapas de este tipo hasta después de la segunda Guerra Mundial, esto es, antes de desarrollar mejores programas de fotografías aéreas e interpretación de mapas.

Posteriormente, la OTAN (Organización del Tratado del Atlántico Norte) implantó símbolos comunes, escalas y formatos para que los mapas pudieran ser intercambiables a través de las fuerzas de los países miembros.

Historia de las Técnicas Cartográficas.

Uno de los mayores intereses de los cartógrafos contemporáneos, es la historia del desarrollo en las técnicas de dibujo cartográfico. En el siglo XVII, el dibujo, la aplicación de colores, la Tipografía y el cóplado, se hicieron a mano. Turquía instaló su primera imprenta de mapas en el siglo XVIII, mientras en China, Japón y Corea, la impresión de mapas con bloques de madera data de principios del siglo XVI; para 1477, Europa occidental vió sus primeros mapas grabados en cobre, y no fue sino hasta principios del siglo XVII, que los jesuitas introdujeron este tipo de impresión en China. Los europeos principiaron muy temprano con la impresión cartográfica comercial, pero todavía tenían que aplicar los colores a mano debido a la imposibilidad de hacerlo con una placa de cobre. En la industria cartográfica europea de los siglos XVII y XVIII, se empleaban niños. La impresión de colores a partir de bloques de madera se demostró con los bellos mapas japoneses impresos en los siglos XVIII y XIX.

Hacia el año 1800, un bávaro llamado Alois Senefelder, inventó la Litografía, esto es, la impresión con piedras. Con este proceso, se pueden imprimir fácilmente áreas y símbolos a color. En poco tiempo, la Litografía se convirtió en la más importante técnica para imprimir mapas y su proceso se sigue usando hoy en día llamándolo "impresión offset".

La siguiente gran invención fue la fotografía. Se hizo uso de sustancias químicas sensitivas y livianas para la transferencia de dibujo en línea a una placa de impresión, ó para hacer duplicados. Alrededor del año 1880, entraron en funcionamiento las primeras cámaras procesadoras. Desde entonces, ya no fue necesario dibujar un mapa a la misma escala de la copia impresa.

Cerca del año 1900, se introdujeron las placas de zinc y posteriormente las de aluminio, desechando las pesadas placas litográficas. Muy poco tiempo después, se inventaron las prensas offset de muy alta velocidad. A partir del año 1940, la calidad disminuyó con la introducción de los plásticos como base transparente para el dibujo cartográfico; posterior a 1960, el trabajo a línea se recuperó gracias a la nueva técnica de grabado sobre hojas recubiertas de políester. Las invenciones de los últimos 25 y 30 años, (representadas por las películas para grabado, herramientas grabadoras, enmascarado, Tipografía adhesiva, etc.) han dado a los mapas mejor apariencia.

1.1.3 Clasificación de los Mapas.

Concepto de Mapa.

Los mapas son considerados como representaciones a escala de las formaciones existentes en la superficie terrestre. Los globos terráqueos, son mapas plasmados en una superficie esférica. Existen Cartas que entran en la categoría de mapas como pueden ser Cartas de estrellas, Cartas de la luna, Cartas náuticas, etc. Los mapas topográficos, son representaciones gráficas de accidentes, tanto

naturales como hechos por el hombre, de la superficie terrestre. Estos, proveen un inventario completo del terreno así como información importante para todas las actividades que involucren el desarrollo y uso de la tierra. Los mapas topográficos establecen las bases de mapas especializados y los datos para la compilación de mapas generalizados de pequeña escala.

Objetivos de los Mapas.

Los mapas se han convertido en una fuente indispensable de información, hoy en día el hombre utiliza las representaciones cartográficas de muchas maneras. Entre sus principales objetivos están:

- La orientación directa en el terreno, la navegación y el aire, lo cual proporciona una visión amplia de grandes áreas.
- La instrucción en el área educativa.
- La representación de material didáctico en diferentes campos como el de Recursos Naturales.

Concepto de Cartografía.

La Cartografía es el arte y ciencia de hacer mapas y cartas la cual, está asociada con la Geografía en lo que concierne a la forma y características de la tierra. En los primeros tiempos, los esfuerzos cartográficos fueron más artísticos que científicos por lo que los mapas mejoraron a medida que el hombre exploraba su medio ambiente.

Objetivo de la Cartografía.

Su principal objetivo consiste en preparar y reproducir formas de presentación cartográfica. Algunos de estos ejemplos, incluyen los mapas diagramáticos y representaciones relacionadas con los mapas en general, los cuales sirven a diversos propósitos:

- Ciencia,
- Educación,
- Administración,
- Economía,
- Planeación,
- Turismo,
- Medios de Comunicación, Etc.

Dentro del área de la Cartografía, se incluye el estudio de los métodos de representación necesarios para el diseño de mapas. El propósito de la Cartografía Topográfica, consiste en registrar con exactitud, la composición y el arreglo de una variedad casi infinita de paisajes.

Los mapas se construyen fundamentalmente sobre un plano horizontal y tienen características que pertenecen exclusivamente al área de la Cartografía. Las bases de un mapa topográfico son el levantamiento Topográfico terrestre, la Fotogrametría ó bien, la Percepción Remota.

Los productos cartográficos, se pueden clasificar fundamentalmente en:

- 1) Mapas a todas las escalas y tipos excepto modelos en relieve.
- 2) Mapas Diagramáticos. Son diagramas con características geográficas especiales basadas usualmente en información estadística.
- 3) Ilustraciones Relacionadas con los Mapas. Son representaciones bidimensionales ó modelos tridimensionales en su mayoría derivadas de mapas Topográficos a escalas grandes, ó bien, tomas directas del medio natural construidas sobre un eje vertical, horizontal u oblicuo.

Asimismo la clasificación de estos productos puede basarse en los objetivos principales de cada uno, como son:

- Mapas Topográficos.

Son mapas a escalas grandes y medianas que representen una gran variedad de información. El cubrimiento topográfico, se lleva a cabo por medio de levantamientos terrestres y/o levantamientos aéreos. Los mapas derivados de escalas medias y pequeñas son elaborados por reducción y generalización de los mapas básicos originales. Todas las componentes de un mapa topográfico a una escala específica, (agua, terreno, comunicaciones, etc) tienen la misma importancia.

- Mapas Temáticos.

Estos mapas, tienen como respaldo una versión simplificada de la Topografía utilizada como base, la cual, sustenta información de carácter especial y la distribución de los datos temáticos como pueden ser: población, recursos naturales, tráfico, economía, etc.

Una vez conocida la clasificación general de los mapas, se deduce que el tipo tratado en este caso, es el definido como: Ilustraciones Relacionadas con los Mapas Topográficos, (Representaciones tridimensionales). El proyecto se enfoca a esta clasificación porque las ilustraciones de nuestro interés tienen como objetivo el aspecto topográfico.

La clasificación de los mapas Topográficos puede separarse en: Cartografía Comercial y Cartografía Oficial, a su vez, estos se clasifican dependiendo de la escala usada.

- Escala Grande de 1:250,000 ó mayor
- Escala Media de 1: 25,000 a 1:250,000
- Escala Chica de 1: 25,000 ó menor

1.1.4 PRODUCCION ACTUAL DE MAPAS TERRITORIALES EN RELIEVE.

Para 1989, la producción Cartográfica mexicana así como su actualización, dependió del uso de fotografías aéreas. El paisaje cambia con gran rapidéz especialmente en lo que respecta a la construcción de nuevos asentamientos humanos, caminos, volcanes, etc. A modo de regla, se considera que un mapa topográfico, refleja la situación actual del paisaje en forma objetiva y a la escala real.

Hasta el momento, el uso de la fotografía aérea había sido indispensable en el proceso cartográfico así como también, una persona capaz de interpretar la imagen y reproducirla en tercera dimensión.

Un fotomapa consiste en principio de una combinación de fotografías aéreas corregidas por distorsión, los cuales contienen anotaciones cartográficas seleccionadas e impresas sobre la imagen fotográfica; esta información adicional está compuesta por Tipografía y por cierta variedad de elementos simbólicos lineales. Debe tomarse en cuenta que los fotomapas topográficos tomados a escalas grandes y medianas de extensas partes de la superficie terrestre, pueden tener una amplia distribución debido a la rapidez y economía con que se producen.

Siendo la Fotogrametría una herramienta básica en la producción actual de los mapas, es conveniente explicar con mayor detalle su proceso.

Fotogrametría.

Es la ciencia ó arte referente a la obtención de medidas confiables por medio de fotografías a fin de determinar las características geométricas, tamaño, forma y posición del elemento fotografiado.

Existen dos conceptos principales para su clasificación:

- Fotogrametría Terrestre y
- Fotogrametría aérea.

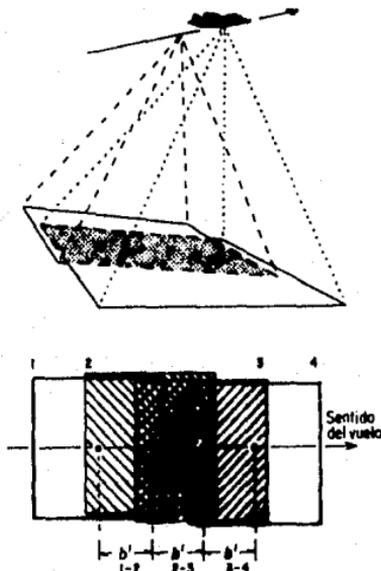
En la primera, las fotografías se toman con la cámara puesta sobre el terreno ó muy cerca del mismo conservando el eje horizontal, mientras que en la segunda, la cámara es montada en un vehículo aéreo.

Pueden distinguirse dos sistemas fotogramétricos:

- Fotogrametría de una sola imagen y
- Estereofotogrametría.

En la fotografía de una sola imagen, se miden las coordenadas bidimensionales en el plano de la misma y posteriormente se transforman en coordenadas tridimensionales mediante procedimientos matemáticos.

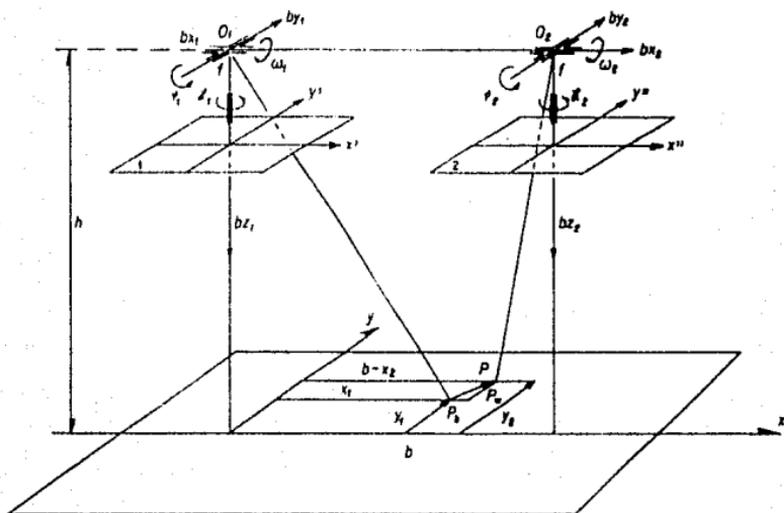
La estereofotogrametría, es la parte del procedimiento fotogramétrico que reviste mayor interés desde el punto de vista de la cartografía y del proyecto técnico, ya que un modelo de este tipo, suministra más información que una sola fotografía. En la estereofotogrametría, se forma un modelo óptico tridimensional con un par de fotografías convenientemente orientadas. Estas, deben ser tomadas con un cierto intervalo entre las estaciones de exposición (base) para obtener el traslape adecuado. Generalmente el traslape longitudinal, es de un 60% del lado de la fotografía y de un 40% para la base.



Fotografía aérea y Traslape de fotografías.

Si el área cubierta mutuamente por dos fotografías consecutivas se observa en tal forma que el ojo izquierdo vea sólo la fotografía de la izquierda y el ojo derecho la de la derecha, se obtendrá una visión estereoscópica del terreno. Si observamos las fotografías en forma inversa a la indicada anteriormente, se apreciará un efecto pseudoscópico, es decir, que los detalles del modelo aparecerán invertidos.

El efecto estereoscópico se logra cuando los paralajes horizontales de las dos fotografías originadas por los desniveles del terreno se combinan para producir la visión tridimensional. Mediante el procedimiento de orientación relativa, se reestablecen las posiciones de las dos fotografías en los momentos de sus exposiciones, es decir, los dos haces de rayos se colocan en posición perspectiva.

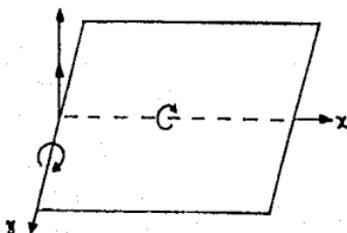


Orientación de dos fotografías para formar un modelo estereoscópico.

Las fotografías se orientan una con relación a la otra, de modo que los dos rayos correspondientes a los haces se intersecten en la posición correcta, con lo cual se forma un modelo tridimensional similar al terreno.

En los instrumentos restituidores, la orientación relativa se efectúa mecánicamente, aunque también pueda llevarse a cabo por medio de procedimientos analíticos.

La escala del modelo es independiente de la orientación relativa, sin embargo, podemos determinarla mediante la orientación absoluta. Esto se logra, refiriendo un modelo a un sistema de coordenadas X-Y y posteriormente se nivela para que concuerde con las elevaciones terrestres. En el instrumento, la escala se controla mediante la distancia entre los centros de los haces de rayos (base). Al aumentar la base, aumenta la escala del modelo y viceversa.



Orientación absoluta en la nivelación de un modelo estereoscópico.

Para determinar dicha escala, debemos conocer las coordenadas terrestres X-Y de dos puntos del modelo, ó bien, la distancia terrestre entre dos puntos definidos en el mismo.

Sistema Nacional de Fotografía Aérea. (SINFA)

Este organismo presta sus servicios al Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, tomando fotografías aéreas por zonas que corresponden a las cartas de escala 1:250,000 con líneas de vuelo de norte a sur. Existe un vuelo especial de actualización realizado a una escala de 1:75,000 que cubre sólo algunas zonas de la República Mexicana.

Los vuelos que se realizan para obtener imágenes a escalas de 1:25,000 hasta 1:35,000; utilizan el siguiente material:

Positivo en papel Blanco/Negro y Color

Contactos de 1 a 1	23 x 23	cm
Amplificaciones de 1 a 5 veces en B/N y color	50 x 60	cm
Amplificaciones de 1 a 5 veces en color	100 x 100	cm
Amplificaciones de 1 a 5 veces en B/N	100 x 100	cm

Los vuelos realizados para obtener imágenes a escalas de 1:5,000 a 1:90,000 manejan el siguiente material:

Positivos en papel B/N.

Contactos de 1 a 1	23 x 23	cm
Amplificaciones de 1 a 5 veces	50 x 60	cm
Amplificaciones de 1 a 5 veces	100 x 100	cm
Índice de vuelo	30 x 40	cm
Índice de vuelo	50 x 60	cm
Mosaico índice	50 x 50	cm
Positivos en película rígida	23 x 23	cm

El uso de la fotografía aérea se ha vuelto casi indispensable para la Cartografía. Los datos derivados de fotografías aéreas verticales, son utilizados principalmente por las agencias cartográficas involucradas en la producción y actualización de mapas topográficos.

Además de la película en blanco y negro utilizada usualmente en los vuelos aerofotográficos, se dispone también de películas infrarrojas y el proceso de falso color para el registro de otros estudios como Cartografía ambiental.

La comparación entre la fotografía aérea y los mapas es directa en el caso de fotos verticales, pero resulta difícil con fotografías oblicuas. Los mapas estereográficos son de particular importancia.

El proceso de Producción de Mapas Tridimensionales, sigue un método bien establecido, en el que el primer paso es definir el territorio que se desea representar. Esta decisión se toma en base a los requerimientos de las Instituciones y Departamentos Gubernamentales. Una vez definidas las zonas de interés, se solicitan los servicios del Sistema Nacional de Fotografía Aérea (SINFA), para llevar a cabo el proceso de Fotogrametría. Finalmente, las fotografías obtenidas cumplen con las características de la Estereofotogrametría convirtiéndose en productos útiles para la captación tridimensional del territorio mostrado en ellas. Una vez presentadas estas imágenes, son enviadas a la Dirección General de Geografía donde se analizan y utilizan para la realización de cartas isométricas definidas posteriormente.

Las fotografías presentan anotaciones que indican algunas características ya sea del terreno, ó bien, de las condiciones existentes al realizar el servicio de Fotogrametría. Algunas anotaciones pueden ser:

- Altura de vuelo,
- Escala,
- Localización de la zona,
- Identificación del territorio, etc.

El siguiente paso, será generar las cartas isométricas donde se muestran las curvas de nivel que conforman el territorio en cuestión. Estas curvas se obtienen en base a las fotografías de interés con la ayuda de un aparato óptico-mecánico utilizado de la siguiente manera. Las fotografías se colocan debajo de los lentes del aparato, la persona que realiza este trabajo lo ajusta con el fin de hacer foco a una altura dada; esto ocasiona que el observador sólo pueda ver con claridad los contornos de las zonas que se encuentran a la altura física real, correspondiente al foco del aparato en ese momento. Así, se procede a pasar el apuntador del aparato únicamente sobre las trayectorias que definen el territorio visto con claridad; como resultado, tendremos la generación de curvas isométricas pintadas automáticamente sobre el material que se colocó en el dispositivo adjunto dando lugar a las cartas isométricas. Este proceso se repite tantas veces como alturas terrestres se deseen obtener. Obviamente, esta cantidad cambia según sea la superficie física de la zona y la precisión requerida en la representación.

Ahora se tienen ya las fotografías aéreas y las cartas isométricas que funcionan como patrón en el modelado del material. Como es de esperar, el trabajo pesado se realiza en la representación de las curvas de nivel sobre la placa de resina con la ayuda de un aparato similar al pantógrafo. Esto se logra ajustando una herramienta de corte en uno de sus extremos, mientras el otro funciona como apuntador para seguir las diferentes trayectorias. Así, el cortador reproduce el movimiento del apuntador marcando la superficie de la placa de trabajo en base a los contornos delineados por el individuo. Los cortes presentados después de este proceso, son la base para comenzar a definir y alinear el trabajo de modelado sobre la resina. Cabe mencionar que en este subproceso, se trabaja con diferentes herramientas desde el desbaste grueso hasta llegar al fino siendo el autor de ello una persona paciente

observadora. La terminación de esto, requiere de mucho tiempo (meses) dependiendo del contorno de la superficie desbastada. Naturalmente, existe la posibilidad de tener errores tanto en la representación como en el desbaste excesivo de material, lo cual genera la necesidad de repararlos con una pasta especial volviendo a modelar esa zona. Por otra parte, se lleva a cabo la impresión en color del mapa topográfico en cuestión sobre láminas delgadas de plástico. Este proceso se realiza antes de deformarlas. El objetivo es tener preparado el material necesario para producir los mapas en relieve. El plástico es usado en la etapa de elaboración, por ser deformable con cierta facilidad al mismo tiempo que presenta cierta rigidez al finalizar el proceso.

El paso final es el termoformado. Cuando se ha terminado el proceso de desbaste, modelado y revisiones en la placa de resina, se puede decir que tenemos la base para la elaboración de cientos de mapas tridimensionales creados a partir de este molde. Para llevar a cabo el termoformado, se pone la lámina plástica sobre el molde de resina. Ambos materiales, deben permanecer estables bajo las lámparas disipadoras de calor, las cuales, generan la temperatura necesaria para que las láminas sufran diferentes deformaciones en su superficie. Debido al reblandecimiento del plástico, este tomará la forma del molde sobre el cual descansa. Es así como el mapa impreso en las láminas debe coincidir con las deformaciones que presente la placa generando finalmente el mapa tridimensional. Una vez terminado este proceso y enfriado el plástico se dispone a separar el mapa del molde permitiendo así, la producción en serie.

A groso modo, se puede decir que los tiempos de producción son de alrededor de 10 meses utilizando mucho más del 50 por ciento únicamente para la elaboración del molde.

II.1 DEFINICION DEL SISTEMA.

Para entender claramente la definición del sistema, debe conocerse el proceso de producción original y el proceso de producción que se busca en la automatización computarizada. A continuación se listan los pasos a seguir tanto para uno como para el otro.

Pasos del proceso original:

- 1.- Fotogrametría para retratar el área a reproducir.
- 2.- Creación de cartas de nivel de la zona retratada.
- 3.- Modelado de la placa de resina.
- 4.- Termoformado de las placas plásticas.

Pasos del proceso automatizado:

- 1.- Percepción Remota.
- 2.- Sistema de cómputo.
- 3.- Maquinado automático de la placa.
- 4.- Termoformado de las placas plásticas.

Ahora se mostrara un panorama general del sistema y posteriormente se plantearan los requerimientos de automatización y las partes esenciales del proceso de producción automatizada.

II.2 ENTRADA DE DATOS GEOGRAFICOS VIA SATELITE.

En la actualidad, la tecnología ha avanzado notablemente permitiendo así la realización rápida y eficaz de gran cantidad de procesos antes lentos y complicados. Uno de éstos es la adquisición de imágenes terrestres, pues con ayuda de los satélites se pone en práctica una nueva tendencia llamada "Percepción Remota". Los datos geográficos necesarios para la producción de moldes tridimensionales, se toman de imágenes aeriasadas vía satélite. A continuación se muestra un panorama general del satélite Landsat 3, la adquisición de imágenes, la conversión óptico-digital y el procesamiento de la información digitalizada.

Originalmente, el Sistema de Satélites Landsat fue llamado ERTS (Earth Resources Technology Satellite). Varios satélites han sido lanzados a partir de 1972 enviando el Landsat 3 en marzo de 1978.

El Sistema Landsat de Recolección de Datos, está formado por la combinación de varias estaciones terrenas, centros de control de operaciones y la facilidad del procesamiento de datos en la National Aeronautics and Space Administration (NASA). El Procesamiento de Datos, debe realizarse en base a la información almacenada en diferentes Centros de Datos como lo es el Earth Resources Observation Service (EROS). En la actualidad, se considera que existen miles de decenas de imágenes tomadas por los sistemas Landsat.

El sistema actual de satélites Landsat tiene el cubrimiento de la República Mexicana, usando como receptor al satélite Landsat 3, el cual circula en una órbita baja a una distancia aproximada de 917 Km, lleva una sincronía con el sol pasando cerca de los polos y realizando un cruce nominal por el Ecuador a las 9:30 am ó 10:00 am con una inclinación de aproximadamente 99 grados respecto al Ecuador.

El satélite tiene un período de 103 minutos, es decir, rodea la Tierra en este tiempo completando 14 órbitas por día y obteniendo una visión completa de la Tierra cada 18 días.

II.2.1 CARACTERISTICAS FISICAS.

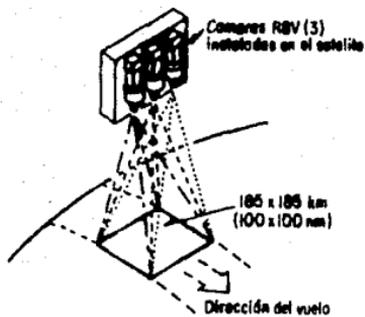
El satélite Landsat 3 se diseñó para hacer observaciones automáticas usando un sistema de cámara RBV (Return Beam Vidicon: Regreso de Haz Vidicon) y un MSS (MultiSpectral Scanner: Rastreador Multiespectral).

El sistema de la cámara RBV usa en realidad dos cámaras pancromáticas, las cuales operan en el rango de 0.51 a 0.75 micrómetros. Estas cámaras producen dos imágenes contiguas cubriendo 99 Km x 99 Km cada una y utilizan una distancia focal de 25 cm. Gracias a esto, se obtiene una resolución de 30 m sobre la superficie terrestre. Cabe mencionar que la digitalización de las señales analógicas genera paquetes de datos de aproximadamente 45 Mbits/s.

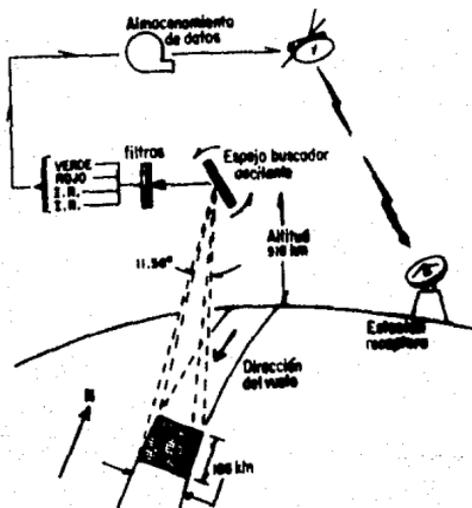
El Rastreador Multiespectral ha sido el principal sensor en los satélites Landsat 1, 2 y 3 utilizando un dispositivo encargado de llevar a cabo el rastreo de la superficie terrestre tomando en cuenta los ángulos localizados a la derecha de la dirección de vuelo. Este dispositivo es un espejo oscilador. De esta forma, la energía óptica es sensada simultáneamente en cuatro bandas (0.5 - 1.1 micrómetros) por cada arreglo de detectores.

El rastreo se realiza en líneas de aproximadamente 185 Km de ancho utilizando 6 bandas en el MSS para cada una. El ancho de cada una de las líneas en la tierra es de 79 m, formando un área de 474 m. Para obtener una imagen completa se toman 390 rastreos con un ancho de 185 Km respecto a la dirección de vuelo. Cabe aclarar que Landsat 3 maneja una banda térmica aparte de las ya mencionadas.

Por otra parte, los detectores captan la iluminación de la radiación reflejada por los espejos osciladores del MSS, debido a esto, producen una señal eléctrica variable correspondiente a la energía recibida a lo largo de 79 m (una línea de muestreo). El procesamiento de estas señales se describe a continuación.



Sistema de Cámara RBV (Return Beam Vidicon).



Sistema MSS (MultiSpectral Scanner)

II.2.2 FORMATO.

Una de las condiciones necesarias para estudiar la superficie terrestre, es la conversión de imágenes a valores digitales y viceversa. Para lograr esto, existen aparatos que nos ayudan a cambiar elementos del dominio óptico al dominio digital. Un tipo de instrumento usado comúnmente para la transformación de datos filmados a datos analógicos, es el Microdensitómetro. Este, permite atravesar los rayos de luz emitidos por una fuente a través de un film. Tanto el emisor como el receptor de luz (localizado detrás del film), están controlados con objeto de medir la diferencia lumínica mediante un fotomultiplicador. El área de salida del emisor puede variarse de tal manera que el muestreo de los detalles del film original también varíe dependiendo del tipo de estudio que se requiera. Para analizar las elevaciones terrestres, el área de salida puede reducirse hasta 20 micrómetros.

Una vez tomadas las mediciones, se lleva a cabo su digitalización. El proceso de digitalización es realizado por un convertidor A/D (analógico/digital) en un cierto número de pasos. El área de estudio puede elegirse mediante compuertas; una vez seleccionadas, la unidad analógica de cintas lee los datos de cada canal transmisor introduciéndolos a un sistema de procesamiento. Este, se encarga de recorrer los datos hacia la derecha un cierto número de lugares dependiendo del patrón de resolución, el cual actúa como un switch e incorpora algunos bits significativos para cada valor.

Al formarse una palabra completa de computadora, se realiza la transferencia de datos analógicos a digitales para introducirlos en la computadora donde son almacenadas en direcciones secuenciales de memoria. La transferencia de información se considera terminada hasta que la computadora haya recibido la última línea rastreada seguida por una señal de fin de bloque. Posteriormente, la computadora graba toda la información en una cinta magnética como una sola línea de rastreo por cada registro digital. Así como existe un traslape en el muestreo terrestre (descrito en II.3.3), también habrá un traslape entre archivos.

El formato disponible para imágenes Landsat digitalizadas establecido por el "Centro de Datos EROS" y por el "Puntos de Contacto Nacional", se muestra en el siguiente cuadro:

Productos de Información Digitalizada:

- 9 canales de grabación, 800 bpi (imagen MSS)
- 9 canales de grabación, 1600 bpi (imagen MSS)
- 9 canales de grabación, 6250 bpi (imagen MSS)
- 9 canales de grabación, 800 bpi (imagen RBV simple)
- 9 canales de grabación, 1600 bpi (imagen RBV simple)
- 9 canales de grabación, 800 bpi (4 imágenes RBV)
- 9 canales de grabación, 1600 bpi (4 imágenes RBV)

14 canales de grabación, alta densidad, contenido variable.

Las cintas magnéticas utilizadas en este trabajo, tienen las siguientes características:

- 1600 pies de longitud.
- 0.5 pulgadas de ancho.
- Nueve canales de grabación.
- Paridad non.
- 0.6 pulgadas de separación entre cada registro.
- Marcas físicas al inicio y al final de la cinta.

En cuanto al contenido de la cinta y el formato adoptado, puede decirse que la grabación de los datos se hace en forma de "words" formando registros cuya longitud es variable pudiendo haber desde 14 hasta 14414 datos en cada uno. Las elevaciones se presentan en forma ascendente respecto a la longitud terrestre. Cada dato es un valor de elevación terrestre medido con respecto al nivel del mar. La posición horizontal es establecida con referencia a una longitud y una latitud específica, así como a la esquina suroeste del terreno. Cabe mencionar que la separación entre cada elevación, corresponde a cierto número de segundos terrestres según se especifique en el encabezado del archivo. La cinta contiene archivos de datos, pero también información para el usuario como títulos, marcas de control, encabezados, identificadores, etc. grabados en código ASCII utilizando el Estándar de Norteamérica para Intercambio de Información. Las cintas descritas ahora, contienen un espacio para la identificación del volumen en uso, un encabezado de datos históricos donde se inscriben las fechas de creación y caducidad de los archivos, una sección de interés primordial para los usuarios donde se encuentra la información de referencia en cuanto al contenido de los datos (intervalos de longitud y latitud, número de líneas, número de datos por línea, etc.), una marca de fin de archivo y una marca terminal mostrando el final del paquete.

El formato de los datos contenidos en el archivo, es el siguiente:

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

Formato original del archivo de datos.

1 Una clave para marcar el inicio de los datos que en este caso, es el número hexadecimal "AA" ocupando un carácter.

2 Un contador secuencial de bloques comenzando por 0 para el primero. Este contador ocupa 3 caracteres.

3 Un contador de longitud terrestre partiendo de la esquina suroeste de la zona descrita. Este contador ocupa dos caracteres.

4 Un contador de latitud terrestre partiendo de la esquina suroeste de la zona descrita. Este contador ocupa dos caracteres.

5 Lista de las elevaciones terrestres ocupando dos caracteres cada uno.

6 Valor de chequeo, que es una suma del contenido del bloque, ocupando cuatro caracteres.

A continuación, se define la resolución de los datos con el objeto de entender fácilmente el procesamiento utilizado.

II.2.3 RESOLUCION DE LA INFORMACION CAPTADA POR EL SATELITE.

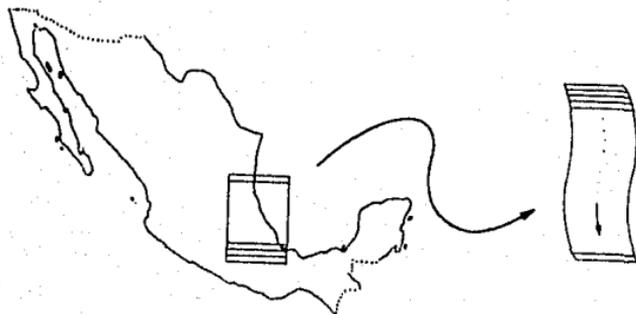
En muchas ocasiones la resolución usada en los diferentes pasos de la percepción remota es complicada, pero el conocimiento de un panorama general ayuda a tomar la decisión adecuada para lograr el manejo eficaz de los datos y su optimización. Los dispositivos de rastreo, en este caso el MSS, juegan un papel importante. La abertura óptica adecuada del MSS es necesaria para funcionar en conjunto con los detectores y así, obtener las imágenes terrestres. Esto se realiza de tal forma que cada uno de los detectores puede ver un pixel cada instante, abarcando 79 m x 79 m en la línea de muestreo. En un momento dado, la salida de un detector es la respuesta integrada de la cobertura terrestre en la región de estudio. La señal del detector es muestreada en unidades de tiempo produciendo medidas discretas a lo largo de la línea rastreada. Se considera que los centros del pixel, están a 56 m y que el traslape se presenta en 23 m. En cuanto a la banda infrarroja térmica, se sabe que tiene un campo de visión instantáneo de aproximadamente 239 m x 239 m.

Por otra parte, la resolución obtenida en la información ya digitalizada y almacenada en cintas magnéticas, tiene parámetros especiales y favorables para el usuario como son el abarcamiento terrestre, intervalos entre datos, etc. Los datos del archivo tienen una estructura lógica, esto es, están agrupados en un grado, por un grado hablando en áreas geográficas, de esta manera, cada archivo de datos contiene información de un grado cuadrado de la superficie terrestre. El origen de referencia para cada archivo es la esquina suroeste de la región sensada. Los datos están también agrupados en una forma ascendente respecto a la longitud y latitud de la tierra, esto es, desde los 180 grados Oeste hasta los 179 grados Este.

En cuanto al abarcamiento del archivo, existe un pequeño traslape de puntos, pues cada registro de datos tiene un punto de traslape con el cuadro superior y otro con el cuadro inferior, siempre y cuando el archivo se extienda a los límites del grado cuadrado. Así, todos los registros de datos también presentan puntos de traslape con los cuadros adyacentes (longitud). Analizando los intervalos terrestres existentes entre los datos de elevación, se tiene que hay intervalos de 1 segundo para separaciones de 1 segundo ó más, y de 0.1 segundos para separaciones menores que un segundo. La secuencia de los valores en los archivos se forma con una longitud terrestre constante durante todo un registro de datos y así sucesivamente hasta completar las coordenadas de longitud involucradas en una imagen; al terminar de almacenar la información completa, se tiene que el primer registro, pertenece a la parte sur y el último registro pertenece a la parte norte de la zona. Ningún par de

registros pueden pertenecer a la misma longitud terrestre. Cabe mencionar que las elevaciones desconocidas dentro de un archivo, se representan como valores nulos.

El rango permitido para los datos de elevación, es de 32767 a -32768 metros. A continuación se muestra el diagrama gráfico del almacenamiento de Información obtenida al rastrear la región.



Representación digitalizada del terreno.

II.3 PROCESAMIENTO DE INFORMACION.

El procesamiento debe cumplir con los requisitos implícitos de entrada y salida buscando la compatibilidad del manejo de datos a través del sistema completo. Por otra parte, el sistema debe captar la información original y traducirla a algo entendible para el resto de la programación, asimismo, debe entregarla en forma específica para ser entendida por la mesa de trabajo. Debido a esto, el sistema se define en forma de bloques con tareas específicas como se describirá a continuación.

Interfaz de Usuario es la primera etapa del sistema y se encarga de facilitar al usuario, la introducción de los parámetros cartográficos en la computadora.

Selección de Información donde se captan únicamente los datos que representen la región elegida para reproducción ó bien, solo una parte de ella. Aquí se piden todos los archivos involucrados de los que se obtendrá un conjunto de datos útiles organizados en uno solo.

Procesamiento es la etapa en la que los datos se someten a diversas operaciones con el objeto de acoplarlos a los parámetros cartográficos obtenidos en la Interfaz de Usuario y generar la cantidad de pulsos que deben recibir los motores de la máquina de desbaste.

Comunicación es la fase final del sistema; se encarga de transmitir las cantidades de pulsos obtenidas en la etapa anterior pero unidas a sus respectivos comandos de movimiento. Posteriormente se detallara el sistema de programación en base a los requerimientos de operación, el diseño del paquete y su implementación.

II.4 SALIDA GENERAL DE DATOS.

La salida general de los datos obtenidos después de un procesamiento adecuado, es de suma importancia, por lo que se planea su almacenamiento en un tipo de memoria como lo es el disco duro de la computadora utilizada en el proceso. A continuación, se describen las características importantes como son la extensión y el formato de la información obtenida.

II.4.1 EXTENSION DE LOS ARCHIVOS DE SALIDA.

La información de salida se conforma en archivos, formados por datos de elevación creados a partir de parámetros tanto topográficos como mecánicos. La extensión de los archivos de salida depende directamente de estos parámetros por lo siguiente: Las condiciones topográficas influyen en la selección del área geográfica, con la que viene involucrado el número de datos necesarios para cubrirla. Asimismo, el terreno varía mucho en cuanto a su rugosidad involucrando la densidad de información en cada archivo. Visto de otra forma, una superficie relativamente lisa como los desiertos, arroja datos con intervalos de separación grandes, ya que de un valor de elevación a otro no hay cambios significativos sobre la tierra. En cambio, una región montañosa debe generar datos con intervalos pequeños entre sí con el objeto de no perder elevaciones terrestres importantes. De esta forma, el número de archivos de entrada corresponde al número de grados que abarque la zona elegida y la extensión de los archivos de entrada, depende de la superficie terrestre digitalizada pudiendo tener desde 14 hasta 14414 registros por archivo.

La extensión de los archivos utilizados tanto en la entrada como en la salida, justifica la necesidad de transportar la información en diskettes, pues de otra forma, el espacio disponible en disco duro podría no ser suficiente. La forma de optimizar el espacio en memoria es reduciendo la extensión de los archivos de salida. Los archivos finales que deben permanecer en memoria son, indiscutiblemente, aquéllos que contienen los valores de elevación terrestre presentados en escala mecánica. Por otra parte, los últimos datos, es decir, la información enviada a la máquina de desbaste, puede generarse a partir de los archivos finales únicamente leyendo el dato del archivo y enviándolo por el puerto unido a su comando mecánico correspondiente. De esta forma, la etapa de comunicación se encarga de enviar el comando mecánico generado en ese momento, seguido del valor que acaba de leer del archivo. Este procedimiento deshecha la necesidad de almacenar un archivo completo de movimientos que mediría el doble ó el triple del archivo de elevaciones.

II.4.2 RESOLUCION.

Los archivos de salida contienen una cantidad de datos variables, aún cuando el terreno a reproducir sea el mismo. Esto se debe a la resolución mecánica de la máquina, el área útil de desgaste, la resolución original de los datos, etc. Asimismo, la densidad de los archivos originales varía en la mayoría de los casos, por lo que su estandarización es indispensable para formar un solo archivo final. La resolución mecánica de la máquina es del orden de micras y el área útil de trabajo depende de la escala y la región seleccionadas ocasionando las variaciones de tamaño mencionadas anteriormente.

El formato del archivo generado por el Procesamiento de Datos debe tener como herramienta la simplicidad, pues de ella depende la rapidez de la etapa de Comunicación. Este formato es de tipo secuencial con un encabezado al inicio en el que se describe la información útil como el número de registros contenidos en el archivo y el número de datos por registro.

Por otra parte, los comandos enviados a través del puerto RS232 tienen un formato específico para cada instrucción de la máquina. El formato general consiste en un comando específico de las tarjetas controladoras de movimiento seguido de un espacio en blanco y posteriormente las cantidades de movimiento para cada eje separados por comas y comenzando por el movimiento en X, luego en Y y por último en Z. Este formato es similar para comandos de control, de movimiento y de operación.

COMANDO (param. en X),(Param. en Y),(param. en Z)

Los comandos de control definen los parámetros de control de la mesa como es el factor de Integración, torcas, ganancias, etc. mientras que los comandos de operación fijan las velocidades, aceleraciones, errores permisibles, etc.

I.5 REQUERIMIENTOS DE AUTOMATIZACION.

Para llevar a cabo la automatización de un proceso, es necesario plantear la situación del mismo en forma general así como listar sus ventajas y desventajas. El primer paso, se ha concluido en la descripción del subtema I.1.4 donde se plantea brevemente el desarrollo y tiempos aproximados de la elaboración de mapas territoriales. Esto también da las bases para justificar las necesidades de automatización.

El proceso completo está formado por cuatro etapas básicas: Fotogrametría, Creación de cartas isométricas, Tallado del molde y Termoformado. Un aspecto que debe tomarse en cuenta es el desarrollo de métodos e instrumentos eficientes para ser usados en cada subproceso. Hasta hace aproximadamente 8 años, la Fotogrametría fue el más completo y moderno en cuanto a fotografías terrestres a gran distancia; a partir de ese momento, los satélites Landsat son el instrumento óptimo para realizar este trabajo con la diferencia de entregar los resultados digitalizados en cintas magnéticas (tema II.2.2). Esto pone en nuestras manos, un elemento diferente y actual para agilizar el proceso de producción, al mismo tiempo que requiere el uso de una computadora que traduzca el contenido de las cintas. Cabe hacer notar que en la actualidad, dichas cintas son parte del acervo de Información del INEGI.

Por otra parte, si la traducción de la información se hace con ayuda de la computadora, los resultados son archivos almacenados en memoria a diferencia de las fotografías en papel utilizadas actualmente

para la creación de las cartas isométricas. Suponiendo que no se tienen esas fotografías ¿cómo se podrá crear el molde tridimensional sin ayuda de las cartas isométricas? La respuesta es sencilla. Se toma la información de la cinta magnética, se procesa y se piden las características topográficas necesarias para crear un archivo útil, esto es, información de las elevaciones terrestres de una zona. Esto sustituye los procesos de Fotogrametría y creación de cartas isométricas por uno solo computarizado, lo cual implica la necesidad de crear una máquina de movimiento en tres ejes para elaborar el molde tridimensional. Esta máquina reemplaza el trabajo manual del empleado por un trabajo mecánico-electrónico de la máquina.

Resumiendo, podemos notar que la existencia de cintas magnéticas propias del INEGI que contienen información descriptiva y actual de gran parte del territorio mexicano es uno de los motivos de automatización. Otro factor es el tiempo empleado para la producción del molde, puesto que el ahorro obtenido con el método computarizado es del orden de meses. Utilizando un procesamiento de datos adecuado, las cartas isométricas son irrelevantes pues la computadora controla los movimientos de la máquina, elaborando, así, los moldes.

Podemos considerar como una gran ventaja la reducción del tiempo entre cada actualización del terreno utilizando la percepción remota.

En cuanto al aspecto económico, los gastos se reducen notablemente, ya que el más fuerte se presenta en la inversión inicial del sistema automatizado mientras los costos de mantenimiento y material de trabajo son realmente bajos. Por último, es importante mencionar que este sistema no sustituye a los empleados actuales, simplemente deben capacitarse para utilizar la computadora y la máquina como sus instrumentos de trabajo.

II.6 REQUERIMIENTOS DE COMPUTO.

A lo largo de los subtemas anteriores se hace visible la necesidad de una computadora para controlar el movimiento de máquina físicamente y llevar a cabo el manejo de información entre las cintas magnéticas y las tarjetas de control. Por esto, debe plantearse una lista de requerimientos de equipo de cómputo para ejecutar el sistema completo de automatización. A continuación se muestra un diagrama de las conexiones físicas entre cada elemento utilizado en el proceso de elaboración de moldes tridimensionales.

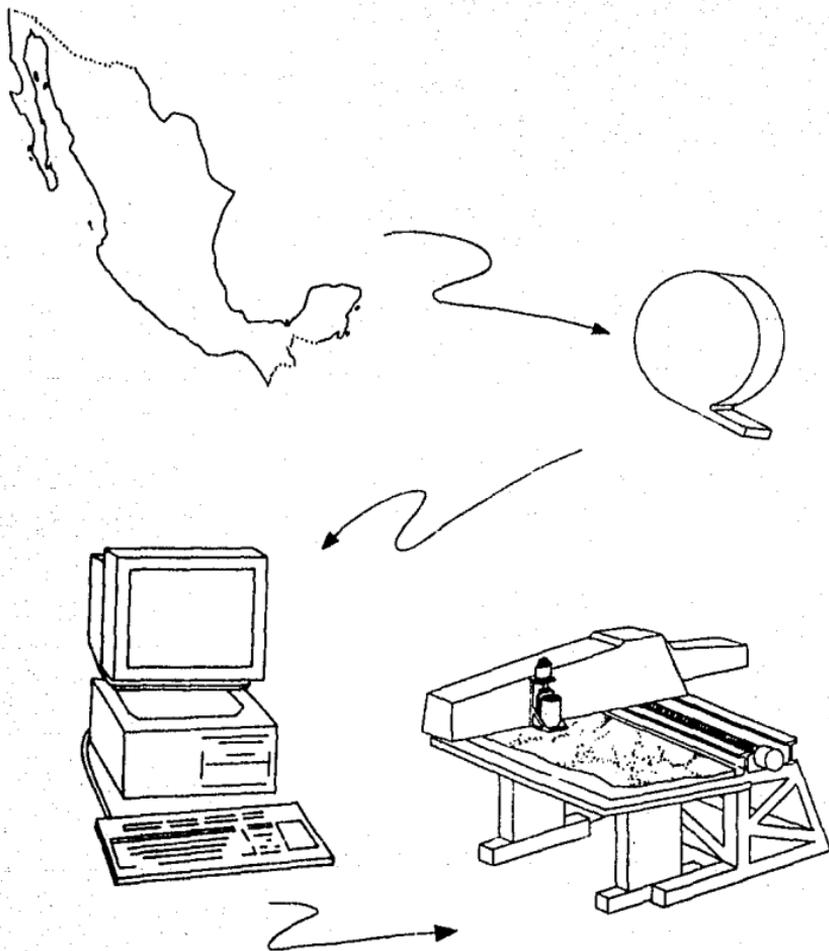


Diagrama General de Conexiones Físicas

La ejecución del sistema automatizado de producción requiere el acoplamiento de varios instrumentos físicos, descritos enseguida.

La Unidad de Cintas es el primer dispositivo utilizado en cuanto al manejo de información digitalizada. La unidad de cintas realiza la lectura de los datos almacenados en las cintas magnéticas. La Computadora se vuelve indispensable para cambiar la información de cintas magnéticas a medios secundarios de almacenamiento como diskettes. La depuración de los datos y su reformato, se lleva a cabo en el instante de realizar la transferencia de cintas a discos. Se habla de una computadora compatible con la unidad de cintas utilizada, sin olvidar que existen ambos dispositivos tanto en versión PC como en versión mainframes. El requisito que debe cumplirse es la capacidad de memoria disponible mínima para ejecutar el cambio de información. Ahora se enfoca la atención a la computadora utilizada para ejecutar el sistema de producción de moldes territoriales en relieve. Cabe hacer notar que el funcionamiento del paquete de software implica el uso de una computadora con algunos dispositivos externos conectados a ella. A continuación se muestra una lista de las características necesarias en cuanto a equipo de cómputo.

- Computadora Personal compatible.
- Memoria RAM de 640 Kb como mínimo.
- Monitor gráfico VGA (Indispensable sólo para la Interfaz de Usuario).
- Tarjeta gráfica VGA ó compatible (sólo para la Interfaz de Usuario).
- Mouse instalado en la computadora donde se utiliza la Interfaz de Usuario.
- Un Drive de 5 1/4".
- Puerto serie RS232 (sólo para la comunicación con la máquina de desbaste).
- Coprocesador aritmético (opcional para el procesamiento de datos).
- Disco duro de:
 - 10 Mb para la Interfaz de Usuario.
 - 80 Mb para la selección y procesamiento de la información.
 - 60 Mb para la comunicación con la máquina de trabajo.
- Compilador de Pascal Version 5.0.

Naturalmente se parte de una base en la que los datos iniciales están almacenados en diskettes ó cintas magnéticas dependiendo de la portabilidad y estandarización que se pretenda en el sistema.

El diagrama de bloques mostrado a continuación describe las etapas básicas del sistema y la secuencia que deben seguir.



Diagrama de la Secuencia de Desarrollo

En la mayoría de los casos, el aspecto económico es uno de los factores que rige la forma de trabajo. La lista de equipo de cómputo definida anteriormente debe adaptarse mínimamente a las necesidades del usuario. En el caso particular del INEGI, tanto el equipo físico como el paquete de software es acoplado al estado actual del material existente en esta dependencia. Ahora se presenta la relación del acoplamiento del sistema en base a sus recursos.

La Interfaz de Usuario se instala en el disco duro de la PC compatible localizada en el Departamento de Diseño de la DGG. Esta computadora tiene las características necesarias para ejecutar la primera parte del sistema.

La Selección de la Información se puede llevar a cabo en aquella computadora que tenga espacio para guardar temporalmente la información útil. Esto depende específicamente de la capacidad de memoria disponible en el momento de ejecutar este procedimiento y de la existencia de un Drive de 5 1/4". En un momento dado, este proceso puede ejecutarse en el mismo lugar donde se usó la Interfaz de Usuario.

El Procesamiento de Datos se lleva a cabo en la computadora PC compatible que se encuentra conectada a la máquina de trabajo, ya que cuenta con disco duro de 80 Mb de capacidad y con un Drive de 5 1/4".

La Comunicación con la máquina de trabajo se realiza sin problema en la misma PC conectada a la máquina, pues aparte de tener las características mencionadas anteriormente, cuenta con puerto serie RS232 utilizado para la transmisión de información. En forma general, el sistema es capaz de acoplarse a las necesidades del usuario, siempre y cuando exista el equipo indispensable.

II.7 INTERFAZ FISICA.

Ahora es el turno de describir el resto de la interfaz física refiriéndose a la parte Mecánica y Electrónica. Como se mencionó anteriormente, la vía de comunicación indispensable para obtener los resultados físicos y palpables es la Máquina de Desbaste. Esta trabaja en base a estructuras metálicas y señales electrónicas para producir un molde tridimensional que representa parte de la superficie terrestre.

Debe aclararse que si la máquina de desbaste se ve como un sistema, ésta también presenta una entrada y una salida única. La entrada viene siendo la información enviada por la computadora mientras que la salida será el molde tridimensional físicamente. A continuación se presenta un diagrama de este sistema.

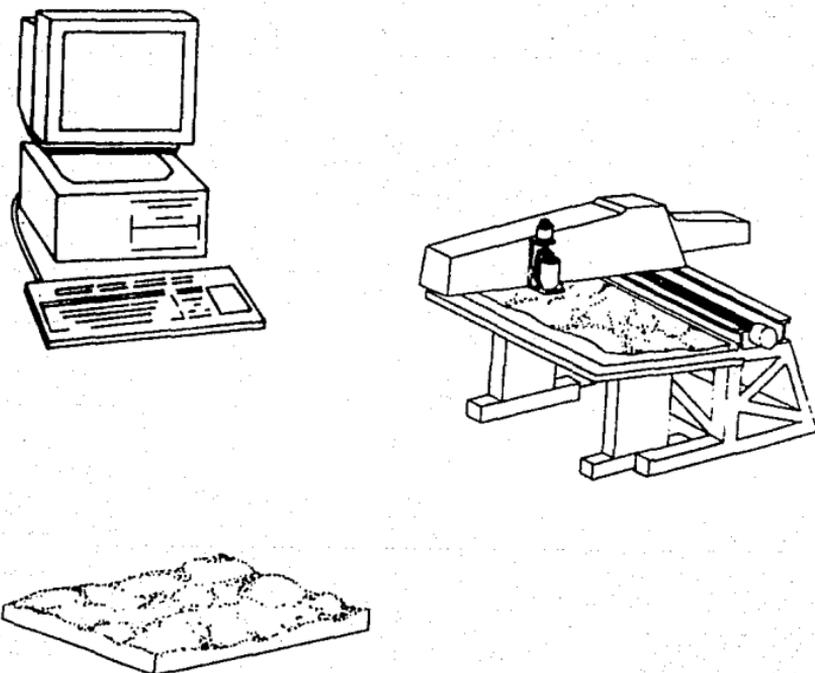


Diagrama general del sistema físico.

II.7.1 MECANICA.

El medio de comunicación para generar los resultados físicamente, es un sistema mecánico capaz de realizar movimientos en tres direcciones: eje X, eje Y y eje Z. Este sistema consta de una base metálica empotrada en el suelo y un brazo colocado en cantiliver sobre la misma. Los componentes electrónicos como tarjetas de control, amplificadores, fuentes de poder, etc., son almacenados dentro de la estructura base, ya que al estar construida con placas de hierro sostenidas por la estructura externa, cuenta con espacio libre suficiente.

Por otra parte, el brazo móvil está diseñado para suprimir flexiones y aligerar su peso; lo primero se logra utilizando un área de soporte relativamente grande y lo segundo se consigue gracias a los hoyos maquinados a los costados y la parte superior del brazo disminuyendo así el peso total del brazo. La postura en cantiliver del mismo, hace necesario el uso de contrapesos en el extremo corto de la estructura, de manera que al posicionar el Router en el extremo más alejado del brazo, este varíe lo menos posible en cuanto a posición.

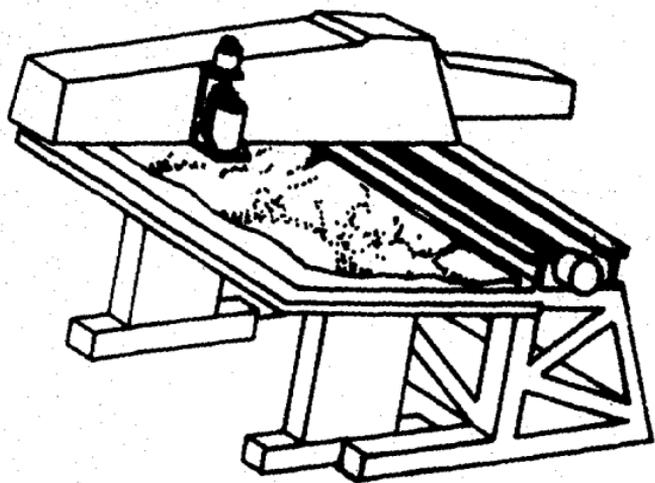
El brazo tiene un peso aproximado de 180 Kg y una fuerza de arrastre de 10 Kg generando errores máximos de maquinado de 50 Micras.

El eje X de movimiento, se encuentra sobre la estructura base, sobre la cual, se desliza el brazo que a su vez, contiene el eje Y, asimismo, el sistema de movimiento en Z es soportado también por esta última estructura.

Cada eje, cuenta con un tornillo acoplado a un motor para generar el movimiento y un par de rieles para guiarlo. Los motores elegidos son de corriente directa, alcanzando así las precisiones solicitadas de 100 Micras para los ejes X y Y y de 50 Micras para el eje Z. A su vez, los tornillos seleccionados, son tornillos rolados de 30 Micras de precisión sostenidos por dos chumaceras. El acoplamiento entre el motor y el tornillo se hace mediante coples de bronce, con ranuras intermedias para absorber el posible desalineamiento sin permitir la torsión entre ambos. La función de los rieles es guiar el movimiento y soportar la estructura móvil, mientras que la función de la tuerca de cada tornillo, es la de transmitir el movimiento generado por el motor. La carrera libre de cada eje, está limitada por interruptores que proveen una protección mecánica al sistema de movimiento. Algo similar a esto se lleva a cabo para el posicionamiento inicial en cada eje. Las carreras máximas de trabajo son de 110 cm para los ejes X y Y y de 12 cm para el eje Z.

El Router es la herramienta encargada de desbastar el material mediante cortadores de diferentes características. Este, tiene un broquero adaptado a la salida capaz de soportar cortadores hasta de 1/4" de diámetro trabajando a 5/8 HP y 25000 rpm. El Router se desliza verticalmente sobre el brazo siguiendo el eje Z, generando así el posicionamiento vertical del cortador. El material usado para la fabricación del molde es yeso, aunque puede utilizarse madera, plástico, etc. La placa de yeso es fijada sobre una mesa metálica dotada con rodajas que se deslizan sobre dos guías fijas al suelo. Esto facilita tanto el intercambio de material en el momento de comenzar el desbaste de un nuevo molde, como el posicionamiento de la mesa en el área específica de trabajo.

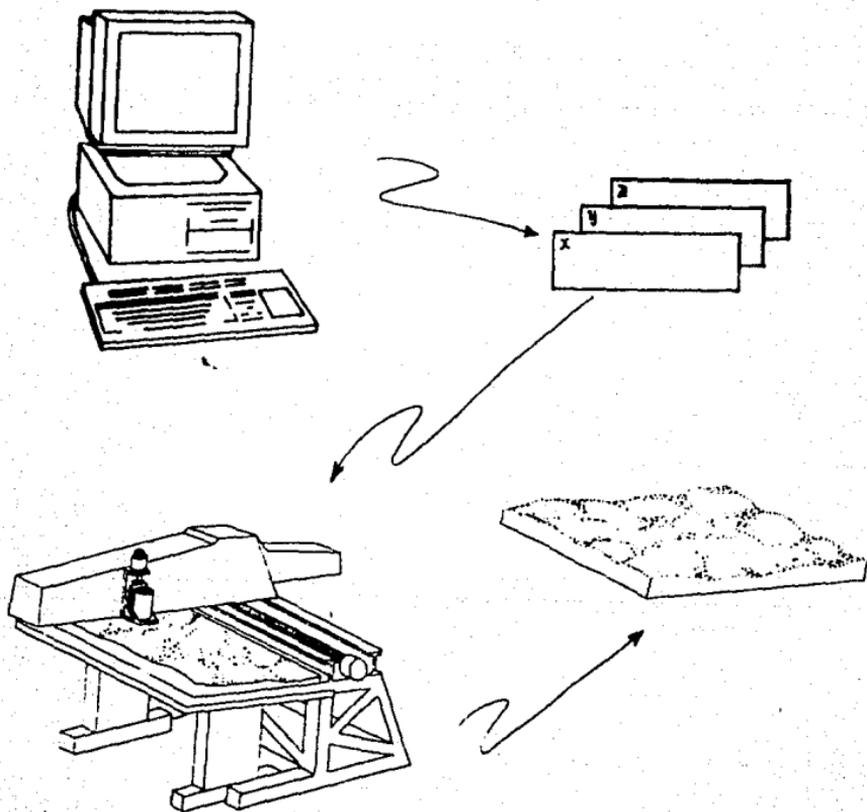
A continuación, se muestra un dibujo ilustrativo del sistema mecánico.



Maquina de desbaste.

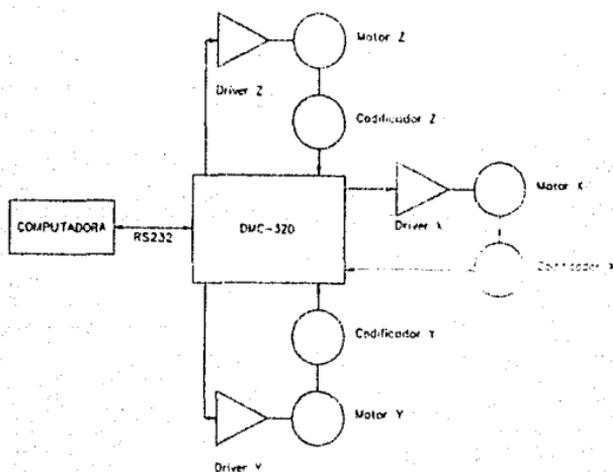
II.7.2 ELECTRONICA.

Ahora se sabe que el sistema mecánico se basa en la Programación y en la Electrónica para llevar a cabo sus funciones y en este tema, se analizan la parte electrónica como parte del sistema completo. En una forma generalizada, el sistema completo se puede ver de la siguiente forma:



Sistema general de producción automatizada.

El sistema electrónico está basado en tres tarjetas comerciales DMC 230 de GALIL capaces de controlar hasta tres servomotores de corriente directa con retroalimentación codificada. Estas son capaces de controlar el movimiento de tres ejes básicos y realizar movimientos coordinados en dos ejes cualesquiera elegibles por software. A continuación, se muestra un diagrama de bloques del servosistema de control.



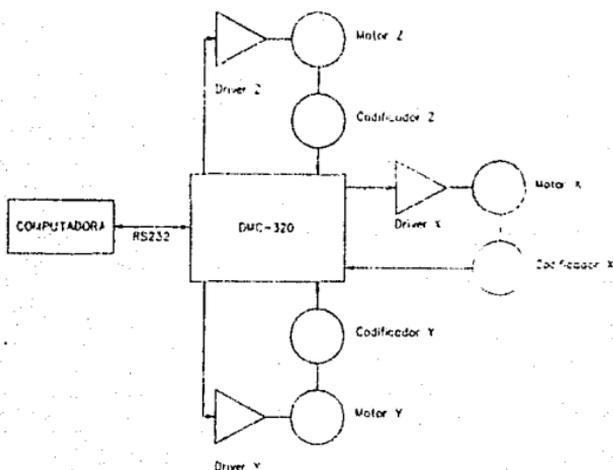
Servosistema de Control electrónico.

ELEMENTOS DEL SISTEMA.

Computadora Maestra. - Es la encargada de enviar los comandos de alto nivel al DMC 230. Mediante las "decisiones" generadas en la computadora maestra, las tareas de las tarjetas de control pueden minimizarse. Los comandos son transmitidos vía RS232 (puerto serie) en código ASCII a 9600 bauds. Las tarjetas cuentan con una pequeña memoria temporal capaz de almacenar hasta 80 caracteres para ser procesados en secuencia, por lo que la computadora maestra puede realizar otras actividades mientras termina la secuencia de control. Puesto que muchas computadoras cuentan con RS232, la elección de ésta puede realizarse dentro de un intervalo grande de equipos.

DMC 230 - Esto es una tarjeta de control que lleva a cabo todas las funciones de monitoreo y control a bajo nivel utilizando gran atención temporal por parte de la computadora. Estas funciones incluyen la generación de perfiles de movimiento y trayectorias de posición, leer el codificador de posición, compensación de errores en el posicionamiento, estabilizar el servosistema, leer los comandos provenientes de la computadora maestra y proveer un reporte del estatus y errores. Los pasos para generar un movimiento son los siguientes: la tarjeta DMC 230, convierte internamente los comandos de alto nivel a señales y voltajes para controlar los motores, reduciendo así, el trabajo de la computadora maestra. Estas tarjetas son en sí, una especie de computadoras con tareas muy específicas basadas en

El sistema electrónico está basado en tres tarjetas comerciales DMC 230 de GALIL, capaces de controlar hasta tres servomotores de corriente directa con retroalimentación codificada. Estas son capaces de controlar el movimiento de tres ejes básicos y realizar movimientos coordinados en dos ejes cualesquiera elegibles por software. A continuación, se muestra un diagrama de bloques del servosistema de control.



Servosistema de Control electrónico.

ELEMENTOS DEL SISTEMA.

Computadora Maestra. Es la encargada de enviar los comandos de alto nivel al DMC 230. Mediante las "decisiones" generadas en la computadora maestra, las tareas de las tarjetas de control pueden minimizarse. Los comandos son transmitidos vía RS232 (puerto serie) en código ASCII a 9600 bauds. Las tarjetas cuentan con una pequeña memoria temporal capaz de almacenar hasta 80 caracteres para ser procesados en secuencia, por lo que la computadora maestra pueda realizar otras actividades mientras termina la secuencia de control. Puesto que muchas computadoras cuentan con RS232, la elección de ésta puede realizarse dentro de un intervalo grande de equipos.

DMC 230. Esto es una tarjeta de control que lleva a cabo todas las funciones de monitoreo y control a bajo nivel utilizando gran atención temporal por parte de la computadora. Estas funciones incluyen la generación de perfiles de movimiento y trayectorias de posición, leer el codificador de posición, compensación de errores en el posicionamiento, estabilizar el servosistema, leer los comandos provenientes de la computadora maestra y proveer un reporte del estatus y errores. Los pasos para generar un movimiento son los siguientes: la tarjeta DMC 230, convierte internamente los comandos de alto nivel a señales y voltajes para controlar los motores, reduciendo así, el trabajo de la computadora maestra. Estas tarjetas son en sí, una especie de computadoras con tareas muy específicas basadas en

un procesador 68000 de motorola cuyos programas de inicialización y control están almacenados en una memoria permanente (ROM).

Motor .- Es el dispositivo encargado de convertir las señales eléctricas en movimientos mecánicos. Las características de un motor son elegibles en base al tipo de operación bajo el cual estarán sujetos; por ejemplo, el motor necesario para hacer funcionar un modelo de radio control, como el de los carros, requiere de poca potencia, en cambio, el de uno mecánico como el brazo de la máquina, demanda mayor potencia que el anterior.

Amplificadores de Potencia .- Estos se encargan de proveer la energía necesaria para mover el motor en función de las señales que entregan las tarjetas DMC 230. El amplificador debe ser elegido en base a la energía que demandan los motores. Cada motor debe tener su propio amplificador.

Codificador .- Este se encarga de traducir las posiciones de un dispositivo mecánico en pulsos eléctricos. El codificador usado es de tipo incremental, esto es, entrega un pulso por cada incremento en la posición del motor, así, la señal de salida de este codificador, es alimentada en las tarjetas de DMC 230 para ser interpretadas. De esta manera, se determina la posición del motor la cual, es usada para corregir cualquier diferencia entre la real y la requerida. Cabe mencionar que existe un codificador para cada eje.

FUNCIONES VARIAS.

En el transcurso de la ejecución del sistema completo, es necesario monitorear algunas señales extras como son los interruptores límites que se encargan de bloquear el sistema cuando el motor alcance una posición peligrosa como son el tope de los tornillos y los interruptores de origen que se encargan de sensar cuando el sistema mecánico alcance la posición etiquetada como origen de coordenadas. Existe un tercer interruptor de "pánico"; cuando éste es accionado, el sistema mecánico se bloquea y cualquier movimiento es cancelado instantáneamente. Cabe mencionar que este último, solo se usa en casos como situaciones peligrosas para el personal que labora con la máquina, pérdida de control sobre la misma, etc.

III.1 PLANEACION DEL SOFTWARE.

La Programación se va a realizar en la creación del sistema de cómputo debe planearse con anticipación, aún estando conscientes de que puede haber cambios durante el desarrollo del sistema debidos a aspectos sociales, económicos, organizacionales, etc. Las funciones principales de la planeación del software son: definir los objetivos de una manera clara y breve, tener presentes las necesidades del usuario con el objeto de resolverlas de la mejor manera posible logrando su total satisfacción y por último, conocer las restricciones que existen para la realización del sistema de Programación.

La buena planeación trae consigo resultados excelentes como son el evitar los incrementos de costos que de alguna manera afectan al sistema, alcanzar un buen grado de calidad, disminuir los costos de mantenimiento y evitar retrasos en el desarrollo de la Programación.

III.1.1 DEFINICION DEL PROBLEMA.

La descripción del problema puede definirse fácilmente en base al análisis del proceso original para la producción de moldes tridimensionales tratado en el tema I.1.4. De manera breve, podemos describirlo como: "Elaboración de moldes terrestres tridimensionales con errores considerablemente grandes debidos a factores humanos de tipo visual y manual, asimismo, el tiempo de producción es de aproximadamente 10 meses."

Las restricciones existentes para obtener un molde totalmente confiable, son básicamente los errores. Algunos de ellos son acumulativos, de tal forma que la suma final de todos ellos, impide el resultado satisfactorio del producto. Los errores más comunes, son los de tipo humano generados en mediciones de Fotogrametría, levantamientos topográficos, realización de cartas isométricas, etc. y los producidos en el trabajo manual al representar las cartas isográficas sobre el material de modelado y el modelado en sí. Cabe mencionar que el estado físico y mental del tallador, es un punto sumamente importante que se refleja en los resultados finales, es por esto que el trabajador debe tomar descansos frecuentes para rendir con una eficiencia máxima. En cuanto a las restricciones de la producción final de los mapas en relieve, se concentran en problemas sociales, económicos, temporales y en recursos materiales y de personal.

Las metas fijadas en la automatización del proceso original, ignoran muchas de estas restricciones, pero en algunas casos, pudieran existir otras. Las metas más importantes son:

- Obtener resultados superiores en calidad a los anteriores.
- Superar las precisiones del modelado.
- Superar los límites de tiempo en el proceso de elaboración de los moldes terrestres en relieve.

- Conservar al máximo el personal de trabajo original de manera que el nuevo sistema sea aceptado socialmente.
- Generar un sistema confiable y fácilmente operable por el usuario.
- Obtener la completa satisfacción del usuario en todos los aspectos involucrados.

Una vez cumplidas estas metas y entregado el sistema, se puede decir que se tuvo un logro satisfactorio del producto. Tomando en cuenta las metas propuestas anteriormente y los requerimientos de automatización analizados en el tema II.5, se detectan condiciones específicas de trabajo como son la reducción de tiempo al elaborar el molde, el aumento de precisión requerido y la interpretación de datos digitalizados ya existentes. En lo que respecta a la disminución de tiempo, una solución probable, sería la de aumentar el personal de trabajo en esa tarea generando moldes con mayor rapidez, pero el inconveniente en este caso, es el aumento de presupuesto para sueldos constantes durante todo el tiempo necesario siendo este último muy variable. En cambio, puede diseñarse una máquina que sustituya ese trabajo de modelado en una semana, haciendo un gasto inicial fuerte al inicio y un gasto de mantenimiento mínimo durante decenas de años. En el caso de las precisiones solicitadas (100 y 50 micras), el trabajo de modelado realizado por el hombre, nunca alcanzara este objetivo, en cambio, la máquina sí lo puede hacer obedeciendo a las instrucciones enviadas. Para realizar este trabajo, se necesita un control automático de movimientos de manera que la máquina puede realizarlos en tres ejes básicos (X,Y,Z). Las instrucciones de control deben contener un comando de movimiento con un parámetro de la distancia a recorrer para cada eje, de esta manera la forma más práctica y efectiva, es mediante una computadora que genere estos datos y los envíe a la máquina. Esto facilita el desarrollo del sistema, ya que los datos del terreno están digitalizados y por lo mismo, pueden ser accedidos por la misma computadora de control. De esta manera, la decisión de utilizar una computadora, es irrevocable, pues juega un papel muy importante desde la lectura de los datos originales, hasta el control de la máquina de desbaste.

Para realizar el proceso completo, deben cumplirse algunos requisitos por lo que las restricciones presentadas en este caso, son la existencia de los datos digitalizados correspondientes a la zona de reproducción, la existencia del equipo de cómputo necesario y la existencia y buen funcionamiento de la máquina de desbaste. Por otro lado, los recursos humanos son mínimos y en realidad se pretende que los trabajadores actuales, sean capacitados para utilizar este nuevo equipo como su herramienta de trabajo, esto trae consigo que el sistema sea aceptado socialmente.

Si clasificamos los objetivos y requisitos para el proceso de desarrollo y para los productos finales del sistema completo, podemos definir los objetivos para el desarrollo como:

- Emplear solo el personal necesario para el desarrollo del proyecto.
- Enfocar a cada persona en el área de su especialidad y experiencia.
- Respetar la organización grupal e individual del proyecto.
- Mantener una comunicación completa tanto a nivel empresa y cliente, como jefe de proyecto y programador.

Generalmente los objetivos para los productos finales son impuestos por el usuario, siendo los más importantes:

- Presentar información verídica de la Topografía mexicana.
- Apoyar gráficamente al turismo del país.
- Contribuir en el área de educación.
- Contribuir en el estudio de diversas áreas como Geografía, Arqueología, Topografía, etc. utilizando los mapas tridimensionales como referencias.

Los requisitos para llevar a cabo el desarrollo del sistema cumpliendo los objetivos planteados, son principalmente:

- El personal empleado, debe tener la capacidad y experiencia necesaria para la realización del proyecto.
- Crear una organización de grupo e individual para trabajar en conjunto buscando cumplir los objetivos.
- Contar con el equipo necesario en todas las áreas de trabajo involucradas.

Los requisitos para obtener los productos finales, deben ser:

- Existencia física de los datos terrestres digitalizados de la zona a reproducir.
- Desarrollar el sistema completo clara y eficazmente.
- Contar con todos los recursos necesarios tanto en aspecto de material como en aspecto personal.
- Utilizar el sistema completo para elaborar los moldes terrestres tridimensionales cumpliendo las especificaciones solicitadas.

Naturalmente, el usuario final, en este caso la Dirección General de Geografía, experimentará un ahorro significativo en cuanto a tiempo, dinero y esfuerzo al realizar sus mapas tridimensionales utilizando el nuevo sistema. Asimismo, el personal de trabajo reduce su trabajo manual y presenta una superación personal basada en la capacitación para utilizar el nuevo sistema automatizado.

III 1.2 ESTRATEGIA DE SOLUCION.

La estrategia de solución se describe a continuación. En principio se planteó la opción de adquirir todos los componentes posibles en el mercado para ensamblarlos y reducir el trabajo de desarrollo al mínimo. El antecedente de esta decisión, se basa en la existencia de fresadoras controladas por computadora. Así, el sistema completo puede dividirse en tres etapas: Electrónica, Mecánica y Cómputo, utilizando un grupo específico de personas capacitadas para llevar a cabo cada una de ellas. Ahora se enfoca la atención a la fase de Programación describiendo la estrategia de solución elegida.

En principio, se cuenta con los datos digitalizados de elevaciones terrestres almacenados en cintas magnéticas, a partir de los cuales deben generarse las instrucciones de movimiento para la máquina de desbaste.

La selección del territorio a reproducir y las características cartográficas con las cuales se desea representar el territorio deben elegirse al inicio del proceso. Es por esto que se planea utilizar una interfaz de Usuario donde puedan definirse todos estos parámetros. Esta etapa debe ser amigable y fácilmente operable, por lo que se decide auxiliarse con dibujos indicativos, módulos de ayuda, dispositivos externos (mouse), etc. Cabe mencionar que estos parámetros establecen la base para procesar los archivos originales involucrados en la representación de una zona dada, es así como se decide crear un módulo de mensajes al operador para que introduzca sólo los archivos necesarios. Existen casos en los que se requieren varios archivos de entrada, generando con ello la necesidad de utilizar un algoritmo de selección para almacenar solamente la información útil en un archivo único. Posterior a esto, se sugiere un algoritmo que utilice los parámetros obtenidos en la interfaz de Usuario para procesar los datos y crear un archivo que contenga las elevaciones terrestres representadas en forma de curvas mecánicas, de manera que estos datos tengan implícita la escala de reproducción, la exageración que debe aplicarse a las alturas reales, etc.

El modelo de comunicación se plantea de forma dinámica, esto es, conforme se lean los datos del archivo generado en el procesamiento de datos, se les une un comando específico de movimiento y son enviados a la máquina de trabajo vía RS232. Naturalmente los datos accedidos están sujetos a un programa de control encargado de decidir qué comando debe enviarse con él. Algunas de las ventajas obtenidas al seguir esta estrategia de solución se mencionan a continuación:

- En primer lugar, cumple con la función para la cual es creada, involucrando tanto al usuario como a la máquina de desbaste utilizada para la elaboración de los moldes formando un sistema propiamente dicho.
- Se crea un sistema de programación modular e independiente entre sí, utilizando solo una entrada y una salida en cada bloque.
- Crea un producto compatible con la mayoría de los equipos de cómputo.
- Presenta exactitud, ya que gracias a la interfaz de Usuario y la poca intervención del mismo a lo largo del proceso, la posibilidad de errores humanos se reduce. Asimismo, las condiciones de error son consideradas en mayor grado en la interfaz de Usuario con el objeto de rechazar parámetros incorrectos.
- Confiabilidad de realizar sus funciones durante varios años hasta que aparezcan necesidades de modificación.
- Capacidad de expansión debido a la individualidad y función específica de cada módulo.

Las prioridades en cuanto a las funciones del sistema, son las siguientes:

- Generar el archivo de datos procesados en base a la información del terreno almacenada en las cintas magnéticas.
- Establecer comunicación con la máquina de desbaste y checar su buen funcionamiento.

- Obtener los parámetros de operación mediante la Interfaz de Usuario.

Obviamente existen condiciones indispensables de trabajo para realizar cada una de estas fases pero en un panorama general, las prioridades de trabajo son las mencionadas anteriormente.

III 1.3 PLANEACION DEL DESARROLLO.

Una vez definido el problema y tomadas en cuenta sus restricciones puede generarse un modelo de ciclo de vida, en el cual se presentan los bloques principales definiendo la entrada, función y salida de cada uno de ellos.

Habiendo propuesto una estrategia de solución, se puede proponer un método eficaz para desarrollar el sistema. A continuación se muestra un diagrama ilustrativo de lo anterior.

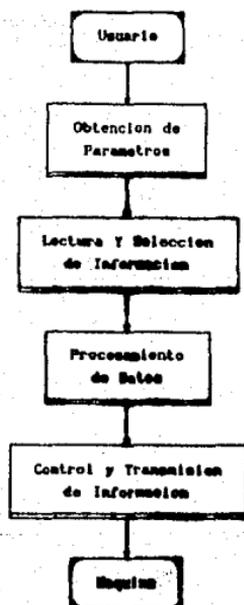


Diagrama Ilustrativo de la planeación del Software.

Interfaz de Usuario.

Función.- Elegir la zona de representación y obtener todos los parámetros cartográficos necesarios para reproducirla. También en esta etapa se elige la lista de cortadores que se desean usar para el maquinado.

En esta fase, se seleccionan las cintas magnéticas que contienen la información de la región elegida y se calculan las coordenadas del terreno elegido y el área útil de la placa de trabajo.

Entradas.- La entrada en este caso se hace mediante el teclado y el mouse. Los parámetros de entrada son:

- Elección de la zona a representar.
- Escala de representación.
- Factor de exageración.
- Selección de cortadores.
- Nombre del archivo para almacenar los parámetros.
- Archivo que contiene la clasificación de las cintas con sus respectivos abarcamientos.

Salida.- La salida es un archivo que contiene la siguiente información almacenada en código ASCII.

- Coordenadas del terreno a representar.
- Tamaño de la placa de desbaste.
- Escala de representación.
- Factor de exageración.
- Lista de cortadores.
- Lista de nombres de las cintas involucradas con los siguientes datos para cada una:
 - Clave del archivo
 - Clave de la cinta
 - Coordenada de Longitud que abarca el archivo.
 - Coordenada de Latitud que abarca el archivo.
 - Coordenada de Longitud Inicial Útil

- Coordenada de Latitud Inicial útil
- Coordenada de Longitud final útil
- Coordenada de Latitud final útil

Las características generales que debe cumplir la Interfaz de Usuario son:

- Facilidad de uso e interactividad con el usuario.
- Manejo amigable del proceso.
- Ayuda para el usuario.
- Presentar un lenguaje fácil de entender por el usuario.
- Enviar mensajes de errores cuando estos ocurran.
- Demandar el mínimo de información al usuario.
- Generar el máximo de información dentro de la computadora.
- Generar salidas claras y concisas.

El cumplimiento de los objetivos anteriores se logra utilizando una pantalla de presentación inicial para ubicar al usuario y enseguida se inicia la etapa de selección de parámetros. Aquí se presenta una serie de dibujos indicativos representando un parámetro ó una función cada uno de ellos, mientras el resto de la pantalla quede libre. De esta forma, cada dibujo representa una actividad desarrollada independientemente de las otras. Naturalmente el personal empleado para realizar esta etapa podría ocupar dos meses de su trabajo para desarrollar satisfactoriamente esta etapa. No debe perderse de vista que tanto el diseño como las pruebas de la Interfaz de Usuario se basan en un 80 % en la opinión del cliente por lo que debe haber sesiones de pruebas antes de declararlo finalizado.

Los recursos materiales para desarrollar esta etapa son básicamente una computadora PC compatible con monitor de color, tarjeta gráfica VGA y un mouse instalado en la misma. Es necesario un drive de 5 1/4 " y un disco duro de poca capacidad de almacenamiento. Asimismo se pide una impresora conectada a la PC para imprimir las pantallas.

Selección de Información.

Función.- Solicitar al operador la información digitalizada del terreno a reproducir mediante mensajes en pantalla, leerla para delimitar los datos representativos de la zona elegida e ignorar los restantes, posteriormente se uniformizan los datos para dejar intervalos de separación constantes entre cada dato, de esta forma se obtiene una información representativa y útil.

Entradas.- La entrada en esta fase es, en primer lugar, el archivo generado por la Interfaz de Usuario ya que de ahí es de donde se toman los nombres de los archivos necesarios para la reproducción y algunos parámetros útiles en la estandarización de datos, en segundo lugar se tiene la entrada de los archivos en cuestión.

Salidas.- La salida de esta fase es un archivo secuencial que contiene los datos representativos del terreno en una forma estandar y con un encabezado al inicio para indicar cuántos registros hay y cuántos datos por registro.

Las características generales que debe cumplir esta etapa, son:

- Solicitar claramente la información original mediante métodos amigables y sencillos.
- Utilizar un algoritmo de selección eficaz y rápido.
- Generar un solo archivo con formato uniforme.

En cuanto a los recursos humanos, se plantea la posibilidad de hacerlo con dos personas, una encargada de realizar la lectura de cintas magnéticas y la otra asignada a elaborar el algoritmo de selección. Si estas dos personas cumplen con sus tareas eficientemente, el desarrollo de esta fase puede terminar en un límite de uno a dos meses de trabajo.

Los recursos materiales utilizados en esta etapa, son las cintas magnéticas, una unidad de cintas, una PC compatible con la unidad de cintas y un disco duro con gran capacidad de almacenamiento (es conveniente tener un drive de 5 1/4 ").

Procesamiento de Datos.

Función.- Se deben procesar los valores de elevaciones terrestres en base a características específicas, tanto mecánicas como electrónicas, de tal manera que pueda generarse un archivo conteniendo los valores de movimiento referidos a los parámetros de operación finales.

Entradas.- Las entradas principales de este bloque son:

- El archivo de datos representativos de la zona elegida.
- El archivo generado en la Interfaz de Usuario para conocer las medidas de la zona útil de desbaste y la lista de cortadores a utilizar.

Salidas.- La salida en esta etapa es el archivo conteniendo los valores de movimiento generados en base a los parámetros mecánicos y electrónicos de operación en la máquina de desbaste. Las características de esta fase son, en principio:

- Rapidez de ejecución.
- Confiabilidad del procesamiento y de los valores obtenidos.
- La eficiencia del procesamiento de los datos.

Los recursos humanos necesarios pueden variar aún cuando una sola persona pueda realizar el trabajo, siendo esto último lo más recomendable. Puede calcularse un tiempo de desarrollo de un mes siempre y cuando se emplee una sola persona.

Los recursos materiales, se han mencionado en el capítulo anterior.

Comunicación.

Función.- La función específica es la de enviar cada dato del archivo de entrada asociando su comando correspondiente por el puerto RS232 y recibir, por la misma vía, el eco emitido por las tarjetas de control. Una vez hecho esto, se tienen los elementos necesarios para monitorear la comunicación entre la PC y la máquina de desbaste. La comunicación completa y correcta tiene como resultado el movimiento de la máquina.

Entradas.- La entrada en este caso, es el archivo de valores terrestres ya procesados. De alguna forma, el eco emitido por las tarjetas de control, se consideran como entradas utilizadas para el auto control de la comunicación.

Salidas.- Las salidas son los comandos específicos de movimientos enviados, con su valor de posición dependiendo de los datos de entrada. Las características generales que debe presentar esta etapa son:

- Transmitir la información completa de manera confiable y eficaz.
- Llevar el control de movimiento en cada eje.
- Asegurar que la transmisión se ha realizado por completo.

Los recursos humanos pueden ser solo una persona encargada de desarrollar este módulo durante un mes de trabajo para realizar las pruebas posteriores con el grupo de electrónica.

Los recursos materiales necesarios, son una PC compatible con drive de 5 1/4 " y disco duro con capacidad de memoria disponible de 40 Mb aproximadamente para almacenar el archivo de entrada.

III 1.4 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

La elaboración de un proyecto, en todas sus etapas, requiere de una estructura organizacional bien definida en base a la finalidad, recursos humanos, recursos económicos, tiempos de entrega, etc.

Si el trabajo se considera como una gran tarea, que involucra diversas tareas, se puede considerar como un proyecto, entonces el método planteado para llevarlo a cabo debe organizarse tanto en el aspecto funcional como en el aspecto humano. Es así como se decidió seguir una organización de tipo "Formato de Proyecto". Se puede decir que hubo un equipo de personas que se encargaron de llevar el proyecto de principio a fin. Este grupo se encarga de la definición, diseño, instrumentación, pruebas y revisiones del producto final, así como el desarrollo del documento de apoyo. Es importante aclarar que dicho grupo está formado por dos personas, que en este caso son el director de tesis y el alumno.

En cuanto a la estructura del grupo de programación, ésta se define en base a la naturaleza y el producto final del proyecto, asimismo es importante la cantidad de personas que integran el grupo. La naturaleza de este proyecto es de tipo investigación, y el producto obtenido involucra diversas áreas de trabajo como Geografía, Programación, Electrónica y Mecánica entre otras. Es por ello que se crea una estructura de grupo "Democrático" combinado con una estructura de "Jefe de Programación", esto es, el director de tesis funge como jefe de proyecto, pero al mismo tiempo existe una plena comunicación y toma de decisiones conjuntas con el programador. El director también proporciona soporte técnico especializado y apoyo al programador en la instalación y pruebas del sistema así como supervisión a lo largo de su desarrollo.

III 1.5 ESTIMACION DE COSTOS.

Los costos calculados en este tema son relativos, ya que los cambios entre los planes de desarrollo y la realidad del mismo pueden ser significativos. Mientras tanto, existen factores decisivos que influyen directamente en el costo, como son:

Capacidad del Programador.- Esta se evalúa en base a la experiencia y desarrollo personal del programador. Así, la mayor capacidad de los programadores involucrados, aumenta el costo del producto. Naturalmente existe una diferencia entre la experiencia del director de tesis y el alumno que comienza a adquirirla. El desarrollo personal es grande debido en gran parte, al interés por el proyecto en sí.

Complejidad del Producto.- Esta depende del producto mismo, el cual puede clasificarse como un sistema de aplicación que involucra la programación en modo gráfico, procesamiento de datos y programación de comunicación. La mayor complejidad se presenta en el Procesamiento de Datos, donde el manejo de un algoritmo óptimo debe reducir el tiempo de ejecución y aumentar la eficiencia. El siguiente grado de complejidad es para la etapa de comunicación, donde la transferencia de información entre la máquina y la computadora debe ser limpia e integral, considerándola completa y terminada sólo si la máquina realiza las funciones impuestas por el software. Por último se considera la etapa gráfica, donde la complejidad llega a convertirse en programación pesada ya que se basa en instrucciones de detalle más que de operaciones.

Tamaño del Producto.- Este se calcula en número de líneas codificadas. En forma global, se puede decir que el sistema utiliza aproximadamente 5000 líneas de código, incluyendo todos aquellos programas de apoyo que tuvieron que realizarse a lo largo del desarrollo del sistema.

Según Boehm, el esfuerzo total en meses de programador requerido en el desarrollo (PM) de un sistema de aplicación, se obtiene con la siguiente ecuación:

$$PM = 2.4 * (MIC)^{1.05}$$

donde MIC es el número de millares de instrucciones de código fuente entregados en el producto. Suponiendo un MIC de 4.5 y sustituyendo, se tiene que:

$$PM = 2.4 * (4.5^{1.05}) PM = 11.64 \text{ meses-programador.}$$

El tiempo de desarrollo para un programa de aplicación (TDEV), se calcula con la siguiente ecuación:

$$\text{TDEV} = 2.5 * (\text{PM}) ** 0.38$$

y sustituyendo se tiene:

$$\text{TDEV} = 2.5 * (11.64 ** 0.38) \text{TDEV} = 6.35 \text{ meses}$$

Dado el número total de meses programador de un proyecto y el tiempo nominal de desarrollo (TN) requeridos, el nivel promedio de contratación (NPC) puede obtenerse como sigue:

$$\text{NPC} = \text{PM} / \text{TN}$$

suponiendo un tiempo nominal de desarrollo de 6.35 meses y sustituyendo los valores, se tiene: $\text{NPC} = 11.64 / 6.35 \text{ NPC} = 1.83 \text{ programadores}$

Así, el costo de programación de este producto, puede obtenerse con la multiplicación del esfuerzo requerido en términos de meses-programador por el costo unitario del mes del programador. Suponiendo un costo de 1,000,000.00 de pesos mensuales por programador, tenemos:

$$\text{Costo de Programación} = 11.64 * 1,000,000 \text{ Costo de Programación} = \$ 11,640,000.00$$

Tiempo Disponible.- El tiempo disponible para desarrollar el sistema, fue compartido con el de otros proyectos que se realizaron simultáneamente con el primero, lo cual, ocasionó desajustes en la planeación.

Nivel de Confiabilidad.- La confiabilidad de un producto de programación puede definirse como la probabilidad de que un programa desempeñe una función requerida bajo ciertas condiciones específicas y durante cierto tiempo. En este caso, se puede decir que la confiabilidad es muy grande debido a los mecanismos de prevención de errores implantados en el sistema. Estos mecanismos se encuentran tanto en el módulo de Interfaz de Usuario para evitar que se produzcan valores erróneos, como en la etapa de comunicación donde se checa que la transferencia de información sea correcta en cualquiera de los dos sentidos de PC a máquina y viceversa.

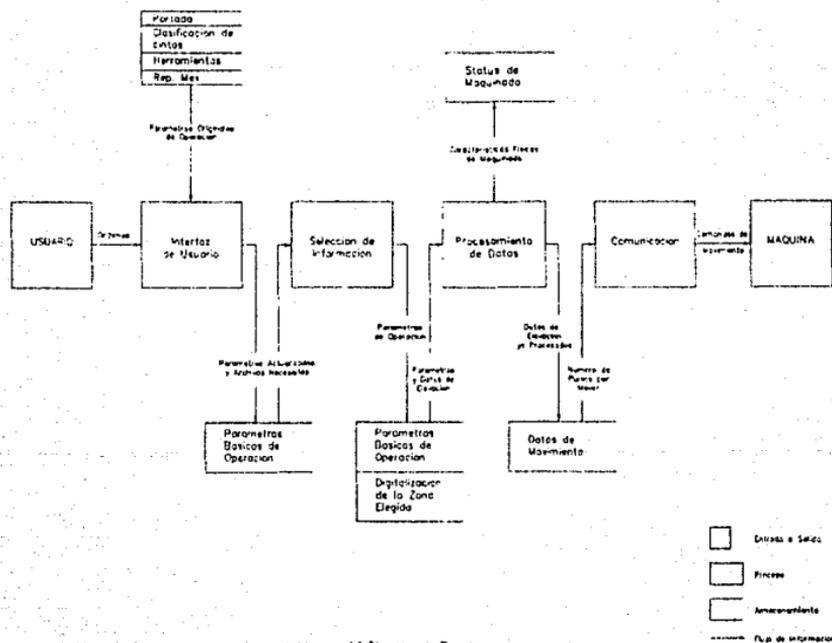
Nivel Tecnológico.- Este es reflejado en el lenguaje de programación utilizado. En este caso, fue un lenguaje de alto nivel llamado Turbo Pascal versión 5.0 aprovechando la mayoría de sus cualidades y utilerías. Por otra parte, se generaron librerías y unidades de programación que pudieran ser usadas por el programa principal. En esta ocasión el paquete de Turbo Pascal tendría un costo aproximado de 250 dólares.

Todas las condiciones propuestas anteriormente, se cumplen en el sistema final y los cálculos realizados son muy cercanos a la realidad, aunque el presupuesto para el desarrollo de la fase de cómputo otorgado por la Universidad Nacional Autónoma de México fue de cerca de 28 millones de pesos para todo lo referente a cómputo.

IV.1 REQUISITOS PARA LA PRODUCCION DEL SOFTWARE.

IV.1.1 ESPECIFICACION DE LOS REQUISITOS.

El panorama general del sistema, ambiente de operación y desarrollo, ha sido explicado a groso modo en los capítulos anteriores por lo que ahora se explicará el ambiente en cuanto a las interfaces externas, flujos de datos, requisitos funcionales, requisitos de operación, manejo de excepciones, prioridades de instrumentación, mejoras provisorias y criterios de aceptación. Cabe hacer notar que para el uso adecuado del sistema, el usuario solo está obligado a conocer el funcionamiento de algunas teclas básicas como son el "RETURN", "ESC", "BckSpc", etc. El Diagrama General de Flujo de datos es el que se muestra a continuación.



A.1 Diagrama de Flujo de Datos

Diagrama General de flujo de datos en el sistema.

Los requisitos funcionales para este sistema, son los diferentes bloques de información que debe existir para llevar a cabo todo el proceso. Los dos tipos de información en este caso son en primer término, los datos digitalizados del territorio mexicano y en segundo lugar, la definición de los parámetros cartográficos y mecánicos definidos en capítulos anteriores. Posterior a esto deben procesarse los datos generando valores útiles para el desbaste de la placa mediante comandos especiales. Obviamente todo esto requiere el uso de un sistema específico y completo de programación.

Las pantallas gráficas utilizadas a lo largo del sistema, son la herramienta más poderosa para la comunicación entre el usuario y la computadora. Inicialmente se muestra una parte de la interfaz externa mediante pantallas que funcionan como mediadoras entre el usuario y el sistema de cómputo. Estas guiarán al usuario en cuanto a la metodología para la utilización del sistema. Los despliegues de cada pantalla y su descripción se muestran a continuación:

1. **PRESENTACION** mostrando la pantalla de presentación donde aparecen las siglas de las dependencias involucradas directamente en este proyecto al igual que un diseño de introducción al sistema.

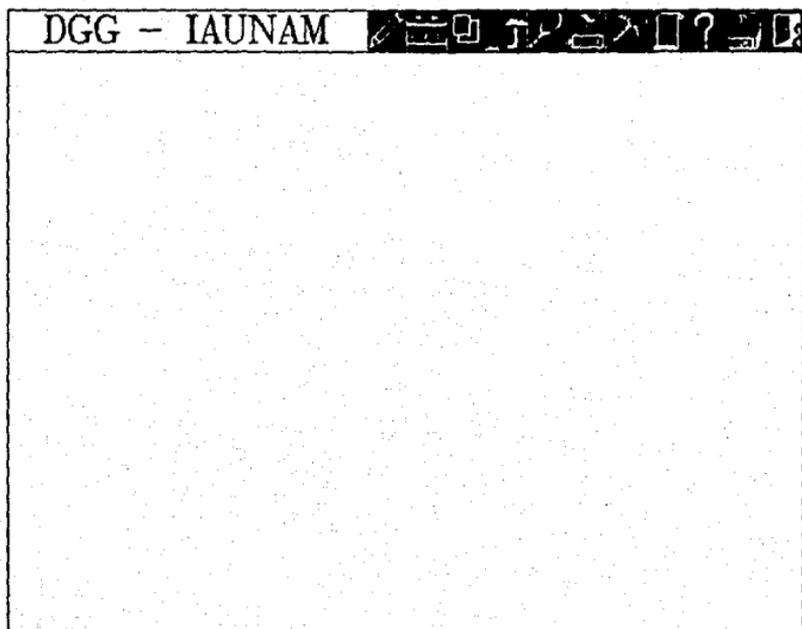
D
G
G INEGI
IAUNAM

Presione (Return) para continuar

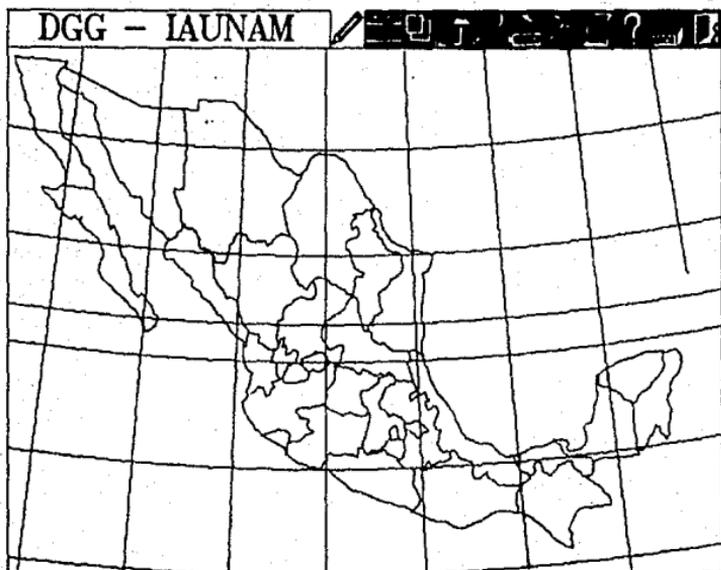


2. INTERFAZ DE USUARIO.

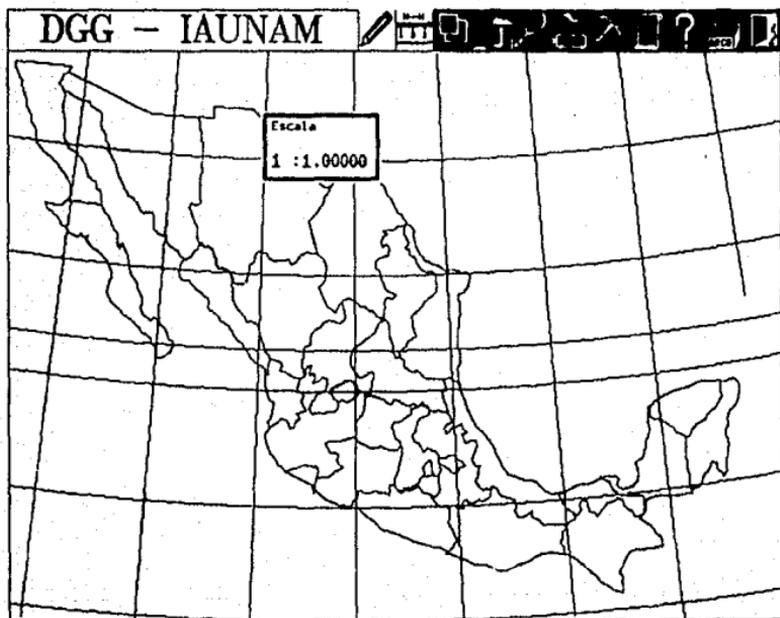
2.1. Se presenta una pantalla inicial de trabajo que muestra un menú formado por dibujos correspondientes a las diversas actividades que se pueden ejecutar.



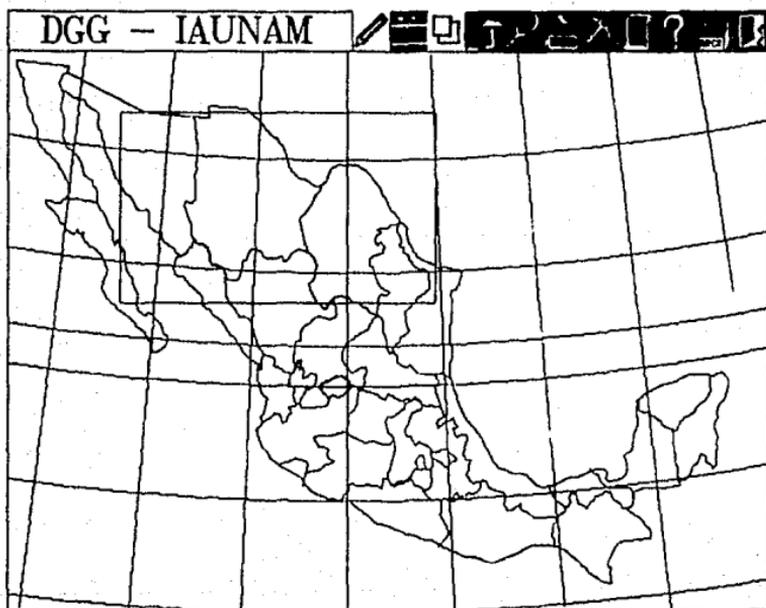
2.2. El dibujo del lápiz despliega la imagen completa de la República Mexicana.



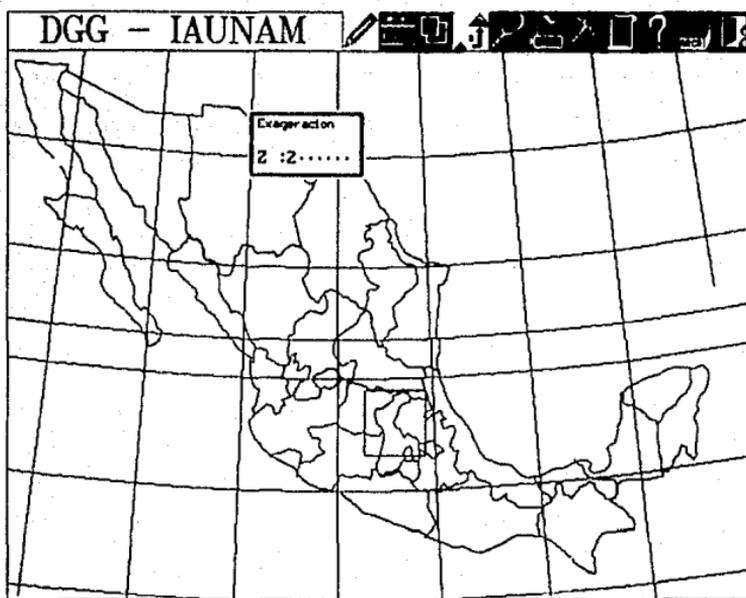
2.3. El dibujo de la Regla pide el valor de la escala a utilizar en la representación física del territorio.



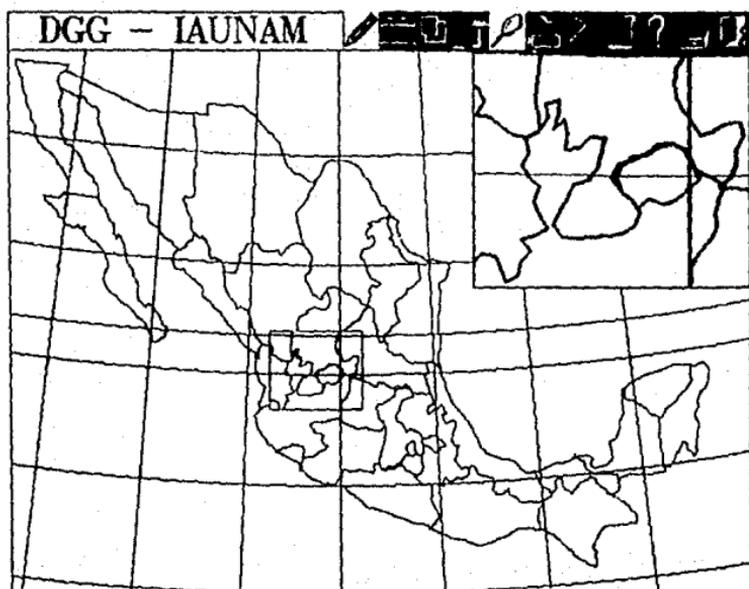
2.4. El dibujo de la ventana permite la selección del terreno que se desea reproducir mediante el uso del mouse.



2.5. El dibujo de las Montañas pide el factor por el cual se multiplicarán las alturas en 'Z' en el momento de calcular las medidas de representación.

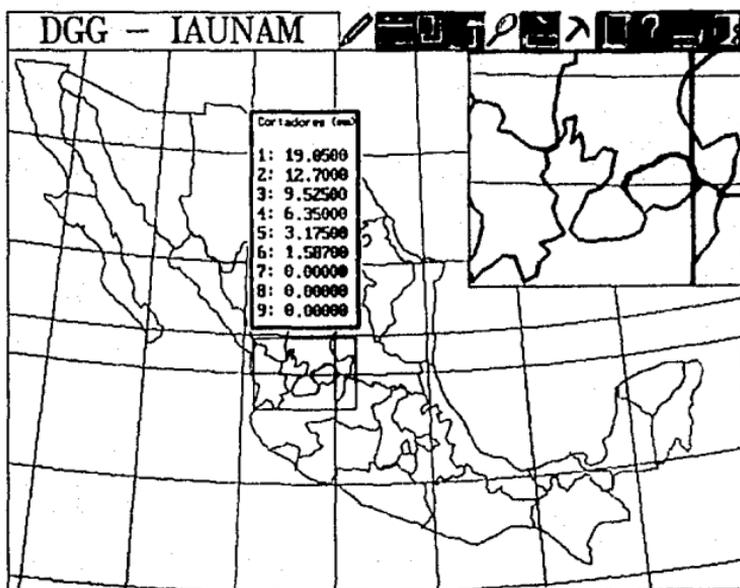


2.8. El dibujo de la Lupa despliega un acercamiento del territorio encerrado por la ventana de selección.

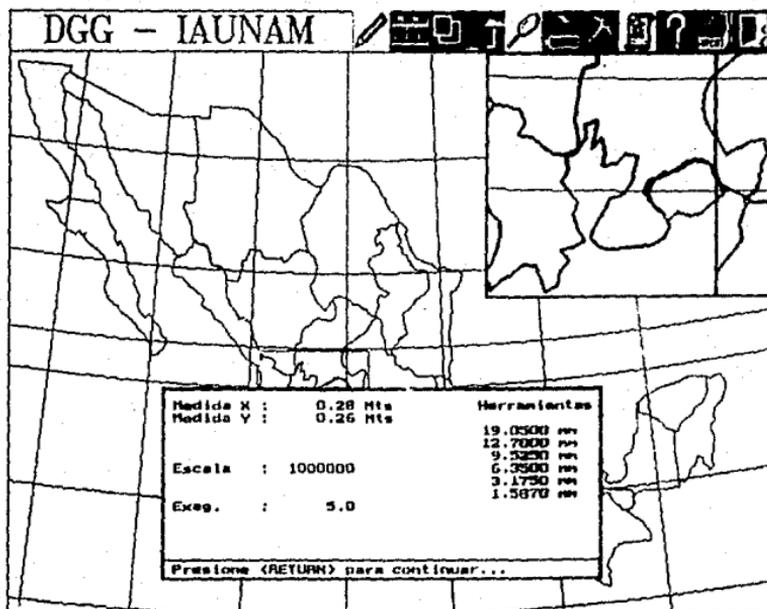


2.7. El dibujo de la Impresora envía a impresión en papel lo que se encuentre desplegado en pantalla en ese momento.

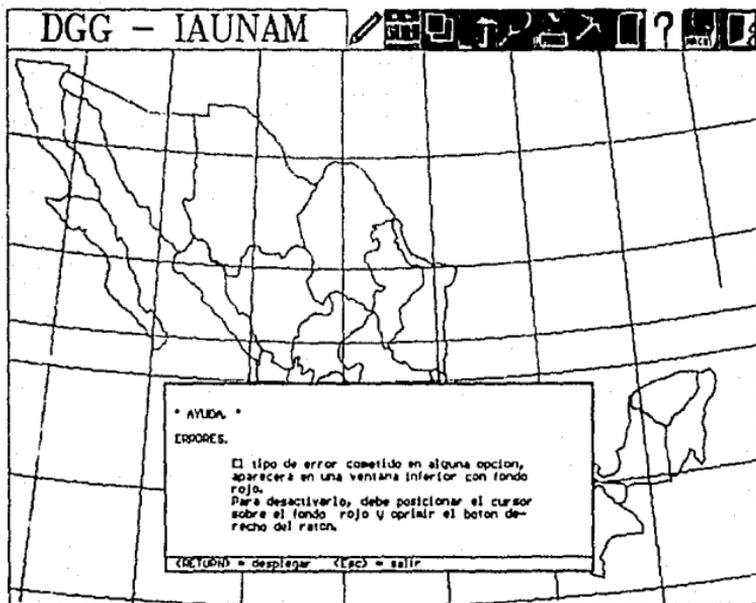
2.8. El dibujo del Pico pide los diámetros de los cortadores que se usaran en el momento del maquinado de la placa de yeso.



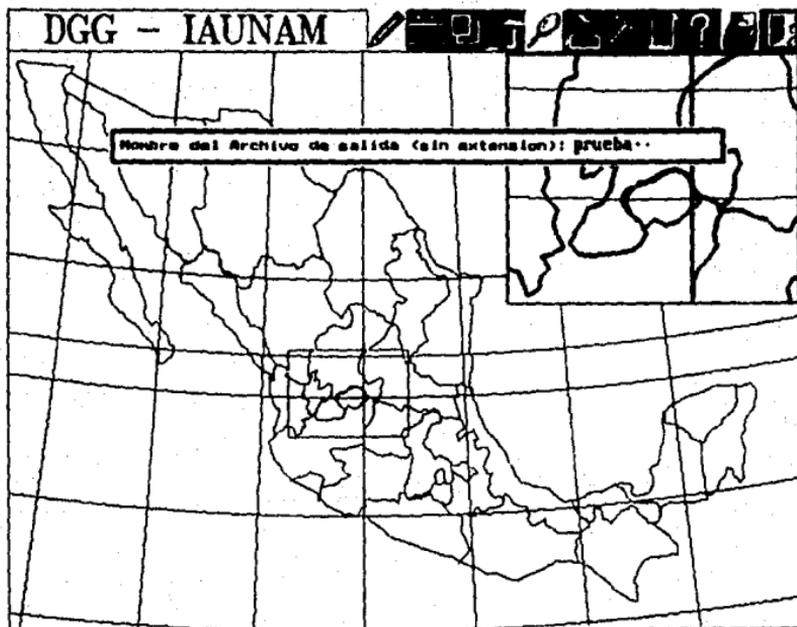
2.9. El dibujo del Pergamino muestra los valores de los parámetros definidos hasta ese momento.



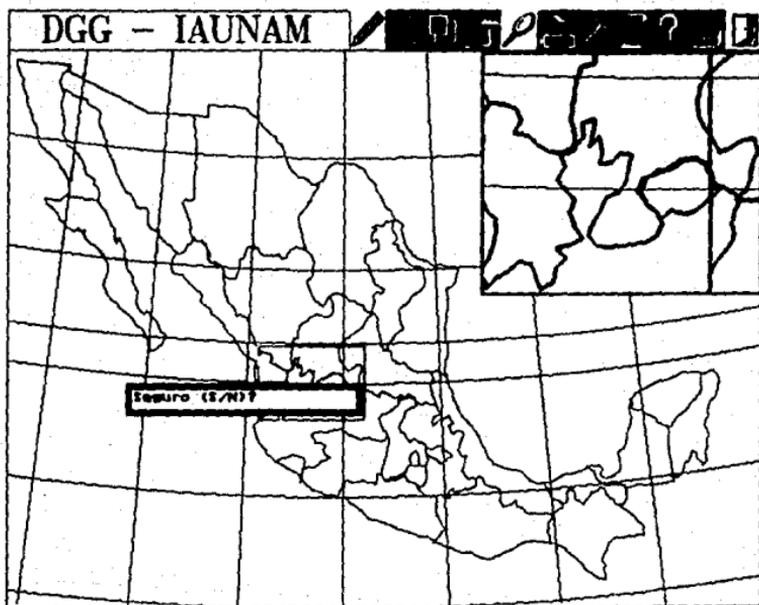
2.10. El Signo de Interrogación muestra una ayuda en modo texto para guiar al usuario en cuanto al uso del sistema.



2.11. El dibujo del Archivero pide el nombre del archivo donde se almacenaran los parámetros de operación activos en ese momento.



2.12. El dibujo del Hombre en la Puerta despliega un mensaje para verificar si realmente se desea abandonar el sistema.



3. SELECCION DE LA INFORMACION.

Para ejecutar la selección de Información, solo debe teclearse el nombre del programa desplegándose en ese momento la pantalla mostrada a continuación.

3.1. Despliegues de los mensajes al operador para introducir la información digitalizada del terreno.

IAUNAM

SELECCION DE INFORMACION.

DGG

Archivo de Parámetros : PARAM

SELECCION DE LA INFORMACION.

ARCHIVO DE PARAMETROS: PARAM
GENERANDO ARCHIVO : DATOS.DAT

4. PROCESAMIENTO DE DATOS.

Para poder llevar a cabo el procesamiento de los datos, debe teclearse el nombre del programa de procesamiento y automáticamente aparece la pantalla mostrada a continuación.

4.1. Despliega mensajes al operador para comenzar el procesamiento de los datos seleccionados.

IA-UNAM

PROCESAMIENTO DE DATOS.

DGG-INEGI

Cortador : 0.0195 m
Accesando : PARAM
 : PARAM.DHDR
Procesando : PARAM.DAT
Creando : MAQ1.GAL
Encabezado : MAQ1.HED

5. MAQUINADO DEL TERRITORIO.

En este caso solo debe ser necesario teclear el nombre del programa de comunicación para comenzar a ejecutar esta etapa.

5.1. Despliegues preventivos, de posicionamiento y maquinado.

" NIVELA SUPERFICIE DE DESBASTADO. "

CHECAR EXISTENCIA DE LA PLACA DE DESBASTE.

CHECAR POSICION DE LA PLACA DE DESBASTE.

CHECAR POSICION DE LA MESA MOVIL.

CHECAR HERRAMIENTA DE DESBASTE. (1/4 inch)

CHECAR ENCENDIDO DE LA MESA.

CONDICIONES DE TRABAJO CORRECTAS ? (s/n)

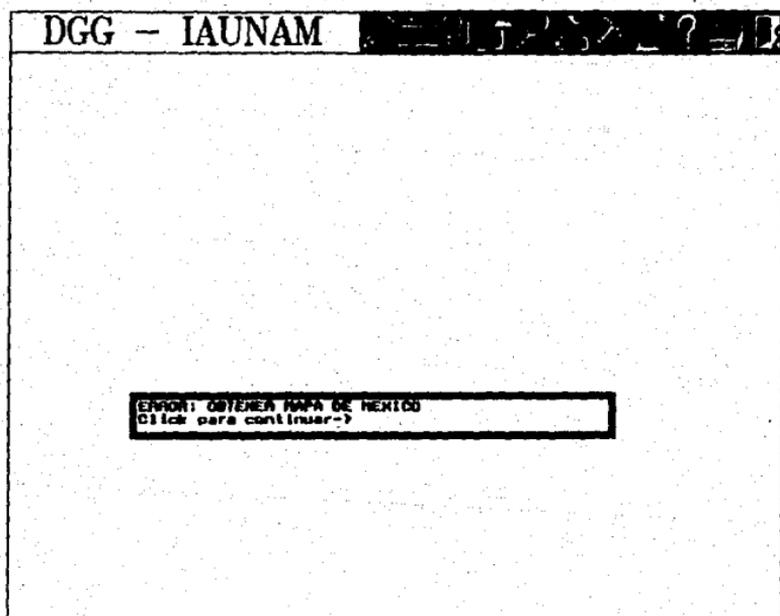
TRANSMISION DE INFORMACION.

ARCHIVO DE PARAMETROS: PARAM
TRANSMITIENDO : PA 12347,4217,0

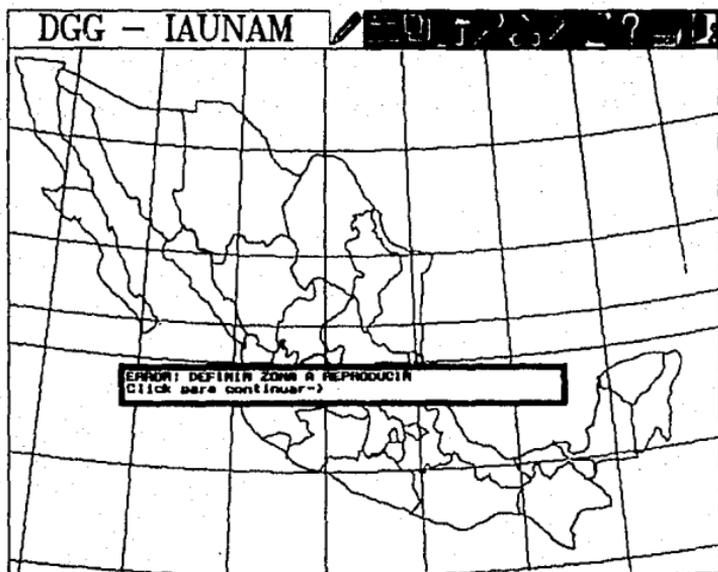
Maquinando Superficie...

Por otra parte es posible que exista un manejo incorrecto del sistema, por lo que se le acoplan pequeños módulos de manejo de errores, los cuales se encargan de validar la información desplegando mensajes tanto de advertencia como de posibles causas del error cometido. A continuación se muestran algunas pantallas de errores.

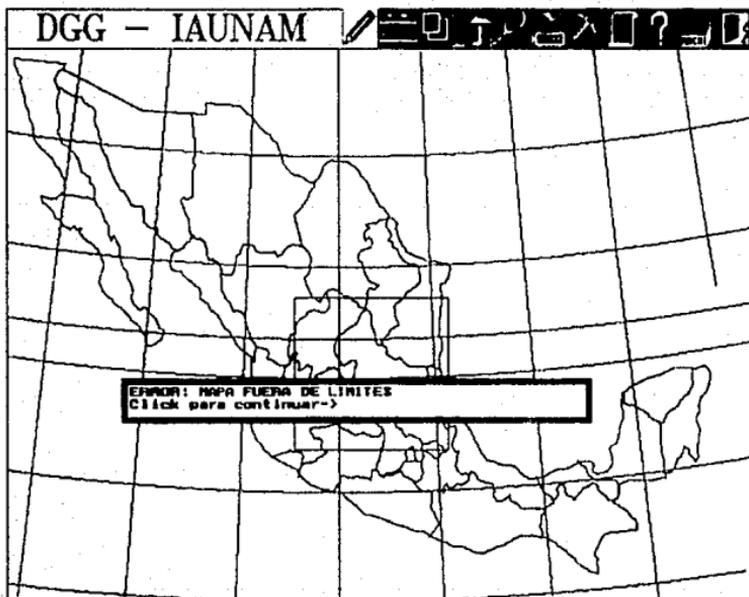
A. Despliegue de error en la Interfaz de Usuario al intentar trabajar sin haber dibujado la República Mexicana.



B. Despliegue de error al intentar realizar un acercamiento del territorio sin haberlo elegido.



C. Despliegue de error al seleccionar un valor fuera de rango.



El contenido del archivo generado en la Interfaz de Usuario es el siguiente:

- Coordenadas de abarcamiento de la región elegida. (Long. sup., Lat. Inf. Long. inf., Lat. Sup.)
- Medidas de la placa de desgaste en m. (X, Y)
- Factor de exageración. (número entero)
- Escala de reproducción. (parte derecha de ':')
- Lista de diámetros de los cortadores en orden descendente. (medidos en metros)
- Línea en blanco que sirve de control.
- Información de los archivos necesarios para la aceptación de la Información terrestre digitalizada con el siguiente formato en cada registro:
 - Clave del Archivo.
 - Clave de la cinta que lo contiene.
 - Longitud superior que abarca el archivo.
 - Latitud inferior que abarca el archivo.
 - Longitud superior útil.
 - Latitud inferior útil.
 - Longitud inferior útil.
 - Latitud Superior útil.

El contenido del archivo generado por la selección de Información es el siguiente:

- Datos por registro.
- Número de registros.
- Datos de elevaciones terrestres.

El contenido del archivo generado en el procesamiento de datos es el siguiente:

- Datos por registro.
- Número de registros en el archivo.

- Datos ya transformados y escalados.

En cuanto al desarrollo de los sistemas, se sabe que la creación de uno de ellos implica la existencia de varias versiones del mismo que mejoran en el paso de una a otra. Generalmente se cuenta con una versión prototipo, una modesta y por último una mejorada.

La instrumentación del sistema se divide en etapas las cuales tienen un proceso de instalación regido por diversas prioridades. En este caso, se dice que las prioridades de instrumentación, deben ser en primer lugar, la instalación de los dispositivos de hardware como son la tarjeta gráfica, el puerto serie, la tarjeta controladora de disco, etc. en segundo lugar, debe instalarse el software necesario como son el sistema operativo, instalador de dispositivos externos, etc. y por último se debe instrumentar la conexión física entre la computadora y la mesa de desbaste. Naturalmente pueden existir modificaciones y mejoras posteriores, es por ello que se hace necesario la creación de un diseño estructurado. Las mejoras más significativas se refieren al manejo y expansión del sistema siendo una de las más importantes, el tipo de almacenamiento secundario, ya que un par de discos ópticos podrían guardar la información digitalizada de todo el territorio mexicano mientras que cientos de discos flexibles podrían ser utilizados para el mismo propósito. En cuanto a la expansión del sistema, el aumento de módulos funcionales debe ser fácil de hacer ya que cada uno de ellos debe presentar gran independencia con respecto a los demás. Cada módulo agregado al sistema debe proporcionar mayor facilidad de operación y presentar un incremento de productividad aunque se debe aclarar que la posibilidad de aumentar otros módulos de propósitos diversos, es la misma.

IV.1.2 LENGUAJE DE PROGRAMACION.

El desarrollo de un sistema de cómputo se basa en el diseño general y en el lenguaje de programación utilizado. Actualmente existe un lenguaje de programación para computadoras personales llamado "Turbo Pascal" (implementado por Borland) el cual ha sido la herramienta para desarrollar el sistema. Se comenzó con la versión 4.0 y se finalizó con la 5.0. Como se mencionó anteriormente, el sistema se elaboró en una computadora personal con el lenguaje de programación nombrado arriba logrando así la compatibilidad necesaria para ejecutar el paquete en muchos otros equipos. Algunas de las ventajas en el uso de este lenguaje, son:

- Facilidad de programar estructuradamente debido a las utilerías y estructuras básicas ya existentes.
- Capacidad de dividir los procesos en grupos llamados unidades generando la facilidad de compilarlos por separado; de esta forma, sólo es necesario recompilar aquella unidad que haya sufrido alguna modificación ahorrando así tiempo de reestructuración. Por otra parte los posibles errores son detectados con mayor facilidad limitándose a checar solo la unidad afectada.
- Posibilidad de ejecutar el sistema en casi cualquier computadora con 640 Kb de RAM.

- **Facilidad de uso** debido al manejo de menús indicativos y teclas de operación que agilizan diversas funciones como son: búsqueda y cambio de palabras, inserción de bloques externos, movimiento de bloques dentro del programa, etc.
- **Existencia** de un Trazador que permite y facilita el rastreo de la ejecución de un programa ya sea por instrucción o bien por bloques.
- **Capacidad de comunicación** vía RS232 de manera relativamente sencilla.
- **Facilidad de incluir procesos** realizados en Ensamblador.
- **Facilidad de manejo de gráficas** mediante rutinas propias del Turbo Pascal.
- **Existencias de chequeos automáticos** de Entradas y Salidas.

Entre las desventajas que pueden mencionarse, existe la limitación de espacio para el código de un sólo programa a 64 Kb y la incomodidad de no poder editar un programa largo en una sola pasada. Sin embargo, las ventajas son muchas más llevando a cabo la programación del sistema con gran facilidad y rapidez. Un aspecto importante en la selección del lenguaje es el económico por lo que cabe mencionar que, la existencia de este lenguaje en ambas dependencias así como el conocimiento y experiencia de su manejo por parte de los autores, aportó un gran voto para su adopción.

V.1 DISEÑO DEL SOFTWARE.

En este capítulo se describe el diseño interno del sistema. Ya que en el anterior se planteó el "Qué" hacer, ahora se detallará el "Cómo" hacerlo.

A continuación se definen las características fundamentales del diseño así como diagramas y cartas esquemáticas que presentan un seguimiento del mismo. Igualmente se menciona y describe la técnica utilizada.

V.1.1. CARACTERISTICAS DEL DISEÑO.

Las características principales que se hacen presentes en este caso, son las siguientes:

Abstracción.- Se presenta manejando los algoritmos y datos en un aspecto conceptual donde se muestran las funciones que deben realizarse, el manejo de datos y el control requerido. Asimismo, se tiene una abstracción controlada con el objeto de poder realizar cambios fácilmente en la ejecución, es decir, se mantiene cierta holgura de operación únicamente para aquellas funciones que utilicen la abstracción pero no se permite modificar las entradas y salidas ya definidas en ella.

Cobertura Interna de la Información.- Se logra manejando la información en diversas secciones relacionadas entre sí por medio de interfaces bien definidas que utilizan estrictamente los datos necesarios de otra sección. De esta manera, la cobertura interna de la información viene a ser un paso importante para tener modularidad en el sistema. Existen funciones ocultas en cuanto a control, procesamiento de datos, gráficas, etc., entregando sólo resultados.

Estructura.- Sin lugar a duda, una de las características más importantes del diseño, es su estructura. Esta, muestra los procesos y los datos necesarios para la ejecución del sistema. Por otro lado, mediante los diagramas de flujo ó de cartas, se consigue una estructura básica de diseño sin perder su abstracción.

Modularidad.- Se logra definiendo unidades claras y específicas con sus respectivas interfaces, de manera que cada abstracción es un sistema determinado con el potencial de ser útil para otras aplicaciones. Cada función de una abstracción, tiene un propósito específico y puede compartir datos parametrizados en forma selectiva. La modularidad mejoró la claridad del diseño facilitando la instrumentación, pruebas, etc. Dentro de esta característica se vigió que existiera el menor acoplamiento posible entre módulos con el objeto de hacerlos interactivos entre sí, asimismo se busco la mayor cohesión en cada uno de ellos con el objeto de mantenerlos compactos en cuanto a sus funciones internas.

Verificación.- La verificación es un paso importante, pues fué necesario que el diseño satisficiera los requerimientos del cliente, para lo cual se tomaron en cuenta los requisitos definidos inicialmente y se compararon con las funciones del sistema obteniendo resultados aceptables.

Estética. - Se muestra con la simplicidad, elegancia y claridad de un propósito siendo éste, el diseño del sistema en cuestión. De alguna manera se presenta una estética muy personal cumpliendo con los objetivos propuestos.

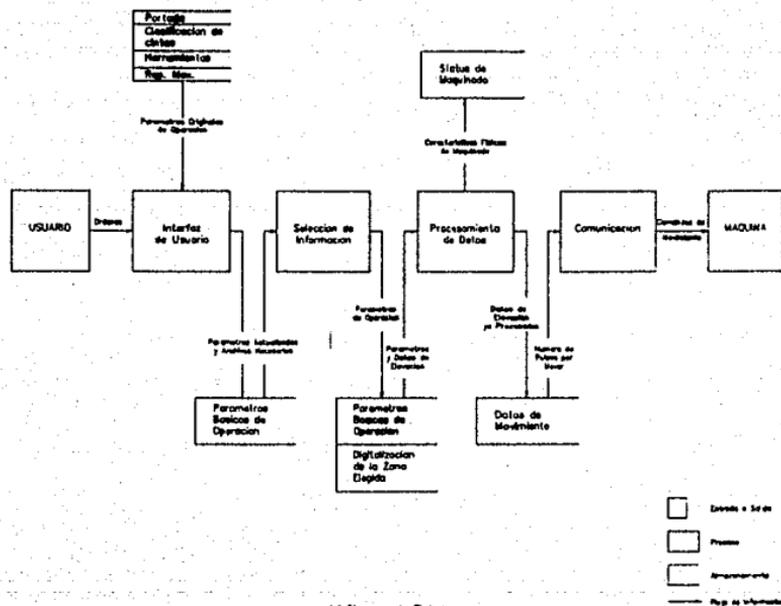
V.1.2 DIAGRAMAS Y CARTAS DE DISEÑO.

Los esquemas de representación se hacen indispensables en el diseño de un producto, dando lugar a la presentación del mismo en forma clara y específica. En este capítulo se presentan los diagramas y cartas de diseño divididos en tres niveles: Diseño Externo que describe las características externas de un sistema de programación, es decir, el cómo cumplir con los requisitos funcionales; Diseño Arquitectónico que describe la estructura del sistema y por último, el Diseño Detallado que muestra el flujo de información, su representación y demás detalles algorítmicos dentro de los diversos módulos.

A. Diseño Externo.

El diseño externo requiere la concepción, planificación y especificación de las características del producto de programación, los cuales incluyen la definición de despliegues en pantalla y los formatos de reportes, la definición de las entradas y salidas de datos así como las características funcionales, los requerimientos de desempeño y la estructura general del producto. Algunas de estas características son parte del análisis y se han descrito en capítulos anteriores. Debe recordarse que la diferencia entre definición de requerimientos y diseño externo no es muy clara, sino al contrario es un cambio gradual entre el "Qué hacer" y el "Cómo hacerlo".

A continuación se presenta el diagrama de Flujo General siguiendo un orden lógico y una notación especial para marcar los nodos de proceso, los nodos de entrada, los nodos de almacenamiento y los nodos de salida así como la transferencia de información. (A.1)

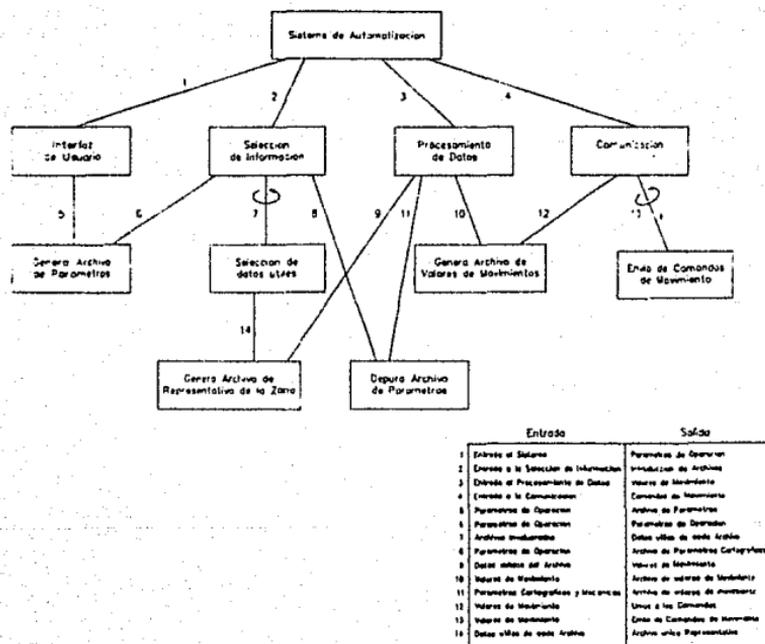


Al Diagrama de Flujo 1

B. Diseño Arquitectónico.

Con el diseño arquitectónico se busca el refinamiento de la vista conceptual del sistema identificando funciones internas del proceso, descomposición de funciones de alto nivel en subfunciones, así como la definición de las cadenas de datos locales y su almacenamiento. En esta etapa se establecen las relaciones e interconexiones entre las funciones, los datos y el almacenamiento de los mismos.

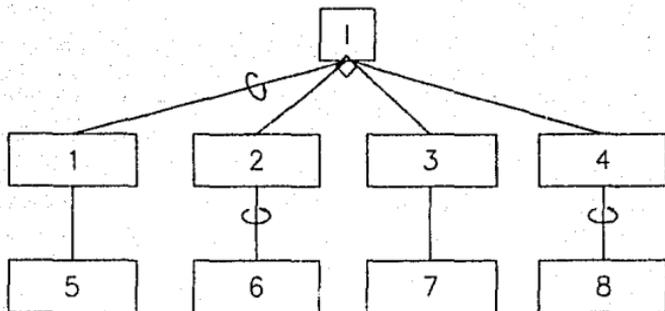
Las cartas de estructura son de gran ayuda para el refinamiento de la vista conceptual como se muestra en la figura B.1.



B.1 Carta de Estructura General

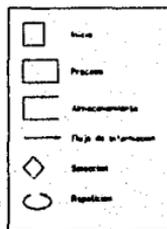
Los diagramas tipo HIPO (Hierarchy-Input-Process-Output) es decir, desarrollo jerárquico de arriba hacia abajo son utilizados como apoyo en la documentación. Estos diagramas contienen:

- Tabla Visual de Contenido siendo ésta, un directorio del conjunto de diagramas que integran el paquete. Consiste de un diagrama con estructura de árbol, un resumen de los contenidos de cada diagrama general y una explicación de los símbolos utilizados. (B.2)



Contenido

1. Colección de información seleccionada por el usuario mediante Grupos
2. Selección de los datos que representan la zona de trabajo utilizando los grupos que aparecen sobre reglas.
3. Manejo de los datos para obtener los valores de movimiento en el mapa.
4. Unión de los valores de movimiento con las acciones respondidas para ser enviados a la máquina.
5. Generación del archivo que contiene los parámetros cartográficos, acciones y los datos de los archivos que aparecen en la zona de trabajo.
6. Colocación del archivo sobre representativo de la zona.
7. Generación del archivo de valores de movimiento basados en la máquina representados en forma por medio.
8. Cierre de acciones de movimiento y generación del archivo de datos en el momento de finalizar.



B.2 Tabla Visual de Contenido

- Diagramas Generales que especifican los procesos de un sistema en forma funcional. Cada diagrama describe la entradas, los pasos de proceso y las salidas de la función en cuestión. (B.3 - 8/8)

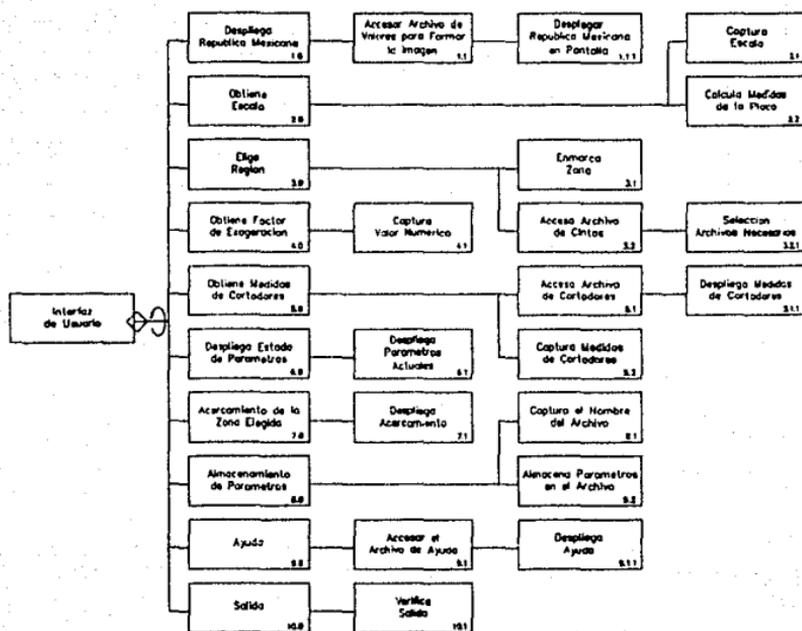


Diagrama General de Interfaz de Usuario

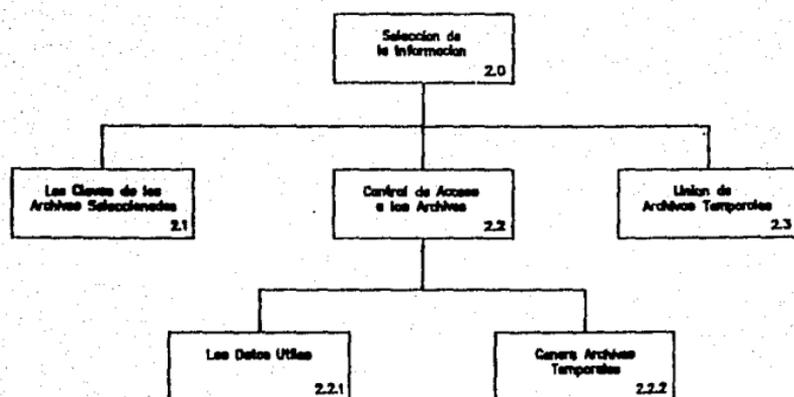


Diagrama General de la Selección de Información

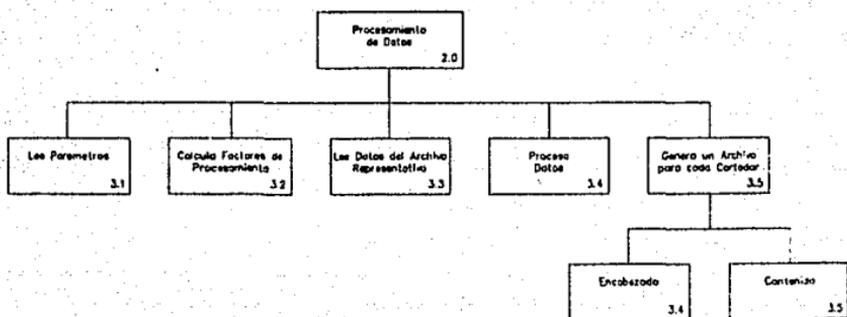


Diagrama General del Procesamiento de Datos

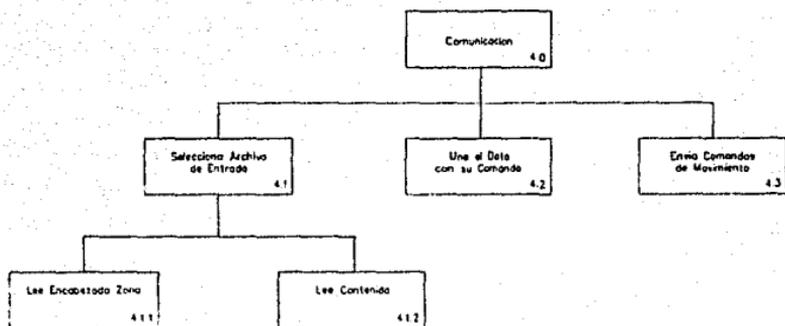


Diagrama General de Comunicación

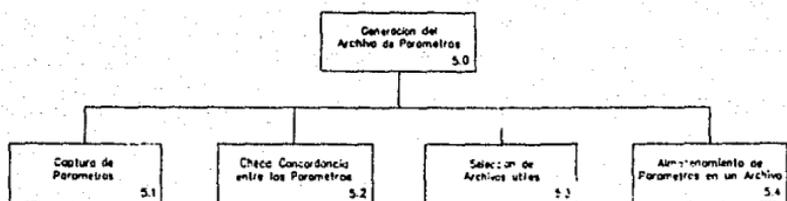


Diagrama General de la Generación del Archivo de Parámetros

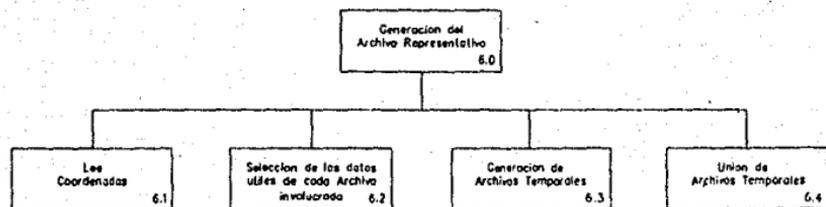


Diagrama General de la Generación de un solo Archivo Representativo

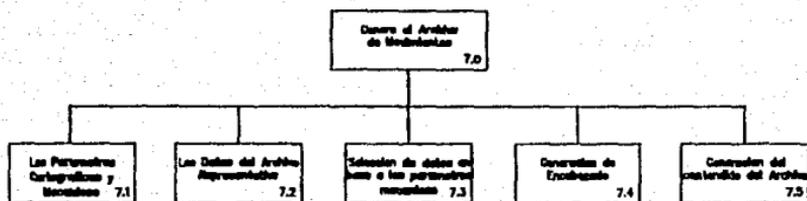


Diagrama General para la Dirección del Archivo de Movimientos

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

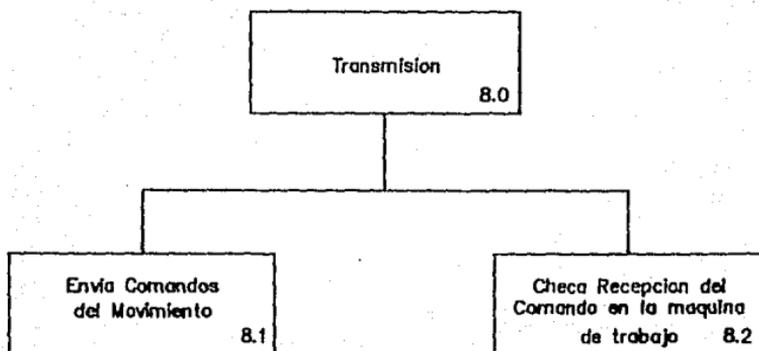
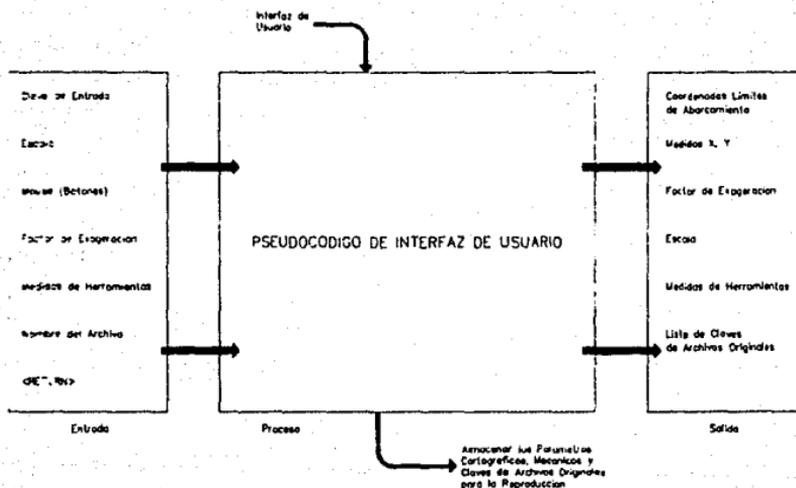


Diagrama General del Envio de Comandos de Movimiento

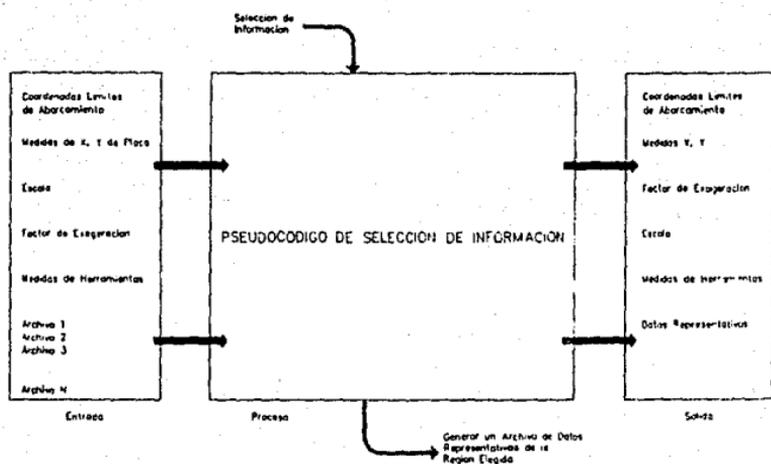
- Diagramas de Detalle los cuales tienen un formato básico de entrada, proceso y salida pero en forma descriptiva. Estos se muestran en el siguiente nivel de diseño.

A continuación se muestran los diagramas HIPO correspondientes a los subsistemas dejando la información de detalle para el siguiente nivel de diseño.



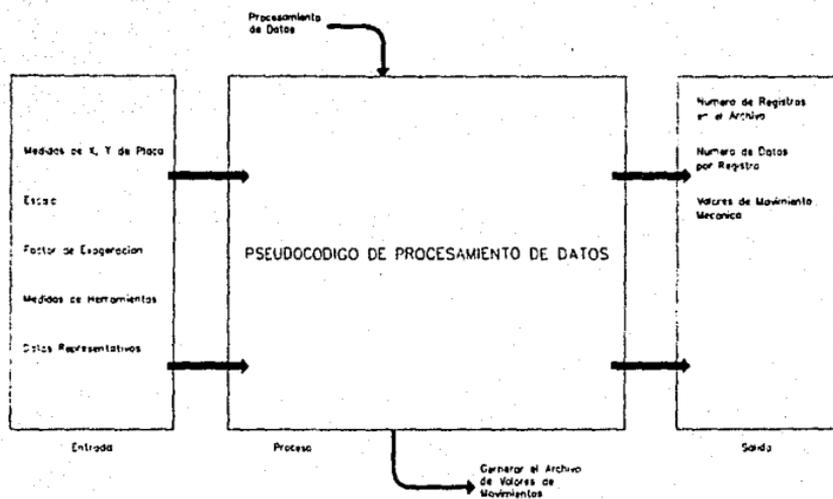
Bloque del Diagrama General HIPO 1.0

C.1 Diagrama HIPO de Detalle para Interfaz de Usuario



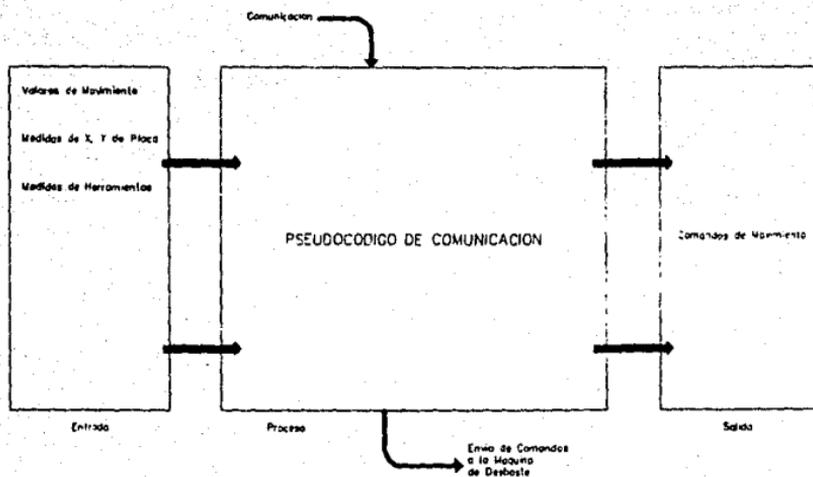
Bases del Diagrama General HPO 20

C.2 Diagrama HPO de Detalle de la Selección de Información



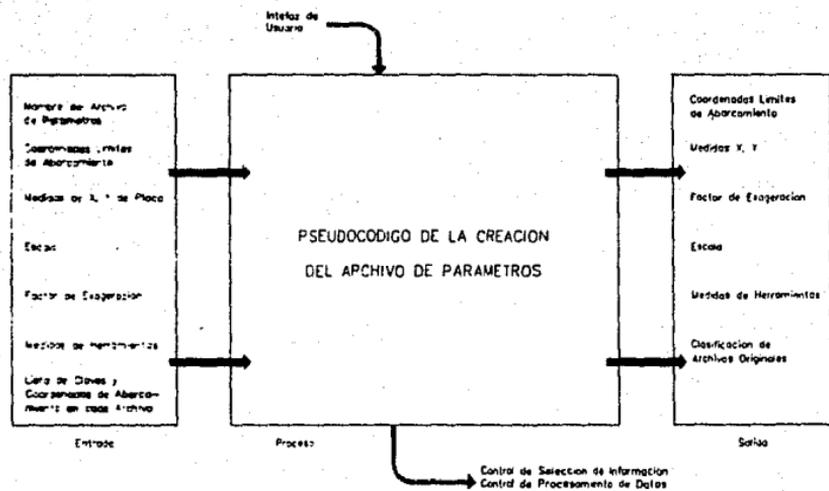
Bloque del Diagrama General MPO 30

C3 Diagrama MPO de Detalle del Procesamiento de Datos



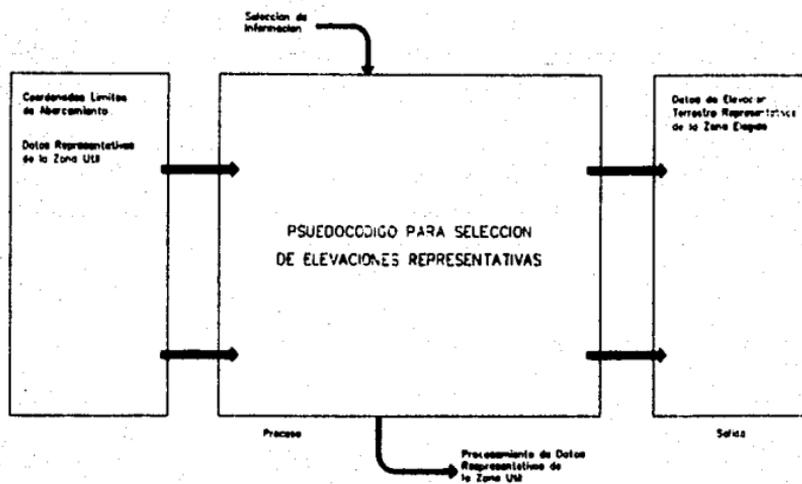
Bloque del Diagrama General NPD 4.5

C.4 Diagrama NPD de Detalle de Comunicación



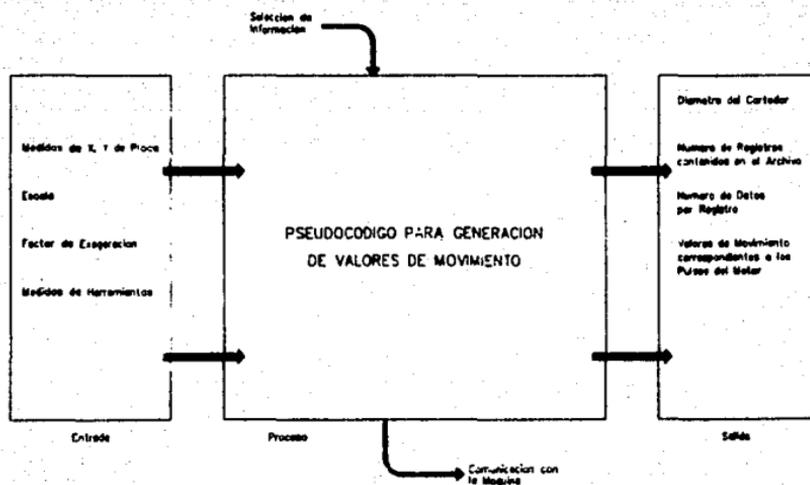
Bloque del Diagrama General HPO 5.0

C.5 Diagrama HPO de Detalle de Creación de Archivo de Parametros



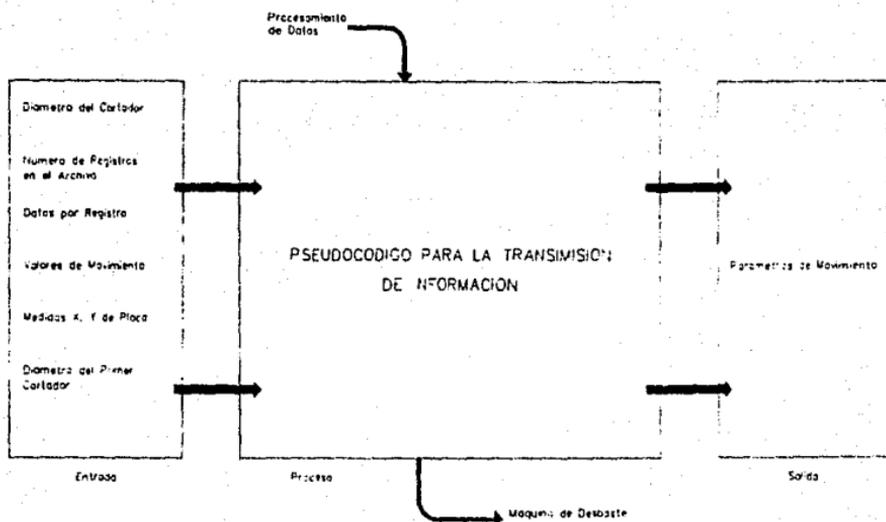
Bases del Diagrama General HPO 6.0

C.8 Diagrama HPO de Datos para Creación del Archivo de Datos Representativos



Blque del Diagrama General HPO 7.0

C.7 Diagrama HPO de Detalle para Generación de Valores de Movimiento



Bloque del Diagrama General 80

80

C.8 Diagrama HPO de Datos para Transmisión de Información

C. Diseño Detallado.

En lo que respecta a esta etapa se describen los algoritmos, la Instrumentación de las funciones y la estructura de datos almacenada así como las interacciones entre datos y funciones. Las herramientas para realizar un diseño detallado son el pseudocódigo y los diagramas HIPO de detalle. Ambos se mezclan para dar lugar a una representación sencilla y completa del sistema en forma detallada. En base a los diagramas HIPO mostrados anteriormente, se presentan los pseudocódigos de cada subsistema de manera clara y concisa para facilitar su programación.

Pseudocódigo de la INTERFAZ DE USUARIO.

INICIO

DEFINIR las unidades que va a usar

INICIALIZAR condiciones de operación

REPITE

LEE la posición del cursor en la pantalla

SI el cursor está en la zona de íconos y se presionó algún botón ENTONCES

CAMBIA el color del ícono presionado

SELECCIONA la posición del ícono

0: DESPLIEGA República Mexicana

1: OBTIENE escala de reproducción

2: OBTIENE zona de reproducción

3: OBTIENE factor de exageración

4: DESPLIEGA acercamiento de la zona elegida

5: IMPRIME el contenido de la pantalla

6: CAPTURA las medidas de los cortadores

7: DESPLIEGA los valores de los parámetros

8: DESPLIEGA ayuda

9: ALMACENA los parámetros en un archivo

10: FINALIZA la ejecución

Finaliza la SELECCION

HASTA bandera = prendida

CIERRA el uso de gráficas

LIMPIA pantalla

FIN de Interfaz de Usuario.

Pseudocódigo de la INICIALIZACION de condiciones de operación.

INICIO

DEFINIR los valores iniciales de cada parámetro
DEFINIR los estados de las banderas de control
INICIALIZAR el modo gráfico
INICIALIZAR el modo de despliegue del cursor
DESACTIVAR cursor
LEER información del archivo de la portada
DESPLEGAR portada
ESPERAR HASTA presionar cualquier tecla
ACTIVAR cursor
DEFINIR zona de iconos
DESPLEGAR iconos
DEFINIR tipo de letra
DESPLEGAR título del sistema en la parte superior
ACCESAR el archivo de errores y almacenarlos en un arreglo

FIN

Pseudocódigo de LECTURA de cursor y OBTENCION del ícono.

INICIO

OBTIENE posición del cursor
DIVIDE la coordenada x entre el número de píxeles por iconos
DIVIDE la coordenada y entre el número de píxeles por iconos
Si el botón se presionó ENTONCES
SUMA las divisiones
OBTIENE el número de ícono

SINO

El ícono es nulo.

FIN

Pseudocódigo del DESPLIEGE de la República Mexicana.

INICIO

DESACTIVA cursor
ASIGNA el archivo de información de la República Mexicana
MIENTRAS no fin de archivo HACE
LEE comando, coordenada y color
Si comando = 1 ENTONCES
DESPLIEGA píxel en las coordenadas leídas
SINO
DESPLIEGA paralelos y meridianos
REESTABLECE ícono
ACTIVA cursor

FIN

Pseudocódigo para OBTENCIÓN de escala.

INICIO

DESPLIEGA ventana
DESPLIEGA valor preestablecido de escala
REPITE
 LEE valor de escala
 CHECA información teclada
 SI información incorrecta ENTONCES
 CALCULA el área necesaria para la reproducción
 SI relación ~~área~~-escala incorrecta ENTONCES
 ACTIVA bandera de error
 DESPLIEGA mensaje de error
 SINO
 DESACTIVA bandera de valor correcto
HASTA valor correcto activado

FIN

Pseudocódigo para OBTENER factor de escala.

Es el mismo algoritmo que en el caso de la obtención de escala descrito anteriormente.

Pseudocódigo para OBTENER la zona de reproducción.

INICIO

SI no existe Rep. Mex. en pantalla ENTONCES
 DESPLIEGA mensaje de error
SINO
 ABRE ventana de selección
 REPITE
 LEE posición de primera esquina
 HASTA presionar un botón del mouse
 REPITE
 LEE posición de segunda esquina
 HASTA presionar un botón del mouse
 CHECA posición, tamaño y área de la zona marcada
 SI proporciones no correctas ENTONCES
 ACTIVA bandera de error
 REESTABLECE ícono
 ACTIVA cursor

FIN

Pseudocódigo para ACERCAMIENTO de la zona elegida.

INICIO

SI ícono correspondiente activado ENTONCES
DESACTIVA cursor
SALVA la pantalla actual
MIENTRAS no fin de archivo de Rep. Mex. HACE
LEE Información de Rep. Mex.
ENMARCA la ventana de acercamiento
DESPLIEGA territorio elegido en acercamiento

SINO

DESPLIEGA mensaje de error
ACTIVA el cursor
REGRESA el ícono a su estado inicial

FIN

Pseudocódigo para IMPRESION en papel.

INICIO

DESACTIVA cursor
ACTIVA paleta de color
REDEFINE la tabla de colores
ACTIVA interrupción de impresión
REESTABLECE paleta de colores original
REESTABLECE ícono
ACTIVA cursor

FIN

Pseudocódigo para CAPTURA de medidas de cortadores.

INICIO

DESACTIVA cursor
DESPLIEGA valores preestablecidos
REPITE
OBTIENE valores
CHECA información
SI información incorrecta ENTONCES
INHIBE despliegue

SINO

DESPLIEGA valor
CAPTURA el siguiente valor

HASTA número de cortadores
REESTABLECE pantalla
REESTABLECE ícono
ACTIVA cursor

FIN

Pseudocódigo para DESPLIEGUE del reporte.

INICIO

DEACTIVA cursor
GUARDA pantalla
DESPLIEGA ventana de reporte
DESPLIEGA parámetros activos en ese momento
ESPERA HASTA presionar alguna tecla
REESTABLECE pantalla
REESTABLECE ícono
ACTIVA cursor

FIN

Pseudocódigo para el DESPLIEGUE de ayuda.

INICIO

DEACTIVA cursor
GUARDA pantalla
ABRE zona de despliegue
DESPLIEGUE = VERDADERO
MIENTRAS no fin de arch. O despliegue = falso HACE
DESPLIEGA texto de ayuda
ESPERA HASTA presionar alguna tecla
Si tecla = Esc ENTONCES
DESPLIEGUE = FALSO
REESTABLECE pantalla
REESTABLECE ícono
ACTIVA cursor

FIN

Pseudocódigo para ALMACENAMIENTO de información.

INICIO

DEACTIVA cursor
GUARDA pantalla
ABRE ventana de texto
DESPLIEGA mensaje pidiendo el nombre del archivo
CORRECTO = FALSO
REPITE
LEE nombre del archivo
Si nombre correcto ENTONCES
CORRECTO = VERDADERO
HASTA correcto = verdadero
ALMACENA los parámetros en el archivo
CHECA coordenadas de la ventana de selección
OBTIENE relación entre coord. gráficas y geográficas

SELECCION de los nombres de los archivos útiles
ALMACENA los nombres en el archivo de parámetros
CIERRA archivos
ACTIVA cursor
REESTABLECE pantalla
REESTABLECE ícono
FIN

Pseudocódigo para FINALIZAR ejecución.

INICIO
DESACTIVA cursor
GUARDA pantalla
DESPLIEGA ventana de verificación
PREGUNTA si quiere abandonar el sistema
LEE respuesta
SI respuesta = si ENTONCES
 HALT
SINO
 REESTABLECE pantalla
 REESTABLECE ícono
 ACTIVA mouse
FIN

Pseudocódigo para la SELECCION DE INFORMACION.

INICIO
CHECA el nombre del archivo de parámetros
SI no existe el archivo ENTONCES
 HALT
SINO
 ASIGNA el archivo a una variable lógica
 LEE las coordenadas de abarcamiento
 CALCULA el número de archivos de datos terrestres que debe leer
 DESDE I = 1 HASTA número de archivos en latitud REPITE
 DESDE J = 1 HASTA número de archivos en longitud REPITE
 CREA un archivo temporal
 LEE el nombre del archivo de datos terrestres
 SI archivo inexistente ENTONCES
 GENERA ceros
 SINO
 SELECCIONA INFORMACION
 UNE todos los archivos temporales en uno solo
 CREA el encabezado del archivo final
 CIERRA archivos utilizados
FIN

Pseudocódigo para SELECCION DE INFORMACION.

INICIO

OBTIENE la distancia que ocupan los datos del archivo en el yeso

CALCULA cuantos datos debe obtener el archivo

INICIALIZA contador en cero

INICIALIZA los datos a leer en cero

INICIALIZA contador de datos leídos en cero

LEE primer dato

REPITE

 ESCRIBE el dato en el archivo temporal

 INCREMENTA el contador

 CALCULA el lugar del siguiente dato a leer

 MIENTRAS datos leídos < > datos por leer REPITE

 LEE dato

 INCREMENTA los datos leídos

HASTA contador = datos que debe obtener del archivo

FIN

Pseudocódigo para el PROCESAMIENTO DE DATOS.

INICIO

DESPLIEGA pantallas de presentación

OBTIENE el nombre del archivo de parámetros

SI no existe ENTONCES

 HALT

LEE la información del archivo de parámetros

OBTIENE el encabezado del archivo de entrada

SI no existe ENTONCES

 MANDA mensajes de error

 HALT

OBTIENE el archivo de datos

SI no existe ENTONCES

 MANDA mensajes de error

 HALT

CREA el encabezado del archivo de salida

CREA el cuerpo del archivo de salida

DESPLIEGA los nombres de los archivos involucrados

MIENTRAS no fin de archivo de parámetros REPITE

 LEE el encabezado del archivo de entrada

 CALCULA los factores de escala

 MIENTRAS no fin de registros REPITE

 OBTIENE los máximos de los datos abarcados por el contador

 ALMACENA la información del Header del archivo generado

 CIERRA archivos utilizados

CIERRA archivo de parámetros

FIN

Pseudocódigo de GENERACION de Valores.

INICIO

MIENTRAS no fin de archivo de datos REPITE
 DESDE 1 HASTA numero de registros contenidos en el diámetro REPITE
 DESDE 1 HASTA numero de datos contenidos en el diámetro REPITE
 LEE dato
 SI dato > Máximo ENTONCES
 Máximo = dato
 RECORRE apuntador de datos
 REGRESA a la segunda repetición
 RECORRE apuntador de registros
REGRESA a la primera repetición

FIN

Pseudocódigo de COMUNICACION.

INICIO

DESPLIEGA lista de archivos necesarios
INICIALIZA las condiciones de comunicación
INICIALIZA parámetros de movimiento
DESPLIEGA mensajes preventivos
REPITE
 MUEVE los ejes dependiendo de las teclas oprimidas
 HASTA tecla oprimida = ESC
 CALCULA cantidad de pulsos para el posicionamiento de los ejes
 REPITE
 ENVIA comandos de movimiento para nivelar una franja
 RECORRE la herramienta en el eje "X"
 HASTA nivelar todas las franjas necesarias
 POSICIONA los ejes de movimiento en el inicio del nivelado
 DESBASTA la superficie según los datos de entrada
 SI es primera pasada ENTONCES
 FIRST = TRUE
 MIENTRAS no fin de archivo de parámetros REPITE
 LEE el diámetro del cortador a usar
 LEE el zanco del cortador
 CALCULA la profundidad máxima
 LEE encabezado del archivo de datos
 CALCULA los pulsos para incrementar los ejes en movimiento
 CALCULA el desplazamiento debido al diámetro del cortador
 SI First = True ENTONCES
 DESDE 1 HASTA registros en archivo REPITE
 DESDE 1 HASTA datos por registro REPITE
 LEE dato de movimiento
 CHECA dato contra profundidad permitida
 ENVIA comando de movimiento
 REGRESA al inicio de la siguiente franja

SINO

DESDE 1 HASTA registros por archivo REPITE
DESDE 1 HASTA datos por registro REPITE
LEE dato de movimiento
ENVIA comando de movimiento
REGRESA al inicio de la siguiente franja
CIERRA archivos de datos
CIERRA archivos de parámetros

FIN

Pseudocódigo de TRANSMISION DE INFORMACION.

INICIO

RETRANSMITE = Verdadero
CONVIERTE el valor numérico de movimiento a valor alfanumérico
MIENTRAS retransmite = verdadero REPITE
DESDE 1 HASTA último carácter del valor REPITE
ENVIA carácter a buffer
LEE eco de las tarjetas de control
SI eco = : ENTONCES
RETRANSMITE = falso

FIN

V.1.3 TECNICA DE DISEÑO.

El tipo de sistema a desarrollar puede catalogarse dentro del área Gráfica en lo que se refiere a la Interfaz de Usuario, en el área de Procesamiento al contemplar los cálculos y transformaciones de datos y por último, dentro del área de Comunicación en cuanto a la transferencia de Información entre la computadora y la mesa de trabajo.

Considerando que el 90% de la programación del sistema es totalmente nuevo, se usó una técnica de diseño mezclada, es decir, un diseño jerárquico de arriba hacia abajo obteniendo una visión general y un diseño jerárquico de abajo hacia arriba resaltando los detalles algorítmicos. La razón de la mezcla de técnicas se explica a continuación. En primer lugar deben tenerse claros los objetivos y el material con el que se cuenta analizándose posteriormente, el tipo de funciones que deben ejecutarse para obtener el resultado final de cada una de ellas. Es importante conocer la Información de entrada y salida que requieran. Con lo anterior, tendremos el diseño de arriba hacia abajo ya que solo se considera la estructura global del sistema. Posteriormente se define el diseño de abajo hacia arriba analizando los algoritmos de detalle que soportaran a las funciones globales ya definidas. Esto implica la creación de un diseño que resuelva problemas específicos del funcionamiento del sistema y los una de tal manera que se complementen las funciones generales sin perder de vista la compatibilidad de entradas y salidas en cada una, así se podrá organizar todo en una sola estructura de Programación. Las herramientas adecuadas para el manejo de entradas y salidas (Input/Output) de datos, son los archivos que almacenan la información a transmitir.

VI.1 INSTRUMENTACION.

A continuación se describirá la forma de acoplar, los subprogramas en un sistema de cómputo estructurado, las pruebas realizadas y la documentación desarrollada para facilitar todo ello.

VI.1.1 TECNICAS DE CODIFICACION.

Es conveniente aclarar que una de las metas fijadas es adoptar una técnica de codificación estructurada con el objeto de linealizar el flujo de control a través de un programa de computadora, de modo que la secuencia de ejecución siga a la secuencia en que esta escrito el código. Las características principales que presenta este sistema de cómputo son:

- El manejo de una entrada y una salida en cada bloque de programación. Expresado de otra forma, se puede decir que la programación utiliza las tres estructuras básicas: Secuenciación, Selección e Iteración para formar bloques de código; cada una de las cuales tiene una sola entrada y una sola salida con excepción de ciertos casos en los que se sacrificó esta característica a cambio de una reducción de código y tiempo de procesamiento.
- Alta eficiencia en base al uso de subprogramas y la revisión de cada estructura de código con el objeto de minimizar tanto la cantidad de instrucciones como el tiempo de ejecución del sistema. Asimismo existen algunos casos en los que se repite un grupo de comandos en el mismo programa siendo éstos, básicamente instrucciones de despliegue.

El uso de banderas de control ayudó a tener la eficiencia necesaria ya que el control de ejecución se tuvo localizado en puntos estratégicos del código fuente.

- Encapsulado de Datos almacenando correctamente los datos, con lo que el acceso de lectura ó escritura es mucho más específico. Para ello se tienen procedimientos encargados de ésta tarea.
- Recursividad siendo una de las características más valiosas pues gracias a ella, el proceso logra llevar la automatización a un grado muy alto de eficiencia. Asimismo, su control es sencillo y seguro. Es así, como la recursividad toma un papel muy importante en lo que se refiere al procesamiento de datos y transferencia de información.

Pasando a otra parte, el estilo de codificación se realizó tomando en cuenta aspectos como los descritos a continuación.

- El uso de pocas construcciones de control. En este caso se tomaron construcciones básicas ya establecidas en el lenguaje de programación Pascal acoplándose de tal forma, que se tuviera control en cada subprograma implementado.
- El uso de nombres de variables que se relacionaran con el significado de la misma. Así, el análisis y mantenimiento será más fácil y rápido. En ciertos casos el tipo de datos manejados, pueda cambiar mediante funciones programadas para ello.

- El cubrimiento de las estructuras de datos bajo las funciones de acceso, esto significa que el manejo de datos y algoritmos son agrupados para permitir el uso de información requerida por otro módulo del sistema mediante las funciones preestablecidas para ello.
- El uso de documentación para cada subprograma y/o unidad de compilación. Esto se hace con el objeto de esclarecer su funcionamiento y el objetivo para el cual fue desarrollado además de otras ventajas como puede ser la facilidad de mantenimiento. El uso de un formato estándar de programación como son: paréntesis, comentarios, sangrías, espacios, márgenes alrededor de los comentarios, etc. es una de las características que sobresalen en el código fuente.
- El uso de subrutinas con funciones bien definidas es un aspecto indispensable en el desarrollo del sistema debido a la gran cantidad de funciones utilizadas para llevar a cabo un proceso.

Es obvio que tanto la técnica como el estilo de programación se notan con mayor claridad al observar el código fuente del sistema.

VI.1.2 DOCUMENTACION INTERNA.

Esta etapa es indispensable, pues gracias a la documentación interna de los programas, el análisis, modificación y mantenimiento son versátiles y accesibles a la persona encargada de los mismos aún cuando ésta no haya sido la autora. Cada subprograma ó unidad de programa, es documentada marcando las características de funcionamiento, datos generales como: autor, fecha de compilación, etc. y las herramientas utilizadas en su programación. Asimismo, existe el tipo de documentación inmersa en el código fuente marcando la pauta de su funcionamiento.

El contenido de la documentación inicial de cada unidad debe formarse por los datos descritos en un patrón de procedimientos dependiendo del funcionamiento de cada una, dicho patrón consiste en:

- Nombre del procedimiento:
- Parte de:
- Llamado por:
- Propósito:
- Diseñador/Fecha(s):
- Parámetros:
- Aseveración de entrada:
- Aseveración de salida:
- Parámetros ó
- Parámetros Globales:

- Efectos colaterales:
- Estructura de datos locales:
- Excepciones:
- Restricciones de tiempo:
- Otras limitaciones:
- Cuerpo del procedimiento:

Posteriormente se anexara la documentación inicial de algunos de los procesos.

VI.1.3 PRUEBAS DEL SISTEMA.

Estas pruebas se realizan en cada uno de los subprogramas que lo forman. A continuación se da una descripción general de los eventos realizados en cada etapa para probar su funcionamiento.

Interfaz de Usuario.

Esta etapa se prueba con la ayuda de los usuarios finales del sistema. Esto consiste en que ellos deben utilizar el sistema con la mínima ayuda de parte del autor, así se toma nota de los errores cometidos por el usuario y posteriormente se analizan sus causas. Cuando el motivo de los errores es el diseño de la Interfaz, se estudian otras opciones para elegir la mejor. En base a lo anterior, se pueda comprobar que las herramientas más útiles en este caso, son las gráficas y dibujos representativos de cada actividad por realizar.

Algunos de los aspectos que se observaron en las etapas de prueba fueron:

- Comprensión del objetivo de esta etapa.
- Modo de selección de la actividad.
- Inserción de la información.
- Validación de la información.
- Despliegues de mensajes de error.
- Despliegue del módulo de ayuda.

Los resultados fueron muy buenos y se demostró que esta etapa cumple con sus objetivos. Por otra parte se notó que las desventajas son la falta de precisión al elegir el área de reproducción y la necesidad de encerrar el terreno seleccionado en una ventana cuadrada.

(\$! Header)

```
(-----)
(          PROGRAMA DE ADQUISICION DE PARAMETROS DE OPERACION.          )
(          )
( Nombre           : Graciela Moreno Valazquez.                       )
( Fecha de Compilacion : Enero 1990.                                  )
( Funcion Realizada  : Obtener la seleccion de la actividad a realizar )
(                   : y llamar al procedimiento que la ejecuta.        )
( Algoritmos Empleados : Llamado a subrutinas de ejecucion.           )
( Parametros        : Bandera de control.                             )
( Condiciones d'Entrada: Correr el programa y Sensar el boton del mouse. )
( Condiciones de Salida: Generar un archivo de parametros.            )
( Estructuras Princip. : If - Then _ Else y Case - Of.                )
( Rutinas que Invoce  : Graph, Crt, Mouse, Inegi.                     )
(          )
(-----)
```

Program Inegi_Input(Input,Output);

Uses Graph,CRT,Mouse,Inegi;

Begin

Init;

(Inicializa parametros)

Repeat

(Obtiene posicion del cursor)

GetPos;

If (Icono<21) And Pressed And ((YIcono shl 5)<32) Then

(Invierte el icono)

Turn;

Case Icono of

0: RepMax;

(Despliegue de la Republica)

1: Escala;

(Obtiene Escala de reproduccion)

2: Zone;

(Obtiene zona de reproduccion)

3: Exageracion;

(Obtiene factor de Exageracion)

4: Zoom;

(Despliega acercamiento de la zona elegida)

5: Dup;

(Imprime el despliegue de la pantalla)

6: ToolEdit;

(Obtiene medidas de los cortadores)

7: Reporte;

(Despliega los valores de parametros)

8: Help;

(Despliega modulo de ayuda)

9: Sinal;

(Almacena los parametros en archivo)

10: Bye;

(Verifica la salida del sistema)

End

SetViewPort(0,0,GetMaxX,GetMaxY,True);

(Reestablece la pantalla inicial)

Until Flag;

CloseGraph;

(Desactiva el sistema grafico)

ClrScr;

End.

```

----->
(          UNIDAD DE EJECUCION DE TODAS LAS OPCIONES          )
(          DEFINIDAS EN LA INTERFAZ DE USUARIO.              )
(                                                            )
( Nombre           : Graciela Moreno V. y Fernando Angeles U. )
( Fecha de Compilacion: Enero de 1990.                       )
( Funciones Realizadas: Despliega la Republica Mexicana.     )
(                   Obtiene Escala de Representacion.        )
(                   Selecciona Region de reproduccion.       )
(                   Obtiene Factor de Exageracion.           )
(                   Imprime el contenido de la pantalla.     )
(                   Despliega el estado de los parametros.   )
(                   Despliega modulo de ayuda.               )
(                   Obtiene medidas de los cortadoras.       )
(                   Almacena los parametros en un archivo.   )
(                   Abandona el sistema.                     )
( Algoritmos Empleados: Manejo de pantallas graficas y obtencion de
(                   coordenadas y acoplamiento en su manejo interno. )
(                   Lectura de informacion via teclado y/o mouse. )
(                   Calculos de concordancia entre escala, factor de
(                   exageracion y medidas fisicad de la placa. )
( Variables Globales : Coordenadas de seleccion.            )
( Estructuras Princip.: If-Then-Else, For-To-Do, Repeat-Until. )
( Rutinas Invocadas  : Graph, Crt, Mouse, Printer, Fool, DOS. )
( Manejo de Errores  : Se manejan con la unidad llamada Fool y consiste
(                   en validar la informacion obtenida del teclado. )
----->

```

Unit Inegi;

Interface

Uses Graph,CRT,Mouse,Printer,Fool,DOS;

```

Const XMapMin = 87;    ( Coordenada geografica minima en long )
      YMapMin = 15;    ( Coordenada geografica minima en lat  )
      XMapMax = 117;   ( Coordenada geografica maxima en long )
      YMapMax = 33;    ( Coordenada geografica maxima en lat  )

```

```

RepX  = 2000000; ( Cubrimiento de la republica en X )
RepY  = 2000000; ( Cubrimiento de la republica en Y )
MaxH  = 5700;

```

```

ExtMaxX = 1.2; ( Medida maxima de la mesa en X )
ExtMaxY = 1.2; ( Medida maxima de la mesa en Y )

```

```

Type EditorType = Array[1..9] of Real;    ( Arreglo p/ el editor )
      EditorMsg  = Array[0..9] of String[15]; ( Mensajes Id.      )

```

```

Var X,Y,But,          ( coordenadas d' mouse )
     XZ1,XZs,YZ1,YZs, ( coords de zona   )
     Gd,Gm,Mode       :Integer;           ( Var's graficas )

```

```

IconSave :Array[0..800] of Byte;    ( Var pa' salvar icono )

```

```

ZonFl,
EscFl,

```

(\$! Header)

```
(-----)
(          SELECCION DE INFORMACION REPRESENTATIVA.          )
(          )
( Autor      : Graciela Moreno Velazquez.                    )
( Fecha de Compilacion : Mayo de 1990.                        )
( Funcion Realizada  : Genera el Encabezado y el Cuerpo del archivo )
(                   : de Datos Representativos de la region elegida. )
( Algoritmos empleados : Obtencion de archivos,                )
(                   : Seleccion de datos                      )
(                   : y Borrado de archivos inutilites.      )
( Parametros y Modos  : "Nombre del archivo de Parametros."   )
( Condiciones d'Entrada: Los archivos deben estar disponibles para )
(                   : usarlos en cualquier drive.             )
( Condiciones de Salida: Debe haber suficiente espacio disponible en disco.)
( Variables Globales  : Clasificacion de los archivos originales y )
(                   : variables de control como Indices, Datos por )
(                   : registro y Numero de registros por archivo. )
( Efectos colaterales : La creacion de un archivo nuevo en base a los )
(                   : archivos originales.                    )
( Estructuras usadas  : For - Do, If - Then - Else, Repeat - Until. )
( Rutinas invocadas   : Crt y Desp.                            )
( Manejo de excepciones: La generacion de valores nulos en el caso de )
(                   : no existir el archivo original y )
(                   : chequeo de existencia de los archivos necesarios. )
( Suposiciones        : Este paquete se corre en PC compatible con )
(                   : Disco duro de 60 Mb minimo y con los archivos )
(                   : originales del territorio digitalizado. )
(-----)
```

Program Traslape;

Uses Crt, Desp;

(IFDEF W+)

Type Real = Single;

(ENDIF)

Const

Lim =15000;

(Limite de elementos del arreglo)

Resol =2000;

(pues la real es 100000 p/m y nos. queremos 500 micras/p)

Var

Cintas : Record

(Registro de archivo generado en la interfaz)

Tape : String(8);

(Nombre de la cinta)

Clave : String(8);

(Clave de la cinta)

Long : Integer;

(Coordenada inicial de longitud del archivo)

Lat : Integer;

(Coordenada inicial de latitud del archivo)

XI, XF : Integer;

(Coord's iniciales en long. del area util)

YI, YF : Integer;

(Coord's iniciales en lat. del area util)

End;

InFile, OutFile : File of Integer;

(Arch. de entrada y Arch. de salida)

IndiLong, IndiLat,

(Numero de archivos en Longitud y Latitud)

A, B,

(Controladores de archivos por long y lat.)

DatosX,

(Numero de datos por registro en un archivo)

DatosY,

(Numero de registros en un archivo)

PixTot/UseX,

(Numero de pixeles utiles por registro)

```

(-----)
(          UNIDAD DE MANEJO DE PANTALLAS EN MODO TEXTO.          )
(          )
( Autor           : Graciela Moreno V. y Fernando Angeles U.    )
( Fecha de compilacion: Mayo de 1990.                            )
( Funcion realizada : Despliegue de marcos y textos localizados en )
(                   pantalla mediante coordenadas.                )
( Parametros      : Coordenadas de posicion en la pantalla y texto. )
( Condición de Entrada : Coordenadas de tipo entero.              )
( Condición de Salida : Despliegue en modo texto.                 )
( Estructuras Princip.: For - To - Do.                           )
( Rutinas que invoca : Crt y DOS.                                  )
( Excepciones     : Despliegue de números longint en una         )
(                   coordenada específica.                         )
(-----)

```

Unit Desp;

```

(          Procedimientos utilizados en otros programas.          )

```

Interface

```

Procedure Marco(Xi,Yi,Xf,Yf:Integer); (Genera marco de despliegue)

```

```

Procedure BarText(Cad:String); (Despliega texto sobre fondo blanco)

```

```

Procedure PonS(X,Y:Integer; Cad:String); (Despliega texto en ciertas coordenadas)

```

```

Function Rex(X:Integer):String; (Convierte valores enteros a caracter)

```

```

(          Implementacion de los procedimientos.                    )

```

Implementation

Uses Crt,DOS;

(\$IFDEF M*)

Type Real = Single;

(\$ENDIF)

```

Const PulsosXMetro = 100000; (Pulsos Galil por m)
      XMax          = 100000; (Número máximo de pulsos para el eje 'X')
      YMax          = XMax;   (Número máximo de pulsos para el eje 'Y')
      ZMax          = 9000;   (Número máximo de pulsos para el eje 'Z')
      XVi           = 15;    (Coordenada X inicial para despliegue)
      YVi           = 3;     (Coordenada Y inicial para despliegue)
      XVf           = 75;    (Coordenada X final para despliegue)
      YVf           = 10;    (Coordenada Y final para despliegue)
      Tab           = (XVf-XVi) div 2;

```

```

Var YGlb:Byte;
    Saver:Pointer;
    LastX,LastY:Byte;

```

```

(-----)
(          Despliega un String en la coordenada pedida.          )
(-----)

```

```

Procedure PonS(X,Y:Integer; Cad:String);

```

(\$! Header)

```
(-----)
(          PROCESAMIENTO DE DATOS.          )
(          )
( Autor      : Graciela Moreno V.          )
( Fecha de Compilacion : Mayo de 1990.    )
( Funcion Realizada : Procesamiento de los datos de elevacion terrestre)
(              en base a las características físicas y          )
(              cartograficas definidas en la Interfaz de Usuario)
(              par generar la cantidad de pulsos que deben      )
(              moverse los motores para generar el molde del   )
(              Mapa Tridimensional.        )
( Algoritmos Empleados : Calculos de factores cartograficos que afectan )
(              a los datos, Obtencion de valores maximos en    )
(              base al diametro de la herramienta utilizada.   )
( Parametros      : Informacion contenida en el archivo de Parametros)
( Condiciones d'Entrada: Archivo de Parametros y                )
(              Archivo de Datos con su respectivo Encabezado.  )
( Condiciones de Salida: Archivo de Datos en cantidad de Pulsos y )
(              su respectivo Encabezado.                        )
( Variables Globales : Valores cartograficos y variables de control. )
( Estructuras Princip. : While - Do, For - To -Do, If - Then -Else, )
(              Repeat - Until y Secuenciacion.                )
( Rutinas que Invoca : Crt, Desp, Graph.                      )
( Suposiciones      : Los archivos de entrada estan en el disco duro. )
(              Existe espacio suficiente para la generacion del )
(              archivo de pulsos.                             )
(-----)
```

Program INEGI(Input,Output);

Uses Crt,Desp,Graph;

(\$IFDEF M+)

Type Real = Single;

(\$ENDIF)

Const

Inf	= 1;	(Limite inferior general)
Sup	= 2000;	(Limite superior del arreglo)
Resol	= 100000;	(Pulsos Galil por metro)
Z_M	= 2000;	(Altura máxima en mm del eje Z)

Var

Cad	:String;	(String de deshecho)
Nov	:File of Integer;	(Archivo de salida)
ENDR,		(Encabezado del archivo de entrada)
Cab,		(Encabezado del archivo de salida)
Par	:Text;	(Archivo de Parametros)
Arch	:File of Word;	(Nombre logico del archivo de entrada)
Escala	:LongInt;	(Escala geografica)
Indice,		(Indice de los archivos generados)
Exager,		(Factor de exageracion geografica)
DatReg,		(Contador de datos por registro en el arch. de salida)
Pix_X,		(No. de datos validos en X)
Pix_Y,		(No. de datos validos en Y)

(\$! Header)

```
-----)
(          PROGRAMA DE COMUNICACION ENTRE LA COMPUTADORA Y LA MESA.          )
(          )
( Nombre           : Graciela Moreno V.                                     )
( Fecha de Compilacion : Mayo de 1990.                                     )
( Funciones Realizadas : Checa las condiciones iniciales de Operacion,    )
(                     : Nivela la superficie de yeso que va a desbastar,  )
(                     : Desbasta la superficie segun la informacion enviada)
( Algoritmos Empleados : Basicamente son algoritmos de Rastreo.          )
( Parametros        : Medidas de los diámetros de cada cortador y       )
(                     : valores de movimiento para cada uno de los ejes.  )
( Condiciones d'Entrada: Existencia del archivo de Parametros y el      )
(                     : archivo de Datos con su respectivo Encabezado.   )
( Condiciones de Salida: Valores de movimiento en código ASCII.         )
( Variables Globales  : Medidas del area util de trabajo.              )
( Estructura Princip. : For - To - Do, If - Then - Else, Repeat - Until, )
(                     : While - Do..                                     )
( Rutinas Invocadas   : ConComII, Intera.                                )
(          )
(-----)
```

Program Aplana;

Uses ConComII,Crt,Intera;

(\$IFDEF M+)

Type Real = Single;

(\$ENDIF)

Const

PulsosXMetro =100000;
MaxDiam =0.01905;

(Pulsos GalII por m)
(Diámetro del cortador más grande)

Var

Profund,
X,Y,Z :Longint;
Cad,
Lin : String;
I,
OffsetX,
OffsetY :Integer;
Diametro :Real;
CarreraMaxZ:Longint;
YTxtGlb :Byte;
DataAbsoluto : Integer;
Hdr :Text;
DataFile :File of Word;

(Pulsos para llegar al fondo permitido del Yeso)
(Pulsos de desplazamiento para posicionar inicio)
(Variable para leer una tecla)
(Línea de código galII)
(Índice de control)
(Desplazamiento inicial del cortador en X)
(Desplazamiento inicial del cortador en Y)
(Diámetro del cortador en m)
(Carrera máx. en 'Z' en pulsos)
(Coordenada Y de despliegue para comandos)
(Dato leído mas los pulsos q' bajo 'Z' p' nivelar)
(Nombre lógico del Header del arch. galII)
(Nombre lógico del arch. de datos galII)

```
-----)
(          Procedimiento para Despliegue de comandos.          )
(-----)
```

Procedure Mando(Cad:String);

Begin

Window(22,10,60,20);
GotoXY(1,YTxtGlb);

```

-----)
(          UNIDAD PARA MANEJAR PANTALLAS Y          )
(          EL MOVIMIENTO DE LOS EJES PARA          )
(          POSICIONAMIENTO INICIAL.                )
(          )                                        )
( Nombre      : Graciela Moreno Velazquez.        )
( Fecha de Compilacion : Mayo de 1990.            )
( Funcion Realizada  : Desplegar Marcos en la pantalla y )
(                   Desplegar texto en una posicion dada. )
( Algoritmos Empleados : Secuencia de instrucciones graficas para )
(                   despliegue y seleccion de movimientos dependien- )
(                   do de la tecla oprimida.        )
( Parametros      : Informacion y coordenadas de despliegue. )
( Condiciones d'Entrada: La informacion por desplegar debe tener el )
(                   formato establecido en los procedimientos. )
( Condiciones de Salida: Desplegar la informacion en modo texto y en las )
(                   coordenadas dadas en el programa principal. )
( Estructuras Princip. : For - To - Do, Repeat - Until, If - Then - Else, )
(                   Case - Of.                      )
( Rutinas Invocadas  : ConCom11, Crt, DOS.          )
-----)

```

Unit Inter;

Interface

```

Procedure Marco(X1,Y1,Xf,Yf:Integer);              (Despliega un marco en pantalla)

Procedure BarText(Cad:String);                    (Despliega texto sobre fondo blanco)

Procedure Interactivo(Var X,Y,Z:Longint);         (Mueve los ejes de la maquina)

Procedure Pons(X,Y:Integer; Cad:String);          (Despliega texto en ciertas coordenadas)

```

Implementation

Uses ConCom11,Crt,DOS;

(\$IFDEF N*)

Type Real = Single;

(\$ENDIF)

Const

```

PulsosXMetro = 100000;          (Pulsos Galil por m)
XMax         = 100000;          (Numero maximo de pulsos en el eje 'X')
YMax         = XMax;           (Numero maximo de pulsos en el eje 'Y')
ZMax         = 9000;           (Numero maximo de pulsos para el eje 'Z')
X1f          = 15;             (Coordenada X inicial del marco)
Y1f          = 3;              (Coordenada Y inicial del marco)
X1f          = 75;             (Coordenada X final del marco)
Y1f          = 10;             (Coordenada Y final del marco)
Tab          = (X1f-X1f) div 2; (Tabulador a la mitad del marco)

```

Var

```

YClb:Byte;          (Posicionamiento en Y para despliegue de comandos)
Saver:Pointer;      (Almacenamiento de pantallas)
LestX,LestY:Byte;  (Posiciones del cursor)

```

```

-----)
(          Almacena temporalmente el despliegue.          )
-----)

```

```

(-----)
(          UNIDAD DE CONTROL DE COMUNICACION COMPUTADORA-MESA.          )
(          )
( Nombre      : Graciela Moreno V. y fernando Angeles U.              )
( Fecha      : Mayo de 1990                                           )
( Funcione Realizada : Control de Comunicacion entre la Computadora y )
(              las tarjetas de Control.                               )
( Algoritmo Empleado : Envio y chequeo de recepcion en base al eco.   )
( Parametros   : Comandos y valores de movimiento.                   )
( Condicion d'Entrada: Comandos enviados con letras mayusculas.      )
( Condicion de Salida: El eco sea valido.                             )
( Estructura Princip.: If - Then - Else, Case - Of y Repeat - Until.  )
( Rutinas Invocadas : Crt y DOS.                                       )
(-----)

```

Unit ConCom1;

Interface

Const

```

CR      = #13;                (Código de Carry Return)
LF      = #10;                (Código de Line Feed)

```

Var

```

BufCar:Integer;              (Número de caracteres en buffer)

```

Procedure IniCom;

(Inicializa Comunicación)

Procedure Send(b:byte);

(Prepara puerto para envio)

Function SendStr(S:String):String;

(Envia string por puerto)

Procedure JustSend(S:String);

Function Receive:Char;

(Recibe caracter por puerto)

Function Rex(X:Longint):String;

(func pa' convertir un num a string)

Implementation

Uses Crt,Dos;

Type

```

address = ^Integer;          (Pointers p' almacenar la Tab. Vec. Int. original)

```

(***** CONSTANTES USADAS PARA DEFINIR LOS REGISTROS DEL CONTROLADOR DE INT. *****)

Const

```

MainDseg : Integer = 0;      (Almacena el DS original)
LongBufMax = 1024;          (Capacidad máxima del buffer)

DataPort = $03F8;           (Contiene 8 bits a transmitir o recibir)
HabPuerto = $03F9;          (Int. p' habilitar pto. serie cuando set = 1)
AccPar = $03FB;             (Pone Parametros)
ReadyMod = $03FC;           (bits 1, 2 y 4 habilita modem)
Status = $03FD;             (cuando el bit 6 es alto puede mandar un byte)
MDMM = $03FE;              (Modem Status; en 80h al iniciar)

ErbIRdy = $01;              (valor inicial para puerto{Habpuerto})
ModoModem = $08;           (valor inicial para puerto{ReadyMod})
MDMCO = $80;                (valor inicial para puerto{MDMM})

IntCtir = $21;              (puerto para el 8259)

```

Var

Selección de Información.

Las pruebas de esta fase se basan en archivos ficticios creados para comprobar el buen funcionamiento del algoritmo. Estos archivos tienen el formato que deberán presentar los archivos originales en el momento de la ejecución de esta etapa. Las ventajas de este módulo son la automatización del manejo de la información pidiendo al usuario la inserción del archivo correspondiente en el momento en que lo necesita y la poca intervención del usuario tanto en manejo como en la toma de decisiones. Sin embargo, la principal desventaja de esta etapa, es la capacidad de memoria disponible requerida para la generación de los archivos temporales que posteriormente se unirán en uno solo.

Procesamiento de Datos.

Las pruebas de esta etapa consisten en la introducción de un archivo de datos con su respectivo encabezado y el archivo de parámetros cartográficos generado en la Interfaz de Usuario, de aquí se checa la existencia de todos ellos y se procesan para formar tantos archivos de salida como herramientas de corte haya. En cierta forma, la validez de los datos de salida se observa en los resultados obtenidos y en el movimiento de los ejes al maquinar la placa de yeso. Las pruebas resultaron muy satisfactorias y se logró cumplir con los objetivos de esta fase. Como ventajas se tiene en primer lugar, la automatización del proceso, ya que el usuario solo tiene que ejecutar el sistema e insertar el nombre del archivo de parámetros y como segundo término, se tiene la ventaja de checar la existencia de los archivos necesarios antes de comenzar el procesamiento de datos con el objeto de que una vez iniciado éste, el usuario pueda realizar otras actividades mientras se generan todos los archivos de salida.

La desventaja que puede existir en este caso es la capacidad de memoria disponible para almacenar los archivos de datos generados con sus respectivos archivos de encabezado. Asimismo el tiempo de procesamiento puede ser muy largo y sobretodo si la computadora no cuenta con un coprocesador aritmético.

Comunicación entre computadora y máquina de trabajo.

Las pruebas en esta etapa deben ser mucho más cuidadosas debido al riesgo de maltrato que existe en cada uno de los elementos tanto mecánicos como electrónicos. Las pruebas implicaron el estudio de las tarjetas de control y sus limitaciones con lo cual se realizaron movimientos en los tres ejes movimiento y en las velocidades del Router. Asimismo se probó la transmisión y recepción de la información entre los dos dispositivos analizando la veracidad y el tiempo que tomaba desde la transmisión de los comandos hasta el movimiento físico de los ejes. Un aspecto importante es el posicionamiento y la repetibilidad del aparato, es decir, qué tanto error existe al reposicionar los ejes en un mismo punto varias veces. Las modificaciones y mejoras en el programa de comunicación han sido muy útiles y los resultados son muy satisfactorios aún cuando este sistema puede mejorar.

VI.1.4 Documentación Externa.

La documentación externa se refiere principalmente al manual de usuario y documentos de soporte en caso de requerirlos. Para el caso del sistema en cuestión, se tiene una base más sólida en el aspecto del manejo, ya que la capacitación del usuario se lleva a cabo por parte del autor del sistema quien entrenara a las personas indicadas antes de hacer uso efectivo y continuo del paquete de

programación. Gracias al diseño de operación y a las interfaces desarrolladas, el uso del sistema se vuelve mucho más sencillo.

El Manual de Usuario no se incluye por cuestiones obvias pero puede consultarse a partir de Septiembre de 1990 en alguna de las dos dependencias involucradas en el proyecto.

CONCLUSIONES

Inicialmente quiero recalcar la satisfacción que ha sido para mí el trabajar en un proyecto con tan buena proyección y utilidad para la sociedad mexicana al igual que haber dado un paso favorable marcando una base para la elaboración automatizada de mapas tridimensionales en México. El objetivo de automatizar el proceso de producción se ha cumplido reduciendo la intervención y esfuerzo físico del hombre mediante el uso de la computadora. El ahorro de tiempo en la elaboración de los moldes es notable, ya que este ascenderá en algunos casos a nueve ó diez meses de trabajo artesanal. La actualización adecuada de los mapas es un aspecto mejorado gracias a la "Percepción Remota" con la cual se obtiene información topográfica cada 20 días si así se desea además de poder contar con el cubrimiento total de la República Mexicana. Por otra parte, este sistema de cómputo es el primero desarrollado en México para llevar a cabo los propósitos mencionados anteriormente al igual que la máquina de desbaste. A la fecha este proyecto tiene mucho camino por recorrer tanto en mejoramiento de calidad como en utilización real demostrando ser un trabajo importantísimo en el área de la Cartografía.

Para finalizar quiero exortar a la gente involucrada con la Universidad Nacional Autónoma de México a trabajar y compartir nuestros conocimientos profesionales con la sociedad en la que vivimos.

BIBLIOGRAFIA

"Diccionario ICA Multilingue de Tréminos Cartográficos".
Wiesbaden.
1973.

"Alrededor de las Máquinas-Herramientas".
Gerling Heinrich.
Ed. Revert.
Segunda Edición.
1981. México.

"Space Remote Sensing Systems".
H.S. Chen.
Ed. Academic Press Inc.
1985. U.S.A.

"Introduction to Environmental Remote Sensing".
E.C. Barrett and L.F. Curtis.
Segunda Edición.
Ed. Chapman and Hall.
1982. U.S.A.

"DMC - 230 Series User Manual".
Gali Motion Control Inc.
Palo Alto, CA.

"Ingeniería de Software".
Richard Failey.
Ed. Mc Graw - Hill Inc.
1987. México D.F.

"Revista Cartográfica"
Instituto Panamericano de Geografía e Historia.
Números 43 y 44
1983 México D.F.

Curso "Sistemas de Información Geográfica"
Ing. Carlos Payno.
Dirección General de Cómputo Académico.
U.N.A.M.
1990 México D.F.

Información Personal .
Dirección General de Geografía. INEGI.
1989 México Ags.

Manuales de Percepción Remota.
SPOT.
Francia.

"Qué es el INEGI".
Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática.
1989 México Ags.

"Inventario de Información Geográfica".
INEGI
Número 1.
1983 México D.F.

Visita a los talleres de Producción Cartográfica del INEGI.
1989 México D.F.

Mapas Topográficos.
INEGI
1989 México.

Visita a Geocentro.
1980. México D.F.

"Topografía y Fotogrametría"
Carl Olof T. y Eliz Lundin.
Primera edición en español.
Compañía Editorial Continental.
1971. México D.F.